

Políticas intergubernamentales para controlar la contaminación del aire en ciudades mexicanas

Una evaluación¹

Los graves deterioros que la contaminación del aire causa en la salud pública han obligado a los gobiernos a emplear políticas diversas para abatir las concentraciones de contaminantes. Con métodos cuantitativos, investigamos qué tan efectivas son las políticas intergubernamentales para disminuir la contaminación atmosférica en cuatro zonas metropolitanas (Guadalajara, Monterrey, Valle de México y Valle de Toluca) en un periodo de diez años. El análisis estadístico revela que, si observamos las cuatro ciudades en conjunto, los esfuerzos gubernamentales para disminuir las concentraciones de bióxidos de azufre y de nitrógeno han resultado parcialmente efectivos. A través de métodos cualitativos, la evaluación de los casos de Guadalajara y Monterrey muestra que características específicas de las políticas (el grado de participación de industriales y ayuntamientos) y la existencia de vínculos comerciales internacionales (las empresas de exportación tienden a adoptar tecnologías amigables con el ambiente) explican, en buena medida, la evolución de las concentraciones de contaminantes en cada ciudad.

Palabras clave: relaciones intergubernamentales, política pública, política ambiental, contaminación y degradación ambiental.

Intergovernmental Policies for Controlling Air Pollution in Mexican Cities, an Evaluation

The increasingly evident deterioration of public health due to atmospheric pollution has forced governments to design and implement diverse policies for the control of air pollu-

* Ma. Ofelia Camacho García es egresada de la Maestría en Administración Integral del Ambiente, El Colegio de la Frontera Norte. Correo-e: ofelia29@gmail.com. Laura Flamand es investigadora titular del Departamento de Estudios de Administración Pública, El Colegio de la Frontera Norte. Blvd. Abelardo L. Rodríguez 2925, Zona del Río, Tijuana, Baja California, 22320. Tel. (664) 631 6300 ext. 3433. Fax (664) 631 6300 ext. 3434. Correo-e: lflamand@colef.mx, laura.flamand@gmail.com. Agradecemos el apoyo financiero del Fondo de Investigación para la Educación SEP-CONACYT (SEP-2004-C01-47015) y, los enriquecedores comentarios de Carlos Alba Vega, Luis Eduardo Calderón y los dictaminadores anónimos de *Gestión y Política Pública*.

¹ Artículo recibido el 9 de marzo de 2007 y aceptado el 25 de septiembre de 2007.

tants. Relying on quantitative methods, we investigate the effectiveness of intergovernmental policies for the abatement of air pollution in four metropolitan areas (Guadalajara, Monterrey, Valle de Mexico, and Valle de Toluca) over a ten year period. Our statistical analysis shows that, when observed concurrently, the efforts of these governments to reduce the concentrations of sulphur and nitrogen dioxids have been effective only partially. In the cases of Guadalajara and Monterrey, our qualitative analysis reveals that specific characteristics of these policies (the degree of participation of industries and municipal governments) and the existence of international commercial liaisons (export-oriented industries tend to adopt environmental-friendly policies) explain, to a large extent, the evolution of the concentration of pollutants in each city.

Keywords: intergovernmental relations, public policy, environmental policy, pollution, environmental degradation.

La contaminación del aire tiene efectos muy graves sobre la salud de la población. Un estudio reciente sobre la contaminación atmosférica en las ciudades de Santiago, Sao Paulo y México revela que provoca, aproximadamente, ciento cincuenta y seis mil muertes, cuatro millones de ataques de asma y cuarenta mil casos de bronquitis crónica al año (Bell, Davis, Gouveia, Borja-Aburto y Cifuentes, 2006).

Los estudios académicos sobre los efectos de la contaminación sugieren, en general, que las políticas gubernamentales de control de la calidad del aire pueden mejorar las condiciones ambientales (al evitar, por ejemplo, daños a áreas verdes, y la presencia de lluvia ácida o de cambios climáticos locales) y restringir los impactos negativos de la contaminación sobre la salud de las personas (Quadri, 1995; Rojas y Garibay, 2003; Turk, Turk y Wittes, 2001). En México, sin embargo, contamos con escasas evaluaciones sobre el desempeño de estas políticas y, en consecuencia, con información limitada sobre cómo mejorar su gestión y resultados. Además, las evaluaciones que existen, en su mayoría, no han estudiado cómo se diseñan e implementan estas políticas intergubernamentales ni han determinado si son efectivas. Una prominente excepción, sin embargo, es la muy completa y profunda evaluación de Molina y Molina (2002, 40-58) sobre los diversos programas para controlar la calidad del aire que se han implementado en la zona metropolitana del Valle de México.

Este artículo se propone, primero, contribuir a establecer una tradición de evaluación de políticas de control de la calidad del aire que enriquezca la discusión académica sobre el tema y, segundo, convertirse en un insumo útil para el diseño e implementación de estas políticas en los gobiernos federal, estatal y municipal.

Los gobiernos diseñan políticas de control de la contaminación muy diversas y las implementan con mayor o menor vigor durante el transcurso de sus administraciones, dependiendo, entre otros factores, del interés ciudadano por la calidad del aire (Vogel, 1993; Kessler, 1999). En este trabajo presentamos el *Índice de Fortaleza Gubernamental* (IFG), un instrumento que mide la intensidad del esfuerzo de los tres órdenes de gobierno para controlar la contaminación del aire y que incluye tanto la fase de diseño como la de implementación de estas políticas. Más adelante, empleamos el IFG para evaluar el grado en que estas políticas gubernamentales han alcanzado sus objetivos (elevar los niveles de calidad del aire) en cuatro ciudades mexicanas en un periodo de más de diez años (1993-2004). El propósito es identificar qué tan efectivas son estas políticas en diversas ciudades y a través del tiempo, además de detectar otros factores que afectan de manera significativa la calidad del aire. Finalmente, realizamos un estudio cualitativo de las políticas de control de la calidad del aire en las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey que nos permite, sobre todo, aprender sobre los procesos de diseño e implementación de estas políticas.

¿Por qué decidimos estudiar estas dos ciudades con mayor detalle? Al comparar los factores que la literatura identifica como determinantes para explicar los niveles de contaminación de ambas (medio físico y condiciones ambientales, actividad industrial, y número de vehículos en circulación), es posible concluir que la zona metropolitana de Monterrey debería presentar niveles de contaminación más elevados que Guadalajara,²

² Monterrey tiene condiciones ambientales menos favorables para la dispersión de contaminantes, mayor actividad industrial y un número similar de vehículos en circulación (ver cuadro 3).

sin embargo, éste no es el caso. Entre 1993 y 2004, Guadalajara ha registrado, en promedio, concentraciones más elevadas en los cinco contaminantes que monitorean las redes automáticas. Los propósitos del estudio comparado de Guadalajara y Monterrey son resolver, por lo menos parcialmente, esta aparente contradicción y evaluar la operación de las políticas de calidad del aire en cada ciudad.

Ahora, un breve resumen de los hallazgos centrales de la investigación. La evaluación cuantitativa revela que, si consideramos a las cuatro zonas metropolitanas en conjunto, las acciones de regulación gubernamental (medidas a través del IFG) han resultado parcialmente efectivas, es decir, han disminuido los niveles de concentración de sólo algunos contaminantes. Sin embargo, en las áreas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey, nuestro estudio cualitativo sugiere el mecanismo causal detrás de la efectividad diferenciada de estas políticas, la cual se asocia con la participación activa en el diseño y la implementación de *a*) los gobiernos federal, estatal y municipal de manera coordinada, y *b*) las cámaras industriales. Asimismo, nuestro estudio indica que las relaciones comerciales de las ciudades (nacionales *versus* internacionales) también influyen en los niveles de calidad del aire, pues las industrias exportadoras tienden a cumplir los estándares ambientales (generalmente más altos) de los países donde venden sus productos.

El artículo se organiza en cuatro secciones. En la primera, describimos los efectos de la contaminación del aire en la salud, las fuentes de la contaminación atmosférica, los factores que favorecen la alta concentración de contaminantes y sus problemas asociados. En la segunda sección, justificamos la intervención intergubernamental en el diseño y gestión de políticas ambientales en términos generales y, en particular, en México. En la tercera, presentamos los resultados de las evaluaciones cuantitativa y cualitativa que realizamos sobre las políticas de control de la contaminación atmosférica. La cuarta sección concluye y resume los hallazgos más importantes de esta investigación.

LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, SUS EFECTOS NEGATIVOS
Y ESFUERZOS POR CONTROLARLA

La contaminación del aire se define como la introducción o adición de material perjudicial e indeseable para los seres vivos que cambia la composición de la atmósfera de la Tierra (Turk *et al.*, 2004, 83). El aire se compone de nitrógeno (78%), oxígeno (20.94%) y argón (0.93%), los cuales bajo circunstancias normales no reaccionan entre sí. En el aire existen, en pequeñas cantidades, otros tipos de gases (reactivos y, raros o no reactivos),³ que interactúan con la biosfera, la hidrosfera y entre ellos mismos (Strauss y Mainwaring, 2001, 10-11). La contaminación se presenta cuando los gases reactivos se producen (por el hombre o eventos naturales) en cantidades que exceden la composición y concentración normal del aire. En otras palabras, cuando el contaminante se introduce a la atmósfera cambia la composición química de ésta o reduce la cantidad de oxígeno disponible (Ross, 1972, 19).

La contaminación atmosférica de las zonas metropolitanas alrededor del mundo es un serio problema ambiental y de salud. En el caso mexicano, se ha descubierto una asociación positiva entre incrementos en las tasas de mortalidad infantil y las concentraciones de ozono, bióxido de azufre y partículas totales en suspensión en la zona metropolitana del Valle de México (Borja-Aburto, Loomis, Shy y Rascón-Pacheco, 1997, citado en Lacasaña-Navarro *et al.*, 1999, 204). En otro estudio, se descubrió una asociación entre un incremento en los casos de mortalidad infantil y los niveles de PM_{2.5} presentes días antes de las defunciones (Loomis, Castillejos, Gold, McDonnell y Borja-Aburto 1999, citado en Lacasaña-Navarro *et al.*, 1999, 204).⁴

³ Estos gases son: *a*) raros (no reactivos) como el helio, neón, criptón, xenón, hidrógeno y óxido nítrico, y *b*) reactivos como el monóxido de carbono, metano, hidrocarburos (excepto el metano), óxido nítrico, bióxido de nitrógeno, amoníaco, bióxido de azufre y ozono (Strauss y Mainwaring, 2001, 10).

⁴ En la investigación se encontró que "un incremento de 10g/m³ en el promedio de partículas finas durante esos tres días se asoció con 6.9 por ciento de incremento de muertes infantiles..." (Loomis *et al.*, 1999, citado en Lacasaña-Navarro *et al.*, 1999, 204).

En los estudios sobre la contaminación atmosférica hay consenso sobre los tres factores centrales que favorecen las altas concentraciones: condiciones ambientales en la atmósfera, características físicas del medio y actividades antropogénicas (Turk *et al.*, 2004, 83; Field, 1999, 348-351).

Las *condiciones ambientales en la atmósfera* se refieren principalmente a dos eventos: la inversión térmica y las reacciones fotoquímicas.⁵ Las *características físicas* de las ciudades influyen en la concentración o dispersión de contaminantes, por ejemplo, las montañas que rodean una ciudad forman barreras naturales que favorecen la permanencia de contaminación.

A continuación discutimos con más detalle las *actividades antropogénicas* que influyen sobre la calidad del aire (el aforo vehicular, la actividad industrial y las políticas gubernamentales):

a) Las fuentes móviles⁶ son las que contribuyen en mayor proporción a la contaminación del aire en las grandes ciudades. En el área metropolitana del Valle de México circulan 3.5 millones de automóviles que depositan 4 millones de toneladas de contaminantes en el aire diariamente (Lacy, López y Ortega, 2000, 1). En las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey, el transporte genera 75 y 77 por ciento de las emisiones al aire, respectivamente (Lezama, 2004, 78-79; gobierno de Nuevo León *et al.*, 1997, 75).

b) Los procesos de transformación industrial contribuyen en menor medida al total de emisiones que las fuentes móviles, sin embargo, es importante destacar que los contaminantes emitidos (como bióxido de azufre y bióxido de nitrógeno) son altamente nocivos cuando se mezclan con partículas suspendidas en la atmósfera (SEMARNAT, 2007). Las emisiones

⁵ La *inversión térmica* consiste en el aumento de temperatura en la superficie provocando que el aire se mantenga estable y los contaminantes queden atrapados. Aun cuando las inversiones térmicas son un proceso natural, la contaminación que prevalece en las ciudades ocasiona mayor aumento de la temperatura y la concentración de contaminantes. La presencia de luz solar en la atmósfera favorece la ocurrencia de *reacciones fotoquímicas* que forman productos contaminantes y dañinos (Chamizo y Garriz, 1995, capítulo 5).

