



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ECONOMÍA

**GASTO AMBIENTAL EN EL SECTOR DE MINERALES
NO METÁLICOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A :

ANNETTE MARIANELLA GARCÍA CHÁVEZ

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. LILIA DOMÍNGUEZ VILLALOBOS



CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DEL 2004.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A MÍ FAMILIA POR SU APOYO INCONDICIONAL.

*A mi padre, por haber sido mi ejemplo a seguir
Jamás olvidaré ninguno de sus consejos porque
ellos son la base de mi vida.*

Lo logramos papá.

*A mi madre, por ser una mujer integra y llena de
una fuerza vital que siempre le admirare. Por
estar a mi lado en todo momento y por
apoyarme en todo lo que deseo
emprender.*

*A mi hermanita Ana Elsi, por ser la mejor hermana
que alguien puede tener, por apoyarme y
creer siempre en mí.*

AGRADECIMIENTOS

A Juan Carlos, por darme su amor y apoyo de manera incondicional. Porque cuando pierdo el piso él está ahí para ubicarme y cuando me caigo él siempre ha estado para levantarme.

A mi mejor amiga Adriana, de quien sólo he encontrado buenos consejos y un gran apoyo moral. De quien he aprendido que la vida es para disfrutarse y hacer lo que uno quiere hacer.

A Sayuri de quien aprendí que cuando uno empieza algo siempre lo debe de concluir y de la mejor manera. Además le agradezco la amistad que me brinda y la cual perdurará para toda la vida.

AGRADECIMIENTOS

*A la Maestra Lilia Dominguez Villalobos
porque gracias a su apoyo y paciencia
pude realizar este trabajo*

*A mis sinodales por sus valiosos consejos
que contribuyeron a la mejoría
de ésta tesis*

*A la UNAM por haber sido mi casa durante
tanto tiempo y darme lo mejor de ella.*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
1. EL ENFOQUE CLÁSICO Y EL NUEVO PARADIGMA SOBRE EL TRATO DE LA INTERNALIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN	8
1.1. El enfoque de la contaminación, según la teoría neoclásica	9
1.1.1. Manera de corregir las externalidades	14
1.2. Debate acerca del impacto del gasto ambiental y el nuevo paradigma de Porter	17
1.2.1. La ecoeficiencia en el medioambiente	18
1.2.2. Enfoque alternativo, planteado por Michael Porter	21
1.2.2.1. <i>Hacia una nueva concepción de la relación competitividad-medioambiente</i>	21
1.2.2.2. <i>Beneficios de la innovación</i>	22
1.2.2.3. <i>La regulación medioambiental como incentivo para la innovación</i>	24
2. DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE MINERALES NO METÁLICOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL	28
2.1. Antecedentes históricos	29
2.1.1. Antecedentes de la industria del cemento y del vidrio	31
2.2. Evolución de la industria de minerales no metálicos	32
2.2.1. Productividad laboral	38
2.2.2. Comercio exterior	40
2.2.3. Organización industrial	43
2.3. Proceso productivo y medio ambiente: Rama 44. Cemento hidráulico	46
2.3.1. Descripción del proceso Productivo	47
2.3.2. Impacto en el medioambiente	53
2.3.3. Acciones empleadas para la consolidación y conciencia del impacto ambiental	54
2.4. Proceso productivo y medio ambiente: Rama 43. Vidrio y otros productos del vidrio	59
2.4.1. Descripción del proceso productivo	61
2.4.2. Impacto ambiental	63
2.4.3. Acciones empleadas para la consolidación y conciencia del impacto ambiental	63
2.5. Análisis del gasto ambiental en la industria de minerales no metálicos	68
3. DETERMINANTES DE LA CONTAMINACIÓN Y APLICACIÓN DE UN MODELO ECONÓMETRICO	74
3.1. Impacto del gasto ambiental den la productividad: revisión de los estudios más relevantes	75

	3
3.2. Metodología de análisis	83
3.3. Especificación del modelo para el análisis del impacto de la regulación ambiental de la industria de minerale no metálicos	85
3.4. Resultados y conclusiones obtenidas de la especificación del modelo para el análisis del gasto ambiental dentro de la industria de minerales no metálicos	87
CONCLUSIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	96
HEMEROGRAFÍA	99

INTRODUCCIÓN

Durante las primeras décadas posteriores a la Revolución Mexicana, el modelo de desarrollo y, por tanto, los programas y presupuestos públicos de nuestro país, consideraron prioritario evitar que las empresas estuvieran expuestas a las presiones de competidores del exterior, lo que significa que México antes de 1980 era un país proteccionista que le daba demasiados privilegios a la industria mexicana para que llevara a cabo con mejor éxito el proceso de sustitución de importaciones. Bajo éste contexto el gobierno mexicano empezó a mostrar interés sobre el problema de la contaminación del medio ambiente lo cual se vio reflejado con la promulgación de la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental en 1971. Para la aplicación de esta ley se creó la Subsecretaría de la Protección Ambiental. En 1972 la delegación mexicana participó en la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano (Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, CESPEDES, 2000).

A pesar de esto el gobierno mexicano no le dio la suficiente importancia a la contaminación que se estaba generando ni a la explotación de recursos. El crecimiento era prioridad. Esto provocó que las empresas no invirtieran en maquinaria y equipo de tecnología avanzada ni llevaran a cabo programas que permitieran menos emisiones de contaminantes y un uso más eficiente de los recursos. Así, ni las empresas ni la sociedad en general desarrollaron una cultura sobre la importancia del cuidado del medio ambiente.

A partir de los años ochenta, México ha iniciado una evolución hacia un concepto de desarrollo apuntalado en la liberalización comercial y en empresa privada, como motor, de la economía nacional. Nuestro país empezó a romper con su trayectoria proteccionista al integrarse en 1985 al Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (GATT). La apertura se consolidó en 1987. En 1992 comienzan las negociaciones para la firma del Tratado del Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos y Canadá, el cual se inicia en 1994. Ante la presión de la competencia internacional, la industria, en particular las empresas de mayor tamaño, rápidamente se han orientado hacia mercados que imponen reglas de competencia con altos requisitos de eficiencia y calidad. La globalización comercial presiona hacia la homogeneización de las reglas utilizadas en los distintos mercados regionales en el mundo. Lo anterior significa que las empresas industriales se han visto obligadas a incrementar su competitividad o perder sus mercados e inclusive salir de ellos.

Así mismo, el trato al problema del medio ambiente inició importantes cambios. En 1988 se aprobó la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA) y se inicia un nuevo período en la definición de una política ambiental. Así mismo, a consecuencia de las negociaciones para la firma del TLC se dieron fuertes presiones para acelerar el avance en el marco regulatorio ambiental y la creación de las instituciones relacionadas con su aplicación. Por ejemplo, el Instituto Nacional de Ecología y la Procuraduría Federal del Consumidor. La LGEEPA fue reformada en diciembre de 1996 con la finalidad de mejorar su eficacia y el sistema de normas, si bien perfectible se ha ido consolidando. En suma, aunque con rezago frente a los países desarrollados, el tema del medio ambiente se ha vuelto crecientemente importante en el marco de las decisiones empresariales en la industria mexicana. Hoy día existe una legislación ambiental y distintos reglamentos relativos al control de la contaminación. Por otro lado, las empresas industriales enfrentan las presiones de la competencia internacional para bajar costos y mejorar la calidad de los productos. La pregunta que podría plantearse es si son contradictorios estos factores, en tal forma que los empresarios deben optar por uno o por otro. Esta investigación tiene dos objetivos. El primero es analizar de manera amplia la evolución del gasto en medio ambiente en la industria mexicana, tomando el caso de la industria de minerales no metálicos. El segundo es analizar cuál ha sido el impacto de la mayor regulación medio ambiental en el desempeño de la industria de minerales no metálicos, en particular sobre su productividad. En breve el interés es contribuir al análisis del comportamiento ambiental de las industrias mexicanas en el presente período.

Respecto al efecto del gasto ambiental en el desempeño, hay dos vertientes: la primera nos dice que el proceso de producción genera externalidades negativas para el medio ambiente y para la sociedad, pero que si las empresas llevan a cabo programas, compra de maquinaria y equipo, y/o las normas implementadas por el gobierno lo que ocurriría sería un incremento de sus costos de producción lo que las llevaría a una pérdida de la competitividad (Pindyck, 1995).

La otra vertiente nos dice que podría parecer que la reglamentación de las normas es una intromisión del gobierno en la competencia debilitando la ventaja competitiva, pero que en muchas ocasiones es lo contrario. Unas normas exigentes del funcionamiento de los productos, de la seguridad de los productos y del impacto medio ambiental contribuyen a crear y a perfeccionar la ventaja competitiva. Presionan a las empresas para que mejoren la calidad, perfeccionen la tecnología y aporten aspectos distintivos en áreas

de gran importancia para los clientes (la sociedad). Sin embargo, la reglamentación deteriora la ventaja competitiva si las reglamentaciones de un país se quedan detrás de las de otros países o son anacrónicas (Porter, 1997).

El interés de esta tesis es mostrar que las empresas industriales han iniciado un proceso de cambios para cumplir con la normatividad industrial y que esto abarca desde la compra de activos de control, a modificaciones en procesos productivos o cambios organizacionales. Así mismo, en mi opinión el cumplimiento de la normatividad no necesariamente redundará en una caída en la productividad, sino que es posible encontrar una asociación positiva. En base a la teoría de Michael Porter la hipótesis que se plantea en este trabajo es que el gasto en medio ambiente en la industria de minerales no metálicos tiene un impacto positivo en la productividad de dicha industria.

En el ámbito académico el problema de la contaminación es una preocupación generalizada y los investigadores se han enfocado a realizar trabajos sobre el tema del medio ambiente. Para el caso de México existen algunos estudios que se han llevado a cabo con la finalidad de investigar sobre el problema de la contaminación de la industria mexicana. Domínguez Lilia (1999), Urquidi Víctor (2000), Mercado Alfonso (1999) nos han acercado a los aspectos generales sobre el tema de la contaminación en México, las limitantes y los progresos en el comportamiento ambiental en las empresas mexicanas. También han llevado a cabo investigaciones sobre alguna industria en particular como la industria manufacturera de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (Domínguez, 1999) y la industria siderúrgica (Mercado, 1999). Sin embargo, no existe ningún estudio que examine la evolución del gasto ambiental de las empresas ni su efecto sobre la productividad. Por otra parte, casi todos los estudios se han realizado para la industria en su conjunto, lo que lleva a tener resultados muy generales. La finalidad del trabajo es analizar cómo ha evolucionado el gasto en medio ambiente en la industria de minerales no metálicos. El interés por esta industria se debe a que es una industria con una alta intensidad de contaminantes. Si bien, existe evidencia creciente acerca de la presencia de ahorro de costos que también resulta en menor contaminación, es incierto qué tan generalizados están estos resultados, sin embargo, parece posible postular un efecto no negativo del gasto ambiental en la producción.

La investigación que se realizó consta de cuatro capítulos, una introducción y las conclusiones generales. El primer capítulo está basado en la teoría neoclásica, y desde este enfoque se da una interpretación de la contaminación como una externalidad

negativa y los posibles caminos para llevar a cabo la internalización de estas externalidades por parte de las empresas. En el segundo capítulo se estudia la hipótesis alternativa planteada por Michael Porter con respecto al efecto que puede tener el control de contaminantes en la productividad de las empresas. También en este capítulo se abordará el debate existente entorno al impacto que tiene el gasto ambiental sobre la productividad de las empresas. En el tercer capítulo daremos una descripción del sector de minerales no metálicos en México. Se analizará la evolución económica que ha tenido este sector dentro de la economía mexicana basado en las principales variables macroeconómicas y daremos una descripción de cuál es su organización industrial. También hablaremos de cuáles son los impactos ambientales que tienen los procesos productivos de este sector y su manera de contrarrestarlos, en este apartado no incluimos el proceso productivo de la rama 45 (Productos a base de minerales no metálicos) debido a que no se contó con información disponible para este punto. Además, se llevará a cabo un análisis de la evolución que ha tenido el gasto ambiental en la industria de minerales no metálicos. En el cuarto capítulo se presenta primero, un breve resumen de los trabajos empíricos que han realizado diversos autores con la finalidad de saber cuáles son los determinantes del gasto ambiental y sus efectos de este. Después se llevó a cabo un modelo econométrico de panel con la finalidad de estudiar el impacto de la regulación ambiental en la productividad de la industria de nuestro interés. El último apartado está dedicado a las conclusiones a las que se llegaron con la realización de este trabajo, así como el rechazo o la aceptación de la hipótesis planteada.

CAPÍTULO I

EL ENFOQUE CLÁSICO Y EL NUEVO PARADIGMA SOBRE EL TRATO DE LA INTERNALIZACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

El problema del deterioro ambiental y de los procesos de contaminación han adquirido a últimas fechas gran importancia, no sólo por la conciencia que se ha creado en torno al problema, sino por la imperiosa necesidad de resguardar la vida y el entorno humano. La destrucción de la capa de ozono, los cambios climáticos, la lluvia ácida, la pérdida de biodiversidad, el sobre calentamiento de la tierra, el destino de los residuos tóxicos y nucleares, no están encerrados en las fronteras de cada país, sino que afectan a todo el planeta y conforman un marco de acción global.

Los procesos de conservación ambiental por un lado, y la pujante y creciente necesidad de modelos de desarrollo acelerados han sido cuestionamientos opuestos a lo largo del desarrollo de nuestra historia, planteándose un dilema entre crecimiento económico y conservación y preservación ambiental. La Revolución Industrial marcó el inicio no sólo de la búsqueda incesante de formas de crecimiento que aceleraran los procesos productivos y de competencia, sino que igualmente marcó el inicio de la destrucción y la devastación de la tierra y de los seres que en ella habitan, incluido el hombre.

Al profundizar en el problema de la contaminación y el desgaste del medio ambiente, podemos darnos cuenta que gran parte de estos son causados por los procesos de producción, debido a que los agentes económicos tienen la posibilidad de transferir parte o la totalidad del costo de sus acciones a segmentos de población, sin existir de por medio una compensación. Por tal motivo, al no impactar estos costos en el bienestar de quienes lo originan, no existe ningún incentivo para inducirlos a cambiar su conducta poco respetuosa hacia el medio ambiente (Belausteguigoitia, 1999).

Bajo este contexto, las políticas ambientales tienen la finalidad de que los agentes económicos generadores de la contaminación y el desgaste ambiental empiecen a responsabilizarse de sus actos y que sean ellos quienes corrijan los efectos negativos que están generando a la sociedad. Por tanto, es necesario que las empresas destinen una mayor parte de sus recursos en pro del ambiente. Este gasto ambiental se puede analizar desde dos enfoques, y esta es la finalidad de este capítulo.

En el primer apartado se hablará de la teoría que nos dice que los procesos de producción generan externalidades negativas para el medio ambiente y para la sociedad, pero si las empresas llevan a cabo programas, compra de maquinaria y equipo, y/o las normas implementadas por el gobierno para internalizar las externalidades negativas lo que ocurriría sería un incremento de sus costos de producción llevándolas a una pérdida de la competitividad (Pindyck, 1995).

El segundo apartado nos acerca al debate que existe en torno al impacto del gasto ambiental sobre la competitividad de las empresas. Y se abordará el segundo enfoque entorno al gasto ambiental que deben de hacer las empresas con la finalidad de disminuir sus efectos negativos, es decir, que disminuyan la contaminación que están generando en su proceso de producción. Esta vertiente nos dice que podría parecer que la reglamentación de las normas es una intromisión del Gobierno en la competencia ya que debilita la ventaja competitiva, pero que en muchas ocasiones es lo contrario.

EL ENFOQUE DE LA CONTAMINACIÓN, SEGÚN LA TEORÍA NEOCLÁSICA

Un ecosistema es un sistema de seres vivos en relación con su ambiente. Los ecosistemas no son comunidades estáticas; cambian con factores exógenos tales como el clima, y de acuerdo con los factores endógenos que llevan a las especies ocupantes a alterar su propio hábitaculo (Pearce, 1985). La estabilidad de los ecosistemas implica soportar los choques exógenos como el cambio climático y los choques inducidos por el hombre. La contaminación es precisamente tal choque –inducido por el hombre– para el sistema porque la esencia de la contaminación en el sentido biofísico es su interferencia en las relaciones existentes entre las especies cuya existencia se debe a la necesidad de la autorregulación y la supervivencia. La contaminación elimina algunas especies, es decir, reduce la diversidad y por tanto, puede reducir la eficacia nutritiva de un ecosistema.

También la contaminación puede volver favorable el hábitaculo para una especie dominante lo que provocaría la expulsión de otras especies, esto nos llevaría hacia un ecosistema más simple y menos estable (Pearce, 1985).

De lo anterior podemos extraer observaciones muy importantes:

1. La contaminación tiene una dimensión física que se manifiesta en el cambio inducido por la contaminación en el ambiente físico y por ende en la composición de especies del ecosistema.
2. La contaminación no es sólo un producto de la actividad económica. Tiene también una dimensión cualitativa que refleja las tecnologías actualmente usadas en la producción de ese nivel de la actividad económica.
3. La contaminación genera un círculo vicioso. Reduce la madurez del sistema y la menor madurez disminuye la capacidad del sistema para soportar nuevos choques, es decir, la contaminación reduce la capacidad del sistema para soportar nueva contaminación.

Para la teoría neoclásica la contaminación es un claro ejemplo de una externalidad negativa. De acuerdo con la teoría neoclásica, cuando se presenta el equilibrio en una economía perfectamente competitiva se tiende a una situación de óptimo, salvo cuando las interdependencias entre los agentes económicos no operan a través del mecanismo del mercado. Estas interdependencias que no se manifiestan mediante el mecanismo del mercado reciben el nombre de *externalidades* (Pindyck, 1995).

Las externalidades son los efectos de la producción y el consumo que no se reflejan directamente en el mercado, pero que pueden afectar de manera negativa o positiva a los individuos. Cuando hay externalidades, el precio de los bienes no tiene por qué reflejar su valor social (Pindyck, 1995). Una **externalidad en el consumo** se presenta cuando un consumidor se ve afectado directamente por la producción o el consumo de otros. Y una **externalidad en la producción** se da cuando las decisiones de una empresa o de un consumidor influyen en las posibilidades de producción de otra empresa (Varian, 1997).

Las externalidades pueden ser negativas o positivas según el efecto que tengan en la sociedad. Las **externalidades positivas** se dan cuando la acción de una de las partes beneficia a la otra. Mientras que las **externalidades negativas** se presentan cuando la acción de una de las partes impone costos a la otra (Pindyck, 1995).

Otra definición de externalidad negativa es la siguiente. La consideración de múltiples fenómenos sociales y, los del deterioro ambiental, nos enfrenta con una serie de

interdependencias que no se manifiestan en el mercado y que tienen, además, un carácter acumulativo que evidentemente tiende a alejar el sistema de cualquier tipo óptimo (Bifani, 1997).

El concepto de externalidad es de gran importancia debido a que existen recursos que están a disposición de la humanidad y no hay restricción para el uso de ellos por lo que es imposible evitar su explotación. A estos recursos le denominamos recursos de propiedad común. Estos recursos naturales no se tranzan en el mercado ya que es imposible asignarles un precio por lo tanto, este problema pasa a ser absorbido por el concepto de externalidad negativa.

Los recursos de propiedad común son aquellos a los que todo el mundo tiene libre acceso. Esto provoca que se utilicen de una manera excesiva y sin ninguna consideración. Como por ejemplo, el agua, el aire, la pesca, la fauna, la exploración y la extracción de minerales.

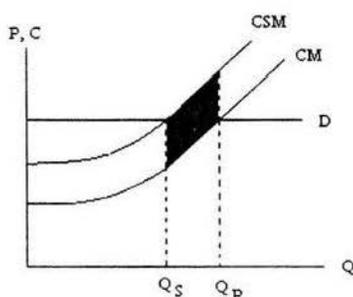
Cuando las empresas que emiten contaminantes como en el caso de la industria cementera y la industria del vidrio no invierten en maquinaria que permita una disminución o eliminación de sus emisiones entonces, están llevando a cabo un acto que daña al medio ambiente y a la sociedad. Como las empresas no están incurriendo en ningún gasto para evitar los efectos negativos provocados por su producción, sus costos se ven disminuidos y por ende su ganancia se ve aumentada. Sin embargo, la contaminación que están provocando es un costo que al no ser absorbido por ellas se transfiere a la sociedad. Cuando esto sucede las empresas estiman sus costos de producción por debajo de los costos reales de la producción, permitiéndoles determinar un precio de mercado menor que el social. En consecuencia, la empresa fija un nivel de producción más alto, que el que ocurriría si el precio de mercado coincidiera con el precio social, y genera contaminación. Este costo lo paga la sociedad.

La figura 1 nos muestra la existencia de una externalidad negativa. La externalidad negativa se presenta cuando el costo social marginal¹ (CSM) es mayor que el costo privado marginal (CM). Desde el punto de vista social, la empresa produce demasiado. (Pindyck, 1995).

¹ El Costo Social Marginal (CSM) es la suma del costo de una unidad más producida por parte de la empresa (CM) y del costo externo provocado para la sociedad por esa unidad producida (CEM) a cada nivel de producción.

La curva CSM esta por encima de CM ($CSM > CM$), esto es causado por la presencia de una externalidad negativa y el producto social marginal (Q_s) es menor que el producto marginal privado (Q_p). La producción óptima se encuentra en Q_s no en Q_p , este último punto corresponde a la solución del máximo beneficio privado. El área que aparece sombreada representa la cantidad de externalidad negativa que afecta a la sociedad.

Figura 1



¿Cómo puede resolverse la ineficiencia creada por la presencia de externalidades negativas, como el caso de la contaminación generada por la emisión de contaminantes? Como ya se mencionó la contaminación es una externalidad negativa, que no esta reflejada en el precio del producto, lo que lleva a una ineficiencia en el mercado y para corregirla la teoría neoclásica nos señala distintos caminos para poder internalizar las externalidades con la finalidad de moderar la contaminación. Esto significa que las empresas tienen que incrementar su gasto ambiental con el fin de corregir sus efectos negativos, este aumento en el gasto ambiental puede ser por medio de la inversión en tecnología que permita un mejor uso de los recursos naturales y evite la emisión de contaminantes; llevar a cabo programas de capacitación para los trabajadores para que tengan una productividad más eficiente, etc.

Según la teoría neoclásica, si la empresa generadora de alguna externalidad negativa decide internalizarla, esto le provocaría una disminución de su producción y un incremento de sus costos. Es decir, las externalidades no se reflejan en los precios de mercado por lo que hay una fuente de ineficiencia económica. Por ejemplo, suponemos que la empresa tiene una función de producción de proporciones fijas, por lo que no

puede alterar su combinación de factores de producción. La única forma de que disminuya la contaminación que esta generando es reduciendo su nivel de producción.

Supongamos que el precio de cada unidad de producto es de P_1 , el cual está en el punto de intersección de las curvas de demanda y oferta de la figura 2. La curva CM de la parte (a) nos indica el costo marginal de producción. La empresa maximiza produciendo q_1 , en la que el costo marginal es igual al precio (que es igual al ingreso marginal).

Cuando la empresa varía su producción también varía el costo externo impuesto a la sociedad por la externalidad negativa que genera la empresa con su producción. Este costo externo es representado por la curva de costo externo marginal (CEM) de la figura 2. Esta curva tiene pendiente positiva debido a que entre más produzca la empresa más contaminación genera. Desde el punto de vista social, la empresa está produciendo demasiado. La producción eficiente es aquella en donde el precio del producto se iguala con el costo social marginal de producción, que es el costo marginal de producción más el costo externo marginal provocado por la contaminación ($CSM = CM + CEM$) La curva de costo social marginal, corta a la recta de precios en un nivel menor de producción q^* . Como estamos hablando solo de una empresa que contamina, el precio del mercado del producto no varía. Por tanto, la producción eficiente es q^* , que significa que la empresa iguala su precio con el costo social marginal lo que lleva a que tenga una menor producción.

Ahora veamos que sucede cuando es toda la industria la que está contaminando. En la figura 2b, la curva CM^1 , es la curva de oferta de la industria. El costo externo marginal (CEM^1) que corresponde a la industria se obtiene sumando el costo marginal de todas las personas perjudicadas correspondientes a cada nivel de producción. La curva CSM^1 representa la suma del costo marginal de producción y el costo externo marginal al que se enfrentan todas las empresas. Por consiguiente $CSM^1 = CM^1 + CEM^1$.

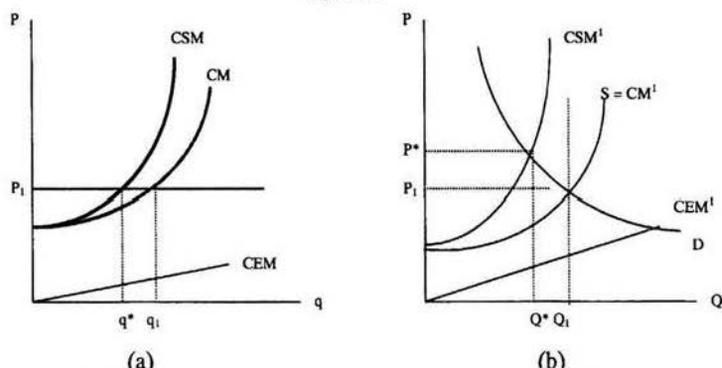
En nivel de producción eficiente de la industria es aquél en el que el beneficio marginal de una unidad adicional de producción es igual al costo social marginal. El nivel eficiente de producción es Q^* , que se encuentra en el punto de intersección de las curvas de costo social marginal (CSM^1) y de demanda (D). Sin embargo, el nivel de producción de la industria competitiva es Q_1 , que se encuentra en el punto de intersección de la curva de demanda y la curva de oferta, CM^1 . Pero este nivel es demasiado alto.

La ineficiencia económica es el exceso de producción que hace que se contamine demasiado. La causa de la ineficiencia es la fijación incorrecta del precio del producto. El

precio de mercado es P_1 de la figura 2b es demasiado bajo ya que refleja el costo privado marginal de producción de las empresas, pero no el costo social marginal. Por tanto, la industria sólo producirá de manera eficiente con una cantidad Q^* a un precio mayor P^* .

La característica más importante de las externalidades es que existen bienes que

Figura 2



interesan a los individuos, pero que no se venden en los mercados como por ejemplo, el aire, el agua, etc. Esto provoca que cuando hay externalidades, el mercado no da lugar a una asignación eficiente de los recursos en el sentido de Pareto. Sin embargo, esto se puede corregir utilizando instituciones sociales como el sistema jurídico o la intervención del Estado, de tal manera que se pueda llegar a la eficiencia en el sentido de Pareto².

