

El medio ambiente y la maquila en México: un problema ineludible

Jorge Carrillo
Claudia Schatan
Compiladores



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Sede Subregional de la CEPAL en México

México, D.F., septiembre del 2005

Este libro fue elaborado por la Sede Subregional en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La coordinación de la obra estuvo a cargo de Claudia Schatan, Jefa de la Unidad de Desarrollo Industrial de la mencionada Sede Subregional, y de Jorge Carrillo, investigador del Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, Baja California, México. Los autores de los capítulos fueron Claudia Schatan, Per Stromberg, Jorge Carrillo, Humberto García, Redi Gomis, Liliana Castilleja, Kathryn Kopinak, Saúl Guzmán García, Carlos Montalvo Corral, Alfonso Mercado y Óscar A. Fernández Constantino. Las opiniones expresadas en este estudio son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Diseño de la portada: Alejandro Flores, Galería Diseño, México, D.F.

Ilustración: Luis Luna Matiz, Fragmento de "Mejor el holgar", 2002

Publicación de las Naciones Unidas

ISBN: 92-1322749-3

LC/G.2271-P

LC/MEX/G.9

Nº de venta: S.05.II.G.114

Copyright Naciones Unidas, septiembre del 2005. Todos los derechos reservados.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N.Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

Resumen	7
Abstract	9
Presentación	11
Introducción	
<i>Jorge Carrillo y Claudia Schatan</i>	13
Capítulo I	
La industria maquiladora mexicana y el medio ambiente; una revisión de los problemas	
<i>Per Stromberg</i>	21
Capítulo II	
Desempeño ambiental y evolución productiva en la industria maquiladora de exportación	
<i>Jorge Carrillo, Humberto García y Redi Gomis</i>	79
Capítulo III	
La industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México y el medio ambiente	
<i>Claudia Schatan y Liliana Castilleja</i>	161

Capítulo IV

Hacia una teoría de la industria maquiladora
mexicana que considere los impactos en el medio ambiente

Kathryn Kopinak y Saúl Guzmán García. 203

Capítulo V

Promoción de innovaciones a favor del ambiente en empresas
manufactureras que operan bajo subcontratación internacional:
retos políticos

Carlos Montalvo. 251

Capítulo VI

¿Maquila limpia?

Alfonso Mercado García y Óscar A. Fernández Constantino. 291

Resumen

El principal tema, pero no el único, de los estudios contenidos en este libro versa sobre la maquila y el medio ambiente en la frontera norte de México. Esta industria de ensamblaje ha presentado un dinamismo extraordinario y se ha constituido en el eslabón de integración más directo entre las economías de México y Estados Unidos. El efecto de esta actividad sobre el medio ambiente se ha discutido bastante, aunque ha sido poco estudiado hasta ahora, en parte a causa de la carencia de información idónea sistematizada. Los distintos capítulos que conforman este volumen abordan la relación entre la maquila y el medio ambiente desde distintos ángulos, a veces contrapuestos, pero que muestran el estado actual de la discusión.

En el primer capítulo el enfoque se centra en el uso no sustentable de recursos naturales en la zona urbana semiárida fronteriza del norte de México y la presión que impone la maquila, sobre el frágil entorno ambiental en el que se establece. La gran escasez de agua, su mal manejo, una pobre infraestructura que debe soportar un alto crecimiento de la población, son factores que tornan inviable un desarrollo del sector en las condiciones actuales. En el segundo capítulo, que aborda la industria maquiladora automotriz y electrónica de la frontera norte, se expresa una visión optimista en cuanto a la interacción entre esta actividad y el medio ambiente, ya que en él se afirma la existencia de un avance importante en el cuidado del ambiente por parte de las empresas a medida que éstas pasan de generaciones tecnológicas más atrasadas hacia las más avanzadas. En el tercer capítulo, que se aboca a analizar la maquiladora electrónica en la frontera norte, si bien se reconocen algunos avances de las empresas en el cuidado del

medio ambiente, se indica que la estrategia ambiental de la maquiladora electrónica está rezagándose considerablemente respecto de los estándares ambientales para esa industria en el nivel internacional, con lo que se pierde la oportunidad de aprovechar nichos de mercado con mayor valor agregado, al tiempo que no se atiende debidamente la protección de la salud de los trabajadores ni del medio ambiente. En el cuarto capítulo se propone un nuevo marco teórico en el que se relaciona de manera simultánea el crecimiento económico con la generación de desechos peligrosos. En este caso, el progreso tecnológico puede empeorar las condiciones ambientales de la maquila si no va acompañado de una estricta regulación ambiental. En el quinto capítulo se desarrolla un marco teórico según el cual la excesiva regulación ambiental puede ser contraproducente para que las empresas adopten medidas de protección al ambiente y se considera al desarrollo de capacidades para la innovación tecnológica como la única opción para lograr un desempeño ambiental óptimo por parte de la empresa. A este propósito ayuda el hecho de que las empresas tengan una adecuada percepción del riesgo ambiental. En el último capítulo se estima la contaminación generada por el conjunto de la maquila y se llega a la conclusión de que ésta es provocada más por la expansión de la escala de producción que por una tendencia a concentrarse en sectores particularmente contaminantes. Se recogen evidencias de innovaciones tecnológicas *anticontaminantes*, varias de ellas avaladas por las certificaciones ISO 14000 e “Industria limpia”, así como una tendencia declinante del coeficiente de consumo de energía y combustible a valor agregado de la industria maquiladora.

Abstract

The central focus of the studies contained in this book, though not the only subject considered, is the “maquila” and its influence on the environment along Mexico’s Northern border. This assembly-plant industry has demonstrated extraordinary growth and constituted the most direct integration link between the economies of Mexico and the United States. The environmental impact of its activities has been discussed considerably, though studied very little until now, in part due to the lack of suitable systematized information. Throughout the different chapters comprising this volume, the topic is addressed from distinct points of view that are sometimes contradictory, yet reveal the current reality of this matter.

The first chapter deals with the unsustainable use of natural resources in Northern Mexico’s semi-arid border zone and the pressure that the maquila exerts on its fragile ecological surroundings. Factors that make the sector’s development unviable in the present conditions include a significant water shortage and mismanagement, and poor infrastructure to support sizeable population growth. The second chapter, pertaining to the automotive and electronics maquilas of the northern border, expresses an optimistic vision concerning the interaction between these maquiladora sectors and the environment, affirming that the companies are improving in environmental care as they advance from days of slow technological development to generations of cutting-edge technology. The third chapter provides an analysis of the electronics maquiladora industry on the northern border. Although companies are noted to have made some headway in caring for the environment, the environmental strategy applied by electronics maquilas is falling behind substantially with respect to the stan-

dards for this industry on an international level. Consequently, the sector loses its opportunity to take advantage of market niches with greater value added, while also failing to adequately protect the environment and workers' health. The fourth chapter develops a new theoretical framework in which economic growth and hazardous waste production are concurrently related. According to this view, technological progress can worsen the maquila's environmental conditions unless accompanied by strict regulation. In the fifth chapter, a frame of reference is formulated indicating that excessive environmental regulation can hinder companies from adopting measures to protect the environment. The only option for a company, to attain optimal environmental performance is to develop technological innovation capabilities. The fact that companies have an adequate perception of the environmental risk helps further this goal. In the last chapter, contamination generated by the entire maquiladora industry is estimated and attributed more to expansion in the scale of production than to a tendency to become concentrated in high-pollution sectors. Evidence is compiled concerning *anti-contaminant* technological innovations, some of which are backed by ISO 14000 and "Clean Industry" certifications as well as by the declining ratio of energy and fuel consumption to value added in the maquiladora industry.

Presentación

La actividad manufacturera ha mostrado un gran dinamismo en México gracias al sector de la maquila. A pesar de que en el 2002 el PIB de este sector sufrió una contracción, actualmente presenta una clara tendencia a la recuperación. El sector de la maquila genera más de un millón de empleos y mantiene importantes focos de desarrollo local en distintas partes del país. Por otra parte y debido a sus características específicas, da origen a una gran demanda de recursos naturales, frecuentemente en zonas donde el agua es escasa y la oferta de servicios de utilidad pública es limitada, lo que se traduce en una presión ambiental considerable, especialmente en la frontera norte.

El compromiso de la industria maquiladora con el medio ambiente en México es limitado, lo que puede deberse al tipo de inserción de la industria, integrada a un proceso internacional de producción con un débil arraigo a nivel nacional y en constante búsqueda de reducción de costos. Como se sabe, una de las características de la maquila consiste en la rápida reubicación geográfica derivada de las ventajas comparativas que ofrecen los países anfitriones en los contextos siempre cambiantes de los mercados. Sin embargo, este comportamiento también puede deberse a que las políticas ambientales por las que se rige son las del territorio del país en que opera, que pueden ser incluso más laxas que las de la casa matriz.

El desempeño ambiental de la maquila ha recibido poca atención hasta ahora en México, dado que tiene un impacto menos visible que el de otros sectores, donde se requiere combustión, como es el caso de las industrias petrolera, metalúrgica, química y del cemento. Además, la informa-

ción sobre la sostenibilidad ambiental de la industria maquiladora es escasa y dispersa y, por tanto, poco explorada como tema de investigación. Sin embargo, este factor es cada vez más importante, ya que sus efectos sobre el medio ambiente y la salud de sus trabajadores pueden ser muy significativos y porque con el cuidado de la dimensión ambiental se abren nuevas oportunidades de competitividad en un mercado internacional donde las exigencias de productos basados en un uso racional del medio ambiente son cada vez mayores.

El impacto ambiental de la industria maquiladora es un tema ineludible para los sectores público y privado y la sociedad civil e irá adquiriendo más relevancia en el análisis de los retos ambientales de México. Con una visión estratégica, el sector de la maquila podría ocupar nuevos nichos de mercado, con un mayor valor agregado y una genuina preocupación por el medio ambiente. Para la CEPAL este tema es esencial, y adquiere una nueva dimensión en el marco de los objetivos de desarrollo del Milenio, en particular los referidos a garantizar la sostenibilidad del medio ambiente y a fomentar una asociación mundial para el desarrollo.

El presente libro ha sido elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y por investigadores del Colegio de la Frontera Norte de México, instituciones que cuentan con una importante trayectoria en la realización de estudios sobre la operación de la industria maquiladora en ese país. Este volumen es la primera compilación de textos en los que se vincula el análisis de la política industrial y la política ambiental aplicables al sector de la maquila, esferas que se han vinculado escasamente en la práctica. Por lo tanto, se ha hecho un esfuerzo por reunir estudios que reflejen distintos puntos de vista y visiones, y por ofrecer información original sobre la relación entre maquila y medio ambiente.

En este libro se brinda una clara imagen de las fortalezas y limitaciones existentes para lograr una mejor sinergia entre maquila, particularmente la electrónica y la automotriz, y medio ambiente, por lo que ofrece un valioso aporte a las reflexiones sobre una industria que ha sido objeto de muchos debates.

José Luis Machinea
Secretario Ejecutivo
Comisión Económica para
América Latina y el Caribe

Introducción

Con un límite geográfico común de 3.153 kilómetros, Estados Unidos y México han enfrentado los más diversos problemas ambientales transfronterizos, lo que desde hace más de un siglo ha motivado a los respectivos gobiernos a realizar inversiones y a llevar adelante acuerdos de cooperación para la protección ambiental. En las últimas décadas, la acelerada expansión económica y demográfica en esa árida zona fronteriza del norte de México ha acentuado la preocupación por el deterioro ambiental a ambos lados del Río Bravo. En los años ochenta y noventa, una de las actividades que más se ha incrementado en esa región y que, por lo tanto, mayor presión ha ejercido sobre el medio ambiente, ha sido la de la industria maquiladora. Los avances en materia ambiental específicamente en el ámbito de esta industria son poco conocidos y la información al respecto, escasa o muy dispersa. Este es el motivo por el cual se hizo el esfuerzo de reunir en este volumen varios estudios sobre el tema de la maquila y el medio ambiente.

El impulso dado a la actividad manufacturera en el lado mexicano se originó en el Programa de Industrialización Fronteriza, a mediados de los años sesenta, creado con el fin de absorber el desempleo que causó la cancelación del programa Braceros (bajo el cual nacionales mexicanos podían trabajar tres meses al año en Estados Unidos), y aprovechar, a la vez, la tarifa 806/807, que permitía importar a Estados Unidos productos provenientes de México, exentos de impuestos. México, por su parte, liberaba de aranceles las importaciones de insumos, componentes, maquinaria, materiales y equipos, para que después de ensamblar los productos en México fueran reexportado a Estados Unidos libres de impuestos, excepto

al valor agregado. La región recibió un renovado estímulo económico a raíz de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que atrajo inversiones al lado mexicano de la frontera y aceleró la producción y el comercio. Entre 1994 y el 2002, la inversión extranjera directa (IED) dirigida al sector maquilador pasó de 895 millones de dólares a 2.044 millones.¹ Actualmente, el 80% (2.300, aproximadamente), de los establecimientos de maquila del país están concentrados en las 10 ciudades más grandes de la zona fronteriza con Estados Unidos. El valor agregado en la maquila se expandió a razón de un 17% anual entre 1995 y el 2000 (INEGI).² En el 2002, de acuerdo con cifras oficiales, la maquila en México ya generaba el 30% del empleo manufacturero nacional y el 49% de las remuneraciones por valor agregado manufacturero, fabricaba el 48% del total de las exportaciones de mercancías (valor bruto), y recibía el 15% de la inversión extranjera directa. El valor agregado de la maquiladora electrónica, por ejemplo, aumentó en un 183% entre 1994 y el 2002.³

La anticipación de que el incremento de la actividad económica en la frontera, impulsado por el tratado de libre comercio con México, ocasionaría un grave deterioro ambiental dio lugar a arduas tratativas sobre el tema durante el proceso de negociación del TLCAN (1992 y 1993).⁴ En buena medida, esto fue lo que motivó la firma del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), vinculado al TLCAN, así como la creación de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN).⁵ Paradójicamente, la Comisión de Cooperación Ambiental, establecida como parte del ACAAN, no ha podido prestar toda la ayuda necesaria para reducir los problemas ambientales transnacionales debido, en gran parte, a que es una institución trinacional, pero no tiene competencia clara en asuntos transfronterizos, para los cuales se requieren más bien acuerdos bilaterales. Sin embargo, los acuerdos e instituciones bilaterales vigentes y las creadas bajo el alero del TLCAN adolecen, a su vez, de ciertas limitaciones por diversas causas, como la carencia de un mandato preciso en materia de problemas transfronterizos y su falta de independencia para emitir informes y diagnósticos que guíen las acciones ambientales, entre otras (Knox, 2003.) Asimismo, la capacidad de México y la de Estados Unidos para financiar

¹ Se refiere a la IED dirigida a todo el sector de la maquila, pero la mayor parte de ella se localiza en la frontera norte de México. La fuente de esta información es la Secretaría de Economía de México (www.economía.gob.mx/pics/p/p1175/03-dic.xls).

² Véase el sitio oficial del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) [en línea] www.inegi.gob.mx

³ Cálculos de los autores a partir de información del INEGI (<http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/BDINE/J15/J1500005.HTM>)

⁴ El TLCAN entró oficialmente en vigencia el 1° de enero de 1994.

⁵ La COCEF evalúa proyectos para ser financiados por el BDAN.

medidas apropiadas que permitan superar los problemas ambientales siguen siendo muy asimétricas. Entre 1997 y el 2000, por ejemplo, México aportó 34 millones de dólares para la protección ambiental en la frontera norte, mientras que los fondos canalizados por Estados Unidos totalizaron 150 millones de dólares solo entre 1995 y 1997 (OCDE, 2003.)

A pesar de esos obstáculos, los esfuerzos realizados para solucionar algunos de los problemas ambientales han tenido resultados tangibles en la frontera norte de México. Por ejemplo, entre 1995 y el 2000 el acceso de la población de esa franja territorial al agua potable aumentó del 88% al 93%, la conexión a redes de alcantarillado, del 69% al 75% y el tratamiento de aguas residuales, del 34% a 81%, según un estudio reciente de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (2003.) A ello hay que agregar que se ha avanzado mucho en el proceso de recopilar información ambiental sobre esa zona fronteriza de México y de compatibilizarla con la de Estados Unidos. Esta labor es particularmente notable en lo que respecta a indicadores de emisiones a la atmósfera y transporte de residuos peligrosos. A pesar de estos progresos, la tendencia ascendente de los problemas de escasez de agua, contaminación atmosférica y residuos peligrosos se ha seguido acentuando.

En años recientes se ha producido abundante literatura sobre la apertura comercial y la posible creación de “paraísos contaminantes” en los países en desarrollo, debido a una esperada reubicación de empresas extranjeras en ellos para aprovechar normas ambientales más laxas y así reducir los costos que implica el cuidado del ambiente, ventaja que aumenta su competitividad en el mercado internacional. Aunque México ha sido objeto de especial interés en algunos de esos estudios (Jenkins, 2003, Aroche, 2000; Schatan, 2000; Ferraz y Young, 1999; Low, 1992, entre otros), en general, no hay evidencias de que este fenómeno se esté dando en el país en forma notoria. En el caso de la manufactura localizada en la frontera norte, particularmente la maquila, tampoco hay claras señales de que la inversión extranjera directa busque ventajas comparativas asociadas al menor grado de exigencia a las empresas en cuanto a desempeño ambiental, aunque las metodologías utilizadas en los estudios sobre “paraísos contaminantes” no son fácilmente aplicables a la industria maquiladora. Los indicadores que se construyen para calcular las emanaciones producidas por el proceso manufacturero completo⁶ no están diseñados para estimar la contaminación generada por un fragmento de dicho proceso, que es el

⁶ Para varios de estos estudios se utilizaron los indicadores del sistema de proyección de la contaminación industrial (Industrial Pollution Projection System, IPPS) del Banco Mundial, que se basan en las emisiones de 328 contaminantes emitidos al agua, aire y suelo por la industria de Estados Unidos, medidos alrededor de 1987.

caso de muchos de los productos que se ensamblan en las plantas maquiladoras. Por ahora no existe información fidedigna sobre todas las actividades de maquila y, por lo tanto, no es posible basarse en datos de este tipo.⁷

De todas maneras, el hecho de que la IED en la maquila no esté siendo atraída por el menor grado de exigencia de las autoridades ambientales no revela mucho acerca del comportamiento de estas empresas en materia de medio ambiente. Aún más, con frecuencia se identifica la contaminación industrial con ciertos sectores específicos, tales como la química y la petroquímica, la industria papelerera y la del cemento, entre otras. Justamente por ser en extremo contaminantes, hay normas ambientales dirigidas a ellas en forma específica, mientras que los sectores considerados poco contaminantes deben responder solo a políticas y normas ambientales de carácter horizontal. Es así que en México se han expandido aceleradamente las industrias de alta tecnología, que por ser vistas como poco contaminantes no enfrentan normas severas, dando lugar a que muestren cierta negligencia en materia ambiental.

Con los estudios reunidos en este libro se intenta dar respuesta a algunas cuestiones no tratadas a fondo anteriormente. A continuación se reseña el contenido de los capítulos que comprende: i) una visión de conjunto del sector de la maquila desde la perspectiva ambiental, considerando el entorno vulnerable en el que se localiza y toda la información cuantitativa y cualitativa disponible (Per Stromberg); ii) el tema de la industria maquiladora y el medio ambiente abordado en forma interdisciplinaria y más teórica, lo que permite considerar no solo los problemas de contaminación inmediatos, sino también los relacionados con valores éticos, entre otros (Kopinak y Guzmán García); iii) un análisis de la maquila de la rama electrónica dentro del contexto internacional, en el que se plantea que esta industria no puede ser una cota de referencia (*benchmark*) ambiental de sí misma y se pregunta si las empresas que han progresado en su política ambiental interna lo han hecho en medida suficiente como para situarse al mismo nivel que las empresas del rubro en el ámbito internacional (Schatan y Castilleja); iv) una visión directa del comportamiento ambiental desde el interior de las empresas, basada en una encuesta a 298 establecimientos de las dos ramas más dinámicas de la maquila, la electrónica y la automotriz (Carrillo, García y Gomis [en este volumen]), seguida de una evaluación del grado en que las empresas y sus proveedores están asumiendo seriamente su responsabilidad ambiental; v) un estudio sobre las innovaciones pro ambientales y sus determinantes (Montalvo Corral [en este volumen]), vi) un análisis comparativo entre empresas maquiladoras

⁷ Las emisiones de la industria generalmente se miden en toneladas de contaminantes por unidad producida o por trabajador empleado.

y no maquiladoras para determinar hasta qué punto es limpia la maquila y el grado de concentración de las emisiones (Mercado García y Fernández Constantino [en este volumen]). Ahora se examinarán estos contenidos con mayor detenimiento.

En el capítulo elaborado por Per Stromberg se presenta una visión de conjunto del problema ambiental de la industria maquiladora en la frontera norte de México, para lo cual el autor se basa en el análisis más avanzado y actualizado de ese sector. Los problemas que aborda abarcan la interacción de la maquila con los recursos naturales, sobre todo a la luz de la limitada disponibilidad de agua en esa región, la producción y manejo de los desechos peligrosos y la emisión de partículas contaminantes al aire. El problema más apremiante parece ser, según este estudio, la creciente dependencia de recursos de agua provenientes de fuentes lejanas y la imposibilidad de compensar esta insuficiencia mediante el reciclaje de aguas ya usadas, aunque esta práctica se ha generalizado considerablemente, a lo que se suma un sistema de precios del agua que no refleja el costo real de un bien tan escaso. Asimismo, en este estudio se resaltan las serias limitaciones en cuanto a la información disponible sobre emisiones perjudiciales al agua, aire y suelo, y las dificultades que esto plantea para que las autoridades puedan diseñar una política ambiental efectiva.

En el capítulo presentado por Kathryn Kopinak y Saúl Guzmán se procura enfocar el tema de la contaminación por sustancias peligrosas que genera la maquila no sólo desde una perspectiva empírica, ámbito de análisis en el que los autores tienen una larga trayectoria, sino también con un enfoque teórico multidisciplinario original. Este les permite plantear que la actividad maquiladora ejerce un doble impacto: como catalizadora (de la actividad económica) y, a la vez, como catastrófica (en términos ambientales). Es decir, se considera simultáneamente la evolución de las empresas, su involución y sus efectos ambientales. Mediante un planteamiento teórico dialéctico muestran que más allá de los reglamentos y leyes ambientales y de su grado de cumplimiento, las actividades que producen desechos tóxicos necesariamente conducen a la entropía. Esto lleva a los autores a introducir elementos éticos para evaluar el desempeño ambiental de las maquiladoras electrónicas, pero también utilizan en su análisis una dimensión tiempo-espacio que hace posible entender mejor las implicaciones ambientales de la producción compartida internacionalmente. De este estudio se desprenden siete propuestas concretas respecto de la actividad maquiladora y su desempeño ambiental, en las que se vinculan la dinámica económica, la dimensión espacial de la producción, referida al ámbito en que está inserta, y el conglomerado humano en el entorno de la actividad de maquila generadora de sustancias peligrosas, así como el marco ambiental institucional y legislativo y las condiciones que determinan su aplicación.

Jorge Carrillo, Humberto García y Redi Gomis, en su trabajo sobre el desempeño ambiental y la evolución productiva en la industria maquiladora analizan la relación entre el escalamiento industrial y el comportamiento ambiental, para lo cual toman en cuenta, por una parte, el proceso de innovación y aprendizaje en las empresas y, por la otra, el nuevo y difícil contexto en el que estas se desenvuelven. Por comportamiento ambiental los autores entienden las políticas que ponen en práctica las empresas en función de las exigencias externas e internas en materia de protección ambiental (certificaciones, cumplimiento normativo y recursos financieros y humanos destinados a dicho fin). Y por escalamiento industrial, el nivel tecno-productivo y organizativo de las empresas. Sobre la base de una encuesta aplicada a una muestra representativa de 298 plantas en Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez, se examina tanto el desempeño ambiental como la evolución industrial, a partir de un análisis de conglomerados. Entre los resultados más sobresalientes mencionan: i) la aplicación y el cumplimiento de la normativa condicionan el comportamiento ambiental; ii) el desempeño ambiental de las empresas está asociado a factores externos e internos, esto es, a las exigencias de la reglamentación vigente en México (aplicación de la normativa y programas de autogestión ambiental) y a las exigencias del mercado (certificación de procesos), y iii) a menos que en las empresas haya autogestión ambiental, la mejoría de su desempeño en este ámbito está determinada por la asignación de mayores recursos económicos, tecnológicos y humanos a la protección del medio ambiente.

En el capítulo elaborado por Claudia Schatan y Liliana Castilleja se abordan los problemas ambientales de la industria de maquila electrónica a nivel mundial y en la frontera norte de México, el marco regulatorio en materia ambiental en el que se desenvuelven las empresas, tanto localmente como en el plano internacional, y la política ambiental de las empresas en países más avanzados y en México (Ciudad Juárez, Mexicali y Tijuana). Según este estudio, el avance en la protección del medio ambiente por parte de las maquiladoras electrónicas del norte de México resulta ser aún incipiente si se considera el gran adelanto tecnológico y normativo del sector electrónico y las crecientes exigencias que imponen en este ámbito los gobiernos y consumidores del mundo desarrollado. Así lo indica el hecho de que casi la mitad de las 200 empresas maquiladoras electrónicas y sus proveedores, tomadas de la encuesta más amplia que se utilizó para el estudio, declaren no haber puesto en práctica medidas ambientales activas y que la supervisión del cumplimiento de normas y leyes nacionales es limitado, pese a que su nivel de exigencia es bastante menor incluso al que rige en otros países en desarrollo donde también existe la maquila electrónica. Las corporaciones transnacionales, con algunas excepciones, no incorporan iguales adelantos tecnológicos ambientales en todas sus plantas y la medida en que lo hacen responde más bien a las exigencias locales que al avance

del conocimiento adquirido en este ámbito. El estudio provee algunos elementos para diseñar una política ambiental e industrial en México, donde el sistema productivo está altamente concentrado en las empresas electrónicas transnacionales, pero surte mercados crecientemente segmentados de acuerdo con una progresiva diferenciación de los estándares ambientales.

En su capítulo, Carlos Montalvo estudia la conducta empresarial en materia de innovación ambiental en productos y procesos productivos en 97 empresas maquiladoras de las ramas electrónica, metal-mecánica y de plásticos en Tijuana y Ciudad Juárez, a partir de una encuesta a sus directivos. El objetivo fue conocer los factores que influyen en el desarrollo y adopción de tecnologías más limpias, a través de la identificación de las condiciones que determinan la decisión y la planeación de las empresas para comprometerse con una mejora ambiental de sus productos y procesos. Se analiza, asimismo, bajo qué condiciones es posible alentar el comportamiento innovador en materia ambiental. El autor concluye que los determinantes principales son las capacidades tecnológicas y la percepción del riesgo económico y que, a mayor capacidad tecnológica, hay una menor percepción del riesgo y se manifiesta una mayor voluntad de innovar. Plantea, además, que una regulación muy estricta no sólo no es la más idónea, sino que puede tener incluso impactos negativos en la voluntad de innovar. Propone que se creen alternativas óptimas para el desarrollo de tecnologías limpias. Finalmente, a partir de un análisis de simulación, formula escenarios de política en los que resalta la necesidad de una mejor comprensión del origen del conflicto entre empresas y organismos de regulación ambiental.

Finalmente, Alfonso Mercado y Oscar Fernández se proponen evaluar la intensidad de contaminación de la maquila mexicana (a nivel nacional), para lo cual distinguen, en primer lugar, entre el efecto escala y el efecto composición de la producción, a la vez que estudian el vínculo entre la concentración de la producción y de la contaminación. Los autores concluyen que la contaminación se relaciona, sobre todo, con la dinámica del incremento de la producción del sector, mientras que la composición de la producción ha girado levemente hacia ramas menos contaminantes. Observan, asimismo, que la producción maquiladora está altamente concentrada, pero que la contaminación que generan no lo está tanto. Las ramas más contaminantes de la maquila son aquellas de más peso en cuanto a producción; sin embargo, existe una gran diversidad en los niveles de contaminación según rubros, asociada a la heterogeneidad productiva de la maquila. El estudio incluye la construcción de indicadores de intensidad y concentración de contaminación industrial basados, a su vez, en índices semejantes elaborados para la industria manufacturera de Estados Unidos. Los autores estiman que la actividad de maquila en México es más limpia

que la industria manufacturera no maquiladora (en más de un 50%), debido, sobre todo, a su especialización sectorial, pero es contaminante, de todas maneras, por su gran escala productiva. Detectan, igualmente, señales ambientales alentadoras, ya que el ritmo de incremento de los residuos peligrosos habría disminuido en las maquiladoras, en comparación con el total nacional. También llegan a determinar que las empresas maquiladoras muestran una tendencia a hacer un uso menos intensivo de energía y agua. Atribuyen algunos de estos avances a que más empresas han obtenido certificaciones de calidad ambiental o han suscrito acuerdos ambientales voluntarios (“Certificación Limpia”) con el sector público. Finalmente, cabe resaltar que estos autores son los que mayores dificultades parecen haber tenido para conseguir información idónea que les permitiera aplicar metodologías estándar al análisis de las emisiones contaminantes de la industria de maquila.

Los estudios incluidos en este volumen tienen la virtud de analizar un tema poco explorado hasta ahora, el de la industria de maquila y el medio ambiente en la frontera norte de México, con un énfasis especial en las ramas del sector que exhibieron mayor dinamismo en la década de 1990, es decir, las industrias electrónica y automotriz. Los estudios presentan distintos enfoques, no siempre totalmente compatibles entre sí. Algunos son más interdisciplinarios o más teóricos que otros, aunque todos entran en la esfera del análisis aplicado. Sus autores, sin excepción, encontraron limitaciones de información, que es muy escasa y dispersa en esta área, especialmente si se quiere ir más allá de los estudios de caso. Algunos de los trabajos se realizaron sobre la base de información original, como encuestas directas a las empresas, otros a partir de materiales secundarios o de estimaciones. Las diversas perspectivas adoptadas en el análisis arrojan matices diferentes. Es así, por ejemplo, que la industria electrónica aparece como altamente peligrosa en algunos de los trabajos, y no tanto en otros, dependiendo de la cota de referencia que se tome, si es nacional o internacional, si se consideran los contaminantes directos únicamente, o se toman los efectos ambientales en un sentido más amplio, incluyendo sus repercusiones en la salud, entre otras. En resumen, todos estos trabajos contribuyen en forma significativa a una mejor comprensión del tema ambiental en relación con la industria maquiladora, hasta ahora tan poco estudiado en forma integral.

Jorge Carrillo y Claudia Schatan

México, junio del 2005

Capítulo I

La industria maquiladora mexicana y el medio ambiente: una revisión de los problemas principales

Per Stromberg

Introducción

La región fronteriza compartida por México y Estados Unidos incluye una de las zonas industriales más dinámicas y complejas del mundo. La región se caracteriza por una alta tasa de crecimiento de la población y un vigoroso proceso de urbanización e industrialización, todo lo cual está ocurriendo en el contexto de un cambio político y económico muy acelerado. En México, la industria maquiladora es un factor importante en la trayectoria del desarrollo del país. En el período 1993-1998, las maquiladoras generaron un 41,5% del valor de las exportaciones mexicanas (Dussel, 2000).

Sin embargo, si bien el desarrollo industrial es deseable como creador de riqueza material por la vía, por ejemplo, de la generación de empleo y la ampliación de la base impositiva, también causa efectos negativos, tales como depredación del capital natural y contaminación. Al igual que muchas otras actividades industriales, las maquiladoras consumen bienes ambientales, como el agua, y también servicios, entre los que se puede mencionar la asimilación de emisiones. A este respecto, el impacto ambien-

tal de las maquiladoras puede sintetizarse en los efectos de tres elementos: población, tráfico y actividad industrial (EPA, 2000). Este impacto se acentúa por la fragilidad que originan las condiciones climáticas en los estados fronterizos y sus desventajas topográficas, como lo ilustra la vulnerabilidad de la región de Tijuana a la erosión, las inundaciones y los derrumbes de tierra (Ojeda, 2000).

Más aún, su ubicación crea relaciones de interdependencia transfronteriza debido, por ejemplo, a las numerosas cuencas de desagüe, que vinculan a México con Estados Unidos (Johnstone, 1995). El impacto ambiental global es el resultado de la mayor demanda de espacio, agua y energía, el incremento del tráfico y el congestionamiento, la generación de desechos peligrosos y el problema de su posterior manejo y confinamiento, así como de la contaminación atmosférica y el riesgo de accidentes ambientales (EPA, 2000). En particular, en México los desechos peligrosos son percibidos como uno de los temas ambientales más alarmantes en lo que atañe a la industria y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) señala que esto es especialmente válido en el caso de la industria de maquila (PROFEPA, 2000 a).

Aparte de su crecimiento a tasas históricamente altas y de su ubicación geográfica, la maquila se distingue por un proceso de producción en el que predominan rasgos como los siguientes: i) propensión a hacer uso intensivo del trabajo (y, por consiguiente, a aplicar un nivel tecnológico relativamente poco sofisticado);¹ ii) concentración en un segmento del proceso productivo del bien final; y iii) ser de propiedad de ciertas empresas con características particulares (frecuentemente filiales de compañías extranjeras).

El propósito de este estudio es explorar el desempeño ambiental de las maquiladoras en el contexto de vulnerabilidad ya descrito, tomando en cuenta las características específicas de esta industria. También se espera hacer dos aportes a los trabajos disponibles sobre el tema. Primero, llenar algunos vacíos que aun persisten, ya que se tratará de identificar y analizar los componentes clave que determinan el desempeño ambiental de las empresas maquiladoras, ubicándolos en el marco que les corresponde. Específicamente, se estudiará el desempeño de las maquiladoras en términos de las externalidades ambientales del proceso de producción (por ejemplo, las emisiones atmosféricas), así como de las externalidades socioeconómi-

¹ Esto significa que el trabajo, independientemente de su grado de calificación, tiene una remuneración relativamente más baja en México que en las economías industrializadas, como las de Estados Unidos y Japón. En cuanto a la ubicación geográfica de las empresas, otros determinantes son, por ejemplo, factores endógenos específicos (Carrillo, 2002) e incentivos tributarios.

cas indirectas a escala regional (efectos demográficos y consumo de agua, entre otras). Las comparaciones entre México y Estados Unidos sólo se presentan si se consideran esenciales para ilustrar el contexto del primero de estos países.²

Segundo, el desafío planteado por la escasez de información se aborda mediante su recopilación desde diversas fuentes, de manera de poder dar una visión amplia de las variables disponibles. En la literatura sobre el desempeño ambiental de las maquiladoras, esfuerzos previos revelan severas limitaciones en cuanto a datos cuantitativos y cualitativos. Para este estudio se llevó a cabo una revisión de la literatura, así como una búsqueda exhaustiva de estadísticas, a fin de contar con una base cuantitativa y cualitativa de fuentes secundarias, posteriormente complementada con entrevistas a expertos. La naturaleza de las maquiladoras³ hace imposible la aplicación de metodologías normalmente utilizadas para el análisis del desempeño ambiental de la industria, lo que vuelve difícil definir una línea base o cota de referencia (*benchmark*) para la maquila. Por ejemplo, el Sistema de Proyección de la Contaminación Industrial (IPPS, sigla en inglés),⁴ del Banco Mundial, es de difícil aplicación, ya que no toma en cuenta el hecho de que las maquiladoras sólo incorporan un segmento pequeño del proceso total de producción, lo cual hace imposible comparar su comportamiento con el de las empresas del mismo sector que producen el bien completo. Más aún, la internacionalización extrema de la maquila complica la aplicación del “valor agregado de la industria” al estimar el coeficiente de intensidad de contaminación.⁵

² Cabe señalar que en mucha de la literatura sobre el tema se incluyen comparaciones entre Estados Unidos y México que no necesariamente son relevantes para el diseño de políticas en este último país, pero sí pueden distorsionar sus prioridades. Para una visión del contexto ambiental Estados Unidos-México, véase, por ejemplo, EPA (2000).

³ El término “maquila” es de origen árabe y se refiere a la unidad de grano destinado al molino. Por lo tanto, está vinculado a un proceso productivo en el cual el dueño del insumo se distingue del que realiza una actividad productiva específica. Actualmente, este término no se usa necesariamente en el mismo sentido, ya que es frecuente que se aplique en un marco legislativo referido a una clasificación tarifaria para importaciones temporales de insumos destinados a la producción (CEPAL, 1999).

⁴ El Sistema de Proyección de la Contaminación Industrial (*Industrial Pollution Projection System, IPPS*) permite calcular la intensidad de la contaminación sobre la base de la actividad industrial (producción o empleo) y sus correspondientes emisiones contaminantes. Si bien este sistema fue diseñado para Estados Unidos y no para países en desarrollo, a menudo se considera que también permite una aproximación útil en el caso de las emisiones industriales de estos últimos (Banco Mundial, 2002). Sin embargo, no puede aplicarse a la maquila.

⁵ La intensidad de la contaminación se expresa como la cantidad de contaminación dividida por algún indicador de la actividad industrial, que podría ser el valor agregado u otro.

En la segunda sección del estudio se presentan algunas definiciones, se advierte respecto de sus insuficiencias y se indican las fuentes utilizadas. En la sección siguiente se procede a la elaboración de un marco analítico que ayude a identificar los factores determinantes centrales del desempeño ambiental de la industria maquiladora. La cuarta sección es de carácter empírico y en ella se presentan indicadores que buscan ilustrar dicho desempeño ambiental. Finalmente, en la última sección se plantean algunas conclusiones preliminares y las implicaciones del tema en materia de políticas.

A. Fuentes y definiciones

Una parte importante de las estadísticas⁶ utilizadas en este informe provienen de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) de México y de sus entes semiautónomos: el Instituto Nacional de Ecología (INE), que provee datos sobre el retorno a Estados Unidos de residuos peligrosos de las maquiladoras, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), de la cual se obtuvieron antecedentes sobre la aplicación de la normativa ambiental mexicana, y la Comisión Nacional del Agua (CNA), que ofrece información sobre la oferta y la demanda de agua, y la infraestructura disponible para su manejo. Se prestó atención muy específica al tema de los residuos peligrosos y al Hazardous Waste Tracking System (HAZTRACKS),⁷ sistema de rastreo de residuos peligrosos que virtualmente es la única fuente en la que se sistematiza la

⁶ La disponibilidad y representatividad de las estadísticas oficiales está limitada por aspectos metodológicos (falta de consistencia en la recopilación y presentación de los datos), problemas de organización (insuficiente sistematización y coordinación entre los tres niveles de gobierno, así como entre los estados mexicanos), normas legales (confidencialidad) y restricciones financieras. Por ejemplo, Silva (2002) señala que hay grandes discrepancias entre los reportes sobre prioridades y rutinas que presentan los delegados locales de la PROFEPA. Los datos sobre emisiones contaminantes pueden estar subestimados, por ejemplo, por no considerar el uso ilegal de sustancias, o sobreestimados, al no tomarse en cuenta el reciclaje de algunos desechos dentro de las propias empresas (Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), 2000).

⁷ La base de datos HAZTRACKS, manejada en forma conjunta por el INE de México y el Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) de Estados Unidos, contiene estadísticas sobre las transferencias de residuos peligrosos entre México y Estados Unidos (realizadas por las empresas que manejan los mayores volúmenes de estas sustancias en la frontera norte de México). Esta base de datos se construyó a mediados de los años noventa con el fin de rastrear los residuos peligrosos que, en vastas cantidades, se depositaban en el lado estadounidense de la frontera con México (Silva, 2002). Las estadísticas se sustentan en los registros de aduanas y los informes sobre repatriación de residuos peligrosos que las empresas de Estados Unidos deben presentar obligatoriamente.

información sobre los desechos nocivos provenientes de la maquila en México que regresan a Estados Unidos. Como las estadísticas sobre emisiones atmosféricas a nivel de empresas no son públicas, en este estudio se utilizaron datos referidos a emisiones al aire a escala regional. Al abordar el tema del manejo del agua fue necesario adoptar un enfoque espacial similar, debido a las dificultades para evaluar el consumo de agua y la producción de residuos de las empresas.

A menos que se especifique lo contrario, el texto se refiere a la industria maquiladora en general. Sin embargo, en la cuarta sección se presenta un análisis dedicado exclusivamente a la maquila de partes y piezas de vehículos (“autopartes”) y de productos eléctricos y electrónicos. Estos dos sectores, junto con el de la confección (*apparel*), que generalmente es considerado poco contaminante, constituyen los rubros predominantes de la actividad maquiladora en términos de valor agregado. En este análisis, al tratar el tema ambiental, la atención se centrará principalmente en los residuos peligrosos, el agua y la contaminación atmosférica.

B. Marco conceptual

El desempeño ambiental de cada empresa considerada individualmente está condicionado por restricciones endógenas y exógenas, como factores financieros y el tipo de régimen comercial que rigen sus transacciones externas, respectivamente. En este contexto, las autoridades y otras instancias competentes imponen, mediante regulaciones ambientales, un costo en el que las empresas deben incurrir para cumplir con tal normativa.⁸ Según predice la teoría, el desempeño ambiental de las empresas es el resultado de la evaluación que estas hacen de los costos y beneficios que les significa el esfuerzo por cumplir las normas. A este respecto, la sección que se inicia tiene por propósito introducir algunos factores clave que determinan el desempeño ambiental de las maquiladoras. El análisis empieza con un conjunto de determinantes endógenos relacionados con el contexto amplio de las empresas, seguido de factores tecnológicos específicos de cada una de ellas, que también cumplen un papel relevante en el desempeño ambiental. Finalmente, en otra sección se abordan las externalidades ambientales de las empresas maquiladoras.

⁸ En Kolstad, Ulen y Johnson (1990) se presenta una metodología para calcular el costo esperado del incumplimiento de la ley.

1. Marco legal e institucional

En México, la conducta ambiental de los agentes económicos, incluidas las empresas maquiladoras y no maquiladoras, está regulada por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Un ejemplo es el art. 10 de esta Ley, en el que se establece que se requieren permisos especiales para la instalación y operación de los sistemas de almacenamiento, transporte y manejo de residuos peligrosos.⁹¹⁰ Aún más, la región de la frontera norte es prioritaria en la política ambiental vigente del gobierno de México, de acuerdo con el Programa Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Hay también acuerdos de cooperación ambiental internacional, como el Programa Frontera 2012 entre México y Estados Unidos, que proveen un marco normativo adicional. En el Acuerdo de La Paz de Cooperación para la Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente en la Región Fronteriza (1983) se estableció un marco normativo particularmente estricto para las maquiladoras, que las obligaba a regresar sus residuos peligrosos al país de origen (Hegmann, 1999). Además, a partir de los años noventa se han aplicado varios mecanismos voluntarios de cumplimiento de la ley, en un intento por hacer más efectiva su aplicación.

El 8 de octubre del 2003 se publicó la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). En los art. 93 y 94 se incorporan los elementos ya mencionados del Acuerdo de La Paz, así como el art. 153 de la LGEEPA. El reciclaje en territorio nacional de residuos peligrosos provenientes de las maquiladoras es permisible cuando las empresas cuentan con las condiciones necesarias para su adecuado manejo.

Las fallas de política y las limitaciones institucionales figuran entre los elementos clave que obstruyen la aplicación de la ley, lo que a su vez representa un costo posterior para las empresas con rezago en el cumplimiento de las normas ambientales. Dichas deficiencias son atribuibles a los escasos recursos con que cuenta el gobierno, pero también hay problemas de disciplina, insuficiencias de los sistemas de información e influencias adversas ejercidas por grupos de poder.¹¹ Un aspecto que puede reforzar este último punto es que las maquiladoras comparten un conjunto de intereses más o menos homogéneo y un enfoque similar en cuanto a coor-

⁹ En particular, la Cédula de Operación Anual (COA) obliga a las empresas a informar a las autoridades respecto de su producción de sustancias peligrosas. La COA tiene una subsección detallada sobre Registro de Emisiones y Transporte de Contaminantes (RETC). La ley para que el RETC se ponga en práctica ya ha sido aprobada, pero su reglamento está aun pendiente.

¹⁰ La Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) (1999) ofrece un visión amplia del marco legal ambiental que rige para la industria.

¹¹ Véase en la subsección Preferencias de los sectores interesados (*Stakeholders*) el tema de las inversiones “verdes” motivadas por ventajas competitivas.

dinación de políticas. Algunos resultados obtenidos por Kopinak y García (2000)¹² pueden dar mayor sustento a esta hipótesis: los autores describen el éxito logrado por las maquiladoras al defender su presencia en áreas residenciales en Tijuana, donde normalmente estarían prohibidas. Asimismo, varias maquiladoras que, por trasgredir las normas ambientales, se han visto forzadas a cerrar, han reiniciado su actividad productiva sin haber corregido sus fallas ambientales (Kopinak y García, 2000).

Además, el costo de oportunidad de cumplir con los estándares ambientales requeridos se incrementa en un contexto de incertidumbre. Esta situación se origina por la discontinuidad, las contradicciones y los vacíos que presenta la regulación ambiental en los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal (CESPEDES, 1999). Finalmente, el hecho de que las maquiladoras se trasladen a menudo de un país a otro, dependiendo de los costos de la mano de obra y los beneficios fiscales, entre otros factores, puede hacer que se perciban a sí mismas como propensas a cambios frecuentes de ubicación (*footloose*), lo que reduciría su disposición a hacer inversiones con el fin de cumplir sus compromisos ambientales.

2. Flexibilidad institucional y la “carrera hacia el fondo” (*race to the bottom*)

Un rasgo particular de la industria maquiladora en México es su extremo grado de internacionalización (98% de sus insumos son importados y exporta casi el 100% de su producto). La abundante literatura sobre el impacto ambiental de la liberalización del comercio provee una base para lo expuesto en esta subsección.

Según sugiere una corriente pesimista de pensamiento, existiría un fenómeno conocido como “carrera hacia el fondo”. Desde esta perspectiva, el argumento es que países relativamente pobres compiten utilizando sus recursos ambientales (Daly y Goodly, 1994). De acuerdo con esta visión, las empresas multinacionales tienden a dirigir sus inversiones hacia los lugares en los que el contexto institucional ejerce menos presión a favor de un buen desempeño ambiental, lo que significa que los capitales competirán por aplicar cada vez menos normas ambientales en sus procesos productivos. En el caso de las maquiladoras, Méndez (1995) argumenta que una política ambiental menos estricta puede estar influyendo en la ubicación de estas empresas.

¹² El trabajo de Kopinak y García (2000) está basado en datos sobre la aplicación de la ley ambiental a niveles locales, información proveniente de la base de datos HAZTRACKS (1998), y entrevistas.

Sin embargo, hay importante material empírico que contradice lo anterior. Primero, el análisis de costos directos sugiere que el beneficio potencial de una regulación ambiental laxa es demasiado limitado como para influir en las decisiones de localización de las firmas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2001), por ejemplo, señala que el costo de cumplir las normas ambientales representa sólo entre un 2% y un 3% –en promedio– del costo total de producción. No obstante, es importante incorporar a esta estimación los costos ambientales no normativos de producción (por ejemplo, cargos vinculados al uso de infraestructura ambiental pública, así como aquellos en que deben incurrir los empresarios una vez producido el daño ambiental). Estos costos difieren sustancialmente a ambos lados de la frontera entre México y Estados Unidos, lo que impide llegar a cualquier conclusión al respecto (Johnstone, 1995). Segundo, Gallagher (2000), Schatan (2000) y Wheeler (2000), utilizando como base el Sistema de Proyección de la Contaminación Industrial, entre otras fuentes de información, concluyen que la liberalización del comercio en los años noventa no causó un efecto ambientalmente negativo en la composición de las exportaciones, es decir, no la modificó en favor de aquellas más contaminantes. De hecho, Schatan vincula la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC) con el incremento de las exportaciones provenientes de sectores relativamente menos contaminantes.¹³

Jenkins (1998) también estudió el caso de México e hizo un análisis a nivel de contaminantes específicos. Esto le permitió mostrar que las industrias orientadas a la exportación tendían, en general, a ser más limpias sólo en lo relativo a un número limitado de contaminantes (total de sólidos en suspensión, partículas y monóxido de carbono).¹⁴ Con respecto a la reubicación internacional, otro factor que cabe señalar es que muchas de las industrias más contaminantes presentes en México no son susceptibles de cambios frecuentes de localización a raíz de modificaciones de las políticas comerciales u otras.¹⁵ Más aún, la mera reubicación internacional del proceso de producción puede no ser suficiente para lograr una menor

¹³ Un factor que también estimuló las exportaciones mexicanas, además de la firma del TLC, fue la devaluación registrada en diciembre de 1994. El colapso del mercado interno en el curso del año siguiente y el peso devaluado contribuyeron a reorientar la producción mexicana de bienes hacia el mercado de exportación (Stromberg, 1999).

¹⁴ Jenkins (1998), al analizar la función de las barreras comerciales impuestas *per se* por el gobierno, concluyó que las industrias más contaminantes en términos relativos no estaban estructuralmente más favorecidas que otras por las medidas de protección predominantes en el período pre-liberalización. Por consiguiente, tampoco cabría esperar que esas industrias “sucias” resultaran más favorecidas que otras por la eliminación de barreras comerciales. Sin embargo, este argumento ignora muchos factores, entre otros, la creciente presión de los sectores afectados por la contaminación.

presión respecto del desempeño ambiental de una firma. Johnstone (1995) destaca el impacto de la política ambiental en externalidades tales como los cuantiosos volúmenes de emisiones transfronterizas provenientes de las maquiladoras que afectan a Estados Unidos (por ejemplo, las emisiones que el agua y el aire transportan al otro lado de la frontera). En este sentido, la concentración de las maquiladoras a lo largo de la línea fronteriza con Estados Unidos puede exponerlas a la atención de las autoridades ambientales de ambos países.

Otro factor, el llamado “congelamiento normativo” (*regulatory chill*) –que se produce cuando el país anfitrión restringe la aplicación de la ley ambiental con el fin de atraer o mantener las inversiones– ha mostrado ser frecuente en los países de la OCDE (OCDE, 2001). Este fenómeno también se ha observado ocasionalmente en las maquiladoras (Kopinak y Guzmán, 2000) pero, en general, a partir de las negociaciones del TLC estas industrias parecen haber estado sometidas a un mayor escrutinio por parte de funcionarios del gobierno mexicano, debido a su cercanía con Estados Unidos.

3. Preferencias de los sectores interesados (*stakeholders*)¹⁶

Además de las intervenciones de la autoridad pública, también hay grupos del sector privado interesados en que se mejore el desempeño ambiental que influyen positivamente en la disposición de las empresas para adoptar medidas voluntarias encaminadas a elevar sus estándares ambientales. Hacer inversiones para lograr tales mejoras puede constituir una ventaja competitiva de hecho en el mercado internacional de productos “verdes”.¹⁷ Los grupos mencionados pueden ejercer su influencia incluso mediante acciones de protesta, cuando se trata de comunidades expuestas a las externalidades de la producción. Sin embargo, también ciertos inver-

¹⁵ Elementos como las elasticidades de la demanda y la oferta, los vínculos entre los insumos y el producto, entre otros, desalientan la reestructuración territorial de la producción en sectores tradicionales no maquiladores, tales como la industria siderúrgica y la papelera. Johnstone (1995) argumenta que estas variables frecuentemente son ignoradas en la literatura.

¹⁶ Para los propósitos de este informe, el concepto de sectores interesados o *stakeholders* se refiere a todos los agentes privados, incluidas las organizaciones no gubernamentales, que ejercen influencia en la actividad industrial o son influidos por ella. Desde este punto de vista, abarca a agentes tales como comunidades cercanas, poblaciones e inversionistas, entre otros.

¹⁷ A este respecto, Jenkins (1998) argumenta que la liberalización comercial puede conducir a las empresas a adoptar procesos de producción más amigables en términos ambientales, debido al efecto de las preferencias de los consumidores internacionales. Para el caso de México véase, por ejemplo, CESPEDS (1999), y Porter y Van der Linde (1995), sobre el tema en general.

sionistas y autoridades pueden promover la protección ambiental en las empresas al despertar su temor a la publicidad negativa que puede provocar la negligencia en este aspecto. Wheeler (2000), sobre la base de material empírico correspondiente a países de América Latina y de la OCDE, demuestra que, en varias ocasiones, esos grupos han forzado a empresas a mejorar su desempeño ambiental.

Puede argumentarse que los sectores sociales interesados en el desempeño ambiental de la maquila carecen de información y que su esfera de influencia es limitada. Esto puede explicarse por razones espaciales y de especificidad de los procesos de producción. Por ejemplo, las comunidades geográficamente alejadas de las manufactureras, como los consumidores finales del producto, tienen poco acceso a información sobre las condiciones ambientales locales bajo las cuales se fabrican esos bienes. Así, mientras los foros nacionales y los medios de comunicación pueden ofrecer a las comunidades y otros sectores interesados suficiente información sobre problemas ambientales asociados al proceso de producción, en el caso de las maquiladoras, que son de propiedad de empresas extranjeras, los consumidores finales, e incluso ciertos inversionistas, rara vez pueden rastrear la contribución de las maquiladoras a la cadena productiva en su conjunto ni tampoco sus efectos ambientales.

4. Estándares corporativos

En la subsección anterior se dio una visión de los obstáculos que enfrentan los esfuerzos por mitigar la contaminación: los vínculos internacionales, las limitaciones en materia de información, la debilidad de la política ambiental y las insuficiencias en la aplicación de la ley. Además de los aspectos mencionados, los costos y beneficios asociados a la innovación tecnológica ambiental son determinantes para la empresa en su decisión de invertir en esta área. Normalmente, una empresa estimará el costo de reducir la contaminación (*contamination abatement cost, CAC*) sobre la base del rigor con que hacen cumplir las regulaciones ambientales y su grado de aplicación, el costo de la tecnología requerida y la tasa de innovación tecnológica dentro del país y a nivel internacional. Más aún, al igual que muchas otras, la tecnología ambiental está sujeta a economías de escala y curvas de aprendizaje. Por consiguiente, se espera que el costo de mitigar la contaminación disminuya con el aumento de la producción y la madurez de la industria. El peso relativo de estas y otras fuerzas determinan el monto de dicho costo (Molina, 1993).

Algunas de las restricciones mencionadas anteriormente podrían superarse con el apoyo internacional y la transferencia de tecnología por parte de las corporaciones multinacionales a sus subsidiarias maquilado-

ras. En relación con este punto, en diversas investigaciones se ha llegado a resultados diferentes. En algunos casos se ha encontrado que las corporaciones aplican tecnologías ambientales estandarizadas con el fin de aprovechar las economías de escala que esto permite, y cumplen, por tanto, con las normas ambientales de sus países de origen (OCDE, 2001). Por ejemplo, García (1999) mostró que la adopción de tecnología ambiental se correlacionaba con el grado de eslabonamiento internacional y nivel de sofisticación tecnológica en el proceso de producción.¹⁸ Mercado (2001) llegó a conclusiones similares. También Wheeler (2000) y otros sostienen que las corporaciones multinacionales usualmente aplican los estándares tecnológicos de su país de origen en sus actividades manufactureras en el exterior, pero Dasgupta, Hettige y Wheeler (1997), en un estudio econométrico basado en 236 entrevistas a empresas mexicanas, no pudieron afirmar que el vínculo internacional mejorara el desempeño ambiental de las empresas. Kopinak, así como Schatan y Castilleja en este libro, muestran que, al menos en la industria electrónica esta transferencia es, a lo sumo, parcial.

5. Restricciones financieras, de escala y por tipo de sector industrial

Existe un rico acervo de literatura en que se analiza de qué manera inciden las restricciones financieras y la escala de producción en el desempeño ambiental. La empresa individual percibe su situación financiera como una restricción a las posibilidades de llevar a cabo inversiones “verdes”. A este respecto, en algunos estudios empíricos sobre las empresas mexicanas se ha encontrado un vínculo positivo entre las utilidades y el desempeño ambiental a nivel de empresa (Banco Mundial, 1998).

Se ha argumentado que la escala de producción generalmente influye positivamente en el desempeño ambiental (Beckerman, 1995). Una explicación de esto radica en las economías de escala.¹⁹ Más aún, las empresas de mayor tamaño son más “visibles” y, por tanto, sus probabilidades de atraer el escrutinio de las autoridades y comunidades vecinas son también mayores; al mismo tiempo, tienen más amplio acceso a capital para inversiones, tanto “verdes” como vinculadas a la antigüedad tecnológica.²⁰ En este sentido, algunos trabajos empíricos sobre México, como los de Dasgupta, Hettige y Wheeler (1997)²¹ y del Banco Mundial (1998), res-

¹⁸ Es probable que este factor se aplique en forma parecida a aquellos sectores no maquiladores que gozan similarmente de los beneficios de la internacionalización (por ejemplo, las empresas mexicanas que fabrican piezas y parte de vehículos y productos eléctricos y electrónicos.)

¹⁹ Ilustrado por las economías de escala en tecnología ambiental.

²⁰ Sobre el tema de la antigüedad tecnológica, véase la subsección 6.

paldan la afirmación de que, en general, existe una relación positiva entre el tamaño de la empresa y su desempeño ambiental. A similar conclusión llegan García (1999)²² y Mercado (2001)²³ con respecto a las maquiladoras mexicanas. Aún así, lo anterior no parece ser válido para todas las grandes empresas, las cuales, de igual modo, no necesariamente cumplen los estándares ambientales de los países desarrollados.

En cuanto a las restricciones financieras de las maquiladoras, Lichaa (2001) señala que sus consideraciones ambientales están influidas por limitaciones de este tipo, impuestas por la empresa matriz en el extranjero. En la medida en que los procesos con uso intensivo de mano de obra (es decir, la maquila de ensamblaje) compiten predominantemente sobre la base de bajos costos, probablemente tengan poco margen de maniobra para incurrir en gastos adicionales en tecnología ambiental.

El costo de mitigar la contaminación constituye un elemento clave en la adopción de tecnología “verde”. Molina (1993) estudió la evolución de dicho costo en varios sectores de la maquila mexicana. En el cuadro 8A se presenta información al respecto sobre la industria maquiladora en su conjunto, así como respecto de su desarrollo intersectorial, basada en estadísticas sobre inversiones en tecnología diseñada para controlar la contaminación.²⁴ Una conclusión tentativa es que el costo de reducir la contaminación de la maquila disminuye con el tiempo.²⁵ Esto sería congruente con la idea general de que la eficiencia tiene su fuente en las economías de escala (en la medida en que tecnología internacional alcance masas críticas), y que las curvas de aprendizaje en materia de tecnología “verde” están relacionadas con el tiempo. La maquila vinculada al equipo de transporte

²¹ Dasgupta define las compañías grandes como “plantas grandes en empresas multiplanta”.

²² Entrevistas en 12 maquiladoras del sector electrónico localizadas en Tijuana, México.

²³ Encuesta a 43 maquiladoras en el norte y sur de México.

²⁴ Interesa señalar que el coeficiente entre costo de reducción de la contaminación y valor agregado no es comparable con los datos internacionales provenientes de otras fuentes, ya que ambos elementos están expresados en términos nominales. En una nota al respecto, Molina (1993) analiza los obstáculos que se enfrentan para escoger un deflactor aplicable a dicho costo y al valor agregado que se adecúe a las características de la industria maquiladora. Como Molina está más interesado en los cambios relativos, emplea cifras no ajustadas. Abaonza (2001) comenta que debido a estos problemas el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) utiliza el “número de horas trabajadas” como deflactor en el caso de la industria maquiladora. Sobre la base de los primeros argumentos, en este capítulo se usan los números no ajustados.

²⁵ Aun cuando este resultado es congruente con la teoría de que los costos de la tecnología se reducen con el tiempo, no se tuvo acceso a información específica sobre valor agregado y costo de mitigación de la contaminación, respectivamente. Un factor de incertidumbre es la dificultad para determinar si el valor agregado es relativamente más vulnerable a la inflación mexicana o a la estadounidense.

gastó más en medidas para reducir la contaminación que el promedio de las maquiladoras (como proporción de su valor agregado). De la misma manera, las cifras correspondientes a los años ochenta sugieren que las maquiladoras del sector automotor incrementaron más el gasto por este concepto que las dedicadas al equipo eléctrico y electrónico (sobre este aspecto, véase el trabajo de Carrillo, García y Gomis en este volumen).

6. Antigüedad tecnológica²⁶

Con frecuencia se piensa que la tecnología puede mejorar una trayectoria de desarrollo, que de otra manera sería insostenible, mediante la reducción del uso de insumos por unidad de producto en los procesos de producción. En este sentido, dicha disminución favorece la protección ambiental de manera similar a la acción de las tecnologías “verdes”, como el reciclamiento o la disminución de la contaminación. Por consiguiente, países que se encuentran en una etapa de industrialización relativamente más baja pueden “dar el salto” a procesos ambientalmente más amigables simplemente mediante la introducción de tecnología moderna. Curiosamente, los países industrializados no siempre han estado a la cabeza de este proceso en todos los sectores. Gallagher (2000) concluyó que la industria siderúrgica mexicana es, en general, más limpia que su contraparte estadounidense, porque en México este sector específico es “más joven” y, por lo tanto, ha adoptado tecnología de fábrica más nueva y más limpia.

Sin embargo, el efecto de la antigüedad tecnológica está determinado por las características de la tecnología de producción de la empresa. En el mismo estudio mencionado se distingue entre sectores en los que la data de la planta es el factor que condiciona los niveles de contaminación, y sectores en los cuales estos niveles dependen de tecnología denominada “de final del proceso” (*end-of-pipe technology*), como sucede con la industria papelera mexicana. En esta última, la magnitud de las emisiones es determinado por otros factores y no por la aplicación de tecnología antigua.

La PROFEPA (2000b) argumenta que la industria maquiladora, debido tanto a la fecha relativamente tardía de su establecimiento como a su estructura sectorial, tiene un desempeño ambiental relativamente mejor que el de las industrias no maquiladoras. Sin embargo, la densidad relativa de mano de obra en los procesos de maquila en general (Dussel, 2001) también podría implicar que el efecto de la antigüedad tecnológica sea menos pronunciado. El segmento productivo en el cual se concentran las maquiladoras determina, asimismo, su impacto ambiental. Por ejem-

²⁶ Con este término se hace referencia a la generación tecnológica (*technological vintage*).

plo, las maquiladoras manufactureras de piezas y partes de vehículos no suelen caracterizarse por la incorporación de procesos de pintura (Carrillo, Miker y Morales, 2001), y usan comparativamente menos agua que la requerida en otras etapas de la producción automotriz (Silva, 2002). Más aún, Silva hace notar que la sofisticación relativamente baja de la tecnología de maquila podría hacer que la opción de importar tecnología de segunda mano (que con frecuencia es más contaminante que la nueva) fuera para esta industria menos atractiva que para la no maquiladora, cuya producción tiene un grado de complejidad más elevado. Sin embargo, las maquiladoras se están convirtiendo en un grupo altamente heterogéneo en términos de presencia sectorial y tecnología de producción. Por ejemplo, Carrillo y Hualde (1997) presentan ejemplos de empresas de maquila que se han integrado más a la economía mexicana al usar insumos locales en mayor proporción y procesos productivos más extensos y sofisticados;²⁷ sin embargo, estos casos siguen siendo pocos dentro del sector de la maquila en su conjunto.

Según estudios del CESPEDS (1999) y el Banco Mundial,²⁸ en las empresas pequeñas y medianas existen insuficiencias de información respecto de los beneficios que reportan los procesos de producción “verde”. En particular, debido a barreras que obstaculizan la información, estas empresas no pueden apreciar cabalmente las ventajas derivadas de las medidas ambientales, tales como evitar multas, lograr acceso a mercados verdes y, eventualmente, reducir costos de producción (PROFEPA, 2000b). Esta visión ha motivado iniciativas, entre las que cabe mencionar los progra-

²⁷ Éstas se conocen como industrias de maquila de segunda y tercera generación; las maquiladoras de primera generación tienen, por lo general, las siguientes características: alta densidad de mano de obra, son de propiedad principalmente extranjera y no están vinculadas a la industria nacional. La maquila de segunda generación incorpora procesos de producción más automatizados y requiere empleados con un perfil educacional más alto. Otro de sus rasgos es una mayor flexibilidad de las tareas productivas y un enfoque de producción sincronizada con la demanda (just on time). Por último, el origen de la inversión en que se sustenta su establecimiento es más heterogéneo (véase Carrillo, García y Gomis en este volumen). Las maquiladoras de tercera generación se caracterizan por una competencia basada en el conocimiento, con una importante presencia de actividades de investigación y desarrollo (I&D). Estas empresas aun están fuertemente internacionalizadas en términos de insumos, pero también dependen de las aglomeraciones productivas (clusters) nacionales y de proveedores de servicios de ingeniería directos e indirectos (CEPAL, 1999). Delphi es un ejemplo de este último tipo de industria de maquila, ya que la empresa está vinculada a General Motors e incorpora procesos de producción sofisticados, así como actividades de I&D (Carrillo y Hualde, 1997).

²⁸ Por ejemplo, la experiencia del Banco Mundial en un proyecto llevado a cabo en Guadalajara (Banco Mundial, 1998) y una estimación econométrica de información reunida a partir de entrevistas a ejecutivos de empresas mexicanas (Dasgupta, 1998).

mas del Texas Border Council, que ofrecen a las maquiladoras consultoría gratis sobre gestión de residuos (Lichaa, 2001).²⁹ En el marco de estos programas también se ha constatado que, con frecuencia, las maquiladoras carecen de información sobre sustitutos y medidas ambientalmente convenientes y redituables (*cost-effective*). Un ejemplo de esto es el caso en que una considerable cantidad de madera de desecho, por contener pintura peligrosa en uno de sus lados, debía ser devuelta a Estados Unidos. Sin embargo, mediante la simple remoción de la capa de pintura peligrosa, se redujo sustancialmente el volumen de los desechos que era preciso regresar. Simultáneamente, como esto disminuyó el costo del cumplimiento del reglamento, el incentivo para acatarlo se reforzó (Lichaa, 2001).

7. Externalidades ambientales indirectas: decisión de ubicación y tasa de crecimiento

La elevada tasa de crecimiento industrial de las maquiladoras y su ubicación geográfica explican en gran parte su impacto ambiental y sus costos sociales. El hecho de que las empresas busquen las ventajas que proporcionan las aglomeraciones de microempresas, la cercanía de la mano de obra y la disponibilidad de servicios de agua y drenaje las inducen a ubicarse en sitios urbanos. Más aún, dado que las maquiladoras enfrentan problemas de escasez de mano de obra y una elevada tasa de rotación de personal, así como deficiencias locales de infraestructura, es frecuente que se localicen en zonas residenciales para minimizar sus costos de transacción y de búsqueda (Kopinak y García, 2000). Simultáneamente, los empleados que ingresan a las maquiladoras suelen optar por vivir cerca de las fábricas (véase también Kopinak y García en este libro). El rápido crecimiento consiguiente y la alta concentración de población en las localidades sede impone presiones adicionales a la infraestructura existente. Como resultado, las externalidades ambientales, tales como emisiones y accidentes ambientales, ponen en riesgo tanto a la naturaleza como a las poblaciones humanas.

Más aún, las maquiladoras han provocado la expansión de la urbanización a áreas nuevas en la medida en que estimulan la migración de trabajadores, sus familias y los servicios conexos de aprovisionamiento.³⁰

²⁹ Esto también es congruente con la lógica de explotar el potencial de un mecanismo de apoyo crediticio (MAC) más bajo en México que en Estados Unidos.

Ante este fenómeno, hay aspectos vinculados al poder de negociación y la aplicación de políticas a los que corresponde desempeñar un papel (Kopinak y García, 2000). Sin embargo, la ubicación escogida por las maquiladoras trae consigo una amplia gama de desventajas, mayormente relacionadas con el agotamiento a largo plazo de fuentes de agua y la saturación de la capacidad natural de la región para asimilar la contaminación, situaciones que se empeoran por una deficiente administración del agua subsidiada, tanto en cuanto a consumo como a su tratamiento.

La expansión de la infraestructura vial motivada por la demanda de transporte que generan las maquiladoras constituye una externalidad indirecta derivada de la decisión de ubicación de estas industrias. El impacto ambiental resultante es una modificación del habitat terrestre y acuático de la flora y la fauna, de los flujos de agua en la superficie y del uso de la tierra (PROFEPA, 2000b).

Con respecto a estos problemas, así como a las variables de comercio y medio ambiente ya descritas, Gallagher (2000) resalta el efecto a escala real de la internacionalización, es decir, el incremento del tráfico y de las emisiones asociados a la actividad manufacturera (EPA, 2000; OCDE, 2001).

8. Resumen

La decisión de ubicación, el crecimiento industrial y el consiguiente incremento de la población en la zona ambientalmente frágil de la frontera norte constituyen motores indirectos críticos de las presiones sobre el medio ambiente. Además, las restricciones financieras pueden afectar a las maquiladoras de varias maneras. Por un lado, estas industrias aún constituyen, en gran medida, unidades algo diferenciadas en la cadena productiva, que operan según un criterio de bajos costos. En este contexto, el margen para inversiones “verdes” es restringido. Esto resulta particularmente cierto en un entorno con deficiencias institucionales en cuanto a la aplicación de sanciones normativas.

Por otro lado, aun cuando el interés ambiental no sea un factor de motivación, elementos tales como la innovación tecnológica pueden conducir a la industria maquiladora a usar proporciones relativamente menores de insumos correspondientes a recursos naturales por unidad producida.

C. Estudio empírico

El marco de referencia presentado en la sección anterior proporcio-

³⁰ Véase, por ejemplo, García y Lara (2000), quienes describen las aglomeraciones de microempresas que se requieren para sostener la población de trabajadores de la maquila y sus familias.

na una base para analizar el comportamiento ambiental de las maquiladoras. En esta sección se expondrá evidencia empírica, a partir de algunos indicadores, sobre el impacto de algunos determinantes específicos del desempeño ambiental.

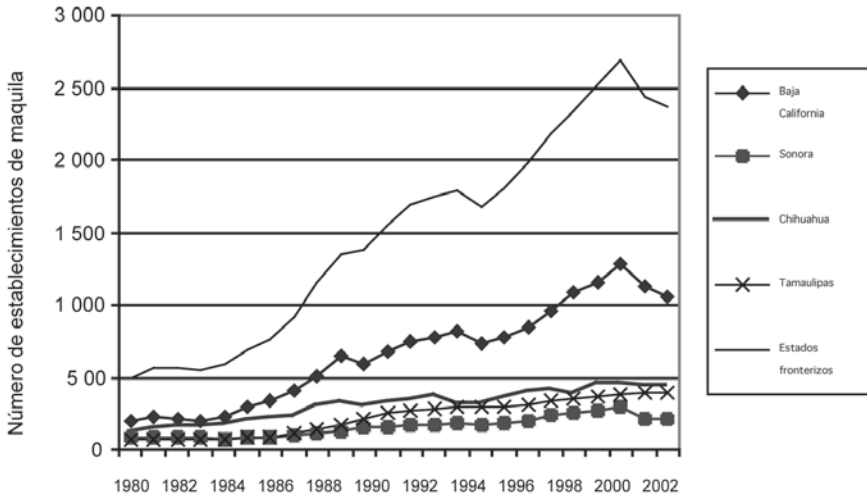
1. Actividad industrial

En el año 2000, las maquiladoras mexicanas atrajeron 2.983 millones de dólares en inversión extranjera directa (IED). Esto indica que la participación del sector de la maquila en la IED total de México tuvo una espectacular expansión, del 6% al 21,4% en el período 1994-2000 (véase el cuadro 3A). Una comparación sectorial muestra que, en 1996, la maquila generó el 73% de las exportaciones totales de equipo electrónico y eléctrico, en tanto que su participación en las exportaciones de la industria del transporte alcanzó a un 65% (Schatan, 2000). A continuación se describe el desarrollo específico de la industria maquiladora en los estados fronterizos del norte.

El gráfico 1 muestra la evolución del número de establecimientos de maquila en los estados fronterizos del norte durante el período 1980-2003. A nivel nacional, la actividad maquiladora se concentra en dichos estados, donde su presencia se ha expandido rápidamente en las últimas dos décadas. Sin embargo, durante el segundo quinquenio de los noventa, el número de establecimientos creció más dinámicamente en otras regiones de México. Entre los estados fronterizos del norte, Baja California predomina tanto en términos del número de establecimientos de maquila como de su tasa de crecimiento. Otros estados en los que la actividad de maquila es particularmente intensa son Chihuahua y Tamaulipas. A partir del año 2000 se observó un cambio notable en la industria maquiladora, fenómeno que se comenta más ampliamente hacia el final de esta sección.

Aunque por razones de disponibilidad de datos es conveniente manejar estadísticas a nivel estatal, es importante considerar que las maquiladoras que se ubican en los estados fronterizos están extremadamente concentradas en los centros urbanos. Por ejemplo, en los datos referentes a Baja California predomina Tijuana (y, más específicamente, la maquila de productos electrónicos y eléctricos) y, en un grado mucho menor, Mexicali. De igual manera, la actividad maquiladora en Chihuahua está concentrada en Ciudad Juárez (especialmente la dedicada a partes y piezas de vehículos). Por último, Matamoros es el centro maquilador más conspicuo en Tamaulipas (SECOFI, 2000).

Gráfico 1
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE MAQUILA



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Instituto de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), México, D.F., 2003.

En el cuadro 1 se muestran cifras sobre valor agregado, empleo³¹ y número de maquiladoras en los municipios fronterizos.³² Por ejemplo, en 1999 el valor agregado de las maquiladoras en estos municipios ascendió a 80.8 millones de pesos, y el empleo que generaron, a más de 700.000 puestos. Ese mismo año, las maquiladoras de piezas y partes de vehículos tenían un participación de 23,3% en el valor agregado total de los municipios fronterizos, en tanto que a las de productos eléctricos y electrónicos les correspondía un 43,1%.

³¹ No es fácil elegir un deflactor apropiado para la actividad de la industria maquiladora. Sería preferible, en principio, usar el número de horas trabajadas en lugar de un índice monetario (debido al gran volumen de componentes importados, no está claro cuál es el índice de inflación pertinente). Sin embargo, debido a la falta de estadísticas sobre horas trabajadas por empleado, se utiliza el empleo como variable para deflactor. Esto parece apropiado porque en los años noventa la producción de la industria maquiladora, y especialmente la de piezas y partes de vehículos y de productos eléctricos y electrónicos, ha tenido un notable aumento (medido según número de establecimientos y valor agregado). Esto es importante porque la mayor limitación del empleo como deflactor es que tiene una elasticidad negativa con respecto al producto.

³² Éste es un conjunto de información más estrecho que el correspondiente al nivel estatal. Sin embargo, el análisis estadístico sugiere que los dos conjuntos de información no difieren estructuralmente entre sí en forma significativa (en el cuadro 11A se presenta información sobre empleo más actualizada a nivel estatal).

Para este estudio son de particular interés las cifras sobre empleo, vistas concretamente como un indicador de presión ambiental y como un medio indirecto para estimar la presión que ejerce la población relacionada con la industria maquiladora en la región fronteriza. Más aún, debido a la tasa de rotación más o menos elevada que presentan los empleados de las maquiladoras, se considera que este es un indicador razonable de la producción real. En el período 1994-1999, el empleo en la maquila tuvo un incremento de 69,2%, atribuible a efectos de escala y de composición, respectivamente. El empleo aumentó abruptamente debido a una notoria expansión del número de maquiladoras, que pasó de 1.489 a 2.001. Además, el tamaño promedio de estas plantas creció, contribuyendo así a que el número promedio de empleados por empresa se elevara de 284 a 357 (véase el cuadro 1). Una comparación intersectorial revela que el empleo en las maquiladoras de piezas y partes de vehículos y en las de productos eléctricos y electrónicos se expandió aproximadamente a la misma tasa, 69,5% y 63,5%, respectivamente.

La crisis económica ocurrida en México a principios de la década del 2000, de la cual el país comienza a recuperarse, golpeó de manera especialmente dura a la industria maquiladora. Por ejemplo, durante el 2001 el total de la fuerza laboral del sector se redujo en aproximadamente 228.000 empleados (INEGI, 2003), y siete maquiladoras de la rama automotriz cesaron sus operaciones. Para el 2002, el empleo en esta industria había retrocedido un 21%, situándose de nuevo en los niveles registrados a fines de los años noventa, en tanto que el descenso de la producción alcanzaba a un 30% a nivel nacional, lo que se tradujo en la pérdida de unos 174.000 empleos solo en la región fronteriza. La maquila eléctrica y electrónica en esa región estuvo particularmente expuesta a estos cambios, por lo que su producción tuvo una caída de 31% entre octubre del 2000 y el mismo mes del 2003, período en el que se perdieron 112.000 puestos de trabajo. El empleo en las maquiladoras automotrices se redujo un 13%; sin embargo, este sector volvió a crecer a fines del 2001, tendencia que se ha mantenido.

Entre otras causas, estos retrocesos se atribuyen a una retracción cíclica de la economía de Estados Unidos, a la que se sumaron cambios estructurales en la competencia global (General Accounting Office (GAO), 2003).

En el cuadro 9A puede observarse que los cinco estados fronterizos con mayor presencia de industria maquiladora han sido, en general, menos afectados en términos de decremento porcentual del empleo que el país en su conjunto. No obstante, el efecto es considerable en el porcentaje de despidos, que en estados como Baja California y Sonora fue de -23% y -29%, en comparación con el promedio nacional de -18%. El impacto ambiental preciso de esta situación está por verse, pero pudo haber afectado a la capacidad financiera y disponibilidad de las empresas para llevar a cabo inversiones "verdes" (Silva, 2002).

Cuadro 1
INDUSTRIA MAQUILADORA, MUNICIPIOS FRONTERIZOS
(Promedios mensuales, 1994-1999) ^a

Sectores	Años	Número de es- tablecimientos	Valor agregado (En miles de pesos mexicanos corrientes)	Empleo
Todos los sectores	1999	2 001	80 844 685	714 715
	1998	1 857	63 499 425	661 273
	1997	1 735	47 850 550	607 642
	1996	1 579	33 935 391	522 508
	1995	1 446	23 661 931	465 071
	1994	1 489	14 890 350	422 996
Piezas y partes de vehículos ^b	1999	161	18 845 576	157 307
	1998	150	14 687 742	148 287
	1997	140	11 424 066	135 456
	1996	129	8 223 506	116 705
	1995	118	5 968 928	105 453
	1994	118	3 954 821	96 281
Productos eléctricos y electrónicos ^c	1999	518	34 884 942	295 583
	1998	486	27 787 843	270 848
	1997	465	20 146 833	252 163
	1996	434	14 347 812	217 837
	1995	420	9 825 684	196 913
	1994	429	6 003 726	174 957

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), *Estadística de la industria maquiladora de exportación, 1994-1999*, INEGI, México, D.F., 2000.

^a Cifras preliminares.

^b "Construcción, reconstrucción y ensamblaje de equipo de transporte y sus accesorios". Esto incluye "Ensamblaje y reparación de accesorios y equipo y sus partes incluyendo productos eléctricos".

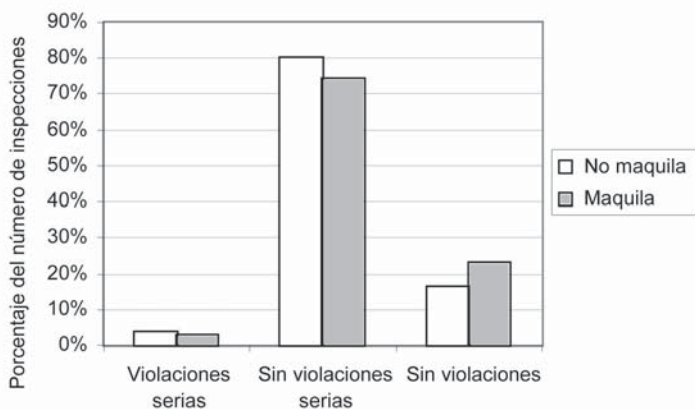
^c "Ensamblaje de equipo y artículos electrónicos y maquinaria eléctrica" y "Materiales y accesorios eléctricos y electrónicos". Esto incluye "Ensamblaje y reparación de accesorios y equipo y sus partes excluyendo los productos eléctricos".

2. Cumplimiento de la normativa legal

Entre los años 1994 y 2000 se registraron más de 3.383 resoluciones en contra de la industria maquiladora por infracciones a las normas ambientales, lo que se tradujo en sanciones que totalizaron 17.8 millones de pesos (PROFEPA, 2000b). En esta subsección se procurará exponer algunas de las características y tendencias subyacentes tras estas cifras.

En términos generales, la presión que ejercen los sectores interesados puede estimarse por el número de organizaciones no gubernamentales (ONG) establecidas. En los años noventa, las ONG ambientales mostraron un incremento sustancial en México, tanto a nivel nacional como en los estados norteños. Otro indicador de la presión de los sectores interesados es la evolución del número de demandas ambientales. Estas, según la PROFEPA (2000b), fueron menos en el período 1998-2000 que entre los años 1995 y 1997. Como posibles explicaciones cabe mencionar una mejoría efectiva del desempeño ambiental, o la presencia de un fenómeno de “arranque”, basado en una creciente toma de conciencia por parte del público. También podría reflejar el impacto de una “deuda” histórica, en el sentido de un importante rezago inicial de casos sin resolver.

Gráfico 2
RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN AMBIENTAL EN MÉXICO,
MAQUILA Y NO MAQUILA, 1992-2000 ^a



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Informe 1995-2000, PROFEPA, México, D.F., 2000.

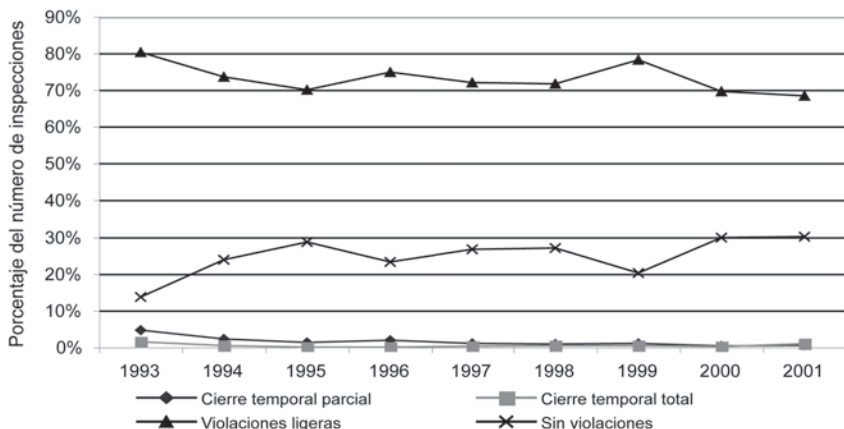
^a Los periodos de tiempo difieren debido a falta de información: la maquila incluye el periodo diciembre de 1994-noviembre del 2000; la no maquila, el periodo agosto de 1992-noviembre del 2000.

En términos más específicos, y usando como medida los resultados de auditorías ambientales realizadas durante el período 1992-2000, en el gráfico 2 se aprecia un contraste entre el desempeño ambiental de la industria maquiladora y el de la no maquiladora. Este indicador de presión ambiental sugiere que la primera es relativamente más “limpia” que la segunda, lo cual se refleja en una incidencia menor de infracciones tanto de “serias” como “no serias”.

Es probable que la composición industrial de las categorías de maquila y no maquila, respectivamente, explique gran parte de la diferencia; es decir, el sector de no maquila incluye una gama más amplia de ramas industriales, algunas de las cuales son altamente contaminantes (fundición de metales, producción de celulosa). Es un hecho, por ejemplo, que entre los procesos industriales más contaminantes figuran, en general, aquellos que implican la manipulación de materias primas, una actividad que no se lleva a cabo en la industria de maquila (Morales, 2002).

En el gráfico 3 se muestra la evolución en el tiempo de la estructura de los resultados de las inspecciones ambientales llevadas a cabo en la industria de maquila. Notablemente, el peso de las infracciones “no serias” decreció, de aproximadamente un 80% en 1993 a cerca de un 70% en 2001, en relación con el número total de inspecciones.

Gráfico 3
 RESULTADO DE INSPECCIONES EN LA INDUSTRIA
 DE MAQUILA COMO PORCENTAJE DEL TOTAL DE INSPECCIONES REALIZADAS EN EL
 SECTOR EN CINCO ESTADOS MEXICANOS FRONTERIZOS, 1993-2001 ^a



Fuente: Elaboración propia sobre la base de estadísticas de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), México, D.F., 2002.

^a Los estados son: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Sonora y Coahuila.

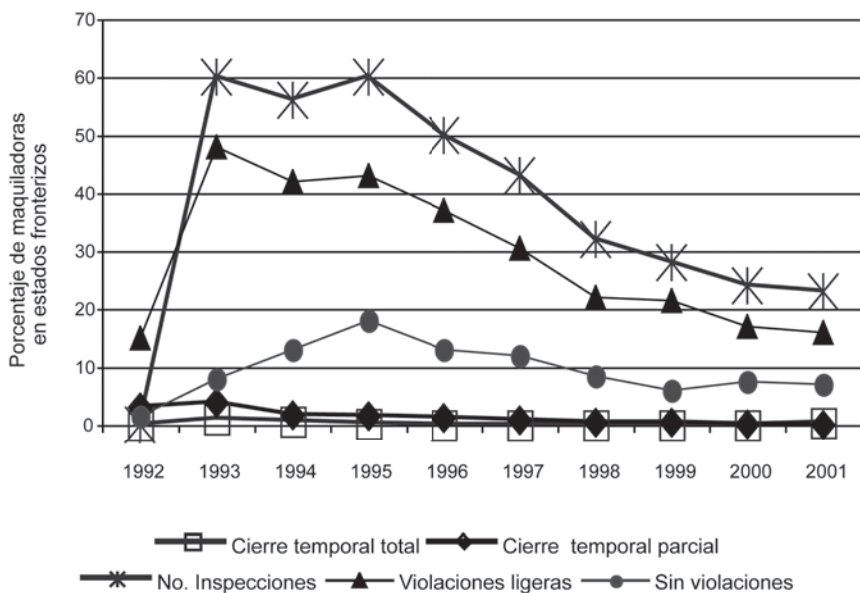
Sin embargo, estos datos se tienen que relacionar con el número total de inspecciones y el de maquiladoras. De hecho, entre 1993 y el 2001, el número de maquiladoras aumentó un 54%, de 1.749 a 2.690 unidades. Simultáneamente, el número de inspecciones pasó de 1.053 a 620, un descenso de 41% (véase el cuadro 4A).