⁶ La contaminación del aire tiene su origen en fuentes móviles, fijas y naturales. Las *fuentes móviles* (automóviles y otros vehículos) hacen emisiones al aire en trayectos o recorridos, las fijas (establecimientos) en un área o punto y las naturales provienen de ciclos naturales de la Tierra (por ejemplo, erupciones volcánicas) (Turk *et al.*, 2004).

industriales dependen, fundamentalmente, del tipo de insumos transformados o utilizados en los procesos y, del tamaño de la empresa. García (2002, 198) argumenta que el tamaño de la empresa es un elemento clave en el uso de tecnologías y procesos más limpios, los cuales se asocian con el conocimiento manufacturero y la relación que la industria mantiene con la empresa filial. Mercado (2002), por su parte, establece que las empresas siguen varias trayectorias ambientales dependiendo de la estructura del mercado, el tipo de empresa y las interacciones público-privadas.

c) Las acciones (u omisiones) gubernamentales también influyen en los niveles de contaminación atmosférica. En cuanto a los efectos positivos, Lacasaña-Navarro, Aguilar-Garduño y Romieu (1999) encontraron que en la Zona Metropolitana del Valle de México los programas para el control de la contaminación del aire (*Programa Integral Contra la Contaminación Atmosférica 1990-1994* y el *Programa Hoy no Circula*) han disminuido la concentración de partículas suspendidas totales, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, monóxido de carbono y ozono en el aire entre 1988 y 1997. En cuanto a los efectos negativos, la falta de infraestructura vial adecuada o la inadecuada planeación urbana se asocian a mayor dispersión y presencia de partículas suspendidas.⁷ De este modo, la planeación urbana (una de las tareas de los gobiernos locales mexicanos) es un instrumento de política esencial para mejorar la calidad del aire, pues permite ubicar a las industrias y actividades de riesgo en zonas alejadas de los centros urbanos y donde el impacto al ambiente sea el menor posible, así como mejorar las vialidades y disminuir los congestionamientos.

Alrededor del mundo, los gobiernos han tendido a emprender acciones para controlar la contaminación a partir de un caso dramático que moviliza a la población (v.g. el gran *smog* de Londres en 1952). David Vogel (1993, 237-271) documenta este fenómeno en los casos de las políticas de

⁷ La falta de pavimentación en calles y avenidas ocasiona que el viento levante y traslade las partículas que por su tamaño pueden mantenerse en el aire por mucho tiempo y dispersarse.

control de la contaminación del aire en el Reino Unido, Japón y los Estados Unidos. En cuanto a la movilización ciudadana, en municipios de Brasil, Chile, México y Perú se ha mostrado que los ciudadanos se convierten en agentes de presión efectivos sobre los gobiernos locales para el diseño y la implementación de políticas cuando tienen la autoridad política para organizar sus propias instituciones de gobierno (Andersson y Van Laerhoven, 2007). Es decir, cuando se trata de políticas públicas locales o intergubernamentales, la percepción ciudadana puede convertirse en un insumo muy importante y útil para la evaluación de la efectividad de estas políticas.

En México, los problemas de contaminación del aire más graves ocurrieron a partir de la década de los ochenta especialmente en el Valle de México, pero también en otras áreas metropolitanas (Gilbreath, 2003; INE, 2000). En respuesta, a principios de la década de los noventa, se instalaron redes de monitoreo y se crearon los *programas de calidad del aire* (Proaires) en varias zonas metropolitanas.

Las redes de monitoreo son estaciones que miden la concentración de contaminantes críticos (bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, ozono, partículas suspendidas, plomo y monóxido de carbono, entre otros).⁸ Los contaminantes que se monitorean en las estaciones varían en razón de la ciudad y del equipo. Las primeras redes de monitoreo se instalaron en 1993 en las áreas metropolitanas del Valle de México, de Monterrey, de Guadalajara y del Valle de Toluca (INE, 2000, 82).⁹

En los *programas de calidad del aire* (Proaires) se presenta un diagnóstico de la calidad del aire, se actualiza el inventario de emisiones, se establecen

⁸ A partir de la información de las estaciones de monitoreo se creó el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) para simplificar la información, que se presenta a la población, de la concentración de los contaminantes obtenida en partes por millón (ppm) o microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) que se presenta a la población (SEMARNAT, 2007a).

⁹ Las estaciones de estas áreas metropolitanas miden la concentración de partículas suspendidas, monóxido de carbono, bióxido de azufre, ozono y bióxido de nitrógeno. En 2000, once ciudades más contaban con sistemas de monitoreo atmosférico: Ciudad Juárez, Tijuana, Mexicali, Manzanillo, Aguascalientes, Salamanca, San Luis Potosí, Villahermosa, Zacatecas, Cananea y Nacoziari (INE, 2000, 82).

acciones concretas para disminuir las emisiones de contaminantes provenientes de fuentes fijas y móviles y, en general, para asegurar que los niveles de concentración de contaminantes se encuentren dentro de límites aceptables para la salud de la población (INE, 2000).

¿POLÍTICAS INTERGUBERNAMENTALES PARA CONTROLAR LA CALIDAD DEL AIRE?

El gobierno, además, diseña e implementa políticas ambientales ante los problemas de *free-riders* que se derivan de dos características intrínsecas de los bienes públicos: la no exclusividad (imposible evitar que alguien con el deseo consuma el bien) y la no rivalidad (el consumo de una persona no reduce la disponibilidad para otros consumidores) (Turner, Pearce y Bateman, 1993). Como no existen incentivos para evitar o reparar los daños en los bienes, pues otros lo harán (*free-rider*) surgen problemas de sobreexplotación, contaminación, agotamiento y deterioro de recursos naturales y el ambiente. La intervención gubernamental es, por tanto, indispensable para prevenir la tragedia de los comunes o de la propiedad común (Hardin, 1968).

En sistemas federales, sin embargo, ¿qué nivel de gobierno debe diseñar e implementar políticas ambientales? Una primera respuesta es los gobiernos locales, pues como suelen tener mejor información acerca de los problemas y necesidades sociales que las autoridades centrales, sus políticas tienden a ser más efectivas (Oates y Portney, 2003). En particular, los sistemas federales descentralizados, por ejemplo, promueven que el nivel de gobierno involucrado directamente en el problema ambiental específico tome las decisiones (Kraft y Furlong, 2004, 2-31).

Considerando que los problemas ambientales son, en general, de origen multifactorial, una segunda respuesta es que se requiere coordinación y cooperación entre los gobiernos nacional y subnacionales (Margulis, 2000, 274). El argumento es que, como la contaminación del aire no reconoce

fronteras geopolíticas, la intervención del gobierno federal es necesaria para orientar la política bajo una visión nacional. Además, la capacidad de gestión ambiental efectiva de los gobiernos subnacionales es cuestionable, pues, por ejemplo, en sus esfuerzos por atraer inversiones productivas son más vulnerables a las demandas de grupos de interés. En particular, hay el riesgo de que los gobiernos locales establezcan estándares ambientales laxos para que las empresas instaladas, y aquellas que podrían instalarse, mantengan costos de operación bajos (Kraft y Furlong, 2004, 2-31; Oates y Portney, 2003).

Los defensores de la descentralización señalan que en el diseño de políticas públicas es necesario considerar factores como el tamaño de la localidad, la población, el grado de industrialización, las relaciones comerciales, entre otros, para crear una política *ad hoc* efectiva (Kraft y Furlong, 2004). Sin embargo, Oates y Portney (2003) señalan que para disminuir las limitaciones que tiene el diseño de políticas locales, el gobierno nacional debe establecer estándares de contaminación, sugerir medidas de control e intervenir cuando las actividades de una unidad subnacional dañen otras jurisdicciones. Es decir, la coordinación entre los niveles de gobierno resulta en programas más efectivos para controlar problemas ambientales, cuando los gobiernos subnacionales establecen estándares y programas de manejo, dentro de sus competencias, y el gobierno central establece estándares generales y provee apoyo, por ejemplo, para investigación.

La gestión ambiental en México se descentralizó en la década de los noventa bajo un sistema de concurrencias (Brañes, 2004, 130; Guevara, 2003, 127-128). Las facultades concurrentes permiten que cada nivel de gobierno, de acuerdo con sus competencias, realice acciones para regular un mismo asunto. A continuación se describen las acciones de regulación que cada nivel de gobierno puede realizar en México para controlar la contaminación atmosférica:

a) El *gobierno federal* se encarga del diseño de los estándares ambientales (NOMS), que establecen las emisiones máximas permisibles para no afectar la salud de la población, y de fijar los valores límites de exposición a

contaminantes críticos.¹⁰ La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) realiza actividades de inspección para vigilar que las industrias de competencia federal cumplan con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y otra normatividad aplicable.¹¹ Asimismo, la PROFEPA otorga certificaciones ambientales a las industrias o empresas que se sometan a auditoría ambiental y cumplan con la legislación ambiental vigente

b) Los *gobiernos estatales* pueden realizar inspecciones a las industrias que no son competencia federal como la industria de alimentos, calzado, informática, entre otras. Asimismo, pueden regular las emisiones de fuentes móviles a través de programas de control vehicular (*v.g. Hoy no circula* en el Distrito Federal, *Verificación vehicular* en el Estado de México, *Afinación controlada* en Jalisco) y desarrollar programas sectoriales que cubran necesidades ambientales específicas, como el ordenamiento ecológico.

c) El campo de acción de los *gobiernos municipales* es el más limitado (artículo 112 de la LGEEPA). Cada municipio puede emitir un reglamento general para el cuidado ambiental (con las restricciones que establecen las legislaciones federal y estatal) que además, puede incluir una sección específica sobre el control de la contaminación del aire.

d) En cuanto a las *acciones intergubernamentales*, las de inspección son responsabilidad del gobierno estatal, mientras que el gobierno municipal emite las licencias de funcionamiento para empresas o almacenes. Los gobiernos estatales pueden invitar a los municipales a participar en el diseño de las políticas de calidad del aire, pero no siempre lo hacen. En los casos de

¹⁰ El gobierno federal ha impuesto valores límites de exposición a los siguientes contaminantes: ozono, monóxido de carbono, bióxido de azufre, bióxido de nitrógeno, partículas suspendidas totales, partículas menores a 10 micrones y plomo (INE, 2000a). La SEMARNAP diseñó 13 NOMS para indicar los niveles máximos permisibles de emisiones que pueden realizar las fuentes fijas y 11 NOMS para fuentes móviles. La Secretaría de Salud también ha emitido 6 NOMS para proteger la salud de la población de las emisiones de contaminantes críticos.

¹¹ Las industrias de competencia federal son la química, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera, y de tratamiento de residuos peligrosos (artículo 111-Bis de la LGEEPA).

emergencia ambiental, los gobiernos municipales se coordinan con las autoridades estatales para implementar y desarrollar planes de contingencia, así como los procedimientos para coordinarse con otras dependencias (*v.g.* secretarías o direcciones de vialidad y protección civil).

POLÍTICAS INTERGUBERNAMENTALES DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN MÉXICO, UNA EVALUACIÓN

En las primeras dos secciones mostramos que *a)* la contaminación del aire es un problema ambiental y de salud que impone enormes costos sociales y por tanto requiere de intervención gubernamental, *b)* que las influencias centrales en la concentración de los contaminantes atmosféricos son las condiciones ambientales, el medio físico y las actividades antropogénicas, y *c)* que las políticas gubernamentales pueden influir positiva o negativamente en la calidad del aire.

El propósito central de esta sección es determinar el grado al que las políticas de control de la calidad del aire en zonas metropolitanas mexicanas han alcanzado sus objetivos, es decir, disminuir los niveles de contaminación. Con este propósito, primero, estimamos modelos estadísticos de panel con una base de datos original, para determinar la efectividad de las políticas de cuatro zonas metropolitanas mexicanas en un periodo de más de diez años.¹² Segundo, estudiamos con detalle los procesos de diseño e implementación de las políticas de control de la calidad del aire en Guadalajara y Monterrey para detectar si hay otros factores que ayudan a explicar la efectividad de estas políticas, es decir, los menores niveles de contaminación atmosférica. Es importante señalar que existen estudios amplios e innovadores sobre las políticas de control de la calidad del aire

¹² En este caso, seleccionamos a las primeras cuatro zonas metropolitanas que en 1993 instalaron redes de monitoreo automáticas en el país: Guadalajara, Monterrey, Valle de México y Valle de Toluca.

en la zona metropolitana del Valle de México, sin embargo, las políticas de las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey se han examinado con menos profundidad, además, el estudio comparado que presentamos arroja lecciones novedosas sobre el diseño e implementación intergubernamental de estas políticas.

En el análisis estadístico, por limitaciones de información,¹³ se excluyen las condiciones ambientales. La precipitación, la dirección y velocidad del viento, y la temperatura determinan, en gran medida, la dispersión, transformación y remoción de contaminación en la atmósfera. Estas condiciones, sin embargo, se analizan en los estudios cualitativos de las políticas de control de la contaminación de Guadalajara y Monterrey que presentamos más adelante.

EVALUACIÓN DE LAS POLÍTICAS DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE,
ANÁLISIS ESTADÍSTICO¹⁴

De acuerdo a la discusión que presentamos en la primera parte del artículo, tres actividades antropogénicas son cruciales para explicar los niveles de contaminación de una ciudad: el aforo vehicular, la actividad industrial y las acciones gubernamentales para controlar la calidad del aire. En esta sección, presentamos los resultados de un modelo estadístico de panel con efectos fijos donde exploramos si, en efecto, las políticas gubernamentales han disminuido los niveles de contaminación del aire. Nuestra hipótesis central de trabajo es que:

Entre más estrictas sean las políticas gubernamentales para controlar la calidad del aire y los recursos destinados a mejorar la infraestructura urbana sean mayores, los

¹³ La información meteorológica de la zona metropolitana de Guadalajara no es pública y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Jalisco no respondió a nuestra solicitud para obtenerla.

¹⁴ El análisis estadístico que presentamos se inspira en Ringquist (1993) donde se evalúan los programas estatales para el control de la contaminación del aire en los cincuenta estados de los Estados Unidos. Ringquist (1993) emplea regresiones múltiples y concluye que la regulación gubernamental más estricta a nivel estatal disminuye los niveles de contaminación atmosférica.

niveles de contaminación serán menores o permanecerán en niveles aceptables, es decir, sin afectar la salud de la población, todas las demás variables constantes.