Maneras de corregir las externalidades

Según la teoría neoclásica, cuando las empresas internalizan la contaminación que están generando les provoca un incremento en los costos de producción. Por ejemplo, cuando alguna empresa en su proceso productivo lleva a cabo emisión de contaminantes lo cual contamina el aire y por tanto, afecta a la sociedad, pero la empresa no invierte en tecnología que sea capaz de emitir menos contaminantes, entonces el costo de contaminar el aire se convierte en un costo social, es decir, en una externalidad negativa. Esta externalidad se puede corregir mediante instrumentos de política económica con la finalidad de que la empresa internalice la externalidad negativa. Los medios para lograrlo consisten en fijar ciertas normas que traducen un estado del medio ambiente que es

² La eficiencia en el sentido de Pareto significa que se lleva a cabo una asignación eficiente de tal manera que no es posible mejorar el bienestar de ningún consumidor sin empeorar el bienestar del otro (Bifani, 1997).

considerado como aceptable, en términos de calidad, para los consumidores. Un sistema de multas e impuestos, o derechos de contaminación, primas o subsidios por reducción de la contaminación, da indirectamente un valor a esa calidad ambiental (Bifani, 1997).

1. **Las normas sobre el nivel de emisiones.** Una norma sobre el nivel de emisiones consiste en la limitación legal de la cantidad de contaminantes que puede emitir una empresa. Si esta traspasa dicho límite (E^*), puede ser objeto de sanciones monetarias e incluso penales. Esta norma garantiza que la empresa producirá eficientemente. A las empresas sólo les resultará rentable entrar a la industria sí el precio del producto es mayor al costo medio de producción más la reducción de la contaminación: esta es la condición eficiente en el caso de la industria. (Pindyck, 1995). Ver figura 3.

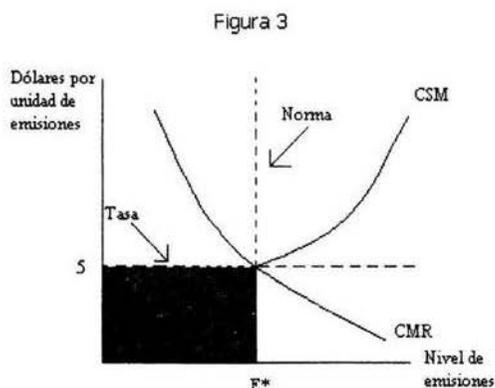


Figura 3. El nivel eficiente de emisiones esta situado en E^* , puede lograrse por medio de tasas o normas sobre las emisiones. Si existe una tasa de 5 dólares por unidad de emisiones, una empresa reduce sus emisiones hasta el punto en el que la tasa es igual al beneficio marginal. Esta misma reducción del nivel de emisiones puede lograrse con una norma que limite a E^* unidades.

2. **Las tasas sobre las emisiones.** Las tasas tienen resultados más efectivos cuando las empresas tienen diferentes costos para invertir en tecnología, programas, etc. Para reducir sus emisiones, habrá empresas a las que les sea más barato reducir sus emisiones al nivel que se lo pide la norma, pero a las que su costo sea mayor es más conveniente aplicar la tasa (Pindyck, 1995).
3. **Los permisos de contaminación transferibles.** Estos permisos fijan un tope máximo a la emisión de contaminantes permitida y, una vez que se reparten entre los agentes económicos pueden ser comerciables bajo un conjunto de reglas

establecidas. La distribución inicial de los permisos puede realizarse a través de mecanismos administrativos de asignación directa o por subasta. Cualquier empresa que genere emisiones que no estén autorizadas por un permiso es objeto de cuantiosas sanciones monetarias (Belausteguigoitia, 1999).

4. **Cobros por contaminar.** Existen tres tipos de cobros ambientales:
- a) Cobros por emisiones. Consiste en imponer un gravamen sobre la descarga de contaminación en el aire, el agua y el suelo, así como en la generación del ruido. Los cobros pueden estimarse y cobrarse por adelantado y ser devueltos cuando el contaminador demuestre que redujo sus emisiones.
 - b) Cobro a usuarios. Se refiere a los pagos que deben de realizar los usuarios de un sistema público de tratamiento de residuos contaminantes, para cubrir el costo del mismo. El monto de pago depende de las condiciones de la descarga.
 - c) Cobros a productos. Consiste en imponer gravámenes a productos dañinos para el medio ambiente, incluyendo materias primas, insumos, bienes de consumo final y desechos (Belausteguigoitia, 1999).

El esquema de depósito y reembolso. Consiste en el pago de un depósito por la producción y comercialización. También existe el método de reciclado, para disminuir la contaminación. Sin embargo, es un método que incrementa los costos cuando incrementa la cantidad a reciclar pero de igual forma obtenemos beneficios como el hecho de poder reutilizar recursos en el proceso productivo.

El reciclado. Este método le permite tanto a las empresas como a los consumidores a reutilizar la materia prima. Sin embargo, es probable que el costo marginal de reciclado aumente conforme sea mayor la cantidad del mismo debido a que los costos de recogida, separación y limpieza aumentan a una tasa cada vez mayor. La cantidad eficiente de reciclado se encuentra en el punto en el que el costo marginal del mismo es igual al costo social marginal del vertido.

Como ya hemos visto las externalidades negativas se pueden corregir con la intervención del Estado, mediante las tasas o normas sobre las emisiones, los permisos transferibles de emisión, etc. Estas medidas logran modificar los incentivos de la empresa, obligándola a tener en cuenta los costos externos. Sin embargo hay otra forma para solucionar las externalidades negativas y esto se logra mediante la negociación privada

entre las partes afectadas o de un sistema jurídico en el que las partes pueden presentar una demanda para resarcirse de los daños sufridos.

Los derechos de propiedad son normas legales que describen lo que pueden hacer los individuos o las empresas con su propiedad. Por ejemplo, supongamos que hay un río el cual es utilizado por pescadores y por una empresa. La empresa vierte ahí sus residuos debido a que ella tiene el derecho de propiedad, lo que provoca una disminución de peces con lo cual se ven afectados los pescadores. Ahora supongamos que los pescadores fueran propietarios del río, en este caso ellos podrían exigirle a la empresa que les pagara por verter residuos. Lo anterior significa que la empresa internaliza los costos, llevando a una asignación eficiente de los recursos (Pindyck, 1995).

DEBATE ACERCA DEL IMPACTO DEL GASTO AMBIENTAL Y EL NUEVO PARADIGMA DE PORTER

Desde el punto de vista de la teoría neoclásica la internalización de las externalidades negativas por parte de las empresas llevan a que éstas incrementen sus costos y por tanto sus precios, este incremento de precios provoca una disminución de la competitividad de las empresas y una disminución de sus ganancias. Además esto no es un buen síntoma en un mundo globalizado ya que, si las empresas son exportadoras sus productos se vuelven más caros frente a los productos de los demás países. Esta afirmación de la teoría neoclásica fue confirmada en varios estudios realizado a finales de los sesenta y principios de los setenta con el aumento de la regulación ambiental – a través de la creación de agencias reguladoras como la Comisión de Oportunidad de Empleo (EEOC), la Agencia de Protección del Medio Ambiente, etc.- en Estados Unidos, lo cual provocó una disminución de la productividad de las empresas norteamericanas (Gray y Shadbegian, 1993).

Estos estudios han examinado el impacto de la regulación ambiental sobre la economía, en particular en relación al aplazamiento de productividad estadounidense en los años setenta. Los estudios sugieren que la regulación de la contaminación redujo el crecimiento de la productividad y contribuyo a la reducción de la productividad de los años setenta (Gray y Shadbegian, 1993).

La regulación de la contaminación podría afectar la productividad a través de varias formas:

En primer lugar porque la medición de los costos en las empresas con el objetivo de estimar la productividad no distingue entre insumos usados para la producción e insumos usados para el cumplimiento de la regulación. Por ejemplo si requieren que una planta gaste \$1 millón para comprar un filtro para su chimenea, el gasto es tratado como un aumento en el stock de capital de la planta, como si el dinero se hubiera gastado en maquinaria nueva para la producción. Sin embargo, el filtro aumenta los gastos de la empresa sin aumentar la producción mientras que la maquinaria si aumentaría la producción. Como la instalación del filtro incrementa los gastos de la empresa sin aumentar la producción, el factor total de la producción disminuirá por la fracción de los gastos totales que son usados para el cumplimiento regulador (Gray y Shadbegian, 1993).

En segundo lugar, cuando una técnica de producción nueva es adoptada para reducir la contaminación, esto puede ser menos productivo que la técnica original, o al menos se requerirá algún tiempo para mejorar su " curva de aprendizaje ", tiempo en el cual la productividad puede ser inferior que inicialmente (Gray y Shadbegian, 1993).

En tercer lugar, la regulación también puede aumentar la incertidumbre afrontada por las firmas, afectando sus decisiones de varias maneras. El desarrollo de un nuevo proceso podría ser obstaculizado por la incertidumbre sobre regulaciones futuras (Gray y Shadbegian, 1993).

Por último, si las empresas emprenden cambios en su proceso o administración, las nuevas prácticas pueden ser menos eficientes que las antiguas (Gray y Shadbegian, 1993).

En contra parte a la teoría neoclásica está la ecoeficiencia, el cual es un sustento teórico y metodológico que ha llevado a cabo la búsqueda de la compatibilidad entre los procesos de producción de bienes y servicios y la protección del medio ambiente (CESPEDES, 2000).

La ecoeficiencia en el medio ambiente

El concepto de ecoeficiencia fue acuñado en 1992 por el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD, por sus siglas en inglés) y es de uso común en el sector corporativo internacional. Conjuga dos ingredientes esenciales: progreso económico y ambiental, que son necesarios para el desarrollo económico con un uso más eficiente de los recursos y con menores emisiones de contaminantes (Escalante, 2001). El programa

de WBCSD incluye el desarrollo de políticas (Producción y Consumo Sustentable; Comercio y Medio Ambiente), y aspectos de gestión ambiental (Ecoeficiencia; Evaluación Ambiental; Valor Accionario Ambiental).

La ecoeficiencia fue concebida al implantar acciones relacionadas con la protección del medio ambiente, que produjeron un aumento en la rentabilidad de las inversiones. Un proceso se puede denominar ecoeficiente cuando produce bienes y servicios a precios competitivos, que satisfacen necesidades humanas mejorando la calidad de vida, al tiempo que se reducen los impactos ambientales y la intensidad de uso de recursos naturales a lo largo de su ciclo de vida. Puesto de manera simple, ecoeficiencia significa producir más con menos (CESPEDES, 2000). La definición de WBCSD del concepto de ecoeficiencia es el siguiente: "La Ecoeficiencia se alcanza al proveer bienes y servicios con precios competitivos que satisfacen necesidades humanas y traen calidad de vida, al mismo tiempo reducen progresivamente impactos ambientales y la intensidad de recursos, a lo largo del ciclo de vida de los bienes y servicios" (CESPEDES, 2000).

El Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, nos dice que la ecoeficiencia es un concepto clave para que las empresas, los gobiernos, los individuos y diversas organizaciones se hagan más sustentables. El concepto motiva a las empresas a obtener más valor a partir de menos insumos (incluyendo energía) y emitiendo menos contaminantes.

Schmidheiny (1992) nos dice que existen siete criterios básicos para avanzar hacia la ecoeficiencia:

1. minimizar la intensidad de uso de materiales
2. minimizar la intensidad de uso de energía
3. minimizar la emisión de contaminantes
4. aumentar las posibilidades de reciclaje
5. maximizar el uso de recursos renovables contra no renovables
6. aumentar la durabilidad de los productos
7. incrementar la intensidad de servicios de los productos

La ecoeficiencia, como herramienta de la sustentabilidad, hace énfasis en la creación de valor adicional para las empresas y la sociedad, al tiempo que proporciona

metodologías para alcanzar mayores niveles competitivos. Incrementando el valor de los bienes y servicios que producen, las empresas pueden maximizar el rendimiento de sus recursos, obtener beneficios adicionales, y retribuir más ampliamente a sus accionistas. De esta manera encuentran alicientes para volverse cada vez más competitivas, innovadoras y ambientalmente responsables, combinando su funcionamiento ambiental y económico para crear mayor riqueza con menores efectos ambientales (CESPEDES, 2000).

La ecoeficiencia fusiona objetivos económicos, ambientales y sociales haciendo del reto de la sustentabilidad una oportunidad de negocios. Esta idea atribuye a la empresa y al libre mercado un papel protagónico en el tránsito de la sociedad en su conjunto hacia un modelo sustentable de desarrollo. Los valores adicionales que plantea alcanzar la ecoeficiencia pueden tener repercusiones en todos los niveles económicos. Por ejemplo, se pueden obtener los siguientes efectos en cuatro escalas diferentes:

- ✓ Procesos ecoeficientes. El ahorro de recursos y la disminución de impactos permite que las empresas reduzcan costos de producción.
- ✓ Valorización de subproductos. La colaboración con otras empresas crea oportunidades para valorizar sus residuos y hacer de ellos un recurso alterno.
- ✓ Creación de nuevos y mejores productos. La diferenciación de productos a través de la ecoinnovación y el diseño ecológico puede representar para las empresas nuevas oportunidades de negocios y una mayor participación en los mercados.
- ✓ Economías ecoeficientes. A escala macroeconómica la ecoeficiencia ha sido nombrada en ocasiones como el eslabón para incrementar el bienestar proveniente del uso de la naturaleza, por ejemplo a través de generar mayor valor con menor impacto para una economía entera.

Michael Porter lleva a cabo una interpretación de la ecoeficiencia, él expresa que la regulación ambiental por parte del gobierno y el gasto ambiental llevado a cabo por las empresas, sí incrementa los costos de producción, sin embargo, esto es sólo en el corto plazo, ya que a largo plazo lo que provoca es un aumento de la competitividad por parte de las empresas frente a las demás. Este planteamiento se desarrollará en el siguiente punto.

Enfoque alterno, planteado por Michael Porter

El nuevo enfoque afirma el hecho de que la internalización de las externalidades negativas nos llevan a un incremento de costos y por tanto un incremento en el precio del producto, pero contrario a lo que afirma la teórica neoclásica, Michael Porter dice que si bien la regulación de la contaminación incrementa los costos, las empresas podrán ajustarse y entonces estarán favorecidas por la disminución de los mismos y por un aumento en la competitividad a nivel nacional como internacional. A este nuevo punto de vista le llamamos el nuevo paradigma, el cual será explicado en las siguientes páginas.

Hacia una nueva concepción de la relación competitividad-medio ambiente

El debate de la competitividad-medio ambiente desde el punto de vista neoclásico ha estado formulado incorrectamente. La noción de una inevitable lucha entre la ecología y la caída de la economía es una opinión estática de la regulación del medio ambiente, en el cual la tecnología, los productos, los procesos y los clientes necesitan tener todo fijado. En este mundo estático, donde las empresas hicieron su elección de minimización de costos, la regulación del medio ambiente inevitablemente aumenta los mismos y nos lleva a una reducción de una parte del mercado de las compañías domesticas en el mercado global (Porter, 1997). Pero las compañías operan en un mundo real y de competitividad dinámica, no en el mundo estático de la teoría neoclásica. Ellos constantemente están encontrando soluciones innovadoras a las presiones de todas las clases de competidores, clientes y reguladores.

Las políticas de mercado, los líderes de mercados y los ambientalistas se han enfocado en los costos estáticos de la regulación medioambiental y han ignorado lo mas importante que es balancear los beneficios de la productividad para la innovación. Como resultado, ellos han actuado demasiado a menudo de manera innecesaria conduciendo a un incremento de costos y reducción de la velocidad en el progreso de problemas medio ambientales. Esta visión estática ha creado una profecía que lleva a una regulación medio ambiental más costosa. Los reguladores tienden a poner regulaciones de tal manera que detienen la innovación. Las compañías vuelven a oponerse y a dilatar o suspender las regulaciones en lugar de innovar. Un problema con el proceso de la innovación es que las compañías se cierran a un pensamiento y sistemáticamente las estimaciones de la industria empujan a un aumento en costos pro regulación. Los pensamientos estáticos

provocan que las compañías peleen con las normas medio ambientales que realmente podrían reforzar su competitividad (Porter y Calas en *Journal of Economic Perspectives*, 1995).

Sin embargo, el paradigma ha estado cambiando en los últimos 20 o 30 años, a través de este modelo estático. El nuevo paradigma de la competitividad internacional es dinámico, basado en la innovación. Un cuerpo de investigación primero publicado en la *Ventaja Competitiva de las Naciones* (1997) ha comenzado a dirigir estos cambios. La compatibilidad en el nivel de industria proviene de la productividad superior, o sea en términos de gastos inferiores más que de rivales o sea la capacidad de ofrecer productos con valor superior que justifique el precio primo (a).

Los estudios de casos detallados de cientos de industrias, basadas en docenas de países, revelan que empresas internacionalmente competitivas no son las de entradas más baratas o la escala más grande, pero sí las que tienen capacidad para mejorar e innovar continuamente (Porter, 1997).

Este paradigma de compatibilidad dinámica señala que el diseño correcto de normas ambientales puede provocar que la innovación parcial o de manera total pueda compensar los costos de cumplimiento de las normas ambientales. Tales compensaciones de innovación, como los llamamos, pueden no sólo bajar el costo neto por llevar a cabo regulaciones ambientales, sino que hasta pueden conducir a ventajas absolutas sobre empresas en países extranjeros no sujetas a regulaciones similares. Las compensaciones de la innovación serán comunes porque reduciendo la contaminación es a menudo coincidente con el mejoramiento de la productividad de los recursos usados. En corto, las empresas en realidad pueden beneficiarse de regulaciones ambientales correctamente trabajadas que son más rigurosos (o son impuestos antes) que los que enfrentados por sus competidores en otros países (Porter, 1997).

Beneficios de la innovación

Designar estándares medio ambientales puede llevar a innovaciones sanas y firmes que disminuyan el costo total de un producto o mejorar su valor. Las innovaciones consiguen que las empresas utilicen sus recursos más productivamente y así mejorar los costos del impacto medio ambiental. El reforzar la productividad de los recursos hace a las compañías más competitivas, no menos. Un ejemplo de las ventajas que proporciona la

innovación es el de la industria holandesa de flores, la cual a respondido de manera favorable a los problemas ambientales.

La industria holandesa de flores ha tenido que ganar terreno en el mar y luchar con el clima que es demasiado problemático. Además ha enfrentado serios problemas medio ambientales. El cultivo intenso de flores en pequeñas áreas fue contaminando la tierra y el agua con pesticidas, herbicidas y fertilizantes. Los holandeses entendieron que solo había un camino efectivo para resolver el problema de la contaminación y era el desarrollar un sistema de closed-loop³. Esto logró que los costos disminuyeran porque las flores eran cultivadas en plataformas especiales. El resultado neto no fue sólo una dramática disminución del impacto ambiental y bajos costos, sino productos mejores y un fortalecimiento de la productividad (Porter y Calas en *Harvard Business Review*, 1995).

Otro ejemplo es el sector químico, donde muchos creen que la ecología-economía negocia de manera rápida. Un estudio de actividades para prevenir la generación de pérdida de 29 plantas químicas encontró que la innovación desplaza el encarecimiento de la productividad de los recursos. De 181 de estas actividades para la prevención de las pérdidas, sólo una tuvo resultados de un incremento neto en sus costos. De 70 actividades con cambios documentados en ganancia, 68 reportaron incrementos. Un cuarto de las 48 iniciativas detalladas en costos de capital informó no requerir inversiones en capital, de las 38 iniciativas con datos de los tiempos de reembolso, cerca de dos de tres recuperaron o retuvieron sus inversiones iniciales en seis meses o menos (Porter y Calas en *Journal of Economic Perspectives*, 1995).

La innovación puede tomar muchas formas, incluyendo la utilización más eficiente de la inversión, mejor utilidad, y mejores productos. (Porter y Calas en *Journal of Economic Perspectives*, 1995), por ejemplo:

- La productividad del recurso mejora cuando se sustituyen materiales menos costosos o cuando se utilizan de mejor manera los recursos.
- Los cambios en los procesos de producción reducen las emisiones y se usa más productivamente los recursos con resultados frecuentemente altos en la utilidad.
- Los procesos de innovación que cumplen con la regulación medio ambiental pueden mejorar la calidad del producto.

- Las innovaciones que se enfocan en las regulaciones medio ambientales también pueden bajar el costo del producto y empujar hacia una mayor productividad de los recursos por medio de la reducción del empacamiento innecesario.

La regulación medio ambiental como incentivo para la innovación

Actualmente estamos en una fase de transición de la historia industrial donde las empresas están todavía inexpertas en el trato creativo con cuestiones ambientales. El medio ambiente no ha sido la principal área corporativa o de énfasis tecnológico. Por tanto, el conocimiento sobre los impactos del medio ambiente es muy limitado en la mayoría de las empresas e industrias, elevando la incertidumbre sobre los beneficios de la innovación.

Sin embargo, Michael Porter (en *Journal of Economic Perspectives*, 1995) señala que la regulación medio ambiental correctamente trabajada puede servir al menos para seis propósitos:

1. Al brindar a las compañías señales de regulación adecuada y mejoras tecnológicas las empresas que son inexpertas en la medición de descargas, la utilización adecuada de recursos y la toxicidad, pueden lograr accesos nuevos para minimizar sus descargas o eliminar sustancias peligrosas.
2. La regulación enfocada en la recolección de información puede alcanzar mayores beneficios para la corporación, debido a que tal información nos conduciría a una mejoría ambiental.
3. La regulación disminuye la incertidumbre que los inversionistas pueden tener sobre el valor del medio ambiente. Una mayor certeza estimula la inversión en cualquier área.
4. La regulación crea presiones que motivan a la innovación y el progreso.
5. La regulación nivela el campo de transición. Durante el periodo de transición de las soluciones basadas en innovación, la regulación asegura que una empresa de manera oportunista no puede ganar una mejor posición evitando inversiones medio ambientales.

³ El sistema de closed-loop se refiere a la creación de plataformas especiales para el cultivo de flores. Con estas plataformas se evita la contaminación de la tierra y el agua.

6. La regulación es necesaria en el caso de compensaciones parciales. Se admite que la innovación no siempre compensa totalmente el costo de conformidad, especialmente en el corto plazo antes de aprender a reducir los costos en soluciones basadas por innovación. En tales casos, la regulación será necesaria para promover la calidad medio ambiental.

La innovación en respuesta a la regulación del medio ambiente puede tomar dos amplias formas. El primero es que las empresas simplemente se ocupan de la contaminación una vez que esta ocurrió, incluyendo el tratamiento de materiales tóxicos y emisiones y de como reducir la cantidad de material tóxico generado. La segunda forma de innovación dirige impactos ambientales simultáneamente mejorando el producto y/o el proceso de producción.

Las compensaciones de innovación pueden ser divididas en compensaciones de producto y compensaciones de proceso. Las compensaciones de producto ocurren cuando la regulación medio ambiental produce menos contaminación, pero también crea un producto de mejor calidad. Las compensaciones de proceso ocurren cuando la regulación medio ambiental no sólo conduce a una menor contaminación. También nos permite menor tiempo de inactividad por la supervisión más cuidadosa; ahorros de materiales (debido a la sustitución, la reutilización o el reciclaje de entradas de producción); la mejor utilización de subproductos y un consumo inferior de energía durante el proceso de producción (Porter,1997).

¿Cómo pueden los gerentes acelerar un acercamiento medio ambiental más competitivo por parte de sus empresas? Primero, ellos pueden medir sus impactos medio ambientales directos e indirectos. Una de las mayores razones por la cual las empresas no son muy innovadoras sobre los problemas medio ambientales es su ignorancia.

Las compañías que incrementan la productividad del recurso y van más allá de las áreas actualmente reguladas obtendrán los más grandes beneficios. Las compañías deben inventariar todo lo no usado o desechos de recursos y/o empaquetado. Dentro de la compañía, algunos recursos utilizados inadecuadamente se sostendrán dentro de las plantas, algunos serán descargados, y otros se colocarán en basureros. Las ineficacias indirectas del recurso ocurrirán al nivel de proveedores y clientes. Al nivel del cliente, las ineficacias de los recursos se presentan en el uso del producto, en la descarga del empaquetado, y en recursos que surgen del uso del producto.

Segundo, los gerentes pueden aprender a reconocer el costo de oportunidad de los recursos bajamente utilizados. Pocas compañías han analizado el verdadero costo de toxicidad de lo que ellos desechan. Muchas compañías no registran cuidadosamente el gasto medio ambiental, y los sistemas de contabilidad convencionales están mal equipados para medir la baja utilización de los recursos. La mejor información y métodos de evaluación ayudarán a los gerentes a reducir el impacto medio ambiental mientras mejoran la productividad del recurso.

Tercero, las compañías deben inclinarse a favor de la innovación. Ellos deben rastrear su propia descarga y la de los clientes: desechos, emisiones, y actividades de la disposición atrás en las actividades de la compañía para ganar visión sobre el plan del producto beneficioso, empaquetado, materia prima, o cambios del proceso. Los grupos de actividades pueden ser reconfigurados, la utilización del empaquetado puede ser reforzado para la recuperación.

Finalmente, las compañías deben definir nuevos tipos de relaciones con reguladores y activistas ecológicos. Los negocios necesitan un nuevo pensamiento. Tradicionalmente, las naciones eran competitivas si sus empresas tenían acceso a bajos costos de capital, trabajo, energía, y materia prima. En industrias que dependen de los recursos naturales, por ejemplo, las empresas y los países competitivos eran aquellos con suministros locales abundantes. Actualmente la globalización está haciendo la noción de ventaja competitiva obsoleta. Las compañías pueden tener de origen bajos costos en inversión y gastos, de cualquier manera, el surgimiento de la tecnología puede ofrecer desventajas en el costo de la inversión y gastos. Por ejemplo, si una empresa enfrenta escasez de materia prima, ella misma puede encontrar un material alternativo o puede crear uno sintético. Para superar altos costos del espacio, las compañías japonesas llevan a cabo una técnica de administración de inventarios llamada just in time , de tal manera que evitaban guardar inventario. Hoy en día utilizar los recursos productivamente es lo que constituye la competitividad. Las naciones y firmas que son muy competitivas no son aquellas con acceso a costos más bajas pero sí las que emplean tecnología cada vez más avanzada. Porque la tecnología esta constantemente cambiando, el nuevo paradigma de competitividad global requiere la habilidad de innovar rápidamente (Porter y Calas en *Journal of Economics Perspectives*, 1995).

Podemos concluir diciendo que las normas lejos de afectar la competitividad de la empresa van a permitir que el funcionamiento de los productos, de la seguridad de los

productos y del impacto medio ambiental contribuyan a crear y a perfeccionar la ventaja competitiva. Presionan a las empresas para que mejoren la calidad, perfeccionen la tecnología y aporten aspectos distintivos en áreas de gran importancia para la sociedad (Porter, 1997). Las empresas, como los Gobiernos, casi siempre son proclives a fijarse más en los costos a corto plazo de tener que afrontar unas normas exigentes que en sus beneficios a largo plazo en términos de innovación. Las empresas piensan que sus rivales extranjeros que no han de ceñirse a tales normas disfrutan de una ventaja en los costos. Sin embargo vender productos que funcionen deficientemente, que no sean seguros, o que perjudiquen al medio ambiente no es un buen camino para alcanzar una ventaja competitiva real en los sectores y segmentos avanzados, sobre todo en un mundo en el que la sensibilidad hacia los temas medioambientales y la preocupación por la riqueza social están en aumento en todos los países avanzados. Los compradores entendidos normalmente apreciarán los productos más seguros, más limpios. Las empresas que sean capaces de ofrecer tales productos tendrán un punto de apoyo muy importante para penetrar en los mercados extranjeros (Porter, 1997).