En el gráfico 4 se presenta la información desde un punto de vista un tanto diferente, para mostrar la evolución en el tiempo del coeficiente entre medidas aplicadas como resultado de las inspecciones (cierres temporales o parciales) y el total de maquiladoras, y el coeficiente de las violaciones (por categorías), también en relación con el total de maquiladoras. Específicamente, entre 1993 y el 2001 la proporción de maquiladoras sometidas a inspección cayó aproximadamente un 60%, de 60% en 1993 a 23% en el 2001. Aparte del considerable incremento del número de unidades ya señalado, Silva (2002) atribuye parte de dicho descenso a cambios en el marco institucional que contribuyeron a que se intensificaran los esfuerzos de supervisión; el promedio de personal por inspección aumentó de 2 a 3 funcionarios, con el propósito explícito de corregir las infracciones serias en que incurrían las empresas maquiladoras, particularmente en materia de manejo de residuos peligrosos. Esto trajo consigo, necesariamente, una disminución del porcentaje de violaciones y, por tanto, del número total de inspecciones, una vez comprobado el mejoramiento del desempeño ambiental de las empresas.

En lo que respecta a la estructura de las inspecciones ambientales, y de manera congruente con el cambio registrado en la política, puede observarse una tendencia decreciente en la proporción del número total de maquiladoras que cometieron infracciones “ligeras” (véase el cuadro 5A). Sin embargo, a pesar de –o quizás gracias a– la intensificación de los esfuerzos por inspeccionar a los infractores “serios”, el porcentaje de maquiladoras que incurrieron en faltas de este tipo se mantuvo constante durante el período. De hecho, estas violaciones sobrepasaron un 1% del total solamente en los años iniciales, 1992 y 1993, cuando su nivel fue de 3%.

En 2001, seis de las nueve maquiladoras localizadas en los estados fronterizos en las que se detectaron infracciones “serias” fueron sancionadas con “clausura total temporal”. En 1992, solamente una de las 43 empresas (2%) que incurrieron en violaciones de este tipo recibió esta sanción (véase el cuadro 5A). Las estadísticas acumuladas sobre el resultado de las inspecciones resultan similares a las registradas en Baja California, lo cual se explica por el hecho de que correspondió a este estado casi una tercera parte (31%) del total de las inspecciones realizadas durante el período 1992-2001 en los cinco estados fronterizos que presentan una mayor concentración de maquiladoras en esa región (véanse los cuadros 2A y 4A).

Gráfico 4
 RESULTADO DE INSPECCIONES EN LA INDUSTRIA DE MAQUILA
 COMO PORCENTAJE DEL NÚMERO TOTAL DE ESTABLECIMIENTOS
 DEL SECTOR EN CINCO ESTADOS MEXICANOS FRONTERIZOS,
 1992-2002^{ab}



Fuente: Elaboración propia sobre la base de estadísticas de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), México, D.F., 2002, y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2003).

- ^a El año 1992 está representado por el periodo junio-diciembre, y el 2002 por el periodo enero-febrero. En consecuencia, estos dos años no son representativos en un análisis interanual.
- ^b Los estados son: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Sonora y Coahuila.

Si se observan las diferencias espaciales a nivel estatal se puede obtener una visión más completa del desempeño ambiental de la maquila en la región estudiada. Este enfoque indica que el estado de Baja California presenta la más alta frecuencia de infracciones ambientales detectadas por la PROFEPA, seguido de Chihuahua, Tamaulipas y Coahuila. Esto también es congruente con el bosquejo de la composición de las industrias de maquila presentado en la sección anterior. Méndez (1995) sostiene que Baja California y la zona fronteriza del noreste son las regiones sometidas a la degradación ambiental de origen industrial más severa en todo México. Cabe agregar que, por lo menos durante el período 1995-1997, el número

de infracciones fue consistente con el incremento de la actividad maquiladora en los estados norteños.

Baja California también se distingue por una más alta frecuencia de infracciones serias o severas. Esto es parcialmente atribuible al hecho de que este estado tiene el predominio en cuanto a generación de residuos peligrosos, como se aprecia en las estadísticas sobre tonelaje de estos desechos devuelto a Estados Unidos (véase el cuadro 2). Sin embargo, esta explicación puede aplicarse sólo a los últimos años de la década de 1990, para los cuales se cuenta con información estadística al respecto. La información señalada muestra, por ejemplo, que en 1997 tanto Chihuahua como Tamaulipas devolvieron mayores volúmenes de residuos peligrosos que Baja California. Ese mismo año, por otra parte, en Baja California se registraron seis de las siete “clausuras parciales temporales” impuestas en México.

También es interesante analizar el presupuesto que la PROFEPA asigna para auditorías ambientales. Desde su creación, a principios de los años noventa, estos fondos han mostrado una disminución global en términos nominales. Dicha situación ha forzado a las autoridades a centrarse en la supervisión de los sectores de mayor riesgo. Por ejemplo, en 1998, debido a severas restricciones presupuestarias, la PROFEPA limitó sus esfuerzos de inspección a dos áreas: actividades metropolitanas de alto riesgo y maquiladoras (CEPAL, 2001).³³ Lo señalado demuestra que el sector de la maquila es observado de cerca por las autoridades ambientales.

La reducción presupuestaria a principios de este período puede ser también atribuible a efectos de rezago. En este sentido, cabría suponer que los esfuerzos iniciales de auditoría hayan apuntado a los blancos más obvios, es decir, a los correspondientes a la deuda histórica del período anterior a 1990, cuando virtualmente no se contaba con una normativa. Otro factor remitiría a los costos iniciales de la puesta en marcha de la entidad (1992), originados, por ejemplo, por la creación de un registro de empresas. También hubo cambios en el marco normativo que ajustaron la carga financiera de las auditorías ambientales, parte de la cual pasó de la PROFEPA a las empresas individuales. Otra variable que potencialmente podría explicar este fenómeno corresponde a los esquemas de cumplimiento voluntario introducidos durante la segunda mitad del período (PROFEPA, 2000b).

³³ Entrevista personal sostenida con Antonio Azuela, Procurador en Jefe de la PROFEPA, 28 de noviembre del 2001.

3. Residuos peligrosos ³⁴

En México, la generación de residuos peligrosos y su adecuado manejo plantean retos considerables a la industria tanto maquiladora como no maquiladora. En términos espaciales relativos, el CESPEDS (1998) informa que en la región fronteriza México-Estados Unidos (definida como el área dentro de los 100 km² de la frontera), se generan aproximadamente 33.765 toneladas anuales de residuos peligrosos, en comparación con 5.114.507 toneladas en el área correspondiente a los estados del centro de México.

En lo que respecta a las maquiladoras, la importancia de los marcos legal e institucional es demostrada por el hecho de que, a principios de los años noventa, el 65% de las maquiladoras ubicadas en los estados fronterizos del norte no devolvían sus residuos peligrosos a Estados Unidos (citado por Elizabeth Mendez, 1995.) Sin embargo, desde entonces a la fecha se ha producido una mejoría radical: la creación de la PROFEPA en 1992 permitió un mejor control y, en 1994, se inició el primer inventario de residuos peligrosos en México (Kopinak y García, 2000). No obstante, todavía en 1996 el Instituto Nacional de Ecología (INE) carecía de registros de aproximadamente el 26% de los residuos peligrosos generados por las maquiladoras (Reed, 1998).

Las estadísticas presentadas en el cuadro 2 muestran el tonelaje y otros datos sobre los residuos peligrosos devueltos a su país de origen. Estas cifras son el único indicador general disponible acerca de la generación de desechos en la industria maquiladora y, aunque incompleto, proporciona una cota de referencia (*benchmark*) para estimar los volúmenes reales de residuos peligrosos. El tonelaje acumulado devuelto al país de origen se incrementó un 35% en el período 1996-1999 (de 72.113 a 97.301 toneladas), lo cual es consistente con la expansión de la actividad económica entre esas fechas. Se presenta, asimismo, un indicador de intensidad de residuos para relacionar el tonelaje de estos con la actividad económica –estimada

³⁴ Los residuos peligrosos son aquellos que, debido a sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico (LGEEPA, art. 3, fracc. XXXII, en INE, 1999). La naturaleza de los residuos peligrosos pueden definirse también de acuerdo con la forma en que se presentan (aislados, mezclados o como solución) y con su estado (sólido, líquido o arcilla), así como también con el proceso que los ha originado (producción de componentes, limpieza de maquinaria e instalaciones, otros). Dependiendo de sus características físico-químicas y toxicológicas, los residuos peligrosos pueden representar una amenaza para la vida humana, la salud y los ecosistemas. En forma líquida y como arcilla, en particular, los residuos peligrosos entrañan un riesgo aun mayor de contaminación superficial y subterránea del agua (Méndez, 1995).

a partir del número de personas empleadas por las maquiladoras—; en este período, el índice de intensidad de residuos generados osciló entre 0.13 y 0.11 (véase cuadro 2).

Entre 1999 y 2000 los datos acusan cambios algo drásticos, como una disminución del 20% en tonelaje, pero también una baja del 25% del índice de intensidad de residuos. El repliegue de la industria maquiladora no se inició sino hasta el tercer trimestre del 2000, por lo tanto, parte de la disminución registrada puede deberse a un marcado incremento previo (entre 1998 y 1999) del tonelaje de residuos. Esto último fue parcialmente atribuible a cambios administrativos: en noviembre de 1998 se introdujo un nuevo formato para reportar residuos peligrosos, lo cual estimuló a varias maquiladoras a informar sobre desechos de este tipo previamente acumulados (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2003a).

Una comparación espacial muestra que los estados en los que predominan las maquiladoras, es decir, Baja California, Chihuahua y Tamaulipas, también devolvieron los mayores volúmenes de residuos peligrosos. En Baja California el tonelaje se incrementó casi en un 90% durante el período 1996-1999, lo que ubicó a este estado en el primer lugar por volumen de residuos devueltos. En 1996, la participación de Baja California en las devoluciones de residuos peligrosos fue de un 26% del subtotal correspondiente a los estados fronterizos del norte, proporción que aumentó a 36% en 1999. Las cifras de 1998 y 1999 acusan un incremento de 25% del índice de intensidad de residuos, lo cual desliga el ascenso de la generación de desechos del registrado por la actividad económica; esto sugiere que la industria produjo —o reportó— más residuos peligrosos por unidad de producción que antes. Tal fenómeno es congruente con la intensificación del esfuerzo por hacer cumplir la normativa que se observó durante este período. De hecho, en 1996 Baja California mostró una tasa estimada de reportes relativamente baja en comparación con los demás estados del norte (datos del INE, en Reed, 1998). Los otros dos estados principales en términos de retorno de residuos peligrosos, Chihuahua y Tamaulipas, también registraron incrementos de su tonelaje, aunque menos abruptos, durante el período 1996-1999. Sin embargo, es de especial interés señalar que, a diferencia de Baja California, en ambos estados los índices de intensidad de residuos disminuyeron. Tamaulipas sobresale por su alta relación entre residuos peligrosos y actividad económica.

También los cambios en la estructura industrial pueden contribuir al aumento de los reportes de residuos peligrosos. Por ejemplo, en Tijuana el número de empresas de maquila electrónica de tamaño relativamente pequeño se expandió durante el segundo quinquenio de los noventa. En un estudio (Kopinak y García, 2000) se señala que este grupo de empresas genera proporcionalmente más residuos peligrosos que otros sectores de la

Cuadro 2
 RETORNO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA INDUSTRIA
 MAQUILADORA AL PAÍS DE ORIGEN, MÉXICO,
 ESTADOS DE LA FRONTERA NORTE, 1996-2000
 (Tonelaje y tasa de intensidad de residuos^a)

Entidad federal	1996	1997	1998	1999	2000	Variación 1996-2000 (En porcen- taje)
Baja California	19 032	21 322	24 979	35 886	35 308	86
(Tijuana, Mexicali)	0.13	0.12	0.12	0.16	0.14	4
Chihuahua	26 502	22 551	23 679	34 019	14 822	-44
(Ciudad Juarez, Chihuahua)	0.13	0.10	0.09	0.12	0.05	-62
Coahuila	883	1 425	1 174	735	1 406	59
(Torreon, Saltillo)	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	-18
Nuevo León ^b (Monterrey)					1 500	
Sonora	3 569	4 983	4 983	731	7 401	107
(Nogales, San Luis, Agua Prieta)	0.06	0.07	0.06	0.01	0.07	10
Tamaulipas	22 127	26 527	27 120	25 930	17 926	-19
(Reynosa, Matamoros)	0.19	0.21	0.19	0.17	0.10	-44
Subtotal tonelaje	72 113	76 808	81 935	97 301	78 363	9
Subtotal tasa de intensidad de residuos	0.13	0.11	0.11	0.12	0.08	-33
Subtotal empleo	617 499	729 587	805 958	887 955	998 841	62
INE / DGMIC ^c	869	884	1 534	981	821	-6

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), "Compendio de estadísticas ambientales" [en línea] http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/_s.155/1370,2003; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); Secretaría de Comercio Exterior y Fomento Industrial (SECOFI), *Directorio electrónico de la industria maquiladora*, México, D.F., mayo del 2000.

- ^a La tasa residuo/empleo es un indicador de la actividad económica. Los datos se refieren al empleo en la industria maquiladora en el mes de enero del 2000. La crisis ocurrida en el curso de ese año no tuvo un impacto significativo en el nivel del empleo hasta el mes de octubre, de manera que no se refleja en el cuadro.
- ^b Nuevo Leon comenzó a informar sobre retorno de residuos peligrosos en el año 2000.
- ^c Número de notificaciones sobre retorno de residuos peligrosos. Este es un instrumento obligatorio de informe en el cual se basan los datos sobre tonelaje. El Instituto Nacional de Ecología (INE) estuvo encargado de recibir las notificaciones hasta el 2001; a partir de entonces lo ha hecho la Dirección General de Manejo Integral de Contaminantes (DGMIC), de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

industria maquiladora. Asimismo, se estableció que entre el tamaño de la empresa y su riesgo³⁵ en materia de residuos existía una relación positiva en el caso de las maquiladoras de la rama electrónica localizadas en Tijuana, lo cual se contrapone con la idea de que hay una relación positiva entre escala de la empresa y la relación ambiental en la región. Queda por verse si estos resultados son aplicables a otros subsectores de la maquila, tales como el de piezas y partes de vehículos en Ciudad Juárez (donde en años recientes hay menos empresas y de mayor tamaño).

El gráfico 5 ilustra las devoluciones de residuos peligrosos a Estados Unidos por parte de las industrias maquiladoras electrónica y automotriz desde las ciudades fronterizas mexicanas. Como se puede ver, la maquila electrónica aporta una proporción significativa del tonelaje devuelto, pero ambas ramas tienen índices de intensidad de residuos más altos que el promedio agregado de la industria maquiladora en las ciudades consideradas en el estudio (106 toneladas/establecimiento).³⁶ Sin embargo, estos índices no difieren significativamente entre ambos subsectores; un análisis de la información contenida en los gráficos 3 y 5 muestra que el volumen de residuos devueltos es de 121 y 134 toneladas/establecimiento para las maquiladoras automotriz y electrónica, respectivamente.

Kopinak y García (2000), en su estudio empírico sobre Tijuana, resaltaron la importancia de tomar en cuenta el contenido de los residuos peligrosos. Bajo esta perspectiva, los insumos químicos de las maquiladoras electrónicas requieren un tratamiento particularmente riguroso, en comparación con la industria no maquiladora. En esta última, a pesar de que cuenta con un número relativamente mayor de establecimientos que generan residuos nocivos, la composición de tales desechos es menos peligrosa (véanse los cuadros 7A y 8A). Las maquiladoras más contaminantes son aquellas que incorporan procesos químicos. Las dedicadas a la confección utilizan sustancias químicas en forma de pigmentos, que son altamente contaminantes. Sin embargo, entre las tres ramas más importantes (en número de empresas y valor agregado), de la industria de maquila en los estados nortños de México, la eléctrica y electrónica es ambientalmente más dañina que la automotriz y la del vestuario (Morales, 2002).

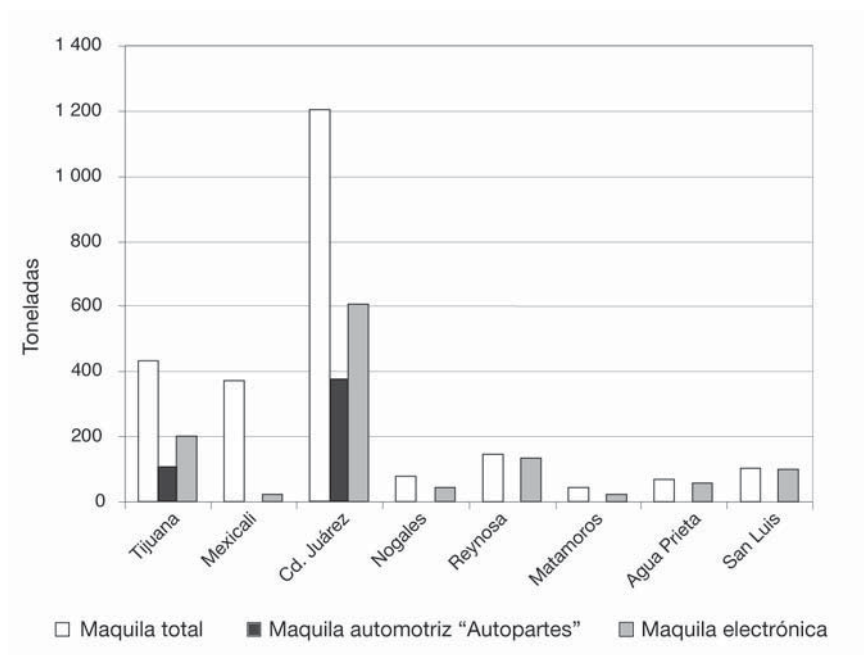
De acuerdo con las estadísticas sobre composición de las sustancias peligrosas generadas por las maquiladoras (véase el cuadro 6A), en Tijuana, con su alta densidad de maquiladoras, se generaron en 1998 4.517 toneladas de sólidos (235 maquiladoras), 718 toneladas de residuos líqui-

³⁵ El INE (1999) define a veces el riesgo como la probabilidad de que ocurra un evento. Sin embargo, el "riesgo no debería confundirse con la probabilidad, ya que es una amalgama tanto de esta probabilidad como de la magnitud del evento" (Pearce, 1992).

³⁶ Es decir, el tonelaje de residuos por establecimiento y sector.

Gráfico 5
RESIDUOS PELIGROSOS DEVUELTOS POR LAS MAQUILADORAS
DE MEXICO A ESTADOS UNIDOS, 1997

(En toneladas) ^a



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información proveniente de la base de datos HAZTRACKS y del Directorio Electrónico de la Industria Maquiladora, de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI).

^a Con los datos de HAZTRACKS se establecieron relaciones cruzadas de las 10 empresas de maquila en cada ubicación que devuelven el mayor tonelaje de residuos peligrosos a Estados Unidos. El Directorio Electrónico de la Industria Maquiladora de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) hizo posible determinar la condición de maquiladoras de las empresas individuales. La información de la SECOFI corresponde al 2000 y la de HAZTRACKS a 1997, lo cual implica que las empresas de maquila que cambiaron de nombre o cesaron sus operaciones no se incluyen en los datos.

dos (131 maquiladoras), 141 toneladas de solventes (31 maquiladoras) y 199 toneladas de escoria de metales pesados (30 maquiladoras). Méndez (1995), establece que los principales residuos peligrosos generados por las maquiladoras del área metalmecánica (como la de piezas y partes de vehículos, entre otras) son ácidos, solventes y pinturas. Los solventes figuran entre los tres residuos más dañinos en el norte de México y, si toman forma

acuosa, pueden disolver metales pesados en el suelo, contaminando así el agua, la agricultura y los organismos vivos. En el caso de las maquiladoras electrónicas, las principales sustancias peligrosas que generan son los solventes reutilizados en la limpieza de los componentes, los metales para soldadura y los ácidos/bases para el tratamiento de metales, cuyos grados de toxicidad dependen de la forma en que se presenten (Méndez, 1995).

La creciente generación de residuos peligrosos ya mencionada no se refleja claramente en la información sobre el número de accidentes ambientales o de sitios con residuos peligrosos abandonados por las maquiladoras. De hecho, sólo uno de los 26 principales accidentes ambientales reportados en el período 1996-2000 tuvo lugar en una maquiladora. Se produjo en Baja California, en la planta de Daewoo Orion Mexicana que fabrica productos y partes eléctricas, y consistió en una fuga de vapor de alcohol etílico y silicón (PROFEPA, 2000b).³⁷ Sin embargo, en esta estadística no se toman en cuenta los accidentes ocurridos durante el transporte de insumos y residuos peligrosos.³⁸

En lo que respecta a sitios con residuos peligrosos abandonados, la industria maquiladora figura con un incidente serio. La PROFEPA (2000a) tiene una lista de 15 casos de sitios en los que se abandonaron volúmenes importantes de residuos peligrosos en los años noventa. De uno de estos se encontró que el responsable era Metales y Derivados de México, S.A., maquiladora basada en Baja California, que había abandonado por lo menos 4.729 toneladas de residuos contaminados con plomo, cadmio y arsénico (SECOFI, 2000). Sin embargo, los obstáculos para establecer un vínculo entre empresas específicas y sitios con desechos nocivos abandonados impiden llegar a conclusiones precisas en cuanto a los responsables.

Un tema que ha suscitado debate y preocupación en la sociedad civil es el de qué ocurrirá con la obligación de retornar los residuos peligrosos a Estados Unidos en la medida en que la condición de las empresas maquiladoras cambie como resultado del TLC (dado que muchas de las importaciones temporales se podrán hacer libremente y no bajo el régimen de maquila). Hasta ahora, sin embargo, esa obligación se ha mantenido y hay varias disposiciones que la reafirman. Cabe mencionar al respecto que tanto Estados Unidos como México han firmado el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligr-

³⁷ La información proviene de PROFEPA (2000b) y del Directorio Electrónico de la Industria Maquiladora (SECOFI, 2000). Cabe señalar que las estadísticas sobre accidentes (PROFEPA) corresponden al período 1996-2000, mientras que los datos sobre identidad y condición de maquiladora de la empresa (SECOFI) son del 2000.

³⁸ Estos constituyen el 72% (2.258 incidentes) del número total de emergencias ambientales registradas en México en el período 1995-2000 (PROFEPA, 2000).

sos y su eliminación, según el cual estos residuos deben seguir retornando a Estados Unidos, a menos de que haya un incremento de la capacidad de México para su manejo en territorio nacional.³⁹ El INE estimaba que en el 2000 México tenía capacidad instalada para manejar sólo el 66% de sus residuos peligrosos (citado en Kopinak y García, 2000).

4. Recursos de agua

Las maquiladoras, en general, no hacen un uso directo de agua particularmente intensivo. De hecho, otras actividades, como la agricultura, consumen hasta el 85% del agua de las cuencas de ríos en Baja California, e incluso más en otros estados mexicanos fronterizos. El problema radica más bien en que las maquiladoras se localizan en aquellas cuencas en las que se considera que la disponibilidad de agua es extremadamente baja en relación con las poblaciones respectivas; en comparación con el promedio nacional, los estados fronterizos en su conjunto ejercen la más alta presión sobre sus recursos de agua (SEMARNAT, 2003b).⁴⁰ Esto también debe verse bajo la perspectiva de la vulnerabilidad de cada cuenca, determinada por el impacto de siete variables del ciclo termo-hidrológico: lluvia, evaporación, erosión, humedad en el suelo, acidez, temperatura atmosférica y temperatura del suelo. Se considera que la península de Baja California, por ejemplo, es una de las tres zonas más vulnerables de México debido a su sequedad inherente, ya que registra los niveles de lluvia más bajos del país. También se anticipa que los cambios climatológicos pueden desencadenar efectos sociales, ambientales, económicos y políticos en estados fronterizos como Sonora y Chihuahua (INE, 2003).

En este contexto, la expansión de las maquiladoras presenta un reto en materia de abastecimiento de agua, particularmente si se considera que en las últimas décadas el incremento de la fuerza laboral de las empresas maquiladoras ha ejercido una alta presión indirecta y creciente sobre los recursos naturales regionales, especialmente a raíz del aumento de la población asociada con la industria maquiladora, es decir, familias y servicios de apoyo. El problema del abastecimiento de agua a largo plazo en la región fronteriza México-Estados Unidos es todavía más preocupante si se toma en cuenta el panorama a mediano plazo, ya que se anticipa que la población actual de 10.6 millones de habitantes se duplicará para el año 2020 (Good Neighbor Environmental Board, GNEB, 2002). La SEMARNAT (2002) ha determinado que

³⁹ En el caso de que surgiera un conflicto entre las disposiciones ambientales del TLC y el Convenio de Basilea, debe prevalecer lo establecido en el segundo.

⁴⁰ Esta información corresponde al año 2000. Por "disponibilidad de agua" se entiende disponibilidad natural, y por "presión", el coeficiente entre la disponibilidad de agua y la extracción anual total del recurso. Por ejemplo, la península de Baja California tiene un coeficiente de 87%; la cuenca de Noroeste, de 76%, y el Río Bravo, de 56%.

las dinámicas económica y social de Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez –así como de la mayoría de los demás centros de maquila del norte– se encuentran en riesgo debido a la escasez del abastecimiento de agua.

Las maquiladoras desempeñan un papel importante en la rápida industrialización de la región fronteriza, estimulan la migración hacia ellas y su urbanización (EPA, 2000).⁴¹ En este contexto ecológicamente frágil, el desarrollo a largo plazo está condicionado en gran medida por variables endógenas, como la variabilidad y el cambio climatológicos. Aunque durante los últimos cincuenta años estos factores han tenido un efecto positivo, ya que han incrementado ligeramente la precipitación pluvial en el norte de México, se predicen cambios futuros que harán subir la temperatura promedio entre 4° y 4.5° C en Baja California, Chihuahua y Sonora (de acuerdo con el Canadian Climate Center Model (CCCM), citado en INE, 2000).

En la actividad maquiladora, los procesos de producción tienen diferentes requerimientos de agua. Por ejemplo, ni la maquila automotriz ni la de la confección hacen uso intensivo de agua, mientras que la electrónica y la química demandan mayores volúmenes (Murillo, 2002; Quezada, 2002); sin embargo, los asentamientos y servicios humanos que requieren agua, como ya se señaló, también ejercen una gran presión sobre este recurso.

Los estados fronterizos dependen en forma creciente de fuentes de abastecimiento lejanas. En el año 2000, por ejemplo, el 55,9% del agua consumida en Tijuana y Tecate provenía de Estados Unidos (Kopinak y García, 2000). Además, el hecho de que gran parte del agua con que se cuenta en la región es un bien transfronterizo convierte el tema en una preocupación mayor tanto para México como para Estados Unidos; México depende de este último país para sus importaciones de agua, y el Río Bravo (conocido en los Estados Unidos como Río Grande) abastece a 6 millones de personas de agua potable y de riego, en tanto que dos millones de acres de tierras agrícolas y la parte baja del Morales del Río Bravo (*Río Grande Valley*) de Texas dependen de las precipitaciones pluviales en el norte de México (GNEB, 2002).

La crisis actual que enfrentan México y Estados Unidos como resultado de una disputa por transacciones transfronterizas de agua es un síntoma de los problemas que existen para atender apropiadamente temas relativos a la administración de recursos naturales a ambos lados de la frontera. Esta es tan solo la más reciente fricción en el histórico conflicto regional por aguas bilaterales (EPA, 2000), originado por las dificultades que plantea el cumplimiento del tratado de 1944 entre ambos países, que regula el intercambio transfronterizo de agua.

⁴¹ Otros indicadores de la urbanización fronteriza son la migración y la actividad económica no fronteriza.

A pesar de la situación descrita, se observan algunas señales alentadoras en lo que respecta a la administración del agua. En el período 1995-2000, la cobertura de los servicios de aguas residuales en la región aumentó del 60% al 75% (EPA, 2000).

Por otra parte, la interdependencia fronteriza respecto del agua ha dado lugar a la creación de instituciones ambientales bilaterales, tales como la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN), las cuales, junto con el Organismo de Protección del Medio Ambiente (*Environmental Protection Agency*) de Estados Unidos, han favorecido a México con un flujo de capital de inversión para infraestructura del agua, entre otras categorías. Dicho capital –cofinanciado por México– tiene como propósito mejorar dicha infraestructura en México, ya que esto también incide positivamente en la calidad del agua que fluye hacia los Estados Unidos. Esta iniciativa es congruente con la lógica de aprovechar el menor costo marginal que ofrece el tratamiento del agua en el lado mexicano, ya que al realizar esta tarea en el punto de origen, en lugar de hacerlo en los flujos dispersos que llegan al lado estadounidense de la frontera, se maximizan las ganancias de eficiencia con respecto al costo (EPA, 2000).

Entre 1997 y 2000, México destinó un promedio de 34 millones de dólares al desarrollo, la normativa, la aplicación de la ley y las transferencias a los estados fronterizos en materia de agua. Estados Unidos asignó entre 50 y 100 millones de dólares anuales para la creación y funcionamiento de instalaciones de tratamiento de agua a ambos lados de la frontera. Un ejemplo son las plantas existentes en Ciudad Juárez que, con una subvención de 11 millones de dólares provistos por la EPA, han aumentado en tal grado el volumen de las aguas residuales tratadas en la ciudad que actualmente se recicla el 90% de ellas. Otro ejemplo es el proyecto de modernización de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales en Tijuana a fin de satisfacer las crecientes necesidades de este centro urbano e industrial (EPA/CNA, 2001). Este tipo de inversiones son muy necesarias, ya que en 1997, Tijuana carecía totalmente aun de plantas de pretratamiento de aguas residuales, por lo cual tanto en el Morales del Río Tijuana, como en el lado estadounidense de la frontera, existen altos niveles de toxicidad. El BDAN y la COCEF han invertido 958 millones de dólares en proyectos ambientales en la región fronteriza (EPA, 2000).

Los esfuerzos descentralizadores son un factor que limita la inversión, ya que uno de sus resultados es que los municipios, que anteriormente dependían de las transferencias del gobierno federal, ahora deben costear las inversiones en infraestructura del agua con sus propios recursos fiscales. Los ingresos se incrementaron cuando, a mediados de los años noventa, las instituciones públicas u organismos operadores lograron el

derecho constitucional de cortar el suministro de agua a aquellos hogares que no pagaran su cuenta de consumo. No obstante, la morosidad en estos pagos aun obstaculiza en gran medida la inversión en infraestructura (Carter, 2000).⁴²

El subsidio al agua genera efectos potencialmente dañinos, pues puede influir en la decisión de ubicación de las empresas en un sentido que socialmente no sea óptimo.⁴³ En este plano, los precios se diferencian de acuerdo con el tipo de consumo: el residencial, el agrícola, que está más fuertemente subsidiado que el consumo industrial y no refleja el verdadero costo que implica proveer el agua, incluidas las inversiones públicas en infraestructura necesarias para reciclar las aguas residuales.⁴⁴ Últimamente se han introducido instrumentos nuevos para hacer frente a la escasez de agua, entre los que figuran, como uno de los más importantes, los derechos de uso de agua, que la industria ha empezado a comprar, sobre una base temporal o permanente, a los propietarios agrícolas circundantes que los poseen. Estos derechos de agua se transan a precios elevados. Un ejemplo es el de la planta automotriz de Nissan en Aguascalientes, que ha comprado los derechos de agua que necesitaba para su proceso de pintura de automóviles. La escala de este fenómeno está transformando el paisaje económico de los estados norteños y potencialmente podría eliminar la presencia futura de la agricultura en esta parte de México (Mendoza, 2001). En la industria maquiladora electrónica también ha aumentado la preocupación por los altos precios y la baja calidad del agua, dados sus requerimientos particularmente considerables de ese recurso. Por ejemplo, la maquiladora Samsung Display declara que el agua figura entre los componentes más caros de su proceso productivo, y que en México su costo es 20 veces superior al que tiene en Corea del Sur.

⁴² Según una regla práctica aplicada comúnmente por los bancos internacionales de desarrollo, los hogares pueden pagar hasta el 5% de su ingreso en servicios de agua y alcantarillado. En México, la tarifa promedio es de 2,3% del salario mínimo de una persona (Wright, 1997, en Carter, 2000).

⁴³ Aquí el punto no es rechazar el principio de que el agua es un derecho. Se trata, más bien, de ampliar los criterios que guían las decisiones de política en el sentido de que el agua subsidiada contribuye implícitamente a transferir recursos públicos a la industria maquiladora (y también a otros sectores, como la agricultura). Se han hecho algunos intentos por fijar al agua precios de mercado ajustándolos, por ejemplo, a las características de la oferta regional. Así, el costo del agua en algunas regiones fronterizas de México es de 4.47 pesos por m³, en comparación con el promedio nacional de 1.45 pesos por m³ (Medina, 2001).

⁴⁴ Según la teoría, los subsidios y los precios diferentes de los de mercado dan lugar a un círculo vicioso de externalidades de consumo. Esto asume la forma de sobreconsumo y conduce eventualmente al agotamiento de los recursos en la medida en que los consumidores individuales de un recurso natural como el agua cubren el costo medio, pero no el costo marginal de su uso.

5. Contaminación atmosférica

En los últimos años se ha observado un empeoramiento de la calidad del aire en la región fronteriza (EPA, 2000). En México, entre los más importantes contaminantes, se registran los siguientes: bióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas de materia suspendida (PM10), y plomo. El Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA) mide las emisiones de CO, O₃, NO₂, partículas suspendidas totales (PST), PM10 y SO₂. En el gráfico 6 se muestra el nivel de emisiones atmosféricas medidas por el IMECA en algunos centros industriales mexicanos seleccionados. Esta variable indica desempeño ambiental, ubicación escogida y crecimiento industrial.

Dada la proporción de maquiladoras en el conjunto industrial de la región fronteriza, es posible extraer alguna información del gráfico 6 si se comparan las emisiones de los centros industriales con alta densidad de maquiladoras y las de ciudades en que esta actividad es poco intensa. En términos globales, los centros tradicionales en los que predomina la industria maquiladora –Ciudad Juárez y Tijuana– no se encuentran en peores condiciones que otras ciudades, sino todo lo contrario. De hecho, Ciudad Juárez ha mejorado su desempeño ambiental en años recientes. Sin embargo, Mexicali, otro centro urbano norteño con intensa actividad maquiladora, muestra una imagen más negativa. Esto lo demuestra, en primer lugar, el hecho de que Mexicali, comparada con Ciudad Juárez y Tijuana, tiene un porcentaje más alto de emisiones, y que el número de días en el año en que estas rebasan los umbrales establecidos va en aumento. En segundo lugar, Mexicali tiene los valores más altos de PM10.⁴⁵ (Véase el gráfico 2A).⁴⁶

Sin embargo, los tres centros con más intensa actividad maquiladora parecen tener niveles relativamente altos de contaminación en comparación con el valor agregado por la industria. Nada indica que estos datos deriven de externalidades ambientales directas, tales como emisiones relacionadas con la producción. Más bien, la fuente principal de emisiones urbanas de CO, NO₂ e hidrocarburos (HC) es el transporte privado. Dichas emisiones representan una externalidad ambiental indirecta, generada por la migración transfronteriza, pero también por la urbanización y el comercio transfronterizo. De hecho, el transporte privado aporta el 90% de las emisiones de CO, NO₂ e HC en Ciudad Juárez, y 70% en Mexicali o,

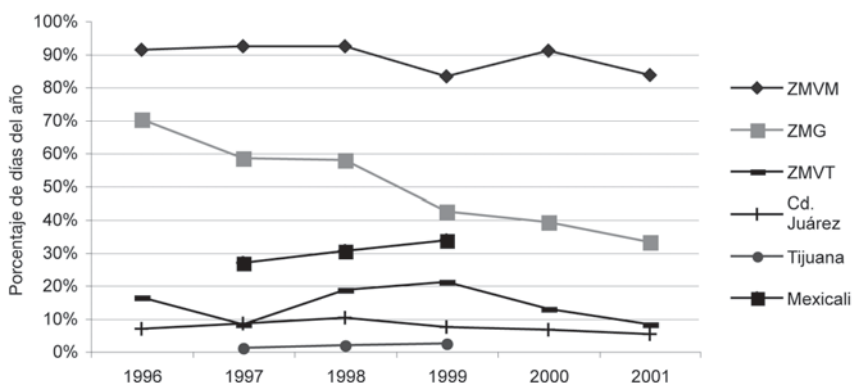
⁴⁵ Zona Metropolitana del Valle de México, Guadalajara y Monterrey, Toluca, Ciudad Juárez, Tijuana y Mexicali.

⁴⁶ El hecho de que la concentración de partículas se midan en PM10 y no, como en muchos países, en PM2.5, no presenta un gran problema, ya que ambas medidas están altamente correlacionadas (Wheeler, 2000).

en otras palabras, 600.000 toneladas de emisiones al año en Ciudad Juárez y 400.000 toneladas en Mexicali. En términos proporcionales (emisiones divididas por población o por producto nacional bruto (PNB)), estas cifras son altas comparadas, por ejemplo, con las de la Ciudad de México, que genera 3.1 millones de toneladas al año (OCDE, 2003).

Gráfico 6
DÍAS AL AÑO EN QUE LAS EMISIONES
ATMOSFÉRICAS DAÑINAS SUPERAN LA NORMA^a
SEIS CIUDADES MEXICANAS,^b 1996-2001

(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), "Compendio de estadísticas ambientales" [en línea]. http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/_s.155/1370, 2003.

^a Por encima de IMECA 100.

^b ZMVM: Zona metropolitana de la Ciudad de México y el Valle de México; ZMG: Zona metropolitana de Guadalajara; ZMVT: Valle de Toluca.

Por lo tanto, la decisión de ubicación de las maquiladoras y su alta tasa de crecimiento, combinadas con las condiciones climatológicas de la región, son elementos centrales en el análisis (EPA, 2000): el clima seco de las ciudades norteadas estimula la suspensión de polvo y partículas en el aire. Más aún, los niveles elevados de PM10 en Mexicali y Tijuana son el resultado de sus respectivos perfiles de uso de energía, y en Mexicali y Ciudad Juárez, de carencias de infraestructura vial, ya que calles y caminos sin pavimentar incrementan la generación de partículas provenientes del tráfico pesado que circula por ellos. Dichas carencias se agudizan a raíz del

rápido crecimiento urbano e industrial de la ciudad, es decir, una externalidad ambiental indirecta, influenciada en gran parte por las maquiladoras.

La ubicación de Mexicali, tan cercana a la frontera, deja a la ciudad particularmente expuesta a emisiones provenientes de los flujos de tráfico que la cruzan. Las estadísticas sobre otro cruce fronterizo, Laredo-Nuevo Laredo, son ilustrativas: en 1999, 1.3 millones de camiones de carga pasaron por ese punto de la frontera, y dos años antes, en 1997, lo atravesaron 246.000 vagones cargueros de tren (equivalentes a 1 millón de camiones) y 856 toneladas de bienes transportados por aire, además de 14.3 millones de automóviles y autobuses. Aparte del polvo, las emisiones atmosféricas asociadas tan solo al tráfico vehicular incluyen compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxido de nitrógeno, ambos producidos por los motores de combustión. Juntas, estas sustancias interactúan para formar ozono, el cual es el componente principal del *smog* (Poynter y Holbrook-White, 2000).

Para medir el desempeño intersectorial de la industria –incluidas las maquiladoras– la PROFEPA (2000b) elaboró un indicador que combina el Índice de Cumplimiento de la Normatividad Ambiental (ICNA) y el resultado de las auditorías ambientales (sin distinguir entre maquiladoras y no maquiladoras). Según este indicador, el desempeño de la rama de la maquila automotriz es calificada como “muy bueno” y el de la de productos eléctricos y electrónicos de “bueno”. En el cuadro 1A se detalla la composición de las emisiones atmosféricas generadas por la industria automotriz en general –incluidas las maquiladoras– mediante un indicador de presión referido a emisiones atmosféricas de punto de origen. En particular, especifica los volúmenes de emisiones atmosféricas, entre ellas las de partículas, que origina la manufactura de la industria automotriz, en general.

D. Conclusiones e implicaciones políticas

Este estudio está centrado en el desempeño ambiental de la industria maquiladora. Al no atender adecuadamente los problemas del medioambiente, mediante la coordinación de políticas industriales y de recursos naturales, se pone en riesgo la sustentabilidad a largo plazo de la región fronteriza. Esto, a su vez, desencadena una compleja serie de problemas sociales, políticos e internacionales. El tema ambiental más crítico es el del crecimiento de la población y sus requerimientos de agua. Los flujos de migración hacia Estados Unidos (de los cuales una parte permanece allá, y otra regresa al lado mexicano), así como los incentivos que ofrecen tanto Estados Unidos como México para que la industria de maquila se establezca en el lado mexicano de la frontera, han alentado a estas empresas a ubicarse en la parte árida del norte de México. La infraestructura requerida

para el manejo del agua y los costos que implica la disminución de la contaminación sugieren que la tecnología puede desempeñar un papel crucial para asegurar la sustentabilidad del desarrollo de las maquiladoras, especialmente si se considera que se está recurriendo crecientemente a fuentes de agua cada vez más lejanas. Algunas obras públicas de infraestructura, tales como la pavimentación de caminos, podrían reducir la presión que generan las partículas suspendidas y otras emisiones al aire.

En términos de las externalidades ambientales de la industria, los datos disponibles indican que la maquila tiene un mejor desempeño que la industria no maquiladora.⁴⁷ Esto es atribuible al hecho de que la maquila transforma bienes intermedios en lugar de materias primas, y también a su especialización sectorial, pues se concentra en tres sectores no considerados altamente contaminantes: confección, partes y piezas de vehículos y electrónica (aunque este último produce residuos particularmente peligrosos y la maquila ha mostrado una tendencia a concentrarse en él). La generación tecnológica a la que pertenecen las maquiladoras también puede figurar entre los factores determinantes, ya que el notable crecimiento de la industria durante las últimas décadas ha equipado a las plantas maquiladoras con una dotación relativamente moderna de maquinaria, en comparación con la industria en general. Además, es probable que los vínculos internacionales intervengan en varios aspectos. Por un lado, las características transfronterizas del transporte de residuos peligrosos, de la contaminación atmosférica y del agua exponen a las maquiladoras a fuertes presiones por parte de los sectores interesados, así como a la atención política del lado estadounidense de la frontera. Pero por otro lado, la razón fundamental de ser de las maquiladoras —el bajo costo de mano de obra— puede dejar poco margen para inversiones ambientales. Esto podría acentuarse debido a la reciente retracción económica, que ha impactado negativamente a las maquiladoras.

En general, se considera que durante la última década las maquiladoras han mejorado su desempeño ambiental, lo cual es congruente con la mayor atención que los sectores interesados han puesto en esta industria⁴⁸ y con el incremento de la presión política, así como con factores relacionados con la información y el progreso tecnológico. Sin embargo, no existen antecedentes suficientes como para respaldar en forma sólida esta impresión, pues las acciones de monitoreo y control puestas en práctica por las

⁴⁷ Como se ha señalado anteriormente, la definición de medio ambiente aplicado en este estudio se refiere estrictamente a las externalidades ambientales directas provocados por los residuos peligrosos, así como a las externalidades directas e indirectas relacionadas con el agua y las emisiones atmosféricas. No incorpora los temas sociales o de salud, ni el impacto que ellos tienen sobre el ambiente.

autoridades son limitadas y han mostrado cambios en el tiempo. Un indicador de esto es que el número de inspecciones a plantas maquiladoras disminuyó durante el período 1993-2001, como consecuencia de limitaciones presupuestarias, a pesar del espectacular incremento del número de unidades registrado entre esos años. Aunque también se aduce que la más rigurosa aplicación de la ley en 1998 y 1999 mejoró el desempeño ambiental de las empresas y se requirió menos control, la disminución del número de inspecciones abre la posibilidad de que haya habido un incremento real –aunque no registrado– del número global de infracciones.

Como ya se ha mencionado, el marco institucional impone a las maquiladoras la obligación de devolver los residuos peligrosos a Estados Unidos. Según este indicador de generación de residuos, el tonelaje devuelto en los años recientes se ha incrementado, ya sea debido a un aumento real de la producción de desechos, o al efecto de un mayor cumplimiento de la normativa. Una comparación espacial revela que las maquiladoras de los estados de Baja California y Chihuahua generan los volúmenes más altos de residuos peligrosos, y que la proporción de los que devolvieron a Estados Unidos aumentó durante el período 1996-1999.

En lo que se refiere al tema más alarmante –el agua– la información es clara: la decisión de ubicación de la industria maquiladora merece toda la atención de las autoridades y el público en general y también requiere un enfoque de planeamiento a largo plazo para asegurar el equilibrio sustentable de los recursos naturales. Dada la complejidad del tema y las múltiples interrelaciones entre la oferta y la demanda de agua, el único camino viable hacia la sustentabilidad es aplicar un enfoque integrado de planeación que incorpore intersectorialmente a quienes toman las decisiones políticas (la SEMARNAT, la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Economía (SE), entre otras) y las partes interesadas del sector privado, así como las autoridades estadounidenses (por ejemplo, el programa bilateral Frontera 2012). A corto plazo, los esfuerzos de política deben centrarse en la reducción de la demanda de agua mediante una política adecuada de precios y subsidios directos para corregir los desequilibrios en su distribución. Otra área primordial de política es asegurar que las maquiladoras cumplan la normativa sobre manejo de residuos peligrosos para que sea la industria, y no la sociedad, la que absorba el costo de las externalidades ambientales.

⁴⁸ Facilitado por la mayor receptividad de nuevas instituciones, como la PROFEPA y el INE, a la opinión pública.

Si bien el marco conceptual y los indicadores ambientales brindan algunas pautas a quienes toman las decisiones en materia de política (por ejemplo, al indicar que se debe prestar atención especial a las maquiladoras de productos electrónicos), queda claro que la falta de datos amplios e indicadores específicos de desarrollo sustentable constituye una barrera de gran envergadura cuando se trata de determinar los campos y alcances de intervención política más efectivos y eficientes.

La disponibilidad de estadísticas adecuadas es clave también en otro aspecto ya que, al parecer, los obstáculos a la influencia de los sectores interesados, tales como la falta de información y de conciencia ambiental, constituyen un área que también tendría que concitar preocupación. Por otra parte, los esfuerzos de política deben apuntar a disminuir los costos de transacción en los sectores interesados en obtener información, incluida la capacitación técnica a nivel de empresa. En este sentido, las restricciones existentes, tanto legales como de recursos, en el campo de la generación y difusión de datos, merecen atención particular.⁴⁹ Si México sigue la tendencia internacional, las preferencias de los sectores interesados serán un motor cada vez más relevante para impulsar el comportamiento corporativo responsable.

Un campo de estudio en el futuro podría ser el análisis de las consecuencias ambientales de la crisis experimentada por la industria maquiladora en 2001-2003, así como la actualización de las estadísticas sobre el costo de mitigar la contaminación, para así confirmar las conclusiones tentativas a las que se llega en este informe. Otro tema que merece atención es el del impacto potencial que podrían ejercer sobre el medio ambiente aspectos sociales y de salud de la industria maquiladora sobre el medio ambiente. Esta y otras problemáticas también son abordadas por Carrillo, García y Gomis; Kopinak y García; y Schatan y Castilleja en este libro.

⁴⁹ Esfuerzos recientes incluyen el registro de emisiones y transporte de contaminantes (RETC) a nivel de empresas, que eventualmente será obligatorio. Sin embargo, su mayor debilidad es que se mantiene el anonimato de las empresas.

Bibliografía

- Abaonza, Oscar (2001), Entrevista telefónica con el Director de “Cuentas por Actividades”, Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), 11 de diciembre, México D.F.
- Banco Mundial (2002), “Estimating pollution load: The Industrial Pollution Projection System (IPPS)” [en línea] www.worldbank.org/nipr/ipps/ippsweb.htm.
- ____ (1998), “México. The Guadalajara Environment Management Pilot”, *Informe* N° 18071-ME, Departamento de Desarrollo ambiental y social sustentable, Unidad de de Administración Sectorial, América Latina y el Caribe, Oficina Regional, Washington, D.C.
- Beckerman, Wilfred (1995), *Small is Stupid: Blowing the Whistle on the Greens*, Londres, Duckworth Publishers.
- Elizabeth Mendez (1995), “La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida”, *Comercio Exterior*, vol. 45, N° 2.
- Carrillo, Jorge, Marta Miker y Julio Morales (2001), *Empresarios y redes locales: autopartes y confección en el norte de México*, México, D.F., Ed. Plaza y Valdéz/ Universiada Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).
- Carrillo, Jorge y Alfredo Hualde (1997), “Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors”, *Comercio Exterior*, vol. 47, N° 9.
- Carter, Nicole (2000), *Municipal Water Infrastructure in the Mexico-United States Border Region and Opportunities for Citizen Participation*, Centro de Estudios para México-Estados Unidos/Servicios de Investigación del Congreso, Universidad de California [en línea] http://www.usmex.ucsd.edu/res_papers.html.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2001), “Industria y medio ambiente en México y Centroamérica: un reto de supervivencia”, *Serie Cuadernos de la CEPAL*, N° 86 (LC/ G.2106-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01.II.G.51.

- ____ (1999), "Centroamérica, México y República Dominicana: maquila y transformación productiva", *serie Cuadernos de la CEPAL*, N° 85 (LC/G.2047-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.99.II.G.20.
- CESPEDES (Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable) (1999), *Competitividad y protección ambiental: iniciativa estratégica del sector industrial mexicano*, México, D.F., Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).
- ____ (1998), *Residuos industriales en México: una Torre de Babel Ecológica*, México, D.F.
- Daly, Herman y Robert Goodly (1994), "An ecological-economic assessment of deregulation of international commerce under GATT (part 1)", *Población y ambiente*, vol. 15, N° 5, mayo.
- Dasgupta, Susmita (1998), *Opportunities for Improving Environmental Compliance in Mexico*, Washington, D.C., Grupo de Investigación y Desarrollo, Banco Mundial.
- Dasgupta, Susmita, H. Hettige y David Wheeler (1997), *Qué mejora el desempeño ambiental? Evidencia de la industria mexicana*, Washington, D.C., Grupo de Investigación y Desarrollo, Banco Mundial.
- Dussel, Enrique (2000), *El tratado de libre comercio de Norteamérica y el desempeño de la economía en México* (LC/MEX/L.431), México, D.F., Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- EPA (Organismo de Protección del Medio Ambiente) (2000), "Protecting the environment of the United States-Mexico border area: A briefing paper for the incoming United States administration", Washington, D.C.
- EPA/CNA (Organismo de Protección del Medio Ambiente/Comisión Nacional del Agua) (2001), *Agua Workgroup Fact Sheet*, Programa Frontera XXI.
- Gallagher, Kevin (2000), *Trade Liberalization and Industrial Pollution in Mexico: Lessons for the FTAA*, Medford, Universidad Tufts.
- GAO (General Accounting Office) (2003), *International Trade. Mexico's Maquiladora Decline Affects U.S.-Mexico Border Communities and Trade; Recovery Depends in part on Mexico's Actions* (GAO-03-891), Washington, D.C.
- García, Humberto (1999), "Trayectorias productivas y tecnología ambiental en la industria electrónica", *Revista del Colegio de Sonora*, N° 18.
- García, Hilda y Francisco Lara (2000), "Comida callejera: proveedores informales de servicio a la industria maquiladora en Nogales, Sonora", *Región y sociedad. Revista del Colegio de Sonora*, vol. 12, N° 20.
- Gutiérrez Avedoy, Víctor (2001), "Situación actual y tendencias de calidad del aire en México", *Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental*, Daniela Simioni (comp.), serie Seminarios y conferencias, N° 9 (LC/L.1548-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01.II.G.90.
- GNEB (2002) "Backdrop: United States - Mexico Border Watersheds: A profile", Good Neighbor Environmental Board, Fourth Report.
- HAZTRAKS, U.S. - Mexico Hazardous Waste Tracking System, www.epa.gov/earth1r6/6en/h/haztraks/haztraks.htm.
- Hegmann, Luis Wolf (1999), "Manejo de residuos peligrosos en México", documento presentado a la Conferencia México-Estados Unidos para compañías maquiladoras y asociaciones de comercio, 16 y 17 de marzo, San Francisco.

- INE (Instituto Nacional de Ecología) (2003), "Documento de apoyo técnico para el proyecto UNDP RLA/01/G31", México, D.F.
- ____ (2000) "México, una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país", México, D.F.
- ____ (1999) "Promoción de la minimización y manejo integral de residuos peligrosos", México, D.F., Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)(2000), *Estadística de la industria maquiladora de exportación 1994-1999*, México, D.F.
- ____ (2003), Sistema de Cuentas Nacionales; La Producción, Salarios, Empleo y Productividad de la Industria Maquiladora de Exportaciones, 1997-2002, México D.F.
- ITAM (Instituto Tecnológico Autónomo de México) (2000), Conferencia sobre sustentabilidad y microempresas, México, D.F., 5 de mayo.
- Jenkins, Rhys (1998), *Industrialization, Trade and Pollution in Latin America: A Review of the Issues*, Escuela de Estudios de Desarrollo, Universidad de East Anglia, Reino Unido.
- Johnstone, Nick (1995), "International trade, transfrontier pollution, y environmental cooperation: a case study of the Mexican-American border region", *Natural Resources Journal*, Universidad de Nuevo México.
- Kolstad, Charles, T. Ulen y G. Johnson (1990), "Ex ante regulation vs. ex post liability for harm: Substitutes or complements?", *American Economic Review*, vol. 80, N° 4.
- Kopinak, Kathryn y Saúl Guzmán García (2000), "Residuos industriales peligrosos en Tijuana y sus proximidades a poblaciones locales", documento presentado a la Conferencia internacional de libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/El Colegio de la Frontera Norte.
- Lichaa, Pierre (2001) Entrevista telefónica con el investigador del Texas Natural Resources Council, 23 de noviembre.
- Medina, Hortencia (2001) Entrevista telefónica con la funcionaria, responsable de los indicadores ambientales de INEGI, 12 de noviembre 12, México.
- Mendez, Elisabeth (1995), "La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida", *Comercio exterior*, vol. 45, N° 2.
- Mendoza (2001) Entrevista personal con el representante de relaciones públicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), 8 de diciembre, México D.F.
- Mercado, Alfonso García (2001), "El comportamiento de las maquiladoras con respecto al cumplimiento de las normas ambientales", *Memoria de la conferencia internacional: Libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora. Producción global y trabajos locales*, México, D.F., Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Molina, David (1993), "A comment on whether maquiladoras are in Mexico for low wages or to avoid pollution abatement costs", *Journal of Environment and Development*, vol. 2, N° 1.
- Morales, Víctor (2002) Entrevista telefónica con el Subdirector de Coordinación de Inspecciones Foráneas, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 5 de abril, México D.F.

- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2003), *Evaluación del desempeño ambiental: México*, París.
- ____ (2001), *Desarrollo sustentable, resultados críticos*, París.
- Ojeda, Lina (2000), "The use and the conservation of natural resources in the Tijuana River Basin", Colegio de la Frontera Norte/Centro de Estudios México-Estados Unidos en la Universidad de California.
- Pearce, David W. (1992), *MacMillan Dictionary of Modern Economics*, Londres, cuarta edición, MacMillan Press Limited.
- Porter, Michael y Claas van der Linde (1995), "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, N°4.
- Poynter, Rachel M. y Sheila A. Holbrook-White (2000), "Corredores de transporte del TLCAN: enfoques para evaluar los efectos ambientales y algunas opciones", *Efectos ambientales del libre comercio. Ponencias presentadas en el Simposio de América del Norte sobre análisis de los vínculos entre comercio y medio ambiente*, Comisión para la Cooperación Ambiental (CEC), octubre.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente) (2000a), *Identificación y caracterización de sitios contaminados con residuos peligrosos*, México, D.F.
- ____ (2000b), *Informe 1995-2000*, México, D.F.
- Quezada, Luis (2002), Entrevista personal Secretario particular de la Sección de Control Industrial de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), 17 de enero, México D.F.
- Reed, Curys (1998), "Más preguntas que respuestas: manejo de residuos peligrosos y problemas en la frontera: los problemas con las prácticas y el descuido continúa", *Borderlines*, vol. 6, N°5, julio.
- Schatan, Claudia (2000), "México's manufacturing exports and the environment under NAFTA", documento presentado al simposio Norteamérica entendiendo los vínculos entre el comercio y desarrollo, Washington, D.C., Comisión para la Cooperación Ambiental (CEC), 11 y 12 de octubre.
- SE (Secretaría de Economía de México) (2001), *Inversión extranjera directa en México*, México, D.F., Dirección General de Inversión Extranjera.
- SECOFI (Secretaría de Comercio Exterior y Fomento Industrial) (2000), *Directorio electrónico de la industria maquiladora, mayo 2000*, México, D.F.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2003a), *Informe de la situación del medio ambiente en México*, México, D.F.
- ____ (2003b), "Compendio de estadísticas ambientales" [en línea] México, D.F. http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/_s.155/1370
- ____ (2002), "Presentación de la nueva política ambiental en México: desarrollo sostenible", ponencia del subsecretario de SEMARNAT en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), México, D.F., mayo
- Silva, Carlos (2002), Entrevista personal con el Director General de Tecnología Industrial, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 3 de abril, México D.F.
- Stromberg, Per (1999), "An analysis of Mexico-US intra-firm and intra-industry trade in automobiles", *Nordic Journal of Latin American Studies*, Vol. 29, N° 1-2.
- Wheeler, David (2000), *Racing to the Bottom? Foreign Investment and Air Pollution in Developing Countries*, Washington, D.C., Grupo de Investigación y Desarrollo, Banco Mundial.

Entrevistas

Oscar Abaonza Flores, Director de Cuentas por actividad, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 11 de diciembre del 2001, Ciudad de México.

Antonio Azuela, ex fiscal a cargo de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), 28 de noviembre del 2001, Ciudad de México.

Jorge Carrillo, El Colegio de la Frontera Norte, 30 de enero del 2002, Ciudad de México.

Enrique Dussel, Investigador de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 19 de octubre del 2001, Ciudad de México.

Pierre Lichaa, Investigador del Consejo de Recursos Naturales de Texas, 23 de noviembre del 2001.

Hortencia Medina, Encargada de los indicadores ambientales, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 12 de noviembre del 2001, México.

Javier Mendoza, Representante de relaciones públicas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), 8 de diciembre del 2001, Ciudad de México.

Luis Quezada, Secretario particular de la Sección de Control Industrial de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), 17 de enero del 2002, Ciudad de México.

Carlos Murillo Silva, Director General de Tecnología Industrial, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 3 de abril del 2002, Ciudad de México.

Víctor Morales Valle, Subdirector de Coordinación e Inspecciones Foráneas, Subprocuraduría de Verificación Industrial, PROFEPA, 5 de abril del 2002, Ciudad de México.

Anexo estadístico

Cuadro 1A
EMISIÓN ATMOSFÉRICA POR CONTAMINANTES PRINCIPALES, INDUSTRIA MEXICANA
DE PIEZAS Y PARTES DE VEHÍCULOS, 1999^a

Contaminante	Emisiones (t/año)	Número de establecimientos
Bióxido de azufre	173,25	46
Óxido de nitrógeno	1 701,92	52
Partículas	3 672,43	122
Hidrocarburos sin combustión	201,70	30
Monóxido de carbono	4 686,46	92
Bióxido de carbono	138 793,48	73
Compuestos orgánicos volátiles (COV)	1 911,00	65

Fuente: Instituto Nacional de Ecología (INE).

^a Sobre la base del Registro de Emisiones y Transporte de Contaminantes (RETC), en el que se considera la industria de maquila automotriz, pero no, por ejemplo, la de productos electrónicos y eléctricos ni la del vestuario.

Cuadro 2A
 RESULTADO DE LAS INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA
 EN BAJA CALIFORNIA, 1992-2002

Año	Cierre temporal parcial	Cierre temporal Total	Violaciones ligeras	Sin violaciones	Total	Número de establecimientos de maquila
1992	43	1	201	5	250	746
1993	12	8	254	6	280	772
1994	2	3	207	106	318	822
1995	3	0	229	109	341	727
1996	10	0	246	69	325	779
1997	9	2	193	46	250	847
1998	5	3	133	50	191	958
1999	7	3	115	30	155	1 090
2000	1	1	107	32	141	1 156
2001	3	6	123	27	159	1 280
Total	95	27	1 808	480	2 410	
% of "5 Border States"	56	77	32	26	31	

Fuente: Elaboración propia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2001).

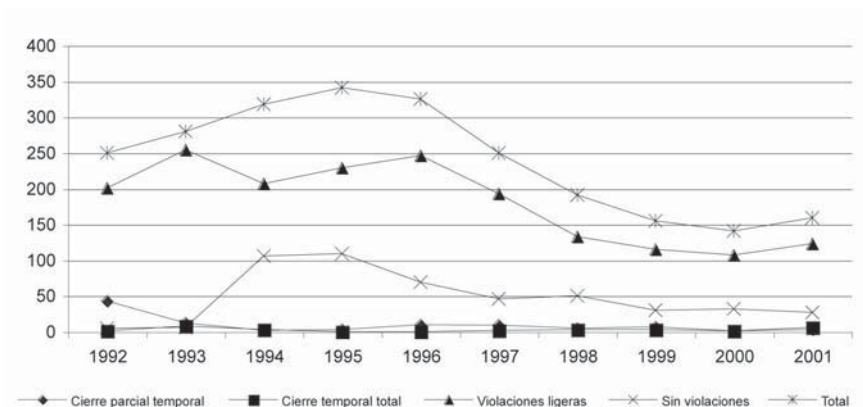
Cuadro 3A
COMPARACIÓN ENTRE INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA (IED) EN MAQUILA Y TOTAL, 1994-2000

(En millones de dólares)

Año	IED total	IED en industria maquiladora	IED en maquila con respecto al total (en porcentajes)
2000	13 950,9	2 983,0	21,4
1999	12 164,8	2 778,0	22,8
1998	11 826,2	2 110,5	17,8
1997	13 960,4	1 680,3	12,0
1996	9 928,5	1 416,5	14,3
1995	9 548,2	1 366,3	14,3
1994	15 036,9	894,8	6,0

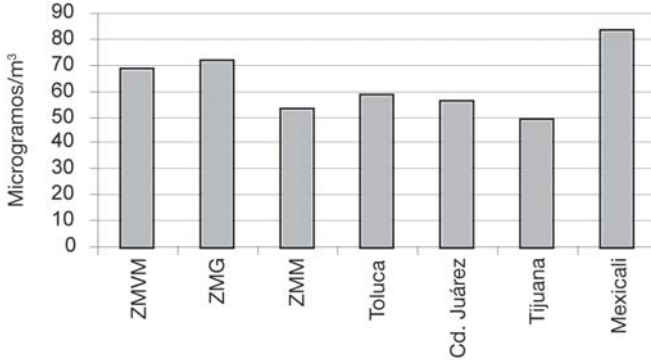
Fuente: Secretaría de Economía, Inversión extranjera directa en México, México, D.F., Dirección General de Inversión Extranjera, 2001.

Gráfico 1A
RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN BAJA CALIFORNIA, 1992-2002



Fuente: Elaboración propia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002).

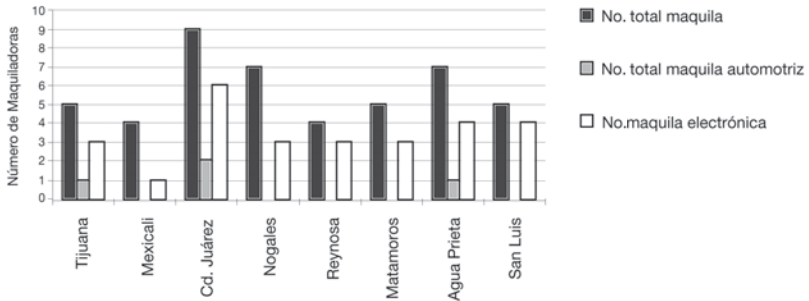
Gráfico 2A
CONTAMINACIÓN ANUAL DEL AIRE (PARTÍCULAS DE MATERIA SUSPENDIDA, PM10) EN SEIS CIUDADES DE MÉXICO,^A 1998



Fuente: Victor Gutiérrez Avedoy, “Situación actual y tendencias de calidad del aire en México”, Desafíos e innovaciones en la gestión ambiental, Daniela Simioni (comp.), serie Seminarios y conferencias, N° 9 (LC/L.1548-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2001. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01.II.G.90.

^A ZMVM: Zona metropolitana de la Ciudad de México y el Valle de México; ZMG: Zona metropolitana de Guadalajara; ZMM: Zona metropolitana de Monterrey.

Gráfico 3A
NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE MAQUILA QUE DEVUELVEN RESIDUOS PELIGROSOS DE MÉXICO A ESTADOS UNIDOS, SEGÚN ESTADO, TOTAL Y POR RAMAS ELECTRÓNICA Y AUTOMOTRIZ



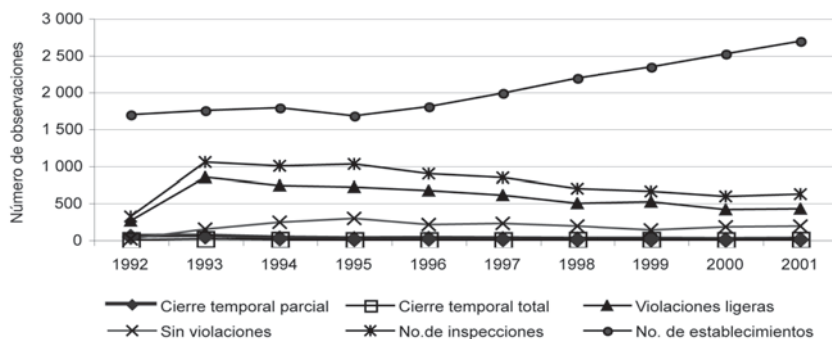
Fuente: Elaboración propia sobre la base de de información de HAZTRACKS (1998) y Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) (2000).

Cuadro 4A
 RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN CINCO ESTADOS
 FRONTERIZOS DE MÉXICO, 1992-2002

Año	Cierre temporal parcial	Cierre temporal total	Violaciones ligeras	Sin violaciones	Total	Número de establecimientos
1992	43	1	259	17	320	1 695
1993	49	15	845	144	1053	1 749
1994	22	4	735	238	999	1 787
1995	13	0	716	293	1022	1 678
1996	17	0	668	208	893	1 805
1997	9	2	608	225	844	1 984
1998	6	3	498	188	695	2 190
1999	7	3	517	134	661	2 340
2000	2	1	412	177	592	2 521
2001	3	6	424	187	620	2 690
Total	171	35	5 682	1 811	7 699	

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002) e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2001).

Gráfico 4A
 RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN CINCO ESTADOS
 FRONTERIZOS DE MÉXICO, 1992- 2002



Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002) e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2001).

Cuadro 5A
RESULTADO DE INSPECCIONES DE INDUSTRIAS DE MAQUILA EN CINCO ESTADOS
FRONTERIZOS DE MÉXICO, 1992-2001

Año	Violaciones serias	Cierre temporal parcial	Porcentaje	Cierre temporal total	Porcentaje
1992	44	43	98	1	2
1993	64	49	77	15	23
1994	26	22	85	4	15
1995	13	13	100	0	0
1996	17	17	100	0	0
1997	11	9	82	2	18
1998	9	6	67	3	33
1999	10	7	70	3	30
2000	3	2	67	1	33
2001	9	3	33	6	67

Fuente: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (Valle, 2002).

Cuadro 6A
RESIDUOS PELIGROSOS REPORTADOS EN TIJUANA, SEGÚN
TIPO Y RÉGIMEN INDUSTRIAL, 1998
(Kilogramos/planta)

Tipo de residuo	Maquiladora		No maquiladora		Total	
	Kilos	Número de plantas	Kilos	Número de plantas	Kilos	Número de plantas
Sólidos	4 516 570	235	2 454 121	86	6 970 691	321
Desechos líquidos	717 524	131	256 723	67	974 247	198
Sedimentos	343 334	34	83 101	7	426 435	41
Desechos de metales pesados	199 203	30	222 304	3	421 507	33
Aceite usado	176 059	54	145 096	40	321 155	94
Solventes	140 552	31	16 580	4	157 132	35
Brea/alquitrán	6 117	2	0	0	6 117	2
Corrosivos	2 902	7	0	0	2 902	7
Total	6 102 261	524	3 177 925	207	9 280 186	731

Fuente: Kathryn Kopinak y Saúl Guzmán García, "Residuos industriales peligrosos en Tijuana y sus proximidades a poblaciones locales", documento presentado a la Conferencia internacional de libre comercio, integración y el futuro de la industria maquiladora, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), /El Colegio de la Frontera Norte, 2000, sobre la base de datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Cuadro 7A
NIVEL DE RIESGO DE RESIDUOS PELIGROSOS SEGÚN TIPO DE RÉGIMEN
INDUSTRIAL, TIJUANA, 2001

Nivel de riesgo	Maquiladora			No maquiladora			Total		
	Número de reportes	Kg	Kg/ reporte	Número de reportes	Kg	Kg/ reporte	Número de reportes	Kg	Kg/ reporte
Mínimo	110	8 721 988	79 291	22	872 538	39 661	132	9 561 432	72 435
Moderado	157	11 499 321	73 244	2	52 381	26 191	159	11 551 702	72 652
Alto	36	1 128 513	31 348	4	21 581	5 395	40	1 150 094	28 752
Muy alto	17	1 326 991	78 058	0	0		17	1 326 991	78 058
Total	320	22 676 813	70 865	28	946 500	33 804	348	23 590 219	67 788

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Kopinak y Guzmán (2000), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Tijuana (Baja California), el Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) de Estados Unidos y la base de datos HAZTRACKS.

Cuadro 8A
COSTOS DE REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA
DATOS DE INDUSTRIA, MAQUILA AGREGADA Y SECTOR DE TORNO, 1982-1990
(Valores nominales)

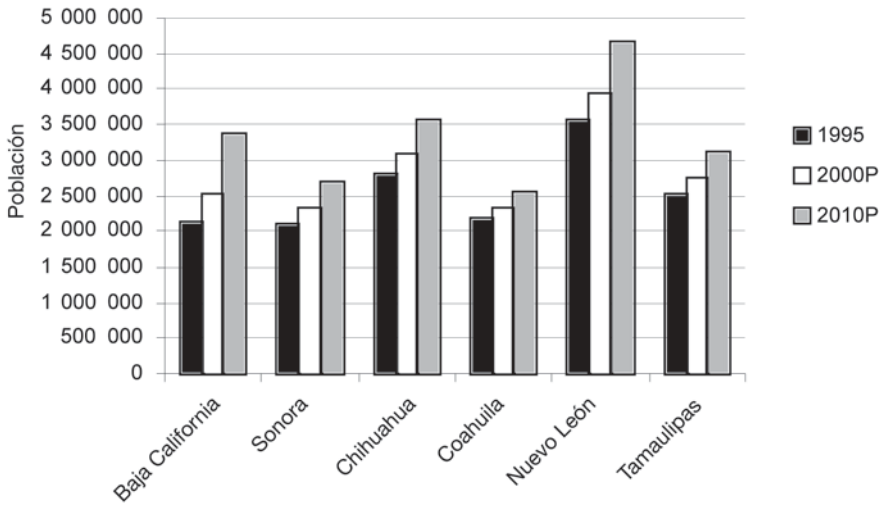
Sector de maquila	Número de empresas		Valor agregado		Costo de reducción de contaminación		Tasa costo reducción contaminación/ valor agregado, 1990	
	1990	Crecimiento (porcentaje) (1982-1990)	1990	Crecimiento (porcentaje) (1982-1990)	1990 ^a	Crecimiento (porcentaje) (1982-1990)	1990	Cambio (porcentaje) 1982-1990
Equipo eléctrico y electrónico ^b	518	132,3	1 354,8	201,7	965,3	163,7	0,7	-12
Equipo de transporte	159	261,4	845,3	503,3	1 627,3	222,4	1,9	-46
Todos los sectores	1 852		9 081,4		11 079,6		1,2	-79

Fuente: Elaboración propia sobre la base de David Molina, "A comment on whether maquiladoras are in Mexico for low wages or to avoid pollution abatement costs", *Journal of Environment and Development*, vol. 2, N° 1, 1993.

^a Sobre la base del "Annual survey on manufacturers pollution abatement capital expenditures and operation costs", Oficina del Censo, Departamento de Comercio de los Estados Unidos.

^b El título exacto es "Ensamblaje de maquinaria, equipo, equipo eléctrico y electrónico, así como material y accesorios eléctricos y electrónicos".

Gráfico 5A
POBLACIÓN POR ESTADOS EN 1995 Y ESTIMACIONES
PARA EL 2000 Y EL 2010



Fuente: Comisión Nacional del Agua (CNA), 1996.

Cuadro 9A
 EMPLEO EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA NACIONAL Y EN LOS CINCO ESTADOS FRONTERIZOS CON PREDOMINIO
 DE ESTA ACTIVIDAD, 1990-2002

Período	Total Nacional	Baja California	Cambio anual	Coahuila de Zaragoza	Cambio anual	Chihuahua	Cambio anual	Sonora	Cambio anual	Tamaulipas	Cambio anual
1990/2001	424 652	80 367		26 964		158 923		39 827		78 570	
1991/2001	431 694	82 618	0,02	32 080	0,19	155 596	-0,02	35 933	-0,10	77 942	-0,01
1992/2001	485 205	90 719	0,12	38 406	0,20	169 971	0,09	37 708	0,05	90 381	0,16
1993/2001	514 988	95 843	0,06	46 986	0,22	173 421	0,02	41 710	0,11	91 058	0,01
1994/2001	546 433	111 728	0,06	47 830	0,02	166 134	-0,04	43 670	0,05	100 027	0,10
1995/2001	611 968	122 685	0,12	51 436	0,08	176 919	0,06	51 728	0,18	115 553	0,16
1996/2001	687 326	142 823	0,16	57 175	0,11	199 709	0,13	55 581	0,07	119 012	0,03
1997/2001	822 036	174 444	0,22	69 235	0,21	231 886	0,16	66 776	0,20	126 429	0,06
1998/2001	958 124	204 338	0,17	85 555	0,24	252 370	0,09	85 615	0,28	142 290	0,13
1999/2001	1 066 177	217 516	0,11	99 759	0,17	275 566	0,09	89 162	0,04	151 413	0,06
2000/2001	1 214 541	255 052	0,14	110 696	0,11	294 946	0,07	104 416	0,17	171 578	0,13
2001/2001	1 310 171	286 232	0,08	115 469	0,04	323 379	0,10	110 306	0,06	180 323	0,05
2001/2002	1 289 799	286 300		110 576		313 738		110 290		178 268	
2001/2003	1 279 361	282 313		109 662		309 538		109 626		178 858	
2001/2004	1 264 383	278 921		110 503		303 702		108 071		178 237	
2001/2005	1 240 840	274 572		108 574		298 405		105 621		174 184	
2001/2006	1 219 379	268 440		108 560		287 130		105 123		173 781	
2001/2007	1 187 525	256 600		106 594		281 993		99 336		170 426	
2001/2008	1 167 183	251 998		107 127		278 631		92 605		173 083	
2001/2009	1 149 073	249 030		108 489		273 574		90 260		170 898	
2001/2010	1 126 120	243 659		107 354		269 820		89 847		164 984	
2001/2011	1 103 535	235 418		104 095		266 734		87 882		164 240	
2001/2012	1 081 526	224 579		102 683		264 035		83 725		162 317	
2002/2001	1 071 710	220 202	-0,18	102 801	-0,11	268 645	-0,17	78 748	-0,29	161 139	-0,11
2002/2002	1 060 481	218 255		105 358		266 716		77 291		162 334	

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 2002.

Capítulo II

Desempeño ambiental y evolución productiva en la industria maquiladora de exportación

Jorge Carrillo, Humberto García y Redi Gomis

Introducción

Algunas de las principales críticas formuladas al modelo de industrialización basado en el establecimiento de plantas maquiladoras en el norte de México han sido su escasa vinculación con el tejido productivo local, la utilización de procesos con alta densidad de mano de obra que limitan el desarrollo tecnológico y sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Sin embargo, en diversos trabajos realizados durante los últimos años se ha mostrado una senda evolutiva que, si bien no nulifica las críticas a la maquila, pone de manifiesto la heterogeneidad productiva de las plantas maquiladoras y la existencia de trayectorias diferenciadas en términos productivos (Gerber, 2001), tecnológico-laborales (Carrillo y Hualde, 1997; Carrillo y Lara 2004), ambientales (García Jiménez, 1999, 2002) y de seguridad en el trabajo (COLEF, 2001; Carrillo y García Jiménez, 2003).

La relación entre evolución industrial y desempeño ambiental en la industria maquiladora prácticamente no se ha investigado. Si bien en el desempeño ambiental ha incidido positivamente, por una parte, la entrada

de las normas ISO 9000 y, en particular, las ISO 14000 y, por la otra, las transformaciones productivas y tecnológicas que han permitido un mejoramiento de la organización y de los recursos humanos (Buitelar y Padilla, 1999; Carrillo, Mortimore y Alonso, 1999), la vinculación entre estos dos procesos no ha sido estudiada. El objetivo principal de este trabajo es, por tanto, mostrar la relación entre escalamiento industrial y desempeño ambiental.

Las maquiladoras se encuentran actualmente en la más crítica encrucijada de su historia: mientras las empresas son cada más competitivas a nivel de planta, la industria de maquila mexicana –como sector– pierde competitividad (Carrillo y Gomis, 2003). Más aún, la heterogeneidad de las empresas maquiladoras y la amplia diferenciación de sus niveles permiten afirmar que no están uniformemente preparadas para enfrentar los nuevos retos de la globalización (Gerber y Carrillo, 2002 y 2003), disparidad que va incluso más allá de las trayectorias regionales tan disímiles entre las maquiladoras fronterizas del norte y del sur (De la O y Quintero, 2002). En este sentido, generar un conocimiento más específico sobre la tipología de estos establecimientos y su desempeño ambiental ayudará a determinar los límites y alcances tanto de las maquiladoras como de los territorios en los que se asientan.

La idea central de este documento es analizar la relación entre el desempeño ambiental de las empresas maquiladoras y las capacidades y competencias alcanzadas como parte de su evolución productiva. Se busca responder a tres preguntas básicas: ¿cuáles son las características principales asociadas a las políticas ambientales en las empresas maquiladoras? ¿cuál es su nivel de desempeño ambiental? ¿hay correspondencia entre su desempeño ambiental y su evolución productiva? La hipótesis de trabajo formulada se basa en observaciones y hallazgos que son producto de una investigación precedente (García Jiménez, 1999, 2002), cuyos resultados sugieren que la capacidad y la necesidad de implementar medidas de protección ambiental se vincula al nivel de evolución manufacturera de las maquiladoras. De acuerdo con esto, aquí se plantea que a un mayor nivel de evolución productiva debería corresponder un mejor desempeño en términos de protección ambiental.

Este planteamiento no pretende establecer la existencia de una relación causa-efecto mecánica en el desempeño ambiental ya que, desde la perspectiva de los autores, este es producto de un proceso de articulación entre diferentes niveles, en el que cada uno contribuye parcialmente a determinar la conducta ambiental de las filiales extranjeras; en este proceso, los alcances de cada nivel se expresan a la luz de contextos productivos particulares. Este planteamiento permite enriquecer el marco de las decisiones ambientales sugeridas por el modelo hipotético que aquí se presenta.

Así, la trayectoria del comportamiento ambiental y su medida en términos de desempeño son el resultado de la articulación de los contextos macro, meso y micro, que difieren en sus alcances respecto del comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras. De manera que en la dinámica entre desempeño ambiental y evolución productiva también se considerará el vínculo entre las megatendencias productivas y ambientales (nivel global),¹ la transferencia productiva y ambiental hacia las maquiladoras y la aplicación de la regulación ambiental (nivel mesoglobal)² y, por último, el tipo de aglomeración industrial en relación con la aplicación normativa a nivel local. Todos estos niveles se refieren a la dotación de capacidades y competencias que, se supone, mejoran cuantitativa y cualitativamente el comportamiento ambiental de las plantas de maquila.

Si se entiende el desempeño ambiental como una medida del comportamiento ambiental³ de las plantas visitadas, tomando como base los recursos humanos y económicos que estas destinan a la protección ambiental, según la hipótesis aquí planteada a un mayor nivel de evolución productiva deberían corresponder más y mejores recursos humanos y económicos para la protección ambiental. Esto podría estar condicionado por la forma en que se articulan los niveles descritos anteriormente, lo que enriquece el contexto en el cual las plantas visitadas toman sus decisiones ambientales.

Aunque para este trabajo no fue posible recabar información detallada y suficiente sobre cada uno de los tres niveles ya mencionados, la encuesta realizada a gerentes y personal especializado de empresas maquila-

¹ Este nivel se refiere a las nuevas condiciones de la competitividad internacional y a la protección ambiental como un requisito emergente entre dichas exigencias competitivas. Se trata, concretamente, de las tendencias mundiales en cuanto a calidad y gestión ambiental, expresadas en la difusión de las certificaciones Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) y en la adopción de elementos identificados con el modelo de producción aplicado en Japón.

² Aquí el desempeño ambiental estaría asociado a dos condiciones: por un lado, los requerimientos operativos impuestos a la filial desde la casa matriz, tales como la existencia en esta última de una política ambiental explícita que sus filiales deban aplicar obligatoriamente y, por el otro, la capacidad de los organismos gubernamentales para vigilar y hacer cumplir la normativa, así como la cooperación de las empresas con dichos organismos.

³ Se puede definir el comportamiento ambiental como las políticas que ponen en práctica las empresas en función de las exigencias externas e internas en materia de protección ambiental, las cuales inciden en su propia estructura operacional. Las firmas deben responder a los requerimientos tanto externos (provenientes de las casas matrices y del mercado de su producto), como internos (derivados de la normativa gubernamental). En función de dichas exigencias, cada planta destina cierto nivel de recursos humanos y económicos para satisfacerlas, lleva a cabo acciones preventivas, enfrenta dificultades específicas y se relaciona con otras instituciones.

doras (COLEF, 2002), así como las entrevistas y visitas guiadas a diversas plantas, han permitido acercarse a una visión más amplia del desempeño ambiental de las maquiladoras en el norte de México (véase el anexo 1).

De acuerdo con lo expresado anteriormente, en la primera sección se presentan los resultados previos de la investigación sobre el impacto de las maquiladoras y el medio ambiente, en los que se destaca su relación con la evolución de las capacidades de estas empresas. Se exponen también el contexto global, mesoglobal y local en los cuales se inscribe el comportamiento ambiental de las plantas visitadas. La segunda sección está dedicada a la descripción de la metodología utilizada en el estudio. En la siguiente, que es la más extensa y por ello se ha dividido en cuatro apartados, se examinan los resultados de la investigación. En primer lugar, se reseña brevemente la base socio-técnica de las empresas encuestadas. Luego se muestra el comportamiento ambiental de las maquiladoras en función de las características de las exigencias corporativas, la gestión administrativa y las acciones preventivas en materia de protección ambiental. En el tercer apartado se aborda el tema del comportamiento ambiental, principalmente en los aspectos relacionados con la política ambiental corporativa, las certificaciones internacionales, los recursos destinados a la protección ambiental y la cooperación de las plantas maquiladoras con instituciones locales. La sección se cierra con un análisis del desempeño ambiental en relación con la evolución productiva de las plantas, poniendo particular énfasis en la correspondencia entre variables ambientales que denotan capacidades y los tipos y generaciones de maquiladoras; para ello se expone previamente la categorización de las empresas que se encontraron, así como la metodología desarrollada (COLEF, 2002). Finalmente, en la cuarta y última sección se presentan las conclusiones.

A. Comportamiento ambiental de las empresas maquiladoras

1. El comportamiento ambiental desde una perspectiva analítica

El estudio del comportamiento ambiental⁴ de las empresas se originó en una preocupación por entender los procesos mediante los cuales los agentes adoptan nuevas actitudes frente al medio ambiente (Domínguez, 1998; Brown, 1998). Se ha explorado la naturaleza de los incentivos econó-

⁴ El comportamiento ambiental también puede entenderse como el conjunto de acciones que llevan a cabo los agentes productivos para el cuidado del medio ambiente. Entre ellas figura la aplicación de tecnologías ambientales para controlar y prevenir la contaminación generada por su actividad.

micos necesarios para que las empresas asuman un comportamiento productivo favorable a la protección ambiental (Mercado, 1995; Paz, 1996). En esas investigaciones, la explicación del comportamiento de los agentes económicos se basa en la supuesta existencia de información perfecta acerca del conjunto de opciones que tienen a su alcance y su orientación racional hace posible que elijan aquellas que maximizan su utilidad marginal.

En estos trabajos, los supuestos de “racionalidad ilimitada” e “información perfecta” como parámetros que orientan las decisiones de los agentes económicos, son criticados al menos en cuatro de sus implicaciones con respecto a la naturaleza del comportamiento ambiental: i) la percepción de los agentes es ahistórica; ii) existe una homogeneización de las posibilidades de elección racional, lo cual implica igualdad de acceso al mercado; iii) lo anterior limita el papel de las instituciones, al no considerar su influencia sobre el comportamiento ambiental de los agentes económicos y, iv) los procesos de aprendizaje dentro de las empresas son una variable dada. Así, la empresa se integra al análisis como un ente abstracto, cuyo funcionamiento es observado como una “caja negra” y dentro del cual no existen interacciones (Nelson y Winter, 1982; Dosi y Malerba, 1996; Magnusson y Ottoson, 1997).

Al supuesto de racionalización ilimitada se contraponen otra forma de conceptualizar el comportamiento ambiental: este consiste en observar a la empresa como un agente económico con información imperfecta respecto del conjunto de opciones posibles, que actúa sobre la base de una racionalidad limitada a su ámbito de operación (Nelson y Winter, 1982; Dosi y Malerba, 1996). Este enfoque permite visualizar las plantas maquiladoras como lugares de aprendizaje y de organización social para la construcción de rutinas y procedimientos de protección ambiental.