Esta sección se organiza en tres apartados. Primero, presentamos la base de datos original que se elaboró para evaluar la efectividad de las políticas del control de la contaminación y explicamos las razones detrás de la inclusión de las variables dependientes e independientes en cada uno de los modelos. Segundo, explicamos brevemente por qué los modelos estadísticos para datos de panel, en general, y aquellos con efectos fijos, en particular, son apropiados para nuestra pregunta de investigación, considerando las características de la base de datos. Finalmente, presentamos y discutimos los resultados de los modelos estadísticos que estimamos.

Base de datos y variables

La información corresponde a los municipios de las áreas metropolitanas de Guadalajara, Monterrey, Valle de México y Valle de Toluca para el periodo 1993-2004.¹⁵ Estas zonas metropolitanas se seleccionaron, pues son las únicas con datos disponibles en periodos relativamente largos, los cuales son necesarios para apreciar los efectos de políticas de control de la calidad del aire que pueden tomar años en madurar.

Las *variables dependientes* de los modelos estadísticos que presentaremos en esta sección son la concentración de dos contaminantes críticos medidos en las estaciones de monitoreo: bióxido de azufre (SO₂) y bióxido de nitrógeno (NO₂).¹⁶

¹⁵ El área metropolitana del Valle de México incluye dieciséis delegaciones del Distrito Federal y treinta y siete municipios del Estado de México. El área metropolitana de Monterrey se integra con diez municipios. El área metropolitana de Guadalajara incluye cuatro municipios. El área metropolitana del Valle de Toluca incluye cinco municipios del Estado de México.

¹⁶ Las unidades de los contaminantes se presentan en partes por millón (ppm). Los datos se refieren a la concentración máxima horaria anual para el periodo de 1993 a 2004. La información se obtuvo a través de SEMARNAT (2006).

El bióxido de azufre es, quizá, el contaminante más significativo en el aire y altas concentraciones de este contaminante se relacionan con los desastres que causaron numerosas muertes en grandes ciudades, como el episodio del *gran smog* de Londres (Turk *et al.*, 2004, 89). La industria es una de las principales fuentes antropogénicas de emisiones de bióxido de azufre, pues éste se produce a través de la combustión de carbón y petróleo, los principales insumos de la generación de energía eléctrica (Strauss y Mainwaring, 2001, 13). La interacción del bióxido de azufre con partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) es particularmente grave, pues incrementa la morbilidad y la mortalidad de enfermos crónicos del corazón y del aparato respiratorio (SEMARNAT, 2007).

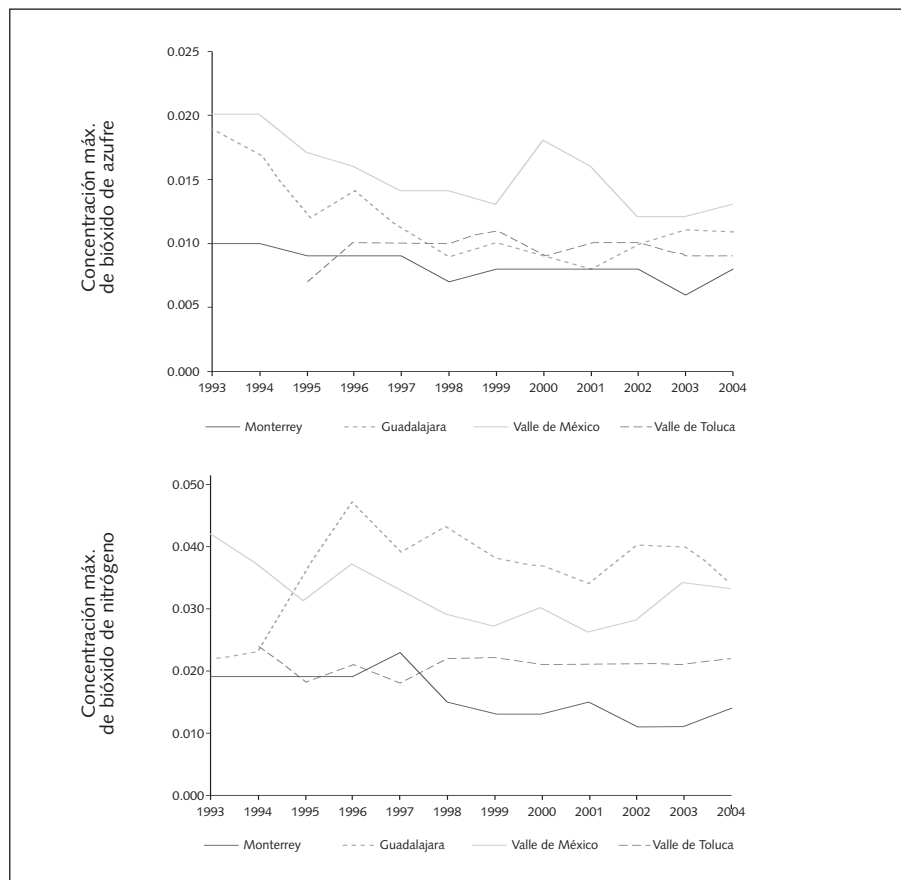
El bióxido de nitrógeno se asocia principalmente con la combustión de los automóviles, sin embargo, también se genera por reacciones químicas de procesos naturales y puede ser producto o subproducto de las actividades de industrias manufactureras de fertilizantes y de explosivos (gobierno de Nuevo León *et al.*, 1997, 20-21). El NO_2 contribuye a la formación de ozono y a la precipitación ácida, causas principales de daño a ecosistemas terrestres y acuáticos en las zonas urbanas (Callan y Thomas, 1996, 302).

En promedio, en el periodo 1993 a 2004, la zona metropolitana del Valle de México presenta mayor concentración de bióxido de azufre que el resto de las zonas (gráfica 1). En el caso del bióxido de nitrógeno, Guadalajara tiene el mayor promedio de concentración en el periodo. Observe, en especial, que la zona metropolitana de Monterrey presenta, en ambos contaminantes, menores concentraciones que Guadalajara.

Las *variables independientes* que se incluyen en los modelos son de dos tipos: *a)* las que la literatura asocia tradicionalmente con un incremento de la concentración de los contaminantes y *b)* *proxys* que reflejan las acciones gubernamentales dirigidas a disminuir la contaminación.

De acuerdo con la discusión previa, dos actividades antropogénicas son cruciales para explicar los niveles de contaminación de una ciudad: el aforo vehicular y la actividad industrial. En los modelos estadísticos, para medir estas actividades, utilizamos el número de *vehículos registrados en circulación* (INEGI,

GRÁFICA 1. CONCENTRACIÓN MÁXIMA HORARIA ANUAL (PARTES POR MILLÓN)



Fuente: Elaborado por las autoras con datos de Semarnat (2006).

2007a), la *producción bruta total de la industria manufacturera* (INEGI, varios años, ver Apéndice) y la generación de *energía eléctrica* (INEGI, 2007b).¹⁷

Los modelos emplean, además, las siguientes variables que son cruciales para verificar nuestra hipótesis sobre la efectividad de las acciones guber-

¹⁷ Se estimaron modelos con diferentes medidas de la actividad industrial como el valor agregado censal bruto y la formación bruta de capital fijo, los resultados que presentamos en el texto son robustos ante estas especificaciones alternativas.

namentales: *a*) la proporción del presupuesto de egresos estatal destinada a *obras públicas y acciones sociales* y *b*) el *Índice de Fortaleza Gubernamental* (IFG), que diseñamos para medir los esfuerzos gubernamentales para controlar la calidad del aire.

La *proporción del gasto estatal destinado a obras públicas y acciones sociales* es la mejor *proxy* disponible para medir cuántos recursos gubernamentales se dedican a controlar la calidad del aire en sus diferentes vertientes (educación ambiental, conservación, regulación).¹⁸ El *Índice de Fortaleza Gubernamental*¹⁹ se propone reflejar qué tan rigurosas son las acciones de los gobiernos federal y estatal para controlar la contaminación del aire en las cuatro áreas metropolitanas en análisis. Las variaciones en los valores del IFG durante el periodo de análisis se atribuyen a mayor o menor regulación gubernamental, por tanto, los cambios que se presentan entre las áreas metropolitanas se deben principalmente a las actividades de los gobiernos estatales, pero también a las acciones de las delegaciones estatales de la PROFEPA.

El IFG incluye cinco indicadores: el tamaño de la red de monitoreo, el número de programas de calidad del aire vigentes en el periodo de estudio, las sanciones de la PROFEPA a las industrias de su competencia (clausuras), la existencia y obligatoriedad de programas de verificación vehicu-

¹⁸ Existen por lo menos dos variables que, en caso de estar disponibles, hubiésemos preferido a esta *proxy*: *a*) los recursos gubernamentales (estatales y municipales) destinados a controlar la calidad del aire en cada zona metropolitana y *b*) los egresos estatales destinados específicamente a las secretarías o dependencias encargadas de la protección ambiental. Sin embargo, *a*) no es información pública y *b*) sólo está disponible a partir de 1997 o 1999 en varias de las zonas metropolitanas en estudio.

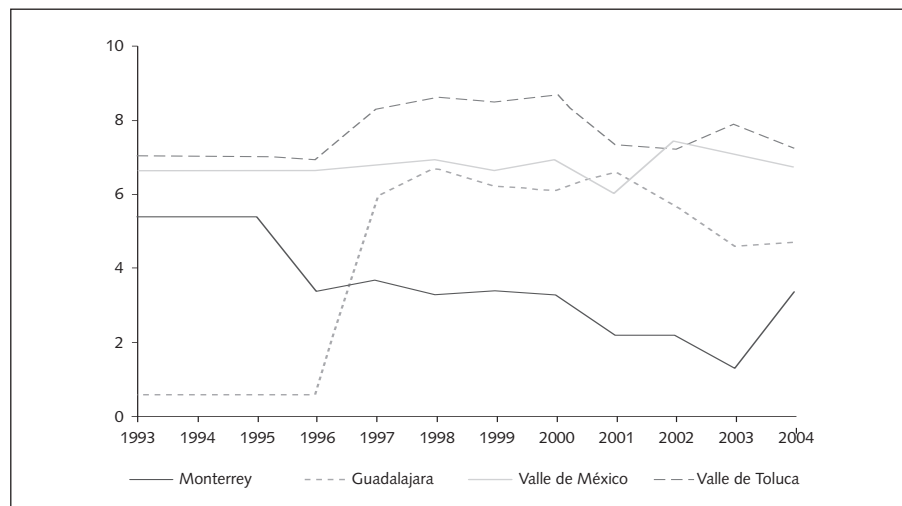
¹⁹ El IFG es una adaptación del índice diseñado por el *Fund for Renewable Energy and the Environment* (Free ahora *Renew America*). El índice Free califica los programas de control de la contaminación del aire en los cincuenta estados de los Estados Unidos de América en un rango que va desde muy rigurosos hasta muy laxos.

Existen elementos en el índice Free que en México no operan, por ejemplo, en Estados Unidos los estados pueden diseñar la normatividad acerca de la concentración de los contaminantes (Ringquist, 1993). En México, la normatividad federal establece los límites de emisiones permitidos. Los estados, por su parte, se encargan de verificar que las industrias de su competencia cumplan con esta regulación, pero no elaboran normas para la concentración de contaminantes. Por tanto, mientras que el índice Free califica las diferencias de la normatividad de los estados, el IFG se limita a evaluar las sanciones disponibles en las leyes ambientales de los estados. Para detalles adicionales, vea apéndice acerca de la construcción y fuentes de la base de datos.

lar y, finalmente, las sanciones que contemplan las leyes estatales ambientales. El cuadro 1 presenta los indicadores que alimentan al Índice de Fortaleza Gubernamental y explica las razones detrás de la inclusión de cada uno de ellos. Teóricamente, el IFG toma valores de 0 a 10, entre más alto el valor, son más amplias y estrictas las acciones gubernamentales para controlar la calidad del aire (el rango observado en estas cuatro zonas metropolitanas es de 0.6 a 8.7).

Entre 1993 y 2004, los valores promedio del IFG en las zonas metropolitanas en estudio son: Valle de Toluca (media = 7.63), Valle de México (6.73), Guadalajara (4.08) y Monterrey (3.53). Observe que la diferencia entre el valor del IFG de Guadalajara y Monterrey es muy pequeño, aproximadamente 7 por ciento del rango observado. La gráfica 2 muestra el comportamiento del IFG para cada zona metropolitana en el periodo 1993-2004, a continuación explicamos brevemente los valores extremos del IFG en las diversas zonas metropolitanas para mostrar las fortalezas y debilidades del índice.

GRÁFICA 2. ÍNDICE DE FORTALEZA GUBERNAMENTAL (IFG)



Fuente: Elaborado por las autoras, ver cuadro 1 y Apéndice para detalles sobre su construcción.

En 1993, el Valle de Toluca inicia el periodo con el valor del IFG más alto de las ciudades que analizamos, pues ya contaba con un programa de calidad del aire (Proaire) y las sanciones estatales a las industrias contaminantes son las más altas en el grupo. Monterrey y Guadalajara inician el periodo con los valores más bajos del IFG entre las cuatro ciudades en análisis (5.4 y 0.6, respectivamente), estos valores se deben a que no contaban con Proaires y, en el caso de Guadalajara, a la ausencia de un programa de verificación vehicular que en Monterrey sí existía. Ambas zonas metropolitanas experimentan un incremento importante en el valor del IFG alrededor de 1997-1998 que se explica por la publicación de sus Proaires. En el resto del periodo, el IFG refleja, en general, una disminución del activismo gubernamental en el control de la calidad del aire en la zona metropolitana de Monterrey pues en 2001 no contaba con un Proaire vigente ni tampoco con un programa de verificación vehicular. Guadalajara inicia un ascenso extraordinario en sus valores del IFG en 1997 que refleja la presencia del Proaire y del Programa de Afinación Controlada (AfiCon) que es obligatorio.