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE MINERALES NO METÁLICOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL

El objeto de estudio es la industria de minerales no metálicos por tal motivo empezaremos definiendo qué son los minerales no metálicos con la finalidad de que el lector obtenga una idea general de la industria. Los minerales no metálicos son sustancias inorgánicas cuyos contenidos principales no son los metales. Estos productos son utilizados en la elaboración de insecticidas, fertilizantes, productos químicos, y también en la industria de la construcción (INEGI, 2003). En México dentro del Sector Manufacturero tenemos al Subsector de Minerales no Metálicos. Esto se debe a que el Sector Manufacturero está integrado por todas las actividades encaminadas a la transformación de bienes y a la prestación de servicios industriales complementarios. Por tanto, incluye establecimientos que desarrollan todo tipo de procesos, que implican modificaciones y/o transformación de las materias primas insumidas. Su amplia cobertura está configurada tanto por actividades simples, de carácter elemental, representadas por procesos tales como el beneficio de productos agrícolas o actividades artesanales, como las que aplican las tecnologías más complejas, como las relacionadas con la producción química, metalúrgica, de vehículos, de maquinaria y equipo, etc⁴.

La división de Minerales no Metálicos (División VI), está formada por las ramas: 43. Vidrio y productos de vidrio; 44. Cemento hidráulico y 45. Productos a base de minerales no metálicos (Clasificación de INEGI, 2003). A su vez cada una de las ramas que componen la División VI (Minerales no Metálicos, excepto derivados del petróleo y carbón), está compuesta por las siguientes clases de actividad económica:

⁴ Banco de Información Económica

Clase de actividad económica 205: Productos de Minerales no Metálicos, Excepto Derivados del Petróleo y Carbón	
Rama 43	362021 Fabricación de Envases y Ampolletas de Vidrio 362023 Industria Artesanal de Artículos de Vidrio 362011 Fabricación de Vidrio Plano, Liso y Labrado 362013 Fabricación de Fibra de Vidrio y sus Productos 362022 Fabricación de Productos Diversos de Vidrio y Cristal Refractario y Técnico.
Rama 44	369111 Fabricación de Cemento Hidráulico
Rama 45	369112 Elaboración de Cal 369121 Fabricación de Concreto Hidráulico Premezclado 369122 Fabricación de Partes Prefabricadas de Concreto para la Construcción 369123 Fabricación de Mosaicos, Tubos, Postes y Similares a Base de Cemento 361203 Fabricación de Ladrillos, Tabiques y Tejas de Arcilla no Refractaria 369133 Fabricación de Otros Minerales a Base de Minerales no Metálicos Aislantes 361202 Fabricación de Azulejos y Losetas 369124 Fabricación de Productos de Asbesto-Cemento 361201 Fabricación de Artículos Sanitarios de Cerámica 361204 Fabricación de Ladrillos, Tabiques y Otros Productos de Arcilla Refractaria

FUENTE: INEGI, 2003

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En México a partir de los ochenta se dio paso al nuevo esquema de política liberal, el cual se caracterizó por la apertura comercial que se llevo a cabo mediante la firma de distintos tratados comerciales con el resto del mundo y dentro de los cuales destaca el Tratado de Libre Comercio (SECOFI, 1990).

Bajo este contexto se lleva a cabo el programa nacional de modernización industrial y del comercio exterior 1990-1994, en el cual se señalaba que la economía mexicana estaba en un proceso de globalización mundial donde la producción había evolucionado de la maquila tradicional a la producción compartida permitiéndole conversiones nacionales y extranjeras, transferencia de tecnología y la incorporación de insumos nacionales. Esto era con la finalidad de buscar una articulación regional y sectorial de las economías⁵. Para ello el programa se planteó los siguientes objetivos:

1. Propiciar el crecimiento de la industria nacional mediante el fortalecimiento de un sector exportador con altos niveles de competitividad.
2. Llevar a cabo la descentralización de la planta productiva para lograr el desarrollo industrial congruente con la disponibilidad de recursos y con el equilibrio

⁵ SECOFI, "Programa Nacional de Modernización Industrial y del Comercio Exterior, 1990-1994" Comercio Exterior, febrero de 1990, pp. 164-177.

ambiental. La descentralización tiene como objetivo la instalación y reubicación de las industrias en zonas de menor concentración urbana, con disponibilidad de agua, infraestructura, comunicaciones y transportes, mano de obra especializada y acceso a insumos que permitan a las plantas operar con costos competitivos en escala internacional.

3. Promover y defender los intereses comerciales de México en el exterior. Se buscará una mayor reciprocidad comercial con las naciones con las que se sostienen intercambios, a fin de asegurar y mejorar el acceso de los productos mexicanos a sus mercados.
4. Crear empleos más productivos e incrementar el bienestar de los consumidores.

La modernización de la industria y el fomento del comercio exterior se sustenta en cinco ejes rectores:

- ♦ Internalización de la industria nacional. La promoción de la inversión extranjera, como complemento de la inversión nacional, habrá de cumplir un papel importante para lograr la internalización de la economía, al propiciar la incorporación acelerada del país a los mercados internacionales, fortaleciendo la generación de empleos estables y facilitando la transferencia de tecnología.
- ♦ Desarrollo tecnológico y mejoramiento de la productividad y calidad. Para elevar la competitividad internacional de la industria se requiere incrementar la productividad y la calidad en los procesos productivos de las ramas industriales del país, mediante el mejoramiento tecnológico y la calificación de los recursos naturales.
- ♦ Desregulación económica. Esta estrategia plantea modernizar el marco regulatorio para superar los obstáculos que limitan las exportaciones, el crecimiento de la productividad y la participación de la inversión de los particulares.
- ♦ Promoción de las exportaciones. Se coordinarán esfuerzos entre los sectores social, privado y público para intensificar el apoyo a las empresas exportadoras y de comercio exterior, eliminar trabas y restricciones que obstaculicen el flujo de las exportaciones y lograr una nueva cultura exportadora.
- ♦ Fortalecimiento del mercado interno (SECOFI, 1990).

Sin embargo, el modelo exportador no arrojó los resultados que se esperaban y lejos de incrementar la competitividad de nuestra planta industrial sólo provocó su rezago histórico. Si bien es cierto que la economía mexicana no se vio favorecida con la apertura comercial de manera generalizada, sí hubo industrias que tuvieron la capacidad de ajustarse a las exigencias internacionales y lograr ser competitivas en el extranjero como lo han hecho las ramas de cemento hidráulico y la de vidrio y productos de vidrio. Estas ramas han llevado a cabo estrategias que les han permitido consolidarse en el extranjero y ser una competencia fuerte dentro y fuera del país. Por tal motivo hablaremos un poco de la industria del cemento y la Industria del vidrio, de tal forma que el lector pueda comprender en qué contexto económico y social se han venido desarrollando estas dos industrias.

Antecedentes de la Industria del Cemento y del Vidrio

La industria del cemento es muy antigua pero tiene su mayor auge a partir de la década de los setenta. La estabilidad política y social del país, fue determinando el crecimiento de la demanda del cemento y la industria correspondió con la apertura de nuevas fábricas. Con la finalidad de garantizar la capacidad de producción requerida para el desarrollo del país, la industria cementera concertó una serie de acciones con las autoridades gubernamentales, comprometiéndose a un programa de desarrollo, cuyo objetivo era el de duplicar la producción y para ello en 1973 se realizaron grandes inversiones (Camara Nacional del Cemento, CANACEM, 2003). Si bien lo anterior llevo al cumplimiento del Plan Global de Desarrollo, las expectativas de crecimiento del país, a partir de 1982, han sido distintas a las proyectadas y actualmente existe una gran contracción en la demanda, lo que ha llevado a buscar nuevas estrategias y compromisos que aseguren el crecimiento de la industria cementera (CANACEM, 2003).

En el caso de la industria del vidrio, el primer taller de vidrio que se estableció en México fue en el estado de Puebla en 1542 por el español Rodrigo de Espinoza Peroe. En ese año los vidrios de Puebla se exportaban a Guatemala y Perú. Durante 200 años los poblanos concentraron la producción de vidrio, hasta finales del siglo XIX. En 1889, Camilo Ávalos Razo, el primer vidriero mexicano, instaló una fábrica en el barrio de La Merced de la Ciudad de México y se convirtió en el principal proveedor de productos de vidrio del país. Pero en 1909 Don Roberto G. Sada construyó la Vidriera Monterrey, base de lo que ahora es Grupo Vitro, empresa líder en el mercado vidriero. Sin embargo, debido a la

política establecida en México en 1982, la empresa se ha visto afectada por la entrada de nuevas empresas de vidrio como la firma francesa Saint Gobain (Salomón, 2003). En el siguiente apartado hablaremos de la evolución económica de la industria de minerales no metálicos con el objetivo de insertarla en el contexto económico.

EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA DE MINERALES NO METÁLICOS

Cuadro 1

Producto Interno Bruto Total, de la Gran División 3 y la División VI y de sus Ramas 43, 44 y 45 durante el período de 1990-2001

(Miles de Pesos a Precios de 1993)

Año	PIB	T.C	Gran División 3	T.C	División VI	T.C
	Total Y	PIB Total Y	PIB Industria Manufacturera	Gran División 3	PIB Minerales no Metálicos	División VI
1990	1,049,063,789		205,524,504		15,526,690	
1991	1,093,357,892	4.22%	212,578,028	3.43%	16,078,295	3.55%
1992	1,133,032,119	3.63%	221,427,423	4.16%	17,093,762	6.32%
1993	1,155,132,189	1.95%	219,934,044	-0.67%	17,557,131	2.71%
1994	1,206,135,039	4.42%	228,891,644	4.07%	18,358,201	4.56%
1995	1,131,752,762	-6.17%	217,581,704	-4.94%	16,216,797	-11.66%
1996	1,190,075,547	5.15%	241,151,931	10.83%	17,523,456	8.06%
1997	1,270,744,065	6.78%	265,113,424	9.94%	18,562,316	5.93%
1998	1,334,586,475	5.02%	284,642,713	7.37%	19,526,892	5.20%
1999	1,384,697,220	3.75%	296,528,442	4.18%	19,879,090	1.80%
2000	1,473,562,655	6.42%	317,091,621	6.93%	20,683,707	4.05%
2001	1,471,065,152	-0.17%	305,318,103	-3.71%	20,333,523	-1.69%

Continuación del Cuadro 1

Año	Rama 43	T.C	Rama 44	T.C	Rama 45	T.C
	PIB Vidrios y Produc. de Vidrio	Rama 43	PIB Cemento Hidráulico	Rama 44	PIB Productos a Base de Minerales no Metálicos	Rama 45
1990	3,194,158		3,628,979		8,703,553	
1991	3,489,440	9.24%	3,792,032	4.49%	8,796,823	1.07%
1992	3,567,128	2.23%	4,076,330	7.50%	9,450,304	7.43%
1993	3,515,969	-1.43%	4,180,851	2.56%	9,860,311	4.34%
1994	3,624,433	3.08%	4,619,840	10.50%	10,113,928	2.57%
1995	3,703,749	2.19%	3,783,649	-18.10%	8,729,399	-13.69%
1996	4,031,832	8.86%	4,245,254	12.20%	9,246,370	5.92%
1997	4,332,318	7.45%	4,436,290	4.50%	9,793,708	5.92%
1998	4,696,393	8.40%	4,547,197	2.50%	10,283,302	5.00%
1999	4,524,809	-3.65%	4,679,066	2.90%	10,675,215	3.81%
2000	4,699,749	3.87%	4,889,624	4.50%	11,094,334	3.93%
2001	4,706,200	0.14%	4,684,260	-4.20%	10,943,063	-1.36%

FUENTE: Tomo I y II. Cuentas de Bienes y Servicios. Sistema de Cuentas Nacionales Mexicanas, INEGI. 1988-1999.

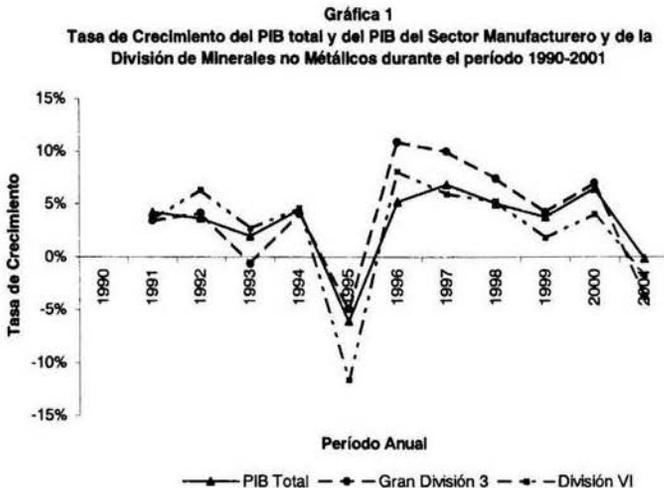
Empezaremos por analizar el crecimiento del PIB total, el del sector manufacturero y el de la división VI. Después nos enfocaremos sólo a la División VI y sus Ramas ya que éste subsector es el objeto de estudio del presente trabajo. Este período se divide en 3 subperíodos con la finalidad de que el análisis sea más sencillo de comprender para el lector.

Se observa que el sector manufacturero y la división de minerales no metálicos tienen un comportamiento cíclico con respecto al comportamiento de la economía mexicana, es decir, cuando la economía mexicana tiene crecimiento, también el sector manufacturero y su división de minerales no metálicas tiene crecimiento, pero sí la economía enfrenta alguna contracción en su crecimiento, el sector y la división antes mencionadas también se ven afectadas en su crecimiento económico. Esto se debe a que la división de minerales no metálicos esta compuesta por las ramas de cemento hidráulico, vidrio y otros productos de vidrio y productos a base de minerales no metálicos. Como una de las formas en que puede crecer la economía de un país es a base del gasto llevado a cabo por el gobierno en infraestructura, lo cual permite por un lado generar más empleo y por el otro incrementa las ventas de las ramas ya mencionadas ya que sus productos son necesarios para la construcción, y si la economía enfrenta alguna crisis una de las cosas que primero se afecta es el gasto en infraestructura.

Durante el período de 1990 a 1993 la tasa de crecimiento media anual del PIB total fue del 3.27 por ciento, para el período de 1994-1997 fue de 3.39 por ciento, el crecimiento fue mínimo debido a la crisis de 1994-1995 que enfrentó la economía mexicana. Del período de 1998-2001 la economía tuvo una tasa de crecimiento media anual de 5.01 por ciento.

La tasa de crecimiento media anual del sector manufacturero y la división de minerales no metálicos para el período de 1990-1993 fue de 2.31 por ciento y 4.19 por ciento respectivamente. Mientras que para los años que abarcan de 1994-1997 su tasa de crecimiento media anual fue de 6.63% para el sector manufacturero y 2.29 por ciento para la división de minerales no metálicos. El sector manufacturero en su tasa media anual presenta un crecimiento mayor con respecto al período anterior a la crisis, debido a que dentro del sector hay divisiones que lograron un crecimiento a pesar de la crisis que estábamos viviendo. Lo contrario sucede con la industria de minerales no metálicos ya que durante el período de la crisis presentó una drástica caída debido a que las ramas que la componen dependen casi al 100% del comportamiento de la economía mexicana, como ya

lo habíamos señalada en párrafos anteriores. El comportamiento cíclico de la economía lo podemos observar en la *gráfica 1*.



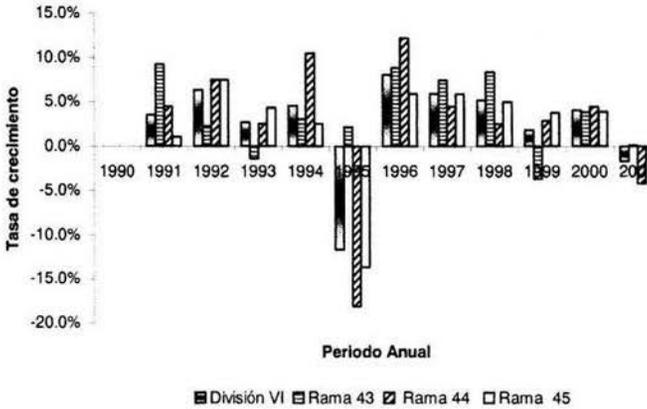
El cuadro 1 también muestra las tasas de crecimiento medias anuales de las ramas que conforman la división de metales no metálicos. La tasa de crecimiento media anual durante el período 1990-1993 previo a la crisis del 1994 fue de 3.35 por ciento para la rama 43, de 4.83 por ciento para la rama 44 y 4.28 por ciento para la rama 45. Como podemos observar la rama 44 que corresponde a cemento hidráulico es la que creció más durante el período, debido a que reacciona de manera muy favorable al crecimiento de PIB nacional. Sin embargo, también resiente las caídas del PIB nacional como pasó durante el período 1994-1998. Durante ese período la tasa de crecimiento anual fue de 7.19 por ciento para la rama 43, de 3.03 por ciento para la rama 44 y de 0.24 por ciento (rama 45).

Las rama 43 tuvo un crecimiento, mientras las ramas 44 y 45 un decrecimiento, sin embargo la rama más afectada fue la 45.

La industria cementera es vulnerable a los períodos de contracción económica y favorecida con los períodos de crecimiento económico, es decir, es una industria cíclica. Esta industria genera efectos de multiplicación y complementación económica, en

conjunto con la industria de la construcción a la que abastece de insumos para el desarrollo de sus operaciones (Casa y Fair, 1997). Ver Gráfica 2.

Gráfica 2
Tasa de Crecimiento del PIB de la División VI y de sus Ramas 43, 44 y 45
para el periodo 1990-2001



FUENTE: Elaboración propia con datos del cuadro 2

Ahora hablaremos de cuál ha sido el comportamiento del personal ocupado para la Gran División 3, la División VI y sus respectivas ramas para el periodo 1990-2001.

Cuadro 2
Personal Ocupado de la Gran División 3, la División VI y para
las Ramas 43, 44, y 45 durante el periodo de 1990-2001
(Unidades)

Año	Total Personal Ocupado	T.C Total	Gran División 3		División VI	
			Personal Ocu. Industria Manufacturera	T.C Gran División 3	Personal Ocu. Minerales no Metálicos	T.C División VI
1990	25957661		3,275,202		178,737	
1991	26723916	2.95%	3,307,128	0.97%	179,074	0.19%
1992	27160072	1.63%	3,379,765	2.20%	183,210	2.31%
1993	27467478	1.13%	3,309,755	-2.07%	183,108	-0.06%
1994	28165783	2.54%	3,238,906	-2.14%	174,841	-4.51%
1995	27347482	-2.91%	3,066,717	-5.32%	149,948	-14.24%
1996	28270286	3.37%	3,278,436	6.90%	146,965	-1.99%
1997	29346956	3.81%	3,566,045	8.77%	152,543	3.80%
1998	30635319	4.39%	3,773,206	5.81%	157,359	3.16%
1999	31406543	2.52%	3,910,931	3.65%	157,600	0.15%
2000	31993581	1.87%	4,102,052	4.89%	160,977	2.14%
2001	31890120	-0.32%	3,898,545	-4.96%	155,471	-3.42%

Continúa en la siguiente página

Continuación del Cuadro 2

Año	Rama 43	T.C	Rama 44	T.C	Rama 45	T.C
	Personal Ocu. Vidrios y Productos de Vidrio	Rama 43	Personal Ocu. PIB Cemento Hidráulico	Rama 44	Personal Ocu. Productos a Base de Minerales no Metálicos	Rama 45
1990	38,391		14,985		125,361	
1991	38,174	-0.57%	14,238	-4.98%	126,662	1.04%
1992	37,673	-1.31%	13,634	-4.24%	131,903	4.14%
1993	35,631	-5.42%	12,434	-8.80%	135,043	2.38%
1994	33,166	-6.92%	11,663	-6.20%	130,012	-3.73%
1995	32,570	-1.80%	10,155	-12.93%	107,223	-17.53%
1996	33,293	2.22%	8,485	-16.45%	105,187	-1.90%
1997	34,447	3.47%	7,886	-7.06%	110,210	4.78%
1998	35,808	3.95%	7,646	-3.04%	113,905	3.35%
1999	35,934	0.35%	7,528	-1.54%	114,138	0.20%
2000	37,139	3.35%	7,925	5.27%	115,913	1.56%
2001	35,630	-4.06%	8,290	4.61%	111,551	-3.76%

FUENTE: Tomo I. Cuentas de Bienes y Servicios. Sistema de Cuentas Nacionales Mexicanas, INEGI. 1988-1999

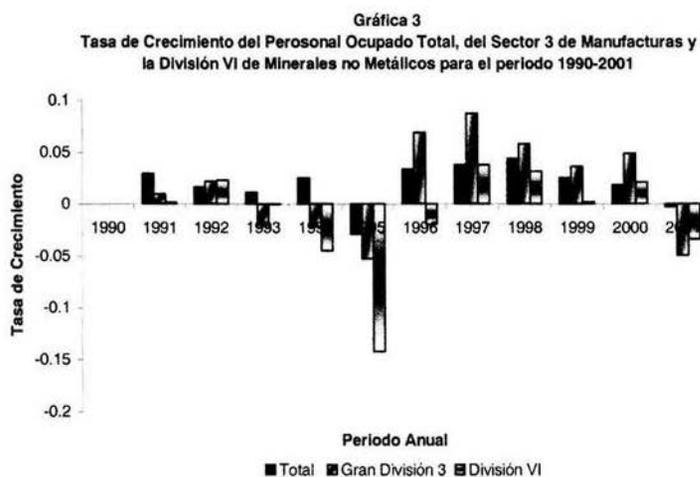
Tomo II. Cuentas de Bienes y Servicios. Sistema de Cuentas Nacionales Mexicanas, INEGI. 1988-1999

El personal ocupado tiene una tendencia similar a la del Producto Interno Bruto (Cuadro 1), por lo que para el período de 1990-1993 la tasa de crecimiento media anual de la economía fue de 1.9 por ciento, y se vio incrementada para el siguiente período (1994-1998) ya que de 1.9 por ciento en el primer período paso a 2.12 por ciento, aunque este período abarca la crisis del 1994-1995, la cual si afecto el empleo porque de 1993 a 1994 tuvo un crecimiento de 2.24 por ciento, pero para 1994-1995 tuvo un decrecimiento de -2.91, es decir el desempleo aumentó, sin embargo para el siguiente año se logró un crecimiento del 3.37 por ciento . Este crecimiento no duro mucho debido a que a partir de 1999 empezó a presentarse una vez más el desempleo causado por la caída de la economía mexicana.

El sector manufacturero contribuyó poco en el crecimiento del personal ocupado de la economía mexicana de 1990-1993 porque su crecimiento sólo fue de 0.35 por ciento. Y también afecto el crecimiento de la economía en el siguiente período, elevando su empleo a 3.89 por ciento. Pero los efectos negativos de la crisis se reflejaron en los años que se abarcan de 1999 a 2001, ya que la tasa media de crecimiento del personal ocupado cayó a 0.16 por ciento.

Por su parte la división de minerales no metálicos tuvo una tasa media de crecimiento de 0.81 por ciento de 1990-1993, es decir su crecimiento fue muy deprimente y se deprimió más durante el período de la crisis cayendo hasta -2.6 por ciento de 1994-1998, debido a que las ramas que la componen dependen de la economía mexicana. Para

el siguiente período su tasa de crecimiento media anual fue de -0.16 por ciento. Ver *Gráfica 3*.



Ahora veremos cuál ha sido el comportamiento de las ramas que conforman la división de minerales no metálicos durante el período 1990-2001.

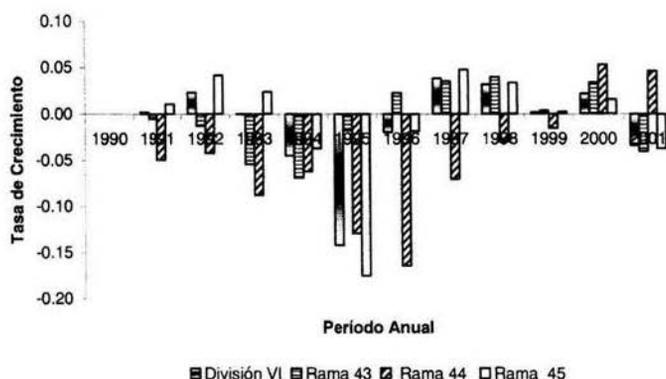
La industria de minerales no metálicos tuvo una tasa de crecimiento media anual de 0.81 por ciento, es decir, el crecimiento del empleo fue muy bajo y esto se debió a que las ramas que la componen están ligadas al ciclo de la economía.

Para el período que abarca de 1990-1993 la tasa de crecimiento media anual de la rama 43 (vidrio y otros productos de vidrio) fue de -2.4 por ciento, mientras que la tasa de crecimiento de la rama 44 (cemento hidráulico) fue de -6.03 por ciento y la de la rama 45 (otros productos a base de minerales no metálicos) de 2.5 por ciento.

En el siguiente subperíodo (1994-1998), el cual abarca la crisis económica (1994-1995), las tasas de crecimiento fueron de 1.9% para la rama 43, -10 por ciento para la rama 44 y -3.25 por ciento para la rama 45.

La rama de cemento hidráulico es la que se vio más afectada ya que esta depende cien por ciento de la evolución del sector construcción, el cual se deprime en tiempo de crisis de manera muy grave. Sin embargo, para el siguiente período la rama 44 fue la más beneficiada con un crecimiento medio anual de 4.9 por ciento (ver *Gráfica 4*).

Gráfica 4
Tasa de Crecimiento de la División VI, y de las Ramas 43, 44 y 45 para el periodo 1990-2001



FUENTE: Elaborado con datos del cuadro 2

Productividad Laboral

En esta sección nos enfocaremos a analizar el desempeño que ha tenido durante el período 1990-2001 la productividad y el índice de productividad⁶ del sector manufacturero y de la división de minerales no metálicos al igual que sus ramas que la componen.