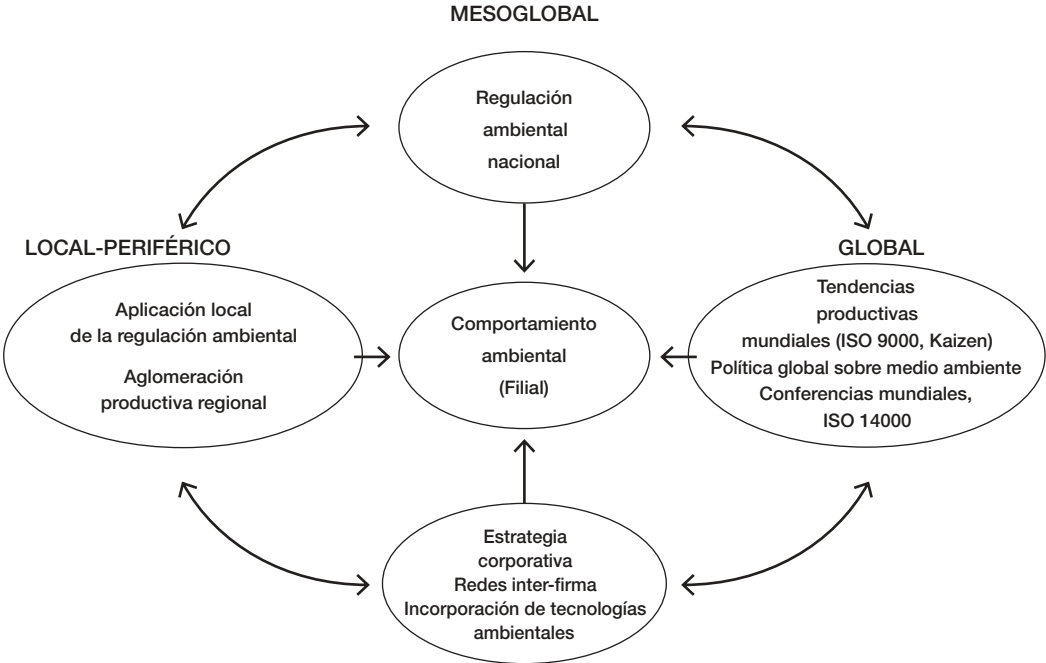
Esta propuesta entraña, entre otras implicaciones, la observación de los mecanismos internos de articulación socio-organizacional⁵ establecidos en el interior de las unidades productivas. Aquí, la “racionalidad limitada” y la “información imperfecta” permiten entender el comportamiento ambiental de las maquiladoras bajo los siguientes supuestos: i) cualquier actividad cuyo objetivo sea la protección ambiental tiene un costo económico externo a los gastos normales de una empresa y ii) los actores económicos (en este caso los gerentes de planta, de producción y de medio ambiente) deciden en función de una racionalidad limitada, marco en el

⁵ Por contexto socio-organizacional se entiende aquí el conjunto de condiciones de organización social que influyen en el comportamiento de los agentes económicos.

⁶ Esto se refiere, en especial, al tipo de relación que las empresas filiales establecen con sus principales clientes o con su casa matriz. En este trabajo, dichas relaciones se caracterizan sobre la base de lo que se conoce como “generaciones” productivas de empresas maquiladoras.

cual el aprendizaje, la naturaleza de su relación con su red corporativa⁶ y la reglamentación vigente son elementos que guían su comportamiento ambiental. Visto así, el comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras es el resultado de la articulación de diferentes dimensiones socio-espaciales dentro de cada empresa. Cada dimensión representa un intento por clasificar los factores que influyen sobre dicho comportamiento; se han denominado aquí “socio-espaciales” porque cada una de ellas es el producto de procesos de construcción social, territorialmente localizados. Así, el desenvolvimiento del comportamiento ambiental y la medida de su desempeño son el resultado de la articulación de contextos macro, meso y micro, cuyos alcances en cuanto al comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras difieren en magnitud (véase el esquema 1).

Esquema 1
 NIVELES DE DETERMINACIÓN SOCIOESPACIAL EN EL COMPORTAMIENTO AMBIENTAL DE LAS FILIALES DE EMPRESAS TRANSNACIONALES



Fuente: García Jiménez (1999)

En el esquema 1, las relaciones causales en cada nivel socio-espacial y sus efectos son vistos más como posibles que como determinantes; es decir, sus implicaciones pueden ser alteradas debido a la existencia de otras posibles relaciones en el contexto particular del fenómeno (Massey, 1984). En este sentido, el comportamiento ambiental es producto de un proceso de articulación de niveles, en el que cada uno contribuye parcialmente a la conducta ambiental de las filiales extranjeras; en este proceso, los alcances de cada nivel se expresan a la luz de contextos productivos particulares. Lo anterior permite evitar el establecimiento de relaciones causales mecánicas para explicar la dinámica del comportamiento ambiental, además de situar la exposición que sigue en la conjunción entre las megatendencias productivas y ambientales (nivel global), la transferencia productiva y ambiental hacia las maquiladoras y la aplicación de la regulación ambiental (nivel mesoglobal) y, por último, el tipo de aglomeración industrial en relación con la aplicación de la normativa a nivel local.

Los autores consideran útil este planteamiento por dos razones: en primer lugar, porque permite observar el comportamiento ambiental de empresas con encadenamientos globales que trascienden el ámbito local y sujetas a procesos de transferencia productiva desde sus plantas matrices; en segundo lugar, porque enriquece el contexto de las decisiones productivas y ambientales sugeridas por el modelo hipotético presentado, según el cual el desempeño ambiental de las maquiladoras está asociado a las capacidades y competencias logradas como parte de su evolución productiva.

2. Nivel global: las megatendencias productivas y ambientales

En un entorno de mercado donde los factores competitivos se sustentan menos en la dotación de recursos naturales y más en la calidad, la respuesta rápida a las necesidades del cliente y la creación de nuevas redes de distribución (Dahlman, 1996), algunas corporaciones han iniciado procesos deliberados de reconfiguración estructural con la finalidad de adaptarse al dinamismo de las nuevas condiciones del mercado.

Al amparo de estas megatendencias productivas, el reconocimiento de un creciente deterioro ambiental por parte de la comunidad mundial ha suscitado un intenso debate que se centra en la lógica del desenvolvimiento económico, marco en el que el daño ambiental es considerado como una externalidad originada por la dinámica producción-consumo. De ello ha derivado una aparente contradicción entre elevar los niveles de competitividad internacional o mejorar el desempeño ambiental de las empresas (Walley y Whitehead, 1994; Jaffe, 1995; Hart, 1997). No obstante, el problema de la disposición de los residuos contaminantes que resultan de un uso ineficiente de los factores de producción, junto con la existencia de

barreras comerciales fundadas en principios de manejo ambiental, están propiciando una creciente consideración de la protección ambiental como un factor de competitividad internacional (Constantino, 1996).

Así, al paradigma de la calidad total (asociado a las nuevas formas de organización productiva del sistema aplicado en Japón) empieza a agregarse la dimensión de la seguridad y la calidad ambientales (Porter y van der Linde, 1995). En esta perspectiva, los aspectos relativos a la protección del medio ambiente comienzan a formar parte de las estrategias de reestructuración corporativa (Leonard, 1988; den Hond, 1996; Dobilas y MacPherson, 1997).⁷

3. Nivel mesoglobal: entre la transferencia productiva y la normativa nacional

a) La relación productiva matriz-subsidiaria

Las empresas filiales transnacionales, como parte de redes corporativas globales, no escapan a estas megatendencias productivas y ambientales. De hecho, la búsqueda de economías de escala y de alcance está inscrita en una lógica que apunta a disminuir costos vía el aprovechamiento de factores regionales en la ubicación de actividades productivas. Por lo tanto, estas tendencias globales son transmitidas desde la corporación hacia sus filiales con la finalidad de adaptar el funcionamiento productivo de estas a sus estrategias competitivas globales (Ferdow, 1997).

En este proceso de transferencia se articulan dos elementos: por un lado, las formas en que las corporaciones definen, organizan y conducen sus estrategias a nivel mundial (Malnight, 1996; Ferdow, 1997) y, por el otro, la evolución de las competencias productivas de los agentes locales (gerentes, ingenieros, técnicos y operadores de producción) para adaptar las funciones transferidas (Kogut y Zander, 1993; Birkinshaw y Hood, 1998).

De acuerdo con lo anterior, la actividad productiva de las filiales transnacionales es producto de la imbricación entre los imperativos impuestos por las agentes globales (red corporativa) y la forma en que los asimilan los agentes locales (Massey, 1984). Esto supone la existencia de procesos de aprendizaje en el interior de las plantas con el fin de crear las rutinas y procedimientos necesarios para responder a los requerimientos técnicos y de organización impuestos por las corporaciones (Dosi y Maren-

⁷ El establecimiento de estándares internacionales sobre protección ambiental, que surge como parte de la respuesta a esta preocupación, tiene por finalidad "homologar los procesos productivos con respecto a sus efectos sobre el medio ambiente" (Constantino, 1996). Es el caso de la iniciativa ISO 14000, la British Standard 7750 y la Canadian Standards Association que, aun siendo guías voluntarias de manejo ambiental, comienzan a constituirse en garantías de una mejor gestión de los asuntos ambientales.

go, 1994; Dosi y Malerba, 1996).

b) La regulación en el comportamiento ambiental

En vista de que el medio ambiente ha sido considerado como una variable exógena al funcionamiento de las maquiladoras, los incentivos para modificar el comportamiento ambiental de las plantas no han provenido directamente del mercado. Esto es atribuible a que, en un primer momento, el contexto productivo de las empresas no promovió la protección ambiental, y también a que la elección de las unidades locales de producción se guía por un criterio de maximización de ganancias, bajo el cual el uso de los recursos no refleja necesariamente el interés social que, en este caso, es el interés ambiental. En este sentido, la introducción del cuidado ambiental en el esquema operativo de las maquiladoras ha sido el resultado de la presión ejercida por la regulación ambiental (Kemp, 1993; Skea, 1995). Sin duda alguna, este proceso ha estado condicionado por las características de la aplicación y el cumplimiento de la normativa ambiental. La aplicación comprende las actividades de seguimiento, monitoreo e inspección en relación con la normativa llevadas a cabo por los organismos gubernamentales competentes, mientras que el cumplimiento se refiere al acatamiento y ejecución de la normativa por parte de las plantas maquiladoras.⁸

En México, el fortalecimiento institucional y del aparato jurídico-normativo para la protección ambiental se inició con las gestiones preparatorias de la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con Estados Unidos y Canadá, a comienzos de los años noventa. El ofrecimiento de garantías por parte de México en el sentido de que se contaba con un marco regulatorio adecuado para vigilar el comportamiento ambiental de las empresas sirvió para contrarrestar la idea (sostenida principalmente por los sectores opuestos a dicho acuerdo) de que, con el libre comercio, el país se convertiría en el paraíso de las industrias transnacionales, que en sus países de origen no podían contaminar en exceso porque existían marcos regulatorios rigurosos de protección ambiental.

A pesar de este esfuerzo institucional, las limitaciones presupuestarias y el acelerado crecimiento de la industria maquiladora han rebasado las capacidades del personal de gobierno encargado de velar por el cumplimiento de la reglamentación. Además, los excesivos trámites burocráticos y la complejidad técnica de algunas normas limitan la posibilidad de realizar una inspección en profundidad de cada establecimiento. Como resultado, el compor-

⁸ Un elemento asociado directamente con el cumplimiento de la normativa en las empresas maquiladoras se relaciona con la complejidad de los requerimientos técnicos y administrativos que supone la ejecución de las normas. En este caso, la claridad de su contenido y el grado en que brindan protección "real" al medio ambiente resultan elementos clave para facilitar su cumplimiento.

tamiento ambiental de las empresas es más reactivo que proactivo, es decir, perciben la protección ambiental sólo como un requisito al que se debe dar cumplimiento y, consiguientemente, más como un costo obligado que como una oportunidad de ahorro y, por ende, de negocios.⁹

De esta manera, las características institucionales que determinan el contexto de aplicación de la normativa han sido: i) el empleo de instrumentos de comando y control; ii) la falta de incentivos financieros; iii) la ausencia de recursos humanos capacitados y suficientes para dar seguimiento a las obligaciones ambientales, y iv) la deficiente estructura de sanciones por incumplimiento de la normativa ambiental, la cual es relativamente permisiva debido a la incapacidad de los organismos gubernamentales para monitorear el comportamiento ambiental de las empresas (Constantino, 1996)

Para enfrentar esta problemática, en los últimos años la política ambiental aplicada por el gobierno de México a los establecimientos industriales se ha centrado en la promoción de programas que privilegian la autogestión, la inspección orientada a apoyar el cumplimiento normativo y la simplificación administrativa para agilizar los trámites burocráticos. En general, esta política ha sido el producto de una tendencia que apunta a que los particulares vigilen su propio comportamiento, dadas las limitaciones gubernamentales para aplicar la normativa.¹⁰ Implícitamente, esto ha promovido una radical transformación de las funciones de las entidades de gobierno, que de “sancionadoras *per se*” pasaron a ser “entidades con servicios de asesoría para facilitar el cumplimiento de las normas”.

⁹ Al respecto interesa comentar que el establecimiento de medidas de comando y control ha propiciado condiciones que hacen que las empresas privilegien la estrategia de corregir externalidades en lugar de la opción de evitarlas. De esta manera, según una lógica de costos, se recurre al uso de tecnologías de control bajo la premisa de que es más barato adaptar el proceso productivo para disminuir la contaminación (actividades de control) que cambiar el sistema de producción (actividades de prevención).

¹⁰ Esta tendencia observada en el marco institucional también es producto de la propensión a confiar en los agentes del mercado, sin que intervenga la regulación gubernamental. En este documento el tema se asocia a la adopción por parte de las empresas de sistemas de gestión ambiental compatibilizados con sus sistemas de calidad (descritos en el nivel global). Sin embargo, la tendencia no es muy clara debido a la desconfianza de las entidades gubernamentales con respecto al cumplimiento de las normas en plantas certificadas en ambos sistemas de gestión (series ISO 9000 y 14000). Para una discusión más amplia del tema, véase Carrillo y García (2002).

4. Nivel local: tipos de aglomeración productiva

Desde mediados de la década de 1980, en los estudios sobre la industria maquiladora de exportación se ha documentado la existencia de empresas con diferentes dinámicas de operación, desde ensambladoras con bajos niveles tecnológicos y uso de mano de obra barata en sus procesos, hasta unidades productivas que incorporan maquinaria automatizada, mano de obra calificada y las mejores prácticas de organización disponibles (González-Aréchiga y Ramírez, 1990; Palomares y Mertenés, 1985). En estudios posteriores se destaca que se han identificado al menos dos formas de funcionamiento productivo que, en términos generales, muestran un cambio cualitativo en cuanto a sus niveles tecnológicos (Brown y Domínguez, 1989), modelos productivos (Wilson, 1992), formas de organización del trabajo (Carrillo y Ramírez, 1990) y niveles de aprendizaje industrial (Alonso y Carrillo, 1996).

De acuerdo con este planteamiento, se han establecido periodos de referencia en los cuales tiende a predominar cierto tipo de empresas que, según los estudios citados, van desde ensambladoras hasta manufactureras. En términos generales, estas investigaciones han ubicado los años de referencia para las actividades de ensamble entre 1965 y 1982 y para las de manufactura, entre 1983 y 1994.¹¹

Como empresas filiales transnacionales, cada modalidad supone formas diferenciadas de organización de la producción que inciden en el desenvolvimiento productivo de cada empresa. Así, los condicionamientos productivos de la red corporativa en la que se inscribe la acción de las filiales constituyen espacios de operación productiva, en los que existe una imbricación entre los imperativos impuestos por las entidades globales y la forma en que los asimilan las unidades locales (Massey, 1984). Como parte de estos condicionamientos productivos, en algunas empresas se observa que deben cumplir requerimientos ambientales en la fabricación de su principal producto, lo cual constituye una manera de impulsar desde las casas matrices la incorporación de ciertos principios de comportamiento ambiental. En el caso de Tijuana, estos requerimientos se expresan más notoriamente en la industria electrónica, donde varias empresas filiales transnacionales se encuentran en proceso de obtener la certificación ambiental ISO 14000.

¹¹ Dentro de este último grupo, la industria electrónica es una de aquellas en las que abundan las empresas de este tipo. Por sus características productivas (como introducción de tecnologías automatizadas y nuevas formas de organización, incremento de las actividades de proceso), estas empresas se ubican entre las que predominan en el sector maquilador manufacturero.

B. Metodología

La información utilizada en este trabajo se obtuvo a partir de una encuesta a plantas maquiladoras, diseñada y administrada por un equipo de investigadores de El Colegio de la Frontera Norte (COLEF, 2002). El principal objetivo de esta encuesta era generar información sobre las maquiladoras, sus características generales (económicas, productivas, tecnológicas, de organización, ambientales y laborales), las formas en que se transfiere tecnología y conocimiento al personal empleado y a los proveedores, así como sobre su relación con el entorno institucional. El cuestionario utilizado tiene una sección dedicada especialmente al medio ambiente (véanse los anexos 1 y 2).

Originalmente, la encuesta tuvo por propósito aplicar el cuestionario a la totalidad de los establecimientos de maquila activos en las ramas electrónica y de piezas y partes de vehículos en Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez. En la práctica, se aplicó un total de 297 cuestionarios, durante cinco meses del 2002, a empresas maquiladoras electrónicas y automotrices, así como a diversos proveedores. Se incluyó asimismo una importante empresa de servicios que atiende tanto a estas dos ramas como al resto del sector. La muestra, por consiguiente, fue de 298 casos. Su distribución final se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1
ESTABLECIMIENTOS DE MAQUILA ENTREVISTADOS

	Tijuana	Mexicali	Ciudad Juárez	Total
Electrónica	107	41	58	206
Piezas y partes de vehículos	19	12	60	91
Total	126	53	118	297

Fuente: Colegio de la Frontera Norte COLEF, "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México", Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

La muestra comprende el 76% del conjunto de establecimientos activos en el momento en que se realizó la encuesta (82% de 220 plantas en Tijuana y Mexicali; 69% de 172 plantas en Ciudad Juárez). La tasa de rechazo fue del 18% en el caso de Baja California y del 31% en el de Ciudad Juárez.

En este sentido, la principal fortaleza de esta encuesta es que prácticamente constituye un censo de plantas en estas dos ramas y en las tres ciudades consideradas. Además, el cuestionario abarca distintos aspectos de las empresas y su aplicación tomó dos horas en promedio en cada planta (por lo que en muchas ocasiones hubo que regresar para completarlo). Otro de los elementos destacables es que se entrevistó a personas que ocupaban puestos de alto nivel (60% eran gerentes, directores o dueños y el 40% restante, contadores, jefes, supervisores y asistentes de gerencias), lo cual significa que se cuenta con información precisa y veraz, así como con opiniones calificadas.

Finalmente, cabe señalar que esta encuesta consta de cuatro fases: i) elaboración de directorios de empresas (maquiladoras y de proveedores); ii) preparación de instrumentos de captación de información y de apoyo (cuestionario, manuales, tarjetas de apoyo, tríptico y cartas); iii) estrategia de levantamiento (contratación de personal con experiencia, capacitación y supervisión), y iv) estrategia de difusión y análisis (publicaciones, informes (véase la página del proyecto en Internet, www.maquiladoras.info)).

C. Resultados de la investigación. La heterogeneidad del comportamiento y el desempeño ambientales

1. Hallazgos de investigaciones precedentes

A partir de mediados de la década de 1980 se inició en las maquiladoras un proceso de cambio tecnológico, de organización y laboral, conocido como de modernización (Palomares y Mertens, 1985), a raíz del cual se empezó a distinguir entre plantas maquiladoras de distinto nivel: viejas y nuevas (Gereffi, 1991), tradicionales y posfordistas (Wilson, 1992). A comienzos de los años noventa una encuesta estadísticamente representativa de plantas maquiladoras correspondientes a las ramas electrónica, automotriz y del vestuario, localizadas en Tijuana, Ciudad Juárez y Monterrey, reveló que cerca del 20% de estas empresas contaba con tecnología avanzada, una organización compleja y personal con alta calificación, es decir, eran lo que hoy se conoce como empresas de segunda generación¹² (Carrillo y Ramírez, 1990). Según evidencias más recientes, desde fines de la década de 1990 las principales ramas de la industria maquiladora muestran un proceso de escalamiento.¹³ Tal es el caso de la electrónica (Barajas, 2000; Contreras, 2000; Lara, 2000; Carrillo y Hualde, 2002; Hualde, 2001), la de piezas y partes de vehículos (Carrillo y Miker, 2001) y la del vestuario

¹² El 80% restante correspondía a empresas de primera generación.

¹³ Conocido en la literatura anglosajona como *industrial upgrading* (Gereffi, 1999).

(Bair y Gereffi, 2001), en las que resaltan las trayectorias de aprendizaje de las grandes firmas, así como de los individuos y grupos ocupacionales que estas ramas emplean.

En 1995, Carrillo y Hualde elaboraron el concepto de las tres generaciones de maquiladoras (Carrillo y Hualde, 1997) para dar cuenta de la existencia de diferentes tipos de empresa según sus niveles de uso de mano de obra, tecnología y organización. Sin embargo, pese a que diversos autores han utilizado este concepto (Arturo Lara, Gabriela Dutrénit, John Sargent, Gary Gereffi, Jim Gerber, Oscar Contreras, John Christman, Alexandre Vera-Cruz), al igual que actores locales Consejo Nacional de la Industria Maquiladora de Exportación (CNIME), Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones e Informática (CANIETI) y organismos internacionales (CEPAL), y también a que se ha destacado la importancia de medir la magnitud de dichas generaciones, esto nunca no se ha intentado formalmente. Gerber y Carrillo (2002 y 2003), sobre la base de la encuesta aquí utilizada, determinan, por vez primera, que probablemente las maquiladoras de tercera generación representan entre el 25% y el 35% de la muestra de empresas de Baja California, y también de las dedicadas a la electrónica.

Por *generación* se entiende una categoría ideal de empresas con un cierto nivel socio-técnico y con tendencia a predominar durante un período específico en el segmento líder de las empresas. El concepto reconoce la coexistencia en el tiempo de empresas de distinta generación. En el recuadro 1 se describen brevemente las tres generaciones de maquiladoras.

La medición de las generaciones de maquiladoras tiene importancia en varios sentidos: como un elemento que informa sobre el nivel alcanzado por las empresas y su alcance (Símil, 2002); para determinar cuán bien preparadas están las plantas para enfrentar los retos de la competitividad (Gerber y Carrillo, 2002); para establecer los niveles de capacidad en cuanto a tecnología, innovación y aprendizaje (Dutrénit y Vera-Cruz, 2004, 2002), y para la toma de decisiones de política (Carrillo, 2002; FUMEC, 2000; Producen, 2002). Como se verá más adelante, el concepto de las distintas generaciones de empresas también ayuda a comprender el desempeño ambiental de las maquiladoras.

Antes de presentar los resultados en cuanto a desempeño ambiental, tipos y generaciones de empresas, se expone a continuación el contenido de los siguientes cuatro apartados, a fin de ilustrar de mejor manera el comportamiento y desempeño ambientales de las maquiladoras. En el primero se describe la base socio-técnica de las empresas estudiadas; en el segundo, el comportamiento ambiental en función de sus políticas; luego se evalúa el desempeño ambiental y los tipos y generaciones de empresas y, en el último, se analiza la relación entre desempeño ambiental y evolución productiva de las plantas maquiladoras incluidas en la investigación.

Recuadro 1 TRES GENERACIONES DE EMPRESAS MAQUILADORAS

1. Empresas de primera generación

Plantas extranjeras de ensamble tradicional, desvinculadas productivamente de la industria nacional; caracterizadas por su escaso nivel tecnológico y su gran dependencia respecto de las decisiones que tomen sus casas matrices y clientes principales; su rasgo central es que se basan en trabajo manual intensivo, realizado por mujeres jóvenes, con puestos de trabajos rígidos y actividades repetitivas y monótonas. Sus fuentes de competitividad son los bajos salarios relativos y la intensificación del trabajo. Período de referencia: 1965-1981, desde el inicio del Programa de Industrialización Fronteriza hasta un año antes de la crisis económica (Carrillo y Hualde, 1997). Estas empresas son dirigidas por gerentes extranjeros (Dutrenit y Vera-Cruz, 2002, 2004). En sus operaciones predomina la rama de la confección, con una incipiente presencia de firmas electrónicas establecidas en parques industriales (Christman, 2003).

2. Empresas de segunda generación

Plantas con mayor diversidad en cuanto a origen del capital, orientadas a la manufactura; muestran un desarrollo incipiente de proveedores cercanos de insumos y servicios directos e indirectos; su nivel tecnológico y de automatización es mayor; también se distinguen por un gradual, aunque tímido, proceso de autonomía respecto de las decisiones de sus casas matrices y, lo que resulta central, por un amplio movimiento de racionalización de la producción y del trabajo (Carrillo y Hualde, 1997). Se incorporan a la producción más hombres, trabajadores calificados, técnicos e ingenieros. Los obreros laboran en equipos de trabajo bajo esquemas de flexibilidad funcional (mayor responsabilidad, compromiso y participación) (Carrillo y Hualde, 1997). Las nuevas actividades de los ingenieros permiten acumular conocimientos y las carreras profesionales locales y regionales comienzan a consolidarse (Hualde, 2001). La preocupación central es mejorar los estándares de calidad y reducir los tiempos de entrega y de repetición de trabajo, los retrasos, los tiempos muertos y los inventarios. Los programas de capacitación y empleo de personal calificado se intensifican. Los factores de competitividad están dados por la combinación de calidad, tiempo de entrega, costos unitarios y flexibilidad laboral. Son empresas capaces de dar respuesta rápida a las crecientes fluctuaciones de la demanda. Período de referencia: 1982-1994, desde el inicio del movimiento en favor de la calidad hasta el establecimiento del TLCAN (Carrillo y Hualde, 1997). Las gerencias comienzan a ser progresivamente presididas por personal mexicano (Dutrenit y Vera-Cruz, 2002, 2004). Hay un notable incremento de empresas electrónicas, eléctricas y automotrices en la frontera y en el interior de los estados del norte de México (Christman, 2003).

(continúa)

Recuadro 1 (conclusión)

3. Empresas de tercera generación

Plantas con mayor presencia de corporaciones transnacionales, orientadas al diseño, investigación y desarrollo (Carrillo y Hualde, 1997). Se impulsa la integración vertical intra-firma (o tipo *kereitzu*) e inter-firma (vínculos con proveedores nacionales y comercio inter-maquila) (Koido, 2003). Las aglomeraciones (*clusters*) están formados por centros técnicos, plantas de ensamble, proveedores de componentes, proveedores indirectos, como talleres de maquinado o de inyección de plástico, y proveedores de servicios (Carrillo y Hualde, 2002). Muestran un mayor nivel tecnológico y de desarrollo de prototipos, así como un aumento sustantivo de su autonomía en la toma de decisiones (Dutrénit y Vera-Cruz, 2002, 2004). El punto central es el trabajo altamente calificado de ingenieros y técnicos especializados, con altos grados de responsabilidad y discreción, en el que se privilegia el conocimiento y la creatividad tanto en el diseño como en la facilidad de la manufactura. El trabajo consiste en la elaboración y ejecución de proyectos, para lo cual se constituyen equipos de ingenieros con un soporte técnico. Período de referencia: 1995-2000, desde el inicio del TLCAN. Su competitividad se sustenta en la reducción del tiempo que toman los proyectos, los menores costos de operación y la rapidez con que se posibilita la manufactura. En otras palabras, basan su competitividad en la capacidad de ingeniería y tecnología, los salarios relativos del personal calificado y la comunicación y cercanía con las plantas de ensamble y manufactura (Carrillo y Hualde, 1997). La alta gerencia se mexicaniza (Dutrénit y Vera-Cruz, 2002), aunque se trata más bien de una combinación de extranjeros y nacionales.

Fuente: Carrillo Jorge y Arturo Lara (2004)

2. Las características socio-técnicas de las empresas de maquila

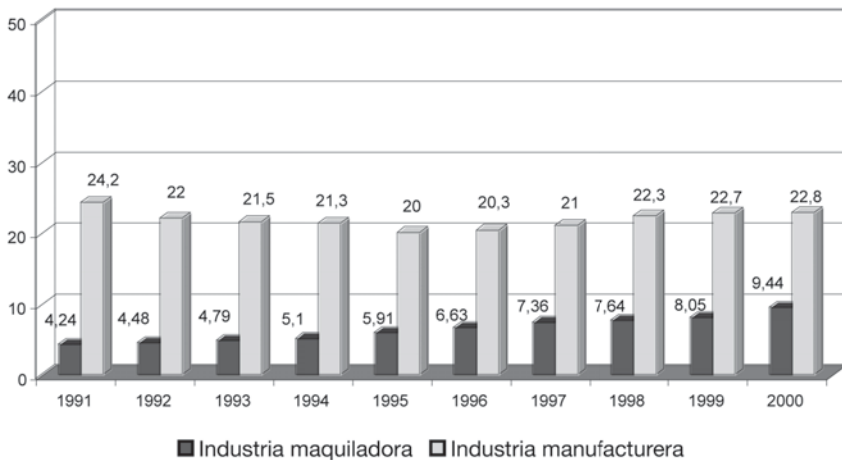
De la revisión de las estadísticas relativas a las principales variables económicas de la industria maquiladora de exportación en México, así como de los diversos estudios disponibles sobre el sector, se desprende el hecho innegable de que una de sus características predominantes es su enorme dinamismo. En este sentido, es conveniente presentar una reseña de su situación socio-técnica actual, basada en los nuevos datos que aporta la encuesta que aquí se analiza. A continuación se expone la estructura ocupacional, los diversos orígenes del capital, la antigüedad de los establecimientos y los alcances de la certificación internacional.

a) Estructura del empleo

La participación de la industria maquiladora de exportación (IME) en el empleo, tanto a nivel nacional como en el sector manufacturero, ha crecido significativamente. En 1983 aportaba menos del 2% del empleo for-

mal del país, mientras que en el 2000 su contribución, con más de 3.700 establecimientos, sobrepasó el 9% de ese total (véase el gráfico 1). En el sector manufacturero, el avance de la industria maquiladora fue aún más significativo, ya que de representar un 7% del empleo en 1983 pasó a un 34,3% en el 2000 (Carrillo y Gomis, 2003).

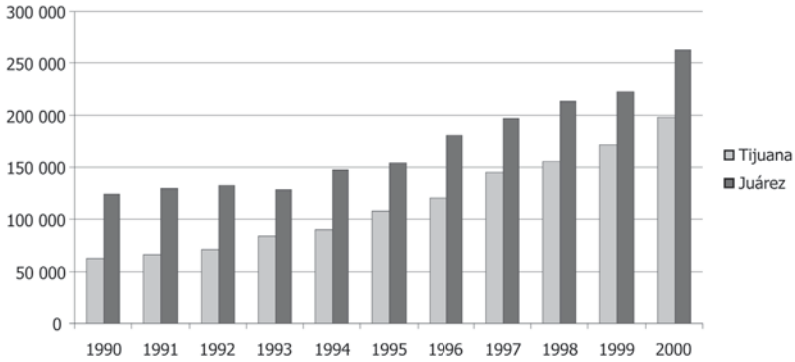
Gráfico 1
CONTRIBUCIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA Y MAQUILADORA AL EMPLEO FORMAL EN MÉXICO, 1991-2000



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en línea <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NiVJ1500080010#ARBOL>

Durante la década de 1990, la IME continuó creciendo de manera acelerada. El empleo que generaba en las principales ciudades fronterizas se incrementó sustancialmente (véase el gráfico 2). En Ciudad Juárez se duplicó (de 124.634 trabajadores en 1990 a 262.805 en el 2000), y en Tijuana se triplicó (de 62.881 trabajadores a 198.776) (www.inegi.gob.mx). Sin embargo, desde octubre del 2000 a la fecha, el ritmo de expansión de esta industria ha experimentado no solo una marcada desaceleración, sino un retroceso. El cuadro 2 y los gráficos 3 a 6 muestran una drástica caída del empleo en la IME a nivel nacional y también en localidades como Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez.

Gráfico 2
NÚMERO DE TRABAJADORES EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA
DE EXPORTACIÓN, TIJUANA Y CIUDAD JUÁREZ, 1990-2000



Fuente: Elaboración propia sobre base de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), [en línea] <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieinti.exe/NiVJ1500080010#ARBOL>

A pesar de que en el año 2001 la industria maquiladora sufrió una notoria retracción económica a nivel nacional, que se tradujo en una baja de alrededor del 21% del empleo en Tijuana y Ciudad Juárez (véanse los gráficos 4 y 6), en el 40% de las plantas electrónicas y el 33% de las automotrices –de acuerdo con los resultados de la encuesta– se estimó que en lo que quedaba del año (2002), el personal ocupado aumentaría, mientras que solo en un 22% de ambas ramas se hizo mención a expectativas descendentes. Esto llama la atención ya que, según parece, la desaceleración económica por la que atraviesa Estados Unidos seguirá afectando de manera significativa al principal eje de la economía fronteriza.

Tomando como base el mes de octubre del 2001, las plantas estudiadas dieron empleo a casi 170.000 personas, lo que representa un 32,4% a nivel nacional en las dos ramas previamente seleccionadas y un 37% en las tres ciudades de la muestra. El número promedio de empleados en las plantas visitadas fue de 592; por ramas se registraron promedios de 507 personas en la electrónica y de 842 en la de piezas y partes de vehículos (véase el cuadro 3). En relación con las ciudades, Tijuana y Mexicali se caracterizan por una mayor diversidad en el número de empleados, ya que hay plantas tanto grandes como pequeñas en la industria electrónica, mientras que en Ciudad Juárez los establecimientos de ambas ramas son predominantemente grandes.

Cuadro 2
PÉRDIDA DE EMPLEOS Y ESTABLECIMIENTOS EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE
EXPORTACIÓN EN MEXICO

Empleados									
	2000 (septiembre- diciembre)	Por- cen- taje	2001	Por- cen- taje	2002	Por- cen- taje	2003	Por- cen- taje	Octubre 2000 a marzo 2004
Total nacional	-28 280	-2	-228 645	-17	13 201	1,2	10 198	0,96	-271 758
Tijuana	-7 054	-4	-42 434	-22	-5 840	-4	2 263	1,69	-52 068
Mexicali	-445	-1	-13 701	-21	3 985	8	-2 748	-5,27	-15 414
Ciudad Juárez	-7 122	-3	-49 988	-19	-19 473	-9,2	4 221	2,19	-62 474

Establecimientos									
	2000 (septiembre- diciembre)	Por- cen- taje	2001	Por- cen- taje	2002	Por- cen- taje	2003	Por- cen- taje	Octubre 2000 a marzo 2004
Total nacional	50	1,4	-263	-7,1	-119	-3,5	-159	-5,35	-842
Tijuana	9	1	-61	-7,4	-65	-9	-29	-4,9	-244
Mexicali	4	2	-9	-4,5	-16	-8,3	-17	-12,14	-72
Ciudad Juárez	4	1,3	-8	-2,5	-5	-1,6	3	1,09	-24

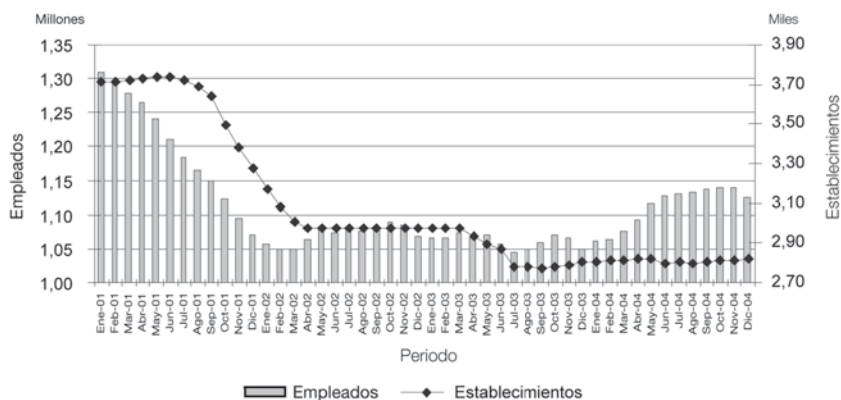
Fuente: Elaboración propia sobre la base de información del Instituto de Estadística, Geografía e informática (INEGI) [en línea] <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdi.exe> [fecha de consulta: 6 de junio del 2004]

En el universo de plantas encuestadas, más de la mitad (51,6%) corresponde a establecimientos grandes (más de 250 trabajadores), 25,9% son pequeños (16 a 100), mientras que las unidades de tamaño mediano y micro constituyen solo el 15,4% y el 3,5% del total, respectivamente (véase el cuadro 3). Según ramas, la mayoría de las plantas electrónicas son grandes (52,3%) y cerca del 30% pequeñas, mientras que los establecimientos de maquila automotriz resultaron ser predominantemente grandes (60%) (véase el cuadro 3).

La distribución del personal ocupado muestra que las maquiladoras electrónicas y automotrices siguen haciendo uso intensivo de mano de obra “poco calificada”. En las primeras, la distribución promedio de la ocupación fue de un 75,8% de trabajadores directos y un 24,2% de personal calificado (11,3% técnicos, 9,8% administrativos y 3,1% directores y gerentes). La rama automotriz mostró un comportamiento similar, con un 73,1%

de trabajadores directos y un 26,9% de personal calificado (13,1% técnicos, 10% administrativos y 3,3% directores y gerentes) (véase el cuadro 4). El porcentaje más elevado de técnicos y gerentes concuerda con el ascenso de la calificación (*skill upgrading*) en esta industria, tal y como se pronosticó al describir las maquiladoras de tercera generación (Carrillo y Hualde, 1997).

Gráfico 3
MÉXICO: NÚMERO DE EMPLEADOS Y ESTABLECIMIENTOS DE LA INDUSTRIA
MAQUILADORA DE EXPORTACIÓN, ENERO 2001-DICIEMBRE 2004

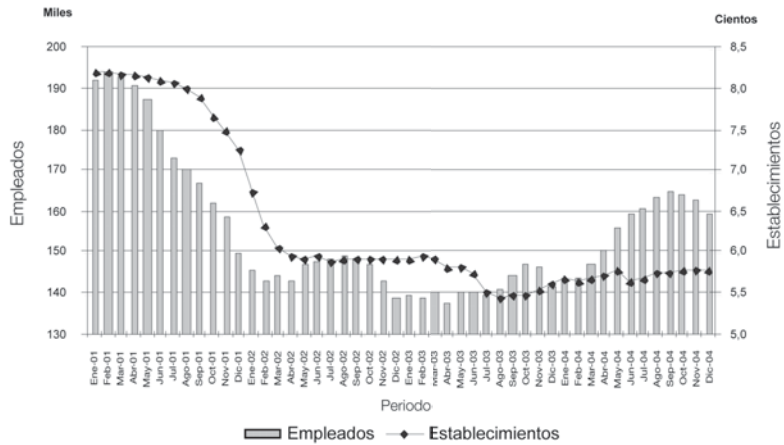


Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), [en línea] <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NiVJ1500080010#ARBOL>

Si bien el alto porcentaje de trabajadores “poco calificados” ha sido una característica central de las maquiladoras desde su inicio en México, la intensidad de uso de mano de obra, de acuerdo con un estudio anterior, es un rasgo independiente de la rama, la empresa, e incluso de la complejidad productiva, ya que se verifica en actividades de ensamble, de manufactura y aun en centros de investigación, diseño y desarrollo (Carrillo y Hualde, 1997).

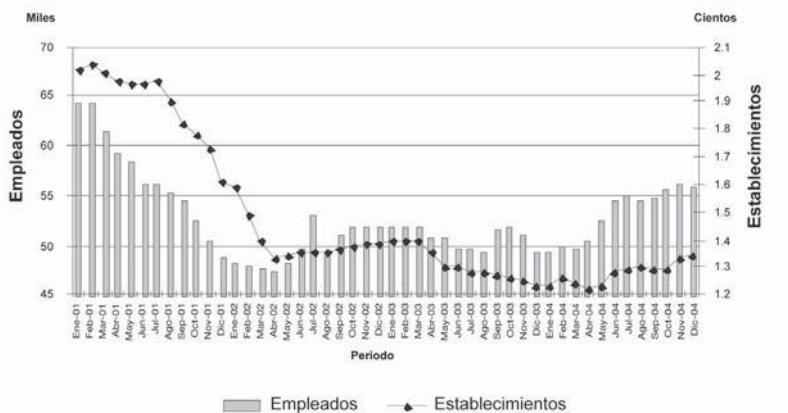
En relación con la ocupación según género, contrariamente al patrón observado a lo largo de varias décadas (Carrillo y De la O, 2003), en la actualidad se emplea indistintamente a mujeres y a hombres. Si bien el subsector automotriz (51,9%) está ligeramente más feminizado que el de la electrónica de consumo (49,3%) (véase el cuadro 4), lo que resalta es que la relación es de 1 a 1 en ambos casos.

Gráfico 4
TIJUANA: NÚMERO DE EMPLEADOS Y ESTABLECIMIENTOS EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACIÓN, ENERO 2001- DICIEMBRE 2004



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), [en línea] <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieinti.exe/NiVJ1500080010#ARBOL>

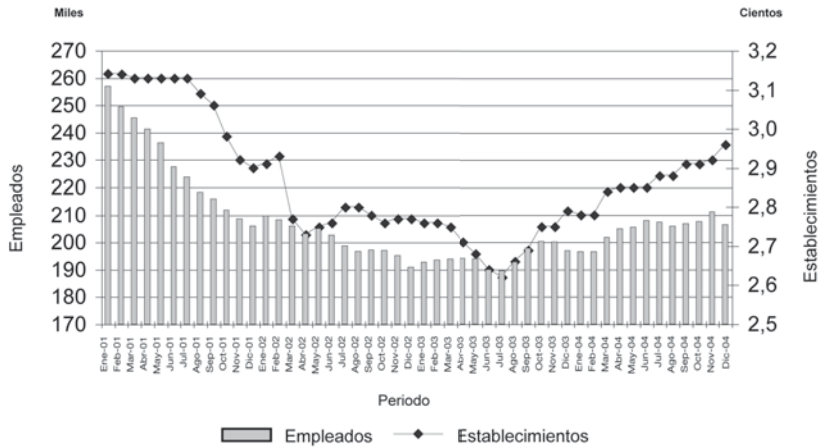
Gráfico 5
MEXICALI: NÚMERO DE EMPLEADOS Y ESTABLECIMIENTOS EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACIÓN, ENERO 2001- DICIEMBRE 2004



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), [en línea] <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieinti.exe/NiVJ1500080010#ARBOL>

Gráfico 6

CIUDAD JUÁREZ: NÚMERO DE EMPLEADOS Y ESTABLECIMIENTOS EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA DE EXPORTACIÓN, ENERO 2001-DICIEMBRE 2004



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), [en línea] <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/cgi-win/bdieinstsi.exe/NIVJ1500080010#ARBOL>

Finalmente, el principal problema de recursos humanos en las empresas maquiladoras, desde hace más de 15 años, ha sido la rotación voluntaria de personal. Si bien esta situación persiste, las tasas de rotación disminuyeron drásticamente en la industria automotriz, que reportó una tasa de 6,9% en el 2001 (esto es, un 50% más baja que en 1999). En el caso de los establecimientos electrónicos, el problema continua siendo grave, aun en una situación de crisis económica, ya que se registró una tasa mensual de 10,3% (véase el cuadro 4).

Cuadro 3
VOLUMEN Y DISTRIBUCIÓN DEL EMPLEO SEGÚN TAMAÑO DE PLANTA MAQUILADORA
Y RAMA DE ACTIVIDAD

	Electrónica		Automotriz		Total	
Volumen de empleo						
Casos	214		9		286	
Promedio	507.3		842.5		591.7	
Desviación estándar	635.9		1 320.5		870.6	
Mínimo	7		15		7	
Máximo	4 000		8 431		8 431	
Tamaño de planta						
Micro	9	4,1%	1	1,2%	10	3,4%
Pequeña	62	28,6%	12	14,8%	74	25,8%
Mediana	31	14,3%	13	16%	44	15,4%
Grande	112	51,6%	46	56,8%	158	55,2%
Total	214	74,8%	72	25,1%	286	100%

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/ Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Cuadro 4
ESTRUCTURA OCUPACIONAL, GÉNERO Y ROTACIÓN EN LA INDUSTRIA
MAQUILADORA SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD

	Electrónica	Automotriz
Porcentaje obreros		
Media	75,8	73,1
Desviación estándar	13,3	12,7
Porcentaje técnicos		
Media	11,3	13,2
Desviación estándar	11,5	12,8
Porcentaje administrativos		
Media	9,8	10,0
Desviación estándar	6,9	5,6
Porcentaje directivos		
Media	3,1	3,3
Desviación estándar	3,5	3,2
Porcentaje mujeres		
Media	49,3	51,9
Desviación estándar	28,5	18,4
Porcentaje rotación		
Media	10,3	6,9
Desviación estándar	14,1	11,6

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

b) Origen del capital y antigüedad

Una característica adicional de los establecimientos visitados es que la inversión proviene preponderantemente del extranjero. En el subsector electrónico, el 87% de las plantas son de capital foráneo; de éstas, más de la mitad corresponde a Estados Unidos (53,8%), seguido de los países asiáticos, principalmente Japón y la República de Corea (13,5% y 8,2%, respectivamente). El restante 11,5% proviene de otros países (véase el cuadro 5). En el caso de las empresas de piezas y partes de vehículos, la tendencia es la misma, ya que casi todas (93,6%) son de capital extranjero. Aquí también la inversión estadounidense es predominante (65,8%), seguida de la de Japón y la República de Corea (15,2% y 2,5%, respectivamente), y de otras partes del mundo (10,1%) (véase el cuadro 5). Las plantas de origen mexicano se concentran en el subsector electrónico y son, en una alta proporción, pequeñas (46,9%), mientras que las estadounidenses son en su mayoría electrónicas y grandes (58,8%). Lo mismo sucede con las plantas asiáticas y de otros países, que se ubican preferentemente en la industria electrónica y casi todas son grandes (véase el cuadro 5).

Cuadro 5
ORIGEN DEL CAPITAL EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA

Sector	México		Estados Unidos		Japón		República de Corea		Otro		Total de plantas
Electrónica	27	13,0%	112	53,8%	28	13,5%	17	8,2%	24	11,5%	208
Automotriz	5	6,3%	52	65,8%	12	15,2%	2	2,5%	8	10,1%	79
Totales	32	11,1%	164	57,1%	40	13,9%	19	6,6%	32	11,1%	287

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Con respecto a la antigüedad de las plantas, en el cuadro 6 se muestra que en las tres ciudades del estudio la mayoría de los establecimientos de maquila iniciaron sus operaciones en la década de 1990. Esto significa que tienen una antigüedad que oscila entre los 3 y los 12 años (1990-1999). Las empresas electrónicas de Tijuana son de más larga data que las de Ciudad Juárez. Esto se explica por la especialización productiva territorial, en la electrónica en el primer caso, y en la rama automotriz en el segundo. En Tijuana, por ejemplo, casi el 60% de los establecimien-

tos electrónicos inició sus operaciones durante los años noventa, en tanto que en Mexicali lo hizo el 73,8% y en Ciudad Juárez, el 36,2%; en cambio, las cifras correspondientes a las plantas automotrices para ese mismo período en las tres ciudades son del 41,2%, el 27,3% y el 50%, respectivamente (véase el cuadro 6).

Cuadro 5A
DISTRIBUCIÓN SEGUN ORIGEN DEL CAPITAL, TAMAÑO DE PLANTA MAQUILADORA
Y RAMA DE ACTIVIDAD

Tamaño	Rama	Nacional	Estados Unidos	Japón	República de Corea	Otro
Micro	Electrónica	4	3	1	0	0
	Automotriz	0	0	0	0	1
Subtotal		4	3	1	0	1
Total por columna		12,5%	2,0%	2,6%	0,0%	2,8%
Pequeña	Electrónica	12	30	6	4	2
	Automotriz	3	6	0	0	2
Subtotal		15	36	6	4	4
Total por columna		46,9%	23,5%	15,4%	21,1%	11,1%
Mediana	Electrónica	4	15	4	4	5
	Automotriz	1	9	2	0	1
Subtotal		5	24	6	4	6
Total por columna		15,6%	15,7%	15,4%	21,1%	16,7%
Grande	Electrónica	7	62	16	9	20
	Automotriz	1	28	10	2	5
Subtotal		8	90	26	11	25
Total por columna		25,0%	58,8%	66,7%	57,9%	69,4%
TOTAL		32	153	39	19	36
		100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Cuadro 6
ANTIGÜEDAD DE LAS PLANTAS MAQUILADORAS SEGÚN CIUDAD
Y RAMA DE ACTIVIDAD

Ciudad	Período	Electrónica	Automotriz	Total
Tijuana	1963 -1969	2 1,80%	1 5,90%	3 2,40%
	1970-1979	6 5,50%		6 4,70%
	1980-1989	31 28,20%	6 35,30%	37 29,10%
	1990-1999	65 59,10%	7 41,20%	72 56,70%
	2000-2002	6 5,50%	3 17,60%	9 7,10%
	Total	110 100,00%	17 100,00%	127 100,00%
	Mexicali	1963 -1969	1 2,40%	
1970-1979		1 2,40%	2 18,20%	3 5,70%
1980-1989		5 11,90%	4 36,40%	9 17,00%
1990-1999		31 73,80%	3 27,30%	34 64,20%
2000-2002		4 9,50%	2 18,20%	6 11,30%
Total		42 100,00%	11 100,00%	53 100,00%
Ciudad Juárez		1963 -1969	1 1,70%	
	1970-1979	11 19,00%	7 14,00%	18 16,70%
	1980-1989	20 34,50%	18 36,00%	38 35,20%
	1990-1999	21 36,20%	25 50,00%	46 42,60%
	2000-2002	5 8,60%		5 4,60%
	Total	58 100,00%	50 100,00%	108 100,00%

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

c) Certificaciones internacionales

La gran mayoría de las plantas visitadas cuenta con alguna certificación internacional (93,3%), lo cual es un reflejo de las exigencias a las que se debe responder en estos sectores globalizados, pero también de las capacidades de las empresas.¹⁴ Sin embargo, en una gran proporción las certificaciones son de calidad y no de medio ambiente. Es así que se concentran predominantemente en los procesos de calidad de la manufactura (ISO 9001), luego en la calidad del diseño de productos y procesos (ISO 9002) y, en el caso de las empresas automotrices, en el certificado QS 9000 que exigen las plantas ensambladoras de vehículos. En conjunto, el 82,7% de las plantas certificadas contaban con la ISO 9000. Según ramas se encontró que el 45,2% de los establecimientos electrónicos tenían la certificación ISO 9002 y el 26,6%, la ISO 9001. Por su parte, ha obtenido la certificación ISO 14001 el 14% (29 casos) de los establecimientos electrónicos, el 15,4% (14 casos) de los de piezas y partes de vehículos, más cinco plantas de ambas ramas que cuentan con la ISO 14002 (véase el cuadro 7).

Cuadro 7
CERTIFICADOS INTERNACIONALES EN PLANTAS MAQUILADORAS

	ISO 9000			ISO 14000		Total de plantas		
	9001	9002	QS	14001	14002			
Electrónica	26,6%	45,2%	11,2%	15,4%	1,6%	100%	188	
Automotriz	17,8%	20,0%	44,4%	15,6%	2,2%	100%	90	
Total	66	103	61	43	5	100%	278	
Cuentan con:								
Alguna certificación							93,3%	
Certificados de calidad							82,7%	
Certificados de calidad ambiental							17,3%	

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

¹⁴ En otro estudio realizado por El Colegio de la Frontera Norte (COLEF) se encontró también un alto porcentaje de empresas certificadas con normas ISO. La proporción alcanzaba al 64% de una muestra de 335 plantas maquiladoras electrónicas, automotrices y del vestuario localizadas en ciudades fronterizas (Tijuana, Ciudad Juárez, Matamoros) y del interior (Torreón y Gomes Palacio) (COLEF, 2001).

3. El comportamiento ambiental en las maquiladoras

Tal como se señaló en la introducción (pie de pág. 3), se puede definir el comportamiento ambiental como las políticas que ponen en práctica las empresas en función de las exigencias externas e internas en materia de protección ambiental, las cuales inciden en su propia estructura operacional. Las firmas deben responder a los requerimientos tanto externos (provenientes de las casas matrices y del mercado de su producto), como internos (derivados de la normativa gubernamental). En función de dichas exigencias, cada planta destina cierto nivel de recursos humanos y económicos para satisfacerlas, lleva a cabo acciones preventivas, enfrenta dificultades específicas y se relaciona con otras instituciones. Ahora se examinarán estos aspectos con mayor detenimiento.

a) Las exigencias de los entes corporativos en materia de protección ambiental

Todo indica que para las maquiladoras las exigencias externas en favor del mejoramiento del medio ambiente son muy importantes. Los entes corporativos tienen una generalizada política ambiental en este sentido, y las maquiladoras un fuerte compromiso (de hecho, una obligación) de contar con la certificación en normas ISO. Aun así, las acciones específicas de protección ambiental dependen de las estrategias de las propias filiales (o de las empresas nacionales) y de las exigencias gubernamentales en México.

El incremento de la actividad productiva de las maquiladoras es parte de las estrategias competitivas de las corporaciones transnacionales y de la forma en que las plantas se han adaptado a los requerimientos que dichas estrategias imponen. El movimiento hacia la adopción de principios del paradigma de calidad total es básico para comprender la evolución en materia ambiental. En los últimos años, al principio de la calidad total se le ha agregado la dimensión de la gestión ambiental (Porter y van der Linde, 1995 Leonard, 1988; den Hond, 1996; Dobilas y MacPherson, 1997).¹⁵

Las exigencias en materia ambiental identificadas durante la investigación demuestran la existencia de una política ambiental corporativa. Casi el 70% de los establecimientos encuestados cuenta con una política ambiental explícita establecida a nivel corporativo. Por ramas industriales, un porcentaje casi idéntico de empresas electrónicas y automotrices tiene políticas de este tipo (68,1% y 68,9%, respectivamente).

Sin embargo, a pesar de que en un número importante de plantas se declaró que existía una política ambiental corporativa, esta no determina el hecho de que las maquiladoras adopten medidas de protección del

¹⁵ Véase la nota 7.

medio ambiente. En las visitas se pudo comprobar que sólo un porcentaje cercano al 1% señalaba que la política corporativa era la principal causa de la puesta en práctica de acciones de cuidado ambiental. Por el contrario, las respuestas más comunes fueron que esto se hacía por “decisión de la planta” y en “cumplimiento de la normativa”. Estos datos permiten concluir que los factores del entorno local son más determinantes para la realización de acciones ambientales que las decisiones que toman las casas matrices. Dentro de estos factores, el papel de la normativa (esto es, la presión que ejerce el gobierno) es clave para reorientar el comportamiento ambiental de los establecimientos maquiladores.¹⁶

No obstante la importancia de los factores locales como una de las principales causas para modificar el comportamiento ambiental, el requerimiento de certificar sus procesos bajo estándares internacionales que deben cumplir algunas maquiladoras constituye una forma de exigencia corporativa que influye en el comportamiento productivo y ambiental de las filiales. De hecho, la búsqueda de economías de escala y de alcance en estas plantas es compatible con la necesidad que tienen los entes corporativos de certificar los procesos de calidad del producto y, en una perspectiva de mercado, también con los sistemas de gestión ambiental. Esta tendencia es parte de la modernización productiva en algunas maquiladoras visitadas.

Como ya se mencionó, el 93,3% de las plantas cuenta con alguna certificación internacional, aunque estas correspondan en su mayoría a calidad (82,7%) y, en mucho menor medida, a medio ambiente (17,3%). No obstante, es importante destacar la relación que existe entre la certificación de calidad y la ambiental. Por ejemplo, todas las plantas que tienen la ISO 14000 cuentan también con alguna certificación ISO 9000: ISO 9001 (45,7%), ISO 9002 (54,3%) y QS 9000 (34,8%) (véase el cuadro 7).

Lo anterior hace suponer que el fundamento cognitivo de las plantas para poner en práctica medidas de protección ambiental bajo una estructura formal de organización (como la que proporcionan las ISO 14001 y 14002), se encuentra directamente relacionado con la experiencia previa acumulada durante la formalización de sus sistemas de calidad. De esta evidencia, y de acuerdo con investigaciones precedentes, se puede deducir que el 17,3% de las plantas que tiene certificado su sistema de gestión ambiental ha pasado, al menos, por tres fases antes de disponer de una estructura formal para la protección del medio ambiente. La primera fase es la exigencia de calidad (tanto en procesos como en productos), materializada mediante la implementación de estándares tipo ISO 9000. Durante este proceso se crean las competencias necesarias para resolver problemas de manufactura con ca-

¹⁶ Aquí es pertinente comentar que el papel que cumple la normativa está condicionado por la actuación de los organismos gubernamentales y del personal encargado del área ambiental en cada planta.

lidad y mejoras de la eficiencia de los procesos. En la segunda fase, las exigencias corporativas imponen la necesidad de adoptar sistemas de gestión ambiental tipo ISO 14000, para lo cual sirve de base la experiencia ganada al obtener los certificados de calidad. Por último, en la fase más avanzada, las plantas certificadas en ambos estándares promueven la integración operativa de los certificados de calidad y de gestión ambiental con el fin de elevar la eficiencia de sus costos de implementación.

La exigencia corporativa desempeña sin duda un papel central en la iniciativa tendiente a obtener las certificaciones internacionales, ya que esta acción obliga a los agentes de las plantas filiales (ingenieros, técnicos, administrativos, obreros) a operacionalizar los certificados de calidad y gestión ambiental, lo que implica una transformación cualitativa del funcionamiento, las capacidades y el aprendizaje en las plantas maquiladoras.¹⁷ Así, a pesar de que la política ambiental corporativa no tiene un peso formal en la implementación de medidas de protección, la exigencia corporativa de obtener certificados de calidad y medio ambiente tiene un efecto potencial sobre el comportamiento y el desempeño ambientales de las maquiladoras.¹⁸ No obstante, dicho efecto es limitado, pues sólo un 17,3% de las plantas cuenta con certificación ambiental y, de ellas, un 87% tiene más de 500 empleados. En otras palabras, se trata de un segmento específico de empresas grandes.

b) Los certificados ambientales y el cumplimiento normativo

El amplio número de empresas con certificación en normas ISO 9000 y la escasa, pero importante, proporción certificada en normas ISO 14000, no son suficientes para que haya una mayor cooperación entre el gobierno y la industria maquiladora. Un elemento que limita el potencial de las certificaciones ambientales es la poca cooperación entre las empresas y las instituciones gubernamentales, debido a que estas no confían en que las plantas certificadas den cumplimiento a las normas. Su desconfianza se basa en el hecho de que, en términos estrictos, las certificaciones de este tipo sólo exigen un «compromiso de cumplir la legislación», pero no necesariamente que se demuestre un 100% de cumplimiento en el momento de obtener el certificado. Además, las instancias gubernamentales no participan directamente en la o las certificaciones, lo cual es otra fuente de desconfianza.

¹⁷ En un contexto de evolución productiva, se ha asociado esta característica con la llamada segunda generación de maquiladoras.

¹⁸ Se habla de un efecto potencial debido a que no todas las plantas que tienen un certificado de calidad han decidido obtener la certificación ambiental. Puede ser que esta no haya sido considerada en la estrategia corporativa dirigida a las filiales y, por lo tanto, aun cuando estas plantas tengan los basamentos cognitivos y de infraestructura organizativa para implementarla, no lo hacen.

La incorporación de plantas certificadas en programas de autogestión ambiental promovidos por el gobierno de México ha abierto una posibilidad de validar su cumplimiento normativo. De hecho, de las empresas que cuentan con alguna certificación ambiental, poco más de la mitad (55,3%) participa en estos programas de gobierno (esto es, 26 de 47 plantas).

c) Los recursos humanos y financieros destinados a la protección ambiental

En la mayoría de las empresas maquiladoras existe un departamento de medio ambiente; no obstante, ocupan en ellos a muy pocas personas (aunque altamente calificadas), y destinan a su funcionamiento un reducido porcentaje del presupuesto.

Los resultados de la encuesta muestran que más de la mitad de las plantas visitadas (62,7%) cuenta con un departamento o unidad de medio ambiente (un 60,8% en la industria electrónica y un 67,9% en la automotriz). Sin embargo, estos porcentajes se reducen si se considera el total de plantas que contestaron las preguntas sobre existencia de un departamento ambiental y número de ocupados en él (44,8% en el caso de las electrónicas y 18% en el de las automotrices).¹⁹

En promedio, el 67,5% de las plantas visitadas (114 empresas) emplea de una a dos personas en este departamento o unidad, aunque existen diferencias entre ramas. En la electrónica, el promedio de personal ocupado es de 2.3 y de 3.3 en la de piezas y partes de vehículos (2.6 fue el promedio general).²⁰

Entre las políticas ambientales llama la atención el programa voluntario de autogestión, ya que 119 plantas (41,5%) participan en él (véase el cuadro 8). Esta opción marca una diferencia en cuanto a los recursos humanos y económicos destinados a la protección ambiental. Por ejemplo, las plantas que tienen un programa de autogestión ocupan en el área ambiental, en promedio, de tres a ocho personas en 25% de los casos, comparado con solo un 12% de las plantas no incorporadas a estos programas. Con respecto a los gastos en el área ambiental, la diferencia es relevante, aunque menos significativa: el 61,3% de las plantas con programa destina entre el 1% y el 10% del gasto total a cuestiones ambientales, mientras que el 53,6% de las plantas sin programa también se ubica en ese intervalo (véase el cuadro 8). En este aspecto, también llama la atención el hecho de que el 10% de las plantas en que se declaró tener un programa de

¹⁹ Aquí se incluye únicamente aquellas plantas que manifestaron tener un departamento ambiental y que, además, respondieron positivamente a la pregunta sobre el personal asignado a dicha área.

²⁰ Esto sitúa el departamento o unidad ambiental en los lugares duodécimo y undécimo, respectivamente, en relación con los 13 departamentos sobre los cuales se preguntó por el personal ocupado.

autogestión no se incurrió en gastos ambientales, lo que probablemente se deba a que no los hubo en el período de referencia de la encuesta (COLEF, 2002).

La diferencia cualitativa que implica tener o no tener un programa de autogestión refleja el interés de las empresas en sistematizar su estructura organizativa para cumplir la reglamentación y obtener con ello cierto reconocimiento de las autoridades gubernamentales competentes,²¹ aun cuando las necesidades de su principal mercado determinen que les interese más el reconocimiento internacional que el de los organismos de gobierno.

Cuadro 8
PROGRAMA VOLUNTARIO DE AUTOGESTIÓN AMBIENTAL Y VARIABLES DE INTERÉS

PROGRAMA DE AUTOGESTIÓN AMBIENTAL				
	CON PROGRAMA		SIN PROGRAMA	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
	214	98,6	73	90,1
No especificado	3	1,4	8	9,9
Total	217	100	81	100
Número de personas	Personal del área ambiental			
1 a 2	53	44,5	61	36,3
3 a 8	30	25,2	20	11,9
9 a 18	0	0	3	1,8
Total	83	69,7	84	50
No especificado	36	30,3	84	50
Total	119	100	168	100
	Porcentaje de gastos		Gastos ambientales	
No tuvo gasto	12	10,1	49	29,2
1-10%	73	61,3	90	53,6
12-30%	13	10,9	9	5,4
No especificado	21	17,6	20	11,9
Total	119	100	168	100

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/ Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

²¹ Dicho reconocimiento se traduce en varios beneficios para quienes estén en el programa de autogestión: i) no se les sancionará si durante el proceso de certificación se detectan anomalías o incumplimiento de la normativa; ii) pueden contar con asesoría gratuita provista por personal del gobierno, y iii) tienen la garantía de que serán sometidos a un menor número de inspecciones en períodos largos de tiempo.

Por su parte, el gasto en protección ambiental se incrementó en los últimos tres años, por lo menos en más de la mitad de las plantas visitadas (58,3%); este aumento se dio en un 57,9% de las empresas electrónicas y en un 59,3% de las automotrices, proporciones que resultan muy similares (véanse los cuadros 9 y 10). No obstante, el incremento fue relativamente pequeño. En este mismo periodo (1999-2002), la mayoría de las plantas asignó a la protección ambiental recursos que oscilaron entre el 1% y el 10% de sus gastos totales (61,4% a insumos destinados a tecnología ambiental y 66,9% a costear cuestiones ambientales) (véase el cuadro 9). Los porcentajes promedio fueron de 6,8% en el caso de los insumos para tecnología ambiental y de 4% en el de los gastos ambientales.

Cuadro 9
RECURSOS ECONÓMICOS Y PERSONAL DESTINADOS
A LA PROTECCIÓN AMBIENTAL SEGÚN RAMA DE ACTIVIDAD MAQUILADORA

	Electrónica		Automotriz		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Si	88	40,6	31	38,3	119	39,9
No	126	58,1	42	51,9	168	56,4
No especificado	3	1,4	8	9,9	11	3,7
TOTAL	217	100	81	100	298	100,0
Gastos ambientales						
1-10%	124	67,00	46	66,7	170	66,9
11-30%	14	7,60	9	13	23	9,1
No tuvo gasto	47	25,4	14	20,3	61	24,0
Total	185	100	69	100	254	100,0
Insumos ambientales						
1-10%	115	61,2	39	61,9	154	61,4
11-30%	16	8,5	7	11,1	23	9,2
31-50%	3	1,6	2	3,2	5	2,0
51-100%	4	2,1	0	0	4	1,6
No aplicó insumos	50	26,6	15	23,8	65	25,9
Total	188	100	63	100	251	100,0

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Finamente, la proporción de plantas que no tienen considerados estos rubros asciende al 25,9% (65 plantas) y al 24%, respectivamente, en lo que corresponde a insumos y a gasto ambiental. Esta proporción podría ser mayor si se considera que 44 plantas (14,8%) no dieron respuesta a esta pregunta y, por tanto, sería difícil precisar si realmente no destinan recursos a la protección ambiental (véase el cuadro 10).

Cuadro 10
TENDENCIA DEL GASTO EN PROTECCIÓN AMBIENTAL
EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA

	Electrónica		Automotriz		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje		
Aumentó	124	57,9	48	59,3	172	58,3
Disminuyó	11	5,1	5	6,2	16	5,4
No cambió	67	31,3	24	29,6	91	30,8
No respondió	12	5,6	4	4,9	16	5,4
Total	214	100	81	100	295	100

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

d) Las acciones preventivas y los efectos de la aplicación de medidas ambientales

Las empresas maquiladoras despliegan acciones preventivas para contrarrestar la contaminación ambiental. Si bien estas tienen un impacto positivo en cuanto a la reducción de materiales y emisiones tóxicas y al incremento de la eficiencia en los insumos, también tienen un efecto negativo en términos de elevación de los costos.

Una de las principales acciones preventivas que han implementado las maquiladoras visitadas es la introducción de tecnologías ambientales. En el 83,1% de los casos (245 plantas), se manifestó haberlas incorporado a los procesos con el fin de contrarrestar la contaminación ambiental (80% y 91,4% de los establecimientos electrónicos y automotrices, respectivamente).

Cuadro 11
EFECTOS DE LA APLICACION DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA

EFECTOS POSITIVOS						
	Electrónica		Automotriz		Total	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Reducción de material y emisiones tóxicas	86	46,5	41	52,6	127	48,3
Mayor eficiencia de insumos	53	28,6	14	17,9	67	25,5
Monitoreo permanente	43	23,2	22	28,2	65	24,7
Mejoramiento del ambiente de trabajo	3	1,6	1	1,3	4	1,5
Total	185	100	78	100	263	100,0
EFECTOS NEGATIVOS						
Pérdida de tiempo por trámites burocráticos	108	65,1	42	58,3	150	63,0
Incremento de costos de producción	53	31,9	27	37,5	80	33,6
Disminución de la productividad	5	3,0	3	4,2	8	3,4
Total	166	100,0	72	100,0	238	100,0

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Entre los principales efectos positivos que han tenido las medidas ambientales destaca la “reducción de material y emisiones tóxicas”, que constituyó casi la mitad de las respuestas (48,3%); le siguen en orden de importancia la “mayor eficiencia de insumos” (25,5%) y la realización de “monitoreos permanentes” (24,7%). En cuanto a los efectos positivos por ramas de acti-

vidad, los establecimientos electrónicos muestran prácticamente la misma tendencia, mientras que en los de la industria automotriz el “monitoreo permanente” se señala como el segundo efecto positivo (véase el cuadro 11).

Estos efectos tienen más relevancia en aquellas plantas donde la mayor eficiencia de los procesos de manufactura es una de sus principales ventajas competitivas dentro de su red corporativa global.²² En general, sin embargo, estos efectos positivos también pueden estar asociados al hecho de que las plantas consideren el cuidado ambiental no como una obligación de cumplimiento normativo, sino como una oportunidad de negocios en su propio establecimiento (véase el cuadro 11). Llama la atención que la reducción de desechos sea el resultado de las innovaciones realizadas por las empresas en los últimos tres años. Los datos muestran que una proporción importante de las plantas visitadas ha introducido innovaciones para disminuir sus residuos (91,3% o 263 establecimientos). En ambas ramas la mayoría de las plantas ha tenido resultados en este sentido, aunque proporcionalmente la industria automotriz se ha situado ligeramente por encima de la electrónica (98,7% y 88,9%, respectivamente)

El otro lado de la moneda son los efectos negativos. Al respecto, el estudio mostró que la “perdida de tiempo por trámites burocráticos” (63%) y los “incrementos de costos de producción” (33,6%) eran vistos como los principales problemas (véase el cuadro 11). El primero está relacionado con el cumplimiento de la normativa y el segundo con los costos operativos de las plantas. Es importante destacar que si bien la aplicación de las normas por parte de las entidades de gobierno es un factor relevante para que las plantas adopten medidas de protección ambiental, también genera un efecto negativo, debido a la naturaleza misma del proceso de cumplimiento. Así lo denota el hecho de que los entrevistados hayan manifestado que al aplicar medidas ambientales pierden tiempo en trámites burocráticos asociados al proceso de cumplimiento. El incremento de los costos derivado de la implementación de medidas ambientales no resultó relevante, muy probablemente debido a que hubo una disminución de gastos gracias a la reducción de desperdicios.

e) Dificultades para mejorar el comportamiento ambiental

Al parecer son pocas las empresas que tienen dificultades para lograr mejorías en su comportamiento ambiental.

La mayoría de los gerentes entrevistados manifestó que no existían problemas ambientales externos al desempeño de la planta. Únicamente en 22 establecimientos (7,4%) se señalaron algunas dificultades en este

²² Estas plantas corresponden a la segunda generación de maquiladoras, descrita en trabajos anteriores (Carrillo y Hualde, 1997).

sentido, en particular la “recolección de basura” (22 plantas), el “acceso a agua potable” (19 plantas) y la “reexportación de sustancias tóxicas” (15 plantas).

De éstas, las dos primeras tienen que ver con una problemática más amplia, es decir, no son privativas del sector de la maquila, sino comunes al conjunto de las ciudades fronterizas consideradas en este estudio. En lo que respecta a la reexportación de sustancias tóxicas, las dificultades son de carácter económico y reflejan la carencia de infraestructura regional adecuada para el manejo de este tipo de residuos. Las entrevistas en profundidad sostenidas con algunos gerentes mostraron que el servicio que prestan las compañías dedicadas al confinamiento de sustancias tóxicas es muy caro.²³

Una medida adicional del comportamiento de las plantas maquiladoras en materia de protección ambiental remite a la obtención de los certificados de gestión ambiental ISO 14001 y 14002. Como ya se comentó, su implementación obedece a una exigencia corporativa implícita en la lógica de la competitividad internacional. Como principales obstáculos para obtenerlos, en una proporción importante de las plantas se señaló el “desconocimiento del procedimiento para certificarse” (34 casos) y el “financiamiento inadecuado” (31 casos), problemas que encaran antes, durante y después de obtener la certificación ambiental. Esto permite inferir que existe un importante mercado potencial para las entidades privadas encargadas de prestar asesoría para la implementación de certificaciones internacionales ambientales, ya que en 89 empresas se dijo tener insuficiencias de información y capacitación.

f) La cooperación y las redes institucionales de apoyo al medio ambiente

Al contrario de lo que se esperaba, existe una gran cooperación entre empresas maquiladoras e instituciones públicas y privadas, con vistas a mejorar el medio ambiente.

En este sentido, en el 71% de las plantas se declaró que se cooperaba con algún tipo de institución (local o extranjera) en la solución de problemas ambientales. Se trata principalmente de relaciones con organismos gubernamentales (70%), instituciones privadas localizadas en el lugar de origen de la planta (67%) y, en mucho menor medida, instituciones privadas en el extranjero (14,9%). Estos datos son consistentes en un contexto en el que el cuidado ambiental es motivado fundamentalmente por el requerimiento de cumplir la normativa, lo cual genera un mercado de servicios privados de asesoría para tratar los asuntos ambientales que atañen a las plantas maquiladoras.

²³ Debido a los elevados costos de transporte hacia los lugares de disposición final.

La principal relación entre estas industrias y las instancias gubernamentales se establece básicamente en el proceso de inspección de las plantas por parte de los organismos competentes. Esto define entre ambos actores un tipo de cooperación que se limita a la supervisión del cumplimiento normativo vía inspecciones. Por lo que, en un contexto en el que el crecimiento industrial ha rebasado la capacidad de las instancias de gobierno para hacer cumplir la reglamentación, la inspección se limita a una revisión administrativa de las normas y a una evaluación visual de los elementos técnicos pertinentes.²⁴ Todo esto determina que la característica central de la relación entre las maquiladoras y el gobierno sea la “burocratización”. En este marco, los gerentes entrevistados sugieren la instrumentación de “incentivos fiscales” (46,5%) y la “simplificación administrativa” (34%) para mejorar la política ambiental del gobierno.

4. Desempeño ambiental y evolución productiva

Como se señaló anteriormente, la aplicación y el cumplimiento de la normativa determinan el comportamiento ambiental de las maquiladoras. Lo que se propone hacer aquí es establecer hasta qué punto la evolución productiva de las plantas maquiladoras condiciona el mejoramiento de su desempeño ambiental.

De acuerdo con lo anterior, en primer lugar se describirá la complejidad de la industria maquiladora localizada en la frontera norte de México, en términos de tipos y generaciones de las empresa que la componen. Con esta finalidad se aplicó un análisis factorial de variables que miden tecnología, innovación, autonomía e integración vertical. Al realizar este ejercicio, tres factores resultaron relevantes: el factor 1, grado de innovación, grado de certificación y nivel tecnológico; el factor 2, grado de autonomía, y el factor 3, grado de integración vertical. Posteriormente se hizo un análisis de conglomerados²⁵ a las plantas comprendidas en la base de datos que

²⁴ Otros elementos que limitan las actividades de inspección son: i) la insuficiencia de recursos humanos y financieros; ii) los excesivos trámites burocráticos que implica el cumplimiento normativo; iii) la complejidad técnica de algunas normas, que dificulta la inspección en profundidad de cada empresa, y iv) la duplicación de funciones entre autoridades federales y estatales, que agudiza el problema del exceso de trámites burocráticos para dar cumplimiento a la reglamentación y, por ende, ocasiona pérdidas de tiempo y confusión en los criterios de inspección aplicados por funcionarios federales y estatales.

²⁵ El análisis de conglomerados es una técnica estadística que permite agrupar los elementos de una población de acuerdo con la distancia que guardan entre ellos, de tal manera que, con respecto a la distribución de los valores de las variables seleccionadas para dicho análisis, cada grupo de elementos sea lo más homogéneo posible en su interior, por una parte, y por la otra, los distintos grupos sean muy diferentes entre sí.

generó la encuesta sobre maquiladoras realizada por el COLEF (Carrillo y Gomis, 2002; COLEF, 2002).²⁶

En segundo lugar, se caracteriza el desempeño ambiental de los establecimientos de maquila en relación con algunos rasgos socio-técnicos, tales como rama de especialización, localidad donde se asientan, origen del capital y certificación internacional. A continuación se presenta la evolución productiva de las plantas visitadas, sobre la base de la clasificación de las empresas maquiladoras según tipos y generaciones, todo ello en relación con el indicador de desempeño ambiental aquí elaborado. Por último, se exponen los principales hallazgos que resultaron del examen de la relación entre desempeño ambiental y tipos/generaciones de empresas.

a) Clasificación de tipos y generaciones de empresas maquiladoras

En el gráfico 7 se muestran los centros de cada uno de los tres factores en torno de los cuales se agrupan los casos pertenecientes a los diferentes grupos de plantas definidos por el análisis de conglomerados. Tomando cada barra como una unidad, lo que debe destacarse es el peso relativo que tienen los factores. Los factores de integración, autonomía y tecnología fueron el resultado del análisis factorial de un conjunto amplio de variables. Se exponen a continuación los seis tipos de empresas identificados de acuerdo con el análisis de conglomerados (véase el cuadro 12).

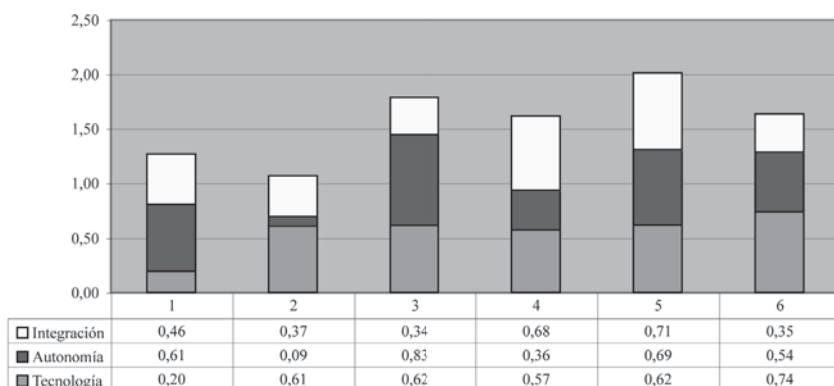
Plantas Tipo I: representan el 13,13% del total de las encuestadas. Su rasgo más notorio es su bajo nivel tecnológico. Aunque operan con cierta autonomía y un nivel promedio de integración vertical, la mayor parte de sus actividades se realizan manualmente, en un ambiente poco propicio para la innovación y fuera de los estándares de calidad aceptados mundialmente. Se podría concluir, por lo tanto, que se trata de plantas de la primera generación de maquiladoras.

Plantas Tipo II: constituyen el grupo más reducido, con apenas un 5% del total. Aunque presentan un nivel relativamente alto en el área tecno-

²⁶ La cuestión de los tipos de plantas maquiladoras se relaciona, en el fondo, con la problemática de las generaciones (Carrillo y Hualde, 1997), la cual supone una trayectoria de escalamiento global por etapas. Esto necesariamente implica un proceso de diferenciación en el conjunto de plantas maquiladoras. Lo que sigue es un primer acercamiento a esta problemática mediante el uso de herramientas estadísticas. De ningún modo se pretende que con este análisis de conglomerados se resuelva la cuestión de la medición de las generaciones de maquiladoras, pero sí se intenta dar cuenta, al menos, de diferentes tipos de establecimientos en función de sus capacidades. No obstante, cabe recordar que un primer paso para realizar el análisis de conglomerados es definir las variables que se van a utilizar, y el propósito de estas, como se podrá comprobar fácilmente, es desentrañar los niveles de complejidad industrial, en una escala que va de menos a más.

lógica –considerando el desempeño del conjunto de plantas en este ámbito–, llama la atención su bajo perfil en términos de integración, pero, sobre todo, de autonomía. Se tiene la impresión de que fueran plantas creadas por otras con un propósito específico, por lo que serían prácticamente dependientes de las necesidades de aquellas. Podría considerarse que también son plantas de primera generación, en tránsito hacia la segunda generación.

Gráfico 7
CENTROS FINALES DEL ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS (CLUSTER)



Fuente: Elaboración propia sobre la base Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Plantas Tipo III: representan el 11,78% de la muestra y se definen por su elevada autonomía, su rasgo más característico. Operan, además, a un nivel tecnológico por encima del promedio, pero con un grado exiguo de integración. Son plantas que realizan actividades productivas relativamente complejas, con un importante componente de uso de tecnología; gozan de un margen de autonomía de considerable amplitud en la toma de decisiones, pero en el marco de una organización relativamente simple y poco diversificada. Las plantas de este tipo pueden ser consideradas como de segunda generación.

Plantas Tipo IV: esta categoría comprende casi el 16% del total. Son plantas que operan con un nivel bajo de autonomía para tomar decisiones relativas a las actividades que realizan. Se dedican a rubros que requieren un uso tecnológico promedio. Su atributo distintivo es que presentan un alto grado de integración. También se pueden considerar como plantas de segunda generación.

Cuadro 12
DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MAQUILADORAS POR RAMA DE ACTIVIDAD EN FUNCIÓN
DEL CONGLOMERADO DE TIPOS DE EMPRESAS
FRECUENCIAS OBSERVADAS Y ESPERADAS

Tipos	RAMA		CIUDAD		
	Electrónica	Automotriz	Tijuana	Mexicali	Ciudad Juárez
Tipo 1 Primera generación	30 (28,4)	9 10,6	9 (16,7)	6 (7,0)	14 (15,4)
Tipo 2 Primera en tránsito	4 (10,2)	10 3,8	2 (6,0)	0 (2,5)	12 (5,5)
Tipo 3 Segunda generación	26 (25,5)	9 9,5	14 (15,0)	8 (6,2)	13 (13), (18,5)
Tipo 4 Segunda generación	36 (34,2)	11 12,8	22 (20,1)	12 (8,4)	13
Tipo 5 Segunda generación en tránsito	54 (58,2)	26 21,8	37 (35,1)	15 (14,6)	30 (32,3)
Tipo 6 Tercera generación	66 (59,6)	16 22,4	33 (34,2)	12 (14,3)	35 (31,5)
Total	216	81	127	53	117

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

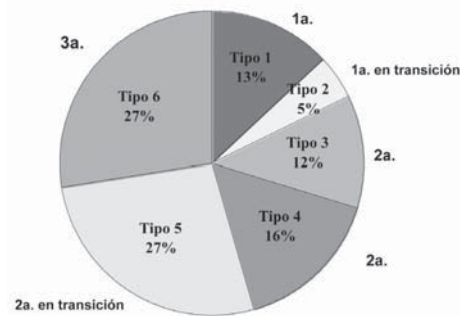
Plantas Tipo V: corresponde a este tipo de plantas casi el 27% del total –el segundo conglomerado en magnitud–. Su característica más significativa es su nivel tecnológico. Es el grupo que más alto se sitúa en relación con este factor. Sin embargo, opera con un grado de autonomía en torno del promedio y por debajo de este en términos de integración. Podría concluirse que se trata de empresas de segunda generación en posible tránsito hacia la tercera.

Plantas Tipo VI: tienen un alto puntaje en todos los factores. Entre el conjunto de grupos, son el que presenta el mayor grado de integración, así

como también una muy amplia autonomía y considerable aplicación tecnológica. Es el grupo más numeroso, con una representación de 27,61% del total. En su caso, se estaría hablando de maquiladoras de tercera generación.

En el gráfico 8 se muestra la distribución de las plantas encuestadas según tipos y generaciones de empresas maquiladoras.

Gráfico 8
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE PLANTAS MAQUILADORAS
SEGUN GENERACIÓN DE PERTENENCIA



Fuente: Elaboración propia sobre la base Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

De acuerdo con el cuadro 13, la comparación entre las frecuencias observadas y las esperadas muestra que en los grupos de plantas maquiladoras en proceso de transición generacional (Tipos II y V), existen más unidades de las esperadas en la rama automotriz que en la electrónica. Esto podría atribuirse que las empresas de piezas y partes de vehículos están cambiando más rápidamente que las del subsector electrónico y, en consecuencia, se encuentran mejor preparadas para enfrentar tanto la competencia global como el deterioro de las ventajas competitivas regionales. Asimismo, se esperaba que hubiera más casos del Tipo II y resultaron ser menos, con excepción de Ciudad Juárez. Lo contrario sucedió con las plantas del Tipo IV, nuevamente con excepción de Ciudad Juárez. En otras palabras, existen relativamente más empresas de segunda generación en Tijuana que en Ciudad Juárez.

Cuadro 13
NIVEL DE DESEMPEÑO AMBIENTAL SEGÚN TIPOS DE EMPRESAS MAQUILADORAS

	BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL
TIPO 1	14	19	5	38
Frecuencias esperadas	10,1	18,4	9,5	38,0
Porcentaje de renglón	36,8	50,0	13,2	100,0
Porcentaje de columna	18,2	13,5	6,8	13,1
TIPO 2	3	10	1	14
Frecuencias esperadas	3,7	6,8	3,5	14,0
Porcentaje de renglón	21,4	71,4	7,1	100,0
Porcentaje de columna	3,9	7,1	1,4	4,8
TIPO 3	1	18	15	34
Frecuencias esperadas	9,0	16,5	8,5	34,0
Porcentaje de renglón	2,9	52,9	44,1	100,0
Porcentaje de columna	1,3	12,8	20,5	11,7
TIPO 4	19	21	5	45
Frecuencias esperadas	11,9	21,8	11,3	45,0
Porcentaje de renglón	42,2	46,7	11,1	100,0
Porcentaje de columna	24,7	14,9	6,8	15,5
TIPO 5	14	37	28	79
Frecuencias esperadas	20,9	38,3	19,8	79,0
Porcentaje de renglón	17,7	46,8	35,4	100,0
Porcentaje de columna	18,2	26,2	38,4	27,1
TIPO 6	26	36	19	81
Frecuencias esperadas	21,4	39,2	20,3	81,0
Porcentaje de renglón	32,1	44,4	23,5	100,0
Porcentaje de columna	33,8	25,5	26,0	27,8
TOTAL	77	141	73	291
Frecuencias esperadas	77,0	141,0	73,0	291,0
Porcentaje de renglón	26,5	48,5	25,1	100,0
Porcentaje de columna	100,0	100,0	100,0	100,0

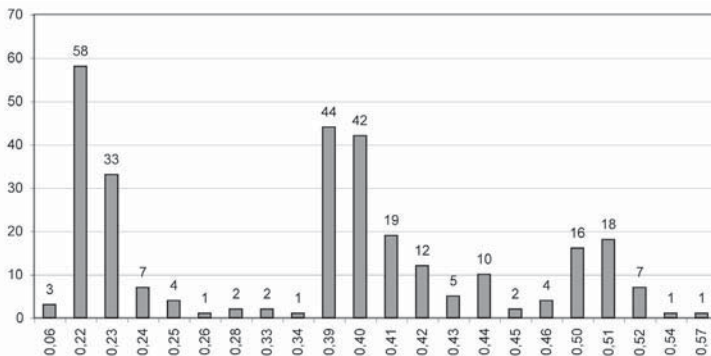
Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

b) Desempeño ambiental y características socio-técnicas

El indicador de desempeño ambiental (DA) es una calificación dada a las plantas que se visitaron por su comportamiento en cuestiones ambientales, medido sobre la base de los recursos humanos y económicos que destinan a la protección del medio ambiente (véase el anexo 3).