El Índice de Fortaleza Gubernamental refleja con bastante precisión los esfuerzos gubernamentales *formales* para controlar la calidad del aire (publicación de programas, establecimiento de programas de verificación vehicular) y parte del supuesto de que su implementación es generalizada y relativamente honesta.²⁰ Sin embargo, en contextos de baja institucionalización, donde no se respetan las reglas, este tipo de índices solamente son indicativos de qué tan amplias y estrictas son las políticas gubernamentales, pues tienen dificultades para capturar la eficacia de la implementación o las irregularidades y prácticas corruptas asociadas con el cobro de multas o la clausura de establecimientos por violaciones a la normatividad.

²⁰ Sarmiento (2007) señala, por ejemplo, que existen prácticas irregulares en la implementación de los programas de verificación vehicular: en la zona metropolitana del Valle de México, menos de la mitad de las unidades de la Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal cuentan con la verificación.

En resumen, en los modelos estadísticos, las variables independientes de interés son el *Índice de Fortaleza Gubernamental* (IFG) y la proporción del presupuesto destinada a *obras públicas y acciones sociales*. A través de ellas intentamos medir qué tan rigurosas son las acciones gubernamentales dirigidas al control de la contaminación del aire. El resto de las variables independientes (número de vehículos, producción bruta total y energía eléctrica) son *de control* y se espera que contribuyan al aumento de la concentración de los contaminantes.

CUADRO 1. CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE FORTALEZA GUBERNAMENTAL

Variable		Razones para incluirla	Rango de valores	
			Rango	Pesos
A	Relación del tamaño de la red de monitoreo y la densidad de población de cada zona metropolitana en el periodo de 1993 a 2004	Contar con información de los niveles de contaminación mejora la toma de decisiones en el diseño de programas de calidad del aire. Una red de mayor tamaño con respecto a la densidad de población indica un esfuerzo mayor de los gobiernos estatales para medir los niveles de contaminación. Es importante contar con el equipo para poder desarrollar instrumentos de diagnóstico de calidad del aire. Sin embargo, aun sin contar con una red, los gobiernos estatales pueden aplicar programas para mejorar la calidad del aire.	0 a 10	0.1
B	Número de programas de Calidad del Aire (PROAIRES) vigentes en el periodo de 1993 a 2004 para cada zona metropolitana	El diseño y actualización de los PROAIRES mantienen vigentes las acciones de regulación que emplean los estados. A través del diagnóstico y el inventario de emisiones los gobiernos estatales elaboran las directrices de política que deberán seguirse. Son programas de diagnóstico y prevención que no restringen actividades industriales o la circulación de vehículos. Su función principal es informativa y sugieren lineamientos de política que no siempre se llevan a cabo.	0 no existen o no están vigentes 10 existencia	0.1
C	Sanciones aplicadas por la PROFEPA a las industrias de su competencia, ¹ en el periodo de 1997 a 2004: Clausuras totales temporales/Número de visitas	Las acciones de inspección de la PROFEPA reflejan el cumplimiento de las acciones de regulación. Las sanciones que aplica pueden ser clausuras parciales, temporales o totales, dependiendo de la gravedad y reincidencia del empresario. Se obtuvo la relación entre las clausuras totales temporales y el número de visitas realizadas por la autoridad.	0 a 10	0.1

¹ Según el artículo 111-Bis segundo párrafo de la LGEEPA.

CUADRO 1. CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE DE FORTALEZA GUBERNAMENTAL (continuación)

	Variable	Razones para incluirla	Rango de valores	
			Rango	Pesos
D	Sanciones aplicadas por la PROFEPA a las industrias de su competencia, en el periodo de 1997 a 2004: Clausuras totales temporales / Total de Clausuras	PROFEPA se encarga de realizar las visitas y, aun cuando puedan cerrar las industrias contaminadoras, se limitan a las que son de su competencia. Se obtuvo la relación entre clausuras totales temporales y el total de clausuras (parciales temporales + totales temporales).	0 a 10	0.1
E	Existencia y obligatoriedad de programas de verificación vehicular vigentes en el periodo de 1993 a 2004	Los programas de verificación vehicular son instrumentos importantes que permiten disminuir las emisiones de contaminantes provenientes de fuentes móviles cuando su cumplimiento es obligatorio. Por el contrario, cuando el cumplimiento de los programas es voluntario, existen pocas acciones para obtener la certificación de no emisión por parte de los automovilistas. La implementación de este tipo de programas, en teoría, ayuda a mejorar la calidad al verificar que la combustión de los autos sea la menos contaminante.	0 no existe 5 existe y es voluntario 10 existe y es obligatorio	0.4
F	Sanciones establecidas en las leyes estatales ambientales	El propósito de este criterio es establecer cuál legislación estatal establece sanciones administrativas más altas. En cada zona metropolitana se impone como sanción un número de salarios mínimos diferente. Las industrias que no son competencia de la PROFEPA reciben visitas de las autoridades estatales.	ZMVM = 7.5 ZMM = 5 ZMG = 2.5 ZMVT = 10	0.2

ZMVM: zona metropolitana del Valle de México, ZMM: zona metropolitana de Monterrey, ZMG: zona metropolitana de Guadalajara y ZMVT: zona metropolitana del Valle de Toluca. Fuente: Elaborado por las autoras.

Modelos para paneles de datos

En el análisis de panel de datos, la combinación de series de tiempo con unidades de sección transversal permite estudiar la dinámica de cambio con series relativamente cortas y mejora de manera considerable la calidad del análisis estadístico, pues permite incluir tanto la dimensión espacial como la temporal de los datos.

Los modelos de datos de panel son herramientas ideales para la presente investigación, pues son capaces de explicar la varianza observada entre las zonas metropolitanas y a través del tiempo. Estos modelos permiten, por

ejemplo, considerar la variación en la efectividad de las políticas de control de la contaminación en la zona metropolitana de Guadalajara a través del tiempo, así como la variación entre las zonas metropolitanas de Monterrey y del Valle de Toluca en el mismo año.

En este caso, es inapropiado emplear modelos de mínimos cuadrados ordinarios, pues es muy probable que los datos violen dos derivados del supuesto de errores no correlacionados: la homogeneidad de las unidades y la independencia de las series de tiempo (Pindyck y Rubinfeld, 1998). Es razonable suponer, por ejemplo, la existencia de variables pertenecientes al modelo, omitidas del análisis por diversas razones, que varían entre las zonas metropolitanas, pero son constantes a través del tiempo (*v.g.* el medio físico). El modelo general para datos de panel es el siguiente:

$$y_{i,j} = \alpha_i + \beta'x_{i,j} + \varepsilon_{i,j}$$

donde y es la variable dependiente para la unidad de sección transversal (zona metropolitana) i y año j , x es una matriz de variables independientes, α y β son los parámetros de regresión, y ε es el de error aleatorio. El efecto individual es α_i , tomada como una constante en el tiempo y específica para la unidad individual de la sección transversal i .

De esta manera, es un modelo clásico de regresión lineal. Si tomamos las α_i 's como constantes para todas las zonas metropolitanas, un procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios proporciona estimadores consistentes y eficientes de los parámetros. Este modelo se generaliza empleando dos marcos analíticos. Los modelos de efectos fijos toman a α_i como un término constante específico para cada unidad de corte transversal en el modelo de regresión. Los modelos de efectos aleatorios especifican que α_i es una perturbación específica para la unidad, similar a $\varepsilon_{i,t}$, excepto que para cada unidad hay solamente una corrida individual que la regresión introduce de manera idéntica en cada periodo (Greene, 2000, 560).

En el análisis que presentamos a continuación, y después de realizar la prueba estadística aceptada, en general, para seleccionar entre el marco

analítico de efectos fijos y el de efectos aleatorios (prueba de Hausman), decidimos emplear modelos de panel de efectos fijos de corte transversal.²¹ Los modelos de efectos fijos incluyen variables indicador para cada zona metropolitana para controlar factores que pueden tener un impacto sobre la calidad del aire, tales como el tamaño del territorio o el medio físico. En términos muy simplificados, estas variables indicador controlan los valores compartidos por todas las observaciones de una zona metropolitana determinada. En este estudio, la inclusión de estas variables es particularmente importante, pues asumimos que hay factores específicos de las áreas metropolitanas que afectan la efectividad de sus políticas de control de la calidad del aire, por ejemplo, sus vínculos comerciales, como revela el análisis cualitativo que presentamos más adelante.

Además de adoptar el marco analítico de efectos fijos, tratamos con extrema precaución los problemas que se presentan comúnmente en los modelos de datos de panel. La prueba modificada de Wald para heterocedasticidad revela que los errores no tienen una varianza común (es decir, no se cumple que $\sigma_i^2 = \sigma^2$ para toda $i = 1 \dots N$, donde N es el número de zonas metropolitanas),²² en consecuencia, en las estimaciones de los modelos con efectos fijos empleamos errores estándar corregidos para panel para aliviar la heterocedasticidad del panel y también asumimos correlación espacial, es decir la que se presenta entre unidades transversales (Beck y Katz, 1995).²³

²¹ En términos estadísticos, los modelos de efectos fijos son una aproximación muy razonable a los datos tipo panel, pues siempre proporcionan estimadores consistentes, pero no siempre los más eficientes (*i.e.* con menor varianza). La prueba de Hausman compara modelos eficientes con modelos menos eficientes, pero consistentes. En particular, la prueba de Hausman verifica la hipótesis nula de que los coeficientes estimados con el estimador *eficiente* del tipo efectos aleatorios sean iguales a los que se estiman con el estimador *consistente* de tipo efectos fijos. En este caso, la prueba para el modelo de bióxido de azufre (valor-p significativo, $\text{Prob} > X^2 = 0.0004$) sugiere que se emplee el marco analítico de efectos fijos.

²² Para una discusión sobre esta prueba, véase Greene (2000, 598).

²³ En general, los modelos de panel donde se ha detectado heterocedasticidad se ajustan con Cuadrados Mínimos Generalizados (GLS) o Cuadrados Mínimos Generalizados Factibles (FGLS). Sin embargo, Beck y Katz (1995) han reportado que si la muestra es pequeña o finita (como en nuestro estudio) estimaciones con Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) con errores estándar corregidos para panel son más eficientes que los derivados de FGLS.

Si se comparan los parámetros estimados con modelos de mínimos cuadrados generalizados (GLS) y sus errores estándar, el uso de errores estándar corregidos por panel habitualmente produce resultados conservadores pues tiende a aumentar los errores estándar de las estimaciones (Beck y Katz, 1995). El método conlleva el riesgo de rechazar prematuramente las hipótesis, sin embargo, aumenta nuestra confianza en los resultados estadísticos que emergen.

Resultados y discusión

Los modelos estadísticos que se estimaron incluyen las variables disponibles que mejor se ajustan teóricamente a la emisión de cada contaminante, los resultados de los tres modelos para paneles de datos se presentan en el cuadro 2.

Bióxido de azufre. Considerando que la actividad industrial y la generación de energía eléctrica, como ya hemos mencionado, son las dos principales fuentes antropogénicas de emisiones de bióxido de azufre, el modelo se estimó como sigue:

$$\text{Bióxido de azufre}_{it} = \text{Producción Bruta Total de la Industria Manufacturera}_{it} + \text{Proporción del presupuesto de egresos estatal dedicada a obras públicas y acciones sociales}_{it} + \text{Índice de Fortaleza Gubernamental}_{it}$$

En cuanto a las variables asociadas con las actividades gubernamentales, el coeficiente del Índice de Fortaleza Gubernamental (IFG) es, como esperábamos, negativo y significativo. Es decir, las actividades gubernamentales para controlar la contaminación del aire en estas cuatro zonas metropolitanas, en el periodo en estudio, disminuyeron la concentración de bióxido de azufre. En particular, un incremento de 1 unidad en el IFG (el rango del índice es de 0 a 10) significa una reducción de 3.57 por ciento de la variación máxima observada en nuestra base de datos (0.006 a 0.02 partes por millón) en la concentración horaria de bióxido de azufre. En cambio, el

coeficiente de la proporción del presupuesto de egresos estatal destinado a obras públicas y acciones sociales no resultó significativo, esto puede explicarse, en buena medida, porque la variable no logra capturar estrictamente los recursos destinados al control de la calidad del aire. Es importante resaltar que ninguno de los coeficientes de las variables de control que incluimos en el modelo de bióxido de azufre es significativo a los niveles de confianza usuales. Como revela la prueba Wald X^2 , sin embargo, el modelo en conjunto es un buen predictor de las concentraciones de bióxido de azufre en las zonas metropolitanas en análisis.²⁴

Bióxido de nitrógeno. Este contaminante se asocia predominantemente con las combustiones vehiculares, aunque también con la actividad industrial. El modelo se estimó con fuentes de emisiones antropogénicas (los vehículos registrados en circulación y la producción bruta total) que esperamos incrementen la concentración del contaminante. También, desde luego, incluimos las variables para medir qué tan estrictos y amplios son los esfuerzos gubernamentales para controlar la contaminación ambiental, el IFG y la proporción del presupuesto dedicada a obras públicas y acciones sociales.

$$\text{Bióxido de nitrógeno}_{it} = \text{Producción Bruta Total de la Industria Manufacturera}_{it} + \text{Vehículos}_{it} + \text{Proporción del presupuesto de egresos estatal dedicada a obras públicas y acciones sociales}_{it} + \text{Índice de Fortaleza Gubernamental}_{it}$$

En este caso tanto el coeficiente de la proporción del presupuesto de egresos estatal destinada a obras públicas y acciones sociales como el del IFG son negativos y no significativos estadísticamente. En el caso del índi-

²⁴ Estimamos un segundo modelo estadístico, idéntico al primero, salvo por la inclusión de una medida de generación de energía eléctrica. Este modelo incluye veinticinco observaciones y la prueba Wald X^2 indica que los coeficientes son significativos en conjunto. Los resultados de esta especificación alternativa son muy similares a los del modelo que se presenta en el cuerpo principal del texto (véase cuadro 2).

ce, esto puede explicarse porque los indicadores que lo integran se refieren principalmente a los esfuerzos gubernamentales dirigidos a controlar las emisiones de las fuentes fijas de contaminación.