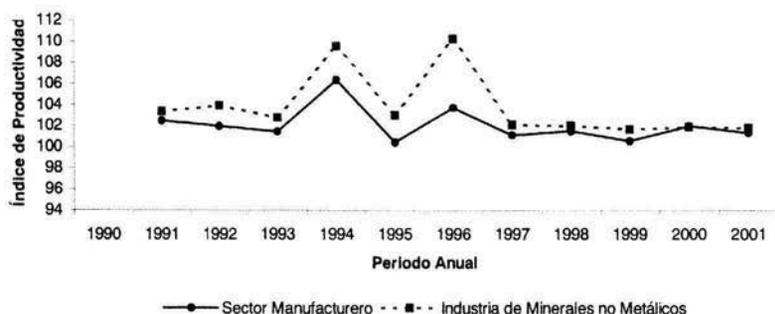
Cuadro 3
Productividad e índice de Productividad de el sector Manufacturero y de la División de Minerales no Metálicos durante el periodo de 1990-2001

Año	Sector Manufacturero		Minerales no Metálicos División VI	
	Productividad	Índice de Productividad	Productividad	Índice de Productividad
1990	62.75		86.87	
1991	64.28	102.43	89.79	103.36
1992	65.52	101.92	93.30	103.92
1993	66.45	101.43	95.88	102.77
1994	70.67	106.35	105.00	109.51
1995	70.95	100.40	108.15	103.00
1996	73.56	103.68	119.24	110.25
1997	74.34	101.07	121.69	102.05
1998	75.44	101.47	124.09	101.98
1999	75.82	100.51	126.14	101.65
2000	77.30	101.95	128.49	101.86
2001	78.32	101.31	130.79	101.79

FUENTE: Cuadro elaborado en base a los cuadros 1 y 2.

⁶ La productividad es igual a PIB/Personal Ocupado. El Índice de Productividad es igual a (productividad i / productividad e)*100; donde "i" es el año que se analiza y "e" es el año base.

Gráfica 6
Productividad e Índice de Productividad del Sector Manufacturero y la Industria de Minerales no Metálicos durante el periodo 1990-2001



FUENTE: Elaborado con datos del cuadro 3

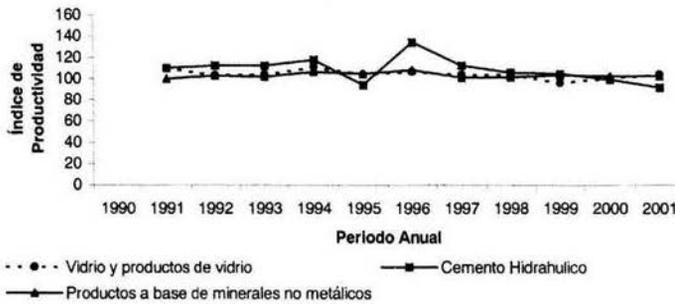
El índice de productividad del sector manufacturero y de la industria de minerales no metálicos tiene un comportamiento ciclo y su caída fue en la crisis de 1994-1995 y en 1997. El índice de productividad de la industria de minerales no metálicos está por arriba del del sector manufacturero, esto se debe a que sus ramas cada vez son más eficientes debido a sus grandes inversiones en maquinaria y equipo de punta como es el caso de la industria de cemento hidráulico.

Cuadro 4
Productividad e Índice de Productividad de Las ramas que componen la División VI de minerales no metálicos durante el periodo de 1990-2001

Año	Vidrios y productos de vidrio		Cemento Hidráulico		Productos a base de minerales no metálicos	
	Rama 43		Rama 44		Rama 45	
	Productividad	Índice de Productividad	Productividad	Índice de Productividad	Productividad	Índice de Productividad
1990	83.20		242.17		69.43	
1991	91.41	109.87	266.33	109.98	69.45	100.03
1992	94.69	103.59	298.98	112.26	71.65	103.16
1993	98.68	104.21	336.24	112.46	73.02	101.91
1994	109.28	110.75	396.11	117.80	77.79	106.54
1995	113.72	104.06	372.59	94.06	81.41	104.65
1996	121.10	106.49	500.32	134.28	87.90	107.97
1997	125.77	103.85	562.55	112.44	88.86	101.09
1998	131.15	104.28	594.72	105.72	90.28	101.59
1999	125.92	96.01	621.55	104.51	93.53	103.60
2000	126.54	100.50	616.99	99.27	95.71	102.33
2001	132.09	104.38	565.05	91.58	98.10	102.49

FUENTE: Cuadro elaborado en base a los cuadros 1 y 2.

Gráfica 7:
Índice de productividad de las ramas que componen la industria de minerales no metálicos durante el periodo 1990-2001



FUENTE: Elaborado con datos del cuadro 4

De las tres ramas que componen a la industria de minerales no metálicos, la rama de cemento hidráulico ha tenido un crecimiento mayor que la del vidrio y la de otros productos a base de minerales no metálicos, consecuencia de las grandes inversiones en maquinaria y equipo, lo que le permite ser más productivo, por otro lado la industria del vidrio no realiza grandes inversiones en este rubro debido a que la mayoría de las empresas que la componen son medianas y pequeñas.

Comercio Exterior

Para observar el comportamiento de las exportaciones e importaciones totales de la división VI y de las ramas 43 y 45 observemos el cuadro 4 y 5.

Cuadro 4
Exportaciones Totales y las Ramas 43 y 45
durante el periodo de 1993-2000
(Millones de dólares)

Año	Total	T.C. Total	Minerales no Metálicos División VI	T.C. División VI	Vidrios y Productos de Vidrio Rama 43	T.C. Rama 43	Productos a Base de Minerales no Metálicos Rama 45	T.C. Rama 45
1993	51831.12		730.45		434.63		295.82	
1994	60817.24	17.34	816.3	11.75	497.02	14.35	319.28	7.93
1995	79540.72	30.79	993.57	21.72	554.13	11.49	439.44	37.63
1996	79540.97	0.00	993.57	0.00	554.13	0.00	439.44	0.00
1997	96003.39	20.70	1081.92	8.89	480.58	-13.27	601.34	36.84
1998	110235.92	14.83	1242.96	14.88	591.47	23.07	651.49	8.34
1999	136705.82	24.01	1428.77	14.95	725.52	22.66	703.25	7.94
2000	166426.2	21.74	1481.55	3.69	772.31	6.45	709.24	0.85

Cuadro 5
Importaciones Totales y de las Ramas 43 y 45
durante el período de 1993-2000
(Millones de dólares)

Año	Total	T.C. Total	Minerales no Metálicos División VI	T.C. División VI	Vidrios y Productos de Vidrio Rama 43	T.C. Rama 43	Productos a Base de Minerales no Metálicos Rama 45	T.C. Rama 45
1993	65367.57		637.02		329.57		307.45	
1994	79349.34	21.39	766.12	20.27	384.36	16.62	381.76	24.17
1995	72453.64	-8.69	641.83	-16.22	345.37	-10.14	296.46	-22.34
1996	72454.39	0.00	641.83	0.00	345.37	0.00	296.46	0.00
1997	89471.46	23.49	884.72	37.84	498.44	44.32	386.28	30.30
1998	109813.33	22.74	1059.62	19.77	609.12	22.21	450.5	16.63
1999	142088.52	29.39	1204.06	13.63	719.24	18.08	484.82	7.62
2000	174511.53	22.82	1394.18	15.79	873.07	21.39	521.11	7.49

En el caso de la rama 44 (cemento Hidráulico) no hubo datos sobre exportaciones e importaciones de México. Esto se debe a que los costos de transporte son demasiado elevados por tal motivo si se desea exportar se hace desde el país más cercano al interesado en importar el cemento (CANACEM, 2003).

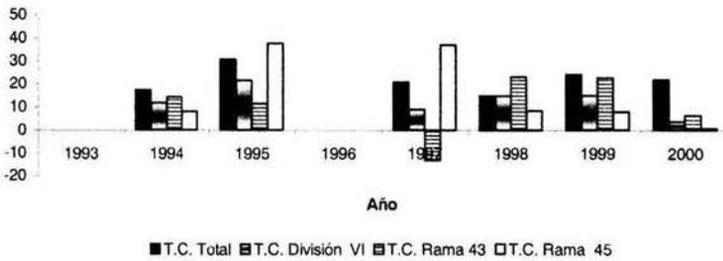
Las exportaciones totales aumentaron de 17.34 por ciento en 1994 a 30.79 por ciento en 1995. Pero para 1996 se mantuvieron constantes las exportaciones. Para 1997 se empezó a tener una disminución en las exportaciones, la cual se prolongó hasta 1998. Para 1999, empezó a ver un crecimiento (24.01 por ciento) pero menor al registrado en 1995. Esta misma tendencia se vio en la división VI ya que de tener un crecimiento de 21.72 por ciento en 1995 pasó a 8.89 por ciento en 1998. En los siguientes años tuvo una recuperación, sin embargo, en el 2000 volvió a caer. Esta tendencia de la división VI se debe al comportamiento de las ramas 43 y 45, las cuales también se vieron afectadas en su crecimiento por la crisis de 1994. La rama 43 en 1995 tuvo un crecimiento de 11.49 por ciento pero para 1997 tuvo un decrecimiento del 13.27 por ciento. En 1998 tuvo una gran recuperación ya que su crecimiento fue de 23.07 por ciento. Los siguientes años han sido difíciles con una caída que ha llegado a 6.45 por ciento para el 2000. Lo mismo ha sucedido con la rama 45 la cual de tener un crecimiento de 37.63 por ciento en 1995 para el 2000 fue de 0.85 por ciento.

Las importaciones también se han visto afectadas, pero en menor proporción que las exportaciones. Las importaciones totales en 1994 tuvieron un crecimiento de 21.39 por ciento. Sin embargo, cayeron en el siguiente año debido a la crisis económica por la que estaba pasando la economía mexicana. Para los siguientes años tuvo un gran

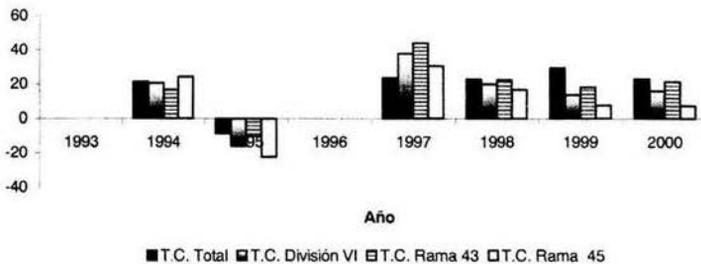
recuperación, en el 2000 el crecimiento de las importaciones fue de 22.82 por ciento. Lo mismo sucede con la división VI y sus respectivas ramas. La división VI en 1995 tuvo decrecimiento de -16.22 por ciento. En 1997 su crecimiento fue de 37.84 por ciento y para los siguientes años su crecimiento ha disminuido considerablemente.

La rama 43 y la 45 también tuvieron una caída en su crecimiento ya que en 1994 su crecimiento se fue de 16.62 por ciento y de 24.17 por ciento respectivamente. Pero para el 2000 las importaciones del vidrio fueron de 21.39 por ciento mientras que las de los productos a base de minerales no metálicos fue sólo de 7.49 por ciento. *Ver gráfica 6 y 7.*

Gráfica 6
Tasa de Crecimiento de las Exportaciones
para el periodo 1993-2000



Gráfica 7
Tasa de Crecimiento de las Importaciones
para el periodo 1993-2000



En este apartado hablaremos del comportamiento que ha tenido la balanza comercial durante el período 1993-2000. Como ya lo hemos señalado antes, no se obtuvieron cifras sobre exportaciones e importaciones de la rama 44 debido a que los costos de transporte son muy elevados, por tal motivo, no se obtuvo su balanza comercial.

Cuadro 6
Balanza Comercial Total, de la División VI y sus Ramas 43 y 45
durante el período de 1993-2000
(Millones de dólares)

Año	Balanza Comercial Total	Balanza Comercial de la Industria Min. No Metálicos División VI	Balanza Comercial Vidrios y Productos de Vidrio Rama 43	Balanza Comercial Productos a Base de Minerales no Metálicos Rama 45
1993	-13536.45	93.43	105.06	-11.63
1994	-18532.10	50.18	112.66	-62.48
1995	7087.08	351.74	208.76	142.98
1996	7086.58	351.74	208.76	142.98
1997	6531.93	197.20	-17.86	215.06
1998	422.59	183.34	-17.65	200.99
1999	-5382.70	224.71	6.28	218.43
2000	-8085.33	87.37	-100.76	188.13

La Balanza comercial de México tuvo déficit en 1993, 1994, 1999 y 2000 y en los demás años fue superávitaria, esto se debió a que el país importó menos entre 1995-1998 consecuencia de la crisis mexicana la cual llevó a grandes despidos, por tanto, un gran desempleo y menos capacidad para consumir.

La división VI tuvo superávit en todos los años, gracias a que cuando la rama 43 tenía déficit este era compensado por el superávit de la rama 45 y viceversa.

Organización Industrial

En este apartado hablaremos de la estructura del mercado de la industria de minerales no metálicos y de las ramas que la conforman, nos basaremos en indicadores como Cr4⁷ para medir su intensidad en publicidad y como parámetro de la diferenciación de productos utilizaremos la participación de la publicidad en las ventas del año 1993. También se va a considerar una referencia absoluta de 20 millones de pesos anuales en gastos de publicidad por clase industrial.

⁷ El Cr4 es un índice que nos permite medir la concentración de una determinada industria. Para obtener la concentración se toma a las cuatro empresas de mayor tamaño de una determinada industria.

Las clases económicas que componen a la industria de minerales no metálicos excepto derivados del petróleo y carbón pertenecen a diferentes estructuras de mercado debido a su índice Cr4 y el gasto en publicidad que llevan a cabo cada una de ellas.

ESTRUCTURA DE MERCADO PARA LA INDUSTRIA DE MINERALES NO METALICOS,
EXCEPTO DERIVADOS DE PETROLEO

Tipo de Mercado	Rama	Clase	Concepto	Cr4 %	Intensidad en Publicidad %	Penalización de costos	Margen de Ganancias %
Mercado Competitivo	45	369112	Elaboración de cal	38.02	0.16	1.96	25.92
		369121	Concreto premezclado, mosaicos, tubos, bloques y similares a base de cemento.	44.72	0.12	1.39	19.54
		369122	Fabricación de partes prefabricadas de concreto para la fabricación.	35.43	0.20	1.69	14.81
		369123	Fabricación de mosaico, tubos, postes y similares a base de cemento.	38.64	0.20	1.93	17.56
		361203	Fabricación de ladrillos, tabiques y tejas de arcilla no refractaria.	46.93	0.33	1.92	25.86
		Promedio		40.75	0.20	1.78	20.74
Oligopolios competitivos	43	362021	Fabricación de envases y ampollitas de vidrio.	53.82	0.10	1.19	32.43
		362023	Otros artículos de vidrio y cristal.	55.45	0.15	1.35	13.81
	45	369133	Ladrillos, tabiques y tejas de arcilla no refractaria y similares.	67.38	0.24	2.38	20.97
		Promedio		58.89	0.16	1.64	22.40
Oligopolios diferenciados	45	361202	Fabricación de azulejos o losetas.	57.99	1.16	0.99	29.28
	44	369111	Cemento hidráulico	30.28	0.39	1.64	53.91
		Promedio		44.14	0.78	1.32	41.59
Oligopolios concentrados	43	362011	Fabricación de vidrio plano, liso y labrado.	87.51	0.01	1.41	36.87
		362013	Fabricación de fibra de vidrio y similares.	89.68	0.19	1.72	36.26
	45	369124	Fabricación de productos de asbesto-cemento.	63.22	0.42	1.40	19.22
		Promedio		80.14	0.21	1.51	30.78

Fuente: Brown, Flor y Domínguez, Lilia (2002), Estructura de Mercado de la Industria Mexicana

La rama 43: vidrio y productos de vidrio esta compuesta por las clases 362021 (Fabricación de Envases y Ampollitas de Vidrio); 362023 (Industria Artesanal de Artículos de Vidrio); 362011 (Fabricación de Vidrio Plano, Liso y Labrado) y 362013 (Fabricación de Fibra de Vidrio y sus Productos). Cada una de estas clases pertenece a diferentes mercados según su Cr4 y su gasto en publicidad.

La clase 362021 y la 362023 pertenecen a mercados de oligopolios competitivos debido a que sus bienes son poco diferenciados. La existencia de tecnologías difundidas determina que el predominio de firmas líderes grandes coexista con una amplia presencia

de empresas pequeñas y medianas. En este mercado las economías de escala son bajas y su intensidad en publicidad es apenas entre 0.28 y 75 por ciento (Grossman y Domínguez, 2002). También a este mercado pertenece la clase 369133 (Ladrillos, tabiques y tejas de arcilla no refractaria y similares) de la rama 45, es decir, a la rama de otros productos a base de minerales no metálicos. En promedio su intensidad en publicidad es de 0.16 por ciento del total de la ventas y su margen de ganancia es de 22.40 por ciento.

Las clases 362011 y la 362013 de la rama 43 y la clase 36914 de la clase 45 están dentro del mercado de oligopolios concentrados. En este mercado el gasto que en promedio realizan las empresas en publicidad es de sólo 0.28 por ciento de sus ventas. Por ello, la competencia no se manifiesta en la diferenciación de los productos, pero si se expresa en las altas inversiones en capital que llevan a cabo las empresas con la finalidad de aprovechar las economías de escala, garantizando así una ventaja competitiva (Grossman y Domínguez, 2002).

La rama 44: cemento hidráulico está compuesto por la clase 369111 (Fabricación de cemento hidráulico) y pertenece a mercados de oligopolios diferenciados. Los bienes producidos en este mercado son de consumo no durable, tienen marcas exclusivas y empaques diferenciados. Son mercados en los que las empresas realizan una continua diversificación e introducción de nuevos productos. Las empresas llevan a cabo gastos elevados en publicidad con la finalidad de diferenciar sus productos y así incrementar sus ventas, lo que las llevara a tener una mayor participación en el mercado. Su única barrera de entrada a este mercado es la diferenciación de productos ya que los elevados gastos en publicidad buscan fomentar la lealtad de los consumidores a las marcas. A este mercado también pertenece la clase 361202 (Fabricación de azulejos y losetas) de la rama 45: otros productos a base de minerales no metálicos (Grossman y Domínguez, 2002).

Las clases 369112 (Elaboración de cal), 369121 (Fabricación de Concreto Hidráulico Premezclado), 369122 (Fabricación de Partes Prefabricadas de Concreto para la Construcción), la 369123 (Fabricación de Mosaicos, Tubos, Postes y Similares a Base de Cemento) y la 361203 (Fabricación de Ladrillos, Tabiques y Tejas de Arcilla no Refractaria) de la rama 45, están dentro de mercados competitivos. En este mercado las industrias son industrias intensivas en trabajo y de tecnologías maduras y difundidas. Casi no tiene obstáculos a la entrada. Los productos que ofrecen las empresas de estos mercados son homogéneos y por ello su gasto en publicidad no es excesivo. En este mercado las economías de escala son muy bajas y esto se explica por la ausencia de estrategias

competitivas complejas como son la innovación de producto y la diferenciación (Grossman y Domínguez, 2002).

PROCESO PRODUCTIVO Y MEDIO AMBIENTE: RAMA 44. CEMENTO HIDRÁULICO

La Industria Nacional del Cemento esta compuesta por 6 grupos:

CEMEX	<ul style="list-style-type: none"> • Quien cuenta con 15 plantas en la Republica Mexicana: Sus plantas están ubicadas en Atotonilco, Barrientos, Ensenada, Guadalajara, Hermosillo, Hidalgo, Huichapan, Mérida, Monterrey, Tamuín, Tepeaca, Torreón, Valles, Yaqui y Zapotiltic.
APASCO	<ul style="list-style-type: none"> • Él tiene 6 plantas localizadas en Acapulco, Apasco, Macuspana, Orizaba, Ramos Arizpe y Tecoman.
COOPERATIVA CRUZ AZUL	<ul style="list-style-type: none"> • Este grupo cuenta con 3 plantas las cuales están localizadas en Aguascalientes, Hidalgo y Lagunas.
GCC CEMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • También cuenta con 3 plantas localizadas en Chihuahua, Juárez y Samalayuca.
CEMENTOS MOCTEZUMA	<ul style="list-style-type: none"> • Este grupo tiene 2 plantas; una localizada en Jiutepec y la otra en Teperzingo
LAFARGE CEMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> • Este grupo tiene una planta en Vito.

La industria cementera mexicana se ha consolidado en un mercado nacional en el transcurso de los últimos 25 años. México se encuentra entre los primeros 15 líderes en producción de cemento en el mundo. Las empresas cementeras antes mencionadas cuentan con un alto nivel competitivo en materia de tecnología, servicios y productos. Los participantes potenciales que podrían entrar al mercado se enfrentan a importantes impedimentos como la fuerte inversión de capital requerida, el tiempo relativamente largo que se necesita para construir plantas nuevas, la falta de infraestructura portuaria y los altos costos de transporte terrestre en el país. Los participantes potenciales nuevos también se enfrentarían al caro y tardado proceso de generar la lealtad a la marca que se requiere para poder competir en el gran mercado de la venta al menudeo de México (CANACEM, 2003).

Las empresas que integran a la industria nacional del cemento son de origen nacional y las más importantes son: CEMEX y Apasco.

Cemex fue fundada en 1906 con la apertura de la planta Cementos Hidalgo en el norte de México. Empezó su consolidación nacional a mediados de la década de los sesenta. En 1966 adquiere la planta Mérida de Cementos Maya y construyó nuevas plantas en Ciudad Valles y Torreón.

En la década de los setenta Cemex refuerza su presencia nacional a través de la instalación de nuevos hornos en sus plantas de Mérida y Monterrey y con la adquisición de

una planta en la región central de México. En 1976 adquiere tres plantas de Cementos Guadalajara. En la década de los ochenta y para ser más específicos en 1987 adquiere Cementos Anáhuac. Y en 1989 compra Cementos Tolteca, el segundo más grande productor de cemento en México, convirtiéndose así en el mayor productor de México y en una de las diez compañías productoras de cemento más grandes del mundo.

La empresa Cemex después de lograr una consolidación nacional mediante la adquisición de otras empresas con renombre empieza a llevar a cabo una consolidación internacional. Inicia su transformación hacia ser un productor multinacional de cemento cuando se firmó el acuerdo del GATT en 1985. Para poder competir con éxito en un mercado cada vez más abierto, la compañía adquirió operaciones cementeras estratégicas en España, Venezuela, los Estados Unidos, Panamá y la República Dominicana.

1992 CEMEX adquiere Valenciana y Sanson, las dos compañías cementeras más grandes de España. En 1994 Compra a Vencemos, la compañía cementera más grande de Venezuela. Además de representar una postura de liderazgo en un mercado de gran crecimiento, las operaciones de Vencemos en la costa norte de Venezuela están colocadas de manera ideal para realizar exportaciones de bajo costo.

1994. Adquiere la planta Balcones en New Braunfels, Texas y entra a Panamá con la adquisición de Cemento Bayano. Y en 1995 adquiere Cementos Nacionales en República Dominicana (Cemex, 2003).

Apasco. En 1969 el grupo suizo Holderbank, una de las mayores compañías cementeras del mundo, adquiere participación mayoritaria de Apasco. Después Apasco inicia una serie de adquisiciones con la planta de Apasco y posteriormente construyó Macuspana y Tabasco. Absorbió a la empresa Veracruz y Acapulco, construyendo Tecomán y Ramos Arizpe, Coahuila.

En 1997 inicia su consolidación internacional cuando adquiere participación minoritaria en Cementos del Norte S.A. de C.V. en Honduras. Y en 1998 Grupo Apasco adquiere participación minoritaria en Cementos del Salvador S.A. de C.V. en El Salvador (Apasco, 2003).

Descripción del Proceso Productivo

La industria del cemento utiliza materias primas voluminosas y pesadas, por lo que es necesario que las plantas se establezcan en las cercanías de la fuente de las materias

primas con el objeto de que los costos de transporte, que son muy altos, no afecten en los costos de producción.

La materia prima esta formada por un 80% de caliza y 20% de arcilla, la combinación de estos materiales forman bolitas del material llamado clinker, de este modo el producto puede ser almacenado por mucho tiempo. Después se agrega un 5% de yeso al clinker para que este listo el cemento que tiene una duración de seis meses, tiempo en el cual conserva sus propiedades, como resistencia. El proceso de producción de la industria del cemento requiere de grandes inversiones. Este proceso se inicia con la selección de las canteras que contienen la materia prima y se llevan acabo las siguientes etapas:

1) La primer etapa es la barrenación de canteras que es la extracción de la materia prima en forma de escalones previniendo el control de la contaminación de polvo, ruidos y vibraciones utilizando equipo neumático de alta potencia.

2) La siguiente etapa del proceso es la explosión de canteras, que se lleva a cabo mediante la introducción de explosivos en los barrenos. La explotación trae consigo un gran impacto negativo al medio ambiente ocasionado por la ocupación de espacios (impacto visual) y de las actividades realizadas durante la explotación (voladuras, trituración, transporte).

3) Después se cargan las materias primas, mediante la utilización de cargadores frontales, equipados con llantas de gran versatilidad de movimiento, el cargador más potente es capaz de llenar al camión más grande y levantar 3 cargas de material de 16 toneladas cada uno.

4) La siguiente etapa del proceso es el transporte de materia prima. Para lo cual se utilizan dos tipos de camiones: los trailer de 2 y 3 ejes con capacidad de 30 a 40 toneladas y los otros con capacidad de desplazar más de 50 toneladas. Los primeros transitan en carreteras y calles y los segundos sólo dentro de la cantera y plantas.

5) La quinta etapa es la trituración de las materias primas. Ya en la planta los trituradores de martillo reducen la caliza y la arcilla a piedras de un máximo de 2.5 centímetros. Para comprobar la calidad fisicoquímica de las dos materias primas (arcilla y caliza que se emplean en la producción del cemento), se analiza en el laboratorio una muestra de cada material. A partir de la trituración, las bandas transportadoras entran en operación llevando la caliza a un almacén y la arcilla al prehomogeneizador. La

manipulación, almacenamiento y procesado de materiales en forma pulverulenta está asociada a la emisión de partículas. Este aspecto ha sido el de mayor impacto histórico. Antes de 1970, cuando no había control de las emisiones, la industria cementera lanzaba a la atmósfera una gran cantidad de polvo, por lo que la industria empezó a instalar los equipos de control, ya que sin ellos, hubiera lanzado a la atmósfera el equivalente a una pirámide con una base del tamaño del zócalo del D.F., y la altura de la Torre Latinoamericana.

6) En la prehomogeneización y secado de arcilla se lleva a cabo la combinación proporcional de los diferentes tipos de arcilla en un gran almacén. Al pasar al secador, la arcilla recibe calor para eliminar la humedad que trae de la cantera. Al proceso de producción se integra una nueva materia prima: el óxido de hierro. La arcilla, el óxido de hierro y la caliza son depositados en los silios. Estos son cilindros muy altos y resistentes capaces de contener miles de toneladas de material para ser procesado. Después se lleva a cabo la dosificación que varía según el tipo de cemento que se produce. Para el cemento de uso común, la caliza predomina con 59%, le sigue la arcilla con 40% y el mineral de hierro sólo 1%.