El análisis de la distribución del desempeño ambiental observado en las plantas visitadas sugiere que existen al menos tres grupos diferenciados: el primero lo integran aquellas plantas que cuentan con un departamento ambiental, pero que destinan una baja proporción de recursos humanos y financieros a la protección del medio ambiente; el indicador DA les asigna valores de 0.22 a 0.25 y representan el 35% de las plantas encuestadas (119). En segundo lugar figuran las plantas que tienen un departamento ambiental, le dedican una proporción de personal y de presupuesto para gastos ambientales mayor que en el caso anterior y, además, cuentan con la certificación ISO 14001; constituyen el 42% (122) de las plantas visitadas, y su indicador DA va de 0.39 a 0.42. En tercer lugar se ubica un grupo de empresas cuya principal característica es un comportamiento ambiental cuantitativa y cualitativamente mejor que el de las agrupaciones anteriores. Se trata de plantas que, además de destinar a la protección del medio ambiente recursos humanos y económicos proporcionalmente altos con respecto al total de que dispone la planta, tienen el certificado ISO 14001. Este grupo representa el 14% del conjunto y los valores de su DA fluctúan entre 0.5 y 0.57 (véase el gráfico 9).

Gráfico 9
DISTRIBUCIÓN DE PLANTAS MAQUILADORAS
SEGUN DESEMPEÑO AMBIENTAL a/



Fuente: Elaboración propia sobre la base de COLEF (2002)
a/Desempeño Ambiental: promedio .3531 con desviación estándar .1083

En el cuadro 14 se presenta un análisis del DA por planta, desagregado por tamaño, rama de actividad económica y ciudad. Los valores seguidos de un asterisco representan valores mayores que la media simple de desempeño ambiental. Aquí se puede observar que, al contrario de lo que pudiera esperarse, las microplantas y las pequeñas son más propensas a mostrar niveles de DA superiores a la media simple. Más aun, son las microplantas de la industria automotriz las que exhiben el DA más alto. También se constata que las plantas grandes y medianas del subsector de piezas y partes de vehículos se sitúan por encima de la media. De aquí podría concluirse que esta rama de la maquila tiene un mejor desempeño ambiental que la electrónica.

Cuadro 14
DESEMPEÑO AMBIENTAL DE PLANTAS MAQUILADORAS SEGÚN TAMAÑO,
RAMA DE ACTIVIDAD Y CIUDAD

Tamaño	Rama	Tijuana	Mexicali	Ciudad Juárez	Total
Micro	Electrónica	0.3329	0	0.3915	0.3413
	Automotriz	0.4421 *	0.4449 *	0.3964*	0.4278
	Promedio	0.3485	0.4449	0.3940	0.3672
Pequeña	Electrónica	0.3492	0.3689 *	0.3654 *	0.3553
	Automotriz	0.2948	0.3104	0.4059 *	0.3734
	Promedio	0.3419	0.3494	0.3870	0.3610
Mediana	Electrónica	0.3449	0.3220	0.3042	0.3313
	Automotriz	0.3453	0.2231	0.3600 *	0.3324
	Promedio	0.3449	0.2824	0.3286	0.3316
Grande	Electrónica	0.3315	0.3439	0.3718	0.3473
	Automotriz	0.3281	0.3609 *	0.3636 *	0.3561
	Total	0.3310	0.3467	0.3683	0.3496

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

La evaluación por ciudades sugiere que las plantas de Ciudad Juárez tienen un mejor desempeño ambiental que las de Mexicali y Tijuana (lo cual es consistente con lo dicho, ya que Ciudad Juárez se especializa en la maquila automotriz). Tijuana, por su parte, es la ciudad en que se concentran las plantas con niveles de DA por debajo de la media simple, en tanto que Mexicali se ubica en una posición intermedia.

Cuadro 15
DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA
Y VARIABLES SELECTAS

		DA	Número de casos	Desviación estándar
PROMEDIO GENERAL		0.3531	292	0.1083
RAMA	Electrónica	0.3506	213	0.104
	Automotriz	0.36	79	0.1197
TAMAÑO DE PLANTA	Micro	0.3672	10	0.1066
	Pequeña	0.361	73	0.1105
	Mediana	0.3316	43	0.1063
	Grande	0.3496	154	0.1074
ORIGEN DEL CAPITAL	México	0.3041	32	9.90E-02
	Estados Unidos	0.3641	160	0.1079
	Asia	0.3362	68	0.1084
	Europa	0.3881	21	9.07E-02
	Otro	0.3919	2	1.02E-03
ANTIGÜEDAD	1963 -1969	0.3711	5	7.93E-02
	1970-1979	0.3439	27	0.1125
	1980-1989	0.3505	82	0.1023
	1990-1999	0.3502	148	0.1116
	2000-2002	0.3631	20	0.1203

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Cuadro 16
DESEMPEÑO AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA
Y CERTIFICACIONES ISO

		DA	Número de casos	Desviación estándar
ISO 9001	SÍ	0.3645	64	0.1159
	NO	0.35	218	0.1063
	EN TRÁMITE	0.3383	9	0.1102
ISO 9002	SÍ	0.3471	101	9.89E-02
	NO	0.3551	180	0.1136
	EN TRÁMITE	0.3703	10	0.1119
ISO 14001	SÍ	0.3711	43	0.1018
	NO	0.3492	240	0.1092
	EN TRÁMITE	0.3639	8	0.121
ISO 14002	SÍ	0.4475	5	5.98E-02
	NO	0.3508	284	0.1087
	EN TRÁMITE	0.4036	2	1.45E-02
QS 9000	SÍ	0.3852	60	0.1129
	NO	0.3419	221	0.1055
	EN TRÁMITE	0.4001	10	0.1024

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Cuando se evalúa el DA de acuerdo con diferentes variables estructurales (rama, tamaño, antigüedad, origen del capital, programas de autogestión) se observa que los valores absolutos de DA presentan poca variabilidad respecto de su promedio general. Con la finalidad de establecer diferencias entre las medidas obtenidas se utilizó la prueba "F" de Fisher mediante un análisis de varianza con un nivel de significación del 95%. Como resultado de este análisis se pudo establecer que las variables que presentan diferencias, desde el punto de vista estadístico, con respecto al promedio general son, principalmente, las referidas al origen del capital y a las certificaciones internacionales (véanse los cuadros 15, 16 y 17). Las tendencias observadas del desempeño ambiental en relación con las variables estructurales son las siguientes:

i) En cuanto al *origen del capital* se encontró que más de la mitad de las plantas encuestadas de ambas ramas eran estadounidenses. Sin embargo,

al comparar los niveles de DA se pudo apreciar que estos eran mejores en las plantas cuyos entes corporativos se ubicaban en Europa que en aquellas pertenecientes a corporaciones de Estados Unidos, México y países asiáticos.

Cuadro 17
ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DESEMPEÑO AMBIENTAL DE VARIABLES SELECTAS
EN LA INDUSTRIA MAQUILADORA

	Desviación entre grupos DEG	Desviación dentro de los grupos DDG	DEG DDG	Df	Valor crítico (F)	Resultado
Origen del capital	0.036	0.011	3.27		2.41	Se acepta la hipótesis alternativa (H ¹) de que estadísti- camente son diferentes
ISO 9001	0.006	0.012	5	(2, 288)	3.04	
ISO 9002	0.004	0.012	3.33	(2, 288)	3.04	
QS 9000	0.056	0.011	5.09	(2, 288)	3.04	
ISO 14001	0.009	0.012	7.15	(2, 288)	3.04	
Rama	0.005	0.012	0.41	(1, 290)	2.41	Se acepta la hipótesis nula (H ⁰) de que esta- dísticamente son iguales
Tamaño	0.009	0.012	0.75	(2, 276)	2.65	
Antigüedad	0.002	0.012	0.16	(4, 277)	2.41	
ISO 14002	0.026	0.012	2.1	(2, 288)	3.04	

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

ii) Según la *antigüedad* de las plantas se observó que tanto las que tenían una antigüedad de más de 10 años como las de reciente creación presentaban los niveles de DA más altos, por lo que una mayor antigüedad las plantas no necesariamente se traduce en un mejor DA.

iii) Al contrario de lo esperado, las plantas que no cuentan con un *programa de autogestión ambiental* tienen un DA superior al de aquellas que lo tienen.

iv) En cuanto a las *certificaciones* internacionales, cabe señalar que, en general, las plantas certificadas en alguna norma ISO presentan niveles de DA mejores que las no certificadas. En particular, se aprecia que sólo las plantas que tienen ISO 14001, 14002 e ISO 9001 mantienen un nivel de DA mayor que las que no cuentan con estas certificaciones o que están en proceso de obtenerlas.

c) Relación entre desempeño ambiental y tipos de empresas

En primer término, cabe destacar que las maquiladoras estudiadas muestran un desempeño ambiental “aceptable”. Casi la mitad de las plantas se sitúa en un nivel medio, mientras que el restante 50% se divide más o menos por igual entre los niveles bajo y alto (véase el cuadro 18). En otras palabras, prácticamente tres cuartas partes de las empresas entrevistadas (74%) tienen un buen desempeño ambiental.

Cuadro 18
NIVEL DE DESEMPEÑO AMBIENTAL DE EMPRESAS MAQUILADORAS
SEGÚN GENERACIONES

	BAJO	MEDIO	ALTO	TOTAL
PRIMERA GENERACIÓN	17	29	6	52
Frecuencias esperadas	13.8	25.2	13.0	52.0
Porcentaje de renglón	32,7	55,8	11,5	100,0
Porcentaje de columna	22,1	20,6	8,2	17,9
SEGUNDA GENERACIÓN	34	76	48	158
Frecuencias esperadas	41.8	76.6	39.6	158.0
Porcentaje de renglón	21,5	48,1	30,4	100,0
Porcentaje de columna	44,2	53,9	65,8	54,3
TERCERA GENERACIÓN	26	36	19	81
Frecuencias esperadas	21.4	39.2	20.3	81.0
Porcentaje de renglón	32,1	44,4	23,5	100,0
Porcentaje de columna	33,8	25,5	26,0	27,8
TOTAL	77	141	73	291
Frecuencias esperadas	77.0	141.0	73.0	291.0
Porcentaje de renglón	26,5	48,5	25,1	100,0
Porcentaje de columna	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Al relacionar los seis tipos de empresas descritos con los niveles de desempeño ambiental se obtienen resultados importantes. La distribución de las plantas por nivel de desempeño ambiental y tipo (es decir, porcentajes de renglón), fue la siguiente:

- i) Las plantas que sobresalieron por presentar más altos porcentajes con un bajo nivel de desempeño ambiental fueron las de los Tipos IV y I.
- ii) En los Tipos II, III y I se apreciaron porcentajes de establecimientos por encima del 50% que mostraban niveles medios de desempeño ambiental.
- iii) Las plantas de los Tipos III y V se destacaron por sus considerables porcentajes con niveles altos de desempeño ambiental.

Esto significa que la mayoría de las plantas tiene un nivel medio de desempeño ambiental y que este nivel es particularmente predominante entre las empresas con bajos grados de tecnología, autonomía e integración (los tipos I a III o las primeras generaciones). Sólo en empresas de segunda generación (tipos III y V) hay porcentajes significativos en la categoría superior de desempeño ambiental. En otros términos, se constata que a mayor evolución productiva, mayor es la preocupación por el medio ambiente, aunque la relación no es lineal. Llama la atención que en las empresas en transición hacia otra generación (Tipos II y V) se preste mayor atención al cuidado del medio ambiente que en las otras generaciones (como lo demuestran sus muy elevados porcentajes con niveles medios de desempeño).

A continuación se analiza la distribución de las empresas en función de cada nivel de desempeño ambiental (es decir, porcentajes de columna):

- i) Entre las plantas con bajo nivel de desempeño ambiental sobresalieron los Tipos VI y IV por sus mayores porcentajes.
- ii) En el caso de los establecimientos con nivel medio de desempeño ambiental predominaron por sus porcentajes los Tipos V y VI.
- iii) Los Tipos V y VI registraron elevados porcentajes entre las plantas con niveles altos de desempeño ambiental.

Esto significa que las empresas con mayor evolución productiva son asimismo las que se concentran en los distintos niveles de desempeño ambiental, lo que refleja una considerable heterogeneidad. Sin embargo, las empresas del Tipo III (segunda generación consolidada) y V (transición a la tercera generación) son las que tuvieron los mejores resultados en función de las frecuencias esperadas, en tanto que las del Tipo VI (tercera generación) mostraron frecuencias similares a las esperadas. Finalmente, las de mayor evolución productiva (vale decir las del Tipo V y VI) concentraron el más alto número de casos.

Con el objeto de poder examinar con mayor claridad los anteriores resultados se expondrá ahora el comportamiento ambiental en relación con las generaciones de empresas maquiladoras (véase el cuadro 18).

i) Las empresas de primera generación tienen un comportamiento ambiental peor que el previsto (ya que se esperaba que hubiera más casos en mejores niveles). Sucede lo contrario con las de segunda y tercera generación.

ii) Las empresas de primera generación se concentran mayoritariamente en los niveles medio y bajo (88% de los establecimientos). Por el contrario, más de tres cuartas partes de las de segunda generación se ubican en los niveles medio y alto (78%), al igual que la mayoría (68%) de las empresas de tercera generación.

Es importante señalar que la relación entre generaciones y desempeño ambiental no es muy clara, aunque también merece mención el hecho de que las empresas de segunda y tercera generación tienen un mejor comportamiento ambiental, como podrá verse a continuación.

d) Comportamiento ambiental y generaciones de empresas

Antes de revisar los resultados del cruce entre generaciones productivas y desempeño ambiental, se describirá el funcionamiento productivo de las plantas maquiladoras en relación con el comportamiento ambiental. Esto permitirá contar con un modelo heurístico a partir del cual sea posible demostrar la hipótesis central de este trabajo: la capacidad y la necesidad de implementar medidas de protección ambiental guardan relación con el nivel de evolución productiva. Este punto de partida es producto de una investigación precedente (García, 1999), por lo que el propósito que aquí se persigue es enriquecer las conclusiones derivadas de aquel trabajo a la luz de los hallazgos logrados en esta investigación.

Luego de caracterizar el comportamiento ambiental se procederá al análisis por generaciones productivas en relación con el medio ambiente, el cual permitirá identificar los factores principales que inciden en la selección, introducción e implementación de medidas ambientales. Esto ayudará a enriquecer el contexto de las decisiones productivas y ambientales propuestas en el modelo hipotético aquí presentado.

A continuación se describirán las principales características de las generaciones en relación con el medio ambiente. Se destaca, en particular, el papel que desempeña la empresa filial dentro de la red corporativa a la que pertenece, mediante el análisis de los siguientes aspectos: las formas de relación productiva (matriz-subsidiaria), la fuente de competitividad y la manera en que estas características condicionan el comportamiento ambiental de las plantas. Por esta vía se pretende mostrar que hay empresas

en diferentes fases evolutivas, desde el punto de vista tanto productivo como de su comportamiento ambiental.

i) Primera generación. Generalmente son empresas que funcionan como unidades acogidas al programa de resguardo (*shelter*) y de subcontratación manufacturera, caso en el que el cliente pone la maquinaria, la materia prima y el diseño del proceso, mientras que la empresa filial se encarga de ensamblar los productos y manejar las cuestiones administrativas referidas al funcionamiento de la empresa (pago de salarios, renta, luz, trámites burocráticos). En este caso, el tipo de relación establecida se sustenta en el pago por producto ensamblado, el cual constituye para la empresa la principal fuente de ingresos que le permitan costear las labores administrativas y, después de pasado un límite de producción, su principal fuente de ganancias. En este sentido, la estrategia competitiva de estas empresas se basa en la disminución de los costos administrativos (por ejemplo, vía la utilización de mano de obra barata), y en la producción del mayor número de unidades en el menor tiempo posible.

En este contexto, las medidas de protección ambiental son percibidas como un gasto adicional que incide directamente en los costos administrativos; por lo tanto, en las plantas de esta generación productiva se tiende a aplicar medidas ambientales con un mínimo o nulo grado de control y seguimiento.

ii) Segunda generación. Las plantas pertenecientes a esta categoría funcionan como filiales de transnacionales, lo cual les permite recibir de la corporación matriz un presupuesto anual, cuyo manejo está a cargo del personal administrativo de la planta. Bajo este esquema, el ente corporativo solicita el producto y la empresa filial asume la responsabilidad de organizar el proceso de manufactura; con el presupuesto otorgado tiene que cumplir sus obligaciones administrativas y los requerimientos de producción. En su caso, la estrategia competitiva se basa en la calidad y en el incremento de la eficiencia de los procesos, vía la disminución tanto de los costos unitarios del producto como de los tiempos muertos en la línea de producción.²⁷

²⁷ En este sentido, orientan sus actividades de proceso según tres líneas básicas de acción: búsqueda de materias primas, modificaciones parciales del producto para adaptarlo a las condiciones locales de producción, y aplicación de formas de organización que permitan hacer más fluida la producción. El objetivo central de estas actividades es la reducción de los costos de producción mediante la identificación de oportunidades de nuevos insumos o el mejoramiento de las tareas del proceso, de tal manera que conlleven un aumento de la calidad del producto. Aquí, los agentes locales (ingenieros, técnicos y operadores de producción) tienen una mayor intervención en los procesos al aplicarse niveles más altos de conocimiento manufacturero. Véase también González-Aréchiga y Ramírez (1990); Alonso y Carrillo (1996); Contreras (2000).

En este sentido, el incremento de la eficiencia productiva mediante la reducción de los costos administrativos y por unidad de producto²⁸ es su principal ventaja competitiva. En este contexto, el gasto asociado a la protección ambiental es considerado menos negativo con respecto a su principal fuente de competitividad (reducción de costos unitarios en procesos productivos), debido a que dicho gasto se redistribuye sobre la base del costo unitario. Esto permite tolerar un mayor costo administrativo asociado al control ambiental. Así, desde el punto de vista de los costos operativos, aumenta la capacidad para destinar más recursos humanos y económicos al reforzamiento de las actividades ambientales. Estas comprenden tanto la implementación de tecnologías de control ambiental en el proceso de manufactura, como la creación de unidades o departamentos específicos encargados de esta área.

iii) Tercera generación. Las plantas clasificadas como de tercera generación han integrado a sus funciones las actividades de diseño y proceso de producto. Actúan como auténticas casas matrices, desde donde se produce y distribuye el producto. En este estadio productivo, la principal fuente de competitividad radica en la disminución tanto del tiempo de realización de los proyectos como de los costos asociados a la manufactura y el diseño del producto.²⁹ En esta perspectiva, el gasto destinado al área ambiental abarca desde las actividades de monitoreo y control hasta la disminución de residuos en el diseño y la manufactura del producto.

e) Evolución productiva y aspectos ambientales

Con la finalidad de explorar el grado de dependencia o independencia entre la evolución productiva (que aquí se expresa a través de la categorización de generaciones productivas), y las variables ambientales consideradas en este estudio, se aplicó la prueba estadística de la “Chi cuadrada”, con un nivel de significación del 95%.

²⁸ Algunas formas de incrementar la eficiencia en términos de costos son la utilización de mano de obra barata y el ahorro en el pago de servicios (luz, agua, teléfono), entre otras. Para lograr mayor eficiencia en los costos unitarios de producción se recurre a la reasignación de tareas en línea, la búsqueda de nuevas materias primas, la aplicación de tecnologías automatizadas y la implementación de nuevas formas de organización. Tales son algunas de las vías que exploran las empresas maquiladoras de este tipo para disminuir sus costos de producción.

²⁹ En las plantas de este tipo existe un área o departamento de diseño o ingeniería encargado de fabricar prototipos de prueba adaptados a las exigencias del cliente, además de diseñar nuevos modelos para lanzarlos al mercado. En estos laboratorios se realizan pruebas y ajustes del proceso para verificar que cumpla con los requerimientos de calidad. Una vez que se aprueba el prototipo piloto y que el cliente acepta las especificaciones del producto, se instrumenta en la línea de producción. Se establecen nuevas relaciones cliente-proveedor (vía la interacción directa entre los ingenieros de diseño y los clientes), y nuevas formas de organización del trabajo (por ejemplo, la integración vertical).

Como resultado de este análisis, se encontró que las variables ambientales que presentan un nivel de dependencia significativo respecto de las generaciones de empresas son las siguientes: la política ambiental, la existencia de un área ambiental, así como la composición del personal asignado a ella, y los gastos ambientales. En otras palabras, los recursos económicos y humanos destinados a la protección ambiental dependen de la evolución productiva. Por su parte, la aplicación de tecnologías ambientales, el seguimiento de programas de autogestión ambiental voluntaria y la cooperación para la protección ambiental son variables que estadísticamente ocurren con independencia del grado de evolución productiva observado en las maquiladoras visitadas (véase el cuadro 19).

Cuadro 19
PRUEBA CHI CUADRADA CON UN NIVEL DE SIGNIFICACIÓN DEL 95%

	Valor Chi cuadrada	df	Valor crítico χ^2	Resultado
Política ambiental	10.737	4	9.49	
Departamento o área ambiental	9.829	4	9.49	Se acepta la hipótesis nula (H_0) que implica que las variables tienen dependencia estadísticaBH
Personas asignadas	10.465	4	9.49	
Gastos ambientales	19.617	4	9.49	
Tecnología ambiental	1.536	4	9.49	Se acepta la hipótesis nula (H_0) que implica que las variables tienen independencia estadística
Programa de autogestión	9.829	4	9.49	
Cooperación institucional	10.465	4	9.49	

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Aunque tales asociaciones existen, los datos no sugieren necesariamente una relación directamente proporcional entre las variables ambientales y las generaciones productivas o, al menos, no del todo. Esta consideración se basa en el hecho de que, de acuerdo con los hallazgos estadísticos, las probabilidades de una respuesta afirmativa en este conjunto de variables son mayores en el caso de las plantas de segunda generación que en el de las de primera generación e, incluso, en el de las de tercera generación.

En parte, esto se debe a que más de la mitad de las plantas visitadas (54,4%) presenta características asociadas a la segunda generación, seguida de las generaciones tercera y primera (27,5% y 17,8%, respectivamente).

A continuación se describen los resultados estadísticos del cruce de datos ambientales con la evolución productiva. Se empieza por las variables dependientes y, en un segundo bloque, se abordan las variables estadísticamente independientes. En cada caso se exponen los factores asociados al comportamiento de las estadísticas observadas, según lo sugerido por las investigaciones precedentes.

i) **Política ambiental.** Como se había señalado anteriormente, el 70% de los establecimientos visitados tiene una política ambiental explícita aplicada por el ente corporativo. Aquí se encontró que la probabilidad de que se cuente con una política de este tipo es mayor entre las plantas de segunda y tercera generación que entre las de primera generación (véase el cuadro 20).

Cuadro 20
TABLA DE PROBABILIDADES QUE RELACIONA VARIABLES AMBIENTALES
Y GENERACIONES PRODUCTIVAS DE PLANTAS MAQUILADORAS
(VARIABLES DEPENDIENTES)

POLÍTICA AMBIENTAL				
Generación	NO APLICA	NO	SI	Total
Primera	6	29	18	53
Porcentaje	2,00	9,80	6,10	17,80
Segunda	15	112	35	162
Porcentaje	5,10	37,70	11,80	54,50
Tercera	12	40	30	82
Porcentaje	4,00	13,50	10,10	27,60
Total	33	181	83	297
Porcentaje	11,10	60,90	27,90	100,00
DEPARTAMENTO O ÁREA AMBIENTAL				
Generación	NO APLICA	NO	SI	Total
Primera	2	20	31	53
Porcentaje	0,70	6,70	10,40	17,80
Generación	NO APLICA	NO	SI	Total
Segunda	1	52	109	162
Porcentaje	0,30	17,50	36,70	54,50
Tercera		38	44	82
Porcentaje		12,80	14,80	27,60

(continúa)

Cuadro 20 (conclusión)

Total	3	110	184	297
Porcentaje	1,00	37,00	62,00	100,00
PERSONAL DEL ÁREA AMBIENTAL				
	No tiene departamento			
Generación		De 1 a 5	Más de 6	Total
Primera	26	24	3	53
Porcentaje	8,80	8,10	1,00	17,80
Segunda	58	90	14	162
Porcentaje	19,50	30,30	4,70	54,50
Tercera	45	35	2	82
Porcentaje	15,20	11,80	0,70	27,60
Total	149	19	297	
Porcentaje	43,40	50,20	6,40	100,00
GASTOS AMBIENTALES				
Generación	NO APLICA	Entre 1 y 10	Más de 10	Total
Primera	28	25		53
Porcentaje	9,40	8,40		17,80
Segunda	50	102	10	162
Porcentaje	16,80	34,30	3,40	54,50
Tercera	27	42	13	82
Porcentaje	9,10	14,10	4,40	27,60
Total	105	169	23	297
Porcentaje	35,40	56,90	7,70	100,00

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Este comportamiento es consistente con el tipo de relación que existe entre la maquiladora y su red corporativa en cada una de las generaciones, la cual supone una creciente transferencia de sucesivas responsabilidades productivas desde la casa matriz a las maquiladoras. Esto significa que a mayor evolución, mayores requerimientos productivos. Por ejemplo, las plantas de primera generación funcionan como unidades bajo el programa de resguardo (*shelter*) y de subcontratación manufacturera, lo cual implica que el cliente pone la maquinaria, la materia prima y el diseño del proceso, mientras que la empresa filial se encarga de ensamblar los productos y manejar las cuestiones administrativas ligadas al funcionamiento de la empresa. Por consiguiente, a diferencia de lo que ocurre en las plantas de

segunda y tercera generación, las cuestiones ambientales son vistas por la corporación como una actividad que forma parte de los trámites administrativos requeridos para funcionar en el país, actividad que en la práctica realiza la planta filial como otra de sus responsabilidades. Esto explica, en parte, el hecho de que entre las plantas que cuentan con una política ambiental corporativa, la probabilidad de tenerla sea menor para las de primera generación que para el resto de las plantas de segunda y tercera generación (6,6% en comparación con 11,78% y 10,1%, respectivamente).

ii) **Recursos humanos y económicos para la protección ambiental.** A pesar de que el cumplimiento de la normativa obliga a las plantas a tener un área ambiental, el análisis estadístico mostró que su existencia se relaciona también con la política ambiental corporativa y, por lo tanto, con la ubicación de la empresa en las generaciones productivas. Aquí, según la tendencia observada, las plantas de segunda generación tienen una mayor probabilidad de contar con un área ambiental que las de primera generación y, al contrario de lo esperado, también que las de tercera generación (36,7% comparado con 10,4% y 14,8%, respectivamente) (véase el cuadro 21).

Sin embargo, en términos del gasto destinado a la protección ambiental, la tendencia indica que a mayor evolución productiva, más recursos económicos se asignan al cuidado del medio ambiente. Según el análisis realizado, la probabilidad de que una planta destine más del 10% de su gasto total al medio ambiente es mayor en las de tercera generación que en las de primera y segunda generación (4,3% comparado con 0% y 3,36%, respectivamente) (véase el cuadro 21). Además, se encontró que el porcentaje promedio de personal dedicado al medio ambiente con respecto al total del plantel no obrero (es decir, técnicos, administrativos y gerentes) es mayor en las empresas pertenecientes a la tercera generación que en las ubicadas en las otras dos (0,041% en comparación con 0,026% y 0,041%).

El hecho de que los recursos humanos y económicos dependan estadísticamente de la evolución productiva se podría explicar por el tipo de relación entre la casa matriz y la planta maquiladora. Por ejemplo, a diferencia de las plantas de primera generación que funcionan bajo el programa de resguardo, las de segunda y tercera generación operan como filiales transnacionales, lo cual significa que reciben de la corporación un presupuesto anual para realizar sus actividades manufactureras y administrativas, bajo ciertos lineamientos dictados por la casa matriz. En este caso, el personal gerencial tiene la obligación de lograr la mayor eficiencia en el uso de dicho presupuesto, ajustándose a los requerimientos administrativos y de calidad y cantidad del producto impuestos por su corporación, lo cual supone una evolución de sus capacidades y competencias que no se da en el caso de las plantas de primera generación.

Cuadro 21
 TABLA DE PROBABILIDADES QUE RELACIONA VARIABLES AMBIENTALES
 Y GENERACIONES PRODUCTIVAS DE PLANTAS MAQUILADORAS
 (VARIABLES INDEPENDIENTES)

TECNOLOGÍAS AMBIENTALES				
Generación	NO APLICA	NO	SI	Total
Primera		9	44	53
Porcentaje		3,00	14,80	17,80
Segunda	2	24	136	162
Porcentaje	0,70	8,10	45,80	54,50
Tercera	1	16	65	82
Porcentaje	0,30	5,40	21,90	27,60
Total	3	49	245	297
Porcentaje	1,00	16,50	82,50	100,00
PROGRAMAS DE AUTOGESTIÓN				
Generación	NO APLICA	SÍ	NO	Total
Primera	0	21	31	52
Porcentaje		7,30	10,80	18,20
Segunda	0	59	94	153
Porcentaje		20,60	32,90	53,50
Tercera	0	39	42	81
Porcentaje		13,60	14,70	28,30
Total		119	167	286
Porcentaje		41,60	58,40	100,00
COOPERACIÓN INSTITUCIONAL				
Generación	NO APLICA	NO	SI	Total
Primera	2	11	40	53
Porcentaje	0,70	3,70	13,50	17,80
Segunda	2	48	112	162
Porcentaje	0,70	16,20	37,70	54,50
Tercera	1	26	55	82
Porcentaje	0,30	8,80	18,50	27,60
Total	5	85	207	297
Porcentaje	1,70	28,60	69,70	100,00

Fuente: Colegio de la Frontera Norte (COLEF), Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

En este contexto, es obvio que el efecto *producción* generado por su actividad determina que se destinen mayores recursos humanos y económicos para cumplir las normas ambientales –crecientes en número y complejidad–, aplicables a la planta,³⁰ pero con la obligación de hacer el uso más eficiente del presupuesto asignado por la corporación. En este caso, la eficiencia productiva se mejora mediante la reducción de costos, tanto administrativos como por unidad de producto manufacturado, en lo cual radica su principal ventaja competitiva.

De acuerdo con este planteamiento, los costos asociados a la protección ambiental son vistos como menos adversos con respecto a dicha principal ventaja competitiva, debido a que el gasto ambiental se redistribuye sobre la base del costo unitario. En otras palabras, se puede así aceptar un mayor costo administrativo por concepto de actividades ambientales y, desde el punto de vista de los costos operativos, se incrementa la capacidad para destinar más personal y presupuesto a estas actividades. Esto también supone un intenso aprendizaje productivo para que las medidas ambientales se integren a los procesos manufactureros.³¹

iii) **Aspectos ambientales no relacionados con la evolución productiva.** Como se mencionó al principio de esta sección, la aplicación de tecnologías ambientales, el seguimiento de programas de autogestión ambiental voluntaria y la cooperación para la protección ambiental son variables que estadísticamente ocurren con independencia de los niveles de evolución productiva (generaciones de maquiladoras) observados en las plantas visitadas. Esta autonomía de los datos puede explicarse por el hecho de que las variables en cuestión son producto del cumplimiento de la normativa que las maquiladoras están obligadas a acatar.

En el caso de la aplicación de tecnologías ambientales, la generalidad de las preguntas planteadas en el cuestionario no permite distinguir entre tecnologías de final de proceso (*end-of-pipe technologies*) y preventivas. Por

³⁰ Las plantas medianas y grandes constituyen el 59% de las pertenecientes a la segunda y tercera generación. Aquí el efecto producción se refiere al hecho de que a mayor volumen de producción, con las consiguientes exigencias de diferenciación y calidad del producto, mayor es la necesidad de cumplir la normativa vigente. En otras palabras, las plantas de segunda y tercera generación por su tamaño y, por ende, su mayor visibilidad física, pueden tener una más alta probabilidad de ser inspeccionadas por los funcionarios de gobierno que las más pequeñas (principalmente de 1a primera generación), lo que determina que estas plantas destinen más recursos humanos y económicos al área ambiental para evitar sanciones por parte de las autoridades.

³¹ La integración de las actividades ambientales con la manufactura generalmente se produce entre los equipos de ingenieros de producción y el personal encargado del medio ambiente, debido a la necesidad de hacer más eficientes los diseños de la manufactura, con altos niveles de calidad y adaptados a las restricciones económicas de su presupuesto. Dicha integración no es automática ni instantánea, sino producto de una serie de fases intermedias (para una discusión mas amplia del tema, véase García, 2002 y 2003)

la naturaleza de los procesos productivos y el tipo de exigencias en cuanto a cumplimiento de la normativa (véanse en este documento los trabajos de Per Stromberg; Kathryn Kopinak y Saúl Guzmán; Alfonso Mercado y Oscar Fernández), cabe suponer que las tecnologías ambientales aplicadas en las maquiladoras son de final de proceso, es decir, de control de la contaminación.

Con respecto al seguimiento de programas de autogestión ambiental, interesa señalar que estos son promovidos como parte de la política ambiental del gobierno, por lo que su adopción por parte de las maquiladoras depende de los esfuerzos que hagan los organismos gubernamentales para incentivar a las empresas. Al respecto se puede comentar que, a pesar de las “facilidades” que el gobierno ofrece a las empresas que quieran certificarse en este tipo de programas, las maquiladoras prefieren un certificado de autogestión como el ISO 14001, principalmente debido a consideraciones de competitividad de la red corporativa a la que pertenecen. Es decir, es más atrayente certificar su sistema de gestión ambiental bajo el sello de un organismo internacional, por las ventajas económicas que ello conlleva en su principal mercado, que certificarlo con las autoridades de gobierno, en cuyo caso sólo pueden aspirar a un reconocimiento local por dar cumplimiento a la normativa.

Por su parte, la cooperación de las plantas maquiladoras con instituciones de protección ambiental se da básicamente con entidades de consultoría privadas y de gobierno, en relación con el cumplimiento de la normativa. Esta cooperación sigue siendo importante, aun cuando las plantas (principalmente aquellas en fases avanzadas de evolución), cuenten con una área ambiental y personal especializado. Ello se debe al hecho de que la comprobación del cumplimiento de algunas normas exige la realización de exámenes especializados (por ejemplo, pruebas de emisiones a la atmósfera y tratamiento de aguas industriales, entre otros), de los cuales solo pueden encargarse entidades autorizadas por el gobierno.

No obstante la independencia estadística de las variables ambientales mencionadas, la probabilidad de que una planta aplique tecnologías ambientales, se incorpore a programas de autogestión ambiental y establezca relaciones de cooperación institucional es mayor si se ubica entre las maquiladoras de segunda generación.

D. Conclusiones

La investigación que se ha presentado demuestra que ha habido un avance cuantitativo y cualitativo en el comportamiento ambiental de la industria maquiladora. Las empresas han fortalecido sus estructuras organizativas para la protección ambiental y la gran mayoría de ellas cuenta con certificaciones internacionales. Más del 90% de los establecimientos ha obtenido alguna certificación y un 17% tiene la ISO 14000. Las empresas certificadas en procesos de gestión ambiental (en comparación con las que no lo están) disponen, como sería de esperar, de mejores estructuras organizativas, más recursos humanos calificados y mayores presupuestos para estas actividades, lo cual les permite presentar un mejor comportamiento ambiental.

La industria maquiladora en México es muy dinámica y heterogénea en cuanto a su actividad productiva; ello explica en gran medida su éxito en las exportaciones manufactureras y la competitividad industrial que han alcanzado (Carrillo y Gomis, 2003; Dussel, 2003; Katz y Giovannini, 2001). Pero esta heterogeneidad también refleja condiciones diferentes para atender los requerimientos ambientales y, en general, las exigencias de la competitividad. Como se expuso al comienzo del estudio, la importancia de la industria maquiladora en el empleo, la generación de divisas, los efectos multiplicadores y la creciente inversión extranjera directa, le otorga una característica central: ser uno de los principales vehículos para la integración productiva con Estados Unidos, el mayor mercado de consumo mundial.

Sin embargo, aun cuando las exigencias corporativas imponen una política ambiental explícita al conjunto de las maquiladoras (nivel global), esta no es la causa primaria por la cual la mayoría de las plantas emprenden acciones de protección del medio ambiente. La principal causa de que lo hagan sigue siendo el cumplimiento de la normativa. Por lo tanto, la política ambiental corporativa tiene un efecto directo sobre el comportamiento en esta área solo cuando existe la necesidad de certificarse en el estándar ISO 14001.

En este sentido, el tipo de relación entre las autoridades gubernamentales y las maquiladoras es clave para entender su comportamiento ambiental. Según este estudio, uno de los aspectos que caracteriza dicha relación es el establecimiento de programas preventivos de autogestión, promovidos por el gobierno con la finalidad de que las propias plantas vigilen el cumplimiento de la normativa, con la asesoría directa de los inspectores del gobierno.

La investigación mostró diferencias entre las plantas que han adoptado estos programas de autogestión y las que no lo han hecho. Aparentemente, las primeras destinan a la protección ambiental mayores recursos humanos y económicos que las segundas. No obstante esta diferencia en el conjunto de las plantas, los recursos que se asignan a la actividad ambiental siguen siendo bajos con respecto al total dedicado al resto de las áreas sustantivas (producción y calidad). Resulta así que, a pesar del grado de modernización productiva alcanzado por la industria maquiladora, el área de la protección ambiental es periférica en relación con su principal actividad.

Otro aspecto que caracteriza la relación entre las maquiladoras y las instancias de gobierno es que se da en el proceso de inspección. Esto define el tipo de cooperación entre ambos actores en un contexto en el que el crecimiento industrial ha superado la capacidad de las instancias de gobierno para aplicar la normativa. Estas condiciones han determinado que las inspecciones se limiten a una revisión administrativa de las normas, con el resultado de que la relación entre las maquiladoras y el gobierno ha llegado a ser de franca "burocratización". En este sentido, la instrumentación de "incentivos fiscales" y la "simplificación administrativa" son las sugerencias más frecuentes de los gerentes entrevistados para mejorar la política ambiental del gobierno.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, en el desempeño ambiental de las maquiladoras inciden dos factores: i) la aplicación de las normas por parte del gobierno (a través de la inspección), y ii) el tipo de relación entre las empresas de maquila y el gobierno a través de los programas de autogestión ambiental, promovidos precisamente por los organismos gubernamentales. Estos dos elementos se combinan con los efectos potenciales de las certificaciones internacionales de calidad y medio ambiente (ISO 9001, 9002 y 14001).

De esta manera, el comportamiento ambiental está vinculado a factores externos e internos: las exigencias del propio mercado del producto y las exigencias de la reglamentación mexicana. La certificación de procesos y el cumplimiento de normas son, por lo tanto, los motores del comportamiento ambiental.

A pesar de que ambos aspectos son cubiertos por las empresas maquiladoras, aun persisten ciertas críticas del gobierno a esta industria, por una parte, por el hecho de que las instancias públicas no participan directamente en el proceso de certificación y, por la otra, debido a la ausencia de estudios técnicos que aseguren que el impacto ambiental es ahora menor.³²

³² Otro aspecto que limita el potencial de los certificados para mejorar el desempeño ambiental es el hecho de que la mayoría de las plantas certificadas son medianas o grandes.

Por otra parte, como resultado del análisis estadístico del desempeño ambiental se encontró que existía un grado de dependencia significativo entre este desempeño y las generaciones de empresas maquiladoras, particularmente en aspectos tales como política ambiental, existencia de un área ambiental y composición del personal asignado a ella, y gasto ambiental. En este sentido se puede concluir que los recursos económicos y humanos destinados a la protección ambiental dependen de la trayectoria de la evolución productiva de cada empresa. Este comportamiento se asocia a la estrategia de costos de las plantas maquiladoras visitadas, derivada del tipo de relación matriz-subsidiaria en cada una de las generaciones productivas.

Otras variables, como la aplicación de tecnologías ambientales, el seguimiento de programas de autogestión y la cooperación institucional para la protección del medio ambiente, son independientes del grado de evolución productiva observado en las maquiladoras visitadas. Esta autonomía estadística guarda relación con el hecho de que estas variables son producto de la necesidad de cumplir la normativa, lo cual las maquiladoras están obligadas a hacer, independientemente de sus capacidades productivas.

Bibliografía

- Alonso, Jorge y Jorge Carrillo (1996), "Gobernación económica y cambio industrial en la frontera norte de México: un análisis de trayectorias locales de aprendizaje", *Revista Eure*, N° 67, Santiago de Chile, diciembre.
- Bair, Jennifer y Gary Gereffi (2001), "Local clusters in global chains: the causes and consequences of export dynamism in Torreón's blue jeans industry", *World Development*, vol. 29, N° 11.
- Barajas Escamilla, María del Rocío (2000), "Global Production Networks in an Electronics Industry: The Case of the Tijuana-San Diego Binational Region", tesis de doctorado, Irvine, University of California.
- Birkinshaw, Julian y Neil Hood (1998), "Multinational subsidiary evolution: capability and charter change in foreign-owned subsidiary companies", *Academy of Management Review*, vol. 23, N° 4.
- Brown, Flor (1998), "La industria textil", documento presentado al seminario El desempeño ambiental de la industria y los instrumentos de política, México, D.F., enero.
- Brown Flor y Lilia Domínguez (1989), "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación", *Comercio exterior*, vol. 39, N° 3, México, D.F., marzo.
- Buitelaar, Rudolph, R. Padilla y R. Urrutia (1999), "Industria maquiladora y cambio técnico," *Revista de la CEPAL*, N° 67 (LC/G.2055-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), abril.
- Carrillo, Jorge (2002), "La industria de los televisores en México: integración y proveedores locales en Tijuana", *Asian Journal of Latin American Studies*, vol. 15, N° 1.
- Carrillo, Jorge y María Eugenia De la O (2003), "Las dimensiones del trabajo en la industria maquiladora de exportación en México", *La situación del trabajo en México, 2003*, E. De la Garza y C. Salas (coords.), México, D.F., Ed. Plaza y Valdéz.

- Carrillo Jorge y Humberto García Jiménez (2003), "Escalamiento industrial y prevención de accidentes: el papel de las certificaciones internacionales", México, D.F., inédito.
- (2002), "Evolución de las maquiladoras y el rol del gobierno y del mercado en la seguridad en el trabajo", *Papeles de Población*, vol. 8, N° 33, México, D.F., julio-septiembre.
- Carrillo Jorge y Redi Gomis (2003), "Los retos de las maquiladoras ante la pérdida de competitividad", *Comercio exterior*, vol. 53, No. 4, México, D.F.
- (2002), "Medición de las generaciones de maquiladoras", documento presentado al seminario del Proyecto Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, México, D.F., UAM, 5 al 7 de noviembre.
- Carrillo Jorge y Alfredo Hualde (2002), "La maquiladora electrónica en Tijuana: hacia un cluster fronterizo", *Revista mexicana de sociología*, año LXIV, N° 3, México, D.F.
- (1997), "Third Generation Maquiladoras: The Case of Delphi-General Motors", *Journal of Borderlands Studies*, vol. 13, N° 1.
- Carrillo Jorge y Arturo Lara (2004), "Maquiladoras de cuarta generación y coordinación centralizada", *Estudios sociológicos*, vol. 22, N° 66, septiembre-diciembre.
- Carrillo, Jorge y Miguel Angel Ramírez (1990), "Modernización tecnológica y cambios organizacionales en la industria maquiladora", *Estudios fronterizos*, N°23, Mexicali, septiembre-diciembre.
- Carrillo, Jorge, Marta Miker y Julio Morales (2001), *Empresarios y redes locales: autopartes y confección en el norte de México*, México, D.F., Ed. Plaza y Valdéz/Universiada Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).
- Carrillo, Jorge, Michael Mortimore y Jorge Alonso (1999), *Competitividad, y mercado de trabajo. Empresas de autopartes y de televisores en México*, México, D.F., Plaza y Valdéz/Universiada Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).
- Christman, John (2003), *Outlook for the Maquiladora Industry 2002-2007*, XLVI Maquiladora Industry Outlook Meeting, Global Insight, Tijuana, 31 de enero.
- COLEF (Colegio de la Frontera Norte)(2002), *Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en la Maquiladora de México*, Proyecto Conacyt 35947-s, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).
- (2001), *Mejoramiento de las Condiciones de Empleo en la Industria Maquiladora*, Reporte de investigación, Rodolfo Cruz (coord.), Tijuana.
- Constantino, Roberto (1996), "Ambiente, tecnología e instituciones: el reto de un nuevo orden competitivo", *Comercio exterior*, vol. 36, N° 10, octubre.
- Conteras, Oscar (2000), *Empresas globales, Actores locales. Producción flexible y aprendizaje en las maquiladoras*, México, D.F., El Colegio de México.
- Dahlman, Carl J. (1996), "New elements of international competitiveness: Implications for developing economies", *The new paradigm of systemic competitiveness: toward more integrated policies in Latin America. Organization for Economic Co-operation and Development*, Colin I. Bradford Jr, París, Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE).
- De la O, María Eugenia y Cirila Quintero (coords.) (2002), *Globalización, trabajo y maquilas: las nuevas y viejas fronteras en México*, México, D.F., Ed. Plaza y Valdéz/ Fundación Ebert.

- Dobilas, G. y A. MacPherson (1997), "Environmental regulation and international sourcing policies of multinationals firms", *Growth & Change*, vol. 28, N° 1.
- Domínguez, Lilia (1998), "Comportamiento ambiental de las empresas de la industria de fibras químicas en México", documento presentado al seminario El desempeño ambiental de la industria y los instrumentos de política, México, D.F., enero.
- Dosi, Giovanni y Luigi Marengo (1994), "Some elements of an evolutionary theory of organizational competences", *Evolutionary concepts in contemporary economics*, Richard W. England (ed.), The University of Michigan Press.
- Dosi, Giovanni y Franco Malerba (1996), *Organization and strategy in the evolution of the enterprise*, Macmillan Press.
- Dussel Peters, Enrique (2003), "Ser maquila o no ser maquila, ¿es esa la pregunta?", *Comercio exterior*, vol. 53, N° 4, abril.
- Dutrenit, Gabriela y A. Vera-Cruz (2004), *La IED y las capacidades de innovación y desarrollo locales: Lecciones del estudio de los casos de la maquila automotriz y electrónica en Ciudad Juárez (LC/MEX/L.604)*, México, D.F., Sede subregional de la CEPAL en México, marzo.
- (2002), "Rompiendo paradigmas: acumulación de capacidades tecnológicas en la maquila de exportación", *Innovación & competitividad*, vol. 2, N° 6, abril-junio.
- Dutrenit, Gabriela, A. Vera-Cruz y A. Arias (2003), "Diferencias en los perfiles de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas", *Trimestre económico*, vol. LXX (1), N° 277, enero-marzo.
- Ferdow, Kasra (1997), "Making the most of foreign factories", *Harvard Business Review*, marzo-abril.
- Frank den Hond (1996), "In search of a Useful Theory of Environmental Strategy: A case study on the recycling of End-of-life vehicles from the capabilities perspective", Amsterdam, VU Huisdrukkerij.
- FUMEC (Fundación México-Estado Unidos para la Ciencia) (2000), "Hacia el fomento de cadenas productivas en las maquiladoras mexicanas", documento interno, México, D.F., inédito.
- García Jiménez, Humberto (2002), "Trayectorias de cambio tecnológico ambiental en la industria maquiladora de exportación de Tijuana", *Comercio exterior*, marzo, pp. 166-181.
- (1999), "Trayectorias productivas y tecnología ambiental en la industria electrónica de Tijuana", *Región y sociedad*, vol. 11, N° 18, julio-diciembre.
- Gerber, Jim (2002), "Cross border economic bulletin," *San Diego Dialogue Report*, vol. 5, N° 4, San Diego, junio-julio.
- (2001), "Uncertainty and Growth in Mexico's Maquiladora Sector," *Borderlines*, vol. 9, N° 3, marzo.
- Gerber, Jim y Jorge Carrillo (2003), "Are the maquiladoras in electronic sector", documento presentado a la conferencia anual de la Association of Borderlands Scholars, Las Vegas, 9 al 11 de abril.
- (2002), "Are the maquiladoras in Baja competitive? The electronics and auto parts sectors", documento presentado a A Forum Fronterizo, San Diego Dialogue, San Diego, 18 de julio.
- Gereffi, Gary (1999), "Mexico's industrial development in the past 25 years: Climbing ahead or falling behind in the world economy?", documento presentado al seminario *Mexico in the Global Era and Integration of the Americas*, Center for U.S.-Mexican Studies, La Jolla, 3 al 5 de junio.

- ___ (1991), "The 'old and 'new' maquiladora industry in Mexico: What is their contribution to national development and North American integration?", *Nuestra economía*, año 2, N° 8, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Baja California, mayo-agosto.
- González-Aréchiga, Bernardo y José Carlos Ramírez (1990), *Subcontratación y empresas transnacionales*, México D.F., El Colegio de la Frontera Norte y Fundación Friedrich Ebert.
- Hart, Stuart (1997), "Beyond greening: beyond for a sustainable world", *Harvard Business Review*, vol. 75, N° 1, enero-febrero.
- Hualde, Alfredo (2001), *Aprendizaje industrial en la frontera norte de México: la articulación entre el sistema educativo y el sistema productivo maquilador*, México D.F., Plaza y Valdéz/ Colegio de la Frontera Norte (COLEF).
- Jaffe, Adam B. Y otros (1995), "Environmental regulation and the competitiveness of U.S. manufacturing: What does the evidence tell us?", *Journal of Economic Literature*, vol. 33, marzo.
- Katz, Jorge y Giovanni Stumpo (2001), "Regímenes competitivos sectoriales, productividad y competitividad internacional", *serie Desarrollo productivo*, N° 103 (LC/L.1578), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), julio. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.01. II.G.120.
- Kemp, Rene (1995), *Environmental policy and technical change*, Maastricht University Press.
- ___ (1993), "An economic analysis of cleaner technology: Theory and evidence", *Environmental Strategies for Industry. International Perspectives on Research Needs and Policy Implications*, Fisher and Scott, Washington. D.C., Island Press.
- Kogut, Bruce y Udo Zander (1993), "Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation", *Journal of International Business Studies*, vol.24, N° 4.
- Koido, Akihiro (2003), "Structure of industrial agglomeration of CTV industry in the U.S.-Mexican border: Its potential and limits to local development in the context of new global competition", *Comercio exterior*, vol. 53, N° 4, abril.
- Lara Rivero, Arturo (2000), "Convergencia tecnológica y nacimiento de las maquiladoras de tercera generación: el caso Delphi-Juárez", *Comercio Exterior*, vol. 50, septiembre.
- ___ (1998), *Aprendizaje Tecnológico y Mercado de Trabajo en las Maquiladoras Japonesas*, México, D.F., Miguel Ángel Porrúa-UAM Xochimilco.
- Lara Rivero, Arturo y Jorge Carrillo (2003), "Technological globalisation and intra-company coordination in the automotive sector: The case of Delphi -Mexico", *International Journal of Automotive Technology and Management*, vol. 3, N° 1/2.
- Leonard, Jeffrey H. (1988), *Pollution and the Struggle for the World Product. Multinational Corporations, Environment, and International Comparative Advantage*, Cambridge University Press.
- Magnusson Lars y Jan Ottoson (1997), *Evolutionary Economics and Path Dependence*, Edward Elgar Press.
- Malnight, Thomas W. (1996), "The transition from decentralized to network-based MNC structures: An evolutionary perspective", *Journal of International Business Studies*, vol. 27, N° 1.
- Massey, D. (1984), *Spatial Division of Labor*, Hong Kong, McMillan Education

- Mercado, Alfonso y otros (1995), "Contaminación industrial en la zona metropolitana de la ciudad de México", *Comercio exterior*, vol. 45, N° 10, octubre.
- Nelson, Richard y Sidney Winters (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Palomares, Laura y Leonard Mertens (1985), "El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología. El caso de la electrónica", *Reestructuración productiva y clase obrera*, Esthela Gutirrerres (comp.) México, D.F., Siglo XXI, Universidad Autónoma de México (UNAM).
- Paz Rojas, Tomás (1996), "El comportamiento ambiental de una maquiladora de componentes electrónicos y el efecto de los instrumentos económicos", maestría en economía aplicada, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte (COLEF).
- Porter Michael y Claas van der Linde (1995), "Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 9, N° 4.
- Producen (2002), "Análisis de la electrónica y líneas de acción", documento preparado para el seminario interno permanente, Departamento de Estudios Sociales, El Colegio de la Frontera Norte, 25 de febrero, inédito.
- Skea, Jim (1995), "Environmental technology", *Principles of Environmental and Resource Economics: A Guide for Students and Decision Makers*, Gabel y H. Opschoor (eds), Aldershot, Edward Elgar.
- Walley, Noah y Bradley Whitehead (1994), "It's not easy being green", *Harvard Business Review*, vol. 72, N° 3, mayo-junio.
- Wilson, Patricia A. (1992), *Exports and Local Development. Mexico's New Maquiladoras*, Austin, University of Texas Press.

Anexo 1

Metodología de la encuesta

La información utilizada en este trabajo se basa en una encuesta a plantas maquiladoras diseñada y administrada por un equipo de investigadores de El Colegio de la Frontera Norte (COLEF). Esta encuesta forma parte del proyecto "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México", financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (N° 35947-s), con participación de investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) y de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).

La encuesta tuvo como objetivo principal generar información sobre los siguientes aspectos de las maquiladoras:

- 1) Características generales de los establecimientos (económicas, productivas, tecnológicas, organizativas, ambientales y laborales).
- 2) Formas en las que se transfiere tecnología y conocimiento al personal empleado y a los proveedores.
- 3) Innovación y sistemas de información tecnológica.
- 4) Apoyos y relaciones entre estos establecimientos y las instituciones públicas y privadas.

Mediante la encuesta y su metodología se esperaba contribuir al avance en las siguientes áreas:

- 1) Generación de conocimiento científico sobre el aprendizaje tecnológico y el escalamiento industrial en el sector de la maquila.
- 2) Creación de nuevas alianzas entre firmas extranjeras y mexicanas que beneficien a ambas partes y les permitan apreciar las ventajas de la colaboración, tales como el aumento de la competitividad.
- 3) Participación de los actores locales (empresarios, ingenieros, otros) y las instituciones (locales, estatales y federales), en los procesos de innovación.
- 4) Formulación de recomendaciones a las autoridades pertinentes, con el fin de superar obstáculos a la innovación y el escalamiento, así como de fortalecer la participación de los actores locales e instituciones en dicho proceso.
- 5) Fortalecimiento de la productividad de los equipos de investigación del COLEF, la UAM y la FLACSO, así como de la colaboración entre investigadores, estudiantes y profesionales.

La idea original era aplicar el cuestionario de la encuesta a la totalidad de los establecimientos de maquila activos en las ramas electrónica y de piezas y partes de vehículos en Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez. Las industrias maquiladoras de estas ramas fueron seleccionadas debido a su liderazgo en procesos de investigación y desarrollo, a sus programas de capacitación, al desempeño de sus trabajadores y al hecho de que tienden a generar aglomeraciones industriales (*clusters*) a su alrededor.

El cuestionario se aplicó a un total de 297 empresas electrónicas y automotrices, así como a diversos proveedores, durante cinco meses (del 6 de marzo al 9 de agosto del 2002). También se incluyó a una importante empresa de servicios que atiende tanto a estas dos ramas como al resto del sector. La distribución final de la muestra se muestra en el cuadro 1.

Los establecimientos encuestados representaron el 76% del total de los que estaban activos en el momento en que se realizó la encuesta (82% de 220 plantas en Baja California y 69% de 172 plantas en Ciudad Juárez). La tasa de rechazo fue del 18% en el caso de Baja California y del 31% en Ciudad Juárez. En Tijuana se visitaron 102 maquiladoras de 137 del padrón final (74,5%) y 25 proveedores de 33 (75,8%). El número de rechazos en maquiladoras fue de 21 (15,3%) y en proveedores, de 8 (24,3%).

La principal razón que se dio para no atender a los encuestadores fue la difícil situación económica por la que estaban atravesando las empresas en el 2001. Es importante señalar que en el caso de Baja California,

del listado original de 300 plantas, cerca de un 25% había cerrado sus puertas definitiva o temporalmente, o incluso ya no existía. En cuanto a Ciudad Juárez, en donde las plantas son de mayor tamaño que en Baja California, habían cerrado 14 de 191 plantas. Cabe mencionar que por haberse aplicado la encuesta en una coyuntura específica de inestabilidad, las respuestas de los entrevistados, en particular a preguntas de opinión, fueron mucho más realistas que las registradas en períodos de auge, cuando generalmente predomina una visión optimista (dado el gran dinamismo que experimentó el sector hasta septiembre del 2000).

La encuesta se preparó en cuatro fases:

a) Elaboración de un directorio de empresas maquiladoras

i) Se obtuvieron directorios electrónicos de empresas maquiladoras de las siguientes instituciones: Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) (diciembre del 2000), Asociaciones Locales de Maquiladoras, Twin Plant Data Base y directorios privados. El directorio de empresas considera diversas variables y puede consultarse en la página del proyecto en Internet (www.maquiladoras.info).

ii) Se procedió a actualizar el padrón resultante mediante llamadas telefónicas.

iii) Se realizó una cuidadosa actualización en terreno durante la aplicación misma de la encuesta.

iv) Se elaboró un listado de proveedores de las maquiladoras de las ramas electrónica y automotriz sobre la base de los registros de empresas de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), las Secretarías Estatales de Economía y directorios privados de proveedores. Una vez preparado, el listado fue verificado y actualizado tanto telefónicamente como durante el trabajo de campo.² Se trata de proveedores directos de materiales, componentes e insumos para la elaboración del producto final de las empresas y de proveedores de servicios directos para la producción.

b) Elaboración del cuestionario, manuales y tarjetas de apoyo, contacto con informantes clave y difusión de la encuesta

i) El cuestionario tuvo 27 versiones previas y se hizo un levantamiento piloto antes de definir el cuestionario final. La prueba piloto se realizó en la segunda semana de febrero del 2002, con un cuestionario de 20 páginas, que tomaba entre dos y tres horas para completarlo. El cuestionario final tenía 15 páginas, con un tiempo promedio de aplicación de 1.5

a 2 horas, pero se le introdujeron pequeñas modificaciones a medida que el trabajo de campo iba avanzando. El cuestionario aplicado figura en la página del proyecto en Internet (www.maquiladoras.info).

ii) Se preparó material de apoyo para el entrevistador: i) un manual con información sobre cada una de las preguntas; ii) un manual con definiciones de conceptos; iii) tarjetas de lectura para el entrevistado en el caso de preguntas seriadas y con opciones; un tríptico bilingüe (español/inglés) sobre el proyecto de investigación y la encuesta; y v) cartas de respaldo del COLEF, el Consejo Nacional de la Industria Maquiladora de Exportación (CNIME) y de las Asociaciones Locales de Maquiladoras. Todo ello con la finalidad de obtener una base de apoyo institucional importante para minimizar la tasa de rechazo.

c) Estrategia de levantamiento

i) No se trabajó con una muestra, ya que el objetivo era levantar un censo de establecimientos maquiladores y sus proveedores directos. Para enviar a los encuestadores se procedió a localizar cada establecimiento en el mapa de la ciudad, se establecieron rutas y un sistema permanente de llamadas telefónicas para garantizar el acceso a las empresas. Esta etapa incluyó la organización de los encuestadores con sus supervisores y las encargadas de telemarketing, quienes registraban la información de la persona a quien se entrevistaría y verificaban la dirección de las empresas. Para esta parte del trabajo se contó con un protocolo de llamadas, un formato de correo electrónico y cartas del COLEF, la CANACINTRA y el CNIME.

ii) Se contrató a alrededor de 20 encuestadores, 3 supervisores y 3 coordinadores. Se impartió a los encuestadores una capacitación general sobre la encuesta y se contó con un manual básico del encuestador en el que se describían sus funciones básicas, las actividades preliminares, la información diaria sobre los cuestionarios por parte de su supervisor, los lugares específicos de los parques industriales que se visitarían y el material escrito que se les había entregado, entre otros aspectos. Además se les impartió capacitación técnica sobre las maquiladoras y el cuestionario en particular. El cuestionario fue aplicado por encuestadores contratados y con experiencia; se diseñó para ser respondido directamente por personal altamente calificado e informado dentro de las empresas maquiladoras. El 60% de los entrevistados fueron gerentes, directores o propietarios y, el restante 40%, jefes, asistentes de gerencia, contadores y supervisores. Cada entrevista tuvo una duración aproximada de 2 horas y en varias ocasiones fue necesario visitar de nuevo al entrevistado para completar la información. Además se realizó un proceso de verificación del levantamiento y revisión de las respuestas en gabinete, lo cual ayudó a homogeneizar y

corroborar la información obtenida en primera instancia por los encuestadores y, por ende, a abatir el margen de sesgo. El trabajo de gabinete consistió en revisar cada cuestionario y la calidad de las respuestas, así como la congruencia entre los datos y la lectura de las observaciones finales hechas por el encuestador. La codificación era revisada con el manual de codificación.

iii) Se impartió capacitación general y específica a encuestadores, supervisores y coordinadores.

iv) Se acudió a diversos foros para presentar el estudio y solicitar apoyo para que se respondiera la encuesta.

d) Estrategia de difusión y análisis (véase www.maquiladoras.info)

i) La base de datos comprende 460 variables (415 cerradas y 45 abiertas). Se elaboró un sistema para la captura y codificación de las preguntas del cuestionario; la base está en lenguaje DBASE y para su análisis se utilizó el programa SPSS, versión 10. Se contrató a dos registradores y procesadores de datos (capturistas) y a un programador.

ii) Los resultados generales de todas las variables cerradas se presentarán en forma de libro y estarán a disposición del público en la página del proyecto en Internet.

iii) Una síntesis de los resultados de la encuesta se publicará en forma impresa y también estará en la página del proyecto en Internet.

iv) Se elaborarán cinco libros en los que se analizarán los resultados de toda la encuesta, partiendo con la formulación de índices, para cada de rama de maquila (electrónica y automotriz) y cada ciudad (Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez) considerada.

v) Como producto de la encuesta, se están elaborando diversos artículos, capítulos de libros, ponencias, presentaciones en *power point* y tesis de maestría y doctorado. Todos el material terminado se encuentra disponible en la página del proyecto en Internet.

Finalmente, conviene señalar las limitaciones y obstáculos que se presentaron durante la aplicación de la encuesta:

i) La inexactitud del padrón de establecimientos y la consiguiente generalización. No existe ningún directorio de establecimientos de maquila que pueda ser considerado altamente confiable, ya que aquellos con que se contaba en el momento de la encuesta no estaban actualizados y, por ende, no reflejaban las dinámicas de cambio (que pueden ser, incluso, cotidianas).

ii) La inestabilidad económica y la no respuesta. El levantamiento de campo se realizó en una época muy difícil, marcada por los cierres, recortes y reestructuraciones que se registraban en el sector durante el período de aplicación del cuestionario; además, varias empresas prefirieron no participar.

iii) La inexactitud de los directorios de proveedores. Los listados de proveedores son difíciles de obtener y poco exactos; por otra parte, es arduo determinar cuáles son todos sus clientes, o viceversa, cuáles son todos los proveedores de las empresas maquiladoras.

iv) La heterogeneidad de los proveedores y la dificultad para decir cuáles se deben incluir. Existen proveedores de materias primas, insumos y componentes, servicios directos a la producción (inyección de plástico, maquinado, empaque, operaciones manuales), servicios indirectos a la producción (estaciones de trabajo, sillas, batas, sistemas de información, otros), y servicios generales (contabilidad, abogados, telefonía, capacitación, sistemas de información tecnológica, otros).

Anexo 2

Cuestionario a plantas maquiladoras. Sección sobre medio ambiente

10. Ahora le voy a hacer preguntas relacionadas con el medio ambiente

10.1 Esta planta ha introducido tecnologías para contrarrestar la contaminación ambiental? 01 Sí 02 No

10.1.1 Cuál es la principal causa por la que esta planta ha emprendido medidas de protección ambiental ?

01 Por decisión propia

03 Por presiones de PROFEPA

02 Por necesidades de certificación de matriz

04 Otra (especifique) _____

10.2 Del total de insumos en el 2001, qué porcentaje se destinó en esta planta a tecnología ambiental? %

- 10.3 De la Tarjeta 18, seleccione el principal efecto positivo derivado de las medidas ambientales que ha 1° tomado esta planta.

Tarjeta 18

- 00 Ninguno
 - 01 La reducción de material y emisiones tóxicas
 - 02 Un menor consumo de energía eléctrica
 - 03 Introducción de tecnologías mas limpias
 - 04 La disminución de costos reciclaje y/o sustitución de insumos
 - 05 El monitoreo permanente de emisiones contaminantes y condiciones de trabajo
 - 06 Otro (especifique) _____
-

--	--

- 10.4 De la Tarjeta 19, seleccione el principal efecto negativo derivado de las medidas ambientales que ha 1° tomado esta planta?

Tarjeta 19

- 01 Incremento de costos de producción
 - 02 Disminución de la productividad
 - 03 Excesivos trámites burocráticos que se traducen en perdida de tiempo
 - 04 Otro (especifique) _____
-

--	--

- 10.5 De la Tarjeta 20, seleccione los dos principales cambios que considera necesarios en la política ambiental del gobierno para mejorar el desempeño ambiental de esta planta.

Tarjeta 20

- 01 Políticas de capacitación ambiental
 - 02 Incentivos fiscales (mayores subsidios y/o exención de impuestos sobre maquinaria ambiental)
 - 03 Simplificación administrativa
 - 04 Incentivos financieros
 - 05 Mayor acceso a bases de datos sobre tecnología ambiental
 - 06 Otro (especifique) _____
-

1°

--	--

2°

--	--

- | 10.6 | Esta planta tiene problemas con: | 01 Sí | 02 No |
|------|--|--------------------------|--------------------------|
| | El confinamiento de sustancias tóxicas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | La re-exportación de sustancias tóxicas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | El confinamiento de desechos industriales? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | El acceso a agua potable? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | Los servicios sanitarios? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | La recolección de basura? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

10.7 ¿En los últimos tres años, el gasto para la protección ambiental en esta planta aumentó, disminuyó o no cambió?

- 00 No hay rubro de protección
- 01 Aumentó
- 02 Disminuyó
- 03 No cambió

10.8 De la Tarjeta 21, seleccione los dos principales obstáculos para implementar el sistema de gestión ambiental ISO 14000 en esta planta:

Tarjeta 21

- 00 No tiene ISO 14000
- 01 Financiamiento inadecuado
- 02 Falta de técnicos bien capacitados
- 03 Desconocimiento del procedimiento para certificarse
- 04 Falta de información sobre tecnología adecuada
- 05 Otro (especifique) _____

1°

2°

10.9 ¿Existe cooperación entre esta planta e instituciones para la solución de problemas ambientales? 01 Sí 02 No

10.9.1 Se trata de instituciones... 01 Sí 02 No

Privadas localizadas en este municipio?

Privadas localizadas en México fuera de este municipio?

Privadas localizadas en el extranjero?

Gubernamentales?

Organismos internacionales?

10.9.2 ¿Cuál es el nombre de la institución que más apoyo ambiental le ha dado a esta planta?

Anexo 3

Construcción del indicador de desempeño ambiental

El índice de desempeño ambiental (DA) constituye una medida resumen del comportamiento de las plantas visitadas en cuestiones ambientales.

Para su construcción se partió de las preguntas del cuestionario que a continuación se indican. Se muestran con sus valores asociados, que fueron los que se tomaron en cuenta para el cálculo del índice:

Pregunta 1.7 Si el corporativo cuenta con una política explícita que se aplique a la planta.

Valores variable	Puntaje
Sí	1
No	0

Pregunta 1.17.7 Del total de gastos en el 2001 en esta planta ¿qué porcentaje se destinó a cuestiones ambientales? El rango de valores correspondientes a esta pregunta fue, como se desprende, de 0 a 100.

Pregunta 3.12.3 Si la planta se encuentra certificada en ISO 14001

Valores variable	Puntaje
Sí	1
No	0

Pregunta 7.6.18 ¿Esta planta cuenta con un departamento de medio ambiente o unidad de control ambiental?

Valores variable	Puntaje
Sí	1
No	0

Pregunta 7.6.28 Aproximadamente, ¿cuántas personas laboran en el departamento de medio ambiente o unidad de control ambiental? Esta pregunta, en realidad, no fue tomada tal cual. Su valor fue multiplicado por el total de empleados no obreros que trabajaban en la planta –es decir, técnicos, administrativos y auxiliares, y directores o gerentes–, cifra que se obtuvo a partir de la pregunta 7.1 del cuestionario. La variable tomada en cuenta para el cálculo del índice de desempeño ambiental fue realmente el total de personas ocupadas en el departamento de medio ambiente ponderado por el total de empleados no obreros en la planta. Los valores de esta variable fueron los fijados luego del procedimiento antes descrito

Pregunta 10.9 Si existe o no cooperación entre la planta y otras instituciones para la solución de problemas ambientales

Valores variable	Puntaje
Sí	1
No	0

En todos los casos, la evaluación de la gestión ambiental guardaba correspondencia con el puntaje obtenido en la pregunta. Mientras más alto fuera el puntaje, mejor la calificación.

Para el cálculo final del índice se sumaron los puntajes en cada una de las variables antes presentadas. Luego cada resultado se dividió por la suma de mayor valor, con el fin de mantener el índice entre 0 y 1; este último valor representaba el desempeño ambiental más alto posible.

Capítulo III

La industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México y el medio ambiente

Claudia Schatan y Liliana Castilleja^{1,2}

Introducción

La industria electrónica ha sido una de las áreas productivas más dinámicas e importantes a escala mundial en las últimas dos décadas. El Producto Interno Bruto de la industria de Computadoras y de productos electrónicos era de 185.6 mil millones de dólares en 2002 en Estados Unidos, el tercero en importancia en ese país, después de los productos de alimentos bebidas y tabaco y la industria química (Bureau of the Census, 2004). Al incorporarse horizontalmente la electrónica a una amplia gama de actividades –equipo de telecomunicaciones, televisores, todo tipo de maquinaria de producción, robótica y, además, una serie de aparatos electrodomésticos–

¹ Las opiniones de las autoras son de su exclusiva responsabilidad y no reflejan las de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), institución en la que trabajan.

² Las autoras agradecen al Sr. Pablo Sauma por su valiosa orientación técnica en el análisis de la encuesta a empresas maquiladoras, los valiosos comentarios del Sr. Antonio Azuela y el apoyo del Sr. Cyrille Schweltnus, en la parte econométrica durante su práctica en la CEPAL.

cos-, la manufactura de componentes electrónicos y computadoras ha adquirido un gran dinamismo en los últimos 15 años. En el caso de México, la producción electrónica ha tenido un impulso extraordinario, al elevarse en más de tres veces su contribución al producto interno bruto (PIB) total entre 1988 y 2004 (INEGI, 2005). Es importante considerar que entre 2001 y 2003 la maquila electrónica atravesó por un período de crisis en los planos nacional e internacional, pero ha tendido a recuperarse desde entonces. En 2001, dentro del sector manufacturero, correspondía a esta industria el 30% de las exportaciones totales, el 10% de las inversiones, el 9,2% del empleo, el 9% de las remuneraciones y el 5,8% del PIB (INEGI, 2002).

A menudo la industria electrónica es considerada poco contaminante, tanto desde el punto de vista de sus procesos de producción como de las características del producto final. En relación con el primer aspecto, por ejemplo, se clasifica esta actividad según las emisiones contaminantes generadas durante el proceso de fabricación. Desde esta óptica, en Estados Unidos es percibida como poco contaminante, ya que genera al año el 1,6% de los desechos peligrosos totales, de acuerdo con los registros del Inventario de emisiones tóxicas (*Toxic Release Inventory (TRI)*).³ En lo que respecta al producto final, tampoco se la concibe como particularmente contaminante, en comparación con otros sectores de actividad que producen bienes “ambientalmente sensibles”, como las industrias del hierro y el acero, química y petroquímica, pulpa y papel, entre otras (Low y Yeats, 1992). Esto se debe a que no se toma en cuenta la velocidad a la que se expande su producción, especialmente la de computadoras, y la gigantesca acumulación de desechos sólidos que provoca la rápida obsolescencia de los equipos electrónicos, además de las sustancias tóxicas que liberan si son depositados en forma inadecuada. En ambos casos se evalúa el desempeño ambiental de la industria electrónica en forma muy parcial, al margen de las características ambientales del producto a lo largo de su ciclo completo de vida, así como de las consecuencias que tiene para la salud humana su proceso de producción, que requiere uso intensivo de mano de obra, especialmente en la etapa de ensamble.

La dimensión ambiental de este fenómeno ha suscitado gran preocupación, sobre todo en los países industrializados. La veloz obsolescen-

³ Indicador desarrollado por el Banco Mundial sobre la base del riesgo que representa la toxicidad de los procesos productivos para la salud humana [en línea] <http://www.epa.gov/tri/>

cia de los equipos electrónicos, en particular las computadoras, genera una cantidad enorme de desechos sólidos, para cuyo manejo no se ha contado con mecanismos de reciclamiento ni de confinación adecuados. Además, estos equipos contienen algunas sustancias tóxicas y peligrosas, que al escurrirse al suelo, al agua y al aire si se dejan abandonados se transforman en una amenaza para la salud humana y el medio ambiente en general. Como consecuencia, ha surgido una tendencia a promover una responsabilidad extendida del productor (*extended producer responsibility*) (REP), lo que implica que la empresa debe hacerse cargo financiera y físicamente del producto que fabrica a lo largo de todo el ciclo de vida de este.

Si bien en México el daño ambiental ocasionado por la industria electrónica –considerando el ciclo de vida completo de sus productos– es menor que el que se enfrenta en los países desarrollados, debido al número muy inferior de computadoras por habitante y a la más lenta obsolescencia de estos equipos, se trata de un problema que tenderá a volverse progresivamente importante. Por el momento, existen en México situaciones aun sin resolver mucho más críticas que la originada por la industria electrónica. Por mencionar solo un caso, los problemas creados por la industria azucarera son considerablemente más agudos. En general, muchas industrias cuyo proceso productivo requiere combustión tienen efectos más graves para el medio ambiente que la electrónica. No obstante, esta última (incluida la maquila) es una de las más dinámicas en el ámbito nacional y, por su actividad exportadora, en la política industrial y ambiental de México debe considerarse la agenda ambiental de los países de destino.

Las políticas ambientalistas, particularmente en Europa y Japón, han adoptado una visión de “ciclo de vida” para la industria, de acuerdo con la cual debe considerarse el efecto ambiental de estos productos en todas sus etapas, vale decir, diseño, proceso de producción y eliminación. De hecho, la importancia que ha adquirido la política ambiental en el desarrollo tecnológico de las computadoras merece ser cuidadosamente considerada en México, sobre todo en lo relativo a los materiales y las sustancias que se utilizan durante su proceso de producción, así como a su diseño y a la forma en que tiende a segmentarse el mercado internacional de estos productos. Todos estos elementos apuntan a que debe redefinirse la inserción del país en la industria multinacional. En caso de no hacerlo, México podría quedar marginado de ese ámbito o limitado a nichos de mercado cada vez más rezagados en los términos descritos.

Este estudio tiene por propósito analizar el desafío ambiental al que se ve enfrentada la industria maquiladora electrónica en la frontera norte de México. En particular se examina información confiable sobre tres ciu-

dades fronterizas, Juárez, Mexicali y Tijuana, las cuales aportan más del 36% del valor agregado nominal de la industria maquiladora de exportación.⁴ En el estudio se considera tanto la dimensión internacional como el enfoque más local, a fin de identificar la forma en que están evolucionando la conciencia y las acciones de dichas empresas en materia de defensa del medio ambiente. En la dimensión internacional, además de analizar la trayectoria de la normativa ambiental aplicada a esta actividad en el mundo industrializado y las respuestas de las corporaciones transnacionales del rubro, se mencionan los convenios regionales e internacionales suscritos, cuyo propósito es reducir la contaminación y el uso de sustancias peligrosas, tanto empleadas en la fabricación como contenidas en los productos electrónicos; también se aborda el tema de la segmentación de mercados ocurrida a partir de la utilización en productos electrónicos de insumos “ecoetiquetados”.

En el plano local, este estudio se basa en una amplia encuesta realizada a las plantas maquiladoras electrónicas y automotrices, así como a sus proveedores, sobre aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en la frontera norte de México,⁵ durante la cual se efectuaron entrevistas en 289 establecimientos localizados en Tijuana, Ciudad Juárez y Mexicali. En la investigación aquí presentada se considera únicamente a las empresas maquiladoras electrónicas y sus proveedores, es decir, 200 de las plantas incluidas en la encuesta original, y se emplean métodos econométricos para discernir los factores que influyen en su comportamiento ambiental.

El esquema de este documento es el siguiente: en el capítulo I se revisa la evolución reciente de las disposiciones ambientales en los países o regiones del mundo desarrollado, así como la respuesta de las corporaciones transnacionales a estas nuevas normas. En el capítulo II se describe la situación de la industria electrónica maquiladora en México y se analizan los resultados de la encuesta mencionada, para lo cual se aplicó un modelo LOGIT que permitiera identificar los factores que contribuyen a que estas plantas adopten una política ambiental activa. Finalmente, en el capítulo III se plantean algunas conclusiones sobre el tema en cuestión.

⁴ Según cifras oficiales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (<http://www.inegi.gob.mx>).

⁵ Proyecto CONACYT No 36947-s “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial. Perspectivas para la formación de capacidades de innovación en las maquiladoras de México”, en el que participaron El Colegio de la Frontera Norte (COLEF)/Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

A. Las disposiciones ambientales respecto de la industria electrónica en los países desarrollados

En varios países industrializados se adoptaron y están aplicándose severas medidas para superar el problema ambiental causado por la industria electrónica, tanto en lo que respecta al proceso de producción como al producto mismo y su disposición final. Entre estas normas destacan las implantadas por la Unión Europea (UE) en enero del 2003, con la promulgación de dos leyes publicadas en su diario oficial: la ley sobre desechos eléctricos y electrónicos (*Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE*), y la ley que restringe el uso de algunas sustancias tóxicas en equipos eléctricos y electrónicos (*Restriction on Hazardous Substances, RoHS*). Las directrices establecidas en virtud de estas leyes debían ser incorporadas en las legislaciones nacionales a mediados de agosto del 2004.⁶

De acuerdo con la primera de estas leyes (WEEE), en agosto del 2005 tiene que entrar en vigencia la obligación de los productores de recuperar los equipos electrónicos (en forma individual o conjunta), sin costo para el consumidor, y destinarlos al reciclaje o al confinamiento en un lugar adecuado. En diciembre del 2006, los países miembros de la UE tendrán que haber alcanzado un promedio anual de recolección de equipos desechados de 4 kilos por habitante.

La segunda ley (RoHS), que prohíbe el uso de sustancias tóxicas en la fabricación de computadoras –plomo, mercurio, cadmio y cromo hexavalente (retardador de llamas)–, tiene que cumplirse en los productos comercializados a partir del 1° de julio del 2006, salvo en el caso de los procesos para los cuales aun no se cuente con sustitutos.

Con estas dos disposiciones se espera solucionar el crecientemente acelerado problema ambiental a que ha dado lugar tal industria, por lo menos en la región de la UE. En el 2008, ambos ordenamientos deben estar en plena vigencia.

Debido a que en otros países no se han adoptado medidas tan rigurosas como las contempladas en las leyes WEEE y RoHS, inicialmente estas

⁶ En algunos países europeos se adoptaron leyes propias antes de que se aprobara la WEEE. Por ejemplo, los Países Bajos promulgaron la ley sobre responsabilidad extendida del productor en enero de 1999, según la cual todos los productos electrónicos ambientalmente considerados “café” y “negros” deben ser recuperados, norma que se aplicaría a los aparatos pequeños a partir de enero del 2000. En virtud de esta ley se prohíbe la disposición de productos eléctricos y electrónicos en rellenos sanitarios o mediante la incineración, lo cual incluye el desecho histórico. Las entidades encargadas de recoger todos los desechos son las municipalidades y este proceso debe pagarse sobre la base de un impuesto especial, cobrado en el momento en que se venden los productos, que se fijó en 12,5 dólares por cada televisor.

normas constituirán barreras a la entrada de computadoras fabricadas en otras partes del mundo, lo cual provocará una segmentación de mercados (Von Moltke y Kuik, 1998). Sin embargo, estas legislaciones marcarán la pauta de los estándares ambientales aplicables a estos productos en otros países.

Estados Unidos, por su parte, no ha avanzado al mismo ritmo que la UE en su política ambiental respecto de la industria electrónica, a pesar de que las implicaciones ambientales de esta actividad productiva también son preocupantes en el país. Según estimaciones del Consejo Nacional de Seguridad (*National Security Council*), la obsolescencia de entre 315 y 680 millones de computadoras en los próximos años generará 4.000 millones de libras de plástico, 1.000 millones de libras de plomo, 1,9 millones de libras de cadmio, 1,2 millones de libras de cromo y casi 400.000 libras de mercurio, de todo lo cual, si se mantiene el actual porcentaje de reciclamiento, solo el 10% podrá reutilizarse (Environmental Protection Agency, 2001). Uno de los factores que permite el rezago de Estados Unidos en este aspecto es que el país no ha firmado el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, en el cual se prohíbe la exportación de materiales de este tipo a otros países. Por lo tanto, Estados Unidos exporta una parte importante de sus desechos de computadoras a China, India y Pakistán, práctica que la UE no puede seguir. El reciclamiento en los países receptores mencionados se realiza con métodos muy primitivos y peligrosos para las personas que intervienen en el proceso.⁷ Como respuesta a los hallazgos de investigaciones sobre la exportación de desechos electrónicos tóxicos a China, las autoridades de ese país han prohibido recientemente su importación.

En otros aspectos Estados Unidos ha dado importantes pasos para mejorar el desempeño ambiental de la industria electrónica. Una de las iniciativas más destacables ha sido la emprendida por el *Computer Systems Policy Project* (CSPP) (proyecto de políticas para sistemas de computación), junto con la *Microelectronics and Computer Technology Corporation* (MCC) (corporación de tecnología microelectrónica y de computación), y otras industrias y laboratorios de investigación. Estas entidades han analizado los desafíos y oportunidades que la industria electrónica tiene por delante en materia ambiental. Como resultado de este esfuerzo, elaboraron y publicaron un mapa de ruta ambiental para esta industria (*Electronics Industry Environmental Roadmap*), bajo la coordinación de la MCC. En este documento se examinan los problemas ambientales que se originan en cada etapa de la vida de los productos electrónicos y se proponen alternativas para supe-

⁷ Véase Silicon Valley Toxics Coalition, "Exporting Harm" [en línea] <http://www.svtc.org/cleancc/pubs/harm.htm>.

rarlos (MCC, 1994). Además, se provee una guía sobre la forma de llevar a cabo un proceso más limpio de producción y de confinar los desechos de modo de no dañar el ambiente (véase el recuadro 1). Algunas de las conclusiones más relevantes son las siguientes: i) hay insuficiente información, o bien es difícil obtenerla, sobre alternativas para producir bienes amigables con el medio ambiente; ii) existe un potencial de negocios importante en los productos electrónicos usados que, si se reciclan, pueden generar beneficios económicos significativos; iii) es necesario contar con infraestructura y tecnología adecuadas para aprovechar dichas oportunidades; iv) debe prestarse mayor atención al uso más eficiente de los insumos a fin de producir menos desechos y rebajar costos, además de buscar la forma de sustituir materiales tóxicos y peligrosos por otros ambientalmente inocuos; v) los programas voluntarios para mejorar las prácticas de producción en términos ambientales han dado resultados más positivos que los basados en medidas de comando y control.

Cabe agregar a lo anterior que, pese a la carencia en Estados Unidos de una ley nacional que haga obligatorio el reciclamiento de productos electrónicos, en California y Massachussets existen leyes estatales que prohíben disponer de monitores y televisores en rellenos sanitarios, dado el contenido de plomo de las pantallas. Además, en otros 20 estados del país, aunque en forma parcial, se ha promulgado legislación sobre los desechos de productos electrónicos (<http://www.ncel.net/>) se cuentan entre ellos los estados fronterizos del sur de Estados Unidos.

Además, ciertas organizaciones no gubernamentales (ONG) con una gran capacidad de cabildeo, negociación o reacción, así como programas específicos de la sociedad civil, han venido presionando al gobierno y a la industria electrónica para que se mejoren los estándares ambientales. Entre estas entidades cabe mencionar la *Silicon Valley Toxics Coalition*, la *Electronics Industry Good Neighbour Campaign* (EIGNC) y la *Computer TakeBack Campaign*.

Recuadro 1

GUÍA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA

Este estudio se llevó a cabo en respuesta a la creciente preocupación del gobierno, la sociedad civil y las empresas por los problemas ambientales cada vez mayores que provoca la industria electrónica y al interés en resolverlos considerando el ciclo de vida total de los productos. Esta guía incluye un análisis de aquellos aspectos técnicos en los que la industria electrónica y de producción de computadoras debe centrar su atención en términos de manejo ambiental.

- Necesidad de incorporar una **visión ambiental en la estrategia empresarial.**

(continúa)

Recuadro 1 (conclusión)

- **Circuitos integrados (CI).** Se presentan recomendaciones para mejorar los procesos de producción, incluidos los aspectos tecnológicos, los materiales y el equipo utilizado.
- **Empaque de circuitos integrados.** Este proceso consiste en encapsular e integrar circuitos, de manera que puedan conectarse con sistemas electrónicos. El problema ambiental consiste en que los solventes con que se limpian los circuitos, los materiales empleados para soldar o pegar componentes y los productos químicos requeridos en varias etapas del ensamble son tóxicos, o tienen efectos adversos para la salud. Las recomendaciones indican que se busquen sustancias ambientalmente neutras.
- **Tarjetas de circuito impreso y su ensamblaje.** Sobre esta base se construye la mayoría de los productos electrónicos. La industria de la computación insume casi la mitad de estas tarjetas, mientras que el resto se destina a las industrias automovilística, de comunicaciones y de instrumentos varios, entre otras. A estos tableros se integran otros circuitos electrónicos (chips), lo que les permite operar en un sistema integrado. Presentan los mismos problemas que el empaque de circuitos integrados en cuanto a solventes, pegamentos y soldaduras utilizados, de modo que debe procurarse llegar a la solución ambiental por los mismos medios que los sugeridos en el punto anterior.
- **Monitores y pantallas.** Tanto los monitores de computadoras como las pantallas de televisores se basan en tecnología de tubos de rayos catódicos tradicionales. Su disposición presenta problemas ambientales por su contenido de plomo que, al igual que otras sustancias tóxicas que se integran en las pantallas, son difíciles de separar del vidrio y demás componentes. También las pantallas planas introducidas más recientemente plantean problemas, semejantes a aquellos de que adolecen los semiconductores.
- **Confinamiento.** La industria electrónica debe considerar la reutilización y reciclamiento de productos electrónicos como un tema prioritario.

En cada una de las categorías mencionadas la guía ofrece una lista de prioridades, ordenadas de acuerdo con la gravedad de cada situación; se sugieren formas de abordar los problema y las tareas específicas que deben ejecutarse para resolverlos. En algunos casos dichas tareas requieren la realización de investigaciones y pruebas de laboratorio para encontrar sustitutos de los productos químicos usados en ese momento; en otros, se sugieren cambios en el proceso de producción y de los insumos utilizados.