Los coeficientes de las variables de control que incluye el modelo son significativos, pero el signo es contrario al esperado. La prueba Wald X^2

CUADRO 2. RESULTADOS DE LOS MODELOS ESTADÍSTICOS PARA PANELES DE DATOS. Efectos fijos con errores estándar heterocedásticos corregidos para panel

Variables Independientes	Variables dependientes					
	1. Bióxido de azufre		2. Bióxido de azufre		Bióxido de nitrógeno	
	Coeficiente (pcse)	P> z	Coeficiente (pcse)	P> z	Coeficiente (pcse)	P> z
Producción bruta total de la industria manufacturera	-7.52e-13 (1.41 e-11)	0.957	-3.71e-11 (3.19e-11)	0.245	-5.42e-11 (2.91e-11)	0.062
Vehículos	n.a.		n.a.		-6.49e-09 (2.00e-09)	0.001
Energía	n.a.		2.81e-09 (5.04e-07)	0.996	n.a.	
Proporción del presupuesto de egresos estatal destinada a obras públicas y acciones sociales	0.0000453 (0.000054)	0.408	0.0000724 (0.0000627)	0.249	-0.0002618 (0.0001518)	0.085
Índice de Fortaleza Gubernamental	-0.0005227 (0.000159)	0.001	-0.0005388 (0.0001732)	0.002	-0.0007199 (0.0005076)	0.156
Intercepto	0.0176497 (0.0072332)	0.015	0.0376 (0.0168873)	0.026	0.0822043 (0.0210619)	0.000
Prueba Wald X^2	49.98	0.000	69.97	0.0000	222.14	0.0000
N	41		25		38	

* n.a. No aplica. Nota: Coeficientes estimados con modelos de efectos fijos con errores estándar corregidos por paneles, entre paréntesis. Se estimó un conjunto de coeficientes de las variables indicador para las zonas metropolitanas, las autoras los ponen a disposición de los lectores para consulta. Debido a que los modelos incluyen una constante, y para evitar perfecta colinealidad entre las variables explicativas, se incluyen n-1 (3) variables indicador para las zonas metropolitanas (la categoría base es la zona metropolitana del Valle de México). Los resultados de la prueba F confirman que las variables indicador por zona metropolitana corresponden a las especificaciones de los modelos. Los modelos se estimaron con el comando *xtpcse, het* en STATA 8.0.

indica que el modelo es, en conjunto, un buen predictor de la concentración horaria de bióxido de nitrógeno en estas cuatro zonas metropolitanas en el periodo estudiado.

En resumen, los resultados de los modelos estadísticos revelan que, en las cuatro zonas metropolitanas en análisis, en el periodo 1993-2004, los esfuerzos gubernamentales para controlar la calidad del aire, medidos a través del IFG, han resultado efectivos parcialmente, es decir, han disminuido las concentraciones de bióxido de azufre, pero no las de bióxido de nitrógeno.

Estos efectos diferenciados del IFG pueden explicarse porque, aun cuando ambos contaminantes provienen de fuentes fijas y móviles, teóricamente se espera que las seis variables consideradas en el IFG disminuyan los niveles de concentración del bióxido de azufre (ver cuadro 1). En el caso del bióxido de nitrógeno, en cambio, sólo cuatro de los seis factores que integran el índice son, en principio, relevantes para disminuir su concentración: las redes de monitoreo, los Proaires, los programas de verificación vehicular y las sanciones establecidas en leyes estatales. No se espera que los dos tipos de sanciones federales (PROFEPA) afecten los niveles de concentración de bióxido de nitrógeno porque las industrias que lo emiten, principalmente fabricantes de fertilizantes y explosivos, son de competencia estatal.

A la luz de los resultados inconclusivos del análisis estadístico, es necesario investigar, por lo menos, dos puntos: primero, si hay otros factores que inciden en las concentraciones de contaminantes que no incluimos en los modelos y, segundo, si nuestras medidas de activismo gubernamental *formal* (el IFG y el presupuesto estatal dedicado a obras públicas y acciones sociales) son un reflejo de los esfuerzos *reales* de los gobiernos federal, estatal y municipal para controlar la contaminación. Con estos propósitos, en la siguiente sección, presentamos los hallazgos de una evaluación cualitativa de las políticas de control de la contaminación en Guadalajara y Monterrey.

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LAS POLÍTICAS DE CONTROL
DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LAS ZONAS METROPOLITANAS DE
GUADALAJARA Y MONTERREY (1993-2004)

Después de la Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara son los centros urbanos más importantes del país en términos de población y producción manufacturera (Pozos, 1996, 30). Ambas ciudades presentan rasgos comunes, en 2005 la población total era de poco más de 3.5 millones de habitantes (INEGI, 2007) y, en cada una, la dinámica económica se enfoca hacia el sector industrial y de servicios. Asimismo, estos centros urbanos presentan grandes diferencias, en particular, en el tamaño de las empresas y en sus vínculos comerciales (ver cuadro 3). Además, mientras que la zona metropolitana de Guadalajara se ha especializado en servicios administrativos y comerciales, la de Monterrey se ha consolidado como un área industrial (Pozos, 1996, 31).

En esta sección, analizamos comparativamente las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey en cuanto a los cuatro factores que la literatura indica inciden en la calidad del aire de una zona metropolitana, a continuación un breve resumen:

El medio físico y las condiciones ambientales. Aunque ambas ciudades se encuentran rodeadas por montañas, los promedios de temperatura, velocidad del viento y precipitación de Guadalajara parecen ofrecer condiciones más favorables que las de Monterrey para la dispersión de contaminantes.

Aforo vehicular y actividad industrial. Ambas zonas metropolitanas tienen, en promedio, un número de vehículos similar en el periodo de estudio (aproximadamente 750 mil), aunque el número ha aumentado a una tasa mayor en Monterrey, con una actividad industrial mucho mayor, que en Guadalajara con industrias altamente contaminantes como la química, minerales metálicos y no metálicos, generación de energía eléctrica, entre otras.

Los esfuerzos gubernamentales para controlar la contaminación parecen ser similares en ambas ciudades: Guadalajara tiene un IFG promedio de 4.08 y Jalisco dedica 16.8 por ciento de su presupuesto a obras públicas y ac-

ciones sociales, mientras Monterrey tiene un IFG promedio de 3.53 y Nuevo León invierte 18.8 por ciento en obras públicas y acciones sociales.

Considerando estos elementos, surge una aparente contradicción, aunque *a)* las condiciones ambientales favorecen más la dispersión de contaminantes en Guadalajara más que en Monterrey, *b)* ambas ciudades tienen aproximadamente el mismo número de vehículos en circulación, *c)* Monterrey tiene una actividad industrial mayor que Guadalajara y *d)* parece que en ambas se realizan esfuerzos gubernamentales de similar envergadura para controlar la calidad del aire; en Guadalajara se presentan concentraciones más altas que en Monterrey de todos los contaminantes medidos en las redes automáticas de monitoreo que en Monterrey.

Con el propósito de complementar la evaluación cuantitativa de las políticas de control de la calidad del aire que presentamos en la sección anterior y de resolver la contradicción aparente que hemos descrito, en este apartado utilizamos métodos cualitativos (investigación documental en fuentes primarias y secundarias, así como entrevistas a profundidad) para evaluar el diseño e implementación de las políticas de control de la contaminación en las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey.

Las entrevistas se realizaron con funcionarios de los gobiernos estatales y municipales respectivos (7 entrevistas), académicos de universidades estatales y privadas en ambas entidades (6), representantes de diversas cámaras industriales en Guadalajara (5) y directores del área ambiental de grandes corporativos instalados en Monterrey (5).²⁵ Las entrevistas revelaron con claridad las

²⁵ Es importante precisar por qué se realizaron entrevistas con funcionarios de los grandes corporativos en Monterrey y con representantes de cámaras industriales en Guadalajara. En Monterrey, las industrias se encuentran organizadas alrededor de una sola cámara (Cámara de la Industria de Transformación de Nuevo León, CAINTRA). El Instituto de Protección al Ambiente IPA (órgano filial de CAINTRA) se encarga de ofrecer servicios de consultoría ambiental a las industrias asociadas a la Cámara. Además de entrevistar al director del IPA, tuvimos reuniones con directores de corporativos como Grupo Alfa, Cydsa y Xignux, entre otros, para identificar y precisar cómo las industrias, especialmente a través del IPA, participan con el gobierno estatal y municipal en el diseño e implementación de las políticas de control de la calidad del aire. En Guadalajara, las empresas se encuentran organizadas en 16 cámaras de diversas ramas industriales. El Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco (CCIJ) es un ente análogo a la CAINTRA, sin embargo, no todas las industrias se encuentran afiliadas al CCIJ y no tiene la representatividad (frente al gobierno estatal, por ejemplo) que la CAINTRA ejerce en Nuevo León.

importantes diferencias que existen en ambas zonas metropolitanas en cuanto a la participación de los tres niveles de gobierno y de los grupos de interés (especialmente los industriales) en el diseño de políticas ambientales, especialmente en aquellas dirigidas al control de la calidad del aire.

Esta sección se organiza en tres apartados. En el primero, discutimos brevemente las características del medio físico y las condiciones ambientales que imperan en cada zona para establecer su impacto sobre los niveles de contaminación en el periodo de estudio. En el segundo, analizamos la evolución del número de vehículos registrados en circulación y de las actividades industriales de cada ciudad para asociarlas con contaminantes específicos. Finalmente, en la tercera sección, examinamos el diseño e implementación de las políticas intergubernamentales para el control de la contaminación en cada zona metropolitana con el fin de determinar los factores que explican su efectividad diferenciada.

Como detallaremos más adelante, la evaluación cualitativa reveló que los factores cruciales detrás de las menores concentraciones de contaminantes observadas en Monterrey respecto a las de Guadalajara son, primero, las políticas son más incluyentes en Monterrey (en cuanto a la participación de industriales y de ayuntamientos) y las relaciones comerciales de carácter nacional/internacional en Monterrey establecen estándares ambientales más exigentes que las relaciones de carácter regional/nacional en Guadalajara.

Medio físico y condiciones ambientales

Como se estableció en secciones previas, las condiciones físicas del medio y meteorológicas son elementos importantes para determinar la concentración de los contaminantes en el aire. En este sentido, ambas zonas metropolitanas presentan características similares en las condiciones físicas, pues las rodean barreras naturales que impiden la dispersión de los contaminantes. Las principales diferencias se presentan en las condiciones meteorológicas y tienden a favorecer más la calidad del aire en Guadalajara.

La zona metropolitana de Guadalajara se sitúa en zonas montañosas de la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. La de Monterrey está rodeada por la Sierra Madre Oriental, y los cerros de la Silla, de las Mitras y el del Topo Chico. Esta orografía es la principal barrera que impide el traslado de contaminantes. Además, la presencia de sistemas anticiclónicos en ambas zonas es frecuente, lo cual ocasiona estabilidad en la atmósfera que impide la mezcla vertical del aire y, por tanto, favorece una mayor concentración de contaminantes (Gobierno del Estado de Jalisco, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud, 1997; Gobierno del Estado de Nuevo León *et al.*, 1997).

A partir de un análisis de las condiciones meteorológicas de ambas ciudades (ver cuadro 3), es posible argumentar que la atmósfera de Monterrey es más propensa a concentrar la contaminación. Las razones son que, *a*) la temperatura promedio mensual de Guadalajara es menor que la de Monterrey, lo cual provoca que la atmósfera sea más reactiva y forme ozono; *b*) la velocidad promedio del viento es más alta en Guadalajara que en Monterrey, por tanto, bajo el supuesto de que no existieran barreras naturales, la velocidad del viento en Monterrey es menos propensa a trasladar los contaminantes la mayor parte del año, y *c*) la precipitación promedio en Monterrey (menor a 80 mm) es menor que en Guadalajara (menor a 100 mm) al año. La única condición física en la que Monterrey aventaja a Guadalajara es su posición a una altura de 500 metros sobre el nivel del mar (msnm). Al encontrarse a una altura de 1 540 msnm, el aire de Guadalajara tiene menor contenido de oxígeno, lo cual dificulta la combustión eficiente de gasolina (Gobierno de Jalisco *et al.*, 1997, 217).

Emisiones a la atmósfera por actividades antropogénicas:
fuentes fijas y móviles

Como se estableció en la segunda parte del estudio, las emisiones provenientes de fuentes móviles emiten la mayor proporción de contaminantes a la atmósfera en grandes ciudades. Los contaminantes que emiten los au-

tomóviles son monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, compuestos volátiles orgánicos y, en menor proporción, plomo.