7) En la siguiente etapa, la caliza, la arcilla y el óxido de hierro pasan a un gran molino donde reciben los impactos de cientos de bolsas de acero contenidas en los dos compartimientos que dividen el molino. El movimiento de rotación rápida provoca el choque de las bolsas entre sí, además chocan con las paredes, mezclando y pulverizando totalmente los materiales. El polvo resultante de esta molienda es la llamada harina cruda. El separador de aire, bomba neumática y silios, es la siguiente etapa del proceso de producción donde la harina cruda sale del molino y es enviada al separador de aire, en el que las partículas *gruesas* regresan a ser molidas y las *finas* son enviadas a los silos de homogeneización mediante una bomba neumática.

Posteriormente se realizan los controles de operación y de calidad, donde el flujo de producción desde los alimentadores dosificadores hasta los silos de homogeneización es dirigido desde el centro de control de operación. El control de calidad de la harina cruda es efectuado en el laboratorio para ajustar la dosis de materiales antes de entrar al molino.

8) La clinkerización es el proceso en el cual la harina cruda sigue su flujo al ser precalentada, precalcina y finalmente calcinada dentro del horno rotatorio que constituye el corazón del proceso. Aquí la materia prima es transformada en distintos

compuestos, predominando los silicatos cálcicos, que son los principales componentes del cemento. Se controla mediante instrumentos electrónicos, monitores de vídeo, graficadores selectivos, computadora e impresora de datos. Posterior a esta fase se realiza la formación del clinker, que es el producto intermedio del proceso, resultante de la calcinación de las materias primas. Las altas temperaturas dentro del horno hacen que parte de la harina cruda cambie de estado líquido originando la formación del clinker en forma de bolas hasta 30 milímetros de diámetro, misma que al salir del horno y enfriarse adquieren un color gris verdoso.

Para poder obtener el clinker, se necesita emplear grandes hornos rotatorios en cuyo interior a 1400°C, la harina cruda se convierte en clinker. Para lograr esta temperatura en el material, se quema combustible en un extremo del horno generándose una gran flama incandescente. En el caso de usarse combustóleo, se producen además gases de azufre, óxido de carbono y otras partículas considerados como contaminantes.

9) El almacenaje del clinker se realiza al salir del enfriador. Un triturador separa las bolas de clinker que vienen adheridos entre sí, y algunas muestras de este nuevo material son enviadas al laboratorio donde se comprueba su calidad. El clinker continua su flujo en el proceso sobre el transportador de cubos que lo lleva, elevándolo a la parte superior de un gran almacén, donde es depositado. Para el transporte del clinker, los medios de transporte utilizados son buques mercantes de 25 mil toneladas de capacidad, carros de ferrocarril y camiones que cargan en promedio 70 y 30 toneladas respectivamente. La última materia que se integra al proceso es el yeso. Su propósito es alargar el tiempo de fraguado del cemento cuando éste llegue a ser utilizado en una construcción.

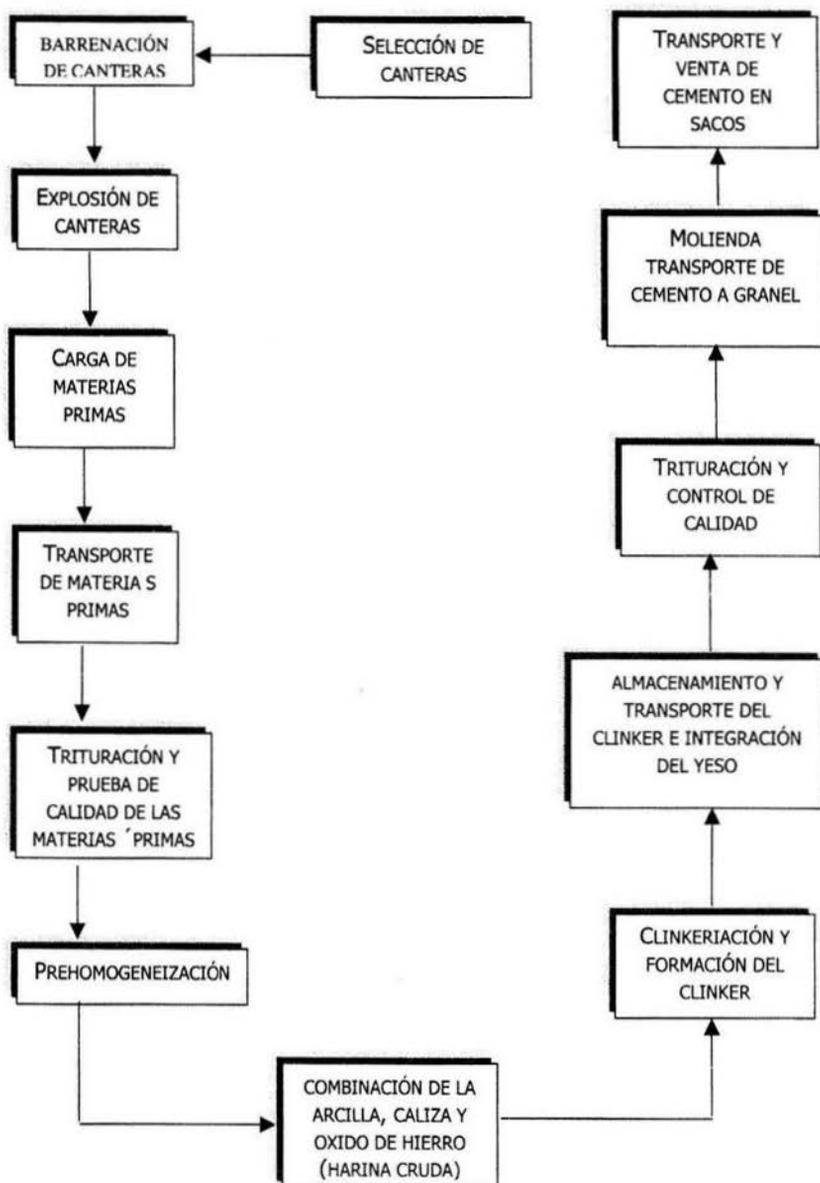
10) Posteriormente se efectúa la trituración y control de calidad, donde el yeso llega a la planta en camiones. Estos lo depositan en una gran tolva, y de allí pasa a un triturador de martillos ya reducido, un transportador de bandas lo lleva a un silo en espera de ser molido junto con el clinker. La calidad del yeso se comprueba en el laboratorio donde se controla la pureza química y su composición cristalográfica. La dosificación del clinker y yeso se realiza en proporciones siguientes, el clinker de 94 a 95 por ciento y el yeso de 6 a 5 por ciento, llevando la banda los dos materiales al molino de bolas para cemento.

11) Después se realiza la molienda del cemento, donde el clinker y el yeso pasan a un molino igual al de harina cruda. El molino en forma de cilindro gira a alta velocidad y convierte en polvo los materiales.

La siguiente fase del proceso es el separador de aire y bomba neumática, donde el rendimiento útil del cemento Pórtland depende de la finura de sus granos, a mayor finura mayor capacidad de adherencia. Por lo que los granos gruesos que salen del molino son enviados por un separador de aire para ser molido nuevamente. Después de esta etapa se realiza el control de operación y calidad, en el cual todas las fases de la molienda de cemento son activadas desde el centro de control de operación, mientras que la calidad es controlada en el laboratorio, donde se hacen los análisis con rayos X, se establecen los balances químicos y se aplican otras técnicas especializadas.

12) Por último cabe señalar que, la distribución del cemento requiere de grandes inversiones. En primer lugar es un producto que se compra por toneladas. Una parte de los distribuidores y los constructores que lo utilizan lo adquieren a granel, para ellos a su vez almacenarlo en sus propios silos o tolvas y de allí enviarlo a las obras de construcción en forma de concreto premezclado, listo para su aplicación. Por esta razón los medios de transporte de cemento a granel son los buques mercantes, los carros tanques de ferrocarril y los camiones pipa, los cuales se cierran herméticamente, para mantener el producto en perfecto estado.

La gran parte del cemento sale a la venta en sacos de papel con capacidad de 50 kilos. Para el ensacado, los operadores accionan las máquinas que automáticamente descargan el producto en cada saco, lo cierran y lo envían a las bandas conductoras cuyo destino final son los medios de transporte. Finalmente el transporte del cemento en sacos es por mar y tierra, los buques que llevan el cemento a los mercados de exportación desplazan cargas de hasta 25000 toneladas por viaje, mientras que el carro de ferrocarril carga 70 toneladas y un camión 30 en promedio para envíos a mercados nacionales y extranjeros.

Esquema del Proceso Productivo

Proceso de Modernización

El cemento es hoy en día el material de construcción más utilizado mundialmente en todo tipo de edificaciones ya que permite crear la infraestructura. A través de los años, se han venido realizando cuantiosas inversiones para incrementar la capacidad productiva, adquiriendo la tecnología más avanzada, tanto en la maquinaria de producción como en los equipos de control de la contaminación. La industria del cemento se ha caracterizado por tener una tecnología de punta ya que cuando las empresas adquieren plantas de inmediato modernizan las instalaciones, poniendo equipos nuevos en instalaciones viejas, para que su funcionamiento sea óptimo. En las plantas nuevas, desde el principio se instala lo último que hay en maquinaria y equipo, esto es con la finalidad de ser competitivos tanto a nivel nacional como internacional (CANACEM, 2003).

La industria mexicana del cemento es mucho más moderna y eficiente que la norteamericana; ya que cuenta con la planta de Cementos Pórtland Moctezuma, en Tepetzingo, la cual es la planta más moderna y eficiente de América. Y está en construcción, del mismo grupo (Moctezuma), una nueva planta en Cerritos, San Luis Potosí, la cual va a ser aun más moderna.

Impacto en el Medio Ambiente

Las principales materias primas que se emplean en la elaboración de cemento son, la piedra caliza, mineral de hierro, puzolanas, arena y caolín. La fabricación del cemento como ya se mencionó se encuentra relacionada con los siguientes impactos ambientales:

- ♦ La explotación de canteras supone un impacto medioambiental considerable, derivado de la ocupación de espacios (impacto visual) y de las actividades realizadas durante la explotación (voladuras, trituración, transporte).
- ♦ La manipulación, almacenamiento y procesado de materiales en forma pulverulenta está asociada a la emisión de partículas. Este aspecto ha sido el de mayor impacto histórico. Antes de 1970, cuando no había control de las emisiones, la industria cementera lanzaba a la atmósfera una gran cantidad de polvo, por lo que la industria empezó a instalar los equipos de control.
- ♦ La coacción en el horno da lugar a emisiones de gases de combustión que llegan a la atmósfera: óxidos de nitrógeno y de azufre principalmente.

Acciones empleadas para la consolidación y conciencia del impacto ambiental

La industria cementera a llevado a cabo un proceso de consolidación y conciencia ambiental con el objetivo de proteger el equilibrio ecológico y mejorar la calidad de vida de la comunidad que rodea las plantas cementeras.

La Cámara Nacional del Cemento (CANACEM) fue constituida hace 50 años y su objetivo no es sólo representar a la Industria Cementera Nacional, sino el constituir un órgano consultivo acorde a las necesidades, problemas y actividades de la Industria del Cemento. También brinda capacitación, información y asesoría a la sociedad en general.

En lo legal, CANACEM vigila que las plantas cementeras en el país cumplan las normas vigentes y localicen prácticas operativas que las mantenga en la vanguardia ambiental, no sólo en México, sino también en el ámbito mundial.

En lo técnico ambiental, se aboca a que todas las instalaciones tengan sistemas de autorregulación, partiendo de auditorias ambientales voluntarias y programas de estandarización mundial, capacitando al personal de las plantas y asesorando en los proyectos de crecimiento y reforestación.

En lo social, aplica tecnologías que interrelacionan la industria con las comunidades, participando corresponsablemente con la sociedad. También se firmó el Convenio de concertación con la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), el cual establece un programa de reciclaje energético de combustibles alternos y de residuos industriales en los hornos de cemento.

Estrategia ambiental

Según la Cámara Nacional del Cemento, la industria cementera colabora en programas de cooperación y conservación ambiental destacando así, actividades como el Centro de Capacitación Agropecuaria y Forestal, las cuales apoyan a la protección del entorno ecológico de comunidades rurales cercanas a las plantas. De igual forma afirma que también la industria cementera continua la estrategia de fomento y educación mediante la edición de libros en materia ambiental. Las empresas cementeras donan estas ediciones a instituciones de protección ecológica, las cuales obtienen recursos mediante la venta de estos libros para financiar sus proyectos.

Las empresas cementeras trabajan en dos políticas medio ambientales básicas:

1. Mejorar el comportamiento ambiental de las instalaciones mediante la aplicación progresiva de tecnología limpia como medio de reducción de la contaminación, y la realización de actuaciones de corrección y restauración.
2. Potenciar y divulgar los efectos positivos que la actividad de fabricación de cemento tiene sobre el medio ambiente en relación con la sustitución de recursos naturales por residuos y subproductos industriales.

Materiales alternativos en la fabricación del cemento

La utilización de residuos y subproductos como combustibles alternativos permite proteger la seguridad y la salud de quienes trabajan y garantiza el cuidado al medio ambiente. Además permite la reducción de costos de fabricación gracias a la elaboración de materias primas y combustibles alternativos más económicos; ventajas que permiten mejorar la competitividad. No obstante, la utilización de residuos en las fabricas debe responder a los siguientes criterios:

- Gestionar cierto tipo de residuos y minimizar las emisiones contaminantes.
- Garantizar la seguridad social.
- Asegurar su compatibilidad con la calidad del cemento, el proceso de producción de éste y con el medio ambiente.

La incorporación de residuos y subproductos inorgánicos se pueden utilizar en las siguientes etapas del proceso de producción:

- En la preparación de materias primas para la obtención del crudo y
- como componente en la molienda de cemento.

Para que un material pueda utilizarse en la preparación de la materia prima, éste debe estar compuesto básicamente por los óxidos metálicos que componen el clinker.

Instalaciones empleadas para el control de emisiones

Las soluciones que ha buscado la industria cementera con la finalidad de evitar una mayor contaminación han sido de tipo preventivo en las fabricas nuevas y correctivo cuando se trata de instalaciones ya establecidas.

Lo que ha erogado la industria en la instalación de equipos de control medio ambiental, es igual al 15% del valor de lo invertido en maquinaria y equipo (CANACEM). La CANACEM dice que las instalaciones que se han empleado para el control de la emisión de contaminantes son las siguientes:

Proceso de calcinación. El control en el proceso de calcinación se concentra en el horno, ya que al moverse los gases de combustión a altas velocidades a contracorriente con el material arrastra partículas del mismo, las cuales son atrapadas en los equipos de filtración antes de salir a la atmósfera.

Uso de cementantes naturales. Se avanzó en el uso de cementantes naturales comúnmente llamados puzolanas, los cuales no requieren el proceso de calcinación y pueden agregarse al cemento hasta en un 20%, conservando su calidad y reduciendo el uso de energía para su fabricación.

Captación de partículas sólidas, tipos de filtros y sus eficiencias. En el proceso de fabricación del cemento se manejan grandes volúmenes de materiales sólidos cuya transformación implica: la reducción del tamaño de las partículas, proceso que se realiza mediante repetidas operaciones de trituración.

Filtros de Mangas. El colector de bolsas o colector en seco posee una efectividad de hasta 99% en el filtrado de gases con polvo. Este tipo de colector está constituido por un armazón cerrado que contiene filtros de telas muy sofisticadas, que permite resistir los gases a temperaturas cercanas a los 150 grados centígrados. El colector de bolsa empuja o jala los gases cargados de polvo a través de los filtros de telas formando una capa de polvo que separa las partículas del aire limpio. Las bolsas son limpiadas por mecanismos de sacudido, aire reverso o pulsos de aire comprimido, según la aplicación.

Filtros Electrostáticos. En este tipo de colector, los gases cargados de polvo pasan a través del precipitador electrostático (ESP), donde las partículas se cargan eléctricamente. Estas partículas se colectan en placas colgantes cargadas negativamente.

Las partículas que se acumulan en las placas se remueven al golpear los mismos al igual que los colectores de bolsas y se usan por lo general en al industria cementera.

De la mano con la prevención y protección ecológica, esta la preocupación de la industria cementera por mantener bajos índices en la gravedad y frecuencia de los accidentes en sus instalaciones, motivando y apoyando la creación de Comisiones Mixtas de Higiene y Seguridad Industrial y proporcionando el equipo de seguridad adecuado y suficiente a todo el personal de esta industria. La industria colabora con las instalaciones oficiales correspondientes, SEDUE en particular, para la evaluación, control y supervisión de todo lo relacionado con el cumplimiento de las reglamentaciones vigentes. La Cámara Nacional del Cemento nos dice que cada una de las empresas que integra la industria del cemento cumple con las normas establecidas para evitar la emisión de contaminantes y los accidentes entre sus trabajadores, por ejemplo:

CEMEX ofrece a sus clientes productos que cumplen con los más estrictos estándares de calidad, habiendo sido acreditada con el sello de Certificación ONNCCE cuyo propósito es colaborar con la mejora de la calidad de los procesos, productos y servicios relacionados con la construcción. Cemex fue una de las primeras en empezar con el proceso de certificación de "Industria Limpia" de sus 15 plantas y actualmente se ha concluido todo el proceso. Las diferentes áreas de la empresa están enfocadas en los sistemas de calidad, las 15 plantas de cemento cuentan con la certificación de ISO 9002 que genera ventajas como organización, buenas relaciones con clientes, lealtad a la marca y motivación del personal.

CEMEX México utiliza dos vías para poder trabajar en armonía con la naturaleza: la ecoeficiencia en sus operaciones y el apoyo a programas de conservación, a través de proyectos con autoridades, organismos locales e internacionales. También está trabajando con la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (PROFEPA), dentro del Programa de "Auditorías ambientales voluntarias".

Programa CEMEX México de Ecoeficiencia

Su principal enfoque es utilizar su tecnología y su conocimiento con la finalidad de optimizar el uso de la energía y los recursos naturales, reducir costos, y minimizar el impacto ambiental de sus operaciones, apoyando a su vez la rentabilidad de la empresa.

Éstas son algunas de las acciones:

- ♦ Desarrollo e implementación tecnológica para los procesos de producción, minado y diseño de nuevas tecnologías
- ♦ Reciclaje y reutilización de materiales
- ♦ Uso de materiales cementantes naturales
- ♦ Empleo de combustibles alternos
- ♦ Promoción de la cultura de la ecoeficiencia
- ♦ Programa de conservación del agua
- ♦ Programa de reforestación y áreas verdes

El 26 de septiembre de 2001 se renovó el convenio de concertación para el reciclaje energético y coprocesamiento de residuos. El objetivo es establecer las bases para promover la participación de la industria cementera en el "manejo ambientalmente seguro de los residuos y el coprocesamiento de materiales y residuos, preservación y mejoramiento del ambiente, y aprovechamiento racional de los recursos naturales" (Cemex). Las acciones que se establecen para colaborar son las siguientes:

1. Desarrollo de un programa de reciclaje energético y coprocesamiento de materiales afines al proceso.
2. Desarrollo de procesos de autorregulación y certificación.
3. Participación en la "Cruzada nacional por un México limpio".
4. Participación en la "Cruzada nacional por los bosques y el agua".
5. Participación en proyectos de conservación de la biodiversidad y de las áreas naturales protegidas.
6. Participación en programas de capacitación sobre sistemas de administración ambiental.

Cultura de ecoeficiencia

Ha adoptado voluntariamente un Sistema de Administración Ambiental, de conformidad con la norma ISO-14001. Actualmente, 13 de sus 15 plantas cementeras cuentan con la certificación ISO-14001, las dos plantas restantes están en proceso de su implementación. Se han desarrollado e implementado tecnologías que permiten abatir el

consumo de energéticos, al dar reutilización a gases calientes que antes se desperdiciaban. Estas tecnologías se aplican para el secado de materias primas en diferentes plantas del grupo.

Actualmente Cemex consume más de dos millones de llantas usadas al año, así como aceites automotores también usados, todos estos desperdicios con poder calorífico son utilizados como combustible alterno, lo que permite preservar los recursos naturales no renovables, al dejar de utilizar petróleo. También ha llevado acciones con la finalidad de cuidar el agua, para lo cual se utilizan circuitos cerrados de agua de enfriamiento en sus plantas. Adicionalmente se tiene en la mayoría de sus instalaciones plantas de tratamiento de aguas residuales, mediante las cuales se tratan y se potabilizan, a fin de integrarlas al proceso de enfriamiento. Con ambas medidas logran abatir el consumo de los mantos freáticos en más de un millón de metros cúbicos anuales.

Con los Programas de forestación y áreas verdes todas las plantas de Cemex cuentan con áreas verdes rebasando en conjunto los 600 mil metros cuadrados. Han adoptado la utilización de árboles nativos y han donado a la comunidad y escuelas más de 25 mil árboles. En la Comunidad promueven y desarrollan una cultura de ecoeficiencia, consciente del medio ambiente, a través de programas en las plantas, eventos especiales, conferencias, sesiones de capacitación, pláticas y otros medios creativos. Trabaja con las comunidades, universidades, organizaciones no gubernamentales y proveedores, a fin de promover el concepto de desarrollo sostenible y los beneficios multifacéticos de la ecoeficiencia.

Otras iniciativas que CEMEX México lleva a cabo son la promoción de la cultura ambiental en la pequeña y mediana industria, tales como el Programa de Administración Ambiental Monterrey 2000 (PAAM 200), a través del IPA de Monterrey. De la misma forma han apoyado los proyectos de conservación de la flora y la fauna con diversas universidades, organizaciones conservacionistas y otras instituciones.

PROCESO PRODUCTIVO Y MEDIO AMBIENTE: RAMA 43 VIDRIO Y PRODUCTOS DE VIDRIO

La industria del vidrio, en particular durante el decenio de los cincuenta, generó muchas innovaciones (como el vidrio flotado, la fibra de vidrio, el vidrio de borosilicato). Sin embargo, la última década ha sido muy difícil para los fabricantes de vidrio mexicanos. Los problemas del gas, las importaciones de Asia, importaciones de contrabando, la recesión de Estados Unidos y la falta de préstamos a tasas de interés accesibles han

afectado la capacidad productiva. Muchas empresas pequeñas y medianas han tenido que cerrar (Canacintra, 2003). La Industria Nacional del Vidrio esta compuesta por dos grandes empresas de vidrio:

- a) Vitro, la cual es una empresa mexicana
- b) Vidrio Saint Gobain, es una empresa francesa.
- c) También esta compuesta por pequeñas y medianas empresas que tienen una menor participación en el mercado.

La empresa Vitro fue fundada en 1909 por Don Roberto G. Sada, ésta empresa se constituyo como empresa líder en el mercado vidriero mexicano. En 1928 la vidriera firmó un convenio de asistencia técnica con la empresa belga creadora del vidrio plano. Para 1930 puso en operación la primera fábrica de este producto en México. Se iniciaba así una estrategia de desarrollo que hizo de la aplicación de la tecnología de punta su principal factor de competitividad. En 1945 obtuvo asistencia técnica de la empresa estadounidense Hartford Empire & Co. Ante la falta de obreros calificados, en ese mismo año abrió su primera escuela de aprendices. Y para 1957 Vitro se unió a Owens Corning Fiber Glass Co. para formar Vitro Fibras.

1964. Crea, junto con una importante embotelladora de refrescos de Centroamérica a Comegua para satisfacer el mercado de envases en Costa Rica y Guatemala. En el mismo año se asocia con Philadelphia Quartz Co. para crear silicatos de sodio y metasilicos. En 1965 firmó contratos de asistencia técnica con la inglesa Pilkington para fabricar vidrio flotado. En 1980 el grupo se asoció con la empresa de automóviles Ford para fabricar vidrios de automóviles de seguridad para automóviles mediante la creación de Vitroflex. En 1986, cuando la apertura comercial era un hecho, se constituyó Vitro Packaging con sede en Dallas, para comercializar y distribuir envases de vidrio en Estados Unidos. En el mismo año se asoció con Samsonite para la fabricación de muebles y equipaje.

En 1991 hizo inversiones conjuntas con World Tableware International, con lo que Vitro adquirió 49% de la división de Amsilco y Table Ware obtuvo el mismo número de acciones de la división Citrocrisa. Para 1992 compro la compañía estadounidense ACI America Inc. para procesar vidrio templado, semitemplado, cerámico, aislante y cubiertas para mesa. En el 2000 firmó un acuerdo con Sunsource Inc. para adquirir su filial Harding

Glass Inc. En el 2001 adquirió 60% de las acciones de Cristalglass Vidrio Aislante, empresa controladora del grupo español Cristalglass.

Vitro es la empresa líder en el mercado de cristalería en México, con una participación de más del 70 por ciento; la tercera en el continente americano y una de las diez más importantes en el mundo (Canacindra, 2003). Esta empresa también produce ciertas materias primas y fabrica maquinaria y equipo para uso industrial. Vitro cuenta con coinversiones con socios de clase mundial y empresas líderes. A través de estas asociaciones, las subsidiarias de Vitro tienen acceso a mercados internacionales, canales de distribución y tecnología de punta. Las subsidiarias de Vitro tienen instalaciones y centros de distribución en siete países, localizados en Norte, Centro y Sudamérica, y Europa, y exportan a más de 70 países.

Saint Gobain. Aunque las actividades del Grupo Saint Gobain en México data de 1952, fue en 1992, con una economía mexicana abierta, que el grupo francés se estableció en Ixtapaluca, Estado de México, con una planta dedicada al proceso de encapsulado para vidrio de automóviles. En 1999, el grupo francés inició la producción de hilo de vidrio utilizado para la fabricación de textiles electrónicos que sirven de soporte a los circuitos impresos. Al año siguiente, en la misma ciudad, abrió una planta especializada en malla de hilo de vidrio. Saint Gobain exporta a Estados Unidos, Canadá, Centroamérica y el Caribe (Canacindra, 2003).

Descripción del Proceso Productivo

El vidrio es un material duro y frágil, resultante de una mezcla compleja de tres componentes básicos: a) vitrificantes (sílice, anhídrido bórico, etc); b) fundentes (carbonato de sosa, álcalis en general y otros); c) estabilizantes (cal). La composición del vidrio básicamente no ha variado desde la antigüedad, siendo los aditivos especiales los que le dan sus características específicas (Canacindra, 2003). Hay varios tipos de procesos de fabricación del vidrio, dependiendo de que se desea producir, en este trabajo solo se mencionaran los más comunes:

a) *Fabricación de botellas y frascos.* En las industrias modernas la mayor parte del vidrio se funde en grandes calderos, que se utilizaron por primera vez en 1872. Estos calderos tienen capacidad para más de 1,000 toneladas de vidrio que se calientan

mediante gas, fuel-oil o electricidad. El proceso de fundición del vidrio genera emisión de contaminantes como es el óxido de nitrógeno (NOx), y partículas contaminantes las cuales provocan un deterioro en la capa de ozono. El segundo paso consiste en que la masa vítrea pase a las máquinas de moldeado. Dependiendo de la composición, algunos vidrios se funden a temperaturas muy bajas, como 500 °C, mientras que otros necesitan 1650 °C.