Por último, independientemente de las normas vigentes en los países desarrollados, existe una serie de “ecoetiquetados”, o etiquetados ecológicos, que se han ido aplicando a algunos productos o partes de productos electrónicos. El más reciente y de más amplio espectro es el TCO99 (véase el recuadro 2). También existe en Estados Unidos el “ecoetiquetado” *Energy Star*, que se utiliza ampliamente y que sólo considera el ahorro de energía de los aparatos eléctricos y electrónicos. En el caso de una computadora, por ejemplo, se debe cumplir la regla de que al dejarla inactiva entre en un modo de baja energía y consuma 15 watts o menos. Otros “ecoetiquetados” relevantes son el Nordic Swan y el Blue Angel.

En 2001, Japón fue el primer país en el que se aprobó una ley que exige el reciclaje de los aparatos electrodomésticos. Es probable que las computadoras se sumen pronto a estos productos. La industria electrónica en ese país ha construido plantas para reciclar los desechos de sus productos a lo largo de todo el territorio, aunque sus primeras operaciones arrojaran aun cifras en rojo en sus estados financieros. En el 2003 había 40 plantas de este tipo.⁸

1. La reacción de las corporaciones transnacionales

El debate entre gobiernos e industriales de la electrónica en materia de política y estándares ambientales ha sido intenso, específicamente con respecto a la responsabilidad empresarial y la contaminación generada por la industria y los productos electrónicos. Por ejemplo, en una declaración conjunta de la industria, los consumidores y organizaciones ambientalistas sobre la responsabilidad asignada a los productores en la WEEE (2002), se manifestaba que estaban de acuerdo con que los fabricantes hicieran un esfuerzo por mejorar los productos futuros, pero respecto del desecho histórico de las computadoras se proponía que el costo del reciclamiento fuera compartido por todos los sectores. Por su parte, los comerciantes minoristas que venden los equipos electrónicos al público en Estados Unidos no querían asumir responsabilidad alguna en cuanto a la recolección y reciclamiento del producto. Los fabricantes también son reacios a hacerse cargo de esa tarea debido a que implica aumentos de costos, además del gasto que demandaría la elaboración de instructivos para el público sobre estas disposiciones.⁹ La mayor resistencia se ha manifestado en lo que respecta a responsabilizarse de los desechos electrónicos acumulados históricamente.

⁸ <http://www.japantoday.com/e/?content=feature&id=207>.

⁹ Informe resumen de la Reunión Estratégica de las Organizaciones no Gubernamentales (ONG) sobre responsabilidad extendida del productor (REP), Soesterberg, Países Bajos, 14-15 de mayo de 1999.

Recuadro 2

TCO99: ETIQUETADO ECOLÓGICO PARA COMPUTADORAS PERSONALES QUE CERTIFICA QUE LOS MONITORES ELECTRÓNICOS SON AMBIENTALMENTE ADECUADOS

Este esquema de calificación fue elaborado conjuntamente por la TCO (*Swedish Confederation of Professional Employees*), la Svenska Naturskyddsforeningen (*Swedish Society for Nature Conservation*) y la Statens Energimyndighet (*Swedish National Energy Administration*).

La aprobación del uso de esta etiqueta exige el cumplimiento de normas relacionadas con el medio ambiente, condiciones ergonómicas, funcionalidad, emisiones de campos eléctricos y magnéticos, consumo de energía y seguridad en materia de electricidad y riesgos de incendio.

Los requerimientos en cuanto al medio ambiente incluyen restricciones a la presencia y el uso de metales pesados, materiales de cromo y cloro que retardan el fuego, clorofluorocarbonos (CFC) en frenos o líquido de refrigeración, y solventes con cloro, entre otros. El producto debe diseñarse de modo que sea fácil reciclarlo y también llevar incorporado un mecanismo de ahorro de energía. El productor, por su parte, tiene que contar con una política ambiental para cada país.

La norma TCO99 supera en amplitud a la TCO92 y la TCO95, las cuales fijaban límites a las emisiones de la planta manufacturera y al uso de sustancias tóxicas, como plomo y mercurio, en el proceso de fabricación. Ahora bien, en su nueva versión la norma mantiene esos límites, pero además reduce los niveles aceptables de resplandor reflexivo, las inconsistencias en la uniformidad y en la temperatura del color, así como en el temblor de la pantalla, fenómenos que causan tensión por agotamiento de la vista.

Retardantes de llamas (Bromated Flame Retardants, BFR): Están incorporados en tableros, tarjetas de circuitos impresos, cables, alambres, envolturas y otros. Alrededor del 30% del plástico que contiene el envoltorio de las computadoras corresponde a estas sustancias. Gran parte de ellas están combinadas con cromo y cloro y, a su vez, con otras sustancias tóxicas, los bifenilos policlorados (PCB, en inglés). Todos ellos pueden tener consecuencias negativas para la salud.

El TCO99 exige que los componentes de plástico que pesen más de 25 gramos no deben contener retardantes de llamas ligados orgánicamente a cromo y cloro. Los retardantes sí se admiten en los tableros y las tarjetas de circuitos impresos, ya que aun no hay sustitutos disponibles.

Cadmio. Esta sustancia está presente en las baterías recargables y en ciertas capas que generan color en algunas pantallas de computadoras. El cadmio altera el sistema nervioso y, en altas dosis, es tóxico. El TCO99 requiere que no se incorpore cadmio en las baterías, en esas pantallas ni en los componentes eléctricos o electrónicos.

(continúa)

Recuadro 2 (conclusión)

Mercurio. Se encuentra en algunas baterías, reguladores e interruptores; daña el sistema nervioso y es tóxico en altas dosis. El TCO99 prohíbe el contenido de mercurio en las baterías; tampoco lo admite en los componentes eléctricos y electrónicos que forman parte de la unidad “ecoetiquetada”. Sin embargo, por falta de sustituto, el mercurio todavía se permite en el sistema de luz de pantallas planas.

CFC (clorofluorocarbono). El requisito del TCO99 es que no se puede utilizar CFC ni hidroclorofluorocarbono (HCFC) durante la manufactura y ensamblaje de productos electrónicos, dado que son dañinos para la capa de ozono. Los CFC se usan con frecuencia en el lavado de tarjetas de circuitos impresos.

Plomo. El plomo está presente en tubos de rayos catódicos, pantallas, soldaduras y capacitadores. Es dañino para el sistema nervioso y en dosis altas causa envenenamiento. El TCO99 exige permisos expresos para la inclusión de plomo en los usos para los que aun no hay sustitutos.

Fuente: *PCworld* [en línea] <http://www.pcworld.com.ve/n23/articulos/monitores.html>.

En general, la tendencia apunta a que se mejoren los productos.¹⁰ En el cuarto informe anual sobre computadoras, *Computer Report Card* (2003), auspiciado por la *Computer TakeBack Campaign*, cuyo propósito es guiar a los consumidores en sus compras sobre la base del desempeño ambiental de los fabricantes de productos electrónicos se reúnen elementos para calificar a 28 empresas electrónicas según su comportamiento ambiental. De estas, 9 son de Estados Unidos,¹¹ 11 de Japón,¹² 2 de países europeos,¹³ 3 de la República de Corea¹⁴ y 3 de la Provincia China de Taiwán.¹⁵ El puntaje máximo que podía obtener una empresa era de 68 puntos, pero la mejor calificada sólo registró 35 puntos (empresa japonesa), seguida de nueve con 34 puntos (sie-

¹⁰ Por ejemplo, Dell presentó el 24 junio de 2003 dos modelos de su rediseñada línea de monitores UltraSharp y UltraSharpTM de panel plano que incorporan características avanzadas. El panel de cada monitor es desprendible mediante un mecanismo de desenganche rápido, sin herramientas, para montarlo fácilmente en la pared. Los nuevos monitores de panel plano ofrecen entradas analógicas y digitales para conectarlos a un sistema. Los nuevos monitores de panel plano contienen mucho menos plomo y además usan menos energía que los monitores tradicionales de CRT3. (http://www.dell.com/la/la/es/gen/corporate/press/pressoffice_la_2003-06-24-rr-001.htm)

¹¹ Apple, Dell, e-Machines, Gateway, Hewlett-Packard (Compaq), IBM Lexmark, Micron PC (MPC) y Viewsonic.

¹² Brother, Canon Fujitsu, Hitachi, Matsushita-Panasonic, NEC, Oki, Seiko Epson, Sharp, Sony y Toshiba.

¹³ Philips y NEC Internacional.

¹⁴ Daewoo, Lucky Goldstar y Samsung.

¹⁵ Acer, AST y Wyse Technologies.

te japonesas y dos estadounidenses) tres con puntajes de 22 a 26 (dos japonesas y una estadounidense), mientras que las 16 restantes obtuvieron entre cero y 16 puntos (tres coreanas, tres taiwanesas, dos europeas, seis estadounidenses y solo dos japonesas). La evaluación del desempeño ambiental de las empresas escogidas para el estudio se basó en la información provista por cada empresa, en su sitio en Internet, sobre su política ambiental¹⁶ específicamente sobre responsabilidad extendida del productor; el uso de sustancias peligrosas; las condiciones de salud y seguridad de los trabajadores en las plantas respectivas y el grado de acceso a la información.¹⁷ Algunas de las empresas estudiadas (Apple, Hewlett-Packard/Compaq; Matsushita/Panasonic, Seiko Epson y Brother) se destacaron por haber mostrado un avance importante en su desempeño ambiental entre 2001 y 2002, así como también, en particular, por haber expresado públicamente estar a favor de una mayor responsabilidad de los productores en materia de reciclaje.

Uno de los problemas que se enfrenta en el proceso de elevar los estándares ambientales es que si bien hay empresas que comienzan a tomar iniciativas serias a este respecto, no traspasan esos adelantos a sus filiales en los distintos países donde operan. Se ha constatado que varias corporaciones transnacionales están en condiciones de mejorar dichos estándares, pero sólo lo hacen si se ven forzadas a ello por las exigencias nacionales de los países en los que fabrican y en los que venden sus productos. Por ejemplo, la compañía japonesa Sony cumple con la ley ambiental vigente en Japón respecto del reciclamiento, pero busca la forma de adaptarse a las reglamentaciones locales de los países en los que operan sus filiales fuera de Japón. Esto preocupa a grupos ambientalistas de Estados Unidos, país en el que se origina el 32% de la producción de Sony (porque la legislación ambiental estadounidense es más laxa para esta industria que en el país de origen de la empresa). La misma Sony, en el informe que presenta sobre su desempeño ambiental, menciona que en forma continua está introduciendo soldaduras libres de plomo en sus productos “especialmente en aquellos fabricados en Japón y Asia”. Por ejemplo, Sony produce la computadora VAIO®MXS1, que no contiene soldaduras con plomo en sus tarjetas de circuito impreso, pero no figura entre las computadoras ofrecidas vía Internet en el mercado estadounidense ni en otros, fuera del japo-

¹⁶ Además, se realizó una encuesta complementaria en cada una de las empresas para captar información adicional a la que proporcionan en la red (resultó que 11 de ellas tenían un desempeño ambiental mejor que el reflejado en sus sitios en Internet, pero este factor no se consideró en el momento de determinar los puntaje de cada empresa).

¹⁷ De las empresas que habían logrado progresos no enteramente detectables en su sitio en Internet, seis eran de Estados Unidos y cinco de Japón.

¹⁸ La mayoría de estas empresas tienen plantas maquiladoras en México, pero no es posible saberlo con exactitud, pues no siempre operan con el mismo nombre que el de sus casas matrices.

nés. Dell, por su parte, fabrica algunas computadoras con características ambientales que cumplen las normas de la UE y cuyo único mercado es el europeo. También la IBM mantiene líneas de producción de computadoras con mayor contenido de retardantes de llamas (*Bromated Flame Retardants*, BFR) que el resto de las que fabrica y estas las destina a los mercados australiano, neozelandés y chino. Otro ejemplo es el de Matsushita/Panasonic, que reconoce que algunos productos provenientes de sus proveedores fuera de Japón y Estados Unidos contienen plomo, mientras que toda la producción realizada dentro de esos dos países está libre de plomo (www.svtc.org.cleancc/pubs/2002report.htm).

De los casos mencionados anteriormente se deduce que pueden estarse creando dos mercados finales para estos bienes: uno en los países europeos y Japón, en el que se venden aquellos productos que satisfacen las elevadas exigencias ambientales de los consumidores, las que han sido recogidas en sus leyes y normas pertinentes, y otro en los países en desarrollo, e incluso Estados Unidos, donde los consumidores son menos exigentes en términos ambientales y más laxas las leyes y estándares sobre la materia.

Este fenómeno parece comenzar a diferenciar los productos electrónicos. Primero, en los procesos de producción, de acuerdo con las normas ambientales de los países en los que estos se llevan a cabo, incluidos los de ensamble. En segundo lugar, en el producto final, de acuerdo con las normas y requerimientos de los mercados en los que este se vende, que reflejan las exigencias de los consumidores y gobiernos. Por consiguiente, se estarían generando diferentes trayectorias tecnológicas y una segmentación de mercados que dependerían de las exigencias ambientales mencionadas; esto, a su vez, indicaría un cambio de sentido parcial de la tendencia hacia una producción masificada y estandarizada de partes y componentes de equipos electrónicos. Quizás este fenómeno sea más marcado aún en los casos en que las grandes corporaciones electrónicas transnacionales subcontratan a empresas locales, modalidad cuya frecuencia parece aumentar aceleradamente (Lüthje, 2003), ya que la corporación que provee la marca del producto final puede desligarse, al menos en parte, de los procesos productivos seguidos por la firma subcontratada. En este sentido, la llamada “estandarización flexible”, si bien tiene virtudes en cuanto a que permite satisfacer distintos tipos de demanda de bienes electrónicos, puede resultar contraproducente en términos ambientales, si se sesga hacia bienes comparativamente más baratos por sus bajos estándares ambientales. El fenómeno de la diferenciación de criterios ambientales en los procesos de producción y ensamble se explica por la tremenda competencia que impera en la industria electrónica, lo que determina que los precios de los componentes presenten una constante tendencia a la baja y que se busque permanentemente la reducción de costos (Kenney y Curry, 2003). Mientras haya un mercado en el que los consumidores no se preocupen mayormente de los efectos ambientales del bien que compran, sino

sólo de su precio, los productos maquilados en países como México podrán dirigirse tanto a mercados con mayor protección ambiental como a mercados menos exigentes y a precios más competitivos. Por otra parte, con la recesión que ha afectado a la economía mundial a partir del 2001, la sobreproducción de partes de productos electrónicos o de productos electrónicos terminados ha agudizado la competencia en esta industria (Dussel, 2003), lo cual puede relegar a un segundo plano las metas ambientales de algunos productores.

Sin embargo, no todas las grandes corporaciones electrónicas transnacionales muestran esta tendencia a asumir estándares ambientales diferentes según el país en el que operan. Hewlett-Packard, por ejemplo, que cuenta con empresas en 110 países, ha lanzado un programa que podría denominarse de tutela de productos (*product stewardship program*) (véase el recuadro 3), con el fin de mejorar los estándares de salud, seguridad y desempeño ambiental de sus productos a escala global, incluidas sus subsidiarias. Otro caso similar es el de Intel, que en Filipinas, por ejemplo, ha seguido la política ambiental de la casa matriz, lo que implica que en lugar de solventes se emplea agua desionizada para limpiar los microcircuitos integrados (*microchips*) y se ha dejado de usar clorofluorocarbonos (CFC) en los procesos de producción, entre otras buenas prácticas.

Recuadro 3

EL PROGRAMA “SOCIOS DEL PLANETA TIERRA” DE HEWLETT-PACKARD

La compañía Hewlett-Packard puso en práctica un servicio que permite a los consumidores y a las empresas de California reciclar computadoras y equipos de cualquier marca que ya no deseen tener. Como parte de este servicio, el equipo es recogido, transportado y evaluado para uso, donación o reciclamiento. El precio que se cobra depende de la calidad y tipo del producto que se quiere retornar.

Para poder llevar adelante este programa, Hewlett-Packard eligió como socio a *Micro Metallics Corporation*, subsidiaria de Noranda, Inc. (TSE:NOR), una compañía canadiense minera y productora de minerales, para diseñar e implementar un sistema original que evalúa el equipo que llega, extrae partes que pueden ser reusadas y recicla lo restante. La línea de procesamiento, que costó 4 millones de dólares, incluye mecanismos de trituración, para después separar los distintos componentes resultantes, principalmente plásticos y metales, que luego son reciclados.

Programas similares de recuperación de equipos se pondrán en marcha en Canadá y en países de Europa, América Latina y Asia.

Fuente: New Environmentalism [en línea] <http://www.newenvironmentalism.org/ecology2.cfm?ID=36>.

El argumento que da el gerente de Intel en Filipinas es que en ese país se han impuesto estándares ambientales altos (Salazar, 1998).¹⁹

Por último, normalmente es difícil obtener de las grandes compañías electrónicas internacionales información sobre las condiciones de seguridad y salud de los obreros, estrechamente vinculadas a las características ambientales de los procesos productivos. En consecuencia, el uso del plomo para soldar, de ciertos pegamentos y otros insumos objetables en la fabricación de partes de computadoras o en su ensamble, no ha suscitado la preocupación necesaria en los países en desarrollo, a pesar de que a ellos se han trasladado etapas de producción que requieren alta densidad de mano de obra. Incluso existen estudios en los que no se ha prestado atención al desempeño en este aspecto de las plantas filiales o de los proveedores independientes fuera de Estados Unidos, Japón y Europa que ensamblan o fabrican productos para las compañías electrónicas.

2. El medio ambiente y la industria maquiladora electrónica en México

La industria eléctrica y electrónica en México ha cobrado una gran importancia a lo largo de la última década. Entre 1992 y el 2001, el valor de las exportaciones de productos electrónicos a Estados Unidos se quintuplicó (véase el gráfico 1). En México, la industria electrónica²⁰ fue impulsada a principios de los años noventa por los grandes flujos de inversiones procedentes de Japón y la República de Corea, cuyas empresas buscaban evadir así los impuestos compensatorios aplicados por Estados Unidos a los productos electrónicos importados desde varios países asiáticos.

Un estímulo adicional, entre otros, para la IED en ese sector fue que se trataba de aprovechar las preferencias arancelarias de que podían gozar las exportaciones desde México a Estados Unidos si cumplían las reglas de origen del TLCAN (Romo Murillo, 2002). La proporción de las exportacio-

¹⁹ La empresa Intel fue galardonada en el 2002 con la Success Story Citation for Environmental Excellence que otorga la Asociación de Control de la Contaminación de Filipinas (Pollution Control Association of the Philippines, Inc., PCAPI). Esta distinción se otorga a las compañías que superan el cumplimiento de las normas básicas y contribuyen a mejorar las condiciones ambientales de la industria. Intel en Filipinas ha logrado reducir el consumo de agua en 50 millones de galones desde octubre del 2001. (<http://www.intel.com/intel/other/ehs/stewardship/philippines.htm>)

²⁰ Tanto maquiladora como no maquiladora, en especial la industria dedicada a la producción de televisores y otros artículos electrónicos de consumo masivo.

nes atribuible a la maquila propiamente tal se estancó o decayó después de 1994, pero debido, sobre todo, a que muchas de las exportaciones que entraban originalmente vía las categorías arancelarias 806/807²¹ empezaron a ingresar como productos de origen mexicano, estadounidense y canadiense, libres de impuestos, bajo la categoría de *Other Preferential* (OTP), incluida en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), o de *Full Duty Payment* (FDP) en el caso de los productos que no cumplen las reglas de origen por contener insumos de terceros países y maquilados en México.

En México, a diferencia de lo que ocurre en los países desarrollados, las normas ambientales que debe acatar el sector electrónico no maquilador son de carácter más bien general que específico. Cabe mencionar entre ellas la Norma Oficial Mexicana Nom-001-ECOL-1996, en la que se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales; la Nom-039-ECOL-1993, sobre los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de bióxido y trióxido de azufre y neblinas de ácido sulfúrico, en plantas productoras de ácido sulfúrico, y la Nom-043-ECOL-1993, en la que se fijan los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

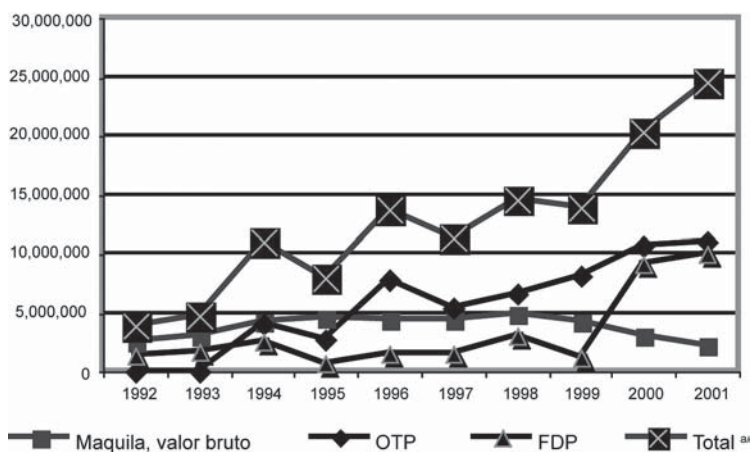
Las corporaciones electrónicas transnacionales registradas bajo el Decreto para el Fomento y Operación de la Industria Maquiladora de Exportación tienen la obligación de retornar al país de origen los residuos peligrosos que generan sus procesos productivos. Por consiguiente, las maquiladoras sí deben cumplir la Norma Oficial Mexicana 052-ECOL-1993 sobre residuos peligrosos, la cual debe aplicarse en todo el territorio nacional, mientras que para otras empresas electrónicas esto no es obligatorio. En la norma citada se identifican los residuos peligrosos para el medio ambiente, los cuales incluyen todos aquellos que tienen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas o inflamables (CRETI), y que por ello deben ser “manejados y dispuestos adecuadamente para que no afecten al ser humano o a su entorno”. (<http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/otras/contenido.html>).

Finalmente, en materia ambiental la industria maquiladora debe cumplir con las disposiciones contenidas en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), promulgada en 1988 y modificada en 1996. Este ordenamiento contiene una cláusula específicamente diseñada para la industria maquiladora en la que se determina que “Los residuos peligrosos generados en el proceso de producción, transformación y elaboración bajo régimen de maquila en los que utilice materia prima introducida al país bajo el régimen de importación temporal, deberán ser retor-

²¹ 806: abreviación de la categoría arancelaria HTSUS 908.00.60; 807: abreviación de la categoría arancelaria HTSUS 9802.00.80

nados al país de procedencia” (artículo 55 de la LGEEPA). En 1996, la maquila²² generaba en México alrededor de 60.000 toneladas anuales de residuos que requerían manejo especial; de estas, un 60% regresaba al país de origen de las importaciones de insumos o materia prima y un 12% se confinaba en lugares conocidos en México, pero sobre el restante 26% de esos residuos se desconoce la forma de su disposición final.²³ (CESPEDES y CCE, 2001).

Gráfico 1
EXPORTACIONES ELECTRÓNICAS DE MÉXICO A ESTADOS UNIDOS
(miles de dólares)



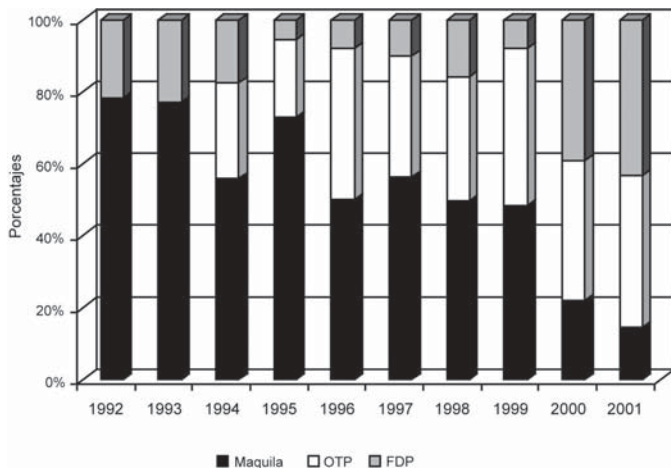
Fuente: *Journal of the Flagstaff Institute*, varios números, The Flagstaff Institute, Arizona, Estados Unidos.

a/ La maquila comprende las importaciones que realiza Estados Unidos desde México bajo las categorías arancelarias 806 y 807, es decir, equivale al valor agregado en México, excluido el valor de los insumos provenientes de Estados Unidos que se reexportan como parte del producto maquilado. OTP (*Other Preferential*) cubre importaciones favorecidas por otros sistemas de preferencias distintos del de la maquila (principalmente todo lo que entra con preferencias otorgadas vía TLCAN). En este caso se incluye el valor total del producto, sin distinguir valor agregado y no agregado en México. Sobre ese valor total, los productos pagan un arancel menor que el aplicado a las importaciones provenientes de terceros países o bien quedan exentos de pago. FDP (*Full Duty Paid*) corresponde a importaciones que pagan tarifa completa al entrar a Estados Unidos. El total incluye el valor conjunto de todas las importaciones estadounidenses de productos electrónicos provenientes de México, salvo los insumos originados en Estados Unidos y ensamblados en México.

²² En 1999, la maquila electrónica representaba el 14% del total de la maquila mexicana, de acuerdo con cifras del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

²³ A este respecto, no se dispone de información específica sobre la maquila electrónica.

Gráfico 2
COMPOSICIÓN DE EXPORTACIONES ELECTRÓNICAS
DESDE MÉXICO A ESTADOS UNIDOS



Fuente: *Journal of the Flagstaff Institute*, varios números, The Flagstaff Institute, Arizona, Estados Unidos.

Debido a la adhesión de México a varios acuerdos ambientales internacionales, tales como el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono, y el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, cuya finalidad es eliminar las sustancias dañinas para la capa de ozono, la industria maquiladora tendrá que prescindir del uso de clorofluorocarbonos (CFC) y bifenilos policlorados (BPC) en sus procesos productivos. Debe acatar asimismo la NOM-133-ECOL-2000 sobre protección ambiental, que ordena la eliminación de los BPC. La maquila tiene que cumplir igualmente las disposiciones contenidas en los acuerdos de cooperación suscritos por los tres socios comerciales del TLCAN, entre los que destaca la iniciativa sobre el manejo adecuado de las sustancias químicas (MASQ) (véase el recuadro 4), una de cuyas partes tiene por objeto eliminar dos de las sustancias tóxicas utilizadas por la industria electrónica (mercurio y plomo).

En México, la industria maquiladora está sujeta a la vigilancia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). En el 2002, la PROFEPA realizó 445 inspecciones a empresas maquiladoras y detectó 274 infracciones leves a las normas vigentes; 170 plantas no habían incurrido en faltas y solo una fue clausurada en forma temporal. Por lo tanto, únicamente un 38,2% de las empresas visitadas cumplía a cabalidad las normas

ambientales exigidas. No obstante, si bien el grado en que se acata la reglamentación es bastante bajo, hay que resaltar que supera en 12 puntos la media nacional (26,3% de cumplimiento) (SEMARNAT, 2003) A pesar de que no se dispone de información específica sobre la industria electrónica maquiladora y no maquiladora, las cifras citadas dan una idea general del comportamiento de las maquiladoras de México en materia de medio ambiente. El número de visitas a empresas efectuadas por la PROFEPA ha tendido a reducirse considerablemente en los últimos años. Entre 1994 y el 2000, por ejemplo, el promedio anual fue de algo más de 800 inspecciones a la industria maquiladora, pero en el 2002 este había caído a casi la mitad (SEMARNAT/PROFEPA, 2000, 2003). De hecho, al calcular la cobertura de las visitas anuales realizadas por la PROFEPA con respecto al número de maquiladoras activas en cada año, sobre el cual se obtuvo información, pudo observarse una reducción importante: en 1995 la cobertura fue de 46%, en 1996, de 37% y en 1997, de 29%, en tanto que en el 2001 y el 2002 había caído a 21% y 15%, respectivamente. Este descenso revela que, por motivos presupuestarios u otros, se ha relajado el nivel de exigencia y supervisión en el sector de la maquila en general.²⁴

Existen pocos estudios en los que se analice específicamente el comportamiento ambiental de la maquila electrónica en el norte de México. Uno de ellos la ubica en un punto intermedio de desempeño ambiental con respecto a otros dos rubros: el metalmecánico, cuyo desempeño es inferior, y el de los plásticos, que muestra resultados más favorables que la maquila electrónica (Montalvo, 2002). Asimismo, se ha explorado la política ambiental de esta rama de actividad en México como parte de las redes de producción globales. La maquila electrónica corresponde a un segmento específico de la cadena de valor que las corporaciones transnacionales han trasladado desde el país de origen a México, con el fin de aminorar costos gracias a la disponibilidad de mano de obra más barata, entre otros factores. Las características de estas localizaciones como “centros de costos” siguen siendo la razón predominante, y ello determina la alta movilidad de las plantas –con frecuentes aperturas y cierres– en continua búsqueda del lugar geográfico que brinde más ventajas en cuanto a los distintos componentes del costo. Por consiguiente, la organización industrial de la maquila no favorece el otorgamiento de una atención particular a la política ambiental de las empresas (Montalvo, 2002).

²⁴ Las visitas realizadas por inspectores de la PROFEPA se limitan a verificar el cumplimiento de las normas ambientales relativas, sobre todo, a desechos sólidos y peligrosos, pues el cumplimiento de las normas ambientales respecto del agua debe ser supervisado por la Comisión Nacional del Agua. Las emisiones al aire, por otra parte, no son importantes, dado que el proceso de ensamble que esta industria realiza en México no requiere un grado significativo de combustión.

Recuadro 4

COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL DE AMÉRICA DEL NORTE**Manejo adecuado de las sustancias químicas (MASQ)**

“Esta es una iniciativa continua para reducir los riesgos que las sustancias tóxicas representan para la salud humana y el medio ambiente de América del Norte. El proyecto ofrece un foro para: (a) identificar los aspectos prioritarios de la contaminación química de preocupación regional; (b) desarrollar los planes de acción regional de América del Norte (PARAN) para ocuparse de estos asuntos prioritarios; (c) vigilar la aplicación de los PARAN aprobados, y (d) propiciar y fomentar el desarrollo de la capacidad en apoyo de las metas generales del MASQ, con particular atención en la puesta en marcha de los PARAN.”

El primer PARAN tuvo por finalidad eliminar los bifenilos policlorados (BPC), el DDT (pesticida) y el clordano (plaguicida organoclorado); otros PARAN ya en marcha o en proceso de ser aprobados apuntan a las siguientes sustancias:

Mercurio (dos fases)
Dioxinas, Furanos y Hexaclorobenceno (HCB)
Plomo

Por lo menos dos de las sustancias incluidas en los PARAN –mercurio y plomo– forman parte de aquellas consideradas peligrosas y que se utilizan en la producción de algunos aparatos electrónicos.

Fuente: Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte [en línea] www.cec.org.

El caso de Filipinas ofrece un punto de referencia interesante, ya que allí más de la mitad de las exportaciones del país corresponde actualmente a productos electrónicos, en particular semiconductores, muchos de los cuales provienen de una cadena de producción internacional (Salazar, 1998). En Filipinas se espera que, en la medida en que las casas matrices de las empresas instaladas en el país sufran presiones a favor de la producción de bienes más amigables con el medio ambiente, deberán requerir a sus proveedores o a sus filiales en países en desarrollo que les proporcionen productos acordes con las normas ambientales que las corporaciones transnacionales se están comprometiendo a cumplir. Ante esta perspectiva, el Banco de Desarrollo de Filipinas, junto con AF Industrins Process Konsult (AF-IPK de Suecia), la Oficina de Manejo Ambiental del Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales (entidad de gobierno), y la Fundación de las Industrias de Semiconductores (*Semiconductor Electronics Industries Foundation, Inc.*, SEIFI) elaboraron en 1996 un plan de manejo ambiental para la industria de semiconductores. Los objetivos principales de este plan eran la minimización del impacto ambiental de dicha industria, así como la implementación de meca-

nismos que le permitieran superar su rezago tecnológico con respecto a los países desarrollados en materia de parámetros ambientales.

Sin embargo, la ejecución de dicho plan ha enfrentado diversos problemas, entre los que cabe mencionar los siguientes: una brecha significativa entre las metas de la reglamentación y la realidad técnico-económica de la industria; la falta de recursos humanos y materiales en las empresas y en el gobierno; los deficientes mecanismos para el control en terreno del desempeño ambiental de la industria; la escasa conciencia de la sociedad civil y los industriales con respecto a los problemas del medio ambiente; el conflicto de intereses entre los propósitos de mejoramiento ambiental y otras prioridades del gobierno, como conservar los empleos e impulsar el crecimiento a toda costa (Salazar, 1998). Así, el problema ambiental rebasa la exigencia de establecer normas y velar por su cumplimiento, aunque esta sea la base desde la cual se debe partir.

La política ambiental mexicana, a pesar de sus avances en los últimos años, todavía no está cerca de contar con un diseño específico para la mayor parte de las ramas productivas manufactureras, como el que existe en los países industrializados para diversos rubros, incluido el electrónico. Existen normas específicas respecto del máximo de emisiones permisibles en diversas actividades productivas (cemento y vidrio, por ejemplo), pero entre ellas no figura la industria electrónica. Emitir normas –por ejemplo, sobre la sustitución de materiales tóxicos o peligrosos en los procesos productivos–, y reforzar los incentivos y el sistema de inspecciones para hacerlas cumplir, podría evitar que México se convierta en un proveedor de productos electrónicos para mercados rezagados en términos de normas ambientales, los cuales serán cada vez más limitados.

B. La industria electrónica en el norte de México: análisis de una encuesta

1. Características generales y resultados de la encuesta

En esta sección se procura evaluar en qué medida las empresas electrónicas adscritas al régimen de maquila aplican una política ambiental en las operaciones normales de sus empresas en México y qué factores influyen en su comportamiento en este plano. El análisis se basa en los resultados de una encuesta sobre aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial aplicada por El Colegio de la Frontera Norte (COLEF, 2002) a establecimientos de maquila electrónica y automotriz. En especial, se busca determinar los factores que inducen a las plantas maquiladoras del norte del país, establecidas en Tijuana, Mexicali y Ciudad Juárez, a adoptar una

política ambiental activa, es decir, no sólo el estar conscientes de cuidar el ambiente sino también introducir tecnologías para contrarrestar la contaminación ambiental.²⁵

En la encuesta se realizaron entrevistas en 298 plantas, que representan el 76% del total de los establecimientos activos de las ramas maquiladoras automovilística y electrónica, y a sus proveedores, en las tres ciudades y en los dos subsectores analizados en el estudio en el momento en que este se llevó a cabo. De dicho total, 200 plantas pertenecen a la industria electrónica, siendo el 78% de ellas empresas maquiladoras y el 22% restante, sus proveedores de bienes y servicios. Los resultados que a continuación se reseñan son producto del análisis de la submuestra correspondiente a la industria electrónica.²⁶

Al estudiar la información proveniente de la encuesta se observó que la mayor concentración de estas plantas se registra en Tijuana (51%), seguida de Ciudad Juárez (29%) y Mexicali (20%). Más de la mitad de ellas se establecieron en el país en la década de 1990, aun cuando el régimen de maquila había sido sancionado en 1965.

Con respecto al tamaño de la corporación en México, medido según el número de empleados en su planta,²⁷ un 22% son pequeñas, un 20%, medianas, correspondiendo la mayoría al tramo de grandes o muy grandes (58%).²⁸ En términos del tamaño de la corporación en el plano internacional, 72% de las plantas consideradas pertenece a empresas muy grandes.

En cuanto al origen del capital, en un 55% de las plantas se indicó que el capital mayoritario era estadounidense (superior al 51%), mientras que en un 27% de ellas era de origen asiático (República de Corea, Malasia, Singapur, la Provincia China de Taiwán y China), un 13%, japonés, un 11%, mexicano y el restante 7%, europeo. Por consiguiente, están establecidas en Estados Unidos la mayoría de las casas matrices de las plantas encuestadas (64% del total), que en más de un 30% de los casos se ubican en estados fronterizos con México, sobre todo en California. En Japón se sitúa el

²⁵ Específicamente, las preguntas pertinentes de la encuesta fueron “¿El corporativo cuenta con una política ambiental explícita que se aplique a esta planta?” y “¿Esta planta ha introducido tecnologías para contrarrestar la contaminación ambiental?”.

²⁶ Para un análisis del comportamiento ambiental del conjunto de las ramas automotriz y electrónica y sus proveedores, véase el capítulo de Carrillo, García y Gomis en este volumen.

²⁷ El tamaño de las plantas se estima de la siguiente manera: pequeño, hasta con 100 empleados; mediano, de 101 a 250 empleados; grande, de 251 a 1.000 empleados, y muy grande, más de 1.000 empleados. No siempre coincide el tamaño de la planta con el de la corporación en México, ya que algunas de estas tienen más de una planta. Desafortunadamente, no se cuenta con información sobre tamaño por planta.

²⁸ Casi el 25% del total de las plantas encuestadas pertenece a corporaciones grandes y el 33%, a corporaciones muy grandes.

7% de las casas matrices, en países asiáticos, el 11,5%, en países europeos, el 4%, y en México, el 3% (sobre el restante 10,5% de las plantas encuestadas no se cuenta con información porque no respondieron a la pregunta).

Las principales actividades de estas plantas, tanto maquiladoras como proveedoras de bienes y servicios para las primeras, son la manufactura de productos terminados, el ensamble del producto y sus partes, componentes o subensambles, así como el empaque y la prueba de productos. Muy pocas de ellas se ocupan de actividades de fabricación de insumos, componentes, maquinaria y equipo (véase el cuadro 1).

Cuadro 1
ACTIVIDADES DE LAS PLANTAS MAQUILADORAS DE LA RAMA
ELECTRÓNICA EN EL NORTE DE MÉXICO (TIJUANA,
CIUDAD JUÁREZ Y MEXICALI)

Actividades	Número de plantas que las realizan en el total de la muestra	Plantas que realizan cada actividad y también cuentan con política ambiental activa (porcentajes)
Manufactura del producto	85	78,7
Fabricación de insumos componentes	42	38,9
Fabricación de herramientas	41	38,0
Fabricación de maquinaria y equipo	20	18,5
Ensamble de productos terminados	84	77,8
Ensamble de partes, componentes o subensambles	95	88,0
Empaque	91	84,3
Inserción automática de componentes	42	38,9
Inyección de plástico	31	28,7
Maquinados	37	34,3
Diseño del producto	22	20,4
Investigación y desarrollo	29	26,9
Prueba de productos	95	88,0
Elaboración de prototipos y planos (<i>blue prints</i>)	50	46,3

Fuente: Elaboración propia sobre la base de COLEF (2002b), Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en la Maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-s, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

La competitividad de estas plantas se basa en dos principales factores, que son precio y calidad, y está determinada en gran medida por sus relaciones con la casa matriz y la demanda en el mercado estadounidense. Si bien en las plantas se han dado recientemente cambios positivos, como una disminución de los rechazos por mejora de calidad y productos retrabajados en más de un 90% de ellas, el actual contexto internacional de recesión e incertidumbre las ha afectado negativamente. De hecho, al inquirir sobre los principales aspectos adversos que han dañado tanto su competitividad como sus perspectivas de crecimiento futuro, se identificaron sobre todo factores internacionales e institucionales nacionales. Entre ellos se mencionaron los siguientes: la recesión económica mundial (especialmente en Estados Unidos), la sobrevaluación del peso, el artículo 303 del TLCAN,²⁹ la nueva ley aduanera,³⁰ el significativo incremento de la competencia a escala global, así como el exceso de trámites administrativos y los altos niveles de corrupción e inseguridad imperantes en el país (para un análisis del comportamiento ambiental del conjunto de la maquila electrónica y automotriz, véase Carrillo, García y Gomis en este documento).

La ubicación geográfica fronteriza de las plantas maquiladoras facilita su interacción con empresas y proveedores ubicados en Estados Unidos. De hecho, en más del 80% de los casos se cuenta con una oficina (o planta) localizada ya sea en el sur de California o en Texas para la realización de actividades como compra, distribución, venta, almacenamiento, contabilidad, administración e, incluso, manufactura (39% de los casos) y asistencia técnica (53%). Asimismo, en el 56% de las plantas encuestadas el

²⁹ Entre los principales cambios que implicó el TLCAN para el modelo de la maquila en México cabe mencionar los derivados de su artículo 303, en virtud del cual se eliminó, a partir del 2001, la devolución de impuestos (*duty drawback o refunds of duties*) para los insumos provenientes de países no miembros del TLCAN, incluso si los productos finales que incorporaran esos insumos fueran posteriormente exportados a otro país miembro del tratado. A raíz de esto, algunas fracciones tuvieron que pagar un arancel, aunque fuera de manera temporal.

³⁰ El esquema de maquila permitía que estas empresas pagaran solamente un pequeño impuesto, con un mínimo fijado en un 2% sobre el valor de los activos de la maquila. Además, se les autorizaba a usar el costo de los salarios para compensar el impuesto sobre los activos. Esto determinaba que algunas maquiladoras eliminaran virtualmente el pago de impuestos. Sin embargo, los cambios en la política fiscal a fines de los años noventa crearon cierta incertidumbre entre el empresariado y los inversionistas extranjeros. Una de las modificaciones más significativas se dio en el tratamiento fiscal a lo que se conocía como *permanent establishment*, denominación aplicada a una sucursal de una compañía extranjera que hace negocios en otro país huésped y que puede ser gravada en ese otro país huésped. En 1992 se afirmó el derecho del gobierno de México a gravar las maquiladoras denominadas *permanent establishments* y, a partir de 1998, se amenazó con gravarlas a fin de incrementar la recaudación fiscal del país. Finalmente, para evitar que esto ocurriera fue necesario llegar a una serie de acuerdos bilaterales adicionales, cuya conclusión tomó varios años.

principal proveedor de materias primas, insumos y componentes está ubicado en Estados Unidos; el 25%, en Asia, el 7,5%, en ambos lugares, el 4%, en México, el 2,5%, en Estados Unidos y México, y sólo el 1%, en los tres lugares mencionados (el principal proveedor del restante 4% de las plantas está localizado en otros lugares). Esto denota una muy baja integración con proveedores locales o nacionales de insumos y materias primas; lo mismo pasa en materia de servicios, ya que la mayoría de las plantas encuestadas (68%) los contrata en Estados Unidos. Es así que el 24% del total de las empresas contrata en ese país los servicios de asesoría ambiental.³¹

Precisamente en los casos en que la casa matriz de la planta se ubica en Estados Unidos (64% del total), la relación en materia de asistencia y creación de centros de investigación y desarrollo (I&D) es muy estrecha. Por ejemplo, el 52% de estas plantas recibe asistencia de su casa matriz para la capacitación de recursos humanos, el 84% obtiene información sobre la demanda, el 76% es apoyado en la compra de insumos, componentes y logística de suministro y el 68% en la adquisición de herramientas y máquinas, el 51% en el suministro de innovaciones y patentes, el 68% en el proceso productivo, el 73% en el control de calidad, en 57% en la instalación y reparación de equipo, y el 64% en el diseño del producto. Por último, en el caso de estas plantas, sus casas matrices tienen un total de 170 centros técnicos o de I&D y un 15% de ellos se localiza en México (no se cuenta con información sobre la ubicación de tales centros en otros países). Esta situación justifica hasta cierto punto las críticas formuladas al esquema de maquila con respecto a su escaso o nulo efecto multiplicador en términos de creación de redes con sectores productivos nacionales y de generación de empleo fuera del esquema.

En el total de las plantas encuestadas los resultados mostraron que la maquila electrónica sigue haciendo un uso muy intensivo de mano de obra poco calificada, pero en los últimos años ha aumentado el número de ingenieros y técnicos empleados (en más del 30% de las plantas).³² Esto coincide con el enfoque de escalamiento industrial planteado por Carrillo (2003), según el cual las plantas, dependiendo de la generación a la que pertenezcan, tienen ciertas características en cuanto a capital físico y humano: las de primera generación presentan un escaso nivel tecnológico y una gran dependencia del trabajo manual intensivo y poco calificado; en las de segunda generación el nivel tecnológico es mayor y emplean a más trabajado-

³¹ Algunos de los principales servicios que las plantas contratan en Estados Unidos son transporte (68%), corretaje o intermediación (82%), información tecnológica (48%), capacitación técnica y profesional (46%), créditos y bancos (51,5%) y equipamiento (60%).

³² En más del 60% de las plantas encuestadas, el personal se compone mayoritariamente de obreros (entre 70% y 90% de los empleados totales). No se cuenta con información sobre el número de personal en los centros técnicos o de I&D.

res calificados, técnicos e ingenieros, y las de tercera generación presentan elevados niveles tanto en cuanto a capacidades en ingeniería y tecnología, orientadas al diseño y la I&D, como a calificación de su personal.

En la submuestra de plantas maquiladoras electrónicas encuestadas, un 58% de ellas ha capacitado recientemente a sus ingenieros y técnicos, sobre todo en aspectos específicos del proceso de producción, pero no así a los obreros, aunque en muchos casos se manifestó la necesidad de contar con personal más calificado. Esta situación se debe en gran parte a la alta tasa de rotación laboral que exhiben los obreros de la maquila, por lo que no es rentable para la planta incurrir en gastos de capacitación.

Con respecto a la política ambiental, el 54% de las 200 plantas estudiadas cuenta con una política ambiental activa. Además, un 57% de ese total aumentó en los últimos tres años el gasto destinado a protección ambiental, un 63% cuenta con una unidad de medio ambiente o control ambiental y, como ya se dijo, casi una cuarta parte (46 plantas) utiliza servicios de asesoría ambiental provistos desde Estados Unidos.³³ Al consultar sobre el porcentaje de insumos destinado a tecnología ambiental en el 2001, menos de la mitad estimó que se había utilizado entre un 1% y un 5% para tal fin.

En consecuencia, cabría preguntarse cuál es el origen del estímulo que lleva a las plantas a modificar su comportamiento ambiental y si este responde a medidas voluntarias o al cumplimiento de normas y leyes.³⁴ Al respecto, se encontró que el 43% de las empresas encuestadas aplican programas de autogestión ambiental voluntaria, lo que puede atribuirse a múltiples razones, tales como que las firmas tengan alguna noción de las tendencias internacionales hacia una industria electrónica más limpia, o que las casas matrices transmitan parte de esa inquietud a sus filiales, o que se reciban presiones de las comunidades residentes cerca de las plantas o, por último, que las empresas quieran evitar situaciones de cierre temporal o definitivo si así lo dispusieran las instituciones regulatorias ambientales nacionales. Según los resultados de la encuesta, en más de la mitad de las plantas se respondió que las acciones de protección ambiental habían sido emprendidas por decisión propia, y sólo en un 18% de los casos esto se habría hecho a causa de presiones institucionales, específicamente de la PROFEPA.

³³ La pregunta en la encuesta fue "¿Esta planta utiliza en Estados Unidos servicios de asesoría ambiental?"

³⁴ Según Mercado García (2000), en México las exigencias gubernamentales en materia ambiental dependen del tamaño de las plantas maquiladoras: de las pequeñas a las medianas, esas exigencias tienden a incrementarse, pero disminuyen al pasar de las plantas medianas a las grandes, en tanto que a las muy grandes se les imponen aun menos requerimientos. En cambio, las exigencias corporativas aumentan a la par con el tamaño de las plantas.

Si bien es cierto que el 67% de las plantas encuestadas tiene algún tipo de relación con diversas instituciones privadas y públicas para buscar solución a problemas ambientales,³⁵ la calidad del servicio que estas les prestan es muy cuestionada. De hecho, el apoyo brindado por las instituciones públicas federales, estatales o municipales fue calificado como deficiente por tres cuartas partes de las empresas consideradas. Es posible que esta percepción se relacione con el hecho de que las plantas de la muestra identificaron como sus principales necesidades –en el plano de los cambios que requiere la política ambiental del gobierno para mejorar el desempeño ambiental de esta industria– aspectos de orden fiscal, tales como incentivos, subsidios, exenciones y simplificación administrativa, ya que solo 15 plantas (7,5% del total de la muestra) han recibido del gobierno incentivos financieros.³⁶ En cambio, los apoyos brindados por instituciones privadas (las asociaciones u organismos empresariales) y los servicios profesionales son mayoritariamente considerados como de buena calidad.

Por otra parte, la capacitación en el tema ambiental es muy escasa. Por ejemplo, de las 190 plantas que han capacitado a ingenieros y técnicos, sólo en 3 se ha considerado la formación en normas ambientales. A partir de estos datos, cabría pensar que para algunas corporaciones transnacionales el cuidado del medio ambiente en sus filiales no es prioritario, por lo menos en la medida en que lo refleja la capacitación que se financia en sus plantas establecidas en México.

En resumen, si se consideran las características que han venido adoptando las exigencias ambientales a escala internacional, los avances en esta materia ya realizados en muchas de las corporaciones transnacionales y la velocidad con que se están introduciendo modificaciones de orden ambiental en los procesos productivos y en todo el ciclo de vida de los bienes electrónicos, los resultados del análisis sugieren que en México la maquila electrónica y sus proveedores muestran un rezago.

Con respecto a los beneficios derivados de la puesta en práctica de medidas de protección ambiental, en las plantas que han optado por una conducta ambiental activa se señaló que se ha reducido el material de emisiones tóxicas (49% de los casos), se consume menos energía (5,6%), se han introducido tecnologías más limpias (4,6%), han disminuido los costos de reciclaje y sustitución de insumos (12%), y se mantiene un monitoreo permanente de emisiones contaminantes y condiciones de trabajo (23%). No

³⁵ En este plano predominan, sobre todo, las entidades privadas localizadas en el municipio, tales como ECO2000 y el Consorcio Ambiental, entre otras, mientras que el apoyo provisto por instituciones federales, como la SEMARNAP y la PROFEPA, es mucho menor.

³⁶ Debido a que en la encuesta la pregunta era si las plantas habían recibido del gobierno incentivos financieros en general, no se puede especificar si estos eran o no de naturaleza ambiental.

obstante, la adopción de esta conducta ambiental ha conllevado algunos aspectos negativos para dichas plantas, como el incremento de los costos de producción (36% de los casos), y la necesidad de realizar excesivos trámites burocráticos (58%).

2. Estimación de un modelo LOGIT

Al analizar los resultados de la muestra se observó que más de la mitad de las plantas (54% del total) contaba con una política ambiental activa. Con el propósito de identificar los factores determinantes en la implementación de una política de este tipo se aplicó un modelo LOGIT,³⁷ dada la naturaleza dicotómica³⁸ de la variable dependiente por estimar, es decir, si la planta adopta una política ambiental activa o no lo hace. En este tipo de modelos, la función de probabilidad tiene las características de una función de distribución acumulativa (FDA) que, como su nombre lo indica, usa la función de distribución logística, garantizando que las probabilidades estimadas estén dentro del rango lógico de probabilidad [0-1] y que estas se relacionen en forma no lineal con las variables explicativas.³⁹ Específicamente, el modelo LOGIT que se estimó para identificar los factores explicativos de la adopción o no de una política ambiental activa en las plantas maquiladoras estudiadas fue el siguiente:

$$P(Y) = \frac{1}{1 + e^{-Y}}$$

donde Y es la variable que denota la adopción o no de una política ambiental activa por parte de la planta, de manera que $Y = 1$ si lo hace y $Y = 0$ si no lo hace. Recuérdese que $e = 2.71828$.

³⁷ De acuerdo con lo expuesto por Green (2002), en el caso dicotómico, al elegir entre modelos LOGIT o PROBIT la teoría estadística no provee bases para preferir uno de ellos en particular. De hecho, en muchas aplicaciones no hay diferencia alguna en los resultados. Cuando se tiene una muestra pequeña, las distribuciones podrían diferir significativamente en los resultados, pero son muy similares cuando las muestras son grandes, por lo cual, en este caso, la elección de un modelo LOGIT para hacer las estimaciones no presenta problemas.

³⁸ Las variables dicotómicas son aquellas que toman valores cualitativos excluyentes y a las que, por lo general, se les asignan valores de cero y uno.

³⁹ Este modelo no es complejo porque toma el logaritmo de la razón de probabilidades y, aunque aparenta ser un modelo no lineal, en realidad lo es en los parámetros, ya que estos pueden ser estimados mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de la manera estándar.

Después de revisar los datos recolectados en la encuesta, analizar ciertas variables y establecer correlaciones con la variable dependiente, se identificaron en el modelo las siguientes variables explicativas por estimar:

$$Y_i = \beta_1 \text{sector} + \beta_2 \text{antig} + \beta_3 \text{tamaño} + \beta_4 \text{origenk} + \beta_5 \text{ubimatriz} + \beta_6 \text{ubprovee} + \beta_7 \text{ubcompet} + \beta_8 \text{certific} + \beta_9 \text{ensampro} + \beta_{10} \text{depto} + \beta_{11} \text{asismatriz} + v_i$$

donde la variable *sector* se refiere a si las plantas son maquiladoras electrónicas o proveedoras de maquiladoras (bienes y servicios); *antig*, al número de años que la planta lleva en operación; *tamaño*, al número de empleados de la corporación en México o a nivel mundial, según sea el caso; *origenk*, al país de donde proviene el capital mayoritario (más del 51% del capital total); *ubimatriz*, al país en que se ubica la casa matriz de la planta; *ubprovee*, al país en que se localizan los principales proveedores de materias primas, insumos y componentes; *ubcompet*, a la ubicación de los principales competidores; *certific*, a si la planta maquiladora cuenta con alguna certificación de calidad, ya sea ISO9001 o ISO9002;⁴⁰ *ensampro*,⁴¹ a la actividad específica de ensamble de productos terminados; *depto*, a si existe dentro de la planta un departamento de producción y de medio ambiente,⁴² según el caso, y *asismatriz*, al tipo de asistencia que la casa matriz brinda a la planta, específicamente en materia de innovación, compras de insumos y componentes.⁴³ Por último, β_i son los coeficientes de las variables explicativas por estimar, y v_i corresponde al término de error. Para mayor detalle, véase el cuadro A-1 del anexo.

Con respecto a la política ambiental activa, en el caso específico de la variable *sector* se observó que el 60% de las plantas maquiladoras cuenta con una política de ese tipo, mientras que esto ocurre sólo en poco más del 30% de las empresas proveedoras de la maquila electrónica (véase el cuadro 2).

⁴⁰ La variable dicotómica que denotaba si la planta tenía alguna certificación ambiental, ya fuera ISO14001 o ISO14002, no resultó ser estadísticamente significativa, sobre la base del valor del estadístico t.

⁴¹ Esta estimación también se hizo para actividades tales como manufactura de productos, ensamble de partes, componentes o subensambles, empaquetamiento y prueba de productos, pero en las regresiones estimadas, ninguna de tales actividades resultó ser estadísticamente significativa, sobre la base del valor del estadístico t, el cual debe ser mayor que 2.

⁴² El resto de los departamentos (o unidades) no fueron estadísticamente significativos.

⁴³ Los otros tipos de asistencia no fueron estadísticamente significativos.

Cuadro 2
POLÍTICA AMBIENTAL DE LAS PLANTAS MAQUILADORAS ELECTRÓNICAS
ENCUESTADAS Y SUS PROVEEDORES

Sector	Total de plantas encuestadas	Plantas que cuentan con una política ambiental activa (número)	Plantas que cuentan con política ambiental activa (porcentaje)
Total	200	108	54
Maquiladoras	156	94	60
Proveedoras de maquiladoras	44	14	32

Fuente: Elaboración propia sobre la base COLEF (2002b), *Aprendizaje Tecnológico y Escalamiento Industrial: Perspectivas para la Formación de Capacidades de Innovación en la Maquiladora de México*, Proyecto Conacyt 35947-s, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)/Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Al analizar la influencia de la ubicación geográfica de las plantas en su comportamiento ambiental, se comprobó que en Tijuana y Mexicali algo menos de la mitad de ellas han adoptado una política ambiental activa, mientras que en Ciudad Juárez esa proporción llega a un 66%. Sería interesante profundizar en este tema en futuras investigaciones para así determinar si hay factores de mercado interno, tales como la legislación estatal, la existencia de aglomeraciones (*clusters*) u otros elementos similares, que influyan en esa distribución/concentración geográfica. En el caso específico de las plantas que tienen un departamento de producción, de medio ambiente, o ambos, es más probable que cuenten también con una política ambiental activa. Luego, entre las plantas que han adoptado políticas de ese tipo, las que tienen una unidad de producción constituyen un 54% del total, en tanto que un 44% dispone de una unidad de medio ambiente. En relación con la certificación de calidad, esta ha sido obtenida por el 76% de las plantas que tienen una política ambiental activa.⁴⁴

⁴⁴ De ellas, sólo un 26% cuenta con una certificación ambiental (ISO14001, ISO14002 o ambas), y únicamente un 14% tiene la certificación QS9000.

3. Resultados de la estimación

Sobre la base de la estimación del modelo LOGIT para la muestra de 200 plantas maquiladoras del subsector electrónico, de las cuales 108 han adoptado una política ambiental activa ($Y = 1$) y 92 no lo han hecho ($Y = 0$), los resultados de las regresiones estimadas se exponen en el cuadro A-2 del anexo. Se debe aclarar que en este estudio, más que las magnitudes de los coeficientes, lo que se tomó en cuenta fue la significancia estadística de estos para mostrar su peso como factores explicativos de la adopción de una política ambiental activa por parte de las plantas maquiladoras de la industria electrónica.

De acuerdo con los resultados obtenidos, entre los principales factores que coadyuvan a la implementación en las plantas de una política ambiental activa se puede mencionar el nivel que ocupan en la cadena de valor (cliente-proveedor), ya que cuando son maquiladoras es más probable que adopten una política de este tipo que cuando son proveedoras de maquiladoras, independientemente del tamaño de la corporación de pertenencia.⁴⁵ Como se observa en las regresiones 5, 6 y 8 del cuadro A-2 del anexo, esta variable es significativa al 5%, dado el valor del estadístico z . Otro factor explicativo es el tipo de actividad que realizan. Son precisamente las plantas que ensamblan productos terminados las que tienen una mayor probabilidad de contar con una política ambiental activa. En las regresiones 2 y 5 su coeficiente es significativo al 10% de significancia y en las regresiones 6, 7 y 8, al 5%. Por otro lado, en las regresiones 1, 2 y 8 se observó que es más probable que las plantas con mayor antigüedad y, por lo mismo, con mayor experiencia, cuenten con una política ambiental activa. De las regresiones 1 a 3 se deduce que el tamaño de la corporación multinacional y, por lo tanto, de sus economías de escala a nivel mundial, también tiene un efecto que favorece la adopción de estas políticas. No se observó caso alguno en que el tamaño de la corporación en México fuese un factor relevante en este sentido.

El hecho de que la planta cuente con un departamento (o unidad) de producción o de medio ambiente también se identificó como un factor asociado a la adopción de políticas ambientales (estas variables fueron estadísticamente significativas, sobre la base del estadístico z , al 5%, exceptuando la regresión 3). El tipo de asistencia que la casa matriz presta a sus plantas también influye en la implementación de una política ambiental activa: es más probable que esta exista si la casa matriz asesora a la planta en materia de innovaciones y patentes, así como en la compra de insumos,

⁴⁵ Tanto en el caso de las maquiladoras como en el de sus proveedores, más del 85% de las corporaciones a las que pertenecen son grandes o muy grandes a nivel mundial, de acuerdo con la clasificación anteriormente establecida. Por lo tanto, el tamaño de la corporación no es un factor que incida en este resultado.

componentes y logística de suministros, que en los casos en que no lo hace (véanse las regresiones 1, 3, 4, 5 y 7). Asimismo, el hecho de que las plantas contaran con una certificación de calidad resultó ser un factor determinante en la adopción de políticas ambientales, ya que en todas las regresiones sus coeficientes fueron significativos al 1% o 5%.

Por último, al contrario de lo esperado, ni los países en los que se localizan la matriz, los principales proveedores y los competidores, así como tampoco el origen del capital mayoritario, resultaron ser factores explicativos de la adopción en las plantas de una política ambiental activa. Es decir, las diferencias en cuanto a desempeño ambiental entre corporaciones transnacionales, dependiendo del origen de su capital, no se ven reflejadas en el comportamiento de sus filiales en México. Esto es consistente con la premisa, presentada anteriormente, de que las corporaciones transnacionales manejan dobles estándares en materia ambiental y, además, sirve como evidencia de ello. Como se mencionó en los casos de Japón y Europa, las casas matrices cumplen allí con altos estándares ambientales, pero no los transfieren necesariamente a sus filiales en sus mercados de destino, en este caso México, donde sólo se preocupan de satisfacer las normas ambientales locales, que son mucho más laxas y poco específicas.

La mayoría de estos resultados coinciden con los de un estudio realizado por Mercado García (2000), de El Colegio de México (<http://www.maquilaportal.com>)⁴⁶ en el que se identificó la madurez (es decir, la antigüedad) como un factor importante tanto en las tendencias del comportamiento ambiental de las plantas maquiladoras, como en las economías de escala. Sin embargo, hay un aspecto en el que no hay coincidencia: Mercado García menciona también la penetración de mercados de exportación y las nuevas tecnologías como factores que propician un comportamiento favorable al medio ambiente, mientras que en este estudio, de acuerdo con los resultados de las regresiones, la ubicación de los competidores no es un factor explicativo en el modelo. Por otra parte, si bien 87 plantas de la muestra analizada cuentan con tecnología de punta, solamente 56 de ellas aplican una política ambiental activa, número que representa un 28% del total de las empresas encuestadas.⁴⁷

⁴⁶ En este estudio se determinó que las variables que pueden influir en la adopción de un comportamiento favorable al medio ambiente por parte de las maquiladoras son las siguientes: el nivel de desarrollo y modernidad del sector al que pertenecen, el tamaño de la planta (a mayor dimensión, más economías de escala), su antigüedad y actualización tecnológica. De esta última y de las economías de escala se puede deducir que la eficiencia suele estar relacionada con una mejor conducta ambiental.

⁴⁷ En menos de la mitad de las plantas (44%) se indicó que la tecnología utilizada era comparable con la mejor en su ramo a nivel mundial, aunque esta percepción ha aumentado en comparación con los resultados de hace tres años atrás, cuando solo en el 38% de los casos se decía contar con tecnología de ese nivel.

Además, el resultado que indica que el origen del capital no está relacionado con el comportamiento ambiental de las plantas coincide con el planteamiento de Kopinak (2002), en el sentido de que la implementación de las prácticas ambientales más avanzadas depende en mayor grado de la política de la empresa que del país de donde proviene la inversión. Con más detalle, la autora argumenta que si las maquiladoras pertenecen a una primera etapa evolutiva, su desempeño ambiental está más determinado por la reglamentación interna del país, mientras que para las que se encuentran en una segunda o tercera etapa evolutiva, este desempeño depende más de la casa matriz o el ente corporativo en el extranjero, que imponen estas prácticas como políticas de la empresa, o bien de las exigencias de clientes o compradores en materia ambiental.

Por último, tampoco el número de centros técnicos o de I&D de que dispone la casa matriz ni la realización de actividades de I&D fueron identificados como factores que influyeran en la aplicación de una política ambiental activa.⁴⁸

En resumen, la opción por una política ambiental activa está relacionada con factores tales como la antigüedad de la planta, el tamaño de la corporación multinacional a la que pertenece, la realización en ella del ensamble de productos, el hecho de poseer una certificación de calidad, la existencia de un departamento de producción o de medio ambiente y el apoyo de su casa matriz en materia de innovaciones, patentes y logística de suministro, así como en la compra de herramientas y máquinas.

C. Conclusiones

Un objetivo de este trabajo ha sido mostrar el marco internacional en materia de estándares y políticas ambientales en el que están insertas las maquiladoras electrónicas de México, así como los esfuerzos que estas empresas actualmente están haciendo en el plano ambiental, sin perder la perspectiva del desempeño de la industria electrónica líder a nivel mundial. La consideración de los problemas ambientales vinculados a este sector adquiere especial importancia, debido a que su gran dinamismo, tanto en México como a escala mundial, suscita preocupaciones ecológicas. La literatura sobre el tema de la maquila y el medio ambiente, además de ser

⁴⁸ Además, aunque parezca paradójico, de las empresas que han capacitado a sus ingenieros y técnicos en aspectos técnicos no ambientales, un 59% ha adoptado una política ambiental; en cambio, ninguna de las tres que los han capacitado en normas ambientales ha puesto en práctica una política de este tipo ni aplicado tecnología para contrarrestar la contaminación.

escasa, generalmente adopta como punto de referencia su comportamiento histórico, sin que se llegue a evaluarla con respecto al avance de las medidas ambientales o a las “mejores prácticas” utilizadas en el ámbito internacional.

Se percibe un acelerado cambio en las políticas ambientales, especialmente en los países desarrollados (siendo en Estados Unidos donde este proceso se desenvuelve más lentamente a nivel federal), que se manifiesta en una tendencia a adoptar un enfoque ambiental que abarca el ciclo total de vida de los productos electrónicos, es decir, desde su diseño hasta su eliminación definitiva. La industria maquiladora es parte importante de este ciclo, ya que se dedica a ensamblar las piezas del producto final, que se reexporta a algún país determinado, en especial a Estados Unidos en el caso de México. Se podría esperar que las crecientes exigencias ambientales de los consumidores y gobiernos de los países de destino final de los productos ensamblados en México también se incorporaran a los procesos productivos realizados en este país, pero en muchos casos esta no parece ser la situación. Hasta hace poco, sólo tres compañías electrónicas estadounidenses ofrecían servicios de recuperación de equipo obsoleto, pero el costo lo cubre enteramente el cliente. Las empresas europeas y japonesas están más avanzadas en este aspecto. La industria electrónica de Japón es la que tiene el mejor desempeño ambiental en el mundo, pero ni siquiera esta se aproxima a un estándar ambiental adecuado (www.svtc.org.cleancorp/pubs/2003report.htm).

Existe, sin duda, un avance en materia ambiental en muchas plantas electrónicas del norte de México. En el estudio realizado se pudo apreciar que más de la mitad de las encuestadas en tres ciudades fronterizas (incluidos sus proveedoras) han adoptado medidas de tipo ambiental, tales como la puesta en práctica de algún tipo de política a este respecto y la introducción de tecnologías para mitigar las emisiones contaminantes en sus plantas. Desde un punto de vista, tales medidas parecen admirables, y aun más si se considera que una proporción importante de las empresas las implementan voluntariamente. Desde otro, se debe considerar el grado de avance tecnológico y normativo que exhibe el sector electrónico en el mundo desarrollado y las crecientes exigencias que plantean en este ámbito los gobiernos y consumidores de los países hacia donde se dirigen estos productos. Al contrastar ambos aspectos, resulta preocupante que casi la mitad de las empresas encuestadas no haya tomado medidas ambientales y que exista una limitada supervisión del grado en que dan cumplimiento a las normas y leyes nacionales, cuya rigurosidad es bastante menor que en otros países. Vale la pena recordar que una mayor proporción de las maquiladoras electrónicas (60%) que de sus proveedores (32%) cuenta con una política ambiental activa, lo cual indica que las medidas ambientales adoptadas por

las empresas no sólo se vuelven más débiles al pasar de la casa matriz a la filial, sino también de la filial a sus proveedores. Una política que conduzca a la industria maquiladora electrónica a considerar también los aspectos ambientales de los insumos y servicios que utiliza, ayudaría a mejorar el desempeño en este plano de las empresas que se los proveen.

La situación descrita también es consistente con el planteamiento de que algunas corporaciones transnacionales aplican un doble estándar ambiental. En Europa y Japón se han promulgado leyes específicas con el objeto de atacar el problema de la contaminación causada por la industria electrónica, y las corporaciones transnacionales han debido acatar esas leyes, pero no todas han introducido los cambios necesarios en cada una de sus plantas en el mundo. El resultado es que se estarían creando dos mercados finales de productos electrónicos: uno con altas exigencias ambientales, y otro con pocas o ninguna.

Este fenómeno se observó al analizar el comportamiento de las plantas maquiladoras de la muestra. Del modelo LOGIT se dedujo que el origen de su capital no es un factor determinante para que las plantas pongan en marcha una política ambiental activa. Por lo tanto, el hecho de que tengan capital mayoritario de origen mexicano, asiático, europeo o estadounidense no marca una diferencia significativa en su comportamiento ambiental, lo cual revela que sus estándares no son necesariamente los mismos que aplican sus casas matrices. A pesar de que el 89% de las plantas encuestadas es de origen foráneo y que muchas de las corporaciones a las que pertenecen han introducido importantes medidas ambientales en sus propios países, sólo en algo más de la mitad de la muestra se ha aplicado una política ambiental activa.

Resulta así que, en México, las plantas maquiladoras electrónicas no tienen que cumplir normas ambientales específicamente establecidas para dicha industria, sino más bien con una reglamentación de carácter horizontal, la cual no requiere necesariamente que las empresas implementen una política ambiental sofisticada. Por ejemplo, la supervisión que las autoridades ambientales mexicanas ejercen sobre el desempeño ambiental de la industria maquiladora electrónica se centra principalmente en el manejo de desechos sólidos, parte de los cuales –los tóxicos– debe ser repatriada al país de origen, pero no es responsabilidad suya comprobar que se estén introduciendo mejoras ambientales de otros tipos. También se vigila el cumplimiento de las normas respecto del agua, pero ello está a cargo de una dependencia diferente (la Comisión del Agua), de manera que no se tiene una visión integral del comportamiento de las empresas en materia de medio ambiente. Por lo tanto, se puede deducir que en México es la ausencia de una normativa nacional específica lo que permite que algu-

nas corporaciones transnacionales puedan operar con dobles estándares, ya que a pesar de que están en condiciones de mejorar el desempeño ambiental de sus filiales, frecuentemente sólo lo hacen si las leyes locales las obligan a ello.

Por otra parte, de acuerdo con los resultados de la encuesta, la influencia de la casa matriz no es del todo desdeñable, ya que cuando esta les brinda asesoría en materia de innovaciones y patentes, compra de insumos y componentes, y logística de suministros, es más probable que las filiales tengan una política ambiental activa. Por lo demás, entre los elementos identificados que más inciden en la existencia o no de una política de este tipo figuran la antigüedad de la planta, el sector al que pertenece y la actividad que realiza, así como el tamaño de la corporación multinacional y el tipo de unidades o departamentos con los que cuenta, factores que también son determinantes en empresas no maquiladoras de otras clases.

En vista de la gran transformación tecnológica de la industria electrónica y del proceso del que está siendo objeto en los mercados de países desarrollados e incluso, aunque en menor medida, en algunos del mundo en desarrollo, como Filipinas y México, parece estarse desaprovechando la oportunidad de introducir mejoras en el proceso de ensamble, mediante la utilización de sustancias menos tóxicas tanto en el proceso de producción como en los materiales incorporados al producto final. Las consecuencias de no hacerlo son negativas para la salud de los trabajadores de la maquila electrónica y para la competitividad de estos productos en los mercados de países desarrollados, donde las innovaciones tecnológicas recientes están fuertemente influenciadas por los nuevos estándares ambientales. En estas circunstancias, los productos electrónicos ensamblados en México podrían dirigirse en forma creciente a mercados “de segunda” en materia ambiental y quedar fuera de los nichos con mayor valor agregado y más competitivos.

Al mismo tiempo, al carecer de una política específicamente diseñada para esta industria y alejarse cada vez más de las normas internacionales, el país también pierde la oportunidad de prevenir los problemas ambientales nacionales, que necesariamente se producirán al acumularse los desechos de sus propias computadoras y televisores, sin que se exija el cuidado integral del ambiente vinculado a todo el ciclo de vida de estos productos.

Finalmente, conviene señalar que en un contexto de lento o nulo crecimiento económico mundial, de apertura generalizada del comercio y de intensificación de la competencia en el mercado internacional por atraer inversiones hacia la actividad de maquila (como en el caso de China), estos aspectos podrían interpretarse como razones para no ampliar las normas ambientales ni preocuparse de asegurar su aplicación, aunque justamente

ofrece la oportunidad de establecer una política ambiental más clara con respecto a esta industria. Hacerlo eliminaría la tentación que enfrenta la maquila instalada en México de aprovechar ventajas comparativas basadas en una política ambiental laxa, ya que al seguir esa tendencia se alejaría progresivamente de la industria líder a nivel internacional, perdiendo la oportunidad de ser una pieza clave de la cadena de producción en ese nicho. Tal vez la introducción de medidas ambientales más avanzadas reposicionaría a México dentro de una industria electrónica más moderna, con mayor valor agregado y más limpia a nivel internacional.

Bibliografía

- Bureau of the Census (2004), *Statistical Abstract of the United States: 2000; The National Data Book*, Washington, D.C.
- Carrillo, Jorge, Humberto García y Ridi Gomis (2003), "Desempeño ambiental y evolución productiva en la industria maquiladora de exportación", proyecto Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial, México, D.F., abril.
- CESPEDES/CCE (Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable/ Consejo Coordinador Empresarial) (2001), *Infraestructura ambiental: necesidades; alianza público/privada*, México D.F.
- COLEF (Colegio de la Frontera Norte) (2002), "Encuesta aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial en plantas maquiladoras", Departamento de Estudios Sociales, Tijuana.
- Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte [en línea] www.cec.org.
- Dussel, E. (2003), "La industria electrónica en México y en Jalisco", *La industria electrónica en México: problemática, perspectivas y propuestas*, E. Dussel Peters, J. J. Palacios Lara y G. Woo Gómez (coords.), Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Environmental Protection Agency (EPA) (2001), "Greening your purchase of electronics", *Environmentally Preferable Purchasing Guide* [en línea] www.epa.gov/oppt/epp, diciembre.
- GAO (United States General Accounting Office) (2003), *Mexico's Maquiladora Decline Affects U.S. Mexico Border Communities and Trade; Recovery depends in part on Mexico's Action. International Trade, Report to Congressional Requesters* (GAO-03-891), Washington, D.C., julio.
- Green, William H. (2002), *Econometric Analysis*, Prentice Hall, 4a Edición, E.U.
- Gujarati, Damodar N. (1997), *Econometría básica*, tercera edición, McGraw-Hill.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2002), *Programa para la competitividad de la industria electrónica y de alta tecnología*, México, D.F., Consejo para la Competitividad.

- INEGI (2005), Banco de Información Económica, [en línea] <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/bdies:/bdie.html>
- Journal of the Flagstaff Institute*, varios números, The Flagstaff Institute, Arizona, Estados Unidos.
- Kenney, M. y J. Curry (2003), "Ganándole al reloj: la respuesta corporativa al cambio rápido en la industria de cómputo", *La industria electrónica en México: problemática, perspectivas y propuestas*, E. Dussel Peters, J. J. Palacios Lara y G. Woo Gómez (coords.), Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- Kopinak, Kathryn (2003), "Maquiladora industrialization of the Baja California Peninsula: the coexistence of thick and thin globalization with economic regionalism", *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 27, N° 2.
- _____ (2002), "Environmental implications of new Mexican industrial investment: the rise of Asian origin maquiladoras as generators of hazardous waste", *Asian Journal of Latin America Studies*, vol. 15, N° 1.
- Low, P. y A. Yeats (1992), "Do dirty industries migrate?", *International Trade and the Environment*, P. Low (ed.), World Bank Discussion Paper, N° 159, Washington, D. C.
- Lüthje, B. (2003), "Manufactura electrónica por contrato: Producción global y la división internacional del trabajo en la era de la Internet", *La industria electrónica en México: problemática, perspectivas y propuestas*, E. Dussel Peters, J. J. Palacios Lara y G. Woo Gómez (coords.), Guadalajara, Universidad de Guadalajara.
- MCC (Microelectronics and Computer Technology Corporation) (1994), *Electronics Industry Environmental Roadmap*, Washington, D.C., ARPA, Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA), U.S. Department of Energy.
- Mercado García, Alfonso (2000), "El comportamiento de las maquiladoras con respecto al cumplimiento de las normas ambientales", El Colegio de México y El Colegio de la Frontera Norte, octubre.
- Montalvo, C. (2002), "Challenges for Cleaner Production in International Manufacturing Subcontracting: the Case of the Maquila Industry in Northern Mexico", documento presentado al taller internacional "Industrial Innovation and Environment Regulation: Towards an Integrated Approach", Maastricht, Universidad de las Naciones Unidas, octubre.
- New Environmentalism [en línea] <http://www.newenvironmentalis.org/ecology2.cfm?ID=36>
- PCWorld [en línea] <http://www.pcworld.com.ve/n23/articulos/monitores.html>
- Romo Murillo, David (2002), "Foreign Direct Investment in the Mexican Industry: Spillovers and the Development of Technological capabilities", tesis doctoral, Princeton University.
- Salazar, Chito (1998), "Semi Conductors from the Philippines", documento presentado a la conferencia "Global Product Chains: Northern Consumers, Southern Producers, and Sustainability", Asian Institute of Management, Filipinas, inédito.
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) (2000), *Informe 1995-2000*, México, D.F.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales) (2003), *Informe Anual PROFEPA, 2002*, México, D.F.
- Von Moltke K. y O. Kuik (1998), *Global Product Chains and the Environment (2-26-98)*, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

Cuadro A-1
VARIABLES UTILIZADAS MODEL LOGIT

Variable explicativa	Valores que puede tomar
Sector	1 si es maquiladora electrónica y 0 si es proveedora de maquiladora de bienes y servicios a la electrónica
Ciudad	1 si es Tijuana, 2 si es Mexicali y 3 si es Ciudad Juárez
Antig	número de años que tiene de funcionar la planta (2002–año de inicio de operaciones)
Tamamund	número de empleados totales de la corporación en el mundo
Tamamex	número de empleados de la corporación en México
Origenk	1 si el capital es mayoritariamente (más del 51% del total) de origen americano, 2 si es japonés, 3 si es europeo, 4 si es mexicano, y 5 si es asiático (República de Corea, China, Malasia o la provincia china de Taiwán)
Bimatriz	1 si es Estados Unidos el país donde se ubica la casa matriz de la planta, 2 si es Asia y 0 cualquier otro país
Ubprovee	1 si el principal proveedor (+ del 51%) se ubica en los Estados Unidos y Canadá, 2 si se ubica en Asia, 3 si se ubica en la localidad y 4 si se ubica en cualquier otra localidad de México
Ubcompet	1 si el principal competidor de esa planta se localiza en ese municipio, 2 si se localiza en el resto del país, 3 si se localiza en otro país, 0 en cualquier otro caso
Cercalidad	1 si la planta cuenta con alguna certificación de calidad (puede ser ISO 9001 o ISO 9002), 0 de lo contrario
Ensamprod	1 si la planta lleva a cabo el ensamble de productos terminados, 0 de lo contrario
Deproduc	1 si la planta cuenta con un departamento o unidad de producción, 0 de lo contrario
Deptoma	1 si la planta cuenta con un departamento o unidad de medio ambiente o control ambiental, 0 de lo contrario
Asisinnov	1 si la planta matriz recibe asistencia en suministro de innovaciones y patentes de parte de la casa matriz o el cliente principal, 0 de lo contrario
Asiscompra	1 si la planta matriz recibe asistencia en compra de insumos y componentes y logística de suministros de parte de la casa matriz o el cliente principal, 0 de lo contrario

Fuente: Elaboración propia a partir del Colegio de la Frontera Norte (COLEF), “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) / Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

CUADRO A-2

Variable Dependiente: Si la planta cuenta con una política ambiental activa

	Número de regresión							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Variables Independientes o explicativas								
SECTOR	0.564	0.649509	-0.011864	0.318823	0.88874	0.85705	0.38856	0.85705
z-Statistic	1.001	1.221965	-0.022361	0.615002	1.99470	1.98479	0.91018	1.98479
Prob.	0.3159	0.2217	0.9822	0.5386	0.04610	0.04720	0.36270	0.04720
ANTIG	0.074	0.078597	0.028008	0.036011	0.04257	0.04351	0.00816	0.04351
z-Statistic	1.996	2.201598	0.875256	1.08753	1.53763	1.60348	0.31525	1.60348
Prob.	0.046	0.0277	0.3814	0.2768	0.12410	0.10880	0.75260	0.10880
TAMAMUND	0.000056	4.96E-05	4.53E-05	3.80E-05				
z-Statistic	2.040	1.834008	1.753326	1.581273				
Prob.	0.0413	0.0667	0.0795	0.1133				
TAMAMEX					0.00027	0.00026	0.00016	0.00026
z-Statistic					1.49383	1.48262	1.19879	1.48262
Prob..					0.13520	0.13820	0.23060	0.13820
ORIGENK	0.094	0.066749	0.068746	0.009176	-0.03347	-0.02295	-0.05279	-0.02295
z-Statistic	0.482	0.348593	0.369173	0.048569	-0.22015	-0.15203	-0.35277	-0.15203
Prob.	0.6298	0.7274	0.712	0.9613	0.82580	0.87920	0.72430	0.87920
UBIMATRIZ	0.334	0.421611	-0.433592	-0.178758	0.25327	0.28685	-0.31613	0.28685
z-Statistic	0.649	0.876716	-1.049969	-0.433117	0.63224	0.73175	-0.91145	0.73175
Prob.	0.5161	0.3806	0.2937	0.6649	0.52720	0.46430	0.36210	0.46430
UBPROVEE	-0.054	-0.15024	-0.4321	-0.378214	-0.03393	-0.07726	-0.31034	-0.07726
z-Statistic	-0.155	-0.468522	-1.286707	-1.243297	-0.12719	-0.29982	-1.21653	-0.29982
Prob.	0.8766	0.6394	0.1982	0.2138	0.89880	0.76430	0.22380	0.76430
UBCOMPET	-0.007	0.001938	-0.290583	-0.261733	-0.15844	-0.10362	-0.36275	-0.10362
z-Statistic	-0.029	0.008246	-1.292512	-1.187646	-0.81384	-0.54950	-1.96936	-0.54950
Prob.	0.9766	0.9934	0.1962	0.235	0.41570	0.58270	0.04890	0.58270
CERTCALIDAD	1.137	1.120283	0.966504	1.118259	1.05937	1.03702	0.87624	1.03702
z-Statistic	2.300	2.381398	2.026433	2.356323	2.84547	2.83715	2.34047	2.83715
Prob.	0.0214	0.0172	0.0427	0.0185	0.00440	0.00460	0.01930	0.00460
ENSAMPROD	0.672	0.809455	0.068168	0.454367	0.73448	0.80016	0.37009	0.80016
z-Statistic	1.333	1.665137	0.149478	0.984924	1.90734	2.10813	1.01467	2.10813
Prob.	0.1826	0.0959	0.8812	0.3247	0.05650	0.03500	0.31030	0.03500
DEPRODUC	-3.384	-2.563682			-2.29504	-1.91166		-1.91166
z-Statistic	-2.838	-2.278394			-2.62033	-2.13767		-2.13767
Prob.	0.0045	0.0227			0.00880	0.03250		0.03250
DEPTOMA			0.614317	0.987642			0.98971	
z-Statistic			1.240411	1.996143			2.53638	
Prob.			0.2148	0.0459			0.01120	
ASISINNOV	1.341		1.042495		0.79082		0.57034	
z-Statistic	2.839186		2.321201		2.20467		1.60669	
Prob.	0.0045		0.0203		0.02750		0.10810	
ASISCOMPRA		-0.413313		-1.004345		-0.18629		-0.18629
z-Statistic		-0.785925		-1.912469		-0.47126		-0.47126
Prob.		0.4319		0.0558		0.63750		0.63750
Log likelihood	-61.09878	-61.09878	-61.18754	-61.98863	-95.57800	-97.95583	-96.08801	-97.95583
Num. Observ.	123	123	123	123	176	176	176	176

Fuente: Elaboración propia a partir del Colegio de la Frontera Norte (COLEF), "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: perspectivas para la formación de capacidades de innovación en la maquiladora de México, Proyecto Conacyt 35947-5, Tijuana, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) / Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), 2002.

Capítulo IV

Hacia una teoría de la industria maquiladora mexicana que considere los impactos en el medio ambiente^{1 2}

Kathryn Kopinak³ y Saúl Guzmán García^{4 5}

A. Introducción

La elaboración de este documento forma parte de un proyecto más amplio, cuyo propósito es estudiar los riesgos que presentan los desechos industriales peligrosos en el norte de México. Originalmente, el proyecto fue motivado por el hecho de que el incremento del volumen de tales desechos en esa zona ha recibido poca atención de los investigadores en el último tiempo. Esta laguna en el conocimiento al respecto se debe a que en los pasados 15 años en gran parte de la literatura especializada se ha enfocado la industria maquiladora como una de las formas de procesamiento de exportación más exitosas, por lo que el énfasis se ha limitado a su crecimiento y desarrollo. Los resultados preliminares de este proyecto han estimulado a los autores a pensar en nuevos modelos conceptuales para el estudio de las maquiladoras, en los que se asigne a los problemas ambientales una mayor prioridad que se refleje en las agendas de investigación.⁶

En primer lugar se resumen los hallazgos iniciales y se argumenta que la sorpresa con que en ocasiones estos son recibidos se debe a que en los estudios sobre la industria maquiladora se teoriza muy poco. En vez de formular teorías que reflejen la tan compleja realidad de estas empresas, la literatura al respecto se ha estructurado según perspectivas que las consideran o problemáticas o bien como una forma de desarrollo. En la siguiente sección se presentan estudios de caso de plantas específicas en Tijuana, Baja California, para mostrar que en cuestiones ambientales la industria maquiladora no es o problemática o progresiva, sino que puede ser ambas cosas. A continuación se procura demostrar que los efectos ambientales secundarios de la industria maquiladora se pueden predecir y pronosticar al aplicar la idea de la sociología temporal de cronopaisajes, sugiriéndose que “un enfoque explícito sobre el tiempo nos da un nue-

¹ Este estudio fue iniciado en 1997, cuando los autores se encontraban en El Colegio de la Frontera Norte, en Tijuana. Su realización no hubiera sido posible sin el financiamiento provisto por el *Social Science and Humanities Research Council of Canada*. Después se recibió apoyo institucional del Centro de Estudios México-Estados Unidos (*Center for US-Mexican Studies*), Universidad de California, San Diego. Una versión previa de este estudio fue presentada en el panel “*Equity and the Environment on the U.S.-Mexico Border*” durante la XXIV Conferencia de la *Latin American Studies Association (LASA)*, realizada del 27 al 29 de marzo del 2003, en Dallas, Texas. Los autores quisieran agradecer a Jean McKenzie-Leiper, David MacGregor, Claudia Schatan y Jorge Carrillo por su apoyo y sus comentarios a las versiones anteriores del documento.

² Traducción de Carla O. García Zendejas.

³ Profesora-Investigadora, Sociología, King’s University College, Universidad de Western Ontario.

⁴ Jefe de la Unidad de Gestión para la Protección Ambiental, Delegación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT) en Baja California.

⁵ Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y no reflejan las que pueda sustentar la institución en la que trabajan.