Después de los vehículos, las actividades industriales son la segunda fuente de emisiones a la atmósfera. ¿Pero cuáles son las ramas industriales más contaminantes? Fidel Aroche, entre otros, ha mostrado que las ramas industriales con mayor coeficiente de participación en la emisión de contaminantes al aire son: textiles, papel y cartón, química básica, resinas, plásticos y fibras artificiales, abonos y fertilizantes, otras industrias químicas e industrias básicas de metales no ferrosos (2000, 42-43). Como es de esperarse, y mostraremos en el estudio comparado que presentamos a continuación, el uso de tecnologías amigables al ambiente se relaciona con el nivel de conocimiento manufacturero y el papel de la empresa dentro de su red corporativa (García, 2002, 198).

Guadalajara

En Guadalajara, Lezama estima que los vehículos generan 75 por ciento de la contaminación del aire, y la industria 25 por ciento restante (2004, 78-79). En el periodo de estudio (1993-2004), el número de vehículos registrados en circulación aumentó 528 131 unidades con una tasa anual de crecimiento de 2.6 por ciento.

Guadalajara inició su proceso de industrialización en la época colonial, sin embargo, en la década de los cuarenta se emprenden importantes cambios hacia la modernidad y consolidación de la base industrial actual. Carlos Alba (2003) señala que desde la época colonial predominaban las pequeñas empresas familiares con métodos artesanales de producción que persisten hoy en día. En la década de los sesenta, se incorporaron empresas de mayor tamaño, con capacidad productiva que emplea tecnología moderna y enfocadas a la exportación que le han dado renombre internacional a la ciudad, como la industria electrónica, de la informática y de las comunicaciones (Alba, 2003, 13-129).

Guadalajara se convirtió en un centro de servicios administrativos y comerciales, con una base industrial tradicional-familiar de pequeña y media-

na escala, especializada en el abastecimiento de bienes básicos e intermedios al mercado local, regional y, en menor medida, al nacional e internacional (Arias, 1985, 10; Pozos, 1996, 31).

Históricamente, los empresarios jaliscienses son conservadores ante los mercados globales, la inversión en tecnología y la producción a gran escala (Pozos, 1996, 31). Alba y Kruijt describen a la burguesía tapatía como “una clase con intereses múltiples; empresarios polivalentes involucrados en sectores dispersos más que artífices de imperios industriales o líderes de conglomerados productivos” (1988, 149). Una de las características más sobresalientes de la organización empresarial de Guadalajara y, de Jalisco en general, es la diversidad de grupos y cámaras industriales (actualmente existen 16 cámaras).

En Guadalajara, una gran proporción de las industrias y los comercios operan de manera clandestina (Alba y Kruijt, 1988, 142), lo cual dificulta las visitas de inspección de las autoridades fiscales y ambientales, pues las empresas no aparecen en los registros industriales municipales o estatales. Además, las grandes empresas delegan una alta proporción del trabajo que requiere mano de obra intensiva a pequeños talleres familiares (Alba y Kruijt, 1988, 143), sin embargo, este tipo de encadenamientos productivos no promueve la inversión en tecnología y tampoco mejores prácticas ambientales. La composición familiar-tradicional de las empresas y la producción dirigida a la fabricación de bienes básicos son elementos que dificultan la incorporación de tecnología, lo cual a su vez se refleja en procesos productivos menos eficientes y más contaminantes.

Finalmente, en la década de los setenta, la ciudad experimentó una rápida urbanización que eventualmente dio lugar a la conformación del área metropolitana (Alba y Kruijt, 1988). En este proceso, la pequeña y mediana empresa en Guadalajara terminó localizada de manera dispersa y al interior de áreas residenciales (García, González y Rodríguez, 1995). Esta deficiente planeación urbana afecta a la población que reside cerca de las empresas, pues reciben directamente las emisiones derivadas de sus actividades.

Monterrey

En Monterrey, las fuentes móviles generan 77 por ciento de las emisiones contaminantes y las fuentes fijas el restante 23 por ciento (Gobierno de Nuevo León *et al.*, 1997, 75). En Monterrey, entre 1993 y 2004, el número de vehículos registrados en circulación aumentó 630 412 unidades, con una tasa anual de crecimiento de 3.3 por ciento.

Monterrey inició su industrialización durante el Porfiriato (1876-1910) con el establecimiento de la Cervecería Cuauhtémoc en 1881 y de la primera fundidora de acero y hierro de América Latina en 1900 (Pozos, 1996, 57; Rodríguez, 2006, 36-39). A diferencia de Guadalajara, la estructura industrial en Monterrey es principalmente de mediano y gran tamaño con una alta proporción de capital extranjero, y opera con procesos modernos de producción que utilizan tecnología de punta (Pozos, 1996, 31; Pozas, 2003, 9). Además, en Monterrey, la base industrial se enfoca a la producción de bienes intermedios, de capital y durables, y los vínculos comerciales se orientan a cubrir la demanda del mercado nacional e internacional (Pozos, 1996, 31).

Emilio Sereni equipara a los empresarios regiomontanos de finales del siglo XIX con la burguesía italiana de las décadas posteriores a la Unidad, es decir, resalta su relevancia como un grupo inserto en la economía mundial que extiende sus vínculos hacia mercados internacionales (citado en Cerutti, 1992, 212). En claro contraste con Guadalajara, las industrias de Nuevo León se organizan en una sola cámara industrial (Cámara de la Industria de la Transformación, CAINTRA) que promueve activamente la concertación de intereses y permite una acción colectiva coordinada.

La cultura empresarial estadounidense ha influido decisivamente en la de Monterrey y, en general, en la de Nuevo León. Desde finales del siglo XIX, la intensa relación con los industriales de la frontera sur de Estados Unidos ha promovido el uso de tecnología industrial de punta en fábricas regiomontanas (Rojas, 2005). Las industrias de Monterrey incorporan tec-

nología moderna en sus procesos productivos, lo cual promueve mayor eficiencia y mejores prácticas ambientales (Pozos 1996, 32).

La infraestructura urbana favorece la permanencia de empresas industriales, comerciales y de servicios que aprovechan las economías de aglomeración (Villarreal, 1991, p.110). La planeación urbana de la zona metropolitana de Monterrey es un elemento distintivo del área, desde 1988 cuenta con el *Plan Director de Desarrollo Urbano del Área Metropolitana de Monterrey, 1988-2010*, el cual permitió que la metrópoli creciera ordenadamente regulando los espacios para actividades industriales alejados de áreas residenciales (García, 1988).

En resumen, la principal fuente de contaminación del aire en estas zonas metropolitanas son los vehículos registrados en circulación. En Monterrey, la cantidad de automóviles en el periodo de 1993 a 2004 se ha incrementado en 46.7 por ciento, mientras que en Guadalajara este porcentaje fue de 54.5 por ciento. En promedio, el número de vehículos en Monterrey es mayor que el de Guadalajara.

Las principales diferencias en la dinámica industrial entre ambas zonas metropolitanas se resumen en tres: la actividad industrial y las ramas dominantes; la cultura empresarial, el tamaño de las empresas y los vínculos comerciales, y la organización empresarial.

A) La actividad industrial y las ramas dominantes. En general, la actividad industrial en Monterrey es mayor que en Guadalajara de acuerdo con el promedio del valor agregado censal bruto en el periodo 1993-2004. En Guadalajara, Lezama (2004, 79) indica que los principales giros industriales más contaminantes son la siderurgia, las fundidoras, las cementeras, la industria química, las fábricas de acumuladores y la industria de curtiduría, grasas y aceites. En Monterrey, los principales giros industriales que realizan emisiones contaminantes son minerales metálicos y no metálicos, industria química y generación de energía eléctrica (Gobierno de Nuevo León *et al.*, 1997, 77-78).

B) La cultura empresarial, el tamaño de las empresas y los vínculos comerciales son factores que impulsan mejores procesos de gestión am-

biental. En la zona metropolitana de Guadalajara las empresas siguen siendo, en una alta proporción, micro, pequeñas y medianas empresas con inversión nacional dedicadas al abastecimiento del mercado local, regional, nacional y, en menor medida, el internacional (Pozos, 1996, 31). La falta de recursos en las micro y pequeñas empresas es un elemento que desalienta el uso de tecnologías más eficientes y menos contaminantes. En Monterrey, en cambio, a finales de la década de los ochenta y principios de los noventa, las empresas (primordialmente grandes y medianas) se dieron a la tarea de buscar socios en Estados Unidos y Europa para tener acceso a redes de producción global (Pozas, 2003, 25). La incorporación de capitales extranjeros en las industrias regiomontanas es un elemento clave en la mejora de sus procesos productivos y de sus prácticas ambientales.²⁶

C) Finalmente, la organización empresarial es una de las diferencias más sobresalientes entre Guadalajara y Monterrey. En Guadalajara existen dieciséis cámaras industriales y hay poca coordinación entre ellas para representar sus intereses ante los gobiernos. En Monterrey, por el contrario, los grupos industriales se organizan alrededor de la CAINTRA, y el Instituto de Protección al Ambiente (IPA) se encarga de proteger los intereses de los industriales en temas ambientales. La multiplicidad de cámaras industriales en Guadalajara dificulta la coordinación de esfuerzos para avanzar sus intereses frente a los gobiernos estatales y municipales, mientras que en Monterrey, el IPA participa de manera activa en el diseño de políticas ambientales del estado y se ha convertido en un actor relevante por la fuerza que le otorga representar a todas las empresas de la zona metropolitana.

²⁶ Como muestra, las empresas de Jalisco y Nuevo León han expresado interés en obtener alguna de las certificaciones disponibles a través de las auditorías ambientales federales, pero el número es mayor en Nuevo León. En cuanto a auditorías ambientales, en el periodo 1992 a 1997, en Nuevo León se obtuvieron cuarenta y cinco, mientras que en Jalisco sólo treinta y cinco (SEMARNAT, 2005). En cuanto a *certificados de industria limpia* SEMARNAT, en el mismo periodo, ciento cuatro empresas de Nuevo León obtuvieron el certificado y sólo sesenta y una en Jalisco. Un factor importante para sostener vínculos comerciales a largo plazo con proveedores es la seguridad y certeza jurídica que la empresa brinda. Las industrias certificadas están exentas de inspecciones ambientales y pueden, de este modo, garantizar el suministro ininterrumpido de materias primas. Los certificados ambientales pueden considerarse, por tanto, instrumentos que ofrecen certeza jurídica.

Políticas intergubernamentales de control de la calidad del aire

En esta sección se discuten las funciones que, en la práctica, los gobiernos estatales de Jalisco y Nuevo León, y los municipales de Guadalajara y Monterrey realizan en cuanto al control de la contaminación del aire. El propósito es detallar cómo se diseñan e implementan las políticas de control de la calidad del aire en cada zona metropolitana e identificar a los actores más activos e influyentes en el proceso.

Guadalajara

En Jalisco, la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable, creada en 2000, se ocupa de la protección al ambiente en el estado. En cuanto al control de la contaminación atmosférica, sus principales funciones son monitorear la calidad del aire a través de las estaciones, aplicar

CUADRO 3. CUADRO-RESUMEN DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA COMPARADA DE POLÍTICAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN

<i>Contaminación atmosférica¹</i>	<i>Guadalajara</i>	<i>Monterrey</i>
Bióxido de azufre*	0.0117	0.0083
Bióxido de nitrógeno*	0.0360	0.0159
Ozono*	0.0287	0.0215
Partículas*	66.54	65.28
<i>Medio físico y condiciones ambientales^{2,3}</i>		
Temperatura		
promedio mensual	22 °C	28 °C
rango extremo	-5 a 33 °C	-3 a 45 °C
Altura	1540 msnm	500-540 msnm
Precipitación	> 100 mm	> 80 mm
Velocidad del viento	44% al año > 5 km/h	70% al año > 5km/h
<i>Aforo vehicular y actividad industrial</i>		
Vehículos registrados en circulación promedio en el periodo 1993-2004 ⁴	769142	774359
Porcentaje de participación del valor agregado censal bruto de la industria manufacturera en el VACB total** ⁵	69.9	101.7

CUADRO 3. CUADRO-RESUMEN DE LA EVALUACIÓN CUALITATIVA COMPARADA DE POLÍTICAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN (continuación)

<i>Aforo vehicular y actividad industrial</i>	<i>Guadalajara</i>	<i>Monterrey</i>
Estructura de las empresas ⁶	Mediana, pequeña y micro	Grande y mediana
Ramas industriales más importantes ⁷	Calzado, productos metálicos, plástico, panadería, muebles no metálicos, máquinas de cálculo, y procesamiento informático y equipo electrónico	Equipo electrónico, equipo para usos generales con o sin motor eléctrico, vidrio, otros productos metálicos, automotriz, vestido y plástico
Organización empresarial ⁸	16 cámaras industriales	1 cámara industrial
Vínculos comerciales ⁸	Locales, regionales y nacionales	Nacionales e internacionales
Certificaciones ambientales (1992-1997) ⁹	61	104
<i>Políticas de control de la calidad del aire</i>		
Participantes en el diseño de políticas	Poca intervención de cámaras industriales y académicos	Participación de académicos, industriales y sociedad civil
Relaciones intergubernamentales	Nula con el gobierno municipal	Existe comunicación con el gobierno municipal
Programas ambientales vigentes ¹⁰		Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2004-2009
Programas de verificación vehicular ¹¹	Afinación Controlada, obligatorio a partir de 1997	
Actualización de la red de monitoreo	No se ha realizado	Realizado en 2003

* Concentraciones máximas horarias en el periodo 1993-2004 (unidad de medida: partes por millón). msnm: metros sobre el nivel del mar. ** A pesar de sumar el VACB total de las actividades (excluyendo la industria), la relación para el caso de Monterrey resultó mayor a la unidad. Fuente: ¹Semarnat (2006), ²Gobierno del Estado de Jalisco, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud (1997), ³Gobierno del Estado de Nuevo León, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud (1997), ⁴Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2007a), ⁵INEGI (varios años), ⁶Pozos (1996), Alba y Kruijt (1988), ⁷Mendoza (2003), ⁸Pozos (1996), ⁹Semarnat (2005a), ¹⁰Gobierno del Estado de Nuevo León (2007), ¹¹Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (2007).

planes de contingencia cuando rebase los niveles de IMECAS que ha establecido el gobierno estatal, y la implementación y continuidad del *Programa de Afinación Controlada Obligatoria* (AfiCon).