Para el caso de botellas y frascos, la fabricación industrial en gran escala se efectúa con máquinas automáticas que aspiran la masa de vidrio fundida en un molde preliminar cilíndrico. Este se abre y el cilindro pastoso es introducido en otro molde (que tiene la forma de la botella o frasco que se busca). Al vidrio, previamente punzonado en la parte del cuello, se le introduce aire en esta cavidad por lo cual se ahueca y extiende hasta aplicarse perfectamente contra las paredes del molde, con lo cual queda terminada la botella (Canacindra, 2003).

b) Vidrio plano. Uno de los métodos más utilizados para su fabricación es el llamado Fourcault. En éste método, por medio de un proceso continuo, se extrae la hoja de vidrio que es enfriada inmediatamente por dos dispositivos situados en ambas caras del mismo. La hoja se eleva mediante rodillos hasta que en un piso superior se corta en secciones y allí se distribuye (Canacindra, 2003).

c) Vidrio flotado. En éste, el vidrio fundido literalmente flota sobre una cama de estaño también fundido, pero de mayor densidad, formándose así una hoja de caras perfectamente paralelas y pulidas.

En estos dos últimos casos, se requiere que las piezas de vidrio pasen por un proceso de enfriado lento llamado revenido o recocado. Éste se lleva a cabo para que todas las tensiones acumuladas en las piezas de vidrio durante su manufactura y enfriado se liberen. Esto significa que existe un excesivo consumo de agua (Canacindra, 2003).

d) Proceso Danner. En este proceso se fabrican tubos de vidrio y consiste en hacer fluir una corriente de vidrio sobre un mandril cilíndrico o cónico hueco de materia refractaria. Éste gira sobre su eje. La rotación del mandril, permite repartir el vidrio de manera uniforme. Durante este movimiento las paredes se alisan, formando un cilindro de vidrio viscoso que está siendo continuamente estirado. De la punta del mandril fluye aire para que las paredes del tubo ya formado no se peguen entre sí (Canacindra, 2003).

Existen también métodos secundarios como lo son la impresión o etiquetado de envases, el grabado de vidrio plano o soplado, el corte y doblado a calor del vidrio plano

para la fabricación de ventanas en la industria automotriz, la fabricación de matraces, tubos de ensayo y otros instrumentos de vidrio que sirven a la ciencia (Canacintra, 2003).

Impacto ambiental

La industria del vidrio es una gran emisora de contaminantes como es el óxido de nitrógeno (NOx), y partículas contaminantes las cuales provocan un deterioro en la capa de ozono. De igual forma el proceso lleva un excesivo consumo de agua y energía. Por otro lado el vidrio que la comunidad tira es un desecho sólido que va a para a rellenos sanitarios y estos rellenos sanitarios son causantes de la contaminación de mantos acuíferos. Desafortunadamente son pocas las empresas que llevan a cabo acciones y políticas para disminuir su efecto negativo al medio ambiente y esto se debe a que la mayoría de las empresas que integran a esta industria son pequeñas y medianas, las cuales tienen grandes problemas financieros lo que provoca que dejen en último lugar el problema de la contaminación. No obstante, hay empresas como Grupo Vitro que ha llevado a cabo grandes inversiones en industria limpia para disminuir sus emisiones y el consumo de energía y agua. Así como políticas que tienen la finalidad de reducir o en el mejor de los casos eliminar los impactos negativos provocados al medio ambiente (Canacintra, 2003).

Acciones empleadas para la consolidación y conciencia del impacto ambiental

En 1997 Vitro decidió hacer frente de forma proactiva al desafío establecido por el desarrollo sustentable al integrar aspectos ambientales a su plan de negocio y procesos, y al crear sistemas y estrategias específicas, con lo cual llegaron a una nueva filosofía ambiental.

El proceso de fundición del vidrio genera partículas contaminantes, por lo que Grupo Vitro a llevado a cabo inversiones con la finalidad de que sus plantas utilicen nuevas tecnologías que cuentan con sistemas de control de combustión que permite reducir drásticamente la emisión de contaminantes. Invirtieron más de 12 millones de dólares en la aplicación de la tecnología de combustión con 100 por ciento de oxígeno, logrando abatir con esto las emisiones de óxidos de nitrógeno en más de 90 por ciento, y las partículas en más de 60 por ciento (Vitro,2003).

Como el agua juega un papel muy importante en la industria del vidrio debido a que es necesaria para enfriar el equipo utilizado en las líneas de producción, la empresa implanto programas de eficiencia y reciclaje del agua con magníficos resultados. Lograron reducir en un 50% el consumo de agua en la industria de enseres domésticos y un 23% en la industria de fabricación de vidrio (Vitro,2003).

En el 2001 las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) estuvieron 52 por ciento por debajo del nivel máximo permitido por la Norma Oficial Mexicana. Cumpliendo con las regulaciones actuales, Vitro logró reducir 25.6 % su emisión de partículas de 1997 al 2001. Esta empresa también ha llevado a cabo programas para el ahorro de energía, como por ejemplo, integraron Comités de Ahorro de Energía, en los que personal de todos los niveles participa en reuniones mensuales en las que se evalúa el funcionamiento de la planta y se comparten ideas sobre alternativas para minimizar el consumo de energía y combustibles. Grupo Vitro no ha dejado de lado el factor seguridad por lo que implanto un sistema de Control Total de Pérdidas y Políticas de Seguridad (CTP), el cual lleva 96.4% de avance en toda la organización. La seguridad de todos juega un rol estratégico en el desempeño de esta empresa. La prevención es la principal estrategia de donde se derivan todos los programas (Vitro,2003).

Esta empresa a logrado en los últimos años un gran avance con respecto al cuidado del medio ambiente gracias a su modelo de Administración del Negocio AST y su Sistema de Administración Ambiental Vitro (SAV).

Sistema de Administración Ambiental: SAV

El SAV forma parte de su Modelo de Administración de Negocio AST, el cual busca evaluar el funcionamiento total de los procesos en Vitro. Tanto el SAV como el AST dependen de un programa de auto evaluación que se realiza en todas las empresas y centros de trabajo de Vitro para estandarizar los esfuerzos en cuanto calidad, seguridad y medio ambiente.

EL SAV transforma los procesos de producción en ventajas competitivas al:

1. Cuidar el impacto ambiental en cada una sus operaciones: Evaluando los procesos operacionales estableciendo mecanismos de prevención y corrección.
2. Cumplir con las normas y regulaciones nacionales e internacionales.

3. Usar energía y recursos naturales de una manera eficiente creando nuevas tecnologías.
4. Crear una cultura ambiental: Involucrando a sus proveedores, a su personal y a la comunidad en general en sus programas para hacer que el mercado trabaje en pro del medio ambiente, transformando las actitudes de los consumidores y los inversionistas en torno a la sustentabilidad.
5. Administrar los sistemas de calidad ambiental: traduciendo las políticas en acciones concretas que permitan mejorar los resultados de una forma controlada.

Todas las plantas productivas de Vitro están incluidas en el Programa Voluntario de Auditorías Ambientales firmado en 1998 con la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. La mitad de ellas, están oficialmente certificadas como "Industria Limpia" (Vitro,2003).

El Sistema de Administración Ambiental de Vitro ha facilitado el proceso de certificación ISO 14000. Cuatro de sus empresas están en proceso de certificación. Vitro también ha llevado a cabo un proceso de reciclaje dentro de su política ambiental con la finalidad de conservar los recursos naturales.

Además el poder reciclar el vidrio tiene varias ventajas entre las que se encuentran:

1. El vidrio es arena fundida que no daña la naturaleza, sin embargo, utiliza mucho espacio si se decide enterrar. Al reciclarse, se alarga la vida útil de los espacios físicos utilizados para el confinamiento de los desechos orgánicos.
2. Cuando en la mezcla de componentes para fabricar vidrio se utiliza vidrio reciclado (cullet), automáticamente se utiliza menos combustible o energía para fundirlo. Al utilizar menos combustibles hay más energía disponible para otros proyectos urbanos o industriales y se emiten menos contaminantes.

La firma cuenta con cuatro plantas de reciclaje de vidrio localizadas en el Distrito Federal, Monterrey, Nuevo León, Guadalajara, Jalisco y Querétaro. Estas plantas procesan aproximadamente 22,000 toneladas mensuales de vidrio reciclado o cullet. Vitro recicla aproximadamente un 70 por ciento del vidrio que produce y se queda en México. El vidrio que se recicla proviene de los desechos sólidos urbanos que se separan en tiraderos y/o rellenos sanitarios, de los programas permanentes de reciclaje en escuelas, asociaciones y

municipios (Vitro, 20003). Debido a la importancia del reciclado del vidrio vamos a profundizar en este tema.

El reciclaje del vidrio

El vidrio es un material que por sus características es fácilmente recuperable. Concretamente el envase de vidrio es 100 % reciclable, es decir, que a partir de un envase utilizado, puede fabricarse uno nuevo que puede tener las mismas características del primero (Vitro, 20003).

Desde el punto de vista de su aplicación, el vidrio se clasifica en industrial y doméstico. Se entiende como vidrio industrial el vidrio que no es utilizado como envase para productos alimenticios (almacenamiento de productos químicos, biológicos, vidrio plano: ventanas, cristales blindados, fibra óptica, bombillas, etc). Mientras que el vidrio doméstico se emplea para almacenar productos alimenticios (conservas, vinos, yogures, etc). Más del 42% del vidrio reciclado procede del doméstico, siendo el sector principal de producción de vidrio recuperable. Las ventajas del reciclado del vidrio son numerosas:

1. El empleo del vidrio reciclado reduce considerablemente la energía necesaria para su fabricación, el promedio de ahorro en los hornos de fusión es de 130 kg. de fuel oil por tonelada de vidrio reciclado
2. Disminuye el volumen de los residuos sólidos. Por cada tonelada de casco reciclado se reducen 1,000 Kg de basura.
3. Se reduce la erosión producida en la búsqueda y extracción de materias primas, así como hace disminuir la dependencia del petróleo.
4. Otra ventaja difícil de cuantificar pero no por ello menos importante es la mejora medio ambiental que supone el poder reciclar envases que muchas veces, son tirados a cunetas o descampados sin ninguna consideración.

En cuanto al proceso de reciclado de vidrio cabe comentar que no existe diversidad tecnológica para su tratamiento. El primer paso en el proceso de reciclado de vidrio es la limpieza. Aunque el vidrio se encuentre mezclado en distintos colores, no influye para la

producción de nuevos envases, ya que al vidrio de color, se le trata con decolorante. Es por eso la importancia del blanco, ya que es más puro y minimiza el uso de decolorante. En el segundo paso se retira el grueso de plástico que contienen los envases, luego el vidrio es lavado en una especie de "lavarropas", el cual le va quitando los vestigios de tierra o de grasa que pueda poseer. Una vez que está limpio, va pasando por distintos tamices y martillos, en los que se va moliendo hasta lograr la granulometría necesaria

Después se pasa por un recipiente especial donde quedan los vestigios de metal. Una vez finalizado este proceso, se funde en un horno a 1,600 grados centígrados en una proporción de 50 por ciento de vidrio reciclado y 50 por ciento de materia virgen para lograr, como resultado final, los nuevos envases de vidrio. El proceso desde que entra al horno, hasta lograr como resultado final de nuevos envases de vidrio, dura 24 horas (Vitro, 20003).

De las industrias que conforman la División VI; las empresas que integran a la industria del cemento han llevado a cabo acciones para el cuidado del medio ambiente de manera general, en contraste las firmas que integran la industria del vidrio solo podemos destacar a Grupo Vitro por sus acciones para el cuidado del medio ambiente, esto se debe a que las empresa que integran la industria del vidrio son pequeñas y medianas y su mayor preocupación es la falta de financiamiento y no el impacto negativo que generan al medio ambiente.

En suma podemos decir, que la industria del cemento ha llevado a cabo acciones que permiten que su proceso productivo genere una menor emisión de contaminantes y una disminución de energía a la vez que incrementa su competitividad tanto a nivel nacional como internacional. Y con el objetivo de apoyar sus actividades se creo la Cámara Nacional del Cemento, está cámara vigila que las empresas cementeras cumplan con las normas vigentes y localicen practicas operativas que las mentengan en la vanguardia ambiental, también las apoya para que estas empresas participen en auditorias ambientales voluntarias, capacitación personal, etc. Una de las empresas que puede destacar por toda su actividad en pro del ambiente es la empresa Cemex, la cual es altamente competitiva dentro y fuera del país a la vez que ha contrarrestado sus efectos negativos para el medio ambiente.

Por otro lado, la indsustria del vidrio esta compuesta en su mayoría por empresas medianas y pequeñas, estas empresas le dan prioridad a sus problemas financieros dejando en último lugar el problema de la generación de contaminantes por parte de su

proceso productivo. Sin embargo, podemos destacar a la empresa Vitro por sus acciones llevadas a cabo para el control de contaminantes y la reducción de energía y agua en su proceso productivo.

Podemos concluir diciendo que la industria de minerales no metálicos esta compuesta por empresas que invierten en maquinaria limpia y que además realizan diferentes tipos de actividades en pro de la contaminación al mismo tiempo que se consolidan como empresas altamente competitivas en el extranjero.

ANÁLISIS DEL GASTO AMBIENTAL EN LA INDUSTRIA DE MINERALES NO METÁLICOS

En base a la Encuesta Industrial Anual el gasto ambiental está compuesto por dos rubros: Gasto en investigación y desarrollo para controlar la contaminación y gasto en activos para el control de la contaminación. Este capítulo esta enfocado a analizar las características de las empresas que gastan en el cuidado del medio ambiente dentro de la industria de minerales no metálicos en México.

Para el estudio del comportamiento ambiental de las empresas que conforman la industria de minerales no metálicos en México nos basaremos en los siguientes aspectos: el tamaño, su origen y su mercado. Nuestra fuente de información es la Encuesta Industrial Anual de varios años.

Gasto en el Cuidado Ambiental por Tamaño

La composición de las empresas que participan en la industria de minerales no metálicos por tamaño, a partir de sus ventas⁸ es la siguiente: El 30 por ciento de las empresas son clasificadas como pequeñas, el 8 por ciento están ubicadas como medianas y el 66.2 por ciento pertenecen a la clasificación de empresas grandes. Esto significa que dentro de la industria de minerales no metálicos predominan las empresas grandes (ver gráfica 8).

⁸ Se utilizan los criterios de Nafin. Hoy día el criterio para definir el tamaño es el empleo, pero consideramos que debido a que esta industria es muy intensiva en capital, es preferible usar el criterio de ventas.

Gráfica 8
Clasificación por tamaño de la industria de minerales no metálicos
(porcentaje)



FUENTE: Elaboración propia en base al Cuadro 7

Al llevar a cabo el análisis del gasto ambiental de nuestra muestra encontramos que las empresas pequeñas solo gastan 0.087 por ciento en inversión y desarrollo y en activos para el control de la contaminación, es decir, ni siquiera un 1 por ciento. Las empresas medianas gastan 0.004 por ciento en este rubro, lo que significa que tienen un gasto menor que las empresas pequeñas y por el contrario o en el otro extremo las empresas que están clasificadas como grandes gastan 99.9 por ciento en investigación y desarrollo para controlar la contaminación y activos para el control de contaminantes (ver gráfica 9).

Gráfica 9
Gasto ambiental por tamaño de empresa para el periodo 1993-1998 (porcentaje)



Fuente: elaboración propia en base al cuadro 7

Las empresas grandes erogan como ya se mencionó el 99.9 por ciento en gasto para el cuidado ambiental lo que equivale a 959332.91 millones de pesos, mientras que las empresas medianas sólo gastan 39.85 millones de pesos y las pequeñas 832.76 millones de pesos. Esto significa que entre más grandes sean las empresas mayor será su gasto en el rubro ambiental, es decir, su gasto esta en función del tamaño de la empresa. Esto se debe a que los problemas ambientales ocupan un segundo plano en la mayor parte de las empresas mexicanas, sobre todo en las medianas y pequeñas.

Los problemas financieros y de rentabilidad tienden a ser más importantes entre las empresas de menor tamaño (Mercado, 2002). Ver cuadro 7

Cuadro 7
Industria de Minerales no Metálicos: Clasificación del gasto por tamaño de empresa
(1993-1998)

Tipo de empresa	Millones de pesos			Porcentaje con respecto al gasto total		
	Gasto en I y D	Gasto en activos	Gasto total	Gasto en I y D	Gasto en activos	Gasto total
pequeñas	238.76	594	832.76	28.67	71.33	0.087
medianas	39.85	0	39.85	100.00	0.00	0.004
grandes	70942.48	888390.43	959332.91	7.39	92.61	99.909
Total	71221.09	888984.43	960205.52	7.42	92.58	100.0

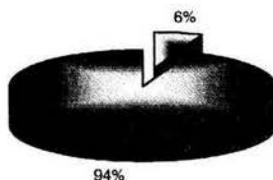
FUENTE: Elaboración propia en base a la Encuesta Industrial Anual

NOTA: Gasto total es la suma del gasto en inversión y desarrollo y en gasto en activos

Gasto en el Cuidado Ambiental según Origen de la Empresa

La muestra esta compuesta por 84 empresas de las cuales 70 son de origen nacional y representan el 83 por ciento de las empresas dentro de la industria de minerales no metálicos y el resto de las empresas son de origen extranjero y solo representan el 17 por ciento. Las empresas nacionales realizan el 94.16 por ciento de gasto para el cuidado ambiental, mientras que las empresas extranjeras solo gastan un 5.84 por ciento. Esto por un lado se podría deber a que tenemos un mayor numero de empresas nacionales dentro de la industria de minerales no metálicos y por otro lado a que el gobierno mexicano es más flexible con las empresas extranjeras que con las nacionales lo que significa que les exige un menor control de contaminantes a las empresas de origen extranjero (ver gráfica 10).

Gráfica 10
Gasto ambiental de las empresas por origen para el periodo 1993-1998



■ Extranjeras ■ Nacionales

FUENTE: Elaboración propia con en base al cuadro 8I

Las empresas nacionales gastan 95 por ciento para el cuidado ambiental lo que equivale a 904133.64 millones de pesos, mientras que las empresas extranjeras sólo erogan 56071.88 millones de pesos en el cuidado ambiental. Como ya se menciona esto se puede deber a que hay un mayor número de empresas de origen nacional y por otro lado a la mayor exigencia por parte del gobierno del cuidado ambiental. Ver cuadro 8.

Cuadro 8
Industria de Minerales no Metálicos: Clasificación del gasto por empresas nacionales y extranjeras durante el periodo 1993-1998

Tipo de empresa	Millones de pesos			Porcentaje con respecto al gasto total		
	Gasto en I y D	Gasto en activos	Gasto total	Gasto en I y D	Gasto en activos	Gasto total
Extranjeras	97.2	55974.68	56071.88	0.17	99.83	5.84
Nacionales	71123.89	833009.75	904133.64	7.87	92.13	94.16
Total	71221.09	888984.43	960205.52	7.42	92.58	100.00

FUENTE: Elaboración propia en base a la Encuesta Industrial Anual

NOTA: Gasto total es la suma del gasto en inversión y desarrollo y en gasto en activos

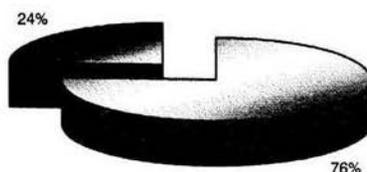
Gasto en el Cuidado Ambiental según si exportan

Dentro de la muestra (84 empresas) el 69 por ciento está compuesto por empresas exportadoras y el 31 por ciento son empresas que no exportan.

Según el resultado de nuestro análisis las empresas que no exportan llevan a cabo el 76 por ciento de gasto ambiental y sólo el 24 por ciento lo realizan las empresas que sí exportan (ver gráfica 11). El 76 por ciento de gasto ambiental llevado a cabo por

empresas no exportadoras equivale a 727323.09 millones de pesos mientras que las empresas exportadoras sólo erogan 232882.43 millones de pesos. Ver cuadro 9.

Gráfica 11
Gasto ambiental de empresas exportadoras y no exportadoras para el periodo 1993-1998



□ No exportan ■ Si exportan

FUENTE: Elaboración propia en base al cuadro9

Cuadro 9

Industria de Minerías no Metálicas: Clasificación del gasto por empresas exportadoras y no exportadoras durante el periodo 1993-1998

Tipo de empresa	Millones de pesos			Porcentaje con respecto al gasto total		
	Gasto en I y D	Gasto en activos	Gasto total	Gasto en I y D	Gasto en activos	Gasto total
No exportan	28429.31	698893.78	727323.09	3.91	96.09	75.75
Si exportan	42791.78	190090.65	232882.43	18.37	81.63	24.25
Total	71221.09	888984.43	960205.52	7.42	92.58	100.00

FUENTE: Elaboración propia en base a la Encuesta Industrial Anual

NOTA: Gasto total es la suma del gasto en inversión y desarrollo y en gasto en activos

Podemos concluir que las empresas grandes son las que mayor cantidad de ingresos destinan para el gasto en medioambiente, tanto para compra de activos como para investigación y desarrollo. Ellas erogan 959332.91 millones de pesos, mientras que las empresas medianas sólo gastan 39.85 millones de pesos en este rubro y todo esta destinado a investigación y desarrollo. Las empresas pequeñas invierten más en este rubro en comparación con las empresas medianas, ya que erogan 832.76 millones de pesos de los cuales el 71.33 por ciento lo destina a investigación y desarrollo y el resto a activos. Por otro lado, las empresas nacionales son las que gastan más para el control de la contaminación, estas empresas realizan el 94.16 por ciento del gasto en pro de la contaminación y el resto lo realizan las empresa extranjeras. Las empresas nacionales de 1993-1998 erogaron 904133.64 millones de pesos, de los cuales el 92.13 lo destinaron en la compra de activos y el resto al rubro de la investigación y desarrollo. Mientras que las

empresas extranjeras para el mismo período sólo invirtieron 56071.88 para el cuidado ambiental, de los cuales el 99.83 por ciento fue destinado a la compra de activos y el resto a investigación y desarrollo. Las empresas que no exportan son las que realizan el mayor gasto para un mayor control ambiental, ellas erogaron de 1993-1998 727323.09 millones de pesos, de los cuales el 96.09 por ciento lo destinaron a compra de activos y el 3.91 por ciento a investigación y desarrollo. Por otro lado las empresas exportadoras sólo erogaron 232882.43 millones de pesos, de los cuales el 81.63 por ciento fue realizado en activos y el resto en investigación y desarrollo.

CAPITULO III

DETERMINANTES DE LA CONTAMINACIÓN Y APLICACIÓN DE UN MODELO ECONÓMETRICO

A finales de los sesenta y principios de los setenta hubo un aumento de la regulación gubernamental en un número de áreas a través de la creación de agencias reguladoras como la Comisión de Igualdad de Oportunidad de Empleo (EEOC), La Administración de la Seguridad y la Salud (OSHA), y La Agencia de Protección del Medioambiente (EPA). Por lo que varios estudios han examinado el impacto que tiene la regulación ambiental sobre la economía, en particular con relación a la disminución de la productividad estadounidense en la década de los setenta; estos primeros estudios sugieren que la regulación de la contaminación reduce el crecimiento de la productividad y que contribuyó a la reducción de la productividad en los años setenta (NBER Investigación, abril 1993).

En un estudio pionero, Denison (1978) estimó que el 16% de la disminución de la productividad en los Estados Unidos fue debido a la regulación de OSHA y de EPA. Gray (1978) encontró que el 30 por ciento de la declinación del crecimiento de la productividad del sector manufacturero de Estados Unidos en los setenta puede ser atribuido a la regulación de la OSHA y de la EPA. Christansen y Haveman (1981) encontraron, usando medidas de la regulación total federal de Estados Unidos, que la regulación redujo el crecimiento de la productividad laboral en el sector manufacturero por 0.27 por ciento durante 1958-1977. Gollap y Roberts (1983) estiman que la Acta Americana de Aire Limpio redujo el crecimiento de la productividad en 59 por ciento por año durante 1973-1979 de la industria eléctrica.

Ambientalistas y otros proponentes de nuevas y más estrictas regulaciones medio ambientales, argumentan que un incremento en la severidad de las regulaciones medio ambientales puede alentar a las empresas a desarrollar nuevos y menos costosos caminos de reducción de la contaminación, o potencialmente, la entrada de nuevos métodos de producción que eliminen tipos particulares de emisiones y reduzcan los costos de producción. Proponentes de esta nueva visión, entre los más importantes se haya el profesor Michael Porter de la Universidad de Harvard, han ido sugiriendo que si un país adopta regulaciones medio ambientales más estrictas que sus competidores, el resultado

será un incremento en innovación que facilitará que un país llegue a ser un exportador neto del nuevo desarrollo de tecnologías medioambientales.

En dos famosos ensayos (Porter, 1991; Porter y van der Linde, 1995), Michael Porter ha sugerido que una severa regulación medio ambiental puede dar un efecto positivo en el cumplimiento de las empresas por una estimulación de innovaciones. El autor actualmente sugiere que "una regulación medio ambiental propiamente designada puede llevar a una innovación parcial o completa y compensar el gasto que se hizo para la reducción de la contaminación". Este es básicamente debido al hecho de que la contaminación es una manifestación de pérdida económica que de manera innecesaria e incompleta utiliza los recursos. En esta disposición añade que la reducción de la contaminación es frecuentemente coincidente con un aumento de la productividad.

El presente capítulo está dedicado al análisis de los efectos de la regulación ambiental en la productividad en el caso de la industria bajo estudio mediante un modelo econométrico. Antes de presentar los resultados procederemos a hacer una revisión de los trabajos empíricos más importantes sobre el tema y presentamos una sección metodológica.

IMPACTO DEL GASTO AMBIENTAL EN LA PRODUCTIVIDAD: REVISIÓN DE LOS ESTUDIOS MÁS RELEVANTES

El cuadro 11 incorpora la revisión de los trabajos empíricos más recientes sobre el tema. Estos modelos se aplicaron con la finalidad de saber de que manera afecta la regulación medio ambiental a la productividad del sector manufacturero de Estados Unidos y Canadá. En esta revisión se destacan las variables utilizadas para examinar cuál es el efecto que tiene el incremento de la regulación medio ambiental por parte de las empresas sobre su productividad. En segundo lugar se presentan las hipótesis de cada uno de los modelos y la metodología que usaron y finalmente describiremos los resultados a los que llegaron los autores al aplicar su modelo.

Los modelos coinciden con algunas variables. La variable dependiente que se utilizó en la mayoría de los estudios fue la de Factor Total de Productividad (TFP) calculada con distintos índices. La ecuación nos dice cómo se ve afectada la productividad del sector manufacturero ante incrementos en la regulación medioambiental. Un modelo más reciente sustituye la productividad por gastos de patentes o de investigación y desarrollo como aproximaciones de la innovatividad (Adam Jaffe y Karen Palmer).