⁶ En México, las maquiladoras son fábricas que producen para exportar bajo subcontrato con compañías extranjeras. Estas fábricas están registradas por el gobierno de México como maquiladoras para permitirles aprovechar incentivos tales como la importación de insumos, maquinaria y partes, así como la exportación de productos, todo ello libre de impuestos, con la excepción de los que se pagan en México por el valor agregado en el país. Las maquiladoras varían en tamaño, desde la microplantas, que ocupan a unas pocas personas, hasta las muy grandes, con miles de empleados. Se encargan de ensamblar y fabricar autos y piezas y partes de vehículos, equipos electrónicos (especialmente computadoras y televisores), ropa y textiles, muebles y maderaje, entre muchas otras ramas de actividad de maquila. Las fábricas muy semejantes a las maquiladoras pueden optar por registrarse, conforme a la legislación mexicana, en los Programas de Importación Temporal para Producir Artículos de Exportación (Pitex) y de Fomento y Operación de las Empresas Altamente Exportadoras (Altex) (véase <http://www.mec.org/maquiladora.shtml>), que ofrecen incentivos similares. La teoría de evaluación sugerida en este estudio se aplica no solamente a las maquiladoras, sino también a otras compañías comparables en México, que producen para la exportación acogidas a la legislación sobre Altex y Pitex, aunque en el texto del estudio sólo se hace referencia a las maquiladoras.

vo acceso de ciencia social hacia la problemática ambiental” (Adam, 1995, p.147). Varios conceptos teóricos correspondientes a este subcampo de la sociología son utilizados para mostrar por qué los desechos generados por las maquiladoras deben entenderse como parte fundamental de su carácter. Luego se amplía la idea de las aglomeraciones (*clusters*) de maquiladoras, al considerar las implicaciones del descubrimiento de que en Tijuana los generadores de materiales peligrosos de más alto riesgo se concentran en zonas adyacentes a algunos de los distritos y áreas residenciales con mayor densidad de población y de hogares con proporciones elevadas de niños menores de 14 años de edad. En la siguiente sección del estudio se muestra que la falta de capacidad del gobierno de México para vigilar adecuadamente las industrias maquiladoras lleva a subestimar el volumen de desechos peligrosos que generan. En las conclusiones se proponen directrices para investigaciones futuras que pudieran servir para integrar más la problemática y los aspectos progresivos de las industrias maquiladoras en la literatura sobre el tema.

1. Resumen de hallazgos anteriores

La primera tarea en el marco del proyecto fue la recolección de datos para calcular qué tipos de desechos peligrosos producían cuáles industrias y dónde estaban ubicadas. A partir de información obtenida de la base de datos Haztraks (*Hazardous Waste Tracking System*) (2001), sistema de rastreo de residuos peligrosos del Environmental Protection Agency, 2001 (EPA)⁷, se determinó que entre las 10 principales ciudades que exportaron materiales peligrosos de México a Estados Unidos entre 1986 y 1999, Tijuana ocupaba el primer lugar, con 15.225,5 toneladas⁸ sobre un total de 42.165,5 toneladas (Kopinak, 2002, p.101).⁹ A principios de este periodo de 14 años, los mayores volúmenes de residuos peligrosos habían entrado a Estados Unidos desde las partes central y este de la frontera, pero a lo largo del tiempo se produjo una relocalización territorial y Tijuana se convirtió en el mayor exportador de estos materiales, en tanto que Mexicali y San Luis Río Colorado, en conjunto, pasaron a ser los terceros en importancia.

⁷ Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos.

⁸ Por “tonelada” se entenderá tonalada métrica.

⁹ Se debe señalar que estas cifras subestiman los volúmenes de desechos peligrosos que se producen en las ciudades fronterizas mexicanas, ya que no incluyen la proporción que permanece en el país. Aunque según la ley, estos materiales nocivos deben exportarse a su país de origen, también pueden permanecer legalmente en México si se nacionalizan como materiales transformados en no peligrosos, o si son almacenados en el sitio de la fábrica. La forma ilícita de dejarlos en el país es abandonarlos o enterrarlos en algún otro lugar. Los materiales peligrosos manejados lícitamente son exportados a Estados Unidos, ya que México no cuenta con una capacidad adecuada para confinarlos o tratarlos.

Esta transformación espacio-temporal en la generación de desechos peligrosos se explica claramente al comparar las plantas según el país de origen de su capital. Se comprobó así que entre 1986 y 1996, el capital de todas las compañías que figuraban en la lista de las primeras 10 exportadoras de desechos peligrosos de México a Estados Unidos provenía de este último país.

Sin embargo, en el período 1996-1999, el ascenso de Tijuana al primer lugar de dicha lista se debió a la presencia de un pequeño número de firmas electrónicas de gran envergadura y de origen asiático. La misma razón explica el hecho de que Mexicali/San Luis Río Colorado ocupen ahora el tercer lugar como exportadores de vastos volúmenes de desechos peligrosos.

“Una empresa, Samsung Display Mexicana, ha sido responsable de las mayores exportaciones de desechos peligrosos de México a Estados Unidos durante el período de referencia (4.561 toneladas), superando a cualquier otra compañía, en cualquier lugar de la frontera. El volumen total exportado por todas las compañías en 1996 fue de 2.772 toneladas y en 1998, de 3.031 toneladas” (Kopinak, 2002, p.102).

Samsung, sus proveedores y otras fábricas similares han hecho de Tijuana la “Capital mundial de los televisores”. En Mexicali, Price Pfister de México, una firma de origen estadounidense dedicada al pulido de grifos, generó exportaciones de desechos peligrosos a Estados Unidos que totalizaron 1.741 toneladas en el período 1996-1999, el segundo volumen en magnitud. Sanyo, una empresa de origen japonés que manufactura componentes de equipos de video en Tijuana quedó en sexto lugar, con 1.038 toneladas. Otras empresas con capitales asiáticos que figuran entre las principales 10 exportadoras de desechos peligrosos en cualquier parte de la frontera durante el período de referencia son las siguientes:

- Melco Display, firma de origen japonés que fabrica monitores en Mexicali
- Matsushita, también de origen japonés, productora de baterías en Tijuana
- Merry Tech, de origen taiwanés, que fabrica ventiladores en Tijuana.

Estos hallazgos se pueden explicar en parte por el hecho de que las firmas más grandes tienen mayor capacidad administrativa para reportar los desechos peligrosos al gobierno, en conformidad con la ley, pero la razón principal de la preeminencia de Tijuana y Mexicali como principales exportadores de desechos peligrosos es el ingente volumen de dichos materiales que generan las plantas de origen asiático en ambas ciudades. Las maquiladoras de este origen muestran una mayor tendencia a transferir a México las últimas etapas de su proceso de producción que aquellas provenientes de otros países o regiones, y son más proclives a combinar trabajo laborioso con tecnologías sofisticadas, debido a que su estrategia es pene-

trar en el mercado estadounidense a través de México (Barajas, 1989). Las industrias grandes con capacidad de producción más integrada generan más desechos que las plantas pequeñas que sólo ensamblan sus productos. Las firmas de origen estadounidense pueden ser más selectivas al decidir qué partes del proceso de producción es conveniente trasladar a México y cuáles permanecen en Estados Unidos, ya que dentro de sus corporaciones multinacionales las fábricas no están tan alejadas unas de otras.

Al constatar que Tijuana se había convertido en el principal exportador de desechos peligrosos a Estados Unidos entre 1986 y 1999, la siguiente fase del proyecto de investigación se centró en esta ciudad. Se recolectaron datos sobre todos los generadores de materiales peligrosos que cumplieron con el requisito legal de reportar a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP, luego renombrada SEMARNAT) en esa ciudad durante el año 1998. Combinados estos datos con información recolectada sobre procesos de producción llevados a cabo en fábricas que reportaron a la SEMARNAT, fue posible construir un índice de riesgo que tomaba en cuenta los peligros ambientales (por ejemplo, si los desechos eran corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables o biológicos), las amenazas para la salud y la capacidad de respuesta ante emergencias. Se encontró que las fábricas que no eran maquiladoras generaban solo un 4% del total de kg de desechos peligrosos reportados a la SEMARNAT en Tijuana en 1998, y un 92% de sus desechos presentaban un nivel mínimo de riesgo. Las maquiladoras, en cambio, habían generado:

- 100% de los desechos peligrosos catalogados como de muy alto riesgo
- 98% de los de alto riesgo
- Casi la totalidad de los de riesgo moderado
- 91% de los de riesgo mínimo (Kopinak, 2002, pp. 100 y 106)

Se recurrió de nuevo a la base de datos Haztraks para seleccionar las 10 principales plantas de maquila generadoras de desechos peligrosos enviados a Estados Unidos entre 1996 y 1999 localizadas sólo en Tijuana, ya que los hallazgos reportados con antelación correspondían a las principales exportadoras de todo México. Estas plantas también fueron catalogadas según el nivel de riesgo y el volumen de sus desechos peligrosos, así como según su país de origen (Kopinak, 2002, pp.100 y 107).

Se comprobó así que de las primeras 10 plantas, más de la mitad era de origen asiático y que el 82% de los desechos peligrosos provenían de fábricas de ese origen. Las plantas de la República de Corea generaban el mayor volumen (5.611 toneladas), en segundo lugar figuraban las de origen japonés (2.607 toneladas), y el tercero lo ocupaban las de la Provincia China de Taiwán (936 toneladas). Samsung Display Mexicana, fabricante de televi-

sores, es con creces la generadora de más desechos peligrosos que cualquier otra compañía, siendo responsable de un 37% del total registrado en los cuatro años de referencia. Por su parte, las plantas de Asia del este, en particular las de la República de Corea, producían los desechos de más alto riesgo.

Se encontró que sólo alrededor del 11% de los desechos peligrosos generados en Tijuana en 1998 presentaban niveles de riesgo altos o muy altos (Kopinak y Barajas, 2002, p. 226). Sin embargo, los desechos catalogados en los dos grados más altos de riesgo provenían de fábricas que contaban, en promedio, con el mayor número de trabajadores y, por lo tanto, muchas personas estaban expuestas a ellos en forma diaria. También fue un gran hallazgo comprobar que los desechos peligrosos de más alto riesgo estaban ubicados en unas cuantas áreas concentradas de la ciudad, y muy cercanas a colonias residenciales densamente pobladas y con las más altas proporciones de niños menores de 14 años de edad.

La Ciudad Industrial, en el noreste de la ciudad, resultó ser el área con la mayor concentración de desechos peligrosos de alto y muy alto riesgo; según los reportes, un 24% del total de kg generados allí correspondían a los dos niveles más altos de riesgo. Este parque industrial está ubicado en la parte superior de la Mesa de Otay, y fue diseñado y construido como una plataforma de exportación durante los años setenta. Las plantas localizadas en parques de este tipo tienden a ser grandes y producen bienes de capital e intermedios para exportación, y también para consumo de las personas que habitan en las colonias densamente pobladas establecidas alrededor del área. Por ejemplo, Nueva Tijuana es una comunidad residencial para personas que trabajan en los parques industriales y se encuentra al noroeste de la Ciudad Industrial, entre esta y el Frontera Business Park.

Según pudo comprobarse, en el Parque Industrial Pacífico se encuentra la segunda mayor concentración de desechos peligrosos, con un 15% del total clasificado en los niveles de riesgo alto y muy alto. Este parque está muy cerca de áreas residenciales densamente pobladas, y algunas personas viven a escasos metros de las fábricas que allí funcionan.

Otras plantas que generan casi 29.000 kg de desechos peligrosos de alto y muy alto riesgo se encuentran cruzando la calle, frente a la Universidad Autónoma de Baja California, en la orilla este del Parque Internacional Tijuana. Hubo gran oposición a que se instalara este parque industrial al lado de la universidad cuando se inició su construcción y la generación de desechos peligrosos de alto riesgo a tan corta distancia es causa de preocupación.

En la llamada 'espina dorsal' de Tijuana, las amplias calles paralelas a la canalización del Río Tijuana, se ubican otras dos plantas generadoras de desechos peligrosos de muy alto riesgo, dos de alto riesgo y varias de

riesgo moderado y mínimo. Si se dispone de los desechos en esta localidad, es muy probable que se filtren hacia abajo, lleguen al Río Tijuana, y este los conduzca al otro lado de la frontera, luego se sedimentarían en la tierra en el lado estadounidense y el drenaje los llevaría hacia el Océano Pacífico.

Casi todas las maquiladoras de Tijuana, y especialmente las de las ramas eléctrica y electrónica, usan solventes orgánicos y metales pesados. Los primeros tienen efectos carcinógenos y son perjudiciales para el sistema nervioso, la sangre, el hígado, los riñones y el sistema cardiovascular. El contacto con metales pesados puede producir alteraciones de la piel, cáncer pulmonar, síntomas gastrointestinales agudos, osteoporosis, trastornos respiratorios y otros padecimientos. El grado del daño depende de la toxicidad de la sustancia peligrosa, la forma y duración del contacto, así como de la dosis y la concentración a la que se haya estado expuesto.

Con frecuencia el hecho de informar sobre estos hallazgos ha causado sorpresa, aun cuando las plantas de origen asiático, que generan tan grandes volúmenes de desechos peligrosos, han sido objeto de muchos estudios (Mungaray y Benítez, 2000; Kenney, Romero y Choi, 1997; Székely, 1991). La inversión asiática en maquiladoras en el extremo oeste de la frontera Estados Unidos-México ha suscitado un notable interés, considerando que entre 1996 y el 2000, un 70% de toda la inversión privada en Baja California provino de países asiáticos, y solo un 15%, de Estados Unidos (Mungaray, 2001, p.18). Sin embargo, los hallazgos anteriores sobre desechos peligrosos aparentemente 'no encajaban'. Aquí se plantea que esto es atribuible a que en los estudios sobre la industria maquiladora se teoriza muy escasamente.

Después de dos décadas de producción de maquila en México, Stoddard (1987, p. 67) se dio cuenta de que esta industria había sido percibida ya fuera como una calamidad o como un catalizador. Consideró que ambos puntos de vista eran parcialmente correctos; es decir, que tenía simultáneamente aspectos destructivos y beneficiosos. No obstante, concluyó que la maquila había sido positiva en términos generales, ya que ofrecía una nueva fuente de trabajo y de ingresos por concepto de exportación. Una década más tarde, durante el período de mayor crecimiento de esta industria, Tamayo (1996, p. 2) reiteraba las visiones alternativas de las maquiladoras como una calamidad o un catalizador:

“La imagen de la industria maquiladora (IM) tiene hoy dos caras, una promisoriosa y otra destructiva. La población local la ve con prevención y los gobiernos como fuente potencial de conflicto. Aun sus promotores aceptan que debe cambiar. Y es en espacios como la frontera norte donde más claramente se observa la disyuntiva entre industrialización y desarrollo”.

Con el crecimiento tremendamente rápido de esta industria en los años noventa y la adición de unas cuantas plantas que no sólo ensamblaban y manufacturaban, sino que realizaban algo de diseño e investigación, la visión que la definía como catalizador del desarrollo fue privilegiada en la literatura y se convirtió en la percepción predominante. En este estudio se argumenta que la opción por una de ambas visiones inevitablemente lleva a crear literatura unilateral y prejuiciosa. El interrogante debe plantearse en ambos sentidos, esto es, la industria maquiladora es tanto catalizadora como destructiva. El objetivo de este informe es llevar la literatura de investigación en una dirección que le permita representar mejor la complejidad de la proliferación de la maquila al mostrar en qué forma la generación de desechos peligrosos hace posible entender de manera integral los aspectos catalizadores y catastróficos del crecimiento industrial en el norte de México. Para terminar esta sección se presentan dos ejemplos.

2. Estudios de caso que ilustran el potencial catalizador y catastrófico de los desechos peligrosos de la industria maquiladora

Dos maquiladoras localizadas en Tijuana y que utilizan metales pesados ejemplifican el potencial catalizador y catastrófico de los procesos de producción de la maquila: Samsung Display Mexicana y Metales y Derivados. Dado que la primera de estas empresas es en México la mayor generadora de desechos peligrosos exportados a Estados Unidos en el segundo quinquenio de los noventa, cabría preguntarse qué contienen. En el cuadro 1 se muestra que una gran proporción de estos desechos correspondía a plomo y a plomo combinado con bario, vidrio, estaño, tricloroetileno, cromo y filtros. Al sumar las columnas 2 y 8, en las que figuran los productos de desecho de plomo, y luego dividir por la última columna, que muestra el total de los desechos peligrosos exportados por Samsung, resulta que en 1996, el 62,5% de ese total correspondió a plomo y otros productos de desecho combinados con plomo, en 1997, el 94,1%, en 1998, el 79,3% y en 1999, el 82,7%.

Cuadro 1
DESECHOS PELIGROSOS GENERADOS POR LAS PLANTAS
DE SAMSUNG EN TIJUANA, 1995-1999

Año	Plomo y plomo en combinación con otras sustancias y materiales							Total de todas las sustancias ^a
	Plomo	Plomo y bario	Plomo y vidrio	Plomo y estaño	Tetraetilo de plomo	Cromato de plomo	Filtro de plomo	
1995	0	0	0	0	0	0	0	5.52
1996	5.99	0	0	0	0	296.03	0	483.39
1997	530.35	37.34	1423.9	6.73	0	101.18	277.98	2,527.03
1998	380.95	6.06	493.9	12.32	0	0	0	1,125.94
1999	16.92	41.41	5.5	12.38	6.53	0	0	540.39
Total	934.21	84.81	1923.3	31.43	6.53	397.21	277.98	4,682.27

Fuente: Elaboración propia, a partir del análisis de The Manifest Listing Reports, base de datos Haztrak del Organismo de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), 2001.

- ^a Cabe señalar que los totales aquí presentados son un poco mayores que los mencionados en otras partes del texto debido a que los autores incluyeron pequeños volúmenes de desechos peligrosos provenientes de otras plantas maquiladoras de Samsung Display Mexicana en Tijuana, que intervienen en el mismo proceso productivo y están ubicadas en las mismas calles que la empresa principal. Se trata de Samsung Electro-Mecánico Mexicana y Samsung Mexicana.

El plomo, combinado con otras sustancias usadas en la producción de televisores, mejora la calidad del producto y fortalece la manufactura de maquila de Tijuana, lo que permite percibirlo como catalizador. Sin embargo, su uso también presenta peligros ambientales y para la salud, haciéndolo potencialmente catastrófico. El plomo estaño y el plomo cromado son aleaciones o combinaciones de metales que dan mayor firmeza y ayuda a prevenir la corrosión. Su inclusión en el proceso productivo indudablemente mejora la calidad de los televisores, pero sus cualidades hacen que tenga una larga duración, lo que hace costosa su disposición final. El vidrio con plomo, que contiene una proporción significativa de óxido de plomo para reflejar mejor la imagen, es otra sustancia que mejora la calidad de la pantalla del televisor, pero no es muy biodegradable. El tricloroetileno se usa como solvente y es importante en la producción de aparatos electrónicos, pero también es utilizado como analgésico y anestésico, lo cual indica que aquellos que trabajan con este producto deben manejarlo con mucho cuidado.¹⁰

¹⁰ Las definiciones contenidas en este párrafo fueron tomadas del diccionario *Shorter Oxford English Dictionary*, (2002).

Evidentemente, una vez exportadas estas sustancias ya no representan un peligro para los empleados y vecinos de la planta de Samsung. Al analizar los datos de Haztraks se encontró que en 1996 la mayor proporción de productos de desecho de plomo de Samsung fue transportada por Laidlaw Environmental Services a sus instalaciones en Westmorland, una comunidad pequeña con menos de 2.000 habitantes, situada más abajo del Mar Salton, en la región sureste de California, la cual no cuenta con una gran infraestructura y ya está afectada por la contaminación del Río Nuevo, producto de la industria maquiladora y de prácticas agrícolas. Laidlaw Environmental Services cambió su nombre por el de Safety-Kleen en 1998. En 1999, los ciudadanos de la comunidad de Westmorland, aparentemente intranquilos por las connotaciones del nuevo nombre de la compañía, cuestionaban los aspectos catastróficos de tanto desecho peligroso de “otros países” que se estaba permitiendo trasladar a la planta de Safety-Kleen.¹¹ El EPA de California y el Departamento de Control de Sustancias Tóxicas los tranquilizaban destacando el número de inspecciones y el hecho de que sólo se había constatado una infracción ambiental. Cuando se les preguntó si “el Informe de Impacto Ambiental para otorgar el permiso inicial (a Laidlaw Environmental Services) consideraba la importación de desechos del extranjero”, los funcionarios respondieron que no, debido a que “el origen del desecho no incide en los impactos ambientales que genere el manejo del desecho en California. El comercio extranjero, incluida la importación de desechos peligrosos, está reglamentado por el Gobierno Federal.”

Llama la atención que los residentes de Westmorland se mostraran tan aprensivos respecto de “la importación de desechos del extranjero”, ya que estando tan cerca de la frontera, estos sólo podían provenir de México. En la Documentación sobre Determinación del Indicador Ambiental se señalaba que el subsuelo de la planta se había contaminado con metales pesados y productos oleosos, así como también, y especialmente, con bario, boro y hierro, y que el suelo contaminado había sido excavado y removido.¹² No se sabe si estos contaminantes provenían de Samsung o de alguna otra fábrica, pero aparentemente la preocupación de los residentes se centraba en los desechos peligrosos procedentes de México. En el informe se concluyó que el contacto humano actual estaba bajo control (2/5/99), habiéndose así evitado consecuencias aciagas en este sitio, que en 1996 sirvió de destino para tantos desechos de plomo de Samsung Display Mexicana.

¹¹ Departamento de Control de Sustancias Tóxicas, Agencia de Protección Ambiental de California (Cal/EPA), (1999). *Safety-Kleen Westmorland, Questions and Answers Fact Sheet*, 16 de noviembre [en línea] http://www.dtsc.ca.gov/FactSheets/FS_safetykleen_westmorland_q_and_a_99_11_16.pdf

¹² Documentation of Environmental Indicator Determination. Resources Conservation and Recovery Act (RCRA), Corrective Action. Interim Final 2/5/99, [en línea] <http://josemite.epa.gov/r9/r9coract.nsf/de5bf>.

Este ejemplo también ofrece indicios acerca del ingreso que puede generar el manejo y disposición adecuada de desechos peligrosos. Safety-Kleen era la compañía de este rubro más grande en América del Norte, donde hay varias otras dedicadas a este lucrativo mercado. En junio del 2001, las autoridades del condado de Westmorland aprobaron una solicitud presentada por Safety-Kleen para que se redujera de 11.8 millones a 7.6 millones de dólares su avalúo para el pago del impuesto predial, debido a que, según los propietarios, por varios años la planta había estado recibiendo menos desechos peligrosos, con la consiguiente baja de sus ingresos (Yñiguez, 2001). Es razonable pensar que una compañía que paga millones de dólares en impuestos debe esperar recibir ingresos mucho más altos.

Después de 1997, las fábricas de Samsung en Tijuana entregaban a Safety-Kleen menos desechos de plomo para su transporte a Westmorland, y más a otras compañías. Chemical Waste Management envió desechos peligrosos de Samsung a sus plantas en Asuzu y Kettleman City, California. También U.S. Ecology hizo fletes de estos materiales a Beatty, Nevada. Samsung había recurrido a los servicios de estas empresas, aunque en menor grado, en 1996 y 1997.

Por supuesto, se necesitaría investigar más a fondo la forma en que las fábricas de Samsung manejan sus desechos peligrosos y contar con datos más amplios para concluir si se puede considerar que hay un efecto catalizador en un sentido absolutamente ambiental. Al respecto, Cyrus Reed, director del Centro Tejano para Estudios de Política (*Texas Center for Policy Studies*), ha señalado lo siguiente:

“Haztraks jamás ha podido responder a la pregunta de que si el desecho que conforme a derecho mexicano debe ser regresado a los Estados Unidos estaba regresándose en realidad y, si ese no era el caso, cuál era su destino. Hay un problema mayor con respecto al desecho que no se está registrando y en cambio se está tirando en varias partes en México. Sabemos que hay tiraderos en el desierto, aunque no sabemos cual es su magnitud total, y sabemos que mucho de esto se realiza justo al otro lado de la frontera, lo que lo hace un problema de EE.UU”. (Siciliano, 2003).

No obstante, es interesante notar que a la compañía que ha hecho de Tijuana el mayor exportador de desechos peligrosos a Estados Unidos en la última mitad de los años noventa, según el EPA sólo se le ha encontrado una pequeña discrepancia en sus reportes a los agentes de aduanas. Esta fue mínima, un error cometido por un transportista en 1997, que no llenó el número de identificación del EPA. La posibilidad que ofrece la base de datos Haztraks de tener acceso a información tan detallada permite al público mantenerse vigilante, porque ahora se sabe qué tipo de materiales peligrosos se generan, dónde ocurre esto y cuál es su destino. En Estados Unidos, donde el principio del derecho a la información ha abierto estos

datos al público desde hace algunos años, los generadores se han visto presionados para que manejen sus desechos peligrosos más adecuadamente.

En contraste con el caso de Samsung, en el que se evitó un desastre y quienes manejan los desechos generaron ingresos, en Tijuana también se localizan dos de los peores vertederos en la frontera México-Estados Unidos. Se trata de las antiguas fábricas de Alco Pacífico y Metales y Derivados. En Alco Pacífico, donde se reciclaban baterías, el problema fue remediado gracias a que los desechos peligrosos se abandonaron allí durante las negociaciones del TLCAN, a principios de los años noventa, y el enfoque continental de los problemas ambientales en la frontera México-Estados Unidos impulsó la toma de acciones. Algunos críticos alegan que la remediación de Alco Pacífico fue incompleta, pero el sitio de Metales y Derivados no ha sido objeto de medida alguna y claramente continúa siendo una catástrofe. Cabe pensar, además, que no es el único desastre de este tipo, ya que en octubre de 1999, el subdirector de la PROFEPA en Tijuana dijo que el caso de Metales y Derivados era sólo un ejemplo de las muchas compañías a las que se ha descubierto contaminando ilícitamente en sus plantas y comunidades, contra las que no se ha procedido efectivamente (Tejada, 1999).

A principios de 1972, Metales y Derivados producía granulados de plomo refinado y cobre fosforizado, para lo cual usaba como insumos óxido de plomo, baterías de autos e industriales desechadas y otros tipos de basura, que importaba desde Estados Unidos a México como materia prima. En 1986 esta empresa de maquila se reubicó en la esquina suroeste de la Ciudad Industrial, el área de Tijuana en la que, como se indicó anteriormente, se constató que existía la mayor concentración de generadores de desechos peligrosos de muy alto riesgo. En contraste con la detallada información sobre Samsung finalmente obtenida en la base de datos Haztraks, sólo se llevaba aquí una bitácora de Metales y Derivados. Es un registro curioso, ya que se declara que al 14 de agosto de 1991 Metales y Derivados había generado 0.0 toneladas de escoria de plomo, material que fue enviado a la planta de Laidlaw en Grassy Mountain, Utah. Con esto, parecería que la fábrica no exportó desechos peligrosos a Estados Unidos.

En 1994, esta planta fue clausurada por la PROFEPA, el organismo gubernamental responsable, a causa de la violación del Derecho Ambiental Mexicano. Luego de eso, los dueños abandonaron la fábrica, pero su empresa matriz, la *New Frontier Trading Corporation*, dedicada al comercio mayorista de metales, tiene su base cruzando la frontera, en San Diego, donde los propietarios viven y realizan negocios con impunidad. Conforme al expediente de hechos de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) en el 2002 el volumen de desechos peligrosos que aun quedaba en la superficie era de 7.265 metros cúbicos, sin incluir los contenidos en tambores, que se encontraban en un estado tan avanzado

de descomposición que no se podía hacer un cálculo. Asimismo, se estima que el volumen de subsuelo contaminado llega a unos 4.094 metros cúbicos adicionales. Los contaminantes son metales pesados altamente tóxicos –sobre todo plomo, pero también arsénico, cadmio y posiblemente antimonio (CCA, 2002, pp. 42 y 43). Estas sustancias no se han contenido efectivamente y el peligro que representan los desechos peligrosos de muy alto riesgo, generados por muchas otras fábricas en la Ciudad Industrial, en este caso se hizo realidad.

“No se conoce ningún análisis de riesgo respecto del sitio de Metales y Derivados, y el Secretariado no consideró necesario elaborarlo para los efectos de este expediente de hechos debido al amplio consenso entre quienes proporcionan información en cuanto a que el sitio presenta un riesgo significativo” (CCA, 2002, p. 48).

En un estudio sobre peligros industriales en la ciudad de Nogales, Cervera (1998, p. 57) propone una distancia de 500 metros para establecer zonas de riesgo alrededor de sitios industriales, pero se debe tomar en cuenta la topografía. La superficie irregular del terreno en Tijuana es importante para entender quiénes pudieron haber estado expuestos al riesgo que presenta el vertedero de Metales y Derivados desde 1994. La fábrica abandonada queda a 135 metros de la orilla de la Mesa de Otay, y la comunidad residencial Colonia Chilpancingo está a 45 metros hacia el sur (CCA, 2002, pp. 28 y 31). Según el expediente de hechos (CCA, 2002, pp. 42 y 43), se encontró plomo fuera del sitio de la fábrica, en el suelo, declarándose que este plomo también puede ser dispersado por las corrientes de agua y los vientos. Además, persistirá indefinidamente en el ambiente.

En esta Colonia viven alrededor de 1.000 familias, y muchos residentes alegan que la incidencia de cáncer, enfermedades de la piel y padecimientos gastrointestinales es más alta que el promedio a causa del vertedero. Pruebas proporcionadas por la PROFEPA indican que constituye un “gran riesgo para la salud”, y que la influencia de la contaminación llega aproximadamente hasta a 2.5 km de distancia en la dirección del viento predominante, que sopla hacia el noroeste la mayor parte del tiempo y, con menor frecuencia, hacia el sureste (CCA, 2002, pp. 34 y 47). Reconociendo el riesgo existente, en el 2001 la CCA otorgó 25.000 dólares a la Coalición de Salud Ambiental para un proyecto cuyos propósitos eran educar a los padres de familia de la Colonia Chilpancingo con respecto a los problemas de salud ambiental que enfrentan sus hijos y alentarlos a que tomen medidas para reducir el contacto con estos materiales nocivos, tales como participar en debates con todos los habitantes de la ciudad sobre el tema de la disminución de las fuentes contaminantes.¹³ Se está capacitando a

¹³ (<http://www.cec.org/grants/projects/details/index.cfm?varlan=english&ID=158>)

algunos miembros de la comunidad como “promotores” para que trabajen con los padres de familia, promuevan la creación de conciencia respecto del problema, mantengan un monitoreo de la presencia de plomo y otros contaminantes y participen en la toma de decisiones ambientales clave que puedan afectar a la comunidad. En el área situada hacia el noroeste existen otras fábricas en las que trabajadores y también vendedores ambulantes, que circulan por el parque industrial varias veces al día, podrían estar expuestos a la contaminación, al igual que, más allá, los habitantes de la comunidad residencial Nueva Tijuana. La Colonia Chilpancingo queda hacia el sureste, colindando al sur con el Río Alamar. En el 2002, los autores visitaron esta Colonia, situada más abajo del sitio del vertedero, y pudieron ver caminos que subían por la mesa, hechos por los trabajadores de la maquila en busca de un atajo para llegar a las plantas en las que trabajan, pasando al lado de los contaminantes. No está impedido el acceso y se ha sabido que personas sin casa acampan en la fábrica abandonada para tener un techo que los proteja del mal tiempo.

Los resultados de un estudio sobre los niveles de contaminación en la sangre de los niños sugiere que el viento puede llevar las sustancias nocivas a las comunidades del noreste. La Colonia Chilpancingo está ubicada en el Cañón del Padre, un valle grande adyacente a la orilla sur de la Mesa de Otay, con el río Alamar que fluye hacia abajo desde Tecate hacia el Río Tijuana. En 1992 se había identificado a Metales y Derivados como un contaminante potencial del Alamar y antes, en 1987, se habían removido “montículos de óxido de plomo y de escoria de plomo” tirados en el río (CCA, 2002, p. 46). El hecho de que estos desperdicios peligrosos de muy alto riesgo hayan estado, sobre todo sin confinar, en la punta de la mesa adyacente a colonias residenciales durante 10 años (a la fecha del estudio) es un indicador de la insuficiencia de los mecanismos creados para reglamentar su manejo. Se ha explicado que la catástrofe que representan los desechos peligrosos abandonados en el viejo sitio de la fábrica Metales y Derivados es el resultado de las prácticas de esa empresa en particular. Durante varios años “la empresa generaba residuos peligrosos sin manejarlos de manera adecuada” (CCA, 2002, p. 30). En 1992 fue declarada culpable de dos cargos por transportar desechos peligrosos a través del Condado de Los Angeles en ruta hacia Tijuana, y se le aplicó una multa de 50,000 dólares. En ese momento, los propietarios habrían prometido verbalmente limpiar Metales y Derivados. En vez de ello, la PROFEPA comprobó que habían violado continuamente la ley ambiental mexicana a lo largo de los años noventa. Cualquier maquiladora podría seguir dichas prácticas, si esa fuese su política.

Tanto la compañía como el gobierno de México explicaban la persistente existencia de estos vertederos peligrosos con el argumento de la falta de recursos financieros para poner remedio a tal situación. En vista de

que México no cuenta con un fondo similar al Superfund estadounidense, el gobierno intervino para tratar que la compañía misma saneara el sitio. Sin embargo, esta estrategia se volvió inútil después de 1994, cuando los dueños huyeron del país, con lo cual se pusieron fuera del alcance de las autoridades mexicanas. Por lo tanto, en este caso se usó la frontera como un “escudo en contra de la aplicación de la ley”, y esto sucede con “una alarmante regularidad” (CCA, 2002, p. 56). La acción penal en contra del dueño, el señor José Kahn, prescribió en 1999. La PROFEPA señaló que la insuficiencia de personal era la razón por la que no se había hecho más para resolver el problema. El señor Kahn y el gobierno del estado de Baja California solicitaron, sin éxito, un préstamo de 800.000 dólares al Banco de Desarrollo de América del Norte para el saneamiento de la fábrica abandonada de Metales y Derivados (Sullivan, 2003). Desde ese entonces se han expresado inquietudes en el sentido de que incluso si se otorgara esa cantidad, sería insuficiente, ya que una limpieza efectiva podría costar hasta 6 millones de dólares. Cabe mencionar que esa eventual suma es menor que la cuota *reducida* de impuestos que Safety-Kleen pagó a Westmorland, California, en 1998.

Una de las razones principales por las que en tanto años no se ha limpiado el sitio de Metales y Derivados es que nadie ha logrado hacer redituable el saneamiento. Mientras la CCA reportó los volúmenes de materiales peligrosos allí abandonados en metros cúbicos, en la mayoría de los reportajes periodísticos se calculaba su peso en aproximadamente 8.500 toneladas. Sin duda, esta es una subestimación, ya que como se mencionó anteriormente, los cálculos no toman en cuenta los desechos contenidos en los tambores. Sin embargo, esta es una pequeña proporción del total exportado por Samsung, como se puede ver en el cuadro 1.

Al comparar estos dos ejemplos, resulta significativo el hecho de que aunque Metales y Derivados dejó en su fábrica mucho menos contaminación por plomo en comparación con los miles de toneladas exportadas por Samsung, se ha establecido claramente que esto pone en grave peligro a los habitantes de la región. La existencia de maquiladoras grandes, como Samsung, que documentan cuidadosamente su generación de desechos peligrosos y los exportan para que sean tratados adecuadamente, en ningún caso anula la posibilidad de que otras maquiladoras violen la ley y pongan a la población en peligros muy reales. Es en este sentido que las industrias maquiladoras pueden verse como catalizadores y, simultáneamente, como catastróficas con respecto al ambiente.

B. Hacia una teoría de la industria maquiladora

En el marco del modelo hipotético-deductivo que gobierna las ciencias sociales, las hipótesis y preguntas que dan lugar a la investigación derivan de la teoría. Como señala Martindale (1960, p. 537), hay varias formas de abordar la teoría, una de las cuales sería revisar las diferentes escuelas de pensamiento teórico (por ejemplo, el funcionalismo estructural, la teoría del conflicto) o los cuerpos de teorías creados por los pensadores de algún país (por ejemplo, el positivismo francés). En este documento, el objetivo es construir una teoría analítica, es decir, aplicar la lógica para presentar hipótesis empíricamente comprobables. Una vez construida la lógica teórica, la comprobación empírica es indispensable para identificar aquellas partes de la teoría que deben ser verificadas, modificadas o abandonadas. Esta es una de las formas básicas mediante las cuales los científicos sociales crean nuevos conocimientos.

Aunque muchos de los académicos que más han contribuido a la literatura sobre la industria maquiladora han sido sociólogos, en el último tiempo se han basado poco en la teoría sociológica y, en ocasiones, los estudios publicados han sido simples descripciones de resultados respecto de problemas definidos en forma limitada. Tal vez esto se deba a que, como señala Martindale (1960, p. 538), los sociólogos tienden a llevar a cabo la construcción de la teoría en forma relativamente inconsciente. Sin embargo, como puntualiza Blalock (1969, p. 2) en su libro clásico *Theory Construction*, los sociólogos necesitan teorías porque los “hechos no hablan por sí mismos”. La complejidad del mundo real crea la necesidad de que los investigadores constantemente traten de agregar variables a modelos teóricos para poder representar mejor la realidad. En este documento, el objetivo es abordar, de manera explícita y visible, los aspectos que se dan por sentado en gran parte de la investigación y el debate sobre los impactos ambientales de la industria maquiladora, vía la construcción de una teoría analítica. La meta a largo plazo es presentar la lógica fundamental en una forma empíricamente comprobable, para que los resultados verificados sean luego fundamentos para la acción.

En los primeros estudios sobre la industria maquiladora se tendía a usar metodologías cualitativas, tal como la etnografía y la observación de agentes participantes, y en verdad sí se ponía énfasis en los riesgos para la salud que conllevaban las sustancias peligrosas traídas por las maquiladoras al país y utilizadas en sus procesos de producción (Carrillo y Hernández, 1982, 1985; Carrillo y Jasís, 1983; Arenal, 1986; Iglesias, 1985; Valdez-Villalva, 1985). Desgraciadamente, las afirmaciones de los investigadores impresionaron poco a los funcionarios de gobierno, quienes alegaron que tales trabajos carecían de validez debido a la falta de datos empíricos (Sánchez, 1990, p. 314). A finales de los años ochenta y en los noventa, durante

el auge de las maquiladoras en el norte de México, el gobierno destinó más fondos para su estudio. Con los nuevos recursos se privilegió la investigación empírica, sin una amplia teoría explícita que la respaldara, así como los estudios que mostraran la potencial contribución de las maquiladoras al crecimiento económico de México. Contreras (2000, pp. 99-103), por ejemplo, muestra que los marcos conceptuales usados para estudiar la emergente configuración socio-técnica de las maquiladoras a principios de los años noventa se limitaban a cuatro tipologías que nunca llegaron al nivel de teoría.¹⁴ En la sección anterior, al eliminar el carácter alternativo inherente a la idea de que la industria de maquila es o un catalizador o una catástrofe, se agregó una dosis de la complejidad del mundo real a la comprensión del tema de los desechos peligrosos que esta actividad genera. La dicotomía entre catalizador y catastrófico significa que sólo puede haber un estado real; por lo tanto, si se demuestra que es posible que ambos se den simultáneamente y en la misma ciudad, se presenta una situación en la que pueden existir dos estados, lo que conlleva una necesidad apremiante de que los investigadores, creadores de políticas y otros se concentren en el estado catastrófico. En esta sección se muestra de qué manera la aplicación de nuevas ideas teóricas no utilizadas anteriormente en las investigaciones sobre la industria maquiladora permitirán incluir las cuestiones ambientales en perspectivas que hasta ahora las han omitido. Su uso haría posible que la problemática de los impactos ambientales se convirtiera en la parte central de la agenda de investigación.

Aquí se sugiere emplear el método dialéctico como una forma de incorporar las variables ambientales en los marcos conceptuales usados para el estudio de la industria maquiladora y que anteriormente no aclararon ninguno de sus aspectos ambientales. Como lo muestra el estudio del método dialéctico desarrollado por Hegel y Marx, se trata de llegar al conocimiento de que hay una interacción recíproca entre los diferentes elementos del proceso. Citando a Hegel, MacGregor (1984, pp. 243 y 246) afirma que la dialéctica es un “movimiento doble” o “proceso de duplicación”.

Pero la dialéctica no es “sencillamente un sube-y-baja subjetivo de argumentos en *pro* y en *contra*: lo que Marx llama, refiriéndose a la dialéctica falsa de Proudhon, el punto de vista ‘burgués mezquino’ –compuesto de Por una Parte y Por la Otra.” *El método dialéctico es finalmente una forma positiva o afirmativa de estudiar la conciencia interna y la sociedad.* “El concentrarse el positivo en su negativo, esta es la parte más importante del conocimiento racional.” (Énfasis en el original).

¹⁴ Esta orientación también estaba de moda en las investigaciones realizadas en Estados Unidos, pero como señala Blalock (1969, p. 2) “los sociólogos cuantitativos de mente empírica a veces avalan en efecto una posición anti-teórica, lanzando numerosas variables hacia una ecuación regresiva con la idea de extraer el subconjunto que ‘explica’ la mayor variante.”

Pensar dialécticamente en los impactos ambientales del crecimiento de la industria maquiladora implicaría enfocar la atención en catástrofes que datan de 10 años, como en el caso de Metales y Derivados, planear cómo remediarlas y luego actuar, así como también fijarse el objetivo a largo plazo de que la industria maquiladora tenga estándares más estrictos y nueva tecnología para reducir la contaminación en cada etapa del proceso productivo. La evolución que se ha dado en las plantas maquiladoras desde finales de los años setenta es positiva en muchos aspectos, pero también se enfrentan resultados negativos graves que deben ser reconocidos y subsanados.

Blalock (1969, p. 3), en su trabajo sobre la construcción de teorías, reitera las características recíprocas de la propiedad duplicadora de la dialéctica cuando afirma que “las teorías no están compuestas meramente por esquemas conceptuales o tipologías, deben contener propuestas legítimas que interrelacionen conceptos o variables de a dos o más por ocasión. Más aun, estas propuestas deberán interrelacionarse entre sí.” Se sugieren a continuación dos propuestas para su futura evaluación, basadas en los primeros hallazgos de este proyecto de estudio reportados anteriormente.

Propuesta A: A mayor número de industrias maquiladoras en un área y a mayor tamaño de sus plantas productivas, mayores volúmenes de desechos peligrosos se generarán.

Propuesta B: Las industrias maquiladoras que vayan más allá del simple ensamble hasta realizar etapas completas del proceso de producción, generarán mayores volúmenes de desechos peligrosos.

La interrelación entre estas dos propuestas se presenta en la siguiente sección.

1. Aspectos temporales de la industrialización de la actividad de maquila y sus implicaciones en materia ambiental

Se propone considerar ahora la forma en que Adam (1995, p. 128) juega con el doble significado de la palabra ‘planta’, cuando dice “Como otros productos de la cultura, las locomotoras a vapor, los autos y las ‘plantas’ nucleares no están diseñados para estar temporalmente insertos en el tomar-y-recibir ecológico de sus ambientes.” Los productos de la tierra, como el maíz y las plantas cactáceas, están insertos temporalmente en su ambiente, porque cuando mueren se degradan convirtiéndose en material en el que otros seres vivos pueden crecer. Sin embargo, los productos de la cultura, tales como las plantas industriales y sus productos, no presentan las mismas características. Adam aduce que su diseño es lo que resulta

fundamental para las conexiones temporales con el ambiente: los productos diseñados para tener una larga duración crean problemas de desecho, así como también los que se diseñan para un uso momentáneo. En el contexto de las plantas maquiladoras en la región de Tijuana se puede sugerir que los metales pesados, como el plomo, son ejemplo de lo primero y los monitores de computadora, de lo segundo (Kopinak, 2002). Respecto del plomo abandonado en el sitio de Metales y Derivados, su permanencia en el suelo es en extremo prolongada, de 400 a 3.000 años (CCA, 2002, p. 50). Los monitores de computadora duran solamente unos cuantos años antes de ser reemplazados, de manera que su desecho en grandes cantidades puede resultar problemático (véase el estudio de Schatan y Castilleja en este volumen).

Hay un paralelo entre el doble significado de planta, es decir, un organismo vivo y una fábrica, y la metáfora implícita en la conocida tipología de la evolución de la industria maquiladora en tres generaciones. Las de primera generación solamente ensamblaban partes, para lo cual empleaban a mujeres trabajadoras sin grandes habilidades. Las de segunda generación, que predominaron en los años ochenta, se caracterizaron por incorporar equipo de mayor complejidad y tender a la manufactura de productos más terminados. Las de tercera generación, identificadas con los años noventa, llevaban a cabo actividades de diseño e investigación, gozaban de algún tipo de autonomía respecto de su casa matriz y empleaban a técnicos e ingenieros mexicanos que podían tomar decisiones importantes (Carrillo y Hualde, 1998). Esta categorización ha sido objeto de amplio debate, y aunque muchos investigadores la consideran insuficiente, se sigue utilizando. Aquí se considera que aun puede ser un buen punto de partida para incorporar más integralmente la dimensión ambiental en la agenda de investigación. De acuerdo con la propuesta B mencionada anteriormente, se puede predecir que cada sucesiva generación generará más desechos peligrosos.

¿Qué es una generación? Hualde (2003, p. 89) dice “la palabra generación proviene obviamente de la familia....lo que está claro es que se trata de un grupo.” Cabe pensar que esto es innecesariamente limitado. No todos los seres vivos se reproducen en grupos o familias. Algunas especies se reproducen asexualmente, vale decir, sin que haya fusión de gametos. Para incluir la consideración del ambiente en una tipología de tres generaciones más desarrollada teóricamente se propone aquí una definición más amplia de generación, que sería “el proceso de producir una sustancia, animal, planta, fuerza u otra, por medios naturales o artificiales.”¹⁵

¹⁵ *New Shorter Oxford English Dictionary* (2002.)

La idea de la evolución a través de generaciones es básica tanto para las plantas vivas como para las plantas industriales. Al hacer explícita la metáfora y enfocarse en el doble significado de 'planta', es posible incorporar a la tipología de tres generaciones el componente ambiental, del que anteriormente carecía, y acercarse más a una teoría de la industria maquiladora. El propósito de Darwin al plantear la teoría de la evolución a través de las generaciones fue explicar la adaptación e innovación de los organismos vivos a lo largo del tiempo. Quienes trabajan en el marco de la tipología de las tres generaciones, o de otras, argumentan que las plantas maquiladoras han evolucionado en términos de tecnología y organización del trabajo, así como de su papel en la producción global (Contreras, 2000, p. 102), pero no consideran el medio ambiente.¹⁶ Con respecto este, Adam aclara que las cosas sin vida no pueden reproducirse por sí mismas, y que su expansión genera mayores desechos que afectan al ecosistema.

"La esencia pura de la vida... es el crecimiento y la evolución. En los procesos orgánicos ... el principio de entropía cambia su dirección, de la descomposición, uniformidad y muerte calorífica al crecimiento, variación y vida. Esto involucra la creación y regeneración del tiempo: el uso y deterioro del tiempo son equilibrados por su generación y renovación; la descomposición se compensa con la reparación a través de la recuperación y la 'super-reparación', por medio del ciclo nacimiento-muerte... El mundo artefactual de la cultura humana difiere significativamente de muchas de estas características temporales del ser vivo. Un resumen de estas diferencias podrá ayudar y mejorar nuestro entendimiento de la contaminación ambiental. Aunque concebidos generalmente como copias de la naturaleza, los artefactos no quedan incrustados dentro del dar-y-recibir, la transitoriedad de la interconexión e intercambio ecológicos... Su existencia constituye un tiempo finito, encajados en cosas y aislados de los procesos de vida e interconectividad ecológica. Por lo tanto, su temporalidad está gobernada por la entropía, no por el desarrollo o el crecimiento" (Adam, 1995, p. 128, 129).

La idea de que diferentes temporalidades gobiernan a los organismos vivos y los artefactos hechos por el hombre facilita la deconstrucción de la metáfora central de la tipología de tres generaciones con respecto al impacto ambiental de las maquiladoras. Las plantas vivas producen desechos, tales como el oxígeno y el abono (*compost*) que aportan para el creci-

¹⁶ Una de las razones de esta laguna fue la ausencia temporal de Roberto Sánchez de la investigación académica activa en 1994, debido a su nombramiento como director de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Conocido ampliamente por su investigación sobre el ambiente fronterizo, Sánchez (1990) había empezado a examinar la relación entre plantas maquiladoras (de Mexicali) que sólo ensamblaban o utilizaban tecnología de manufactura más compleja, y el tipo de contaminación que cada una producía.

miento y desarrollo de nueva vida. Las plantas industriales, por su parte, deberían producir desechos que no fuesen generativos de nueva vida, ya que no son seres vivos en sí. Cuando los desechos producidos son peligrosos, pueden poner en peligro a otros seres vivos si no son transformados por medio de tratamiento, confinamiento o destrucción.

Desde este punto de vista, todas las industrias, hasta aquellas que cumplen aparentemente con las leyes ambientales, como Samsung, a largo plazo no pueden ser catalizadoras, ya que contribuyen ampliamente a la entropía. La legislación ambiental de Estados Unidos y la de México, modelada conforme a la primera, están basadas en el principio de que quienes generan desechos peligrosos son responsables de ellos “de la cuna a la sepultura”. Esto se basa en una analogía del ciclo de vida, ya que se asume que una vez muerto y enterrado un organismo, no deberá ser ya una preocupación ambiental, debido a que se descompone y se reintegra a la cadena alimenticia bajo una forma diferente. La falla de esta analogía radica en que “las amenazas tóxicas de los desechos no se acaban (o mueren) tras su confinamiento final en el basurero... Más bien el potencial del lixiviado permanece por cientos de años” (Fletcher, 2003, p. 14).

En su afán de satisfacer la demanda de bienes del consumidor, que desea, por ejemplo, nuevos y mejores televisores, las compañías como Samsung Display Mexicana aceleran la llegada de la humanidad al punto en que la tierra ya no pueda sostener vida porque los recursos renovables estarán agotados. Como señala Adam (1995, p. 116) “ya que se considera que la tecnología es la herramienta central para el progreso y el generador de un desarrollo exitoso, parece inevitable que el agotamiento de los recursos no renovables, aunado al incremento pronunciado de la contaminación, deberá ser una parte integral del futuro global de occidente”. Si no hemos de llegar a ese punto, se necesita “una ética ecológica nueva que insista en un cambio de producto industrial a proceso ecológico, de la obsolescencia planeada a la durabilidad, de las soluciones a corto plazo a las a largo plazo y el entender la medición del producto nacional bruto (PNB) como un avance para verlo como un problema y un indicador de contaminación.” (Adam, 1995, p. 126) Y si se va a reducir el ritmo del deterioro ambiental en la región de la frontera norte de México, se necesitan conceptos teóricos que dirijan simultáneamente la atención de los investigadores a los desechos peligrosos y a la actualización de tecnologías y prácticas laborales. Después de casi 40 años de investigación sobre la maquila, tendrá que haber una teoría más global que los conceptos usados actualmente. La presentación de dicha teoría en este documento y su inclusión en la primera antología publicada sobre el tema de la industria maquiladora en México y el medio ambiente supone sacar a la luz un aspecto de la dialéctica emergente entre lo positivo y lo negativo. La subsiguiente evaluación de las propuestas teóricas y de la validez de los hallazgos permitirá mejorar

las acciones para reducir los impactos negativos de la industria maquiladora en el futuro.

En todas partes, las plantas industriales producen desechos que no sólo no apoyan a los organismos vivos, sino que también pueden envenenarlos. O bien, en la terminología de Adam, universalmente las plantas industriales tienen una temporalidad gobernada por la entropía y no por el desarrollo y el crecimiento. Sin embargo, hay una mayor probabilidad de que la entropía, definida como la tendencia irreversible de un sistema hacia un incremento del desorden y la inacción (Funk y Wagnalls, 1963, p. 443), tenga efectos más negativos en los países en desarrollo, como México, que en los desarrollados, como Estados Unidos. México es uno de los pocos países en desarrollo que históricamente ha tenido una industria nacional, y esta, que tendía a localizarse en el centro del país, siempre ha sido más contaminante que las maquiladoras. No obstante, las nuevas industrias de exportación presentan problemas ambientales desconocidos, que son regionalmente específicos. Tamayo (1996, p. 3) arguye que:

“Cualquier proceso de industrialización genera demandas de servicios urbanos que retan a la administración municipal. Pero, también, tienen efectos que deterioran el medio. Las peculiaridades de nuestra industrialización maquiladora añaden matices especiales a la demanda de servicios y al deterioro ambiental regionales”.

A lo que el autor se refiere es al hecho de que las maquiladoras se instalaron primero en ciudades relativamente pequeñas, rodeadas de territorios poco poblados. Sin embargo, como se convirtieron en una fuente importante de empleo, las ciudades en las que se habían ubicado crecieron con excepcional rapidez, y su alto ritmo de expansión las ha vuelto incapaces de responder adecuadamente a las nuevas demandas que plantean la industrialización y la urbanización. Más aun, la región de la frontera norte, en donde todavía se localiza la mayoría de las plantas maquiladoras, comparte terreno semiárido y ríos con otro país, lo cual complica enormemente el manejo ambiental. La conjugación de estos factores ha dado dos resultados: el incumplimiento de la obligación de exportar muchos de los desechos tóxicos que, por ley, debieran haber sido retornados, y el traslado de industrias sucias de Estados Unidos a México para obtener ventajas de una relativa carencia de legislación ambiental. También ha dado lugar a la importación legítima de sustancias tóxicas, como en el caso de Metales y Derivados, o a la importación ilícita de desechos peligrosos, de los que luego se dispone secretamente en México (Sánchez, 1992).

En particular, estos efectos ambientales de la industrialización norteamericana pueden predecirse y explicarse mediante la aplicación de diferentes modelos basados en la relación entre el tiempo y el espacio. El nuevo modelo conocido como de simultaneidad espacio-temporal, que ar-

ticula esta relación, apunta a que la innovación tecnológica ha permitido la interconexión de fenómenos que ocurren simultáneamente en diferentes partes de la superficie de la tierra (Hiernaux, 1999, p. 15). Por lo tanto, las distintas partes de la producción compartida llevadas a cabo por la industria maquiladora y las compañías de las que subcontratan, están realizándose en varios lugares al mismo tiempo. Harvey (1990) ha llamado una “mejora espacial” al movimiento de capitales a lugares menos desarrollados del mundo con el fin de elevar los niveles de utilidades declinantes. Las innovaciones tecnológicas en la microelectrónica han hecho posible la producción foránea, y esto ha traído la manufactura desde las regiones más avanzadas del mundo a las menos desarrolladas, en las que la industria no existía o funcionaba a menor escala, con uso menos intensivo de capital. Si bien el hecho de llevar partes del proceso industrial a áreas en las que es posible llevarlas a cabo con mayor eficiencia económica puede constituir una “mejora espacial” en el balance de resultados de las compañías multinacionales, no garantiza ninguna prevención del deterioro ambiental. Russo (1983) ha argumentado que, a través del tiempo, las leyes de Estados Unidos han transformado gran parte del costo asociado a la contaminación industrial en gastos de operación de las industrias responsables de su generación. Una opción para las empresas que no deseen pagar dichos costos es la reubicación en México. Por ejemplo, el traslado de una gran proporción de la producción de muebles desde el sur de California al norte de la península de Baja California se hizo con el fin de evadir el cumplimiento de la nueva legislación ambiental vigente en la primera de esas regiones, que limita las emisiones al aire y es más estricta que los estándares del EPA. Así podían continuar usando los mismos procesos de producción, debido a que en las leyes mexicanas se establecen normas similares a las del EPA que, a su vez, no son tan severas como las del sur de California. Sus nuevos vecinos mexicanos ahora tienen que lidiar con niveles de contaminación que los californianos del sur decidieron no tolerar.¹⁷ Esto da lugar a:

Propuesta C: A menor reglamentación ambiental en una región en la que las maquiladoras forman la base económica, mayor número de generadores de desechos peligrosos esta atrae.

El nuevo modelo de simultaneidad espacio-temporal coexiste con sistemas de tiempo más antiguos, que también son útiles para predecir e interpretar el hecho de por qué no siempre se aplican las mejores prácticas

¹⁷ Véase Barry (1994, p. 67) y el video “Borderline Cases. Environmental Matters at the United States-Mexico Border”, producido y dirigido por Lynn Corcoran (1997), en el cual el dueño de un maquiladora de muebles en Tijuana ofrece un relato personal sobre cómo parte de la producción de su compañía fue trasladada del sur de California a Tijuana para evitar el cumplimiento de nuevas restricciones ambientales en el área de Los Angeles.

ambientales respecto de los desechos peligrosos de la industria maquiladora. Uno de ellos es el sistema reloj o calendario, que divide el tiempo en episodios invariables definidos, como segundos, minutos, horas, y así sucesivamente (Adam, 1995, p. 24). Mientras que según la hora es más tarde a medida que uno se mueve hacia el este y más temprano al hacerlo hacia el oeste, el minuto o la hora permanecen iguales en extensión, independientemente del lugar. El tiempo reloj está ligado al lugar en forma lineal y es la esencia de la modernidad. Tal como el día, cada episodio temporal puede ser abstraído, como el trabajo realizado por el trabajador a cambio de un sueldo y, luego, por el capitalista a cambio de una ganancia. La relación entre el tiempo y el espacio que presentan los métodos de producción de Ford es una versión particular de la relación lineal, en la que el trabajo se divide en porciones temporales disociadas, unidas espacialmente en la misma línea de ensamble (Hiernaux, 1999, p. 24). Gran parte de la producción de Toyota está organizada de la misma manera, lo que implica la estandarización de tareas y la mejora continua mediante la reducción de los tiempos en el ciclo.

En el discurso oficial del gobierno respecto de la proliferación de la maquila en México, así como en gran parte de la literatura académica sobre el tema, se tiende a presentar en términos de modernización el cambio del modelo de desarrollo vía sustitución de importaciones al de desarrollo impulsado por la exportación (Kopinak, 1996, p. 18-26). Como muchos comentaristas lo han hecho notar, generalmente la teoría de la modernización está influida por supuestos temporales e ideas sobre el estado final hacia el que se mueven las sociedades en desarrollo. Hay un subtexto en mucha de la literatura sobre modernización, según el cual los países en desarrollo supuestamente están siguiendo una trayectoria lineal, unidimensional, que fue trazada por sociedades de industrialización temprana. Dada la dependencia económica de México con respecto a Estados Unidos, la percepción común es que está siguiendo un camino similar hacia el estado final, vale decir, el Fordismo o neo-Fordismo. En los años noventa, los grandes incrementos de la inversión asiática en la maquila llevaron a los investigadores a estudiar cuánto "Toyotismo" se incorporaba en la nueva industria maquiladora con el uso de tecnología microelectrónica y sistemas de producción reducida, tales como la multifuncionalidad y la rotación entre tareas, la producción sincronizadas con la demanda (*just-in-time*) y los inventarios cero.

Un gran número de las nuevas fábricas maquiladoras producen bienes conforme a los estándares modernos más altos. La empresa asociada Ford/Mazda en Hermosillo, Sonora, uno de los primeros ejemplos de maquiladoras de segunda generación, ha demostrado tener la capacidad de producir automóviles terminados de calidad mundial (Shaiken, 1990). El precio y el tiempo están íntimamente ligados como causas de la concentra-

ción de la industria de maquila de computadoras en el dinámico corredor situado justo en el borde noroeste de la frontera, ya que la velocidad es de extrema importancia en la comercialización de productos computacionales debido a su continua innovación y actualización (Curry y Kenny, 1999).

Se considera que las nuevas regiones económicas, como dicho corredor en el norte de la península de Baja California, han aprovechado la espontaneidad espacio-temporal para ser altamente competitivas y dirigir sus mercados, tal como lo implica la descripción de Tijuana como "La capital mundial de los televisores". Sin embargo, para efectos ambientales esta área se considera "atrasada" en el tiempo, si se razona en forma lineal. Se mostrará a continuación que esto es innecesario, pero utilizado ideológicamente se convierte en una profecía autorrealizada. En un estudio sobre emisiones y derrames tóxicos a lo largo de la frontera, Tiefenbacher (1998) la definió como "*la frontera química* –una región al borde de la calamidad." Esto es posible por el hecho de que la frontera entre un país desarrollado y otro en desarrollo ha permitido la importación de las industrias más avanzadas, pero sin la aplicación concomitante de los estándares ambientales comunes en un mundo necesariamente más desarrollado. Adam (1995, pp. 101-102) plantea que:

"El vínculo entre la velocidad, la economía y el tiempo reloj opera en contra del principio de la oportunidad equitativa, ya sea en la relación entre diferentes sexos, grupos ocupacionales, culturas o categorías de personas. ... Esta desigualdad en particular es la que se discierne más claramente en las relaciones entre países del 'Primer' y 'Tercer' Mundo: en la dificultad del último para adaptarse y conformarse a la disciplina del tiempo y el fetichismo de velocidad del primero, así como en el nivel diferencial del pago ofrecido a los trabajadores de los respectivos países".

En otros estudios (Kopinak, 2002) se ha tratado de establecer si el hecho de que las maquiladoras usen o no las prácticas ambientales más avanzadas o las obsoletas depende más de la política de las firmas individuales que de la vigente en el país de origen de la inversión. García (1999), cuyo trabajo está influenciado tanto por la tipología de las tres generaciones, como por los primeros estudios de Sánchez, es uno de los pocos investigadores que abordan el tema de si se materializan o no los riesgos inherentes a la generación de grandes cantidades de desechos peligrosos. Dicho autor seleccionó una muestra de 12 compañías electrónicas en Tijuana para representar tres etapas de la evolución productiva definidos en la misma forma que las tres generaciones. Encontró que aquellas que se encontraban en la primera etapa evolutiva no podían gastar demasiado en la prevención de los problemas ambientales, ya que esto incidía directamente en sus ganancias. Por lo tanto, usualmente no controlaban ni monitoreaban los impactos sobre el medio ambiente. Las correspondientes a la segunda etapa evolutiva estaban en

condiciones de dedicar más fondos al manejo ambiental, tenían empleados altamente capacitados e implementaban algunas tecnologías para controlar los efectos y procesos ambientalmente dañinos. Las plantas que habían llegado al tercer estadio evolutivo podían reducir sus costos ambientales mediante el rediseño del producto para minimizar la generación de desechos y, por consiguiente, no tenían que pagar tanto por su manejo.

Según García, la implementación de sistemas de monitoreo y control ambiental, así como de tecnologías verdes por parte de las maquiladoras depende en alto grado de factores ajenos a ellas. Para las empresas que se encuentran en el primer estadio evolutivo, el mejoramiento de las prácticas que generaban impactos ambientales era producto de la realización de un mayor número de inspecciones por parte de las autoridades ambientales y de la aplicación de multas por infracciones a la ley. Este proceso se intensificó tras la aprobación del TLCAN, cuando México tuvo que reforzar la vigilancia estatal de los generadores de desechos peligrosos para poder así presentarse como socio comercial responsable frente a quienes mostraban preocupación en Estados Unidos por el deterioro ambiental a lo largo de la frontera entre ambos países que causaban las maquiladoras en los tiempos previos al Tratado. Para aquellos que ya estaban en la segunda y tercera etapa evolutiva, las prácticas ambientalmente perjudiciales mejoraron cuando la casa matriz o la alta jerarquía de la cadena corporativa fuera de México impusieron directrices al respecto como política de la empresa y también cuando los clientes o compradores solicitaron la adopción de procedimientos que no afectaran al medio ambiente.

El estudio de García debería llevarse a cabo nuevamente para superar algunas de sus limitaciones. Una de ellas es el hecho de que la muestra de 12 fábricas no fue seleccionada en forma aleatoria. En segundo lugar, bajo el supuesto de las tres categorías evolutivas, los casos con que se cuenta en cada una de ellas son muy pocos como para respaldar los resultados obtenidos. Sin embargo, el estudio es importante porque muestra que dada la simultaneidad espacio-temporal con que se llevan a cabo etapas relevantes del proceso de producción en varios lugares a la vez, no sólo es posible que partes de dicho proceso se trasladen a países en desarrollo, sino que esto puede hacerse manteniendo las mejores prácticas ambientales. Como se mencionó anteriormente, en el expediente de hechos de la CCA (2002, p. 56) se argumentaba que compañías tales como Metales y Derivados utilizan “la frontera como un escudo contra la ley.” No obstante, si las corporaciones, los consumidores y los activistas ambientales se mantienen vigilantes y ponen como condición para sus contrataciones y su consumo un alto nivel de desempeño ambiental, podrían ayudar a evitar que se considere normal la aceptación de malas prácticas ambientales en México, por ser este un país “atrasado”. Si el estudio de García pudiera repetirse a gran escala, probablemente podría afirmarse con mayor certeza que:

Propuesta D: A mayor evolución productiva de las maquiladoras, mejores prácticas de manejo ambiental aplicarán.

Esta propuesta, y los resultados del estudio de García que le sirvieron de base, son otra instancia del proceso dialéctico entre lo positivo emergente y lo negativo.

Las inquietudes sobre la inadecuación de la legislación ambiental aplicada a la industria maquiladora fueron expresadas por los activistas durante los debates en torno del TLCAN iniciados en 1990, y llevaron a la adición del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) como un apéndice del convenio principal. Su propósito fue lograr una mayor unificación de las áreas del comercio y el ambiente, comúnmente percibidas como en competencia. En una investigación reciente, Abel (2003) plantea que debido a la estructura del acuerdo y a la falta de voluntad política en las tres secretarías que se ocupan de los problemas ambientales, estos se han convertido en tema sólo de reflexión, subordinados al fomento del comercio y la creación de empleos. En una edición especial de la revista *American Behavioral Scientist*, en la que se utiliza la modernización ecológica como marco teórico, Sánchez (2002) concluye que ocho años después de la firma del TLCAN, su implementación ha fortalecido a los actores del mercado, mientras que la participación de los grupos ambientales ha disminuido, lo que aminora las expectativas de que puedan controlarse las consecuencias ambientales negativas del incremento del comercio. A menos que se renueve la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), el objetivo de integrar los temas ambientales y del comercio no se logrará, y la simultaneidad espacio-temporal en conjunción con el tiempo lineal del reloj continuará operando como una forma de socializar los costos ambientales del crecimiento industrial tanto a lo largo de la frontera México-Estados Unidos como dentro de México. Los habitantes de la región fronteriza y, especialmente, los mexicanos, pagarán el precio ambiental que implica el aumento de la eficiencia económica de las compañías multinacionales. Esto lleva a la siguiente propuesta teórica, que interrelaciona las dos anteriores:

Propuesta E: Si no se actualiza y aplica la reglamentación ambiental en las regiones cuya base económica es la industria maquiladora, los beneficios de un mejor manejo ambiental serán anulados por la atracción de mayores números de generadores de desechos peligrosos.

2. Inclusión del impacto ambiental de la industria maquiladora en un marco conceptual más amplio: reconociendo nuevos tipos de aglomeraciones (*clusters*)

El estudio de las aglomeraciones de maquiladoras ha sido uno de los que más se han intensificado en los últimos años. El concepto se refiere a la ubicación de redes de fábricas dentro de un espacio geográfico limitado. Lara (2003, p. 112) sostiene, por ejemplo, que en Chihuahua los arneses de cableado para automóviles son artefactos producidos en aglomeraciones especializadas en términos de la generación a la que pertenecen, por lo que sugiere que existen aglomeraciones de primera, segunda y tercera generación, que comprenden fábricas de arneses de cableado y sus proveedores. Al escribir sobre el traslado de la industria productora de equipos de televisión a México, Contreras y Carillo (2002) señalan que la reubicación de proveedores de primer, segundo y tercer nivel en México es uno de los resultados más importantes del incremento de las fábricas de origen asiático en la región de Tijuana. Posiblemente Alonso, Carrillo y Contreras (2002, p. 50) presentan la definición más clara:

“La especialización local y las formas de integración vertical y coordinación horizontal han dado lugar a la formación de *clusters*. Tal es el caso de la ... manufactura de televisores en Baja California... Estos procesos de aglomeración industrial han derivado en una especialización productivo-territorial, y han tenido un fuerte impacto en los sistemas educativos locales al impulsar la formación de cuadros técnicos y administrativos.”

Una de las causas de la aglomeración de industrias, especialmente en el subsector de la maquila de televisores en el corredor dinámico al norte de Baja California, son las técnicas modernas de producción sincronizada con la demanda (*just-in-time*, JIT), puestas en práctica por la maquila más avanzada. Un aspecto positivo es el incremento del empleo calificado en la industria maquiladora. Sin embargo, al apoyarse en modalidades como inventarios cero y entrega de insumos sólo cuando es necesario, estas técnicas pueden aumentar la cantidad de desechos producida, ya que se requieren más empaques para el transporte.

El funcionamiento en aglomeraciones ofrece muchas ventajas, tales como la creación de sistemas educativos y de equipos técnicos y administrativos a los que hacían referencia Alonso, Carrillo y Contreras. Aunque los investigadores que aplican la tipología de las tres generaciones se centran en los elementos catalizadores del proceso de aglomeración, entre los que destacan el aprendizaje acumulado por los ingenieros y técnicos mexicanos capacitados, en este estudio se irá más allá, para incluir los aspectos catastróficos que potencialmente implica el funcionamiento en aglomeraciones, vale decir, los peligros que enfrentan quienes trabajan en aglomeraciones

de generadores de desechos peligrosos de muy alto riesgo o viven cerca de ellas. Para la creación de la imagen completa ayuda puntualizar que los primeros profesionales altamente capacitados de la industria de maquila fueron en gran parte responsables no sólo de la elevación del nivel de aprendizaje de la fuerza de trabajo, sino también de la proximidad entre escuelas y generadores de desechos peligrosos. Esta es una instancia del proceso dialéctico en la que lo negativo surge frente a lo positivo. La creación de empleos para ingenieros altamente capacitados en la industria maquiladora ha sido celebrada en todo México, pero no así en Estados Unidos, de donde provenían originalmente muchos de estos buenos puestos de trabajo.¹⁸

No obstante, la ubicación de las plantas maquiladoras tan cerca de las escuelas, hecho en el que los ingenieros líderes desempeñaron un papel primordial, conlleva riesgos que no se toleran en regiones industriales más desarrolladas.

Hualde (2002) explica como sucedió esto. Un grupo pequeño de ingenieros, educados en las mismas escuelas locales de gobierno, se establecieron en unas cuantas fábricas a principios de los años ochenta, antes del auge de la maquila en Tijuana. En los primeros años de la industrialización de esta ciudad, impartieron clases de ingeniería en el Instituto Tecnológico de Tijuana y mantuvieron relaciones estrechas con las escuelas de gobierno cercanas, así como con muchas nuevas instituciones académicas que entrenaban personal para la industria maquiladora. Esta pequeña y cerrada red participó tanto en la educación como en la producción de maquila, de lo que resultó la relación espacial que hoy se observa entre los sistemas educacional y productivo, es decir, la cercanía entre escuelas y zonas industriales importantes, especialmente en el caso de la Ciudad Industrial. Hualde (2002, p. 136) menciona que:

“La relación entre sistema educativo y productivo se da también en el plano espacial. En Tijuana, la mayor parte de los establecimientos escolares técni-

¹⁸ La utilidad de la investigación sobre la industria maquiladora para elaborar teoría sociológica ha sido recientemente confirmada en el libro *Introductory Sociology*, dedicado al tema de la globalización. En este texto introductorio, el capítulo obligado sobre teoría fue elaborado en su totalidad sobre la base de ejemplos tomados de la industria maquiladora mexicana. Ferrante-Wallace (2002, p. 37) dice que el traslado de un gran número de empleos de oficina de Estados Unidos a México es un ejemplo de “disfunción latente”, uno de los conceptos básicos del funcionalismo estructural, utilizado para designar las consecuencias negativas, sin la intención de contribuir a la inestabilidad de la sociedad. El autor de este estudio subraya que esto muestra una de las debilidades de la teoría del funcionalismo estructural, en el sentido de que no identifica *para quién* es funcional una actividad. La adición de empleos de oficina a la fuerza de trabajo ocupada en la maquila mexicana ciertamente resultó funcional para el país, y una función manifiesta, ya que fue intencionada.

cos están cerca de zonas industriales importantes, principalmente la denominada Ciudad Industrial. Esta proximidad física ayuda en la interacción cotidiana y el conocimiento mutuo de los sujetos que participan en cada uno de los sistemas”.

Las maquiladoras grandes y bien establecidas, como Mexhon, Samsung, Kyushu, Matsushita, Plamex, Hyundai, Hitachi y otras, han fortalecido sus relaciones con la Universidad Tecnológica de Tijuana (UTT) y actualmente contratan a estudiantes aun no graduados y les dan empleos de tiempo completo cuando terminan su carrera (*Frontera, Tijuana, 6 de septiembre del 2002*).

Los trabajadores de la industria maquiladora también son parcialmente responsables de la proximidad aludida, pero sólo fue posible percatarse de ello cuando fueron incluidos entre las fuentes de información para este estudio y se consideraron tanto los costos como los beneficios de su decisión acerca de donde vivir. Kopinak y Barajas (2002) descubrieron que la mayoría de los trabajadores de la maquila en Tijuana expresaba preferencia por vivir cerca de su lugar de trabajo. Sin embargo, los que tenían mejores empleos y aquellos que habían habitado por más tiempo en sus domicilios actuales, declararon que vivían más lejos de su lugar de trabajo que los ocupados en los empleos más básicos, lo que indica que cuando se les presentan opciones, los empleados de la maquila prefieren vivir más lejos. En general, el grupo que prefiere vivir cerca de su lugar de trabajo está integrado por personas jóvenes sin hijos, que residen en casa con sus padres. Curiosamente, los resultados mostraron que quienes vivían en colonias cerca del trabajo contaban con mejor infraestructura en cuanto a agua potable domiciliaria, conexión a red de alcantarillado y número de teléfonos públicos. El hecho de que los trabajadores con los empleos menos atractivos vivan más cerca de sus plantas y tengan mejor infraestructura que los con empleos de mayor nivel es probablemente atribuible a que ciudades como Tijuana ofrecen más infraestructura a los clientes industriales que a la población en general, y también a que aquellos con empleos básicos no pueden solventar los gastos que implica vivir más lejos.

El hallazgo de que los trabajadores más jóvenes con los empleos de menor nivel prefieran, en general, vivir cerca del trabajo, al contrario de los que llevaban más tiempo viviendo en su domicilio actual, hace surgir la cuestión de que es posible que generaciones de trabajadores de la industria maquiladora hayan estado expuestos a materiales peligrosos en comunidades adyacentes a las áreas de Tijuana en las que se aglomeran los generadores de desechos de más alto riesgo. Si bien los investigadores que utilizan la tipología de las tres generaciones se han centrado en la evolución de la industria maquiladora y el aprendizaje de nuevas habilidades por parte del personal en el curso de varias generaciones, es igualmente

necesario examinar la experiencia de esas generaciones de trabajadores de la maquila y el grado en que ellos como individuos, sus familias y comunidades, puedan estar pagando los costos sociales del rápido crecimiento industrial. Sería valioso establecer si este fenómeno ha ocurrido en otros centros de maquila y pudiera evaluarse para probar que:

Propuesta F: Mientras más maquiladoras se ubiquen en una misma área, formando una aglomeración, mayor número de trabajadores y sus familias atraerán, cuyos hogares, escuelas y comunidades estarán en riesgo de entrar en contacto con los desechos peligrosos allí generados, si las leyes ambientales no se actualizan y aplican adecuadamente.

Cervera (1998, p. 62) ya constató que en Nogales y Sonora, las plantas que utilizan y almacenan materiales tóxicos están ubicadas peligrosamente cerca de residencias familiares, centros escolares y lugares de trabajo de empleados de la industria y el comercio, por lo que ha recomendado una mejor planeación para responder a las emergencias que pudiera ocasionar esta proximidad.

C. El estado y la vigilancia

Varias de las propuestas planteadas anteriormente se refieren a la actualización y aplicación de las leyes ambientales. En esta sección del estudio se utilizará otro concepto de la sociología del tiempo para iluminar las acciones del Estado a este respecto. Giddens (1987, p. 149) argumenta que la escritura, el almacenamiento de información y los medios electrónicos han extendido las distancias espaciales e históricas, haciendo posible la comunicación a través de territorios y tiempos más vastos con personas que no están físicamente presentes. Esta extensión de la organización tiempo-espacio contribuye a la acumulación de poder, que en la sociedad moderna radica en el Estado, ya que este tiene mayor capacidad de vigilancia, dado su control de la información almacenada. La vigilancia por parte del Estado es de especial importancia en los centros maquiladores, ya que las organizaciones supranacionales encargadas de la gobernabilidad ambiental –por ejemplo, la CCA–, no han cumplido sus funciones de vigilancia, como ya se ha mostrado. Giddens sostiene que a medida que se incrementa el poder de la información, surgen presiones a favor de la democracia política, para que más ciudadanos obtengan la información almacenada.

No obstante, como lo indica la cita de Tamayo, en el norte de México tal vez el Estado no tenga la capacidad o la voluntad política de ejercer poder por medio de la información almacenada. Esto es precisamente lo que ocurre en los centros maquiladores, donde las ciudades han crecido con gran rapidez sin el apoyo de infraestructura pública. O bien, si los es-

tados de las sociedades en desarrollo tienen la capacidad para almacenar información sobre los impactos ambientales de la industrialización, tal vez no permiten que el público tenga acceso a ella.

En el pasado, México carecía de leyes efectivas sobre el derecho a la información que permitieran a la población en general conocer los riesgos que conlleva la presencia de la industria en sus comunidades, ya que esta genera no sólo productos de exportación, sino también desechos peligrosos y no peligrosos –a continuación se examinarán las nuevas leyes sobre el tema–. Esta escasez de datos presenta un problema para los empleados de la industria maquiladora, sus vecinos y las organizaciones ambientales, que también necesitan participar en la vigilancia de los impactos de la industrialización sobre el medio ambiente, su propia salud y su seguridad. Tal situación contrasta notoriamente con la que existe en Estados Unidos, donde se ubica la mayoría de los dueños de la industria de maquila. Allí, en virtud de la Ley sobre planeación de emergencias y derecho comunitario a la información (*Emergency Planning and Community Right-To-Know Act*, EPCRA) de 1986, se creó el Inventario de Emisiones Tóxicas (*Toxics Release Inventory*). Cualquier persona con acceso a una computadora puede ahora consultar estas base de datos en línea para informarse sobre qué sustancias peligrosas se generan en las comunidades de Estados Unidos.¹⁹ Esta es una de las muchas formas en las que México está innecesariamente “atrasado” en materia de seguimiento de los impactos ambientales de la industria, y también uno de los principales factores que motivaron esta investigación sobre los desechos peligrosos de la maquila mexicana.

Si bien los autores de este documento no han llegado a investigar de qué manera manejan sus desechos peligrosos las maquiladoras de Tijuana, hay varias razones para preocuparse de los riesgos existentes. En primer lugar, si bien los generadores de materiales perjudiciales en la industria de maquila tienen la obligación legal de regresarlos al país de origen, la ley también los autoriza a almacenarlos en su sitio por tiempo indeterminado. El Consejo Ambiental del Buen Vecino (*Good Neighbor Environmental Board*) (2001, p. 43) ha recomendado que se aliente a los funcionarios mexicanos para que revisen las leyes sobre desechos peligrosos con el fin de establecer límites de tiempo finitos y aplicables al almacenaje en fábricas generadoras, plantas de reciclaje y empresas de transporte y tratamiento. Sin embargo, hasta que esto ocurra, pueden mantenerse indefinidamente en el sitio y la ley que permite esto nulifica de hecho la ley que obliga a regresarlos al país de origen. Como muestran Winkell y otros (2000, p. 41), es realista prever que Tijuana pueda sufrir un temblor de 6.5 grados, caso en que se calcula que casi todos los edificios que albergan fábricas maquiladoras resultarían dañados, lo que provocaría posibles derrames de desechos peligrosos y su

¹⁹ Véase http://www.scorecard.org/general/tri/tri_gen.html

contacto con poblaciones cercanas. En la zona sur de California, donde se ubica la mayoría de los dueños de las maquiladoras de Tijuana (Kopinak, 2003), que está igualmente rodeada de sistemas peligrosos de fallas sísmicas, las leyes de Estados Unidos permiten el almacenamiento de desechos peligrosos en el sitio sólo durante 90 días, lo que pone de manifiesto otra forma en que se ha permitido a México estar “atrasado” en las mejores prácticas respecto de las implicaciones ambientales de la industrialización.

Hay varias metodologías que los investigadores podrían utilizar para determinar el volumen de desechos peligrosos y el lugar donde se generan en ciudades maquiladoras como Tijuana. Tal vez la mejor forma sea realizar un censo de todas las industrias, que comprenda un registro de observaciones en los sitios de cada una de ellas. Si bien esto puede dar por resultado una base de datos práctica y válida, tomaría una cantidad extraordinaria de tiempo y recursos; además, podría ser inviable, dado que algunas empresas ofrecerían acceso limitado, o se negarían a participar.

Otra estrategia para la recolección de datos es recurrir a las fuentes gubernamentales. Por ley, todos los generadores de desechos peligrosos en México deben presentar informes bianuales a la SEMARNAT, que a su vez remite los datos al INE en Ciudad de México y al EPA en Estados Unidos. Esta fuente de información resultó ser la más adecuada, en vista de que se contaba con recursos limitados para el estudio, aunque la recolección de datos por esta vía fue lenta y problemática.

Por otro lado, una de las ventajas imprevistas de trabajar con dichas fuentes fue que se tuvo la oportunidad de observar al gobierno llevando a cabo lo que Giddens ha llamado su función de vigilancia.

La fuente de información utilizada también sirve al objetivo teórico de este documento, ya que la SEMARNAT emplea explícitamente el término *generadores* para registrar y clasificar a las industrias que producen desechos peligrosos, lo que remite de nuevo al lenguaje de la tipología de las tres generaciones, de manera que permite la duplicación inherente al método dialéctico. Este es el reconocimiento de la contradicción implícita en el hecho de que el “PNB constituye simultáneamente una medida de contaminación nacional bruta. La dependencia del crecimiento y consumo continuos no puede separarse de la necesidad inevitable de la obsolescencia y el incremento del desecho (Adam, 1995, p. 116). Por lo tanto, el catalizador del crecimiento económico traído a México por las maquiladoras, que han evolucionado hacia diferentes generaciones, se equilibra por su potencial para acarrear también catástrofes ambientales (como se plantea en las propuestas A y B).

En octubre de 1998, los autores solicitaron datos a la SEMARNAT en Tijuana y Mexicali sobre el tipo y cantidad de los desechos peligrosos ge-

nerados por las industrias en Baja California. Mientras la oficina de Mexicali utilizaba programas de computación de la base de datos Haztraks para facilitar el registro de los informes de las fábricas, la oficina de Tijuana recibía esta información en los documentos originales, luego los sellaba y archivaba en cajas. En 1998, la oficina de Tijuana preparó para los autores algunos datos obtenidos de estos documentos. El solo registro de esa información, de los múltiples expedientes a un archivo de computadora, tomó aproximadamente un año de trabajo de medio tiempo realizado por varias personas. Este estudio es único por ser la primera vez que se obtuvo acceso a tales datos, aunque no sin tener desventajas, como luego se explicará. Debido a que la información era incompleta, el conjunto de datos recabado originalmente en la SEMARNAT debió complementarse con los registrados por el EPA para 1998, que estuvieron disponibles posteriormente.

Examinar los informes sobre desechos peligrosos en los organismos de gobierno es una forma interesante de evaluar cuánta vigilancia ejerce el Estado y en qué forma lo hace. En esta sección del estudio se ilustra la dinámica de lo que Micheli (2002, pp. 130 y 145), recurriendo a conceptos de la sociología económica, llama la construcción del mercado ambiental, definido como las actividades de los actores históricos concretos, quienes a través de su interacción e intercambio, crean mercados. Estas son construcciones sociales, reguladas por normas insertas en instituciones, en las que los individuos interactúan en redes. Puntualiza que en la frontera norte de México, donde la industria maquiladora tiene que ser reconocida como el factor clave del desarrollo regional, los instrumentos de política ambiental tienden a ser autoregulatorios. Algo sorprendente en la conclusión de Micheli a este respecto es que sea casi idéntica a la planteada por Sánchez (1990, p. 311), hace una docena de años, quien sostenía que debido a la falta de recursos para aplicar la ley, la capacidad de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)²⁰ para controlar y vigilar la industria estaba limitada, por lo que había adoptado la política de procurar que la industria entrara en acuerdos de cooperación con la autoridad, en vez de aplicar estrictamente la ley. Esto lleva a sugerir:

Propuesta G: A mayor importancia de la industria maquiladora en la economía regional y menor disponibilidad de recursos en los organismos de gobierno responsables de su vigilancia, menos posibilidad habrá de que se apliquen estrictamente las leyes ambientales.

Mientras las propuestas anteriores se han presentado para su evaluación en tanto teoremas, el hecho de que dos investigadores de gran renombre, con 12 años de diferencia, llegaran a similares conclusiones, permite a los autores creer que la Propuesta G no tiene necesidad de tanta

²⁰ Actualmente es la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL).

comprobación como las demás, y que puede considerarse un axioma. Esta propuesta implica acción, ya que sin una aplicación estricta de las leyes pertinentes, no se tomarán en cuenta las consecuencias ambientales negativas que son parte de la evolución positiva de la industria maquiladora.

Se sostiene aquí que el Estado de México, al permitir que sean las empresas industriales privadas las que apliquen la normativa ambiental, es corresponsable del “atraso” de la política ambiental.²¹ Debido a que instituciones como la SEMARNAT son nuevas, habiéndose creado a principios de los años noventa, aun no se adecuan al manejo de los frenos y contrapesos que pudieran garantizar la validez y el alcance de su información. Una revisión detallada de las observaciones hechas en el momento del registro de datos da lugar a la reflexión crítica. La PROFEPA realiza inspecciones de las plantas e impone multas cuando se infringe la ley. Sin embargo, todos los generadores de desechos peligrosos están legalmente obligados a informar cada seis meses sobre el tipo y la cantidad de los desechos peligrosos que han generado, no a la PROFEPA, sino a la SEMARNAT, la cual está institucionalmente vinculada al INE. La SEMARNAT no inspecciona las plantas, y la PROFEPA no tiene suficientes inspectores, por lo que no se comprueba la veracidad de los informes, o la existencia de otros desecho no reportados.²² Por esta razón, los autores asumen que los datos de la SEMARNAT subestiman el volumen de los desechos peligrosos generados por la industria maquiladora.