El gobierno estatal de Jalisco se encarga del monitoreo de la calidad del aire a través de ocho estaciones automáticas instaladas en la zona metropolitana de Guadalajara, las cuales reportan los valores registrados de contaminantes y condiciones meteorológicas. A partir de la información que generan las estaciones, es posible establecer medidas de contingencia ambiental cuando la calidad del aire sea perjudicial para la salud de la población. Asimismo, a partir de 1997 se ha instrumentado el *Programa de Afinación Controlada Obligatoria* que tiene como objetivo controlar la contaminación del aire provocada por fuentes móviles, este programa es obligatorio en la zona metropolitana y en algunas otras ciudades del estado.

En entrevistas con funcionarios municipales, las principales actividades que la Dirección de Ecología y Medio Ambiente del Ayuntamiento de Guadalajara realiza son: recolección de residuos sólidos, reforestación, educación ambiental, manejo de áreas verdes, parques y jardines y aseo (García, 2006). El *Reglamento para la Protección al Medio Ambiente y a la Ecología* del municipio establece atribuciones del ayuntamiento en la prevención y control de la contaminación del aire generada por fuentes fijas y móviles en su circunscripción territorial, sin embargo, en la práctica, su intervención es nula (García, 2006).

El diseño de políticas ambientales en la zona metropolitana de Guadalajara se caracteriza por la escasa o nula intervención de industriales y otros grupos de interés, como académicos (Brambila, 2006; Núñez, 2006). Asimismo, existe poca coordinación entre las autoridades estatales encargadas de la protección del ambiente y las municipales (García, 2006). La escasa vinculación entre autoridades municipales y estatales genera desconfianza entre los empresarios y, sobre todo, mayor incumplimiento de la normatividad (Brambila, 2006; Ramírez, 2006). Uno de los principales hallazgos de las entrevistas con presidentes de cámaras industriales, funcionarios del gobierno estatal y municipal, y académicos es que en Guada-

lajara la participación marginal de grupos de interés (industriales) en el diseño de políticas ambientales disminuye su efectividad. Cuando los industriales no participan en el diseño de las políticas, desconocen los propósitos y características de los programas y, por tanto, tienen reservas para aplicarlos. Además, los empresarios no cuentan con información suficiente (de fuentes gubernamentales o de sus cámaras industriales) para emplear tecnología menos contaminante en sus procesos productivos.

Monterrey

En Nuevo León, la Agencia de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales (APMARN), que inició operaciones en 2003, es la encargada de la protección ambiental en el estado. Las principales acciones que realiza en materia de control de la contaminación atmosférica son monitorear la calidad del aire y el registro de las condiciones meteorológicas, y aplicar planes de contingencia.²⁷

A través del Sistema Integral de Monitoreo Ambiental (SIMA), que inició operaciones en 1992, se monitorea la calidad del aire y se registran las condiciones meteorológicas del área metropolitana a través de cinco estaciones ubicadas estratégicamente en la zona. Uno de los objetivos centrales del SIMA es generar información fidedigna de los niveles de contaminación del aire, por esta razón, en 2003 se actualizaron los equipos de la red de monitoreo.

El diseño de políticas de la calidad del aire en Monterrey es responsabilidad del gobierno estatal. Aun cuando en el *Reglamento de Protección Ambiental del municipio de Monterrey* se establecen competencias municipales en cuanto a la verificación de emisiones, en la práctica, las inspecciones las realiza la APMARN estatal a través del SIMA (Ávila, 2006). Las actividades

²⁷ Cabe señalar que en 1991 se implementó un programa de verificación vehicular que en 1997 fue cancelado por supuestas prácticas corruptas (Ávila, 2006).

del gobierno municipal son principalmente las de forestar, reforestar y brindar cursos de educación ambiental (Núñez, 2006a).

Un elemento que caracteriza el diseño de la política ambiental en Nuevo León es la activa participación del Instituto de Protección al Ambiente (filial de la CANAINTRA) que representa los intereses de industriales y consulta a académicos. En entrevistas con directores de corporativos en Monterrey se encontró que su principal canal de comunicación con los gobiernos estatal y federal es el IPA. Estos grupos de interés participan en el diseño de la política ambiental a través del Consejo Ciudadano de la APMARN (Gutiérrez, 2006). El diseño de programas de calidad del aire en el estado es inclusivo y fomenta la coordinación de los gobiernos municipales. Esta comunicación entre autoridades municipales y estatales, por ejemplo, permite la colaboración para dar seguimiento a quejas de la población cuando hay emisiones industriales ostensibles al aire. La intervención del gobierno municipal en el diseño de la política ambiental es escasa, sin embargo, el gobierno estatal le participa de los lineamientos a seguir para el control y prevención de la contaminación del aire (Núñez, 2006a).

En resumen, en esta sección discutimos el diseño e implementación de programas para el control de la contaminación del aire. Las principales características que distinguen el contexto de estas políticas en las zonas metropolitanas de Guadalajara y Monterrey son: *a*) la coordinación entre gobierno estatal, ayuntamientos e industriales y, *b*) los vínculos comerciales y el tamaño de empresa que predominan en cada ciudad.

CONCLUSIONES

La contaminación atmosférica impone graves costos sociales, especialmente daños a la salud de la población y al ambiente en general. En consecuencia, gobiernos alrededor del mundo han implementado políticas públicas con el fin de controlar la contaminación atmosférica, como un medio para equilibrar la promoción del crecimiento económico con el

cuidado del ambiente. Sin embargo, ¿qué tan efectivos han resultado los esfuerzos gubernamentales para controlar la contaminación del aire?

Las evaluaciones de programas son relevantes en cualquier área de política, sin embargo, son cruciales en temas ambientales que, en el caso mexicano, son de naturaleza intergubernamental y, por tanto, requieren de la acción coordinada y basada en evidencia de más de un orden de gobierno.

Este artículo intenta contribuir a establecer una tradición de evaluaciones de las políticas de control de la calidad del aire que son todavía muy escasas en México. Las evaluaciones de políticas, tanto de impacto (si los programas son efectivos) como de implementación (por qué razones son efectivos o no), son insumos fundamentales para decidir si un programa debe continuar, crecer o desaparecer; para valorar la utilidad de nuevos programas; para aumentar la efectividad de la administración y gestión de programas; y para rendir cuentas a los ciudadanos.

HALLAZGOS CENTRALES

Como mostramos, en la literatura sobre contaminación hay amplio consenso sobre los factores cruciales que explican la concentración de los contaminantes atmosféricos: las condiciones ambientales y el medio físico, las actividades antropogénicas (fuentes fijas y móviles), y las acciones (u omisiones) gubernamentales. Los propósitos de la evaluación que presentamos en este artículo son, primero, determinar si las políticas de control de la calidad del aire son efectivas y, segundo, por qué razones son efectivas o no.

En *la evaluación cuantitativa*, sugerimos dos variables para medir si existen esfuerzos gubernamentales para controlar la contaminación atmosférica y qué tan amplios son éstos: la proporción del presupuesto estatal dedicada a obras públicas y acciones sociales, y el Índice de Fortaleza Gubernamental que incluye acciones federales (*v.g.* inspecciones de PROFEPA) y estatales (*v.g.* programas de verificación vehicular).

Empleando modelos estadísticos para panel con efectos fijos, y estas dos medidas de los esfuerzos gubernamentales, mostramos que las políti-

cas de control de la calidad del aire de cuatro zonas metropolitanas (Guadalajara, Monterrey, Valle de México y el Valle de Toluca) en el periodo 1993-2004 han disminuido los niveles de concentración de solamente uno de los dos contaminantes críticos estudiados (bióxido de azufre). Sin embargo, argumentamos que, probablemente, el IFG no es una medida suficientemente precisa de los esfuerzos gubernamentales en contextos de baja institucionalización como el mexicano, pues se concentra en instrumentos *formales* de política, y parte del supuesto de que los programas se aplican de manera generalizada y de que las sanciones se cumplen.

En *la evaluación cualitativa*, por tanto, decidimos concentrarnos en los casos de Guadalajara y Monterrey para estudiar a fondo el diseño de las políticas de control de la calidad del aire y explicar la efectividad de los programas a partir de las condiciones particulares de cada ciudad que no fue posible considerar en la evaluación cuantitativa, especialmente las condiciones ambientales y las características de programas específicos.

Entre 1993 y 2004, observamos una paradoja en los niveles de contaminación de Guadalajara y Monterrey. Como mostramos, después de comparar las variables que inciden en mayor medida en la contaminación atmosférica en ambas zonas metropolitanas (condiciones ambientales, número de vehículos en circulación, actividad industrial y políticas gubernamentales) se esperaría que Monterrey registrara mayores concentraciones de contaminantes que Guadalajara en el periodo de estudio, sin embargo, los valores promedio de las concentraciones de todos los contaminantes que monitorean las redes automáticas son mayores en Guadalajara.

En ambas ciudades, la investigación documental en fuentes primarias y secundarias, así como entrevistas a profundidad, nos permitieron adentrarnos en los detalles de las políticas de control de la calidad del aire y avanzar una explicación tentativa de esta aparente contradicción. La evaluación cualitativa reveló dos factores cruciales para explicar que Monterrey registre niveles de contaminación menores a los de Guadalajara:

El *diseño de políticas ambientales inclusivas* significa que los industriales y los otros órdenes de gobierno involucrados participan tanto en el diseño

como en la implementación de las políticas. Esta estrategia favorece, por ejemplo, la difusión de información y los consensos alrededor de instrumentos de política que efectivamente reducen la contaminación y, al mismo tiempo, son compatibles con los intereses comerciales de los industriales. Asimismo, la participación de los ciudadanos puede presionar al gobierno local para mejorar la calidad del aire e impulsar programas incluyentes en los que sus demandas se atiendan de manera efectiva. Esto puede observarse, con cierta claridad, en los resultados diferenciados del diseño de las políticas entre Guadalajara y Monterrey: en la primera zona metropolitana, los industriales no se han organizado para participar; en la segunda, en cambio, una sola cámara industrial permite mayor concertación de los intereses privados con los públicos.

La promoción de relaciones comerciales internacionales y el tamaño de las industrias. A diferencia de los industriales de Guadalajara, las altas exigencias de calidad que las empresas regiomontanas deben satisfacer para competir en el mercado global han promovido procesos productivos más eficientes y menos contaminantes. Además, el uso de tecnologías amigables con el ambiente tiende a limitarse a las grandes y medianas empresas que predominan en Monterrey, frente a las micro y pequeñas presentes en Guadalajara.

La globalización puede ser perjudicial para la protección ambiental de ciertas ciudades, como muestra el estudio realizado por Andonova, Mansfield y Milner (2007) para los países postcomunistas de Europa Central y del Este.²⁸ Sin embargo, en esta investigación hemos mostrado que, en el caso de Monterrey, la apertura comercial ha beneficiado el cuidado ambiental. Por un lado, existe un mayor número de reconocimientos nacionales ambientales y, por otro, poseer certificaciones internacionales es una exigencia de los mercados mundiales. A diferencia de Guadalajara, las altas

²⁸ Los autores muestran que la liberalización de los mercados ha contribuido a la reducción del esfuerzo gubernamental en el sentido de que no han tenido la visión para hacer inversiones y establecer impuestos ambientales para la protección y cuidado del medio.

exigencias de calidad que las empresas regiomontanas deben satisfacer para competir en el mercado global han promovido procesos productivos más eficientes y menos contaminantes.