En cuanto a la variable utilizada para medir el impacto de la regulación, Gray (1987) aproxima esta regulación en un índice que mide la intensidad de la seguridad laboral y la regulación de la salud (OSH). Dufour, Lanoie y Patry detallan más el aspecto regulatorio con inspecciones ($INSPECTIONS_{it}$); penaltis impuestos por infracciones o el no-cumplimiento con los estándares de seguridad ($INFRACTIONS_{it}$); negación a tareas peligrosas ($REFUSAL_{it}$); asignación de protección ($PROTEC_{it}$) y requerimientos para programas de prevención ($PREVENT_{it}$). En otros estudios se utiliza el gasto que las empresas realizan para el control de la contaminación de Wayne B. Gray (1993) y Adam Jaffe y Karen Palmer (1997) ⁹.

Según Wayne B. Gray y Ronald J. Shadbegian (1993) las correlaciones indican que las plantas con los gastos de cumplimiento más altos y crecientes tienden a tener niveles de productividad inferiores e índices de crecimiento de productividad lentos y sus resultados de la regresión cross-section son similares a las correlaciones. Las plantas con gastos de cumplimientos altos tienden a tener más bajos niveles de factor de productividad; las plantas con gastos de cumplimiento crecientes tienden a tener índices de crecimiento de productividad lentos para el factor total y la productividad de trabajo. En el panel de regresiones, usando la productividad anual y los datos del costo de cumplimiento. Las regresiones para niveles de productividad dan resultados similares a los que encontraron antes: las plantas con los gastos de cumplimiento más altos tienen la productividad considerablemente inferior. Estos resultados se mantienen firmes para las industrias del papel y el acero cuando efectos fijos de plantas específicas son incluidos en la regresión.

El modelo de Adam Jaffe y Karen Palmer (1997) que especifica una ecuación de forma reducida de investigación y desarrollo con la variable dependiente R&D (investigación y desarrollo) resulta en un coeficiente de cada variable rezagada del gasto ambiental (PACE) significativo y negativo en el modelo agrupado, pero significativa y positiva en el modelo de efectos fijos. El coeficiente positivo en la variable PACE en el modelo de efectos fijos indica una relación positiva entre cambios en PACE y gastos en R&D sobre el tiempo. Esto es consistente con la hipótesis de Porter de que la investigación y desarrollo gubernamental atrae altos niveles de gastos privados de investigación y

⁹ Wayne B. Gray designa que esta variable con la letra R, mientras Jaffe y Palmer la llaman PACE.

desarrollo o que la investigación gubernamental produce descubrimientos que incrementa la productividad de la investigación privada, o los dos.

En el modelo de patentes (Adam Jaffe y Karen Palmer) la aplicación de patentes en la industria doméstica está relacionada con aplicaciones de patentes extranjeras, el valor agregado doméstico, una variable rezago de gasto, dummies de años, y en el caso de modelos de efectos-fijos, dummies industriales. Las patentes extranjeras y el valor agregado doméstico tienen coeficiente positivo y generalmente significativo. Las dummies de tiempo en la regresión de patentes están generalmente decreciendo a través del tiempo, reflejando una combinación de la declinación del largo tiempo en la proporción agregada de patentes domésticas a extranjeras, lo cual causa que la proporción de patentes de valor agregado caiga sobre el tiempo.

En ninguna de estas regresiones el coeficiente de la variable rezago PACE es estadísticamente significativo. Estos descubrimientos sugieren que los costos de cumplimiento regulatorio no tienen impacto detectable sobre actividad de patentar. Se encontró que estadísticamente no es significativa la relación entre gastos de cumplimiento regulatorio y actividad de patentar. Hay una relación positiva y significativa entre gastos de cumplimiento regulatorio y gastos en investigación y desarrollo por la industria regulada cuando controlamos para los efectos de la industria específica, aunque la magnitud del efecto es pequeño.

El trabajo más reciente es el de Paul Lanoie, Michael Patry, Richard Lajeunesse quienes parten de la contribución de Adam Jaffe y Karen Palmer (1997). Los autores afirman que la hipótesis de Porter tiene tres direcciones: 1) La hipótesis es dinámica; 2) La hipótesis sugiere que los efectos positivos de la regulación medio ambiental deberían ser más importantes para las empresas que son más contaminantes; y 3) Por último, nos dice que las empresas más expuestas a la competencia tienen mayor incentivo para innovar que las menos expuestas a la competencia. Para poder confirmar lo anterior los autores realizaron un análisis empírico del crecimiento del factor total de productividad (TFP) en el sector manufacturero de Québec con la finalidad de investigar las tres direcciones que tiene la hipótesis de Porter. Utilizan el crecimiento total de la productividad basado en el

índice de Törqvist. Una segunda ecuación relaciona el índice de crecimiento de TFP con un indicador de la importancia de la regulación y una serie de variables de control¹⁰.

Sus resultados muestran que la regulación medioambiental primero reduce el crecimiento de TFP, pero en los siguientes años lleva a un incremento del crecimiento de TFP. En el primer año la variable medio ambiental rezagada es negativa y significativa para sectores más expuestos a la competencia. Pero es negativa y no significativa para sectores menos expuestos a la competencia. La variable rezagada para el tercer año es positiva y significativa para sectores más expuestos a la competencia. Y positivo y no significativo para los sectores menos expuestos. Con este resultado se acepta el tercer camino de la hipótesis de Porter.

Sin embargo, los resultados arrojados por el modelo rechazan la idea de que la regulación favorece a las empresas más contaminantes. Los resultados nos dicen que el cumplimiento de la regulación disminuye la productividad de las empresas más contaminantes, mientras que favorece a las empresas menos contaminantes (Richard Lajeunesse, Paul Lanoie y Michael Patry, 2001). La variable regulación de la seguridad y salud (OSH) utilizada por los autores antes mencionados es estadísticamente significativo y negativo, es decir, lleva a una reducción del crecimiento de la productividad tal y como lo afirmó el autor Wayne (1993). Sin embargo, la variable programas de prevención es significativo y positivo por tanto, incrementa la productividad.

¹⁰ Dada la naturaleza de la variable dependiente, todas las variables independientes (excepto el curso de la

Cuadro 11

Autor	Objetivo	Hipótesis	Planteamiento del Modelo	Resultados del Modelo
<p>~ Wayne B. Gray y Ronald J. Shadbegian, 1993.</p> <p>Título: La Regulación Medioambiental y la Productividad Manufacturera a Nivel Planta..</p> <p>~ Estados Unidos.</p> <p>~ Estudio basado en tres industrias del Sector Manufacturero (papel, acero y petróleo).</p> <p>~ Fuente: Datos de productividad de nivel planta de la Base de datos de Investigación Longitudinal (LRD) mantenido en el Centro para Estudios Económicos en la Oficina de Censo.</p>	<p>En este trabajo, se presentan resultados para tres industrias manufactureras sobre cuál es el efecto de la regulación medioambiental sobre el crecimiento de la productividad.</p> <p>Las industrias son las del papel, petróleo y la de acero para el periodo 1979-1985.</p>	<p>La regulación medioambiental tiene un efecto negativo en la productividad de las empresas.</p>	<p>1. Ecuación de la productividad del trabajo:</p> $LP = \log(Q) - \log(L)$ <p>Donde:</p> <p>L= es el número de horas de producción por trabajador.</p> <p>2. En la segunda ecuación para calcular la productividad de factor total, complementamos el gasto de trabajo con gasto de materiales y energía (M) y el stock de capital de la planta (K):</p> $TFP = \log(Q) - a_L \log(L) - a_M \log(M) - a_K \log(K)$ <p>3. Usando "*" para representar TFP y excluyendo gastos de los costos de cumplimiento, nosotros tenemos:</p> $TFP^* = \log(Q) - a_L \log(L^*) - a_M \log(M^*) - a_K \log(K^*)$ $= \log(Q) - a_L \log(L - L_R) - a_M \log(M - M_R) - a_K \log(K - K_R)$ $= TFP + a_R$ <p>Donde:</p> <p>R = se refiere a gastos usados para el cumplimiento regulator.</p> <p>a_R = indica la proporción de los costos de cumplimiento en los costos totales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comparando las tres industrias, vemos que el papel muestra el más grande crecimiento de la productividad sobre el período. Su factor total de productividad (TFP) crece a 4% anual y su productividad de trabajo (LP) crece a 4.7% anual. ▪ La productividad del Acero disminuye durante el período. Su TFP es de 1.9% por año y de 0.2% anual para LP. ▪ El rendimiento del petróleo es intermedio. TFP crece 1.9% por año, mientras LP crece sólo 0.4% anual. ▪ Las correlaciones indican que las plantas con los gastos de cumplimiento más altos y crecientes tienden a tener niveles de productividad inferiores e índices de crecimiento de productividad lentos. ▪ Los resultados de la regresión cross-section son similares a las correlaciones. Las plantas con gastos de cumplimientos altos tienden a tener más bajo niveles de factor de productividad; las plantas con gastos de cumplimiento crecientes tienden a tener índices de crecimiento de productividad lentos para el factor total y la productividad de trabajo. <p>El panel de regresiones, usando la productividad anual y los datos del costo de cumplimiento. Las regresiones para niveles de productividad dan resultados similares a los que encontraron antes: las plantas con los gastos de cumplimiento más altos tienen la productividad considerablemente inferior. Estos resultados se mantienen firmes para el papel y el acero cuando efectos fijos de plantas específicas son incluidos en la regresión.</p>

construcción de efectos) son expresados en la primera diferencia.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 11			
Autor	Objetivo	Planteamiento del Modelo	Resultados del Modelo
<p>~ Adam B. Jaffe y Karen Palmer, 1997.</p> <p>~ Título: Regulación Medioambiental e Innovación: Un Estudio para un Panel de Datos.</p> <p>~ Estados Unidos,</p> <p>~ Estudio basado en investigación y desarrollo y patentes en Estados Unidos.</p> <p>~ Fuente: Datos de PACE, Censo para la Fundación de Ciencia (NSF),</p>	<p>Intentan sumar estadísticamente lo más amplio de la relación que existe entre el gasto para el control de la contaminación y la medida de la actividad innovativa y cumplimiento a través de la industria y el tiempo. Buscan determinar si cambios en la estricta regulación, medida por costos de cumplimiento regulatorio en años anteriores, son asociados con más o menos actividades innovativas por industrias reguladas.</p>	<p>1. Ecuación de forma reducida de investigación y desarrollo.</p> $\log (R\&D)_{it} = \beta_1 \log (\text{value added})_{it} + \beta_2 \log (\text{government R\&D})_{it} + \beta_3 \log (\text{PACE})_{it-1} + \alpha_i^R + \mu_t^R + \epsilon_{it}^R$ <p>i = industrias t = años R&D = industria que consolida gasto en investigación y desarrollo. Value added = valor agregado de la industria. Government R&D = investigación y desarrollo por parte del gobierno. PACE = gasto para el control de la contaminación.</p> <p>Se introdujo el termino error y el error residual independientes pero distribuido por i y t.</p> <p>2. Ecuación de la patente</p> $\log (\text{patents})_{it} = \gamma_1 \log (\text{value added})_{it} + \gamma_2 \log (\text{foreign patents}) + \gamma_3 \log (\text{PACE})_{it-1} + \alpha_i^P + \mu_t^P + \epsilon_{it}^P$ <p>Patents = son patentes exitosamente aplicadas en EU en año t por corporaciones de EU. Foreign patents = patentes extranjeras exitosamente aplicadas en EU en el año t por corporaciones extranjeras.</p>	<p>Resultado en el modelo de gasto en R&D</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ R&D Gubernamental tiene coeficiente significativo y positivo para el modelo agrupado y para el modelo de efectos fijos: el primero es de 2.850 y para el segundo modelo es de 0.323. ▪ El coeficiente de cada variable rezagada de PACE es significativa y negativa en el modelo agrupado (-0.124), pero significativa y positiva en el modelo de efectos fijos (0.152). ▪ El hecho que la variable rezagada de PACE es negativa y asociada con investigación y desarrollo en el modelo agrupado pero es positivamente asociado en los modelos de efectos fijados implica que las α's son positivamente correlacionadas con investigación y desarrollo pero negativamente correlacionada con PACE gastos ▪ El coeficiente positivo en la variable PACE en el modelo fija efectos indica una relación positiva entre cambios en PACE y R&D gastos sobre el tiempo. <p>Resultado en el modelo de patentes</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Las patentes extranjeras y el valor agregado doméstico tienen coeficientes positivos y significativos 0.281 y 0.362 respectivamente. ▪ Los dummies de tiempo en la regresión de patente están generalmente decreciendo a través del tiempo, reflejando una combinación de la declinación de largo tiempo en la proporción agregada de patentes domésticas y extranjeras e inflación, lo cual causa que la proporción de patentes de valor agregado caiga sobre el tiempo. <p>En ninguna de estas regresiones es el coeficiente de la variable rezago PACE estadísticamente significativo. Estos descubrimientos sugieren que los costos de cumplimiento regulatorio no tienen impacto detectable sobre actividad de patentar.</p>

Cuadro 11

Autor	Objetivo	Hipótesis	Planteamiento del Modelo	Resultados del Modelo
<p>~ Paul Lanoie, Michael Patry, Richard Lajeunesse, 2001.</p> <p>~ Título: La regulación Medioambiental y la Productividad: Nuevos Descubrimientos en la Hipótesis de Porter</p> <p>~ Montreal, Canadá</p> <p>~ Estudio basado en el Sector Manufacturero de Québec, Canadá.</p> <p>~ Fuente: Los datos fueron disponibles principalmente para estadísticas de Canadá., Canadá Medioambiente y de la comisión de la Santé et de la sécurité du travail (the Québec Board responsible for OSH).</p>	<p>Este documento nos provee de un análisis empírico del crecimiento del factor total de productividad (TFP) en el sector manufacturero de Québec con la finalidad de investigar las tres direcciones que tiene la hipótesis de Porter.</p>	<p>Los autores afirman que la hipótesis de Porter tiene tres direcciones: 1) que la hipótesis es dinámica; 2) La hipótesis sugiere que los efectos positivos de la regulación medioambiental deberían ser más importantes para las empresas que son más contaminantes. 3) Por último, nos dice que las empresas más expuestas a la competencia tienen mayor incentivo para innovar que las menos expuestas a la competencia.</p>	<p>1. En esta ecuación se busca medir el crecimiento total de la productividad por el índice de Tornqvist:</p> $TFP = \log(Y_{it} - \log Y_{it-1}) - \sum_j [(\alpha_{jit} + \alpha_{j(t-1)}) / 2 \times (\log X_{jit} - \log X_{j(t-1)})]$ <p>Donde:</p> <p>i= industrias t= periodo de tiempo j= gasto α = gasto en proporción del costo.</p> <p>2. En esta ecuación se trata de definir una ecuación relacionando la proporción del crecimiento del factor total de productividad con un indicador de la importancia de la regulación y una serie de control de variables:</p> $TFP = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \text{MEDIOAMBIENTE}_{it} + \alpha_2 \cdot \text{MEDIOAMBIENTE}_{it-1} + \alpha_3 \cdot \text{MEDIOAMBIENTE}_{it-2} + \alpha_4 \cdot \text{MEDIOAMBIENTE}_{it-3} + \alpha_5 \cdot \text{OSH}_{it} + \alpha_6 \cdot \text{ESCALA}_{it} + \alpha_7 \cdot \text{CICLO}_{it} + \sum_i \mu_i + \sum_t \varphi_t + e_{it}$ <p>Donde:</p> <p>e_{it} = término error $\text{MEDIOAMBIENTE}_{it}$ = la regulación medioambiental OSH_{it} = captura la calidad rigurosa de la seguridad laboral y la regulación de la salud. SCALE_{it} = define el cambio en el nivel de producción. CYCLE_{it} = define cambios en la capacidad del índice de utilización. μ_i = variables dummies de la industria que capta los efectos específicos de la industria. φ_t = La omisión de influencias fijadas que varían de un tiempo a otro, pero no de industria a industria, serán capturadas por las dummies de tiempo.</p>	<p>Las estimaciones son ejecutadas usando mínimos cuadrados generalizado (GLS)</p> <p>Estimación de series sin cross términos:</p> <ul style="list-style-type: none"> El coeficiente de la variable medioambiental contemporánea es negativa pero significativa (-2.629). La variable medioambiental en el primer año es positivo (0.412) pero no significativo, mientras que para el segundo y tercer año las variables rezagadas son positivas y significativas, (3.267 y 3.286 respectivamente). La regulación medioambiental primero reduce el crecimiento de TFP, pero en los siguientes años lleva a un incremento del crecimiento de TFP. <p>Estimación de series usando movimiento promedio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Los resultados usados del movimiento promedio es similar al anterior pero ahora la variable rezago para el primer año es significativa y negativa (-2.855), para el segundo año la variable rezago es igual a cero y la del tercer año tiene un impacto estadísticamente positivo (9.859). <p>Estimación de series distinguiendo sectores más y menos expuestos a la competencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> En el primer año la variable medioambiental rezagada es negativa y significativa para sectores más expuestos a la competencia (-2.550). Pero es negativa y no significativa para sectores menos expuestos a la competencia (-1.387). <p>Cuando la variable rezagada es usada para el segundo año el impacto llega a ser positivo para ambas series.</p>

Cuadro 11				
Autor	Objetivo	Hipótesis	Planteamiento del Modelo	Resultados del Modelo
<p>~ Charles Dufour, Paul Lanoie y Michahel Patry, 1998.</p> <p>~ Título: Regulación y Productividad</p> <p>~ Québec, Canadá</p> <p>~ Estudio basado en el Sector Manufacturer o de Québec, Canadá.</p> <p>~ Fuente: La Comisión de la Santé et Sécurité du Travail o CSST.</p>	<p>Este artículo trata de entender cuál es el impacto de la regulación en el crecimiento de la productividad</p> <p>Gray argumenta que la regulación tiene necesariamente un impacto negativo en el crecimiento de la productividad, pero la teoría reconoce impactos positivos.</p> <p>Este trabajo esta basado en el impacto de la regulación en el crecimiento de la productividad en el caso de la industria manufacturer a de Québec</p>	<p>La estricta regulación medioambiental y la regulación laboral y de la salud tiene un impacto negativo en el crecimiento de la productividad.</p>	<p>1. Esta ecuación medirá el crecimiento de la productividad del factor total (TP) por el índice de Törnqvist:</p> $TFP = (\log Y_{it} - \log Y_{it-1}) - \sum [(\alpha_{jit} + \alpha_{jit-1}) / 2 \times (\log X_{jit} - \log X_{jit-1})]$ <p>i = industrias t = periodos de tiempo j = gastos α = proporción de costo de gasto.</p> <p>2. Definimos una ecuación que relaciona la proporción de crecimiento de TFP con los indicadores de importancia para la regulación:</p> $TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot ENVIRONMENT_{it} + \sum \alpha_k \cdot OSH_{it} + \sum \mu_i + \sum \psi_t + \alpha_7 \cdot SCALE_{it} + \alpha_8 \cdot CYCLE_{it} + \alpha_9 \cdot ENERSHARE_{it} + e_{it}$ <p>ENVIRONMENT_{it} = captura la intensidad de la regulación medioambiental. OSH_{it} = captura la intensidad de la seguridad laboral y la regulación de la salud. μ_i = refleja efectos fijos omitidos que pertenecen a la industria i. ψ_t = refleja influencias de efectos omitidos que cambian a través del tiempo, pero no de industrias. SCALE_{it} = define el cambio en el nivel de producción, se incluye en la ecuación para capturar el efecto de las economías de escala en la productividad. CYCLE_{it} = define el cambio en el índice capacidad de utilización. ENERSHARE_{it} = verifica la posibilidad de que las industrias intensivas en energía han experimentado altos índices de crecimiento en la productividad siguiendo la reducción en los precios del petróleo.</p>	<p>La variable ENVIRONMENT tiene un coeficiente significativo y negativo.</p> <p>Tres de las variables OSH son estadísticamente significativas. PROTEC tiene un coeficiente negativo. INFRACTION y PREVENT un coeficiente positivo y significativo. Este resultado sugiere que estas dos medidas han reducido la incidencia de accidentes en arreas de trabajo, permitiendo la reducción de costos indirectos y directos relacionados con los accidentes reforzando el crecimiento de la productividad.</p> <p>SCALE tiene un coeficiente significativo y negativo.</p> <p>ENERSHARE tiene un coeficiente positivo pero no siempre significativo.</p> <p>Los resultados muestran que la regulación medioambiental y OSH llevan a una reducción del crecimiento de la productividad.</p>

Después de esta breve revisión de los modelos que buscan determinar cuál es el impacto que tiene una regulación más estricta del control de la contaminación sobre la productividad, se llevará a cabo una regresión con la finalidad de estudiar el impacto que tiene la regulación ambiental en el desempeño de la industria de minerales no metálicos, esta regresión se basará en el trabajo realizado por Lanoie Paul y Patry Michael (2001), debido a que permite adoptar un enfoque dinámico.

La técnica que se utilizará es la de datos de panel y por ello, el siguiente apartado esta dedicado a presentar las características de esta técnica.

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

El análisis empírico que se propone para probar nuestra hipótesis se realiza con la técnica de datos en panel. A continuación dedicamos unas líneas para presentar las características de esta técnica.

En el análisis de la información (económica, social, empresarial, comercial, etc.) pueden existir diferentes dimensiones sobre las cuales interesa obtener conclusiones derivadas de la estimación de modelos que traten de extraer relaciones de causalidad o de comportamiento entre diferentes tipos de variables, a partir de los datos disponibles. Una de estas dimensiones la constituye el análisis de series de tiempo, la cual incorpora información de variables y/o unidades individuales de estudio durante un período determinado de tiempo (dimensión temporal¹¹). En este caso, cada período de tiempo constituye el elemento poblacional y/o muestral. Existe otra dimensión que no incorpora el aspecto temporal sino que más bien representa el análisis de la información para las unidades individuales de estudio, en un momento determinado de tiempo (dimensión estructural). En este tipo de análisis, el cual se denomina de corte transversal, el elemento o unidad muestral no lo constituye el tiempo sino las unidades de análisis¹² (Mayorga y Muñoz, 2000).

El modelo econométrico de datos de panel incluye una muestra de agentes económicos o de interés (individuos, empresas, bancos, ciudades, países, etc.) para un período determinado de tiempo, esto es, combina ambos tipos de datos: dimensión temporal y estructural.

El principal objetivo de aplicar y estudiar los datos en forma de panel, es capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre agentes económicos o de estudio así como también en el tiempo. Esta técnica permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos, lo que enriquece el estudio. Esta modalidad de analizar la información en un modelo de panel es muy usual en estudios de naturaleza microeconómica. La aplicación de esta metodología permite analizar dos aspectos de suma

¹¹ Ejemplos de este tipo de datos los constituyen las series del PIB y de tasas de interés de un país o el número de llamadas telefónicas de una familia a lo largo de un período determinado de tiempo.

¹² Ejemplos de este tipo de análisis pueden ser la cantidad demandada de alimentos por una muestra de familias durante un período de tiempo o la cantidad producida de televisores por una serie de empresas en el mismo lapso.

importancia cuando se trabaja con este tipo de información y que forman parte de la heterogeneidad no observable: a) los efectos individuales específicos¹³ y b) los efectos temporales¹⁴ (Mauricio Mayorga y Evelyn Muñoz, 2000).

La especificación más general de un modelo de datos de panel es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + X_{it}\beta + U_{it}$$

Donde:

i = se refiere al individuo o a la unidad de estudio.

t = es la dimensión en el tiempo.

α = es un vector de interceptos de n parámetros.

β = es un vector de k parámetros.

X_{it} = es la i -ésima observación al momento t para las k variables explicativas.

La técnica de datos de panel presenta una serie de ventajas y desventajas en comparación con los modelos de series de tiempo y de corte transversal. Las ventajas más relevantes son las siguientes:

- La técnica permite disponer de un mayor número de observaciones incrementando los grados de libertad y reduciendo la colinealidad entre las variables explicativas y mejorando la eficiencia de las estimaciones econométricas.
- Captura la heterogeneidad no observable ya sea entre unidades individuales de estudio como en el tiempo.
- Los datos de panel suponen, e incorporan en el análisis, el hecho de que los individuos, firmas, bancos o países son heterogéneos.
- Permite estudiar de una mejor manera la dinámica de los procesos de ajuste.

Las desventajas asociadas a la técnica de datos de panel se relacionan con los procesos para la obtención y el procesamiento de la información estadística sobre las

¹³ Los efectos individuales específicos son aquellos que afectan de manera desigual a cada uno de los agentes de estudio contenidos en la muestra (individuos, empresas, bancos) los cuales son invariables en el tiempo y que afectan de manera directa las decisiones que tomen dichas unidades. Usualmente se identifica este tipo de efectos con cuestiones de capacidad empresarial, eficiencia operativa, capitalización de la experiencia, acceso a la tecnología, etc.

unidades individuales de estudio, cuando esta se obtiene por medio de encuestas, entrevistas o utilizando algún otro medio de levantamiento de los datos. Ejemplos de este tipo de limitaciones son: cobertura de la población de interés, porcentajes de respuesta, preguntas confusas, distorsión deliberada de las respuestas, etc. (Mayorga y Muñoz, 2000).

ESPECIFICACIÓN DEL MODELO PARA EL ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA REGULACIÓN AMBIENTAL DE LA INDUSTRIA DE MINERALES NO METÁLICOS

Nuestro modelo busca analizar los determinantes de la productividad con la finalidad de saber cuál es el impacto que tiene la regulación medio ambiental en la productividad de las empresas, y en este caso en específico nos referimos a las empresas que comprenden el sector de minerales no metálicos en México. Como aproximación de la regulación se toma la variable del gasto ambiental que mide en términos económicos la atención que las empresas dedican al control de la contaminación. Esta variable como se vio en el capítulo II está disponible en la Encuesta Industrial Anual. En cambio datos sobre niveles de cumplimiento con la normatividad sólo están disponibles en términos agregados. Como variable dependiente se utiliza la productividad laboral.

En base a la importancia que tiene en esta industria el gasto de investigación y desarrollo para controlar la contaminación puede esperarse que la hipótesis planteada por Michael Porter y el trabajo realizado por Paul y Patry Michel (2001) pueda validarse para la industria de minerales no metálicos, aunque en el corto plazo puede suceder que sea negativo, tal y como lo plantean los autores Lanoie y Patry (2001). En el corto plazo el gasto ambiental puede disminuir la productividad de las empresas, pero después de un tiempo de ajuste y aprendizaje la productividad puede aumentar. Por esta razón se introdujo en el modelo la variable gasto ambiental con un rezago y así poder incorporar la parte dinámica de la hipótesis de Porter. Se incluyen en la ecuación otros determinantes de la productividad como variables de control: la inversión, las exportaciones, el tamaño y el capital extranjero. Esperamos que en el caso de la inversión su efecto sobre la productividad sea positivo y significativo pues un componente de esta inversión son máquinas y equipo de oficina y cómputo cuya función es sustituir trabajo por capital elevando su productividad. Puede pensarse que parte de esta inversión es también en

¹⁴ Los efectos temporales serían aquellos que afectan por igual a todas las unidades individuales del estudio pero que no varían en el tiempo. Este tipo de efectos puede asociarse, por ejemplo, a los choques

maquinaria más moderna y económica en energía pero desde luego esto no puede demostrarse.