Durante el considerable tiempo dedicado a ayudar en el registro de información, la observación hizo surgir interrogantes sobre su posible inexactitud. En la oficina de la SEMARNAT en Tijuana había dos o tres muy antiguos empleados profesionales que recibían y registraban los reportes de las fábricas. Pertenecen a un sindicato nacional de gran peso, por lo cual gozan de amplia autonomía en cuanto a su forma de trabajo. Los métodos para calcular el volumen de los desechos no son estandarizados, de lo que resulta una inevitable falta de confiabilidad, ya que las estimaciones hechas por diferentes personas pueden variar. También existen equivalencias cuestionables implícitas en el proceso. Los desechos peligrosos siempre se

²¹ Esta interpretación de que el gobierno y la industria privada tengan una responsabilidad compartida en el retraso de las prácticas ambientales en el norte de México surgió del debate suscitado por la presentación que hicieron los autores en el Centro de Estudios México-Estados Unidos (*Center for US-Mexican Studies*, UCSD), San Diego, California, el 2 de octubre del 2002. Los diálogos con Carmen Maganda y Alejandro Mosivaís, investigadores visitantes en el Centro, fueron especialmente útiles para la formulación de esta idea.

²² En el Foro Abierto del EPA (San Diego, 23 de marzo del 2002), el Lic. Alejandro Alvarez Cárdenas, Delegado en Baja California de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), dijo que este organismo solo cuenta con 40 inspectores para todo el estado de Baja California.

registran en kilogramos, aun cuando se reporten en litros. Se asume que un litro equivale a un kilogramo, sin considerar que las diversas sustancias difieren en peso. Los solventes, por ejemplo, serían mucho más ligeros que el plomo. Cuando los desechos están contenidos en tambores, se asume que todos los tambores están llenos, aunque puedan no estarlo.

Los funcionarios de gobierno que trabajan en las oficinas de la SEMARNAT establecen relaciones personales cercanas con los representantes de las plantas que entregan los informes sobre desechos peligrosos generados que requiere la ley, relaciones que les permiten establecer juntos los datos que se registran. Durante el período en que los autores ayudaron al traspaso de datos en la SEMARNAT, pudieron presenciar la entrega de varios reportes y observar cómo operaba el método de cálculo, que es parte de la interacción de larga data entre los funcionarios de la SEMARNAT y los empleados de las compañías. Los vínculos sociales de amistad entre el personal de la SEMARNAT y los representantes de las plantas dan lugar a una relación horizontal en vez de una relación jerárquica. En ocasiones, los representantes de las empresas aplican el sello de la SEMARNAT en sus propios informes. Estos vínculos se establecen a lo largo del tiempo, de manera que los funcionarios se van familiarizando paulatinamente con los representantes de las plantas que entregan los reportes de las empresas más grandes y que generan mayores volúmenes de desechos peligrosos.

Se observó que algunas veces los funcionarios de la SEMARNAT trabajaban de memoria para recordar qué había reportado cada planta en el pasado. También permiten que las fechas de inicio y final del período semestral del informe sean fijadas discrecionalmente por las empresas. A pesar de que todos los generadores deben emitir reportes que van de enero a junio y, luego, de julio a diciembre, sucede que algunos lo hacen de octubre a marzo y de abril a septiembre. Incluso, si en una planta se considera que no hay suficientes desechos peligrosos que reportar, no presenta su informe semestral, por lo que en los registros se indica que *'no generó'* desechos peligrosos, aunque tal vez sí lo haya hecho y, como muestran los datos del EPA, los haya exportado hacia Estados Unidos. En el período en que los autores estuvieron prestando asistencia para el registro de datos, la SEMARNAT se cambió de unas oficinas pequeñas a otras mucho más amplias y adecuadas; también se planeaba empezar a computarizar los archivos en un futuro próximo. Este mejoramiento de las instalaciones tal vez pueda ayudar a erradicar algunas de las posibles fuentes de inexactitud.

Sin embargo, desde la perspectiva de los funcionarios de los organismos pertinentes, la precisión de los datos puede ser menos importante que el control y la reglamentación aplicados a los desechos peligrosos en esta región fronteriza. El Subdelegado de Inspección y Vigilancia de la PROFEPA en Baja California, Sr. Carlos Padilla, indicó que en 1999 se

había instruido a la PROFEPA para que impusiera menos sanciones y lograra mayor cumplimiento, fuese en forma voluntaria o por mandato.²³ De acuerdo con el Sr. Padilla, el Procurador General de México es responsable de esta política. El razonamiento de base es que en algunos casos es más barato para las compañías pagar multas que cumplir con las leyes. Por ello, los funcionarios tienen por tarea lograr la cooperación de los representantes de las plantas, y esto puede explicar el establecimiento de relaciones sociales amistosas con ellos. Desde este punto de vista, las multas serían importantes solo por su efecto didáctico, al hacer que las empresas tomen conciencia de la forma en que, por ley, deben proceder con sus desechos peligrosos. La Ing. Alicia Castillo, de la oficina de la SEMARNAT en Tijuana, señaló en 1999 que uno de los principales objetivos de su institución era minimizar la generación de desechos peligrosos, debido a que México no contaba con las instalaciones necesarias para tratarlos.²⁴ En ese tiempo, la creencia común era que cuando se implementara totalmente el TLCAN, las maquiladoras ya no tendrían que retornar sus materiales peligrosos al país de origen. Se pensaba, por el contrario, que se convertirían en importaciones permanentes. Según la Ing. Castillo, la SEMARNAT no quería autorizar simplemente la exportación de desechos peligrosos, sino también asegurarse de que se manejaran en forma apropiada. Estas expectativas no se cumplieron, ya que México no reformó sus leyes en este sentido y aun se requiere que los desechos peligrosos sean exportados al país de origen, a menos que se sometan a tratamiento para convertirlos en no peligrosos.

El 15 de diciembre del 2001 se reformó la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de México y, gracias a la eficaz gestión de los grupos ambientalistas, en ella se dispuso la creación de un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), similar a los ya existentes en Canadá (desde 1993) y Estados Unidos (desde 1986). Esta es la primera ley promulgada en México en la que se establece que habrá acceso público a estos registros. Disposiciones similares han estimulado el cumplimiento voluntario de la legislación ambiental en Canadá y Estados Unidos. En contraste con la experiencia de los autores respecto de los datos recolectados en la SEMARNAT en 1998, según los cuales este organismo asumía que una planta no generaba desechos peligrosos si no los reportaba, ahora la “SEMARNAT deberá integrar una lista inicial de industrias –para saber quién se está reportando– y especificar las sanciones por incumplimiento.” (Malkin, 2002). Un año después de la aprobación de la reforma, el movimiento a favor del Derecho a la Información (DAI), a cuyas gestiones se debe hasta la existencia de la ley y el seguimiento de su implementación, ha logrado mucho, pero también ha enfrentado obstáculos

²³ Carlos Padilla (1999).

²⁴ Alicia Castillo, (1999).

(Nauman, 2003). Las organizaciones civiles del movimiento DAI formaron una red nacional centrada en la problemática del RETC, intervinieron con éxito en la aprobación de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental en junio del 2002, y crearon dos nuevas organizaciones civiles para monitorear la implementación de dicha Ley. Se ha formado un Comité Consultivo del RETC, de carácter multisectorial, que incluye a representantes de la sociedad organizada. Sin embargo, la SEMARNAT se ha mostrado lenta en las acciones para dar poder coercitivo a la reforma del 2001, supuestamente a causa de la falta de recursos y la rotación de personal. Al menos un observador ha sugerido que los “planes para el desarrollo del RETC se fueron por las grietas” debido a que las organizaciones mexicanas se enfrentaron a la resistencia del gobierno y, además, su nueva red nacional:

“...sufrió de una falta de capacidad administrativa, y el grupo medular de RETC anterior perdió fuerza cuando sus fondos disminuyeron. La falta de comunicación y apoyo, aunado a una serie de dificultades técnicas que enfrentaron la SEMARNAT y los industriales en el proceso de implementación de la reforma, ha reducido el potencial de máxima efectividad que se esperaba del nuevo RETC. Se espera que las empresas industriales reporten sus descargas tóxicas del 2002 durante el trimestre julio-septiembre del 2003 (postergado en varias ocasiones de otras fechas propuestas), pero los estándares oficiales para categorización de las sustancias aun no se determinan” (Nauman, 2003).

Debido a que en el Consejo Consultivo los representantes de las organizaciones civiles tienen menos recursos que los de la industria y también a que la SEMARNAT convoca a juntas con poca anticipación, lo que hace difícil preparar una respuesta, la participación ciudadana ha sido poco más que simbólica. Esto muestra que persiste la tendencia del gobierno de México a que la vigilancia de los impactos ambientales de la industrialización sea insuficiente o nula. Las propuestas de las organizaciones civiles que requerían la imposición de sanciones a las industrias cuando se formularan las leyes fueron rechazadas con gran fuerza por la empresa privada. Nauman alega asimismo que los esfuerzos de las organizaciones civiles tampoco son muy apoyados por los medios de comunicación mexicanos, que no dan una cobertura adecuada a los temas ambientales, lo cual se traduce en un escaso interés público. Como señala Adam (1990, p. 109):

“El tiempo social se ha visto altamente estructurado. Esta estructuración de la vida social, sin embargo, no deberá considerarse un hecho neutral. Una vez que nos cuestionamos sobre quien estructura la vida de quien, entonces la vida social medida se torna fundamentalmente inserta en el entendimiento de las relaciones estructurales de poder, estructuras normativas, y las interacciones negociadas de la vida social. ... Los miembros poderosos

de la sociedad controlan el tiempo, planeación, paso y metas de los que son débiles estructuralmente y ... esto depende de la colusión entre aquellos cuyo tiempo se está controlando”.

A México lo están manteniendo ambientalmente “atrasado” no sólo los inversionistas extranjeros, que se oponen a la implementación de la ley sobre el derecho a la información, sino también los organismos de gobierno, tanto nacionales como supranacionales, que permiten que esto suceda y retienen la información. Los investigadores que permanecen callados o niegan el impacto ambiental de la industrialización de maquila también contribuyen al innecesario atraso ambiental de México. El principal organismo que ha dado apoyo a los esfuerzos por mejorar el acceso a la información sobre desechos peligrosos en México ha sido la Comisión para la Cooperación Ambiental, una entidad supranacional. Sin embargo, como ha mostrado Sánchez (2002), la capacidad de la CCA para nivelar el campo de juego de manera que el público en general y las organizaciones civiles pudieran intervenir en las políticas ambientales ha disminuido con el paso de los años tras la implementación del TLCAN y su acuerdo paralelo en 1994.

D. Conclusiones y sugerencias de política

Al hablar sobre crecimiento y regeneración, Adam (1998, p. 75) dice que “con respecto al medio ambiente, no sólo es el crecimiento *per se* lo que está en cuestión sino también el crecimiento del consumo y los desechos, la contaminación y sus peligros, junto con las interconexiones entre estos varios tipos de crecimiento.” En este documento se ha tratado de construir sobre las tipologías existentes ya utilizadas para investigar el mejoramiento industrial, con el propósito de lograr una aproximación a una teoría que considere tanto el crecimiento económico como la generación de desechos peligrosos, en forma simultánea. En esta búsqueda se ha mostrado que el desarrollo de diferentes generaciones de industrias maquiladoras mexicanas es también la causa del explosivo aumento de los desechos peligrosos que generan. La aglomeración de plantas, que se ha celebrado como la creación de sistemas industriales, ha dado lugar a la generación de desechos peligrosos concentrada espacialmente. Esto presenta peligros que deben atenderse, sobre todo cuando se constata que los materiales de más alto riesgo están cerca de escuelas, distritos residenciales densamente poblados y áreas de la ciudad en donde la probabilidad de que habiten niños menores de 14 años de edad es más elevada.

La teoría presentada en este documento se elaboró sobre la base de los resultados de investigaciones sobre la generación de desechos peligrosos en Tijuana, Baja California, pero es necesario comprobar la mayoría de

las propuestas planteadas, es decir, si pueden verificarse en otras regiones maquiladoras de México. Hay razones para creer que investigaciones futuras encontrarán agrupaciones similares de generadores de desechos peligrosos cerca de núcleos densos de población en otras ciudades del país. En Mexicali, situada en el mismo corredor industrial que Tijuana y con muchas de las mismas industrias, el crecimiento de la maquila empezó más tarde y por muchos años las plantas estuvieron allí mejor organizadas espacialmente, en parques industriales. Sin embargo, a medida que se fue incrementando el número de empresas y escaseando la mano de obra, las compañías empezaron a seguir la misma estrategia aplicada en Tijuana para resolver el problema de la elevada tasa de rotación del personal: la reubicación fuera de los parques industriales y en las proximidades de colonias residenciales para estar más cerca de los trabajadores.

Otro fenómeno fácilmente observable es que los gobiernos estatales, para atraer a los inversionistas, resaltan el hecho de que sus nuevos parques industriales están muy cerca de mano de obra capacitada. Este es el caso de Escobedo, Nuevo León, una región agrícola al norte de Monterrey. El sitio en Internet de la ciudad anuncia que el Parque Industrial Nexus XXI tiene 29.5 hectáreas de terreno disponible para empresas nuevas y que proporciona todos los servicios necesarios. También se señala que este parque, junto con otros, forma un corredor industrial que ofrece la ventaja de estar cerca de zonas habitacionales, lo cual provee al complejo productivo de la mano de obra mejor calificada.²⁵ Estas son pruebas de que el mismo tipo de planeación urbana que en los años setenta condujo a la ubicación de la zona residencial Nueva Tijuana a un lado de la Ciudad Industrial predomina aun en partes del país de reciente industrialización.

Se ha mostrado que ya existe evidencia, publicada en la literatura académica, que apoya la séptima propuesta de la teoría: A mayor importancia de la industria maquiladora en la economía regional y menor disponibilidad de recursos en los organismos de gobierno responsables de su vigilancia, menos posibilidad habrá de que se apliquen estrictamente las leyes ambientales. En vez de seguir evaluando esta propuesta, aquí se sostiene que la única opción responsable es la de actuar para corregir los resultados de una aplicación laxa de la normativa. Las empresas, el gobierno y la sociedad civil deben entrar en acción para limpiar sitios abandonados, como el de Metales y Derivados. En este caso, el proceso empezó en el 2003, en reuniones con representantes de varias entidades gubernamentales mexicanas y alguna participación del EPA de Estados Unidos, con el fin de considerar la situación en sus aspectos técnicos, jurídicos, financieros y de información. En marzo del 2004 se anunció que tanto el EPA como la SE-

²⁵ Véase <http://www.escobedo.gob.mx/>

MARNAT aportarían 85.000 dólares cada uno para buscar una solución al problema de este sitio abandonado (Dibble, 2004). Está por verse de dónde y cuándo llegará el resto de los recursos necesarios. Ahora se calcula que si se cubre el sitio para prevenir el contacto con quienes están cerca, el costo mínimo sería de cinco a siete millones de dólares, pero podría ascender a un máximo de 10 a 15 millones de dólares si se retiran todos los materiales tóxicos y se limpia el sitio.

Otras recomendaciones para la acción se exponen como propuestas de política. Se tendrá que alentar a los propietarios de plantas ubicadas demasiado cerca de poblaciones vulnerables para que las trasladen a lugares más seguros.²⁶ Los organismos estatales deben hacer todo, y aun más, para asegurar que los desechos peligrosos se manejen en forma segura, del mismo modo en se esfuerzan por promover la industria maquiladora. Asimismo, una investigación realista debe considerar la relación dialéctica entre los aspectos catastróficos y los aspectos catalizadores de la industrialización maquiladora. También es previsible que las plantas de la segunda y tercera *generación*, consideradas más avanzadas, *generen* mayores volúmenes de desechos peligrosos y de más alto riesgo. Que los manejen apropiadamente o no depende en gran medida del grado en que el público tenga acceso a la información sobre cantidad y tipo de las sustancias generadas y almacenadas en las fábricas.

En este plano, definitivamente en Estados Unidos se dio un paso hacia atrás cuando en julio del 2003 se decidió discontinuar la base de datos Haztraks, debido a “limitaciones en el presupuesto del EPA” (Siciliano, 2003). Dado que el costo de mantenerla es relativamente económico conforme a los estándares de Estados Unidos –250.000 dólares al año, más la remuneración de dos empleados de tiempo completo– es difícil no interpretar esta medida como parte del actual enfoque anti-ambiental del gobierno de Estados Unidos. El Programa Frontera 2012, continuador de Frontera XXI, cuyo mandato es monitorear y mejorar las condiciones ambientales en la frontera México-Estados Unidos, ha declarado que Haztraks es indispensable para poder cumplir su propósito de reducir la contaminación

²⁶ En Ensenada, Baja California, durante el segundo quinquenio de los noventa, la SEDECO y la SECOFI otorgaron a algunos procesadores para la exportación (maquila, Pitex, Altex) permisos comerciales para ubicar almacenes. Los gerentes de las compañías entendieron que los permisos otorgaban uso de suelo industrial, e instalaron unidades de ensamble y manufactura completamente funcionales en áreas sin espacio adecuado para transporte, medidas de seguridad, protección contra incendios o evacuación rápida de trabajadores en caso de emergencia. Al final de la década, la autoridad señalaron que estas empresas no tenían permiso para uso de suelo industrial y les pidió que se reubicaran por sí mismos para proteger a sus empleados y vecinos, y para asegurar el crecimiento ordenado de la ciudad (El Mexicano, Tijuana, Baja California, “Industriales ‘engañados por autoridades’”, 11 de junio de 1999, p. 15D.)

del suelo. Como se mencionó anteriormente, esta base de datos nunca fue efectiva en lo que respecta a determinar la cantidad de desechos peligrosos abandonada ilícitamente en México, pero por lo menos proporcionaba información sobre quiénes exportaban legalmente estos materiales a Estados Unidos. El EPA deberá asumir la responsabilidad de seguir registrando esta información y ofreciéndola al público, ya que los propietarios de la gran mayoría de las maquiladoras que generan una muy alta proporción de los desechos peligrosos son empresas estadounidenses. En Baja California, por ejemplo, el análisis de los datos de la SEMARNAT mostró que las maquiladoras generaron el 96% de todos los desechos peligrosos registrados en 1998 (Kopinak, 2002). Ese mismo año, de todas las maquiladoras que existían en el estado, el 84% era de origen estadounidense (Kopinak, 2003). En otras regiones del norte de México hay menos inversión proveniente de países asiáticos y probablemente la de origen estadounidense llegue a niveles aun más altos.

Intensificar la investigación sobre cómo poder transformar los desechos de la maquila y usarlos como una fuente de sustento para organismos vivos sería una forma de integrar los aspectos catalizadores y catastróficos de las maquiladoras y de ayudar a que la expansión de esta industria sea una forma más sustentable de crecimiento económico. Existe un estudio con este enfoque, en el que se analiza la forma en que se han establecido nuevos vínculos entre maquiladoras, entidades de gobierno, escuelas, organizaciones sin fines de lucro y residentes en la localidad de Nogales, Sonora, con el propósito de obtener agua y reforestar tanto los sitios de las fábricas como las comunidades del lugar (Austin y otros, 2004). En este informe se muestra que las nuevas modalidades de colaboración han permitido que las maquiladoras utilicen el agua residual que generan para irrigar árboles provistos en forma gratuita por el gobierno de México, que han sido plantados y cuidados por los trabajadores de la maquila en horas de trabajo y por otros miembros de la comunidad. Dada la escasez de agua de buena calidad a lo largo de la frontera México-Estados Unidos, el replicar este proyecto traería grandes mejoras.

En Tijuana se han llevado a cabo proyectos similares que deberían imitarse. El hecho de que esta ciudad no tiene que ser necesariamente polvorienta y seca, con aire contaminado por el tráfico diario sobre carreteras sin pavimentar, es demostrado por la existencia del Ecoparque, una planta alternativa de tratamiento de aguas, de bajo costo, que ofrece un espacio verde a la ciudad. Los constructores originales del Ecoparque solicitaron y recibieron autorización de los residentes aguas arriba para procesar sus aguas residuales y utilizarlas para la irrigación del parque. Alrededor de 900.000 galones de esta agua, provenientes de aproximadamente 10.000 viviendas, son capturados diariamente por gravedad en el declive, para lue-

go ser tratados de una manera eficiente en términos de energía y también descentralizada.²⁷ Los desechos sólidos del agua se utilizan para producir abono, que luego es vendido a los agricultores.

Sin embargo, la vigilancia de dichos esfuerzos también es necesaria, debido a que una gran parte de los desechos peligrosos no es fácilmente utilizable para generar vegetación sana. Después de construir su planta de tratamiento de agua y probar el producto, los fundadores del Ecoparque descubrieron en el agua solventes y metales pesados que no podían procesar con sus métodos de baja tecnología. Los desechos de estos tipos generalmente provienen de las industrias y no los hogares, lo cual resultaba curioso, ya que se estaba utilizando agua residual de viviendas. Por lo tanto, fueron de puerta en puerta, preguntando de dónde podían proceder estas sustancias, y luego llevaron a cabo una reunión comunitaria. Resultó que algunas personas confesaron operar pequeños talleres industriales clandestinos dentro de sus casas y patios. Estos podían ser negocios familiares independientes o subcontratistas de compañías más grandes, como plantas maquiladoras. El Ecoparque está ubicado en la parte media de una meseta y las casas que proporcionan el agua inmediatamente hacia arriba de él, pero también se encuentra justo al suroeste y hacia abajo de la Ciudad Industrial. Afortunadamente, la corriente de contaminantes se detuvo, tras identificar a los generadores y someterlos a la presión de la comunidad (Bedar y Sharp, 2000). Este ejemplo es importante pues ilustra dos temas: el uso de áreas domésticas para actividades productivas, y el manejo inadecuado de desechos peligrosos, que generalmente va acompañado de múltiples y simultáneos usos de suelo. Aun cuando se eliminaron los solventes y metales pesados del agua residual, el agua tratada en el Ecoparque no pudo usarse para cultivar plantas destinadas al consumo humano.

Este es un muy útil ejemplo del proceso dialéctico en el que lo bueno surge al lado de lo malo, y tiene un gran potencial como modelo que podría reproducirse en la misma ciudad de Tijuana y en otras regiones altamente urbanizadas de la frontera. Es un ejemplo vivo que puede usarse para crear conciencia sobre la posibilidad alternativa de transformar los efectos ambientales negativos del uso de recursos de modo que vayan en beneficio del desarrollo humano. Actualmente la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Tijuana (CESPT), con el apoyo de un crédito concedido por Japón, está planeando la construcción de cuatro plantas de tratamiento de aguas dentro de la ciudad. El objetivo es reducir los costos de recolección, tratamiento y regulación de aguas residuales en el sistema actual, pero hasta hoy no hay planes para reutilizar esta agua en beneficio ambiental alguno.

²⁷ Véase <http://www.nmsu.edu/~frontera/may01/feat3.html>.

Otra tarea de investigación pendiente es monitorear la forma en que ha evolucionado la generación de desechos peligrosos a través del tiempo. Cabría preguntarse cómo ha incidido en esto la baja de la producción de maquila desde fines del 2000. Muchas plantas cerraron o redujeron la producción, y generalmente los primeros gastos que eliminan las empresas que siguen funcionando son los correspondientes al manejo ambiental. En los años 2001 y 2002, Sony cerró tres de sus cuatro plantas en Tijuana, a causa de la recesión imperante en Estados Unidos, y también de otros factores. Sin embargo, aun está invirtiendo en la industria que permanece allí, ya que en el 2003 destinó 170.000 dólares para la instalación de una nueva clínica, en la cual dos terceras partes de los servicios se reservaron para los empleados de la planta, con vistas a reducir el ausentismo. Samsung trasladó parte de su producción a China debido a que allá podía abaratar costos, pero también siguió invirtiendo en la producción de televisores y monitores de computadora en el corredor dinámico que se extiende desde Tijuana a San Luis Río Colorado (Kopinak, 2003). A principios del 2003, Samsung anunció que haría una inversión de hasta 30 millones de dólares en una fábrica nueva en Querétaro para producir refrigeradores y unidades de aire acondicionado, como ya lo había hecho en Tijuana (*Frontera*, Tijuana, 19 de enero del 2003). En esa época también anunció que tenía planeado instalar otra planta electrónica en el 2004 y una más en el 2005. Su objetivo es vender una mayor proporción de sus productos en el mercado mexicano.

Bibliografía

- Abel, A. (2003), "NAFTA's North American Agreement for Environmental Cooperation: A Civil Society Perspective", *Interhemispheric Resource Center Policy Report*, marzo.
- Adam, B. (1998), *Timescapes of Modernity. The Environment and Invisible Hazards*, Londres, Routledge.
- _____ (1995), "The social analysis of time", *Timewatch*, Cambridge, Polity Press.
- _____ (1990), *Time and Social Theory*, Cambridge, Basil Blackwell.
- Alonso, J., J. Carrillo y Ó. Contreras (2002), "Aprendizaje tecnológico en las maquiladoras de México", *Frontera Norte*, vol.14.
- Arenal, S. (1986), *Sangre joven. La maquiladora por dentro*, México, D.F., Editorial Nuestro Tiempo.
- Austin, D. y otros (2004), "Partnering for a new approach: Maquiladoras, government agencies, educational institutions, non-profit organizations, and residents in Ambos Nogales", *Social Costs of Industrial Growth in Northern Mexico*, K. Kopinak (coord.), La Jolla, CA, Center for U.S.-Mexican Studies, Universidad de California.
- Barajas, R. (1989), "Complejos industriales en el sur de Estados Unidos y su relación con la distribución espacial y el crecimiento de los centros maquiladores en el norte de México", *Las maquiladoras*, B. González y R. Barajas (comps.), Tijuana, Fundación Friedrich Ebert.
- Barajas, R. y K. Kopinak (2003), "La fuerza de trabajo en la maquiladora: ubicación de sus espacios laborales y de reproducción en Tijuana", *Región y sociedad*, vol. 15, N° 26.
- Barry, T. (1994), *The Challenge of Cross-Border Environmentalism. The U.S.-Mexico Case*, Albuquerque, Resource Center Press.
- Bedar, M. y T. W. Sharp (2000), (eds.), *Ecoparque* [video], San Diego, CA, Environmental Productions/Sharp Eye Films.

- Blalock, H. (1969), *Theory Construction. From Verbal to Mathematical Formulations*, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
- Carrillo, J. y A. Hualde (1998), "Third generation maquiladoras?", *Journal of Borderlands Studies*, vol. 13, N° 1.
- Carrillo, J. y A. Hernández (1985), *Mujeres fronterizas en la industria maquiladora*, México, D.F., Centro de Estudios de la Frontera Norte de México (CEFNOEMEX) / Secretaría de Educación Pública (SEP).
- _____ (1982), "La mujer obrera en las plantas maquiladoras. El caso de Ciudad Juárez", México, D.F., tesis profesional, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Carrillo, J. y M. Jasis (1983), "La salud y la mujer obrera en las plantas maquiladoras. El caso de Tijuana", México, D.F., Centro de Estudios de la Frontera Norte de México (CEFNOEMEX), inédito.
- Castillo, A. (1999), "Documentos para el manejo de desechos peligrosos", informe presentado en el Taller sobre importación y exportación de desechos peligrosos a través de la frontera California-Baja California, organizado por Departamento de Sustancias Tóxicas, Cal-EPA; Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); Instituto para Estudios Regionales de las Californias, Universidad del Estado de San Diego, California, Tijuana, Baja California, 17 y 18 de junio.
- CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte) (2002), *Expediente de hechos final metales y derivados*, Montreal, Éditions Yvon Blais [en línea] <http://www.cec.org/files/pdf/SEM/NAELP8-metales-s.pdf>
- Cervera, L. (1998), "Problemática ambiental urbana en Nogales", *Ciudades*, vol. 38.
- Contreras, O. (2000), *Empresas globales, actores locales: producción flexible y aprendizaje industrial en las maquiladoras*, México, D.F., El Colegio de México.
- Contreras, O. y J. Carrillo (2002), "E-commerce and regional integration: The television manufacturing industry in Northern Mexico", *Maquila Portal. Weekly Bulletin*, N° 128, 20 de septiembre [en línea] <http://www.maquilaportal.com/editorial/editorial223.htm#search>
- Curry, J. y M. Kenney (1999), "Beating the clock", *California Management Review*, vol. 42, N° 1.
- Dibble, S. (2004), "Grant targets abandoned Tijuana lead smelter", *San Diego Union Tribune*, 27 de agosto.
- EPA (Organismo de Protección del Medio Ambiente) (2001), *Haztraks*, San Francisco, CA.
- Ferrante-Wallace, J. (2002), *Sociology. A Global Perspective*, Belmont, Wadsworth, cuarta edición.
- Fletcher, T. (2003), *From Love Canal to Environmental Justice. The Politics of Hazardous Waste on the Canada-U.S. Border*, Peterborough, Broadview Press.
- Funk y Wagnalls (1963), *Standard College Dictionary*, Toronto, Longmans Canada.
- García, H. (1999), "Trayectorias productivas y tecnología ambiental en la industria de Tijuana", *Región y sociedad*, vol. 11, N° 18.
- Giddens, A. (1987), *Social Theory and Modern Sociology*, Stanford, Stanford University Press.
- Good Neighbor Environmental Board (2001), *Fifth Report of the Good Neighbor Environmental Board to the President and Congress of the United States*, San Diego,

- California, Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA).
- Iglesias, N. (1985), *La flor más bella de la maquiladora*, México, D.F., Centro de Estudios de la Frontera Norte de México (CEFNOEMEX) / Secretaría de Educación Pública (SEP).
- Harvey, D. (1990), *The Condition of Postmodernity*, Cambridge, MA, Blackwell.
- Hiernaux, D. (1999), *Los senderos del cambio*, México, D.F., Centro de Investigaciones Científicas / Plana y Valdés.
- Hualde, A. (2003), "¿Existe un modelo maquilador? Reflexiones sobre la experiencia mexicana y Centroamericana", *Revista nueva sociedad*, N° 184, marzo-abril.
- _____ (2002), "Todos los rostros de la industrialización", *Globalización, trabajo, y maquilas*, M. de la O y C. Quintero (coords.), México, D.F., Fundación Fredrich Ebert.
- Kenney, M., J. Romero y D. W. Choi (1997), "Japanese and Korean investment in the maquiladoras: What role global value chains?", *Estudios sociales*, vol. 7, N° 14.
- Kopinak, K. (2003), "Maquiladora industrialization of the Baja California Peninsula: The coexistence of thick and thin globalization with economic regionalism", *International Journal of Urban and Regional Research*, vol. 27, N° 2.
- _____ (2002), "Environmental implications of new Mexican industrial investment: The rise of Asian origin maquiladoras as generators of hazardous waste", *Asian Journal of Latin American Studies*, vol. 15, N° 1.
- _____ (1996), *Desert Capitalism*, Tucson, University of Arizona Press.
- Kopinak, K. y R. Barajas (2002), "Too close for comfort? The proximity of industrial hazardous wastes to local populations in Tijuana, Baja California", *Journal of Environment and Development*, vol. 11, N° 3.
- Lara, A. (2003), "Arneses de tercera generación. La migración de firmas de Estados Unidos al norte de México", *Hecho en Norteamérica. Cinco estudios sobre la integración industrial de México en América del Norte*, Óscar Contreras y Jorge Carrillo (coords.), México, D.F., El Colegio de Sonora.
- MacGregor, D. (1984), *The Communist Ideal in Hegel and Marx*, Toronto, University of Toronto Press.
- Malkin, Elisabeth (2002), "Pollutants see the light in Mexico", *Trio: el boletín de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte*, primavera, [en línea] <http://www.cec.org/trio/stories/index.cfm?varlan=english&ed=7&ID=93>.
- Martindale, D. (1960), *The Nature and Types of Sociological Theory*, Boston, Houghton Mifflin.
- Micheli, J. (2002), "Política ambiental en México y su dimensión regional", *Región y sociedad*, vol. 14, N° 13.
- Mungaray, A. (2001), "Especialización económica y promoción empresarial en Baja California", *El mercado de valores*, vol. 10.
- Mungaray, A. y C. Benítez (2000), "Expansión global y desarrollo local de proveedores en Tijuana", *Frontera norte*, vol. 13.
- Nauman, T. (2003), "Mexico's Right-to-Know Movement", *Citizen Action in the Americas*, N° 4, America's Program at the Interhemispheric Resource Center [en línea] <http://www.americaspolicy.org/series/04-rtk.html>.
- Padilla, C. (1999), "Clasificación de desechos peligrosos, almacenaje, recolección y transporte", documento presentado al Taller sobre importación y exportación de desechos peligrosos a través de la frontera California-Baja California, organizado por Departamento de Sustancias Tóxicas, Cal-EPA; Procuraduría Federal

- de Protección al Ambiente (PROFEPA); Instituto para Estudios Regionales de las Californias, Universidad del Estado de San Diego, California, Tijuana, Baja California, 17 y 18 de junio.
- Russo, G. (1983), "Industrial pollution", *Social Costs in Modern Society*, John Ullman (coord.), Westport, Quorum Books.
- Sánchez, R. (2002), "Governance, trade, and the environment in the context of NAFTA", *American Behavioral Scientist*, vol. 45, N° 9.
- _____ (1992), "El medio ambiente: un nuevo reto para los municipios de la frontera norte", *Federalismo y desarrollo*, vol. 32.
- _____ (1990), "Contaminación industrial en la frontera norte: algunas consideraciones para la década de los noventa", *Estudios sociológicos*, vol. 7, N° 23.
- Shaiken, H. (1990), *Mexico In The Global Economy. High Technology and Work Organization in Export Industries*, La Jolla, Center for U.S.-Mexican Studies, Universidad de California.
- New Shorter Oxford English Dictionary (2002), Oxford University Press, Cuarta Edición, Gran Bretaña.
- Siciliano, S. (2003), "Budget constraints end EPA program on cross-border flow of hazardous wastes", *International Environment Reporter. The Bureau of National Affairs*, vol. 26, N° 20, 24 de septiembre.
- Stoddard, E. (1987), *Maquila. Assembly Plants in Northern Mexico*, El Paso, Texas Western Press.
- Sullivan, K. (2003), "A toxic legacy on the Mexican border. Abandoned U.S.-owned smelter in Tijuana blamed for birth defects, health ailments", *Washington Post Foreign Service*, 16 de febrero.
- Székeley, G. (coord.) (1991), *Manufacturing Across Borders and Oceans. Japan, the United States and Mexico*, San Diego, Centre for US-Mexican Studies, UCSD.
- Tamayo, J. (1996), "Maquila y contaminación en la frontera norte", *La jornada ecológica*, vol. 4, N° 48, 18 de julio.
- Tejada, I. (1999), "No hay Ministerios Públicos en delitos ambientales", *Frontera*, Tijuana, 14 de octubre.
- Tiefenbacher, J. (1998), "La frontera química: Toxic emissions and spills along the U.S.-Mexican border", *Journal of Borderlands Studies*, vol. 13, N° 1.
- Valdez-Villalva, G. (1985), "New policies and strategies of multinational corporations during the Mexican national crisis 1982-1983", *The U.S. and Mexico: Borderland Development and the National Economies*, L. J. Gibson y Corona Rentería (coords.), Colorado, Westview Press.
- Winckell, A. y otros (2000), *¿Y si un terremoto de magnitud 6.5 se produjera en la falla de la nación? Aportes para un escenario sísmico en Tijuana?*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte/Institut de recherche pour le développement.
- Yñiguez, R. (2001), "\$130,000 county government study approve", *Imperial Valley Press Archives*, 13 de junio [en línea] <http://www.ivpressonline.com/archives/index.inn?loc=detail&doc/2001/June/13-410-news>.

Capítulo V

Promoción de innovaciones a favor del ambiente en empresas manufactureras que operan bajo subcontratación internacional: retos políticos¹

*Carlos Montalvo*²

A. Introducción

Recientemente, la innovación a favor de los sistemas limpios de producción ha sido reconocida como uno de los principales multiplicadores económicos del siglo XXI (PCSD, 1999). Sin embargo, se admite que aún hay mucho por hacer para pasar del concepto a la práctica, tanto en cuanto a la construcción de un nuevo patrón tecnológico como al establecimiento de sistemas de regulación que impulsen la innovación hacia una producción no contaminante (CSIS, 1997; OCDE, 2000). Se acepta asimismo que la colaboración entre los cuerpos reguladores y las empresas es el camino para avanzar hacia dichas metas (ELI, 1998; PCSD, 1999). En la promoción de la colaboración para alentar comportamientos innovadores y sensibles

¹ Este ensayo fue elaborado parcialmente sobre la base de Montalvo (2002).

² Asesor experto en Estrategias y Políticas de Innovación en la Organización Holandesa para la Investigación Científica Aplicada (TNO), Schoemakerstraat 97, Apartado Postal 6030, 2600JA Delft, Los Países Bajos. www.tno.nl

respecto del medio ambiente, es de primordial importancia determinar con claridad la estructura y el peso de los incentivos para comprometerse con tal comportamiento, así como también la incidencia de la falta de ellos. Los esfuerzos previos por imponer un marco para el estudio de la conducta ambientalmente responsable de la industria han puesto el énfasis en diversos aspectos o determinantes de un comportamiento menos contaminante de las empresas. A pesar de que hay cierto grado de sobreposición, los estudios pueden clasificarse en tres tipos de acuerdo con la frecuencia de tales factores y el grado de importancia que se les asigna.

En los del primer grupo se consideran factores que surgen de las normas sociales. Entre ellos se cuentan las presiones públicas y de los accionistas, el cumplimiento de la ley, la demanda del mercado y de los clientes, las preocupaciones de la comunidad, el endeudamiento de la empresa, la imagen pública y la responsabilidad social, entre otros (Ashford, 1993; Steger, 1993). En los estudios del segundo grupo se resaltan los factores cognitivos y de actitud, tales como percepción, personalidad, eficacia, liderazgo, conciencia y ética ambiental de los directivos de las empresas. En este grupo también se consideran la eficiencia y oportunidad económicas, así como el riesgo y la incertidumbre inherentes a todo proceso innovador (Andrews, 1998; Cramer y Schot, 1993; EPA, 1998; King, 1997; Konar y Cohen, 1997; Steger, 1996). En los del tercer grupo se toman en cuenta aquellos aspectos tecnológicos que entorpecen la adopción de prácticas ambientalmente responsable en la industria, y que serían, entre otros, la falta de oportunidades tecnológicas; la necesidad de generar una nueva base de conocimiento que posibilite un desarrollo industrial sustentable; las relaciones industriales y de comercio a lo largo de la cadena productiva; los vínculos entre los consumidores y los proveedores; las capacidades tecnológicas y organizativas de las empresas; y las trayectorias tecnológicas (Hart y Ahuja, 1996; Schot, Hoogma y Elzen, 1994).

Aun cuando esos trabajos proporcionan una gran cantidad de información cualitativa sobre los factores que influyen en el desarrollo y adopción de tecnologías más limpias, en ellos no se evalúa la importancia de los factores de manera individual y relativa, ni se exploran las relaciones entre los determinantes en términos cuantitativos. El progreso ha sido limitado por la falta de un rigor teórico y metodológico que permita el planteamiento y la prueba de hipótesis (Fuchs y Mazmanian, 1998). Como subrayan Fisher y Schot (1993), Gladwin (1993) y Fuchs y Mazmanian (1998), la investigación predominante sobre la conducta ambientalmente responsable de la industria es de carácter descriptivo. La dificultad principal ha sido la falta de teorías idóneas que permitan organizar los descubrimientos existentes y construir sobre ellos para producir generalizaciones, dar forma y guiar la investigación empírica, y hacer recomendaciones a favor de políti-

cas públicas y corporativas útiles. En este documento se procura responder a tales carencias mediante la propuesta de un modelo de comportamiento para el análisis de la política ambiental y tecnológica. El enfoque y el método adoptados ayudan a investigar –y a diferenciar– las condiciones que determinan que la empresa planifique y decida comprometerse con una producción limpia; son útiles, asimismo, para determinar bajo qué condiciones sería posible alentar el comportamiento innovador en la industria maquiladora establecida en la región fronteriza del norte de México.³

La estructura de este trabajo es la siguiente: primero, se organizan e integran los resultados de investigaciones previas en un modelo único y comprobable; segundo, se analizan las consideraciones sobre el diseño de la investigación; tercero, se revisan los resultados de la prueba de hipótesis y las influencias respectivas de los determinantes propuestos; cuarto, se presentan los hallazgos en cuanto a la conducta planeada de las empresas de la muestra en materia de innovación y medio ambiente; quinto, se generan, vía simulación, escenarios políticos que podrían inducir el compromiso de las empresas a llevar a cabo innovaciones tecnológicas y organizativas que beneficien el medio ambiente; sexto, se reseñan las implicaciones políticas y los retos que conlleva la promoción de la producción limpia en la industria maquiladora; finalmente, se formulan algunas conclusiones sobre los aspectos más relevantes de la investigación.

B. Un modelo conductista para el análisis de la política ambiental y tecnológica

En esta sección se presentan las bases teóricas que permiten entender mejor los fundamentos de la disposición de las empresas para comprometerse en actividades innovadoras que tiendan al desarrollo de tecnologías más limpias.⁴ La propuesta se basa en un modelo de la psicología social, la teoría de la conducta planeada (TCP). Esta teoría, que fue diseñada para entender y predecir la conducta humana social en situaciones y contextos específicos (Ajzen, 1988; 1991), ha demostrado que, en la mayoría de los casos, esto puede hacerse en términos de intenciones, actitudes, normas subjetivas y control de la conducta (Fishbein y Ajzen, 1980; Taylor y Todd, 1997.)

³ El modelo presentado aquí ha sido utilizado durante 2004 y 2005 para el análisis de política para dar soporte al Plan Europeo para la promoción de tecnologías ambientales. Vease www.popa-ctda.net.

⁴ En aplicaciones anteriores del modelo TCP, se ha denominado “intención” (intention) al moderador entre la conducta y sus determinantes; también se le ha llamado disposición (willingness) y predisposición (predisposition). A partir de ahora, la intención de una empresa de innovar en busca de tecnologías limpias se identifica únicamente como “intención”.

Por otra parte, se ha argumentado que la primera condición para que una empresa se comprometa en actividades innovadoras es que quienes toman las decisiones perciban dicha conducta como un comportamiento estratégico (o planeado) antes de actuar,⁵ es decir, que la empresa debe tener predisposición al cambio y a la innovación; por lo tanto, puede considerarse que la “disposición o intención” es el primer predictor del comportamiento innovador de una empresa. En su momento se planteó que la intención de la empresa de comprometerse en actividades innovadoras –y, finalmente, su comportamiento innovador– podía explicarse y predecirse sobre la base de la actitud de sus directivos respecto de la innovación en cuestión, su percepción de las presiones sociales a favor de la innovación (o cambio de conducta) y su percepción del control que se tiene sobre el proceso de innovación.⁶

Siguiendo las descripciones de Ajzen (1991) de los tres determinantes principales del comportamiento humano planeado, se propone un sistema de definiciones para organizar el conocimiento previo sobre el tema de la conducta ambientalmente responsable de las empresas y probar las relaciones de dependencia entre la intención de innovar y sus determinantes. La actitud (A) de la empresa ante el desarrollo de tecnologías limpias se define como el grado en que su gerente (o sus propietarios) espera buenos o malos resultados de la realización de actividades innovadoras en materia de tecnologías limpias. La actitud ante el nuevo comportamiento es el resultado de la acumulación de la carga connotativa asociada a la información relevante sobre las implicaciones del desarrollo de tecnologías limpias.⁷ La presión social percibida (PS) por la empresa se refiere a la importancia que asigna su gerente a los distintos referentes que tienen importancia para la empresa. Esta percepción es producto de la acumulación de la carga connotativa de las creencias normativas de los directivos. El control sobre el desarrollo de tecnologías limpias percibido por la empresa (C) se centra en la evaluación que haga su gerente del grado de control que la organización puede ejercer sobre el proceso innovador para desarrollar tecnologías limpias. La percepción de este control surge de la acumulación de la carga connotativa de las creencias acerca de la facilidad o dificultad que presenta el logro de productos y procesos productivos limpios.

⁵ Para una discusión teórica y metodológica detallada sobre la aplicación del modelo de Ajzen para explicar y predecir la conducta de las empresas en materia de innovación, véase Montalvo (2001) y Wehn de Montalvo (2003).

⁶ Se asume que los directivos conocen mejor la planeación estratégica de la empresa, su contexto operativo y su capacidad para actuar de acuerdo con cualquier comportamiento dado.

⁷ El significado connotativo de un concepto incluye todos sus sentidos insinuativos o implícitos.

Con estas definiciones es posible analizar y organizar los diversos resultados de las investigaciones sobre los determinantes de la armonización de la industria anteriormente mencionados. En el cuadro 1 se muestran los determinantes más recurrentes en la literatura sobre política ambiental y cambio tecnológico. Del análisis de esos determinantes del comportamiento ambiental responsable, clasificado como la actitud (A), puede concluirse que el concepto fundamental que subyace tras todos estos determinantes remite a los resultados esperados de la adopción/ desarrollo de tecnologías limpias, tales como reducción de costos, coincidencia con los ciclos de inversión, creación de oportunidades económicas, anticipación de cambios en la normativa ambiental, aumento del valor del producto, mejoramiento ambiental, otros. Todos estos conceptos sugieren resultados potenciales y están incluidos en la definición de actitud ya propuesta.

Las actitudes positivas surgen de los buenos resultados esperados y, como consecuencia, se puede prever que generen una buena predisposición hacia la innovación en busca de tecnologías limpias.⁸ El principal concepto implícito en la evaluación de los resultados posibles es el riesgo. En este caso, la percepción del riesgo proviene de dos dominios o áreas de experiencia de los directivos. El primero se relaciona con la percepción del posible impacto ambiental de las operaciones de la empresa y esto depende de la relevancia que asignen los gerentes al mejoramiento ambiental derivado del logro de una cartera tecnológica limpia. El segundo dominio tiene que ver con las posibles consecuencias económicas para la empresa (Shapira, 1994; Matten, 1995; Danihelka, 2004), lo cual implica la evaluación de los resultados posibles asociados a la inversión en actividades innovadoras inciertas. Por lo tanto, la información o los juicios a los que se llegue y, finalmente, la actitud que se adopte ante la innovación en materia de tecnologías limpias, surgen de los dominios de las percepciones de riesgo ambiental y económico.

⁸ En aplicaciones anteriores del modelo TCP el moderador entre la conducta y sus determinantes se ha denominado "intention" (también se le a llamado 'willingness' y 'predisposition'). A partir de ahora, la intención de una empresa a innovar en tecnologías limpias se denota únicamente como "disposición".

Cuadro 1
 CLASIFICACIÓN DE LOS DETERMINANTES DE LA CONDUCTA AMBIENTAL
 EN LAS EMPRESAS DE ACUERDO A LA TEORÍA DE LA CONDUCTA PLANEADA

Autores	Voluntad de innovación	Presión social	Control sobre innovación
4	Percepciones y actitudes del gerente		
22,23	Anticipación de los cambios reglamentarios, presiones financieras para reducir costos, ciclos de inversión	Reglamento, normas más estrictas	Oportunidad tecnológica
6		Reglamento y ejecución	Recursos y capacidad de la empresa
8	Protección responsable, reducción de costos, minimización de desperdicios, mejoramiento ambiental	Presiones del mercado, ISO 9002, ISO 14000	
14	Beneficios resultantes del costo que implica el acatamiento de regulaciones; anticipación del significado futuro de los aspectos ambientales		
24	Oportunidades económicas	Presión reglamentaria	
27			Capacidad tecnológica
28	Aumento del valor del producto	Posición en el mercado y presión reglamentaria	
Autores	Voluntad de innovación	Presión social	Control sobre innovación
29		Requerimientos reglamentarios, responsabilidad, fuerzas mercantiles, demanda del consumidor y presiones públicas	

(continúa)

Cuadro 1 (continuación)

Autores	Voluntad de innovación	Presión social	Control sobre innovación
32	Preocupaciones ambientales, reducción de costos derivada del uso reducido de materiales, ethos ambiental de la empresa	Reglamento, presión de la comunidad	Oportunidad tecnológica, expansión de la producción, colaboración inter e intra empresas
33	Reducción de costos del tratamiento de aguas, ciclos de inversión de la empresa	Reglamento, preocupaciones públicas	
37	Voluntad y personalidad de los gerentes		Autoeficacia de los gerentes
42	Aumento de productividad y calidad, reducción de costos		Relaciones a lo largo de la cadena productiva y entre consumidores y proveedores
46		Reglamento y presión pública	
52			Inter e intra actividad mercantil, relaciones de poder de la cadena de abastecimiento
55	Oportunidad económica basada en el aumento de la eficiencia y la reducción de desperdicios		
56		Presiones públicas y de mercado	
Autores	Voluntad de innovación	Presión social	Control sobre innovación
31-63	Adecuación de los beneficios, riesgos e incertidumbres de la innovación	Reglamento, demanda del mercado, expectativas del consumidor	Paradigmas, regímenes y oportunidades tecnológicas
61		Reglamento	

(continúa)

Cuadro 1 (continuación)

Autores	Voluntad de innovación	Presión social	Control sobre innovación
65	Ahorro en el costo de la inversión que resuelva un problema ambiental de larga data	Presión reglamentaria	Colaboración con proveedores, institutos de investigación y autoridades ambientales, falta de oportunidades tecnológicas
66	Estrategia comercial, ahorro potencial de costos, preocupaciones ambientales	Reglamento, garantías gubernamentales para producción limpia	Oportunidad tecnológica: conciencia de tecnología limpia, cambio radical en el proceso tecnológico, colaboración con proveedores
67	Eficacia económica, objetivo local estratégico		
68		Presión legal (ley federal)	
70	Utilidad económica potencial		
76	Incremento del costo de la eliminación de desperdicios	Amenaza de regulación	
82	Beneficio económico, conocimiento ambiental	Moral del empleado	
85		Reglamento, competencia/colaboración, presión del consumidor	Cultura organizativa
89			Administración de la cadena de abastecimiento
90		Preocupación pública y énfasis en la responsabilidad de la industria	
Autores	Voluntad de innovación	Presión social	Control sobre innovación
91			Capacidad tecnológica
95	Administración del riesgo ambiental, oportunidades económicas	Presión pública y de los accionistas, ética	cambio organizativo, aprendizaje, alianzas estratégicas, redes de colaboración

(continúa)

Cuadro 1 (conclusión)

Autores	Voluntad de innovación	Presión social	Control sobre innovación
23	Ciclos de inversión	Reglamento, preocupación pública, presión del consumidor	Administración de la cadena de abastecimiento, oportunidades tecnológicas
100-99	Reducción de costos	Presiones del mercado, imagen pública, responsabilidad social, reglamento y valores de los directivos de empresas	Capacidades administrativas
103	Oportunidad de mercado, comercialmente motivada por la oportunidad económica	Reglamentos y presiones del mercado	
38	Reducción de costos	Legislación y cumplimiento de la ley, presión comercial, inversionistas, expectativas de la comunidad y fuerza laboral	

De manera semejante a lo expuesto con respecto a la actitud, el análisis de los determinantes clasificados bajo la denominación de presión social percibida (SP) coincide con la definición anteriormente dada. Según se señala en los estudios, los orígenes principales de la presión social son los reglamentos ambientales, las normas industriales (ISO, IMAS, otras), la posición en el mercado, las fuerzas del mercado, las expectativas y demandas del consumidor y las preocupaciones públicas. Se admite que la percepción de una alta o baja presión social depende de la importancia subjetiva que se le asigne a los referentes sociales de los gerentes o propietarios; por ejemplo, una empresa puede darle gran importancia a las demandas del consumidor o a la posición y los cambios tecnológicos de sus competidores; asimismo, sería posible que los directivos crean que en la comunidad en la que opera la empresa existe preocupación por los contaminantes que esta pudiera generar.

En este sentido, la percepción de la presión social (real o no) depende de la manera en que los directivos perciban el contexto social en el cual está inserta su empresa. Los orígenes de la presión social anteriormente clasificados pueden sintetizarse de la siguiente manera: i) el régimen reglamentario

se refiere a la percepción del rigor de los reglamentos y normas ambientales (industriales y comerciales) y a su grado de aplicación; ii) las presiones del mercado en relación con tecnologías limpias, que pueden surgir de los consumidores y de los competidores; las empresas pueden verse forzadas a convertirse en pioneras o en seguidoras de la innovación del proceso o del producto, y iii) la capacidad de cabildeo percibida (real o no) de la comunidad en la que opera la empresa. Por lo tanto, se asume que la normativa social resultante, que genera la presión social total, se origina en estos tres dominios y configura la presión contextual percibida por la empresa.

Finalmente, también los determinantes clasificados bajo la categoría de percepción del control del desarrollo de tecnologías limpias encajan en la definición propuesta. Los determinantes más frecuentemente encontrados fueron las capacidades tecnológicas de la empresa, la existencia de oportunidades tecnológicas, la colaboración con instituciones de investigación, la colaboración con los proveedores y la influencia sobre ellos, la percepción del control interno de la empresa y la capacidad de aprendizaje. Todos estos factores tienen en común dos nociones fundamentales: el control sobre el desarrollo de innovaciones y la existencia de capacidades para emprenderlas. A partir de la consideración de estos elementos, se propone que la percepción del control surge de dos ámbitos en que se conjugan las capacidades internas de la empresa con el sistema de la cadena de abastecimiento. Uno es la percepción de la capacidad organizativa de la empresa, que guía el cambio tecnológico; esto incluye el aprendizaje organizacional, las alianzas estratégicas y las redes de colaboración para generar nuevo conocimiento. El otro ámbito se refiere a las capacidades tecnológicas percibidas dentro de la empresa y a las oportunidades tecnológicas que el mercado ofrece.

1. Hipótesis

El análisis de esta sección puede resumirse mediante la propuesta de dos hipótesis para comprobar el sistema de definiciones propuesto.

H_1 : La disposición de las empresas (D) para desarrollar tecnologías limpias puede explicarse en función de la actitud de los directivos ante el desarrollo de tecnologías limpias (A), la percepción de la presión social por su implementación (PS) y el control de la empresa sobre el proceso innovador (C).

$$H_1: D = D(A, PS, C)$$

La segunda hipótesis lleva a enfocar la coherencia del modelo. Si las actitudes de los directivos, la percepción de la presión social y la del control sobre el proceso de innovación surge de sus determinantes respectivos, entonces estas percepciones también deberían explicar la disposición de innovar en busca de tecnologías limpias de manera directa, por lo tanto:

H₂: La disposición de las empresas (D) para desarrollar tecnologías limpias puede explicarse en términos de las percepciones de: riesgo ambiental (RA), riesgo económico (RE), presión de la comunidad (PC), presión del mercado (PM), presión reglamentaria (PR), capacidades tecnológicas (CT), aprendizaje organizacional (AO), alianzas estratégicas (AE) y redes de colaboración (RC).

$$H_2: D = D(RA, RE, PC, PM, PR, CT, AO, AE, RC)$$

El modelo representa un sistema de dos niveles de hipótesis en el que se intenta, primero, vincular determinantes a actitudes, presiones sociales y percepción del control y a disposición; luego se procura relacionar los determinantes fundamentales de actitudes, presiones sociales y control a la disposición para comprometerse con actividades innovadoras. En un estudio anterior (Montalvo, 2002) se ha hecho una exploración más detallada de los grupos específicos de creencias subyacentes tras todas las percepciones, en la que se ha mencionado cada uno de los determinantes hipotéticos (RA, RE, PC, PM, PR, CT, AO, AE, RC).

C. La estrategia de la investigación

1. El estudio de caso

En esta investigación se toma como estudio de caso los determinantes del comportamiento innovador en materia de tecnologías limpias en la industria maquiladora del norte de México. El término "maquila" se refiere al hecho de que los insumos requeridos para la producción ingresan como importaciones temporales al país anfitrión, donde son procesados, terminados y reexportados hacia el país de origen. Debido a que el producto no se comercializa en el país anfitrión, la empresa no obtiene allí beneficios por la venta del producto, por lo que es considerada un "centro de costos" y, consiguientemente, no paga impuestos sobre la renta, sino solo el impuesto al valor agregado por la fuerza de trabajo (González-Aréchiga y Ramírez, 1990; Godínez y Mercado, 1995.)

En contraste, la industria local o nacional⁹ vende en el mercado interno o exporta con certificados nacionales de origen; en consecuencia, los productos son gravados, debido a que su rentabilidad está vinculada al territorio nacional. En este sentido, la industria maquiladora es un ejemplo especial de empresas altamente móviles en busca de regiones que ofrezcan una flexibilidad máxima de la fuerza laboral, así como regímenes fiscales

⁹ Por "nacional" se entiende establecimientos permanentes en México, sean extranjeros o mexicanos.

y reglamentos ambientales laxos (Gereffi y Wyman, 1992; Sklair, 2000). Estas son las características comunes que persiguen muchas corporaciones cuando operan en el ámbito mundial. Se asume que al enfocarse en este tipo de empresas, los resultados del estudio aquí presentados pueden ser de utilidad para otros países o regiones con contextos semejantes (plataformas de exportación y zonas libres de impuestos, entre otros).

2. Procedimiento de recolección de datos

Mediante llamadas telefónicas, seguidas de cartas personalizadas, se entró en contacto con los directivos o ejecutivos de más alto rango de 154 empresas manufactureras. Se seleccionaron tres ramas industriales en las ciudades de Tijuana y Ciudad Juárez: eléctrica y electrónica, metalmeccánica y plásticos.¹⁰ En total, se consideraron 97 cuestionarios en el análisis. La tasa total de respuesta fue del 62%, lo cual puede calificarse de muy bueno para una investigación de este tipo en la industria maquiladora de la región seleccionada. Como en la última década esta industria ha sido fuertemente criticada por su conducta ambiental (Ganster y Sánchez, 1998; Sánchez, 1991), su deseo de participar en estudios sobre el tema es limitado. La alta tasa de respuesta se explica por la forma de aproximación adoptada, ya que en el cuestionario no se incluyeron preguntas sobre comportamiento ambiental. Además, se resaltó la idea de que su participación podía ayudar a diseñar esquemas de colaboración entre las autoridades ambientales, las instituciones de investigación y las empresas, lo cual abrió algunas puertas que habían permanecido cerradas para estudios previos sobre temas referidos al medio ambiente.

La información se recolectó por medio de un cuestionario administrado de persona a persona. A cada encuestado se le expuso el concepto de tecnologías limpias en contraste con el de control de la contaminación. En primer lugar, se explicó el ciclo de contaminantes relacionados con tecnologías, para después compararlo con la idea de prevención de la contaminación; luego se discutieron las nociones de análisis del ciclo de vida del producto y de eslabonamiento entre los proveedores y los consumidores a lo largo de la cadena de abastecimiento. Esto tuvo por propósito crear conciencia respecto de la dependencia de la empresa de la cadena de abastecimiento y de los retos que esto podía suponer para el desarrollo de tecnologías limpias. Cada pregunta en el cuestionario consideraba expectativas racionales para cuatro puntos en el tiempo (momento de la investigación, corto, mediano y largo plazo).

¹⁰ En Montalvo (2002) puede encontrarse una caracterización amplia de los sectores seleccionados para este estudio.

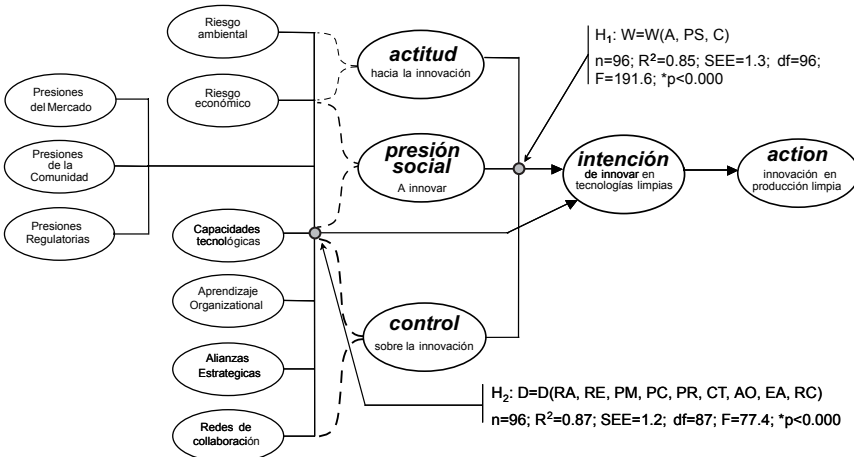
D. Hallazgos

1. Prueba de la hipótesis

Con el modelo de Ajzen (1991) se ha establecido que el comportamiento de la población puede expresarse de la siguiente manera: $Conducta\ ambiental \sim D \mid w_0 + w_1A + w_2SP + w_3C$

Mediante la hipótesis H_1 se intenta probar si la propuesta principal de Ajzen puede aplicarse para describir la disposición de las empresas a innovar con vistas al desarrollo de tecnologías limpias. Los resultados de la regresión (véase el gráfico 1) muestran valores satisfactorios. El coeficiente de determinación ($R^2 = 0.85$); el error de estimación ($SE = 1.36$); la prueba F ($F = 191.65$), y el nivel de significancia estadística ($Sig. = 0.000$) indican que el ajuste de los datos al modelo propuesto es satisfactorio. De estos resultados es posible aceptar H_1 ; esto es, que la intención de innovar de la empresa puede explicarse en función de actitudes ante el desarrollo de una tecnología limpia y de la percepción tanto de la presión social como del control sobre el proceso innovador.

Gráfico 1
EXPLICACIÓN Y PREDICIÓN DE LA DISPOSICIÓN DE LA EMPRESA A INNOVAR EN MATERIA DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS



Fuente: Elaboración propia.

Aun cuando la prueba de H_1 es relevante para establecer la validez de la adaptación del modelo de Ajzen para evaluar la intención de innovar de las empresas, la hipótesis H_2 prueba la coherencia y la adecuación del sistema de definiciones propuesto para integrar diversos determinantes en un modelo único. Además, respecto del análisis político, es más útil llevarlo a cabo a nivel de los determinantes de la intención. En este plano, los valores del coeficiente de determinación ($R^2 = 0.87$); el error de estimación ($SE = 1.25$); la prueba F ($F = 77.43$), y la significancia estadística ($Sig. = 0.000$) indican que el ajuste de los datos al modelo propuesto es satisfactorio. Esto significa que la disposición de la empresa a desarrollar tecnologías limpias puede explicarse en términos de percepciones de riesgo ambiental (EVR) y económico (ER), las normas sociales que surgen de la comunidad (CP), del mercado (MP) y de las instituciones reglamentarias (RP), así como de la percepción de las capacidades tecnológica (TC) y de aprendizaje (OL), las alianzas estratégicas (AL) y las redes de colaboración (NWK) para desarrollar tecnologías limpias.

2. Estimación de la influencia de los diversos determinantes sobre la disposición de la empresa a la innovación

Los resultados que se muestran en el cuadro A3 (véase el anexo 1) indican que la percepción del control sobre el desarrollo de tecnologías limpias explica el 46,5% de la varianza en la muestra. Dentro de esta componente, las capacidades tecnológicas (TC) explican el 39,8% de la varianza de la intención de innovar y las capacidades de aprendizaje organizacional (OL), el 6,6%. Los dominios correspondientes a alianzas estratégicas (AL) y redes de colaboración (NWK) mostraron una significancia estadística mínima. La componente actitudinal del modelo explica un total de 27,4% de la varianza en la muestra. Dentro de esta componente, el riesgo económico (ER) explica el 21,38% de la varianza en la intención de innovar, mientras que la percepción del riesgo ambiental (EVR) solo explica un 6,04%. Por último, se encontró que la componente presión social percibida (PSP) es la que tiene menos influencia en la intención de innovar de las empresas de la muestra. En conjunto, los tres dominios propuestos bajo la denominación de presión social explican únicamente el 14,67% de la varianza en la disposición a innovar. A las presiones provenientes del mercado (MP) corresponde un 5,75%, a la percepción de la presión de la comunidad (CP), un 8,22%, y a la percepción de la presión reglamentaria, menos de un percentil.

En los estudios que examinan la relación entre las regulaciones ambientales y el cambio tecnológico se ha tomado en consideración la presión social y, especialmente, la presión reglamentaria, como los principales in-

ductores de la innovación en materia de tecnologías preventivas de la contaminación. Los hallazgos expuestos contradicen esta creencia popular, lo cual se debe a varias razones. La primera remite a la definición utilizada para valorar la disposición. En general, las innovaciones a las que se hace mención en estudios anteriores se refieren a cambios marginales en el proceso de producción, el diseño del producto o los insumos utilizados, o bien a mejoras en la administración y prácticas internas (Clayton, Spinardi y Williams, 1999; CCA, 1996) En contraste, aquí se considera la innovación con vistas a la producción limpia como una reorientación de la estrategia mercantil que incluye medidas preventivas radicales para eliminar residuos y desperdicios, lo que implica una reingeniería en profundidad de los productos y procesos productivos, en procura de reducir desechos y emisiones a cero. Segundo, la mayoría de los estudios se llevaron a cabo en países industrializados, donde ya existen algunos ejemplos discretos e incipientes de “tecnologías limpias” internas (Clayton, Spinardi y Williams, 1999; CCA, 1996) Tercero, aun cuando en las comunidades donde operan las empresas de la muestra se tiene conocimiento de los problemas ambientales locales, en general también enfrentan otras necesidades más presionantes (como seguridad social, ingreso, salud y transporte) que la calidad ambiental (Ganster y Sánchez, 1998; CCA, 1996)]. Cuarto, la producción de esas empresas se orienta según las preferencias del mercado estadounidense y, como es bien sabido, el consumidor típico de Estados Unidos no se preocupa del lugar en que se producen sus artículos de consumo (PCSD, 1999). Por último, la capacidad y el enfoque de la reglamentación ambiental mexicana todavía apuntan a comandar y monitorear las operaciones de control de la contaminación sobre la base de las normas BAT.¹¹ La noción de prevención de la contaminación solo aparece en los textos de las políticas generales, pero no en los de aquellas a nivel ejecutivo, federal y legislativo (EPA, 1996; CCA, 1996 y 1999). Estos factores explican por qué puede esperarse que la presión social actual sea mínima.

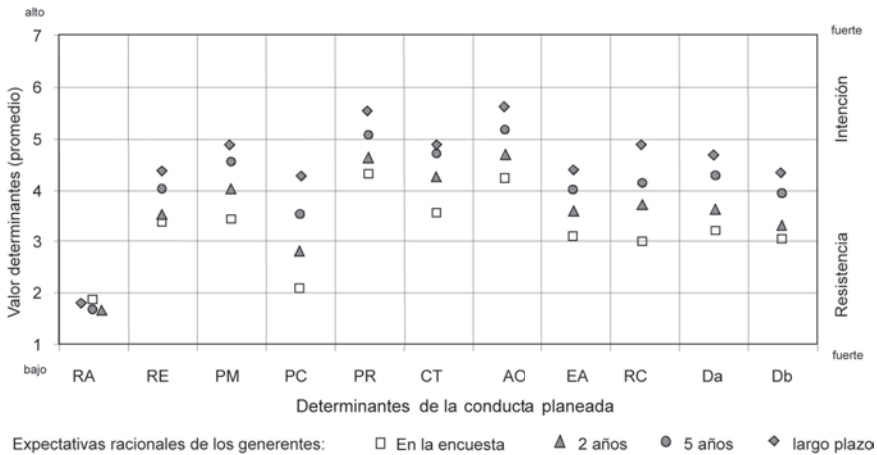
E. La planeación estratégica de la empresa en relación con las tecnologías limpias

En el gráfico 2 se muestran los valores promedio que se obtuvieron para los determinantes y la disposición, tanto actuales como a largo plazo. La planeación estratégica de la empresa puede considerarse como su comportamiento planeado. Generalmente se acepta que esta planeación se basa en las expectativas racionales de los directivos de las empresas (Varian, 1978; Hickson y otros, 1986). En este sentido, el gráfico 2 ilustra

¹¹ Tecnologías disponibles más avanzadas (Best available technologies, BAT).

las expectativas racionales actuales y futuras de los directivos, quienes determinan la planeación de la empresa en relación con el desarrollo de tecnologías limpias. En la empresa promedio, la disposición a innovar con el fin de introducir tecnologías limpias tanto en el producto (W_a) como en el proceso productivo (W_b) fue negativa en el momento de la encuesta, nula para los próximos cinco años, y mínima a largo plazo.

Gráfico 2
 CONDUCTA PLANEADA DE LA EMPRESA CON RESPECTO A LA INNOVACION
 EN PRODUCTOS Y ADOPCIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS LIMPIOS



Los puntajes de los determinantes actitudinales son extremadamente bajos en cuanto al riesgo ambiental (EVR) y moderados respecto del riesgo económico (ER). Es interesante observar que los directivos no esperan a largo plazo cambios en los riesgos ambientales generados por las operaciones de sus empresas. El riesgo y la incertidumbre económica, normalmente considerados de importancia capital para los proyectos de innovación, solo dan resultados moderados (Kemp, 1994; Kline y Rosenberg, 1986; Dosi, 1999.) Los resultados de los dominios de presión social (PSP) indican que los directivos no la percibían en el momento del muestreo, ni esperaban presiones significativas del mercado (MP) a largo plazo. Tampoco prevén que la comunidad local (CP) haga demandas ambientales, y esperan que las presiones reglamentarias (RP) sean moderadas solo a largo plazo. Finalmente, la percepción de las capacidades tecnológicas (TC) es baja por el momento, y a largo plazo su aumento sería solo marginal. Se espera que haya algunos cambios de bajo a moderado en las capacidades organizativas, y que se mantengan bajas a largo plazo las de aprendizaje organizativo (OL), alian-

zas estratégicas (AL) y redes de colaboración (NWK). El escenario descrito arroja alguna luz acerca de los propósitos de este trabajo. Si se considera que la precondition necesaria para comprometerse en actividades de innovación es que la empresa tenga una disposición óptima favorable al cambio, los resultados sugieren que dicha disposición no existe.

F. Simulación de cambios en las precondiciones de la disposición a innovar

Aun cuando en la sección anterior se describen los determinantes más importantes hasta el momento, ello no implica necesariamente que el esfuerzo de política deba centrarse en los factores que explican la mayor parte de la varianza en la muestra. Es necesario explorar lo que podría ocurrir si las condiciones cambiaran. En el gráfico 3 se presentan algunos escenarios en los que, mediante la variación de los resultados de los nueve determinantes, se busca la optimización de la disposición a innovar. El escenario actual, en la parte superior del gráfico, corresponde a los resultados acumulados promedio (ASA) de las empresas de la muestra. Los 26 escenarios considerados fueron clasificados de acuerdo con el grado de influencia que tienen los puntajes óptimos de los determinantes específicos sobre la intención o disposición a innovar.

La simulación comienza –todo lo demás permanece constante– con la sustitución de ASA por los puntajes más altos de los determinantes elegidos. Primero se consideran los cambios en las actitudes de los directivos, derivados de modificaciones en la percepción del riesgo económico y ambiental; luego vienen los cambios en la percepción de las presiones sociales; a continuación, se analizan los aumentos de las capacidades tecnológicas y organizativas. Finalmente, se examinan los escenarios de política que maximicen la disposición a adoptar tecnologías limpias.

1. Cambios actitudinales

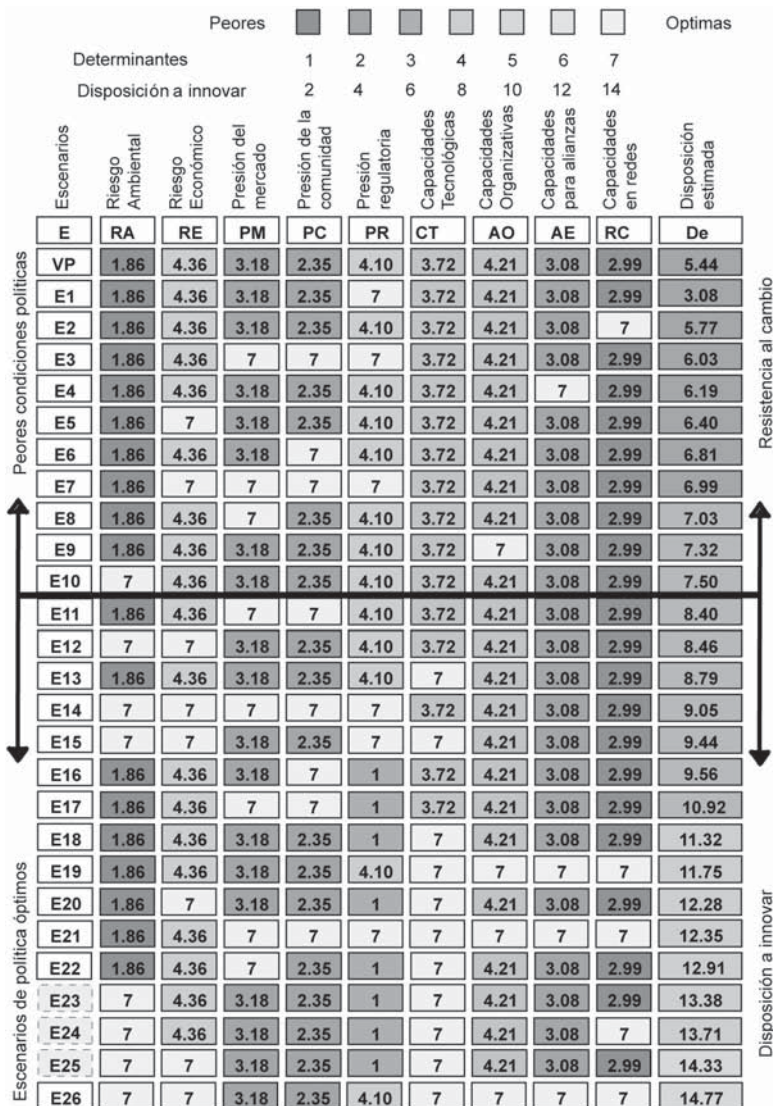
En los estudios sobre política ambiental se sitúa en un lugar central las actitudes de los directivos como determinantes de la innovación (Andrews, 1998; Petts, Herd y O’Heocha, 1998; Beck, 1995; Lander, 1994). La premisa fundamental es que los cambios drásticos en las actitudes de los directivos de empresas respecto del medio ambiente implican una reorientación de la estrategia comercial o, por lo menos, de la planeación de su comportamiento ambiental. Se consideraron tres escenarios para contrastar esa opinión con la evidencia empírica. El gráfico 3 muestra que los cambios favorables en las percepciones del riesgo ambiental (véase el escenario E10) y económico (E5) fueron considerados en forma independiente

y agregada (E12). De acuerdo con las definiciones ya presentadas, podría esperarse que los puntajes positivos en lo que respecta a oportunidades ambientales y mercantiles generaran actitudes también positivas y, por lo tanto, una alta disposición implícita a favor del cambio de la trayectoria tecnológica de la empresa.

Del escenario E10 podría decirse que si la percepción actual del riesgo ambiental cambiara de muy baja (promedio = 1.86) a alta (asumiendo, por ejemplo, un promedio de 7 en la muestra), se podría esperar un efecto más marcado en la disposición de innovar (E10 \square We = 7.5), que en una situación en la que las oportunidades mercantiles fueran altas y el riesgo económico bajo (véase el escenario E5). En tal escenario, el cambio en la disposición es más bajo (We = 6.4) que el generado por las modificaciones en la percepción del riesgo ambiental. No se esperaba que una oportunidad económica óptima con bajo riesgo financiero pudiera tener una mínima influencia en la disposición (o intención) de innovar. Este resultado se debe a la alta y significativa correlación inversa entre la percepción del riesgo económico y la disposición a innovar, así como también a que el riesgo económico explica el 21,38% de la actual disposición a innovar.¹² En el escenario E12, la combinación de cambios en ambos ámbitos actitudinales correlativos (esto es, EVR y ER) hace que la disposición a innovar aumente a We=8.46 en una escala de 14 puntos. Tal cambio cae justo dentro del límite de la mínima disposición (nótese la línea de demarcación entre disposición y resistencia al cambio en el gráfico 3). Nuevamente, estos resultados contradicen la creencia común considerada en los estudios sobre política ambiental y cambio tecnológico. Los escenarios E4, E10 y E12 implican que, por sí misma, una predisposición actitudinal positiva hacia la innovación que surja de la percepción tanto de un alto riesgo ambiental como de un bajo riesgo económico, o de una combinación de ambas percepciones, tendrá una mínima influencia en el cambio de comportamiento de una empresa.

¹² Véase el cuadro A5 del anexo 1.

Gráfico 3
 ESCENARIOS DE CAMBIO EN LOS DETERMINANTES Y EN LA DISPOSICIÓN A INNOVAR EN FAVOR DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS



VP= Valor promedio; N=97

Ecuación estimada y usada en la simulación:

$$D^{\infty} = -3.023 + 0.4RA + 0.363RE + 416PM + 0.294PC - 0.815PR + 1.022CT + 0.672AO + 0.192EA + 0.083RC$$

Los escenarios 23, 24 y 25 indican las condiciones políticas óptimas que son más probables de Inducir conductas innovadoras en tecnologías limpias para las empresas en la muestra de este estudio.

2. Cambios en la percepción de la presión social

Durante más de 30 años, las autoridades en materia ambiental han impuesto reglamentos cuyo cumplimiento enfrenta una fuerte resistencia por parte de las empresas (PCSD, 1999; CSIS, 1997; Tietenberg, 1992.) La experiencia muestra que esto es el resultado de posiciones marcadamente antagónicas. (PCSD, 1999; ELI, 1998). Es interesante hacer notar que el peor escenario político (E1) se presenta cuando la percepción de las empresas de la presión reglamentaria aumenta y no hay modificaciones en ninguno de los otros factores determinantes, tales como un cambio actitudinal positivo derivado de un descenso de la percepción del riesgo o de un incremento de las capacidades tecnológicas. En este escenario (E1), la disposición a innovar cae de $W=5.44$, su valor actual para la empresa promedio, a $We=3.08$.

En un escenario en el que la empresa promedio percibe altas presiones provenientes solo del mercado (E8) para que innove a favor de productos limpios, la disposición tiene un puntaje de $We=7.03$, mientras que la percepción de una alta presión por parte de la comunidad (E6) tiene un menor efecto, que se refleja en $We=6.01$. En el escenario E3, el efecto agregado de las tres fuentes de presión social ($We=6.03$) es más bajo que en el escenario E11, donde se considera únicamente el efecto de las demandas del mercado y la comunidad, y se deja la presión reglamentaria en su valor promedio ($We=8.03$). Al tomar en cuenta únicamente las presiones sociales, sin presión reglamentaria (E16), la disposición sube a $We=9.56$. El impacto negativo de la presión reglamentaria en la disposición es más evidente en el escenario E17, donde se incluye el efecto agregado de tres fuentes de presión social, pero se asume que el grado en que la percibe la empresa es muy bajo. En este escenario, la disposición sube a $W=10.92$.

Como en el caso de la actitud, la simulación no generó los resultados esperados. Se asumió que, al maximizar la presión reglamentaria, la disposición a innovar se incrementaría. Se esperaba que así sucediera basándose en que, como ya se ha comentado, la reglamentación ambiental ha sido vista como una de las principales inductoras de la innovación tecnológica en materia ambiental. La influencia negativa de la presión reglamentaria puede interpretarse como la respuesta natural de cualquier empresa a una política mal diseñada, que pretende forzar el cambio sin tomar en consideración la falta de alternativas tecnológicas limpias, lo que probablemente se conjuga con actitudes negativas de las empresas respecto del cambio.

3. Cambios en la percepción del control del cambio tecnológico

Se esperaba que la percepción del control sobre el proceso de innovación fuera el principal determinante en cuanto a la disposición y que, finalmente, mostrara ser el predictor del comportamiento. En el caso de cualquier empresa con óptimas predisposiciones actitudinales y normativas para la innovación, el control volitivo sería el que finalmente modelaría su comportamiento. Esto significa que las empresas con un bajo grado de control sobre su proceso de cambio tecnológico no estarían en condiciones de innovar a favor de tecnologías limpias, aun cuando quisieran hacerlo.

En el caso de que la empresa promedio tuviera una actitud positiva y percibiera una alta presión social, pero sus capacidades fueran solo medianas (E14), podría esperarse que su disposición a innovar fuera mínima ($We=9.05$). En contraste, hay una diferencia significativa cuando la percepción del control del proceso innovador aumenta a su valor óptimo. Por otra parte, mientras mantenga su actitud promedio actual y exista una alta presión social (E21), la disposición de la empresa promedio aumenta a $We=12.35$. Asimismo, en el escenario E24, si la firma tiene una actitud positiva con una percepción promedio de la presión social y alta del grado de control del proceso de innovación, podría esperarse que la disposición a innovar alcanzara a $We=14.77$, el valor más alto en los escenarios presentados.

La determinante influencia de las capacidades tecnológicas (TC) se confirma cuando su valor se maximiza y los correspondientes a otros dominios de control del comportamiento se ajustan a su promedio actual. La influencia esperada de TC sobre la disposición (E13 $\Rightarrow We=8.79$) es comparativamente mayor que la del resto de los dominios cuando se toman independientemente. El efecto de capacidades óptimas de aprendizaje organizativo (E9) hace subir la disposición de su valor promedio ($W=5.44$) a $We=7.32$; las capacidades óptimas para el establecimiento de alianzas estratégicas llevan la disposición a $We=6.19$, y las capacidades óptimas en cuanto a redes de colaboración (E2), la aumentan solo marginalmente, de 5.44 a 5.77. La influencia agregada de un alto control tecnológico y organizativo en la disposición a innovar (E19 $\Rightarrow We=11.75$) es más gravitante que las influencias agregadas de una actitud positiva hacia la adopción de tecnologías limpias y de una percepción de presión social alta (E14 $\Rightarrow We=9.05$).

4. Escenarios políticos óptimos: la estructura determina la estrategia

Los esfuerzos de política podrían distribuirse mejor y tendrían más oportunidades de éxito si se tomaran explícitamente en cuenta los determinantes estructurales del comportamiento sobre el que se pretende influir. Las bases de la estrategia política ambiental aquí presentada son las indicadas por el peso de los diferentes determinantes de la disposición de las empresas para comprometerse con una producción limpia. Los escenarios E23, E24 y E25 se proponen como los óptimos, ya que muestran los puntajes más altos en la disposición a innovar, mientras que el esfuerzo de la política se minimiza. Estos escenarios incluyen ámbitos en los que es poco probable que se produzca la intervención de la política pública. Se asume que hay más oportunidad de que ello ocurra en lo que respecta a las percepciones de riesgo ambiental y económico, reglamentaciones ambientales, capacidades tecnológicas y redes de colaboración.

El escenario E23 muestra que si hubiera una alta percepción de riesgo ambiental (EVR) junto con altas capacidades tecnológicas (TCPP) y una mínima presión reglamentaria (RP), la disposición a innovar de la empresa promedio aumentaría a $We=13.38$. Este es un mejor escenario que E20 ($We=12.28$), en el que la empresa percibe óptimas oportunidades económicas y mercantiles, altas capacidades tecnológicas y una mínima presión reglamentaria. Al añadir al escenario E23 condiciones óptimas en cuanto a redes de colaboración (NWK), se genera el escenario E24.

En este nuevo escenario E24, el cambio en la disposición a innovar es solamente marginal, de $We=13.38$ en E23 a $We=13.71$. Esto contrasta con un aumento considerable de la disposición cuando se eliminan las capacidades asociadas a redes de colaboración y se agregan óptimas condiciones económicas para el desarrollo de tecnologías limpias (E25), caso en el que la disposición a innovar esperada sube a $We=14.33$, el puntaje más alto de los tres escenarios considerados. Estas son las condiciones bajo las cuales las empresas de la muestra se aventurarían a emprender actividades óptimas de innovación para llevar a la práctica el concepto de productos limpios y adoptar procesos de producción menos contaminantes.

El escenario E23 muestra, en forma inesperada, una correlación comparativamente débil entre percepción de riesgo ambiental (EVR) y disposición a innovar (véase el cuadro A4 en el anexo 1), y una baja proporción de la varianza en la disposición a innovar en materia de tecnologías limpias explicada por EVR (6,04%) (véase el cuadro A1). De manera semejante, en el caso de los escenarios E20 y E24, se esperaba que la percepción del riesgo económico influyera más en la disposición debido, primero, a la altamente significativa correlación negativa entre riesgo económico y

disposición (véase el cuadro A4) y a la elevada proporción de la varianza en la disposición a innovar explicada por la percepción de riesgo económico; segundo, a que según las teorías sobre innovación, se supone que las oportunidades económicas que posibilitan las innovaciones alientan a los empresarios a organizar actividades innovadoras. Los resultados de la simulación sugieren que, incluso en el caso de que se perciban grandes oportunidades mercantiles, el determinante final de la disposición a innovar depende en gran medida de las capacidades tecnológicas y organizativas.

G. Implicaciones de política

1. La estructura de los determinantes define la política ambiental

La pregunta que surge aquí es ¿de qué manera puede la política pública influir en la conducta ambiental e innovadora de las empresas? En los estudios sobre psicología social hay consenso en cuanto a que un programa exitoso para cambiar el comportamiento de un grupo seleccionado específico requiere un número determinado de pasos. Primero, es necesario exponer a los miembros del grupo a nueva información relacionada con el cambio; luego, crear conciencia sobre los comportamientos socialmente deseables y, finalmente, facilitar las condiciones para que ese nuevo comportamiento deseado se dé en el grupo (Kuhl y Beckmann, 1985). La estructura del modelo aquí utilizado es coherente con ese camino estratégico que debe seguir un programa cuyo objetivo sea inducir un cambio de comportamiento sobre la base de la colaboración. Este camino comprende los tres factores delineados por el modelo propuesto y analizados en este trabajo. La primera actividad, es decir, la disponibilidad de nueva información, se identifica con la actitud, el componente cognitivo del modelo. La segunda actividad, la generación de normas subjetivas para la población de referencia, corresponde al componente afectivo (esto es, la presión social). La última actividad se relaciona con la logística que requieren las empresas para implementar el cambio de conducta y que, en este caso, es el componente instrumental o de capacidades que efectivamente conduzca a la puesta en práctica de tecnologías limpias.

El camino que debe seguir un programa de política que induzca la creación de un círculo eficaz de colaboración entre la industria y los organismos reguladores que propicie el desarrollo de tecnologías limpias en las empresas de la muestra podría ser el siguiente: primero, sería necesario proporcionar información adecuada sobre los riesgos ambientales a quienes toman las decisiones dentro de las empresas con el fin de influir en su nivel de percepción de tales riesgos y de aumentar su conocimiento de los

peligros ambientales que generan las operaciones de la empresa. Segundo, las instituciones encargadas del medio ambiente y las autoridades, en colaboración con la industria, deberían difundir el concepto de la conveniencia social de un comportamiento innovador. Finalmente, tienen que darse las condiciones para la implementación de una política adecuada que facilite la creación y puesta en práctica de un nuevo conocimiento de base para el desarrollo de tecnologías limpias.