Para finalizar, los esfuerzos gubernamentales para controlar la calidad del aire no deben limitarse a publicar diagnósticos, implementar programas de verificación vehicular o clausurar industrias por emisiones ostensibles. Aun cuando la cultura empresarial de una ciudad se determine en gran medida por la historia y la geografía, las acciones gubernamentales, como la creación de infraestructura o los incentivos fiscales, pueden contribuir a establecer vínculos comerciales que promueven la competitividad y la incorporación de procesos productivos eficientes y menos contaminantes. ☐

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba, Carlos y D. Kruijt (1988), *Los empresarios y la industria de Guadalajara*, Guadalajara, El Colegio de Jalisco.
- Alba, Carlos (2003), *Tradición y modernidad, La industrialización de Jalisco*, Guadalajara, Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco.
- Anderson, Krister y Frank van Laerhoven (2007), “From Local Strongman to Facilitator. Institutional Incentives for Participatory Municipal Governance in Latin America”, *Comparative Political Studies*, vol. 49, núm. 9, pp. 1085-1111.
- Andonova, Liliana, Edward D. Mansfield y Helen Milner (2007), “International trade and environmental policy in the postcommunist world”, *Comparative Political Studies*, vol. 40, núm. 7, pp. 782-807.
- Arias, Patricia (1985), *Guadalajara, la pequeña gran ciudad de la pequeña industria*, Zamora, El Colegio de Michoacán.
- Aroche, Fidel (2000), “Reformas estructurales y composición de las emisiones contaminantes industriales. Resultados para México”, *Serie Medio Ambiente y Desarrollo*, núm. 24, Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/4/4354/lcl1333e.pdf>

- Beck, Nathaniel y Jonathan Katz (1995), "What to Do (and Not to Do) with Time-Series-Cross-Section Data in Comparative Politics." *American Political Science Review*, vol. 89, núm. 3, pp. 634-647.
- Bell, M. L., D. L. Davis, N. Gouveia, V. H. Borja-Aburto y L. A. Cifuentes (2006), "The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, Sao Paulo and Mexico City", *Environmental Research*, vol. 3, núm. 100, pp. 431-440.
- Brañes, Raúl (2004), *Manual de derecho ambiental mexicano*, México, Fondo de Cultura Económica, segunda edición.
- Callan, Scott y Janet Thomas (1996), *Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Applications*, Chicago, Irwin.
- Cerutti, Mario (1992), *Burguesía, capitales e industria en el norte de México: Monterrey y su ámbito regional (1850-1910)*, México, Alianza Editorial-Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Comisión de Planeación para el Desarrollo del Estado de Jalisco (2006), Plan de Desarrollo Regional Región 12 Centro, COPLADE. Disponible en: <http://coplade.jalisco.gob.mx/>
- Chamizo, Antonio y Andoni Garritz (1995), *Química terrestre*, México, Fondo de Cultura Económica, La Ciencia para todos [Edición electrónica]. Disponible en: <http://omega.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/097/htm/quimicat.htm>
- Field, Barry (1999), *Economía ambiental. Una introducción*, Ed. McGraw Hill.
- García, Humberto (2002), "La evolución manufacturera y las tecnologías ambientales en la industria maquiladora electrónica de Tijuana", *Revista Comercio Exterior*, vol. 3, marzo, núm. 52, pp. 198-206.
- García, María, Sergio González y Juan Rodríguez (1995), "Los peligros industriales en la zona metropolitana de Guadalajara", *Revista Comercio Exterior: Economía Urbana*, vol. 10, núm. 45, pp. 775-787.
- García, Roberto (1988), "El área metropolitana de Monterrey (1930-1984). Antecedentes y análisis de su problemática urbana", en Mario Cerutti (ed.), *Monterrey, siete estudios contemporáneos*, Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Gilbreath, Jean (2003), "Environment and Development in Mexico. Recommendations for Reconciliation", *Significant Issues Series*, núm. 25, p. 2.
- Gobierno del estado de Jalisco, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud (1997), *Programa para el mejoramiento de la calidad del aire en la zona metropolitana de Guadalajara 1997-2001*, México, INE-SEMARNAT.
- Gobierno del estado de Nuevo León, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud (1997), *Programa de administración de la calidad del aire del área metropolitana de Monterrey 1997-2000*, México, INE-SEMARNAT.
- (2007), *Programa sectorial de medio ambiente y recursos naturales 2004-2009*. Disponible en: http://www.nl.gob.mx/pics/pages/p_medio_ambiente_recursosnat.base/medioambiente.pdf.
- Greene, William (2003), *Econometric Analysis*, Nueva Jersey, Prentice Hall, quinta edición.
- Guevara, Alejandro (2003), "La descentralización de la gestión ambiental: fundamentos, estrategias y prácticas en México", en Claudia Rodríguez (ed.), *La descentralización en México: Reflexiones para orientar la política ambiental*. México INE-SEMARNAT.
- Hardin, Garret (1968), "The Tragedy of the Commons", *Science*, núm. 162, pp. 1243-1248.
- Instituto Nacional de Ecología (2000), *Protegiendo al ambiente. Políticas y gestión institucional*, México, INE-SEMARNAP. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=257&id_tema=9&dir=Consultas.
- (2000a), *Almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en ciudades mexicanas*, México, INE-SEMARNAP. Disponible en: http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=316.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2006), *Glosario de términos*, México, INEGI. Disponible en: Sistema municipal de bases de datos: <http://sc.inegi.gob.mx/simbad/index.jsp?c=125>.
- (varios años), *Censo económico*, INEGI, México. Disponible en: Banco

- de Información Económica: <http://sc.inegi.gob.mx/simbad/index.jsp?c=125>.
- (2007), *Conteo de población y vivienda 2005*, México, INEGI. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx>.
- (2007a), *Vehículos registrados en circulación*, México, INEGI. Disponible en: Sistema municipal de bases de datos. <http://sc.inegi.gob.mx/simbad/index.jsp?c=125>.
- (2007b), *Sector energético*, México, INEGI. Disponible en: Banco de Información Económica. <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe>.
- Kessler, Kevin (1999), “Programas ambientales voluntarios: sus fuerzas rectoras, sus *stakeholders* y los efectos potenciales en el paradigma regulatorio”, *Gestión y Política Pública*, vol. VIII, núm. 1, pp. 123-149.
- Kraft, Michael y Scott Furlong (2004), *Public Policy: Politics, Analysis and Alternatives*, Washington, Congressional Quarterly Press.
- Lacy, Rodolfo, Mónica López y José Ortega (2000), *Conciencia ciudadana y contaminación atmosférica: estado de situación (México)*, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Lascaña Navarro, M., C. Aguilar Garduño, I. Romieu (1999), “Evolución de la contaminación del aire e impacto de los programas de control en tres megaciudades de América Latina”, *Revista Salud Pública de México*, vol. 3, núm. 41, pp. 203-215.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de mayo de 2006.
- Lezama, Cecilia (2004), *Percepción del riesgo y comportamiento ambiental en la industria. El caso de la industria metalmeccánica de Guadalajara*, Guadalajara, El Colegio de Jalisco.
- Margulis, Sergio (2000), “Decentralized Environmental Management”, en S. Burki, G. Perry (eds.), *Annual World Bank. Conference on Development in Latin America and the Caribbean*, Washington, The World Bank.
- Mendoza, Eduardo (2003), “Especialización manufacturera y aglomera-

- ción urbana en las grandes ciudades de México”, *Revista Economía, Sociedad y Territorio*, vol. 4, núm. 13, pp. 95-126.
- Mercado, Alfonso y Óscar Fernández (2002), “La emisión de contaminantes industriales en las entidades federativas de México”, *Revista Comercio Exterior*, vol. 3, núm. 52, pp. 208-214.
- Molina, Luisa y Mario Molina (eds.) (2002), *Air Quality in the Mexico Megacity*, Kluwer Academic Publishers.
- Oates, Wallace y Paul Portney (2003), “The Political Economy of Environmental Policy”, en K. Mäler y J. Vincent (eds.), *Handbook of Environmental Economics, Volume 1 Environmental Degradation and Institutional Responses*, Ámsterdam, North-Holland Press.
- Pindyck, Robert y Daniel Rubinfeld (2001), *Econometría: modelos y pronósticos*, Ed. McGraw Hill.
- Pozas, María (2003), “La nueva forma de la competencia internacional. La experiencia de las empresas regiomontanas”, en Mario Cerutti *et al.* (eds.), *Del mercado protegido al mercado global. Monterrey 1925-2000*, México, Editorial Trillas, pp. 23-54.
- Pozos, Fernando (1996), *Metrópolis en reestructuración: Guadalajara y Monterrey 1980-1989*, Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Quadri, Gabriel (1995), “Políticas ambientales para una ciudad sustentable”, *Revista Comercio Exterior: Economía Urbana*, vol. 10, octubre, núm. 45, pp. 756-765. [Versión electrónica] Disponible en: http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/sp/index_rev.jsp.
- Ringquist, Evan (1993), “Does Regulation Matter?: Evaluating the Effects of State Air Pollution Control Programs”, *The Journal of Politics*, vol. 4, núm. 55, pp. 1022-1045.
- Rojas, Javier (2005), *Influencia de la cultura industrial norteamericana en la formación de la cultura industrial de Monterrey (1890-1950)*, Comunicación presentada del 7 al 8 de abril en: The Conference “Transnational Exchange in the Texas-Mexico Borderlands”, Austin, The University of Texas.
- Rojas, Leonora y Verónica Garibay (2003), “Las partículas suspendidas,

- aeropartículas o aerosoles: ¿Hacen daño a la salud? ¿Podemos hacer algo?” *Gaceta Ecológica*, núm. 69, pp. 29-44.
- Ross, R. D. (1972), *La industria y la contaminación del aire*, México, Diana.
- Sarmiento, Sergio (2007), “Ley para todos”, en *Reforma*, consultado en línea el 23 de febrero de 2007.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (2007), *Programa de afinación controlada obligatoria*, gobierno del estado de Jalisco, SEMADES. Disponible en: <http://semades.jalisco.gob.mx/06/aficon.htm>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2005), *Auditorías ambientales a industrias según sector*, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, México, SEMARNAT. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx>.
- (2005a), *Certificados de industria limpia*, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, México, SEMARNAT. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx>
- (2006), *Promedio anual de concentraciones horarias de contaminantes atmosféricos*, México, SEMARNAT. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx>.
- (2007), *Contaminantes atmosféricos: características y algunos efectos a la salud*, México, SEMARNAT. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_AIRE01_01&IBIC_user=dgeia&IBIC_pass=Dgeiasrv1001.
- (2007a), *Índice Metropolitano de la Calidad del Aire*, México, SEMARNAT.
- Sistema de Información Empresarial Mexicano (2006), *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos*, SIEM, México. Disponible en: <http://www.siem.gob.mx/portalsiem/catalogos/cmap/Estructura.asp?arbol=&id=76>.
- Strauss, W. y S. J. Mainwaring (2001), *Contaminación del aire*, México, Trillas.
- Turk, Amos, Jonathan Turk y Janet Wittes (2004), *Ecología-Contaminación-Medio Ambiente*, México, McGraw Hill.
- Turner, Kerry, David Pearce e Ian Bateman (1993), *Environmental Economics: An Elementary Introduction*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press.

- Villarreal, Diana (1991), “El área metropolitana de Monterrey: cambios en la estructura urbana 1980-1990”, en J. Delgado y D. Villarreal (coords.), *Cambios territoriales en México: exploraciones recientes*, México, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Vogel, David (1993), “Representing Diffuse Interests in Environmental Policymaking”, en R. Kent Weaver y Bert A. Rockman (eds.), *Do Institutions Matter? Government Capabilities in the United States and Abroad*, Washington, Brookings Institution.

ENTREVISTAS

- Ávila, Carlos (2006), entrevistado por O. Camacho, 18 de enero, Monterrey, Nuevo León.
- Brambila, Alejandro (2006), entrevistado por O. Camacho, 25 de abril, Guadalajara, Jalisco.
- García, Jesús (2006), entrevistado por O. Camacho, 24 de abril, Guadalajara, Jalisco.
- Gutiérrez, Fernando (2006), entrevistado por O. Camacho, 22 de noviembre, Monterrey, Nuevo León.
- Núñez, Beatriz (2006), entrevistada por O. Camacho, 26 de abril, Guadalajara, Jalisco.
- Núñez, Dora (2006), entrevistada por O. Camacho, 19 de enero, Monterrey, Nuevo León.
- Ramírez, A. (2006), entrevistado por O. Camacho, 27 de abril, Guadalajara, Jalisco.

APÉNDICE

CONSTRUCCIÓN Y FUENTES DE LA BASE DE DATOS

Producción bruta total: es el valor de los bienes y servicios producidos o comercializados por la unidad económica como resultado del ejercicio de sus actividades durante el año de referencia, tales como el valor de los productos elaborados, las obras ejecutadas, los ingresos por la prestación de servicios, alquiler de maquinaria y equipo y otros bienes muebles e inmuebles, el valor de los activos fijos producidos para uso propio y el margen bruto de comercialización, entre otros. Incluye la variación de existencias de productos en proceso (INEGI, 2006, Glosario).

Obras públicas: son asignaciones destinadas a la creación de infraestructura física, mediante la realización de obras públicas que contribuyan a la formación de capital del país. Los recursos a *acciones sociales* son destinados a cubrir los servicios cuya atención permita incrementar el bienestar social de la población. Es gasto de capital que no se refleja en infraestructura física, sino en atención a programas específicos por administración directa de los gobiernos; entre otros se encuentran la seguridad pública y el desarrollo económico y administrativo (INEGI, 2006, Glosario).

Información industrial: La información de la industria corresponde a los nueve subsectores, 31 al 39, que componen a la industria manufacturera.²⁹ Para observar los niveles de producción industrial, se obtuvo la tasa anual de crecimiento de la producción bruta total, a partir de los datos del XI, XII y XIII Censos Económicos 1994, 1999 y 2004, respectivamente (INEGI, varios años) y se obtuvieron los años intermedios.

²⁹ Para mayor detalle de los nueve subsectores que comprenden a la industria manufacturera puede consultarse el Sistema de Información Empresarial Mexicano (2006).

PASOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL IFG

1

Se identificaron los valores máximos y mínimos en cada variable que compone el IFG para las cuatro zonas metropolitanas.

2

Se obtuvo la diferencia entre los valores máximo y mínimo identificados en el paso 1. El resultado se dividió entre 10.

3

Se crearon 10 intervalos: al valor mínimo (identificado en el paso 1-cota inferior) se sumó el resultado del paso 2, se obtuvo la cota superior para crear el primer intervalo. A la cota superior del primer intervalo se sumó el resultado del paso 2 para crear el segundo intervalo, el procedimiento se aplicó sucesivamente hasta crear 10 intervalos.

4

Se asignó 1 a los valores comprendidos en el intervalo más bajo y 10 a los valores dentro del intervalo más alto. Cada año, para cada zona metropolitana, puede presentar valores diferenciados de acuerdo con el intervalo en donde se ubique el resultado de la relación en los casos de las variables A, C y D del cuadro 1. Es decir, cada zona metropolitana puede presentar rangos de 1 a 10 para cada una de las variables A, C y D del cuadro 1 en el periodo 1993 a 2004.

5

Finalmente, de acuerdo con el valor obtenido en el paso 4 para cada zona metropolitana y año, el resultado se multiplicó por los pesos señalados en el cuadro 1 para las variables A, C y D.