En relación a las exportaciones, se espera que las empresas exportadoras tengan un resultado positivo y significativo ya que el mercado en el que compiten exige productos de menor precio y alta calidad y por consiguiente, estas empresas presentan mayores incentivos para innovar y así poder reducir costos. Con respecto al tamaño nosotros esperamos que también arroje un resultado positivo y significativo ya que entre más grandes sean las empresas poseen mayores recursos para mejorar su productividad. En forma similar, esperaríamos un coeficiente positivo para la variable que indica la presencia de capital extranjero. Nuestro modelo de productividad es el siguiente:

$$LPT = \beta_1 + \beta_2 LGASTO + \beta_3 LGASTO(-1) + \beta_4 DEXP + \beta_5 LTAMA(po) + \beta_6 LINV + \beta_7 KEXT$$

Donde la variable dependiente es:

PT = Productividad laboral

Las variables independientes son:

Gasto = Logaritmo del gasto total en medio ambiente. Se obtuvo como la suma del gasto en investigación y desarrollo y el gasto en activos ambientales.

Gasto_{t-1} = Logaritmo del gasto ambiental con un rezago, captura el efecto dinámico sugerido por Porter (2001).

EXP = Exportaciones. Es una variable ficticia que toma el valor de 1 cuando las empresas exportan y de 0 cuando no lo hacen. Es una variable control por lo que se introduce en la ecuación como una dummy.

LTAMA(po) = es el logaritmo del personal ocupado que aproxima el tamaño de las empresas.

LINV = Logaritmo de la inversión.

La base que se utilizó para el modelo abarca las ramas 43 (Vidrio y otros productos de vidrio) y 44 (Cemento Hidráulico) y consta de establecimientos durante cinco años comprendidos de 1994-1998, en total 255 observaciones y 7 parámetros. El software utilizado es PC-Give.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES OBTENIDAS DE LA ESPECIFICACIÓN DEL MODELO PARA EL ANÁLISIS DEL GASTO AMBIENTAL DENTRO DE LA INDUSTRIA DE MINERALES NO METÁLICOS

Los resultados del modelo son los siguientes:

$$LPT = (2.19866) + (0.0740319)LGASTO + (0.0763232)LGASTO(-1) + (0.103589)DEXP + (1.31537)LTAMA(po) + (0.0641516)LINV + (0.203756)KEXT$$

CUADRO 13

	Coefficient	Std.Error	t-value	t-prob
LGASTO	0.0740319 (0.074) *	0.01096	6.76	0.000
LGASTO(-1)	0.0763232 (0.075)	0.008590	8.88	0.000
LTAMA(po)	1.31537	0.03109	42.3	0.000
LINV	0.0641516	0.005083	12.6	0.000
KEXT	0.203756	0.04561	4.47	0.000
DEXP	0.103589	0.06362	1.63	0.105
Constant	2.19866	0.2455	8.95	0.000
sigma	0.7323857	sigma^2	0.5363888	
R^2	0.8688911			
RSS	133.02442801	TSS	1014.6103427	
no. of observations	255	no. of parameters	7	
Wald (joint):	Chi^2(6) = 2.537e+008 [0.000] **			
Wald (dummy):	Chi^2(1) = 80.18 [0.000] **			
AR(1) test:	N(0,1) = 1.561 [0.119]			
AR(2) test:	N(0,1) = 0.2579 [0.797]			

Nota. Las elasticidades están en paréntesis

Todas las variables con la excepción de la variable dexp resultaron significativas. Encontramos una asociación positiva entre la productividad laboral y el tamaño de la (LTAMA(po)), la presencia de capital extranjero, la inversión y el gasto ambiental del año corriente y con rezago.

El coeficiente positivo de la variable tamaño (LTAMA(po)) era esperado, dado que estas empresas tienen mayores capacidades y recursos para realizar acciones que incrementen su productividad. Algo similar sucede con las empresas con capital extranjero. Existe evidencia de que éstas tienen un diferencial positivo de productividad

frente a las nacionales (Fajnzylber y Mtz Tarragó, 1975; Casar et al.,1990; Domínguez y Brown 2003). La asociación positiva entre la inversión y la productividad laboral muestra que ésta no es sólo producto del despido de trabajadores, sino también parcialmente de un proceso de renovación de equipos. La elasticidad de esta variable es la menor del conjunto, pero no es despreciable. Indica que si se incrementa la inversión en 10% la productividad laboral se eleva en un 0.6 por ciento. Todas estas variables fueron utilizadas como variables de control para estar en posición de definir el efecto del gasto ambiental en la productividad en forma más clara.

El gasto ambiental del año en curso resultó estadísticamente significativa al 90 por ciento con un signo positivo. Este es un resultado que realmente no se esperaba. Como plantea la teoría neoclásica, cuando parte del gasto realizado por una empresa está destinado al control de la contaminación sus costos de producción aumentan pero su producción no y de ahí un posible impacto negativo sobre la productividad. De ahí que fuera sorprendente el resultado.

En contraste, de acuerdo a nuestra expectativa, se obtuvo un signo positivo y significativo del coeficiente del gasto ambiental con rezago. Esto implica que hay un margen para el ajuste y aprendizaje de las empresas en sus respuestas ambientales. El aprendizaje es un proceso gradual.

Una explicación posible del resultado sobre el coeficiente del gasto ambiental del año en curso puede ubicarse en la alta proporción del gasto en investigación y desarrollo con fines ambientales en relación al gasto ambiental total entre la muestra. Del gasto total que realizan las empresas pequeñas el 28.67 por ciento lo destinan a investigación y desarrollo, en el caso de las empresas medianas todo su gasto es para ese mismo renglón. Las empresas grandes en porcentaje sólo destinan 7.42 por ciento, pero en términos absolutos la cantidad que erogan a investigación y desarrollo es alta, y tiende a concentrarse en algunas empresas. De hecho, como se recordará del capítulo II, las empresas cementeras y en particular la empresa Cemex han realizado una exhaustiva investigación con la finalidad de poder utilizar materiales alternativos para la fabricación del cemento, lo cual le ha permitido minimizar sus emisiones de contaminantes a la vez que mantiene la calidad de su producto de tal manera que mejore su competitividad. Esta industria del cemento ha desarrollado su ecoeficiencia mediante el reciclaje y la reutilización de materiales, el uso de materiales naturales, el empleo de combustibles alternos de tal manera que ha optimizado el uso de la energía y los recursos naturales,

también ha reducido costos y minimizado el impacto ambiental de sus operaciones a la vez que apoya la rentabilidad de las empresas. Así que esto podría explicar la presencia de los coeficientes positivos, tanto en el gasto del año en curso, como el rezagado.

En el caso de la industria del vidrio, esta empresa es una gran emisora de contaminantes, sin embargo, al igual que la industria del cemento, esta industria y en especial la firma Vitro ha realizado grandes inversiones no solo en en activos que controlan los contaminantes. También ha implantado programas de eficiencia y reciclaje de agua y en su proceso de fabricación del vidrio utiliza vidrio reciclado, lo que le permite utilizar menos energía para fundirlo. Por tanto, nuestros resultados expresan que contrario a lo que afirma la teoría neoclásica, el efecto de un gasto ambiental no necesariamente tiene que tener un impacto negativo en la productividad de las empresas.

No obstante, es necesario matizar nuestros resultados. Debe considerarse que la variable dependiente utilizada fue la productividad laboral, en lugar de la productividad total de factores. Debe concederse que el resultado pudiera ser menos contundente si esta última hubiera sido utilizada. Pero, en cualquier forma consideramos que nuestro análisis constituye una buena aproximación en la medida que el análisis de las entrevistas proveyó una rica información que fundamenta buena parte de lo estimado en forma econométrica.

El resultado obtenido por el gasto ambiental en el año corriente aunque es positivo y significativo, su valor es menor al arrojado por el gasto ambiental con un rezago, es decir, que como las empresas atraviesan por un proceso de aprendizaje y ajuste, en este proceso las firmas pueden llegar a tener una productividad negativa o menor a la que tenían. Sin embargo, después de realizar su gasto ambiental y completar su proceso de aprendizaje la productividad de las empresas aumenta. Con los resultados obtenidos por las variable de gasto ambiental en el año en curso y la del gasto ambiental con un rezago podemos confirmar la parte dinámica de la hipótesis de Porter explicada anteriormente. En términos de elasticidades tenemos que un aumento del 10 por ciento por parte de las empresas en gasto para el control de la contaminación ambiental aumenta la productividad en 0.74 por ciento en el año en curso. Así mismo un aumento del 10 por ciento en el gasto ambiental con un rezago incrementa la productividad en 0.76 por ciento con rezago después de que las empresas se han ajustado a las innovaciones. Con lo anterior se reafirma la parte dinámica de la hipótesis de Porter sugerida por Lanoie y Lajeunesse (2001).

Puede decirse que nuestros resultados son muy satisfactorios. La R^2 arrojada por la estimación del modelo fue alta (87 por ciento). La prueba Wald (joint) examina la significancia en todas las variables independientes de la regresión excepto la variable dummy (la constante), con una χ^2 con 6 grados de libertad la prueba resultó diferente de 0, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa, es decir, las variables independientes son estadísticamente significativas. La prueba Wald (dummy) examina la significancia de todas las dummies (la constante), con una χ^2 con 1 grado de libertad la prueba es diferente de 0, por lo que nos vuelve a confirmar que aceptamos la hipótesis alternativa, la constante es significativa en esta regresión. De acuerdo a las pruebas AR(1) y AR(2) no existe autocorrelación de orden 1, tampoco existe autocorrelación de orden 2 respectivamente (ver cuadro 13).

En este capítulo primero se presentaron en forma resumida los trabajos empíricos que se han realizado en torno a los efectos del gasto ambiental sobre la productividad de los sectores manufactureros de Québec y Estados Unidos. Se analizaron las distintas especificaciones y sus resultados. Los resultados generales arrojados por estos estudios sugieren que en el corto plazo la erogación y mayor control ambiental tiene un efecto negativo en la productividad de las empresas y por tanto, en su competitividad, pero que después de un tiempo, cuando haya terminado su proceso de aprendizaje y ajuste la productividad puede aumentar.

Para evaluar el efecto del gasto ambiental en la productividad de la industria de minerales no metálicos se especificó un modelo dinámico siguiendo a Paul Lanoie, Patry y Lajeunesse. La variable dependiente es la productividad laboral (PT), dado que no se contaba con la productividad factorial y las variables independientes son gasto ambiental; gasto ambiental con un rezago, la inversión, el tamaño de las empresas, el capital extranjero y las exportaciones las cuales se introdujeron como una variable de control.

Esta estimación se realizó en base a la técnica de datos de panel, debido a que esta técnica entre otras ventajas mencionadas antes, nos permite considerar el factor tiempo y así considerar la parte dinámica de la hipótesis de Porter. Los resultados arrojados por la estimación confirmaron que la erogación para el control de la contaminación tiene un efecto positivo en la productividad de la industria de minerales no metálicos a largo plazo. El efecto que tiene el gasto ambiental realizado por la industria en el corto plazo es también positivo, pero como era esperado a largo plazo su efecto es mayor.

Con este resultado podemos confirmar que, contrariamente a lo planteado inicialmente por los teóricos de la economía neoclásica, el efecto del gasto ambiental sobre la productividad no tiene que ser necesariamente negativo. En este caso el resultado fue mas allá de lo esperado, ya que el efecto de corto plazo fue también positivo. Esto sugiere que las empresas han buscado soluciones técnico-ambientales que les permite reducir insumos, ser más eficientes en el uso de energía a la vez que reducen sus descargas y emisiones al ambiente. En otras palabras el contexto en donde se desarrollan las empresas es un contexto global que cada vez exige mayor eficiencia y productividad y ha coincidido en la misma dirección de un mayor cuidado ambiental necesario para cumplir con la normatividad ambiental. Nuestros resultados no permiten pensar que esto sea una condición permanente ni generalizable. Dado el rezago de la industria al inicio de este proceso, es posible pensar que las primeras acciones para cumplir con la normatividad fueran menos costosas. A futuro podría ocurrir que fuera necesario hacer modificaciones más radicales en los equipos y la tecnología para reducir una unidad adicional de contaminación. Pero nuestro análisis ha demostrado que esto no necesariamente ocurre.

CONCLUSIONES

Los objetivos de esta tesis fueron dos: el primero, fue analizar de manera amplia como ha evolucionado el gasto para el control de la contaminación en la industria de minerales no metálicos en México. El segundo, analizar el impacto del gasto en medio ambiente en el desempeño de la industria mexicana, tomando el caso de la misma industria de minerales no metálicos.

El problema de la contaminación a últimas fechas ha tenido gran presencia en las reuniones de los mandatarios de los distintos países con la finalidad de crear acuerdos entre ellos para poder tener un mayor control sobre la explotación de recursos naturales, la emisión de contaminantes, la contaminación del agua, etc. Se está tratando de tener un equilibrio entre los procesos de producción y la contaminación que éstos generan. Lo anterior se debe a que los agentes económicos en sus procesos de producción generan externalidades negativas que se pueden transferir a segmentos de población, sin existir ninguna compensación, de tal manera que las industrias no afectan sus costos de producción y por tanto, no afectan sus ganancias.

Bajo este contexto, las políticas ambientales tienen la finalidad de que los agentes económicos generadores de la contaminación y el desgaste ambiental empiecen a responsabilizarse de sus actos y que sean ellos quienes corrijan los efectos negativos que están generando a la sociedad. Por tal motivo, es necesario que las empresas destinen una mayor parte de sus recursos para el control de la contaminación. Sin embargo, esta idea trae consigo dos enfoques en debate que nos hablan de cual sería el efecto de la internalización de las externalidades negativas generadas por las empresas.

Según la teoría neoclásica, si una empresa internaliza sus externalidades negativas puede implicar que realice inversiones no productivas que sólo incrementan sus costos y disminuya su producción. Varios estudios preocupados por los posibles efectos sobre la productividad confirmaron lo anterior con datos de la década de los setenta.

Sin embargo, recientemente distintos autores como Michael Porter y Claas van der Linde han cuestionado que el impacto negativo de la regulación ambiental sea ineludible. Últimamente se habla de la posibilidad de la ecoeficiencia, que supone que la búsqueda de la eficiencia no es contradictoria con la preservación del medioambiente: se pueden producir bienes y servicios a precios competitivos que satisfagan las necesidades humanas, al mismo tiempo que reduce de manera progresiva los impactos ambientales.

Estos autores argumentan que un incremento en la severidad de las regulaciones medio ambientales puede, incluso, proveer un incentivo para que las empresas desarrollen nuevos y menos costosos caminos con el objetivo de reducir la contaminación, o potencialmente, la entrada de nuevos métodos de producción que eliminen tipos particulares de emisiones y reduzcan los costos de producción. Porter ha sugerido que si un país adopta regulaciones medio ambientales más estrictas que sus competidores, el resultado será un incremento en innovación que facilitará que un país llegue a ser un exportador neto del nuevo desarrollo de tecnologías medio ambientales.

Este trabajo se ubica en este debate, enfocado a una industria que se caracteriza por un alto índice de contaminación: la industria de minerales no metálicos, en particular cemento y vidrio. Estas industrias se han venido consolidando tanto en el ámbito nacional como internacional gracias a su gran competitividad.

Antes de realizar el análisis econométrico se analizaron las medidas más importantes para controlar la contaminación realizadas por la industria, incluyendo el gasto ambiental. Los reportes de las empresas y entrevistas a las Cámaras mostraron que gran parte de los programas de las empresas pueden considerarse ecoeficientes. De ahí que fuera posible esperar un impacto no negativo.

Con relación al primer objetivo se pudo comprobar que el mayor gasto para el control ambiental lo realizan las empresas grandes y la mayor parte de este gasto es canalizado a inversiones en activos. Esto se debe a que estas empresas tienen gran capacidad de recursos y mayor facilidad de financiamiento. En el caso de las empresas medianas y pequeñas se pudo observar que son las empresas pequeñas las que realizan un mayor gasto ambiental en comparación con las empresas medianas. Las empresas nacionales son las que también erogan una mayor parte de sus recursos para el cuidado ambiental en comparación con las empresas extranjeras, esto por un lado se podría deber a que tenemos un mayor número de empresas nacionales dentro de la industria de minerales no metálicos y por otro lado las empresas nacionales tienen una política bien estructurada sobre el cuidado ambiental y la han desarrollado al máximo.

De los recursos que las empresas nacionales erogan para el control ambiental, casi el total se va a inversiones en activos más que en investigación y desarrollo, sin embargo, la parte de los recursos que va a investigación y desarrollo no es nada despreciable. Por otro lado, del total de las empresas que participan en la industria de minerales no

metálicos, más de la mitad son empresas exportadoras, sin embargo, las empresas no exportadoras son las que realizan el mayor gasto ambiental.

Para el segundo objetivo, se especificó un modelo dinámico que da la posibilidad de que el gasto ambiental tenga un efecto retardado en la productividad. La variable dependiente es la productividad laboral (PT), dado que no se contaba con la productividad factorial y las variables independientes son el gasto ambiental, el gasto ambiental con un rezago, la inversión, el tamaño de las empresas, el capital extranjero y las exportaciones las cuales se introdujeron como una variable de control.

Uno de los resultados más sorprendentes fue el obtenido por el gasto ambiental corriente ya que éste tuvo un coeficiente significativo y positivo. Este es un resultado muy importante porque como plantea la teoría neoclásica, cuando una empresa realiza un gasto para el control de la contaminación sus costos aumentarán y su producción no tendrá un aumento, por ejemplo la empresa puede adquirir un filtro para el control de emisiones, esto llevaría a incrementar sus costos pero no su producción ya que no esta comprando maquinaria. Por otro lado, cuando la empresa adquiere una nueva técnica de producción, esta técnica puede ser menos productiva que la técnica original, o al menos la empresa necesitará un tiempo para mejorar su aprendizaje, en este tiempo su producción será menor a la anterior. Sin embargo, con el resultado obtenido podemos decir, que contrario a lo planteado por los teóricos de la teoría neoclásica, el efecto del gasto ambiental en el corto plazo no necesariamente tiene que ser negativo para la productividad, esto nos permite pensar que las empresas que componen a la industria de minerales no metálicos han realizado acciones que les permiten tener un mejor manejo de sus insumos, un mayor control de las emisiones de contaminantes y un uso más eficiente de la energía y el agua, de tal manera que pueden mantener una productividad positiva al mismo tiempo que reducen sus descargas y emisiones al medio ambiente. Por otro lado, como ya se mencionó en el capítulo III, el resultado obtenido por el gasto ambiental en el año en curso también se puede deber a que se utilizó como variable dependiente la productividad laboral y no la factorial debido a que no se contaba con esta última.

El gasto ambiental con un rezago arrojó un resultado positivo y significativo, el cual fue mayor que el obtenido por el gasto ambiental corriente, con esto puede comprobarse la hipótesis de Porter, basada en la visión dinámica de la hipótesis, la cual nos dice que la regulación medioambiental en el mediano y largo plazo puede tener una efecto positivo en la productividad de las empresas e incrementar su competitividad. Esto se debe a que una

vez que las empresas llevan a cabo la regulación medio ambiental (que implica erogar una parte del gasto hacia el medio ambiente), su productividad aumentará una vez que el proceso de innovación y ajuste se haya completado, es decir que en el mediano y largo plazo la inversión que se haya hecho en maquinaria limpia, la capacitación que se le haya dado a los trabajadores y un mejor control y uso de los insumos permitirá que los costos de producción disminuyan y las ganancias se incrementen a la vez que el impacto negativo al medio ambiente disminuya.

El coeficiente positivo de la variable tamaño era esperado, esto se debe a que las empresas entre más grandes sean, mayor capacidad y recursos tienen para erogar en el rubro de gasto ambiental y a su vez realizar acciones que incrementen su productividad. Esta situación tan favorable también se presenta en las empresas con capital extranjero.

Se estudio el comportamiento ambiental de las empresas en un enfoque sectorial de la industria de minerales no metálicos. Examinamos los determinantes del gasto ambiental y el impacto de éstos en términos de la productividad laboral de las empresas. De esta forma, se ha cumplido con los objetivos propuestos.

Como se mencionó, existen varios estudios sobre el tema de la contaminación, pero la mayoría tienen un enfoque general. Son pocos los trabajos que realizan investigaciones puntuales, es decir investigaciones enfocadas a una industria en particular. Este trabajo pretendió dejar las bases para que en un futuro cercano se siga analizando cual es el impacto que tienen los determinantes del gasto en la productividad de las empresas, como se hizo en esta investigación. De tal forma que podamos darnos cuenta de que no siempre el realizar un gasto para el control de la contaminación nos va a llevar a una disminución de la productividad, que al contrario, puede provocar que las empresas sean más competitivas y además evitar seguir lastimando al ambiente como hasta ahora lo hemos hecho.

No obstante, es necesario matizar los resultados. Debe considerarse que la variable dependiente utilizada fue la productividad laboral, en lugar de la productividad total de factores. Debe concederse que el resultado pudiera ser menos contundente si esta última hubiera sido utilizada. Pero, en cualquier forma considero que el análisis constituye una buena aproximación en la medida que el análisis de las entrevistas proveyó una rica información que fundamenta buena parte de lo estimado en forma econométrica.

BIBLIOGRAFÍA

Adam B. Jaffe y Karen Palmer, "Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study", *publicada por la Uniuersidad de Harvard*, Núm. 4, Noviembre de 1997. pp. 610-619.

Azqueta O. Diego, *Introducción a la economía ambiental*, McGrawHill. Madrid, 2002, p.p. 448.

Belausteguigoitia, Juan Carlos, " Proyecto para la aplicación de instrumentos económicos a la solución de problemas ambientales", en *Economía del medio ambiente en América Latina*, México, Alfaomega – Universidad Católica de Chile, 1999. pp. 225-258.

Bifani, Paolo, "El pensamiento económico y el sistema natural", en *Medio ambiente y desarrollo*, México, 3ª ed., Universidad de Guadalajara, 1997. pp. 25-69.75

Cabrera Armando, *El deterioro ambiental en México, una mirada a la crisis ecológica desde la perspectiva del desarrollo económico*, 1999, UNAM, FE, p.p. 131.

CANACEM, *La industria cementera en México*, México, 2002.

CANACINTRA

Charles Dufour, Paul Lanoie, Michel Patry, "Regulation and Productivity", en *Journal of Productivity Analysis*, Núm. 3, Vol. 9, Mayo de 1998, pp. 233-247.

Domínguez Villalobos,. Lilia, "Comportamiento empresarial hacia el medio ambiente: el caso de la industrial manufacturera de la zona metropolitana de la Ciudad de México", en Mercado García A. (coordinador), *Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable al ambiente en México*, México, Colegio de México/Fondo de Cultura Económica, 1999. pp. 179-231.

Domínguez V. Lilia y Domínguez V. Gustavo, *Oferta y demanda de servicios ambientales de la pequeña empresa: el caso de México*, México, CEPAL, Junio, 2002, pp. 2-63.

Gray, Wayne B y Ronald Shadbegian, "Environmental regulation and manufacturing productivity at the plant level", en *NBER Working Paper No. 4321*, Estados Unidos, 1993, pp. 1-29.

Mauricio Mayorga M. y Evelyn Muñoz S., "La técnica de datos de panel: una guía para su uso e interpretación", *elaborado en la División Económica del Banco Central de Costa Rica*, Costa Rica, Septiembre, 2000.

Martinez G. Miguel A.l y Rivera C. Agustín, *Impacto económico ambiental, por el manejo de los materiales y residuos peligrosos en México*, 1998, UNAM, FE.

Palmer Karen, Wallace E. Otaes, Paul R. Portneyl, "Tightening environmental standards: the benefit-cost or the no-cost paradigm?", en *Journal of Economic Perspectives*, Estados Unidos, Vol. 9, Núm. 4, 1995, p.p 119-132.

Paul Lanoie, Michel Patry, Richard Lajeunesse, "Environmental Regulation and Productivity: New Findings on the Porter Analysis", en *Scientific Series*, Cirano, Montréal, Septiembre, 2001, pp. 1-10.

Pearce David, *Economía Ambiental*, México, Fondo de Cultura Económica, 1985, p.p 258.

Pindyck Robert, y Rubinfeld Daniel, *Microeconomía*, España, Prentice Hall, Cuarta edición, 1995, p.p. 700.

Porter Michael, *La ventaja competitiva de las naciones*, Buenos Aires, Vergara, 1997, p.p. 1025.

Porter Michael y Calas van der Linde, "Toward a New Conception of the Environment – Competitiveness Relationship", en *Journal of Economic Perspectives*, Estados Unidos, Vol. 9, Número 4, 1995, p.p. 97-118.

_____, "Green and competitive: ending the stalemate", en *Harvard Business Review*, Estados Unidos, Vol. 73, Número 5, 1995, p.p. 120-134.

Schmidheiny, Stephan, *Cambiando al rumbo: una perspectiva global del empresariado para el desarrollo y el medio ambiente*, México, Consejo Empresarial para el Desarrollo Sustentable, Fondo de Cultura Económica, 1992, p.p. 419.

Urquidí, Víctor, "Economía ambiental una aproximación" en *Comercio Exterior*, México, Bancomext, diciembre, Vol. 48, Núm. 12, 1998, pp. 951-955.

_____, "El problema de los desechos industriales en México" en *Comercio Exterior*, México, Bancomext, marzo, Vol. 52, Núm. 3, 2002, pp. 216-220.

_____, "Limitantes y progresos en el comportamiento ambiental de las empresas mexicanas" en *Comercio Exterior*, México, Bancomext, febrero, Vol. 52, Núm. 2, 2002, pp. 106-109.

_____, "Instrumentos económicos para un comportamiento empresarial favorable en México, FCE, México, 1999, pp. 107-237.

Mercado, Alfonso, "Trayectorias de conducta ambiental de las empresas mexicanas", en *Comercio Exterior*, México, febrero, Vol. 52, Núm. 2, 2002, pp. 110-118.

Varian, *Microeconomía Intermedia: Un enfoque moderno*, Barcelona, Barcelona, Antoni Bosh Editor, 1997, pp. 569.

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, *Política ambiental y ecoeficiencia en la industria: nuevos desafíos en México*, México, Céspedes, 2000, p.p. 175.

HEMEROGRAFÍA

CANACEM, *Estadísticas de la industria del cemento*, México, 2002.

_____, *La industria del cemento y el medio ambiente*, México, 2002.

INEGI. Encuesta Industrial Anual, 1990-1999.