2. Retos que plantea el diseño y puesta en práctica de una política ambiental y tecnológica

El primer reto para el diseño y puesta en práctica de una política ambiental y tecnológica es el planteado por la necesidad de elevar la percepción de riesgo ambiental de los directivos de empresas. Esto se refiere a las actividades de comunicación de riesgos que realizan las autoridades e instituciones mexicanas de protección del ambiente. El formato de la siguiente iniciativa fue tomado de los estudios sobre comunicación de riesgos (Fischhoff, 1994; Atman y otros, 1994). De acuerdo con Atman y otros (1994), el principio que guía cualquier comunicación de riesgo es que el mensaje cubra los factores básicos que son relevantes para las decisiones del receptor. Entonces, el primer paso para el diseño de una política debe ser la creación de un modelo mental del riesgo percibido por los directivos de empresas, para luego compararlo con el modelo elaborado por el experto en evaluación y comunicación de riesgo. El contenido de una comunicación de riesgo debe basarse en las diferencias entre ambos modelos.

Una segunda limitación para el diseño de políticas es el estadio de evolución tecnológica de la industria maquiladora. En un continuum de flexibilidad-rigidez, todas las empresas de la muestra se encuentran en el supuesto estadio rígido de evolución de la industria, poco propicio al cambio tecnológico. Sus actividades se concentran sobre todo en la producción masiva estandarizada; las fuentes de innovación de productos y procesos las suministran principalmente los proveedores, y la mayor parte de sus esfuerzos de investigación y desarrollo se enfoca en el logro de incrementos marginales de la eficiencia del proceso y de reducciones de costos. Difícilmente puede esperarse que estas empresas cambien su paradigma por el de la producción limpia.

Tercero, las instituciones ambientales y los organismos reguladores a lo largo de la frontera México-Estados Unidos consideran muy difícil resolver los problemas ambientales actuales. Las actividades realizadas se relacionan mayormente con el control y la reparación de daños ambientales. Se presta muy poca atención a las políticas que promueven la prevención de la contaminación y se desconocen la importancia y las implicacio-

nes de las dinámicas del cambio tecnológico para el diseño de una política ambiental dirigida a las actividades industriales.

Por último, otras limitaciones tienen su origen en la propia naturaleza de la industria maquiladora. Todas las empresas visitadas presentaban características comunes, tales como inversión extranjera directa, gran movilidad geográfica, altas tasas de apertura y cierre y exención de impuestos sobre la renta. La promoción y facilitación del cambio tecnológico dirigido a la protección del ambiente local y regional presenta retos adicionales. Cualquier inversión del gobierno de México en el fomento de una producción limpia aumentaría los subsidios que ya reciben estas empresas. Además, el hecho de que sean centros de costos constriñe en el ámbito local la toma de decisiones en relación con cambios tecnológicos radicales, debido a que toda la estrategia de las empresas se define más allá de las fronteras nacionales del país anfitrión.

H. Conclusiones

En este documento se propuso un marco para organizar e integrar el conocimiento previo generado en estudios sobre la conducta ambientalmente responsable de la industria de maquila. Posteriormente, se probaron y estabilizaron relaciones de dependencia entre los determinantes y la disposición (o intención) a innovar. Luego, se analizó la influencia relativa de los diferentes determinantes sobre el grado de disposición a innovar de las empresas de la muestra, en la actualidad y a largo plazo. Finalmente, se simularon escenarios para determinar las condiciones óptimas bajo las cuales las empresas estarían en la situación más propicia para hacer innovaciones en materia de tecnologías limpias. Los hallazgos principales del estudio fueron los siguientes:

- Actualmente, dos determinantes explican la mayor parte de la varianza en la disposición a innovar de la empresa con vistas a la adopción de tecnologías limpias: las capacidades tecnológicas y la percepción del riesgo económico.
- La percepción del control sobre la innovación modera fuertemente la percepción del riesgo económico y la disposición al cambio. Además, a mayor capacidad, menor percepción del riesgo económico y mayor disposición a innovar.
- El proceso de simulación revela varios puntos: primero, de una reglamentación ambiental estricta pueden esperarse impactos negativos en la disposición a desarrollar tecnologías limpias. Segundo, las actitudes óptimas (en condiciones, por ejemplo, de muy grave riesgo ambiental y oportunidades económicas óptimas) y una presión social muy alta y generalizada en favor del desarrollo de tecnologías limpias no es suficiente para alentar

el comportamiento innovador de la empresa promedio. Tercero, los escenarios óptimos de política surgen solamente en presencia de altas capacidades tecnológicas. Por último, se encontró que el escenario en que existe una alta percepción del riesgo ambiental, grandes capacidades tecnológicas y mínima reglamentación ambiental directa optimiza el esfuerzo de la política y, a la vez, maximiza la disposición de la empresa de comprometerse con actividades de innovación para desarrollar tecnologías limpias.

- El escenario anterior implica dos tipos de retos para el diseño y la puesta en práctica de una política ambiental y tecnológica. El primero se relaciona con el papel que cabe a las actividades de comunicación de riesgo dirigidas a modificar las percepciones de riesgo ambiental de los directivos de las empresas. El segundo apunta a la necesidad de crear una mínima infraestructura institucional para promover y difundir el concepto de tecnologías limpias y las herramientas de innovación administrativa. Esto se sugirió debido a las limitaciones derivadas del tipo de organización industrial y el estadio de evolución tecnológica que caracterizan a la industria maquiladora, así como de la reducida atención que otorgan los legisladores ambientales de México a la prevención de la contaminación, lo que hace difícil establecer una política clara y específica.

Se llegó a estas conclusiones con un enfoque que sugiere que probablemente sea posible encontrar vías más eficaces para promover un mejor comportamiento ambiental de las empresas, más allá de una reglamentación directa. La creación de alternativas óptimas para la implementación de tecnologías limpias requiere una innovación radical. El compromiso con innovaciones tecnológicas y organizativas radicales, en contraste con las innovaciones graduales es, por naturaleza, un esfuerzo riesgoso, que va muchas veces en contra de los intereses de la empresa. Para alentar comportamientos innovadores en materia ambiental, una condición necesaria es reducir el grado de conflicto entre los intereses particulares de la empresa (como maximizar ingresos y asegurar la permanencia en el mercado) y el interés social que conlleva la protección ambiental. Este desajuste puede ser mínimo cuando la empresa tiene una disposición óptima de reorientar su estrategia mercantil a largo plazo y de ser ambientalmente consciente. Es necesario entender mejor el origen del conflicto entre la empresa y los organismos de regulación ambiental. Las iniciativas en cuanto a comunicación de riesgo y construcción de capacidades en materia de tecnologías limpias se sugieren tomando en consideración la necesidad de reducir las fuentes de conflicto. Este enfoque para el análisis de una política ambiental representa un cambio con respecto a la práctica actual, que se limita a explicar el comportamiento de las empresas en términos del interés particular. Para superarlo, el enfoque de política sugerido para la región específica del norte de México, formulado parcialmente en colaboración con las empresas, podría permitir a las autoridades ambientales regionales tratar el conflicto de una manera más constructiva.

Bibliografía

- Dougals, M. (1990), "Risk as a forensic resource", *Daedalus*, N° 119 (4).
- Duffy, N. y otros (1999a), "Pharmaceutical sector", *Policies for Cleaner technology*, A. Clayton, G. Spinardi y R. Williams (eds.), Londres, Earthscan.
- _____ (1999b), "Fine chemicals", *Policies for Cleaner technology*, A. Clayton, G. Spinardi y R. Williams (eds.), Londres, Earthscan.
- ELI (Environmental Law Institute) (1998), *Barriers to Environmental Technology Innovation and Use*, Washington, D.C., Environmental Law Institute/Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA).
- EPA (Organismo de Protección del Medio Ambiente) (1998), *Stakeholder Attitudes on the Barriers to Innovative Environmental Technologies*, Washington, D.C.
- _____ (1996), *US-Mexico Border XXI Program: Framework Document* (EPA160-R96-003), Washington, D.C.
- Everett, M., J. E. Mark y R. Oresick (1993), "Greening in the executive suite", *Environmental Strategies for Industry*, Fisher K. Y J. Schot (eds.), Washington, D.C., Island Press.
- Ferrante, F. (1998), "Induced technical change, adjustment costs and environmental policy modelling", *Applied Economics*, N° 30 (5).
- Fishbein, M. e I. Ajzen (1980), "Predicting and understanding consumer behavior: Attitude Behavior correspondence", *Understanding attitudes and predicting social behavior*, I. Ajzen y M. Fishbein (eds.), Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- Fisher K. y J. Schot (eds.) (1993), *Environmental Strategies for Industry*, Washington, D.C., Island Press.
- Fischhoff, B (1994), "Risk perception and communication unplugged: Twenty years of process", *Risk Analysis*, vol. 15, N° 2.
- Florida, R. (1996), "Lean and green: the move to environmentally concious manufacturing", *California Management Review*, N° 39 (1).
- Franco, R. B. (1991), "Disposición de residuos industriales en la frontera: posibles impactos del Tratado de Libre Comercio", documento presentado para la ela-

- boración del *Plan Integral Ambiental Fronterizo México-Estados Unidos*, Ciudad Juárez, septiembre.
- Fuchs, D.A. y D. A. Mazmanian (1998), "The greening of industry: needs of the field", *Business Strategy and the Environment*, N° 7.
- Ganster, P. y R. A. Sánchez (1998), *Sustainable Development in the San Diego-Tijuana Region*, San Diego, Center for U.S.-Mexican Studies, Universidad de California San Diego.
- Geffen, C. y S. Rothenberg (1997), "Sustainable development across firm boundaries", documento presentado a la *GIN Conference*, Santa Barbara, California, inédito.
- Gereffi, G. y D. I. Wyman (eds.) (1992), *Paths of Industrialization: An Overview, Manufacturing Miracles. Paths of Industrialization in Latin America and East Asia*, Princeton, Princeton University Press.
- Gladwin, T. N. (1993), "The meaning of greening: A plea for organizational theory", *Environmental Strategies for Industry*, K. Fisher y J. Schot (eds.), Washington, D.C., Island Press.
- Godínez, J. A. y A. G. Mercado (1995), *Fuentes de eficiencia y competitividad en la industria maquiladora de exportación en México: frontera Norte*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte.
- Gonzalez-Aréchiga, B. y J. C. Ramírez (eds.) (1990), *Subcontratación y empresas transnacionales. Apertura y reestructuración en la maquiladora*, México, D.F., El Colegio de la Frontera Norte/ Fundación Friedrich Ebert.
- Griffin, R. J., S. Dunwoody y K. Neuwirth (1999), "Proposed model of the relationship of risk information seeking and processing to the development of preventive behaviors", *Environmental Research*, N°80 (2).
- Hall, J. K. (1999), "Reducing environmental impacts through the procurement chain", tesis de doctorado, University of Sussex.
- Harland, P., H. Staats y H. A. M. Wilke (1999), "Explaining proenvironmental intention and behavior by personal norms and the theory of planned behavior", *Journal of Applied Social Psychology*, N° 29 (12).
- Harrison, D. A. y P. P. Mykytyn (1997), "Riemenschneider CK. Executive decisions about adoption of information technology in small business: Theory and empirical tests", *Journal of Systems Research*, N° 8 (2).
- Hart, S. y G. Ahuja (1996), "Does it pay to be green? An empirical examination of the relationship between emission reduction and firm performance", *Business Strategy and the Environment*, N° 5.
- Hartman, C. y E. Stafford (1997), "Green alliances: forging corporate - environmental group collaborative relationships", documento presentado a la *GIN Conference*, Santa Barbara, California, inédito.
- Henriquez, I. y P. Sadorsky (1996), "The determinants of an environmentally responsive firm", *Journal of Environmental Economics and Management*, N°30 (3).
- Hickson, D. J. y otros (1986), *Top Decision: Strategic Decision-Making in Organization*, Oxford, Basil Blackwell.
- Icasa, L. P. A. (1993), "Marco teórico de la industria maquiladora de exportación", *Comercio exterior*, vol. 43, N° 5.
- IOD (Institute of Directors) (1995), "Attitudes towards environmental management", *Business Strategy and the Environment*, N° 4.

- Kemp, R. (1996a), *Environmental Policy and Technical Change: A Comparison of the Technological Impact of Policy Instruments*, Maastricht, Datawyse/Universitaire Press.
- _____ (1994), "Technology and the transition to environmental sustainability: The problem of technological regime shifts", *Futures*, vol. 26, N° 10.
- _____ (1993), "An economic analysis of cleaner technology: Theory and evidence", *Environmental Strategies for Industry*, K. Fisher y J. Schot (eds.), Washington, D.C., Island Press.
- Kemp, R. y L. Soete (1992), "The greening of technological progress: an evolutionary perspective", *Futures*, vol. 24, N° 5.
- Kerndrup, S. y otros (1999a), "Sugar sector", *Policies for Cleaner Technology*, A. Clayton, G. Spinardi y R. Williams (eds.), Londres, Earthscan.
- _____ (1999b), "Electroplating", *Policies for Cleaner Ttechnology*, A. Clayton, G. Spinardi y R. Williams (eds.), Londres, Earthscan.
- King, A. (1997), "Cooperative self regulation in the chemical industry: impact and implications", documento presentado a la *GIN Conference*, Santa Barbara, California, inédito.
- Klemmensen, B. y otros (1999), "Refinery sector", *Policies for Cleaner Technology*, A. Clayton, G. Spinardi y R. Williams (eds.), Londres, Earthscan.
- Kline, S. J. y N. Rosenberg (1986), "An overview of innovation", *The Positive Sum Strategy*, Landau R, Rosenberg N. (eds.), Washington, D.C., National Academy Press.
- Konar, S. y M. A. Cohen (1997), *Why do FirmsPollute (and Reduce) Toxic Emissions?*, cuaderno de trabajo, Owen GSM, Vanderbilt University.
- Kuhl J. y J. Beckmann (eds.) (1985), *Action-Control: From Cognition to Behavior*, Heidelberg, Springer.
- Lam, S. P. (1999), "Predicting intentions to conserve water from the theory of planned behavior, perceived moral obligation, and perceived water right", *Journal of Applied Social Psychology*, N° 29 (5).
- Lander, E. (1994), "Opciones civilizatorias, movimientos ambientales y democracia", *Retos para el desarrollo y la democracia: Movimientos ambientales en América Latina y Europa*, M. P. García-Guadilla y J. Blauert (eds.), Caracas, Nueva Sociedad.
- Lynne, G. D. y otros (1995), "Conservation technology adoption decisions and the theory of the planned behavior", *Journal of Economic Psychology*, vol. 16, N° 4.
- Matten, D. (1995), "Strategy follows structure: Environmental risk management in commercial enterprises", *Business Strategy and Environment*, N° 4.
- Maxwell, J. y otros (1997), "A comparison of environmental performance at US and Japanese automobile plants", documento presentado a la *GIN Conference*, Santa Barbara, California, inédito.
- Méndez, M. E. (1995), "La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida", *Comercio exterior*, febrero.
- Metselaar, E. E. (1997), *Assessing the Willingness to Change: Construction and Validation of the Dinamo*, Amsterdam, Free University of Amsterdam.
- Montalvo C., (2002), *Environmental Policy and Technological Change: Why do firms adopt or reject new technologies?*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- _____ (2001), Explaining and predicting the innovative behaviour of the firm: a behavioural approach, Paper presented at the Conference "The future of innovation studies". Eindhoven, Los Países Bajos, Octubre 2001.

- ____ (1992), *Costo ambiental del crecimiento industrial: Caso de estudio de la maquiladora electrónica en Tijuana, B.C., México*, México, D.F., Fundación Friedrich Ebert.
- Morrison, R. (1997), "Sustainability and the role of financial institutions", documento presentado a la *GIN Conference*, Santa Barbara, California, inédito.
- Nelson, R. R. y S. G. Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press/Belknap Press.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2000), *Proceedings Innovation and the Environment. Science and Innovation*, París, diciembre.
- Orsatto, R. (1997), "The political ecology of organizations: a study of the greening of the European automobile industry" documento presentado a la *GIN Conference*, Santa Barbara, California, inédito.
- PCSD (President's Council on Sustainable Development) (1999), *Towards a Sustainable America: Advancing Prosperity, Opportunity and a Healthy Environment for the 21st Century*, Washington, D.C., US-Government Printing Office.
- Perry, D., y otros (1990), "Binational management of hazardous waste: The maquiladora industry at the US-Mexico border", *Environmental Management*, vol. 14, N° 4.
- Petts, J., H. Herd y M. O'Heocha (1998), "Environmental responsiveness, individuals and organizational learning: SME experience", *Journal of Environmental Planning and Management*, N° 4 (6).
- Rodgers, C. (1998), "Producer responsibility and the role of industry in managing waste from electrical and electronic equipment", tesis de doctorado, University of Sussex.
- Rondinelli, D. y G. Vastag (1996) "International environmental standards and corporate policies", *California Management Review*, N° 39 (1).
- Roome, N. (1994), "Business strategy, R&D management and environmental imperatives", *R&D Management*, N° 24 (1).
- Sánchez, R. A. (1991), "El Tratado de Libre Comercio en América del Norte y el medio ambiente de la frontera norte", *Frontera Norte*, vol. 3, N° 6.
- ____ (1990a), *El medio ambiente como fuente de conflicto en la relación binacional México-EUA*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte.
- ____ (1990b), "Otra manera de ver la maquiladora: riesgos en el medio ambiente y la salud", *Subcontratación y empresas transnacionales. Apertura y reestructuración en la maquiladora*, B. González-Aréchiga y J. C. Ramírez (eds.), México, D.F., El Colegio de la Frontera Norte/ Fundación Friedrich Ebert.
- Schaltegger, S. y K. Müller (1997), "Calculating the true profitability of pollution prevention", *Greener Management International*, N°17.
- Shapira, Z. (1994), *Risk Taking: A Managerial Perspective*, Nueva York, Russell Sage Foundation.
- Schot, J., R. Hoogma y B. Elzen (1994), "Strategies for shifting technological systems: The case of the automobile system", *Futures*, N° 26 (10).
- Sklair, L. (2000), "Global capitalism and sustainable development: exploring the contradictions", *Shared Space: Rethinking the U.S.-Mexico Border Environment*, L. E. Herzog (ed.), La Jolla, Center for U.S.-Mexican Studies, University of California San Diego.
- Steger, U. (1996), "Managerial issues in closing the loop", *Business Strategy and the Environment*, N° 5.
- ____ (1993), "The greening of the board room: how German companies are dea-

- ling with environmental issues", *Environmental Strategies for Industry*, K. Fisher y J. Schot (eds.), Washington, D.C., Island Press.
- Taylor S. y P. Todd (1997), "Understanding the determinants of consumer composing behavior", *Journal of Applied Social Psychology*, N° 27 (7).
- Terry, D. J. (1993), "Self-efficacy expectancies and the theory of the reasoned action", *The Theory of Reasoned Action: Its Application to AIDS-Preventive Behavior*, D. J. Terry, C. Gallois y M. McCamish (eds.), Londres, Penguin.
- Thompson, I., y otros (1999), "Dairy Sector", *Policies for Cleaner Technology*, A. Clayton, G. Spinardi y R. Williams (eds.), Londres, Earthscan.
- Tietenberg, T. H. (1992), *Environmental Policy Innovation*, Aldershot, Edward Elgar.
- Van Ryn, M. y A. Vinokur (1992), "How did it work? An examination of the mechanisms through which a community intervention influenced job-search behavior among an unemployed sample", *American Journal of Community Psychology*, N° 33.
- Varian, H. R. (1978), *Microeconomic Analysis*, Nueva York, WW Norton & Company.
- Wehn de Montalvo, U. (2003), *Mapping the Determinants of Spatial Data Sharing*, Oxon, Ashgate.

Anexo 1: Anova¹³

Disposición a la innovación en tecnologías limpias contra actitud (A), percepción de la presión social (PS) y percepción del control (C)

Cuadro A1
MODELO CONCISO

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación ^a
1	.928	.861	.856	1.3624

Predictores: (constante), PC, PSP, A

Variable dependiente: W

^a El intervalo de las escalas para valorar la disposición a innovar tiene un rango de 2~14.

El error estándar de estimación debería compararse con su valor.

¹³ ANOVA significa Análisis de Varianza.

Cuadro A2
ANOVA

Modelo		Suma de los cuadrados	df	Cuadrado común	F	Sig.
1	Regresión	1067.141	3	355.714	191.652	.000
	Residual	172.612	93	1.856		
	Total	1239.753	96			

Predictores: (constante), PC, PSP, A

Variable dependiente: W

Disposición de innovación en Tecnologías limpias contra RA, RE, PC, PM, PR, TC, AO, AE, and RC.

Cuadro A3
MODELO CONCISO

Predictores			S.E.E.	Adj. R ²	Porcentaje explicado
Actitudes	RA	= percepción de riesgo ambiental	3.5016	.051	6.04
	RE	= percepción de riesgo económico	3.0939	.259	21.38
Presión Social	PM	= percepción de la presión del mercado	2.9847	.310	5.75
	PC	= percepción de la presión de la comunidad	2.8102	.388	8.22
	PR	= percepción de la presión reglamentaria	2.8086	.389	0.07
Control sobre innovación	CT	= capacidades tecnológicas	1.5797	.807	39.79
	AO	= aprendizaje organizacional	1.2661	.876	6.61
	EA	= alianzas estratégicas	1.2520	.879	0.38
	RC	= redes de colaboración	1.2575	.878	0.02
Varianza explicada por el modelo				87.8%	

Variable dependiente: W

Predictores: (constante), RA, CP, RE, PR, PM, TC, AO, EA, RC

Cuadro A4
ANOVA

	Suma de los cuadrados	df	Cuadrado común	F	Sig.
Reg.	1102.176	9	122.464	77.443	.000
Res.	137.577	87	1.581		
Total	1239.753	96			

Cuadro A5
ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Modelo		D	RA	RE	PM	PC	PR	TC	AO	EA
Actitudes	RA	0.320**								
	RE	-0.529**	-0.202							
Presión social	PM	0.502**	0.380**	-0.355**						
	PC	0.109	0.136	0.089	0.397**					
	PR	0.301**	0.353**	-0.089	0.335**	0.355**				
Control sobre innovación	CT	0.657**	0.095	-0.614**	0.304**	0.127	0.260*			
	AO	0.484**	-0.115	-0.413**	0.194	0.124	0.397**	0.554**		
	AE	0.707**	0.318	-0.538**	0.305**	0.184	0.517**	0.645**	0.543**	
	RC	0.732**	0.107	-0.459**	0.313**	0.097	0.429**	0.526**	0.602**	0.690**

**La correlación es significativa en el nivel .001. n=97

Anexo 2: Cuestionario

Ítems para tasar la disposición para comprometerse en actividades de innovación:

D₁. Nuestra empresa tiene planes para desarrollar alternativas más limpias en el diseño de nuestros productos

D₂. Nuestra empresa tiene planes para desarrollar alternativas más limpias en el proceso de producción

¿Cuál es el comportamiento que ha tenido su compañía en las estrategias mercantiles que incluyen medidas radicales preventivas para eliminar residuos y desperdicios, tales como cambiar de diseños de los productos y procesos de manufacturación dirigidos a la industria ideal de reciclamiento y emisiones cero?

improbable	1	2	3	4	5	6	7	probable
extremado		mediano	ligero	incierto	ligero	mediano		extremado

Después de valorar los resultados posibles, la demanda social y las capacidades organizativas y tecnológicas, ¿Qué tanta disposición cree usted que tenga su empresa para desarrollar tecnologías limpias?

a) ¿En el proceso productivo? b) ¿En la tecnología del producto?

Ítems para tasar la percepción sobre los determinantes de la disposición a innovación

- Percepción del riesgo ambiental (RA)

evr₁. Los riesgos ambientales creados por su compañía son:

bajo	1	2	3	4	5	6	7	alto
extremadamente		mediana	ligera	incierto	ligera	mediana		extremadamente

evr₂. Como consecuencia, el desarrollo de tecnologías limpias es:

irrelevante	1	2	3	4	5	6	7	relevante
extremadamente		mediana	ligera	incierto	ligera	mediana		extremadamente

- Percepción del riesgo económico (ER)

Para la empresa, el desarrollo de productos limpios y la adopción de procesos limpios parece tener implicaciones económicas:

beneficios	1	2	3	4	5	6	7	pérdidas
muchos		medianos	pocos	incierto	pocas	medianas		muchas

- Percepción de la presión del mercado (PM)

En general, puede decirse que las señales (o demanda) que se perciben del mercado (i.e., compradores, proveedores y competidores) en cuanto a que deben desarrollarse productos limpios y adoptarse procesos limpios de producción son:

débil	1	2	3	4	5	6	7	fuerte
mucho		mediano	poco	incierto	poco	mediano		mucho

- Percepción de la presión de la comunidad (PC)

En general, la demanda de la comunidad hacia la compañía (i.e. ONG locales y regionales, universidades y asociaciones de jefes de familia, sindicatos) para desarrollar productos limpios y adoptar procesos limpios de producción es:

débil	1	2	3	4	5	6	7	fuerte
mucho		mediano	poco	incierto	poco	mediano		mucho

- Percepción de la presión reglamentaria (PR)

Algunas instituciones reglamentarias (i.e. agencias ambientales, ISO 14000, la Comisión para la Protección del Medio Ambiente y la Comisión de Cooperación Ambiental de la Frontera) están empujando a la empresa para el desarrollo de productos limpios y adopción de procesos limpios de producción.

En desacuerdo	1	2	3	4	5	6	7	De acuerdo
extremadamente		mediana	ligera	incierto	ligera	mediana		extremadamente

- Percepción de las capacidades tecnológicas en el mejoramiento del producto y el proceso (TC)

La compañía tiene la capacidad de identificar y cuantificar la energía y los materiales; evaluar su impacto en el medio ambiente, e identificar y evaluar las oportunidades de modificación de los insumos, diseño del producto y/o proceso de manufactura. Esto último con el objetivo de desarrollar productos limpios y adoptar procesos limpios de producción.

En desacuerdo	1	2	3	4	5	6	7	De acuerdo
extremadamente		mediana	ligera	incierta	ligera	mediana		extremadamente

- Percepción de la capacidad de aprendizaje organizacional (AO)

Puede afirmarse que la compañía cuenta con recursos humanos con la capacidad de generar el nuevo conocimiento necesario y aplicarlo al rediseño de estructuras y rutinas organizativas con el objetivo de desarrollar productos limpios y adoptar procesos limpios de producción.

En desacuerdo	1	2	3	4	5	6	7	De acuerdo
extremadamente		mediana	ligera	incierta	ligera	mediana		extremadamente

- Percepción de la capacidad de alianzas estratégicas (EA)

La compañía propicia la formación de alianzas estratégicas para procurar o desarrollar sustitutos de las partes ambientalmente sensibles del portafolio tecnológico de la empresa:

Difícil	1	2	3	4	5	6	7	Fácil
extremadamente		mediana	ligera	incierta	ligera	mediana		extremadamente

- Percepción de la capacidad de las redes de colaboración (RC)

Para la compañía, el establecimiento de redes de colaboración con fuentes externas para adquirir el know-how que permita desarrollar tecnologías limpias es:

Difícil	1	2	3	4	5	6	7	Fácil
extremadamente		mediana	ligera	incierta	ligera	mediana		extremadamente

Capítulo VI

¿Maquila limpia?*

Alfonso Mercado García y Óscar A. Fernández Constantino¹

A. Introducción

Uno de los impactos de la industria maquiladora de exportación (IME) más criticado por los estudiosos del tema es su impacto ambiental (Sánchez, 1990; Méndez, 1995). Para México, abatir y controlar la contaminación de actividades productivas como las de maquila es un desafío ambiental, económico y social. Simplemente, si se considera que el crecimiento económico del país en los últimos dos decenios del siglo XX se intensificó en la IME, establecida principalmente en la frontera con Estados Unidos, se intuye un problema –altamente concentrado en esa región– de acelerada contaminación y creciente uso de agua y de energía.

Desde su inicio, en los años sesenta, la IME ha funcionado bajo reglas especiales de libre comercio transfronterizo y se ha expandido rápida-

* Los autores agradecen las sugerencias de Jorge Carrillo y Elizabeth Cueva, investigadores de El Colegio de la Frontera Norte, así como de un dictaminador anónimo.

¹ Las opiniones de los autores son de su exclusiva responsabilidad y no reflejan las que pueda sustentar la institución en la que trabajan.

mente, hasta convertirse en un gran centro de manufactura que surte los mercados globales. En los últimos 10 años, las regulaciones ambientales han sido especialmente exigentes.

En la actualidad, además de las normas mexicanas que rigen para la industria manufacturera en materia ambiental (en la serie NOM-ECOL), la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (Artículo 153, Párrafo IV) obliga especialmente a la IME a retornar al país de origen los residuos peligrosos (RP) provenientes de insumos importados. La evidencia no es muy clara, pero parece que la maquila tiende, en general, a cumplir con esta obligación. Según cálculos realizados por Varady, Romero-Lankao y Hankins (2002), entre 1994 y 1997, el total de residuos peligrosos (RP) transportado de México a Estados Unidos creció más o menos al mismo ritmo en que fueron generados.² En el cuadro 1 se muestran cifras de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAT), según las cuales el retorno de RP de la industria maquiladora fronteriza a Estados Unidos aumenta tasas anuales progresivamente altas.

Cuadro 1

RETORNO DE RESIDUOS PELIGROSOS DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA, 1996-1999^a

Año	Volumen (toneladas)	Tasa anual de crecimiento (porcentaje)
1996	72 113	n.d.
1997	76 808	6,5
1998	81 935	6,7
1999	97 301	18,8

Fuente: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México, D.F., 2002.

^a El aviso de retorno de residuos peligrosos sólo se tramita en los estados de la frontera norte, en el INE, hasta el 2000 y en la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGMIC) de la SEMARNAT a partir del 2001. Los datos están sujetos a la revisión y actualización de la base de datos del Sistema de Rastreo de Residuos Peligrosos (SIRREP).

El estado de Nuevo León empezó a informar sobre estos residuos después de 1999, por lo cual no está incluido en el cuadro.

n.d.: No disponible.

² Datos del organismo de protección del medio ambiente de Estados Unidos, *Environment Protection Agency*, EPA. Según informes del Instituto Nacional de Ecología (INE) de México, el crecimiento es aproximadamente cuatro veces mayor (véase Varady, Romero-Lankao y Hankins, 2002, cuadro 11).

En lo que concierne a las normas ambientales mexicanas, las maquiladoras están obligadas a cumplirlas, como toda planta productiva instalada en el país.³ En un estudio realizado en 1998 y 1999,⁴ se mostró que en las maquiladoras de la frontera norte la exigencia gubernamental de acatar la reglamentación era percibida como alta, en tanto que las maquiladoras del sur la consideraban baja. Esto indica que en la región fronteriza la vigilancia del retorno de desechos industriales a Estados Unidos, así como la atención prestada a la calidad ambiental, parece ser comparativamente más enérgica.⁵ Según la evidencia recogida en algunos estudios, antes no existían tales exigencias en la frontera con Estados Unidos (Sánchez, 1990), pero que, a partir de la suscripción del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) y la puesta en práctica de algunos programas fronterizos, como Frontera XXI, se está pasando a un contexto más riguroso. Posiblemente este cambio respecto del nivel de exigencia del cumplimiento de la normativa esté rezagado en la industria de maquila del sur de México.

En el estudio mencionado, la percepción de una alta exigencia gubernamental coincide con una también alta disposición para cumplir con la normativa ambiental. Además, se detecta una relación entre la voluntad de acatar las reglas y las características estructurales de la IME en términos de tamaño y tecnología. A mayor tamaño y a mayor actualización tecnológica, la disposición al cumplimiento tiende a aumentar. Las economías

³ En México hay 15 normas relativas a la protección de la calidad del aire, que representan el 70% de las impuestas a la actividad industrial. También existen tres normas sobre residuos peligrosos, otras tres que regulan el ruido y dos sobre la composición de las descargas de aguas residuales. Durante la década de 1990, el gobierno de México modificó las reglas para fijar parámetros, límites y procedimientos. Sin embargo, hay todavía grandes rezagos normativos, sobre todo en materia de residuos industriales, y también falta incorporar instrumentos económicos. A pesar de los avances en la reglamentación, hay indicios de que aún no bastan para incidir efectivamente en el grado de protección ambiental. Para mayor información y análisis, véase Mercado y Blanco (2003).

⁴ Se trata de una investigación basada en una encuesta, a partir de la cual se evaluaron percepciones y conductas con una metodología de índices de calificación. El estudio fue llevado a cabo por varios investigadores de El Colegio de México, El Colegio de la Frontera Norte y la Universidad Autónoma de Yucatán. La muestra de la encuesta incluyó 62 plantas, de las cuales 43 eran maquiladoras y 19 no maquiladoras. De las maquiladoras, 34 se localizaban en ciudades fronterizas del norte de México y nueve en el sureste del país, en Yucatán. Algunos de los resultados ya se han publicado en Mercado (2000) y Mercado y Blanco (2003).

⁵ Esto es consistente con los reportes de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), según los cuales la frecuencia de las inspecciones es mayor en la maquila fronteriza del norte que en la región sur: en el 2001 se visitó el 23,8% de las plantas norteñas y el 5,2% de las localizadas en el sur (en 1995 estas cifras habían sido del 62,5% y el 5,3%, respectivamente).

de escala y el uso de nuevas tecnologías parecen ser factores que alientan dicha disposición.⁶ (Mercado, 2000; Mercado y Blanco, 2003.)

A pesar de las medidas adoptadas por las autoridades de México y las respuestas ambientales estratégicas de la maquila, la presión que ejerce el rápido crecimiento de esta industria ha generado problemas de contaminación transfronteriza (OCDE, 2000). A pesar de la importancia del tema, hay insuficiencia de datos y estudios al respecto. No se tiene una visión clara de cuán “limpio” o contaminante es el crecimiento la producción de maquila.

El objetivo de este capítulo es contribuir (así sea modestamente) al estudio del tema. El aporte consiste en el cálculo de indicadores de contaminación generada por la industria de maquila⁷ en 1988 y el 2000, su comparación con información disponible en otras fuentes y el análisis de las tendencias más relevantes. Cabe advertir que el estudio de la magnitud, intensidad y tendencia de la contaminación asociada a la maquila enfrenta una gran limitante, que es la escasez de datos. No solamente la industria maquiladora, sino la actividad productiva de México en general, adolece de falta de estadísticas confiables. Como bien señala Víctor L. Urquidi, en México los datos oficiales sobre desechos industriales y municipales sólidos y líquidos carecen de base metodológica aceptable y presentan incongruencias si se comparan con los de otros países, de manera que “no existe una estadística que pueda llamarse adecuada; es más, los datos ni siquiera merecen pertenecer a la familia de la información estadística” (Urquidi, 2002). Con estas limitaciones, la información confiable es parcial. En los escasos estudios sobre el tema se ha tenido que recurrir a datos indirectos disponibles o a encuestas directas (con los consabidos rechazos y sesgos de la información) para explorar la emisión de contaminantes de la actividad de maquila, sus causas y sus consecuencias. Los datos indirectos con que se cuenta pueden ofrecer una idea aproximada de la situación, al igual que otros trabajos selectos, como los presentados en este documento.

⁶ En el estudio citado, el desempeño ambiental se evaluó sobre la base de varios aspectos: existencia de una política ambiental explícita de la empresa, acciones emprendidas en la planta con el apoyo de programas pro ambientales y gestión ambiental puesta en práctica. Los resultados de esta evaluación mostraron insuficiencias, aunque sobresalieron algunos casos excepcionales, con alta calificación. Según se señaló, las variables que explicaban las diferencias en la evaluación eran el tamaño de la planta maquiladora, su antigüedad y su tecnología. A mayor tamaño, antigüedad y actualización tecnológica, mejor era la evaluación. Esto significa que dichos factores de eficiencia tienden a alentar un mejor desempeño ambiental (Mercado, 2000).

⁷ Se había preparado una versión muy preliminar de estos cálculos, que fue presentada en un seminario realizado en la Universidad de Campinas, Brasil (véase Mercado, 1998).

Como bien se sabe, la industria de maquila se ha destacado en la economía de México por su rápido crecimiento.⁸ Por lo tanto, es de esperar una expansión concomitante de los volúmenes de contaminación que genera, con las consiguientes presiones sobre la limitada dotación de agua y la escasa infraestructura sanitaria y ambiental existente en la frontera norte de México. Quizás el impacto asociado a su escala creciente sea mayor que el ejercido por su la reestructuración productiva (poco “limpia”). Es por ello que en este estudio se plantea la hipótesis de que el problema de contaminación de la maquila se relaciona más con la expansión de su escala de producción que con la evolución de su estructura industrial según tipo de productos procesados. Esto quiere decir que el efecto escala de la IME es más gravitante que el efecto composición.

Los efectos escala y composición de la industria maquiladora se abordan en la siguiente sección. A continuación se presenta la metodología para estimar la contaminación que genera la IME y luego se ofrecen los resultados de las estimaciones, considerando otros datos disponibles. El capítulo finaliza con una recapitulación y las principales conclusiones.

1. Los efectos escala y composición de la industria maquiladora

Como ya se había dicho, el estudio del volumen e intensidad de la contaminación⁹ provocada por la maquila enfrenta la gran limitante de la escasez de datos. Intuitivamente se comprende que, dadas las altas tasas de crecimiento de esta industria, cabe esperar un aumento correspondiente de los volúmenes de contaminación que genera. Sin embargo, la estructura sectorial de la IME podría evolucionar hacia una composición cada vez más “limpia”, lo cual llevaría a suponer que, con una intensidad declinante de contaminación promedio, el problema se relacionaría más con la

⁸ En el período 1980-2000, las tasas de crecimiento anual de la IME nunca fueron negativas (a diferencia de la industria no maquiladora, que tuvo varios retrocesos) y en cada año de dicho período superaron las registradas por la producción industrial (en más del doble en 10 ocasiones), según las estadísticas oficiales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Aunque la IME ha venido replegándose entre el 2001 y el 2003, sigue siendo muy importante en la economía de México. Por ejemplo, en 2003, al igual que en 2002, las exportaciones de manufacturas de la industria maquiladora superaron en 23% a las de la industria no maquiladora (datos del Banco de México, consultados [en línea], <http://www.banxico.org.mx/eInfoFinanciera/FSinfoFinanciera.html>).

⁹ Para medir la contaminación, en este trabajo se utilizaron dos indicadores: i) el *volumen* de la contaminación, que es la cantidad física anual de contaminantes emitidos (toneladas anuales de contaminantes); y ii) la *intensidad* de la contaminación, que es la cantidad física de contaminantes emitidos anualmente por unidad monetaria de producto (kilogramos anuales de contaminantes por millón de dólares de producto).

expansión de la escala de la IME que con su cambio estructural según tipo de productos procesados.

Es evidente que la contaminación (en forma de residuos sólidos peligrosos, derrames de desechos líquidos y emisiones a la atmósfera) que conlleva la producción de bienes y servicios evoluciona con el transcurso del tiempo, debido a factores desencadenantes como la apertura comercial,¹⁰ –según sus efectos en el volumen producido–, la estructura sectorial y la tecnología. Por ello es útil la propuesta de analizar estos tres efectos por separado (Grossman y Krueger, 1992).

- i) El efecto *escala* se refiere al cambio en el total de la contaminación de una economía debido únicamente a una variación en la escala de la producción agregada de esa economía, bajo el supuesto de que la composición del producto por ramas productivas y la tecnología permanecen constantes (vale decir, la contaminación que se generaría si las ramas productivas crecieran a la misma tasa que la economía en su conjunto y sin que hubiera cambios tecnológicos). Si la composición (la distribución sectorial de la producción) y la tecnología permanecen constantes, entonces el volumen agregado de contaminación (generado por el total de las ramas) se relacionará positivamente con la escala de la producción agregada total. Es decir, si se supone constante tanto la composición de la producción como la tecnología, ello implica claramente suponer que no varía la participación de los componentes económicos de la producción (ni del valor agregado¹¹ ni de la proporción de insumos), por lo cual resultaría linealmente que, en una economía, a mayor producción, mayor contaminación.
- ii) El efecto *composición* se asocia al cambio en la contaminación total debido a que varía la composición del producto de la economía en términos de las ramas de actividad que la integran, en tanto que la tecnología en cada rama permanece constante. Es decir, la contaminación en las diversas ramas de la economía total crece a diferentes ritmos, asociados linealmente a las tasas a que se expande la producción de cada rama, mientras la tecnología permanece constante. También puede producirse un efecto composición *anticontaminante* en el caso de que haya un cambio en la contaminación total debido a un mayor crecimiento de la producción de las ramas más “limpias” y a un

¹⁰ Entre los factores desencadenantes de estos cambios los principales son las políticas económicas de apertura comercial (precisamente como en el caso de la apertura que implica el programa de la industria maquiladora), aunque ciertamente hay otros de similar importancia que pueden confluír, entre los que se cuentan, por ejemplo, la implementación de importantes reformas fiscales, los ciclos de los negocios y el poder social de las organizaciones no gubernamentales.

¹¹ Estos son los componentes relacionados con las actividades productivas directas de los diversos sectores de la economía y con los “servicios internalizados”, como la contabilidad, la investigación y desarrollo, y la comercialización.

retroceso (o menor crecimiento) de la correspondiente a las más “sucias”, de manera que la producción agregada crece más rápidamente que la contaminación total. Pero ciertamente también puede ocurrir un cambio estructural en el extremo contrario, que implique un gran crecimiento concentrado en las ramas más “sucias”, en cuyo caso se trataría de un efecto composición *pro-contaminante*. El efecto composición es, entonces, ambiguo y su resultado depende de la forma particular que haya asumido el crecimiento de las diferentes ramas industriales.

- iii) El efecto *tecnológico* se refiere a la variación en la contaminación total ocasionada por el cambio tecnológico en el interior de cada una de las ramas de la industria. Este efecto da lugar, en general, a un aumento o a una disminución de la cantidad de contaminantes generados por unidad de producto; es decir, modifica la intensidad de contaminación, tanto de cada rama como de la industria en su conjunto. Si el cambio tecnológico tiende a incrementar la limpieza del proceso productivo, el resultado será una disminución del indicador de intensidad de contaminación y, por ende, de la tendencia al aumento de los daños ambientales.

En este estudio no se ha considerado el efecto tecnológico, ya que por la inexistencia de información, no se puede conocer la variación en los indicadores de contaminación que reflejaría el impacto del cambio tecnológico. Es así que, por estas razones, la atención se centrará en los efectos escala y composición. El efecto escala es fácil de evaluar, pues para hacerlo se supone que no hay cambio alguno en la composición del producto por ramas y que todas las ramas crecen a la misma tasa –y con ellas la contaminación correspondiente– que el producto total. Por consiguiente, la tasa de crecimiento de la contaminación total asociada al efecto escala, c_e , tiene que resultar igual a la de la producción industrial en su conjunto. Como, según se ha dicho, en el caso de la maquila resulta más apropiado utilizar el valor agregado en lugar del valor de la producción industrial, en este estudio podemos considerar que la tasa de crecimiento asociada al efecto escala es igual a la tasa de crecimiento v del valor agregado del total de la industria maquiladora.

Con la información disponible, se ha calculado la tasa de crecimiento c del volumen de contaminación del total de la industria maquiladora; esta tasa debería incluir los efectos escala, composición y tecnológico. Pero como ya se ha dicho, no pudo tomarse en cuenta el efecto tecnológico, de manera que la tasa c aquí calculada abarca solo los efectos escala y composición. Y como la tasa de crecimiento de la contaminación total asociada al efecto escala es c_e , que según se ha visto, puede considerarse igual a la tasa de crecimiento v del valor agregado total, el efecto composición quedará medido por la diferencia entre c y $c_e = v$. Cabe notar entonces que si $c > v$ (la contaminación crece más rápido que el valor agregado), el proceso pro-

ductivo en su conjunto se está volviendo más contaminante; lo contrario ocurre si $c < v$. Si $c = v$, la intensidad de contaminación no está variando.

También interesa examinar los cambios en la concentración de la contaminación de la maquila, relacionándolos con el efecto composición. Con tal objeto se estimarán algunos indicadores. Sea, en cada año, R_5 el indicador de concentración de *producción* de las cinco ramas más grandes (en términos de su escala de producción), R_{5c} el indicador de concentración de *contaminación* de las cinco ramas más contaminantes (en términos de volúmenes de contaminación), y R_{c5} el indicador de concentración de *contaminación* de las cinco ramas más grandes.¹² Entonces, pueden definirse adicionalmente los siguientes indicadores:

$$E_{c1} = \frac{R_{5c}}{R_5}$$

$$E_{c2} = \frac{R_{c5}}{R_{5c}}$$

El indicador E_{c1} expresa la concentración de la contaminación comparada con la concentración de la producción de maquila, en tanto que el indicador E_{c2} estima el grado de contaminación de las ramas más grandes en cuanto a producción. Es importante notar que estos indicadores tienen valores positivos que expresan la composición del segmento de la industria en el que se concentran la producción maquiladora y la emisión de contaminantes, de la siguiente manera:

- i) $E_{c1} > 1$ implica que las cinco ramas más contaminantes tienen una participación en la contaminación total mayor que la participación de las cinco ramas más grandes en la producción total de un año dado; es decir, el valor de E_{c1} corresponde a un año en el que la concentración de la contaminación es mayor que la concentración de la producción, por lo cual se podría calificar la emisión de contaminantes como *comparativamente muy concentrada*. Lo contrario se concluiría si $E_{c1} < 1$.
- ii) De la consideración anterior se deriva que si con el transcurso del tiempo E_{c1} crece, ello indicaría que la emisión de contaminantes es *comparativamente cada vez más concentrada*.

¹² R_5 es la participación relativa de la producción de las cinco ramas más grandes en la producción maquiladora total de un año, R_{5c} es la participación relativa del volumen de la contaminación generada por las cinco ramas más contaminantes en el volumen total de la contaminación de la maquila en un año, y R_{c5} es la participación relativa del volumen de la contaminación generada por las cinco ramas con mayor producción en el volumen total de la contaminación de la maquila en un año.

iii) El indicador E_{c2} adopta valores entre 0 y 1. Con valores muy cercanos a 1 denota que las cinco ramas más grandes se ubican en un grado de contaminación cercano al de las cinco más contaminantes, por lo cual se determinaría un *alto grado de contaminación* de las ramas más grandes. Mientras más se acerque el valor de E_{c2} a 0, estará indicando un *menor grado de contaminación* de las ramas más grandes.

2. Metodología para estimar la contaminación de la industria

Las dos principales fuentes utilizadas en este estudio para estimar el volumen y la intensidad de la contaminación generada por la IME son el INEGI y el Banco Mundial. Del primero se obtuvieron los datos sobre el valor agregado de la maquila de acuerdo con el Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM) en los años 1988 y 2000 (poco más de una década, en años que no se relacionan con “salientes” depresivos ni expansivos). Por otra parte, ante la falta de una fuente disponible en México, se consultaron los indicadores del sistema de proyección de la contaminación industrial (*Industrial Pollution Projection System*, IPPS) del Banco Mundial, los cuales se refieren a la intensidad de la contaminación industrial manufacturera de Estados Unidos en 1987, y fueron publicados por Wheeler, Hettige, Martin y Singh (1999).¹³ Los indicadores se expresan en varias formas, y en este estudio se adoptó la serie expresada en libras de contaminantes por millón de dólares de valor agregado de la producción.

La metodología que se utilizó está basada en el empleo de ambas fuentes estadísticas, dado que se aplicaron dichos indicadores de emisión anual de contaminantes al valor agregado real, a nivel de rama maquila-

¹³ Wheeler utiliza información proveniente del Inventario de Emisiones Tóxicas (*Toxics Release Inventory*, TRI), elaborado por el Organismo de Protección del Medio Ambiente (EPA) de Estados Unidos, que contiene los informes detallados de las emisiones anuales al agua, los suelos y el aire de 328 sustancias químicas tóxicas producidas por alrededor de 20.000 plantas industriales de Estados Unidos durante 1987. Las cantidades anuales de sustancias contaminantes, agrupadas por ramas industriales de origen, son entonces agregadas por Wheeler en forma ponderada, de acuerdo con su grado de toxicidad, tomando como base para ello los indicadores de toxicidad y potencial cancerígeno reportados en la base de datos sobre salud humana y ecotoxicidad (*Human Health and Ecotoxicity Database*), también de la EPA. Los agregados así obtenidos en cada rama son finalmente divididos por el valor de la producción, así como por el valor agregado y el número de trabajadores de los establecimientos industriales considerados, dando lugar con ello a varios tipos de *índices de intensidad de la contaminación*. Los índices aquí adoptados son los que resultaron de dividir las cantidades de contaminantes por el valor agregado de los correspondientes establecimientos industriales, reportados por los autores en libras de contaminantes por millón de dólares de valor agregado de la producción.

dora (dos dígitos del SCNM). Los indicadores miden la cantidad física (kg) de contaminantes emitidos por unidad monetaria de valor agregado a precios constantes de 1987.¹⁴ Estos indicadores presentan la ventaja evidente de caracterizar con una sola cifra la contaminación de todo tipo producida por una rama industrial dada.¹⁵

Con esta información se ha estimado el volumen de la contaminación producida por 35 ramas de la industria maquiladora en los dos años de referencia. Para ello se partió del valor agregado real de la maquila a nivel de rama (dos dígitos del SCNM) en 1988 y el 2000. En el cuadro 2 se presenta un resumen de distribución sectorial y crecimiento. Los datos sobre valor agregado real se multiplican por los indicadores de contaminación correspondientes para obtener, como resultado, una estimación del volumen de contaminantes emitidos (en toneladas) por millón de pesos de valor agregado en cada rama de la maquila. La suma de estos volúmenes en todas las ramas es entonces el *volumen* de contaminación industrial de la maquila en cada año considerado. En el cuadro 3 se muestra el crecimiento de este volumen y su distribución sectorial en el cuadro 4.

Luego, para calcular la *intensidad* de contaminación promedio de la maquila en 1988 y el 2000 se divide el volumen de contaminación por el valor agregado real de cada año. Los resultados aparecen también en el cuadro 4.

La metodología presenta algunas limitaciones que deben explicarse. En primer lugar, como ya se mencionó, los indicadores del IPPS se basan en una amplia gama de emisiones (328 contaminantes) de la industria de Estados Unidos en 1987, por lo cual, a medida que su aplicación se aleja de 1987, dichos indicadores tienden a experimentar una obsolescencia progresiva y, por consiguiente, se vuelven cada vez menos realistas. Por esta razón, se presta mayor atención a los resultados de 1988 que a los del 2000, y se procede a la comparación intertemporal con cautela, de la manera más agregada posible y, en ocasiones, se hace más referencia a los datos sobre valor agregado real que a las estimaciones de la contaminación (o a la combinación de ambos).

En segundo lugar, hay diferencias (grandes, en algunas ramas) entre el valor agregado de la industria manufacturera estadounidense y el de la IME establecida en México. Ciertamente la IME está compuesta, en una alta proporción, por plantas estadounidenses, lo que razonablemente permite suponer similitudes tecnológicas. Sin embargo, ello no es neces-

¹⁴ Véase una aplicación de esta metodología a la industria mexicana en Fernández (1999).

¹⁵ Debe tenerse presente que el empleo de estos indicadores, si no se interpretan apropiadamente, implica asimismo riesgos obvios, como el de incurrir en simplificaciones excesivas al analizar un fenómeno tan complejo como es el de la contaminación, o bien el de hacer generalizaciones apresuradas al no distinguir entre los comportamientos contaminantes de las diferentes empresas dentro de una misma rama industrial.

riamente así, ya que el contenido del valor agregado difiere por el hecho de que refleja una menor integración vertical en la IME, en la cual los procesos son relativamente cortos y más especializados en tareas de ensamble y subensamble. Esto implica diferencias entre el valor agregado manufacturero de Estados Unidos y el valor agregado de la IME en términos de la intensidad de contaminación en algunas ramas, lo que obliga a interpretar con cautela los resultados de la aplicación de los indicadores.

En tercer lugar, el alcance de los indicadores del IPPS no llega a medir varios impactos ambientales de la IME, ya que algunos de ellos no son atribuibles al proceso productivo mismo, sino a la presión de la producción de maquila sobre el medio, dadas la insuficiente infraestructura sanitaria y la escasez de agua en las principales ciudades en las que se localiza la IME. Este es otro factor que impone precaución en el análisis de los resultados.

3. La contaminación de la maquila y los efectos escala y composición

a) Resultados de las estimaciones

Como ya se señaló en las primeras páginas, durante los dos últimos decenios del siglo XX la IME evolucionó a altas tasas de crecimiento anual. En el cuadro 3 puede apreciarse que el valor agregado real de la maquila se expandió anualmente a razón de 11,4%. También se observa que en la actividad maquiladora no aparece incorporada la industria petroquímica básica (rama 34 del SCNM), ni la de abonos y fertilizantes (rama 36), ambas altamente contaminantes, en términos de toxicidad, demanda biológica de oxígeno y emisión de partículas totales (Ten Kate, 1993). Otras industrias cuya intensidad de contaminación también es alta, como la química básica, la de metales no ferrosos también básica y la de fibras químicas, han tenido una participación muy pequeña en el valor agregado de la maquila. En el cuadro 2 se muestra que de un total de 35 ramas productivas (a nivel de dos dígitos del SCNM), las cinco más grandes en los años 1988 y 2000 fueron las de los siguientes rubros: electrónica, piezas y partes de vehículos, vestuario, equipos eléctricos y otras manufacturas, que generaron en conjunto cerca del 70% del valor agregado total de la IME. Estas cinco ramas que concentran tan elevado porcentaje del valor agregado de la maquila exhiben indicadores de contaminación muy por debajo de los de otras ramas ausentes de la IME o con una participación casi nula en ella (véase el gráfico 1).

Cuadro 2
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL VALOR AGREGADO REAL DE LA INDUSTRIA
MAQUILADORA, SEGÚN RAMAS, 1988 Y 2000a

1988		2000			
RAMAS	%	RAMAS	%		
Las cinco ramas más grandes		Las cinco ramas más grandes			
54	Electrónica	27,9	54	Electrónica	25,7
57	Autopartes	22,7	57	Autopartes	19,1
55	Equipos y aparatos eléctricos	8,3	27	Prendas de vestir	12,3
59	Otras manufacturas	5,5	59	Otras manufacturas	7,7
27	Prendas de vestir	5,1	55	Equipos y aparatos eléctricos	6,3
Las demás ramas		Las demás ramas			
52	Maquinaria y aparatos eléctricos	4,9	26	Otros textiles	5,2
26	Otros textiles	4,2	52	Maquinaria y aparatos eléctricos	4,0
42	Plásticos	3,7	42	Plásticos	2,7
30	Otros de madera y corcho	3,3	50	Otros metálicos	2,4
51	Maquinaria no eléctrica	2,1	51	Maquinaria no eléctrica	2,2
50	Otros metálicos	1,5	30	Otros de madera y corcho	2,0
53	Electrodomésticos	1,4	53	Electrodomésticos	1,8
28	Cuero y calzado	1,4	28	Cuero y calzado	0,9
12	Productos de frutas y legumbres	0,8	58	Equipo y material de transporte	0,8
45	Productos de minerales no metálicos	0,7	24	Textiles de fibras blandas	0,7
48	Muebles metálicos	0,5	49	Productos metálicos estructurales	0,6
58	Equipo y material de transporte	0,4	12	Productos de frutas y legumbres	0,5
41	Productos de hule	0,4	45	Productos de minerales no metálicos	0,4
38	Productos farmacéuticos	0,3	31	Papel y cartón	0,4
19	Otros productos alimenticios	0,3	38	Productos farmacéuticos	0,4
40	Otros productos químicos	0,2	41	Productos de hule	0,3

(continúa)

Cuadro 2 (conclusión)

1988		2000			
RAMAS	%	RAMAS	%		
32	Imprentas y editoriales	0,2	32	Imprentas y editoriales	0,3
11	Carnes y lácteos	0,2	43	Vidrio y productos de vidrio	0,3
31	Papel y cartón	0,1	46	Básicos de hierro y acero	0,3
49	Productos metálicos estructurales	0,1	48	Muebles metálicos	0,2
37	Fibras químicas	0,1	19	Otros productos alimenticios	0,2
35	Química básica	0,1	40	Otros productos químicos	0,1
47	Básicos de metales no ferrosos	0,0	47	Básicos de metales no ferrosos	0,1
43	Vidrio y productos de vidrio	0,0	37	Fibras químicas	0,1
46	Básicos de hierro y acero	0,0	22	Refrescos y aguas	0,0
33	Petróleo y derivados	0,0	25	Textiles de fibras duras	0,0
39	Jabones y cosméticos	0,0	35	Química básica	0,0
			39	Jabones y cosméticos	0,0
			11	Carnes y lácteos	0,0
Ramas sin producción en la industria		Ramas sin producción en la industria			
maquiladora de exportación (IME)		maquiladora de exportación (IME)			
22	Refrescos y aguas	0,0	33	Petróleo y derivados	0,0
24	Textiles de fibras blandas	0,0			
25	Textiles de fibras duras	0,0			
Total de la maquila		100.0	Total de la maquila		100.0

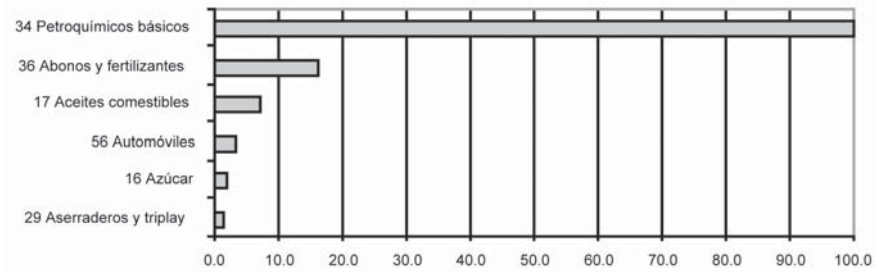
Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), La producción, salarios, empleo y productividad de la industria maquiladora de exportación. Total nacional, 1988-2000.

Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM), México, D.F., 2001.

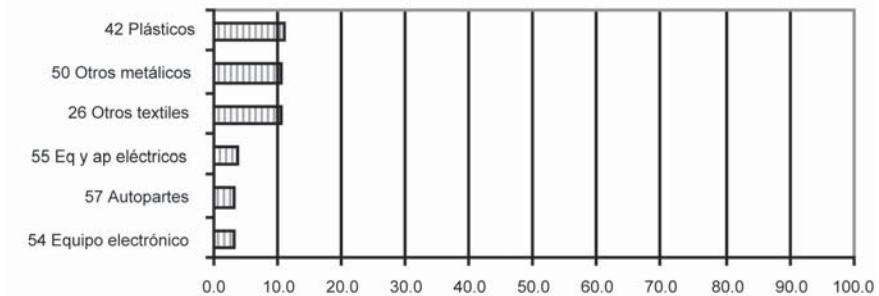
^a Los porcentajes se basan en cifras en dólares a precios constantes de 1993. Las sumas no son exactas porque no se incluye la maquila en las ramas de servicios profesionales, esparcimiento y otros servicios.

Gráfico 1
 ÍNDICES DE INTENSIDAD DE CONTAMINACIÓN EN SEIS RAMAS INDUSTRIALES
 SELECCIONADAS
 (Índice máximo = 100)

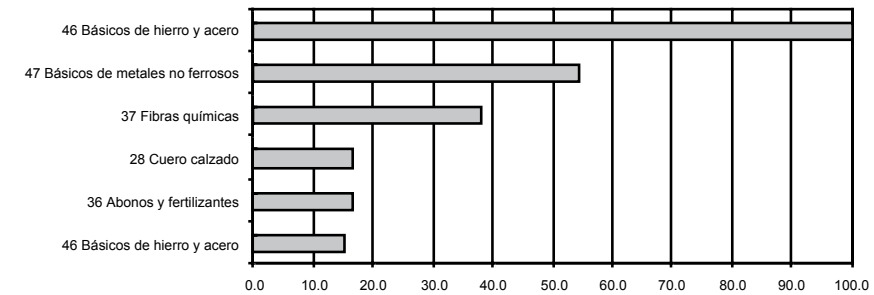
a) Ramas sin producción en la industria maquiladora de exportación (IME)



b) Ramas con de mayor volumen de contaminación



c) Ramas con la de mayor intensidad de contaminación



Fuente: Estimaciones propias sobre la base de información presentada en los cuadros 2 y 3 y del Sistema de Proyección de la Contaminación Industrial (IPPS en inglés) del Banco Mundial.

En los cuadros 2 y 4 puede apreciarse un cambio importante entre los años 1988 y 2000. Se trata del abandono de la maquila de derivados del petróleo (altamente contaminante) y la incorporación de nuevas ramas productivas con bajas intensidades de contaminación, aunque con alta demanda de agua, que son las de refrescos y aguas (rama 22 del SCNM), textiles de fibras blandas (24) y textiles de fibras duras (25).

Hay cierta coincidencia entre las ramas de la industria maquiladora más contaminantes (de acuerdo con las estimaciones de volumen de contaminación aquí presentadas) y las más grandes en cuanto a producción, si bien existen, al mismo tiempo, ciertas diferencias. Según se muestra en los cuadros 2 y 4, en el grupo de las cinco ramas más contaminantes en 1988 aparecen tres ramas que también integran el grupo de las cinco más grandes: electrónica (rama 54 del SCNM), piezas y partes de vehículos (57) y equipos y aparatos eléctricos (55). Las dos ramas altamente contaminantes que no figuran entre las cinco más grandes son otros textiles (26) y plásticos (42). En los mismos cuadros 2 y 4 se observa que, en el año 2000, solamente dos ramas, la electrónica (54) y la automotriz (57), aparecen entre las cinco más contaminantes y las cinco más grandes.

De acuerdo con los datos obtenidos, la composición del grupo de las cinco ramas más grandes se mantuvo de un año de referencia al otro, aunque hubo un cambio en el orden de importancia de las ramas, ya que aumentó el peso relativo del vestuario (27), cuya intensidad de contaminación es baja. Por otro lado, se habría producido un ligero cambio en la composición del grupo de las cinco ramas más contaminantes, del cual salió la de equipos y aparatos eléctricos (55), reemplazándola la de otros productos metálicos (50). La primera tiene una menor intensidad de contaminación que la segunda. Se estima, por lo tanto, que aumentó la importancia relativa de la rama 50, que presenta una alta intensidad de contaminación, y de la 27, cuya intensidad es baja, en tanto que, al mismo tiempo, disminuyó la importancia relativa de la rama 55, también con baja intensidad de contaminación. Estos reajustes estructurales y las altas tasas de crecimiento¹⁶ sugieren que puede haber efectos escala y composición.

¹⁶ Las tasas de crecimiento del valor agregado y de la contaminación en 1988 y el 2000 coinciden por rama, puesto que la intensidad de la contaminación de cada rama se tuvo que suponer fija (excluyendo, por consiguiente, el cambio tecnológico y su impacto ambiental). Únicamente el total del valor agregado creció a distinta tasa que el agregado de contaminación, y la intensidad de la contaminación agregada varió, como resultado lógico del cambio en la distribución de ramas con distintas intensidades de contaminación.

Cuadro 3
 CRECIMIENTO DEL VALOR AGREGADO REAL Y DEL VOLUMEN DE
 CONTAMINACIÓN DE LA INDUSTRIA MAQUILADORA,
 SEGÚN RAMAS, 1988 Y 2000^a
 (En porcentajes)

RAMAS	Tasa de crecimiento promedio anual
Las cinco ramas que más crecieron	20,4
46 Básicos de hierro y acero	33,4
49 Productos metálicos estructurales	29,9
43 Vidrio y productos de vidrio	29,8
31 Papel y cartón	21,5
27 Prendas de vestir	19,8
Las demás ramas que crecieron	10,6
47 Básicos de metales no ferrosos	19,0
58 Equipo y material de transporte	16,8
32 Imprentas y editoriales	16,2
39 Jabones y cosméticos	15,8
50 Otros metálicos	15,6
59 Otras manufacturas	14,5
53 Electrodomésticos	13,9
38 Productos farmacéuticos	13,6
26 Otros textiles	13,3
51 Maquinaria no eléctrica	11,4
54 Electrónica	10,6
57 Autopartes	9,8
52 Maquinaria y aparatos eléctricos	9,5
41 Productos de hule	9,0
55 Equipo y aparatos eléctricos	8,9
37 Fibras químicas	8,7
42 Plásticos	8,5
28 Cuero y calzado	7,6
45 Productos de minerales no metálicos	7,1
30 Otros de madera y corcho	6,9
40 Otros productos químicos	6,6
12 Productos de frutas y legumbres	6,5
19 Otros productos alimenticios	6,3
35 Química básica	5,8

(continúa)

Cuadro 3 (conclusión)	
RAMAS	Tasa de crecimiento promedio anual
48 Muebles metálicos	2,5
Rama que decreció	
11 Carnes y lácteos	-13,8
Ramas sin producción en la IME en uno de los dos años	
22 Refrescos y aguas	NA
24 Textiles de fibras blandas	NA
25 Textiles de fibras duras	NA
33 Petróleo y derivados	NA
Valor agregado total de la maquila	11,4
Volumen de contaminación	10,9
Intensidad de contaminación	-0,4

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), La producción, salarios, empleo y productividad de la industria maquiladora de exportación. Total nacional, 1988-2000, Sistema de Cuentas Nacionales de México (SCNM), México, D.F., 2001.

^a Los porcentajes se basan en cifras en dólares a precios constantes de 1993. Las sumas no son exactas porque no se incluye la maquila en las ramas de servicios profesionales, esparcimiento y otros servicios.

Cuadro 4
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL VOLUMEN DE CONTAMINACIÓN DE LA
INDUSTRIA MAQUILADORA SEGÚN RAMAS
1988 Y 2000

1988		2000	
RAMAS	Porcentaje	RAMAS	Porcentaje
Las cinco ramas más contaminantes		Las cinco ramas más contaminantes	
54 Electrónica	23,36	54 Electrónica	22,55
57 Autopartes	18,52	57 Autopartes	16,41
26 Otros textiles	11,84	26 Otros textiles	15,26
42 Plásticos	10,94	42 Plásticos	8,42
55 Equipo y aparatos eléctricos	7,85	50 Otros metálicos	6,95
Las demás ramas		Las demás ramas	
28 Cuero y calzado	6,26	55 Equipo y aparatos eléctricos	6,31
50 Otros metálicos	4,23	28 Cuero y calzado	4,38

(continúa)

Cuadro 4 (continuación)

1988		2000	
RAMAS	Porcentaje	RAMAS	Porcentaje
59 Otras manufacturas	2,63	30 Otros de madera y corcho	2,36
52 Maquinaria y aparatos eléctricos	2,06	52 Maquinaria y aparatos eléctricos	1,77
35 Química básica	1,53	47 Básicos de metales no ferrosos	1,58
51 Maquinaria no eléctrica	1,07	51 Maquinaria no eléctrica	1,14
37 Fibras químicas	0,83	31 Papel y cartón	1,10
41 Productos de hule	0,72	46 Básicos de hierro y acero	1,09
47 Básicos de metales no ferrosos	0,68	35 Química básica	0,87
38 Productos farmacéuticos	0,60	38 Productos farmacéuticos	0,81
45 Productos de minerales no metálicos	0,56	53 Electrodomésticos	0,72
53 Electrodomésticos	0,53	58 Equipo y material de transporte	0,70
40 Otros productos químicos	0,41	37 Fibras químicas	0,65
58 Equipo y material de transporte	0,37	41 Productos de hule	0,58
31 Papel y cartón	0,37	24 Textiles de fibras blandas	0,58
48 Muebles metálicos	0,33	27 Prendas de vestir	0,44
12 Productos de frutas y legumbres	0,18	45 Productos de minerales no metálicos	0,37
27 Prendas de vestir	0,17	49 Productos metálicos estructurales	0,36
46 Básicos de hierro y acero	0,12	40 Otros productos químicos	0,25
49 Productos metálicos estructurales	0,05	48 Muebles metálicos	0,13
32 Imprentas y editoriales	0,05	12 Productos de frutas y legumbres	0,11
11 Carnes y lácteos	0,05	32 Imprentas y editoriales	0,09
19 Otros productos alimenticios	0,01	43 Vidrio y productos de vidrio	0,08
43 Vidrio y productos de vidrio	0,01	25 Textiles de fibras duras	0,03

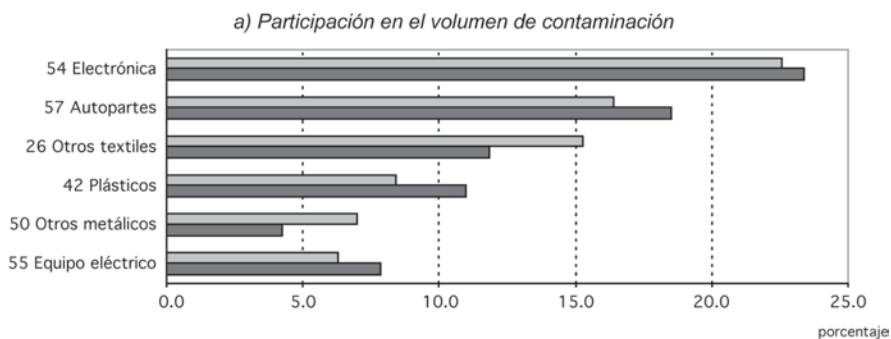
(continúa)

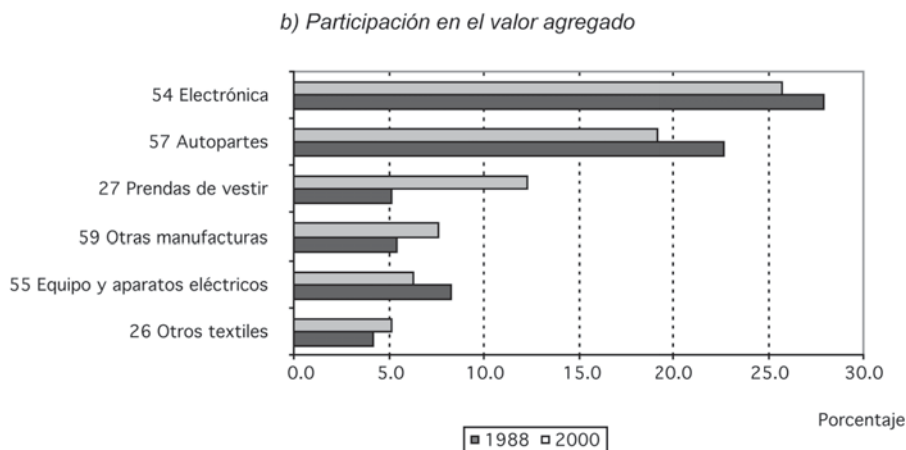
Cuadro 4 (conclusión)

1988		2000	
RAMAS	Porcentaje	RAMAS	Porcentaje
33	Petróleo y derivados	0,01	
39	Jabones y cosméticos	0,01	
Ramas sin producción en la IME			
22	Refrescos y aguas	0,00	
24	Textiles de fibras blandas	0,00	
25	Textiles de fibras duras	0,00	
Total	100,0	Total	100,0
Intensidad (kg/Millón Dls 1993)	1,089	Intensidad (kg/Millón Dls 1993)	1,037

Fuente: Cálculos propios.

Gráfico 2
 PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE LAS SEIS RAMAS MÁS IMPORTANTES EN LA CONTAMINACIÓN Y EL VALOR AGREGADO DE LA INDUSTRIA DE LA MAQUILA, 1988 y 2000





Fuente: Estimaciones propia sobre la base de información presentada en los cuadros 2 y 3.

Los datos del cuadro 4 acusan la gran diversidad sectorial de la contaminación de la maquila, relacionada con la amplitud de la gama de productos procesados y acentuada por las diferencias entre ramas en cuanto a intensidades de contaminación. Con respecto al volumen de contaminación, se estima que en 1988 la participación en la contaminación total varió desde un máximo de 28%, correspondiente a la electrónica, hasta el mínimo, prácticamente nulo, registrado por la rama de jabones y cosméticos. En el año 2000 se calcula que la mayor generadora de contaminantes volvió a ser la electrónica (con una participación del 26%), y la menor, la rama de carnes y lácteos (que casi no contaminó). Por otro lado, si se compara la intensidad de contaminación, las diferencias también son enormes, desde el valor máximo exhibido por la química básica hasta el mínimo que anota la rama del vestuario, equivalente al 0,1% de la intensidad de contaminación de la primera. Pero, como ya se explicó, pese a esta amplia diversidad, la contaminación está altamente concentrada en pocas ramas, de manera más o menos similar a lo que ocurre con la concentración de la producción.

Se ha estimado aquí que la intensidad de contaminación del total de la industria maquiladora en el año 1988 fue de 1.09 toneladas de contaminantes por millón de dólares de valor agregado (a precios de 1993), y en el año 2000, de 1.04 toneladas. Esto significaría que hubo una leve reducción de la intensidad promedio, lo que implica un débil efecto composición *anticontaminante*. En efecto, de acuerdo con los indicadores introducidos en la sección anterior, se calculó que la IME en su conjunto genera contaminantes debido principalmente al efecto escala, con un débil efecto composición *anticontaminante*.

Como se señaló al principio de esta sección, entre 1988 y el 2000 la producción de la IME, medida por su valor agregado, se incrementó a una tasa media anual v del 11,4%, y la contaminación exhibió una expansión similar, aunque ligeramente menor, a una tasa c del 10,9% anual en promedio (véanse los cuadros 2 y 3). La diferencia entre ambas tasas resultó ser pequeña de acuerdo con las estimaciones de este estudio. En el cuadro 5 se aprecia un efecto composición *anticontaminante* débil y un efecto escala fuerte. También puede observarse que, dada la expansión industrial de la maquila, la tasa media de crecimiento anual c_e asociada al efecto escala (11,4%, igual a la tasa de crecimiento medio anual v del valor agregado), es mayor que la tasa media del 10,9% de crecimiento anual c del volumen de contaminación y, por consiguiente, la diferencia c_e resulta negativa y reducida (apenas medio punto porcentual). En otras palabras, se estima que, en términos agregados, una gran parte de la explicación del incremento de la contaminación es atribuible al efecto escala, mientras que al efecto composición *anticontaminante* le corresponde una pequeña parte. Esto es consistente con la leve disminución mostrada por la intensidad de contaminación total de la maquila, mencionada anteriormente. También es consistente con la tendencia ligeramente descendente en la intensidad del uso de energía y combustibles en la IME, tema que se ampliará más adelante.

Cuadro 5
INDICADORES DE LOS EFECTOS ESCALA Y COMPOSICIÓN
EN LA INDUSTRIA DE MAQUILA, 1988 y 2000

INDICADOR ^a	Valor medio anual (porcentaje)
C	10,9
c_e	11,4
c_c	-0,5

Fuente: Estimación propia sobre la base de información presentada en el cuadro 3.

^a c : Tasa de crecimiento de la contaminación.

c_e : Tasa de crecimiento de la contaminación asociada al efecto escala.

c_c : Diferencia entre c y c_e asociada al efecto composición.

Cuadro 6
INDICADORES DE ESTRUCTURA INDUSTRIAL
DE LA MAQUILA, 1988 y 2000

INDICADOR ^a	1988	2000
R_5	69,5%	71,1%
R_{5c}	72,5%	69,6%
Rc_5	52,4%	49,2%
E_{c1}	1,04	0,98
E_{c2}	0,72	0,71

Fuente: Estimación propia sobre la base de información presentada en los cuadros 2 y 4.

Por otro lado, en el cuadro 6 se muestra el indicador de concentración de la producción R_5 , que en 1988 era de un 69,5% y en el 2000, de un 71,1%. Ambos valores resultan muy cercanos a los del indicador de contaminación R_{5c} , calculados en un 72,5% y un 69,6%, respectivamente. Esto significa que el valor agregado ha sido tan concentrado como la emisión de contaminantes de la maquila, aunque se han encontrado someros cambios que aumentan ligeramente la concentración del valor agregado y reducen –también en forma leve– la de la contaminación. El indicador de la concentración de la contaminación en las cinco ramas más grandes, Rc_5 , tiene valores todavía más bajos: un 52,4% en 1988 y un 49,2% en el 2000. Por lo tanto, se estima que la concentración de la producción ha sido casi similar a la de la contaminación, y que las cinco ramas más grandes no son exactamente las más contaminantes, dado que contaminan menos que las cinco más contaminantes.

Estos resultados se reflejan en los indicadores de estructura E_{c1} y E_{c2} (presentados en el cuadro 6). El primer indicador es prácticamente igual a la unidad, con una ligera baja de 1.04 a 0.98 en el período considerado, lo que significa que la contaminación es comparativamente casi igual de concentrada que la producción, aunque la primera parece haber venido disminuyendo, y que las cinco ramas más grandes no presentan un *alto grado de contaminación*. El segundo de estos indicadores no es tan cercano a la unidad (0.7 en ambos años), lo que sugiere que la concentración de la contaminación de las cinco ramas más grandes no es muy cercana a la de las cinco más contaminantes.

Si las disminuciones de los indicadores E_{c1} y E_{c2} fueron muy pequeñas, ello estaría denotando que la emisión de contaminantes se volvió comparativamente un poco menos concentrada (con respecto a la concentración del valor agregado) entre 1988 y el 2000, que las cinco ramas más grandes tuvieron un ligero descenso de su grado de contaminación y que

no son tan contaminantes como las cinco más contaminantes. Estos cambios probablemente se acentuarían si se incluyera el cambio tecnológico en las estimaciones.

Hay evidencias de la incorporación de algunas innovaciones tecnológicas asociadas al cuidado ambiental, así como de la certificación ISO 14000 y la certificación "Industria Limpia", del gobierno de México, aunque su adopción aún no es amplia. Con estas innovaciones (como un efecto tecnológico), en la industria maquiladora parece estar reduciendo la intensidad de contaminación por producto procesado. Esta hipótesis es apoyada por otras constataciones, como por ejemplo la tendencia declinante (aunque lenta) del coeficiente de consumo de energía y combustible con respecto al valor agregado en la IME en años recientes (véase el cuadro 7).

Cuadro 7
PARTICIPACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA Y LOS COMBUSTIBLES EN EL VALOR
AGREGADO DE LA MAQUILA (En porcentajes)

Consumo de energía eléctrica como porcentaje del valor agregado	2,9	2,8
Consumo de combustibles y lubricantes como porcentaje del valor agregado	0,8	0,7
Tamaño promedio de las plantas (trabajadores por planta)	333	326

Fuente: Año 1997: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), *Encuesta industrial anual 1998*, México, D.F.; año 2001 y *Encuesta industrial anual 2000-2001*, México, D.F., 2002.

4. Recapitulación y principales conclusiones

Este estudio se elaboró con la intención de contribuir (así fuera modestamente) al estudio del tema mediante el cálculo de la intensidad de contaminación de la industria de maquila en dos años, 1988 y el 2000, la comparación con otras fuentes de información disponibles y el examen de las tendencias más relevantes. Una hipótesis planteada en este estudio es que el problema de la contaminación de la maquila se relaciona más con la expansión de la escala de producción que con la evolución estructural por tipo de productos procesados o, en otras palabras, que en la IME el efecto escala es más fuerte que el efecto composición.

En vista de la falta de una fuente estadística sobre la generación de contaminantes de las maquiladoras en México, se acudió a los indicadores del IPPS del Banco Mundial, los cuales se refieren a la intensidad de la contaminación industrial manufacturera de Estados Unidos en 1987, y fueron publicados por Wheeler Hettige, Martin y Singh (1999). Para este

estudio se adoptó la serie expresada en libras de contaminantes por millón de dólares del valor agregado de la producción, para aplicarlos al valor agregado real de la maquila reportado por el INEGI. Sobre esta base se calcularon indicadores de kilogramos de contaminantes emitidos por unidad monetaria de valor agregado de la maquila a precios constantes y, a partir de ello, se calcularon también los volúmenes de contaminación de la maquila. La comparación intertemporal de estos cálculos debe hacerse cuidadosamente y de manera agregada, en vista de que a medida que la aplicación de dichos indicadores se aleja de 1987, se vuelven progresivamente obsoletos. También hay que tener cuidado al interpretar los resultados de la aplicación de los indicadores del IPPS, dado que el valor agregado de la maquila difiere del valor agregado de la industria manufacturera estadounidense, a lo que se agrega que estos indicadores no alcanzan a medir varios impactos ambientales de la IME, algunos de los cuales no son atribuibles al proceso productivo mismo, sino a la presión de la producción maquiladora sobre el medio.

A partir de estas estimaciones, se calcularon indicadores de los efectos escala y composición, con el fin de poder analizar la evolución de la contaminación de la IME, siguiendo la propuesta de Grossman y Krueger (1992). El efecto tecnológico no pudo incorporarse en estas estimaciones, pero en la revisión de los resultados se consideró la evidencia de cambios tecnológicos en la industria maquiladora. También se estimaron varios indicadores de concentración de producción y contaminación.

Los resultados de las estimaciones parecen validar la hipótesis aquí planteada de un fuerte efecto escala y un débil efecto composición *anticontaminante* de la maquila en el período 1988-2000, además de mostrar evidencias de un efecto tecnológico también *anticontaminante*. Por lo tanto, el efecto escala parece ser central, lo que acusaría una presión alta y creciente sobre el ambiente de la región fronteriza. El resultado de un débil efecto composición *anticontaminante* es consistente con la ligera tendencia a la baja en la intensidad de uso de energía y combustibles en la IME.

En concordancia con el efecto composición, se identificaron algunos reajustes estructurales en la IME. Por ejemplo, en 1988 tres ramas del grupo de las cinco más grandes figuraron también en el grupo de las cinco más contaminantes, en tanto que en el 2000 solamente fueron dos las ramas que coincidieron en ambos grupos. La composición del grupo de las cinco ramas más grandes se mantuvo de un año de referencia al otro (aunque hubo un cambio en el orden de importancia de las ramas, que favoreció a las con menor intensidad de contaminación). Por el contrario, en el grupo de las cinco ramas más contaminantes se detectaron ligeros aumentos de la importancia relativa de una rama con alta intensidad de contaminación y

de otra con baja intensidad, a la vez que disminuía la importancia relativa de una rama con baja intensidad de contaminación.

Estas estimaciones permitieron identificar una gran diversidad sectorial en la contaminación de la maquila, atribuible a la amplitud de la gama de productos procesados y acentuada por las diferencias entre las ramas en cuanto a intensidad de contaminación. Por ejemplo, en 1988, las diferencias en el volumen de contaminación van desde el máximo registrado por la electrónica (28% del total), hasta el mínimo correspondiente a la rama de jabones y cosméticos (que prácticamente no generó contaminación). Por otro lado, si se compara la intensidad de contaminación, las diferencias también son enormes. Los valores más altos son los estimados para la química básica y los más bajos, para la rama del vestuario, cuya intensidad de contaminación representa el 0,1% de la alcanzada por la primera. No obstante esta amplia diversidad, la contaminación está altamente concentrada en pocas ramas, de manera similar a lo que ocurre con la producción.

El efecto composición débil y *anticontaminante* podría explicar por qué la concentración del valor agregado tiende a crecer levemente, a diferencia de la concentración de la contaminación, que tiende a bajar, también ligeramente (según las estimaciones de este estudio). El indicador de concentración del valor agregado es casi igual al de la contaminación, aunque con someros cambios en direcciones opuestas: el primero aumenta ligeramente, en tanto que el segundo disminuye, también en forma muy poco significativa.

Hay evidencias de la adopción de innovaciones tecnológicas *anti-contaminantes*, varias de ellas avaladas por las certificaciones ISO 14000 e "Industria Limpia". Este cambio tecnológico implicaría una tendencia decreciente de la intensidad de contaminación en cada rama o en la mayoría de ellas y, por lo tanto, una reducción del ritmo de incremento de las emisiones asociado al aumento de la producción. El cambio tecnológico también se manifiesta en la tendencia declinante del coeficiente de consumo de energía y combustible con respecto al valor agregado en la IME.

Bibliografía

- Fernández, Óscar A. (1999), "Efectos de la aplicación de un impuesto ecológico neutral en México: Análisis mediante un modelo de equilibrio general computable," *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México*, Alfonso Mercado (comp.), México, D.F., El Colegio de México/Fondo de Cultura Económica.
- Grossman, Gene M. y Alan B. Krueger (1992), "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement", *NBER Working Paper*, N° 3914, National Bureau of Economic Research, noviembre.
- Méndez, Elizabeth (1995), "La industria maquiladora en Tijuana: riesgo ambiental y calidad de vida", *Comercio exterior*, febrero, México, D.F.
- Mercado, Alfonso (2000), "El comportamiento empresarial con respecto al cumplimiento de las normas ambientales en la industria mexicana," *Sociedad, derecho y medio ambiente*, Martha Bañuelos (coord.), México, D.F., Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Procuraduría Federal de Protección Ambiental.
- ____ (1998), "Evaluación ambiental de la industria maquiladora en México," documento presentado al seminario *Industrial Transformation in Latin America*, organizado por el Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), el International Human Dimensions Programme (HDP), la Academia Brasileña de Ciencias y la U.S. National Science Foundation (NSF), Universidad de Campinas, São José dos Campos, Brasil, 12 al 13 de noviembre.
- Mercado, Alfonso y María de Lourdes Blanco (2003), "Las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas para la industria mexicana: alcances, exigencia y requerimientos de reforma," *Gestión y política pública*, vol. 12, N° 1, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), enero.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2000), *Environmental Performance Reviews. First Cycle: Conclusions and Recommendations*.

- 32 Countries (1993-2000), Report on Mexico, OECD Working Party on Environmental Performance, París, noviembre.
- Sánchez, Roberto (1990), "Otra manera de ver la maquiladora: riesgos en el medio ambiente y la salud," *Subcontratación y empresas transnacionales*, Bernardo González-Aréchiga y José Carlos Ramírez (coords.), México, D.F., El Colegio de la Frontera Norte/Fundación Friedrich Ebert.
- Ten Kate, Adriaan, (1993), "Industrial development and the environment in Mexico", *Policy Research Working Papers (WPS)*, N° 1125, Washington, D.C., Banco Mundial, abril.
- Urquidi, Víctor L. (2002), "El problema de los desechos industriales en México," *Comercio exterior*, vol. 52, N° 3, marzo.
- Varady, Robert, Patricia Romero-Lankao y Catherine Hankins (2002), "Whither hazardous-materials management in the U.S.-Mexico border region?", *Both sides of the border. Transboundary environmental management issues facing Mexico and the United States*, Linda Fernández y Richard T. Carson (eds.), Boston, Kluwer Academic Publishers.
- Wheeler, D., Hemamala Hettige, Paul Martin y Manjula Singh (1999), "The Industrial Pollution Projection System", *Policy Research Paper*, N°1431, Washington, D.C., Banco Mundial.