



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMIA

FACULTAD DE ECONOMIA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Impacto económico de la prohibición de productos desechables de unicef a nivel nacional

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

Maestro en Economía

PRESENTA:

Falcon Venegas Pedro Ulises

TUTOR:

Dr. Fidel Aroche Reyes

Facultad de Economía, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:

Dra. Trápaga Delfín Yolanda
Facultad de Economía, UNAM

Dra. Peña López Ana Alicia
Facultad de Economía, UNAM

Dr. Martínez Rivera Sergio Efrén
Facultad de Economía, UNAM

Dr. Bonilla Vargas David
Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM

Ciudad Universitaria, Cd. Mx. Enero 2020.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A mi Padre
A mi Hermano

Agradecimientos

A mi tutor, el Dr. Fidel Aroche Reyes, por su paciencia y apoyo durante la elaboración del presente trabajo.

A los integrantes del jurado, Dra. Yolanda Trápaga Delfín, Dra. Ana Alicia Peña López, Dr. Sergio Martínez Rivera Sergio y Dr. David Bonilla Vargas, por su tiempo, comentarios y disposición otorgada.

A la UNAM y la Facultad de Economía, por permitirme formar parte de tan nobles instituciones.

A CONACyT, por la beca otorgado a lo largo de mi estancia en la maestría.

A mi familia, en especial a mi madre y hermana a quienes agradezco infinitamente por todo su amor incondicional en las diferentes etapas de mi vida.

A mis amigos por su apoyo, gracias.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1. Marco teórico	3
1.1 Antecedentes	3
1.1.1 El medio ambiente y la actividad económica	3
1.1.2 Economía Ecológica	4
1.1.3 Economía Ambiental	5
1.1.4 Economía Verde	6
1.2 Los instrumentos de la Economía Ambiental	6
1.3 La prohibición como instrumento	7
1.4 La contaminación	8
1.5 Los desechos sólidos	8
1.6 Acerca del poliestireno Expandido	12
1.6.1 Poliestireno expandido ¿Qué es?	12
1.6.2 Historia. Un breve repaso.....	12
1.4.3 Fabricación	13
1.6.3 Propiedades.....	14
1.6.4 Usos del Poliestireno Expandido	14
1.6.5 Ciclo de vida	15
1.6.6 El poliestireno expandido a nivel internacional.....	16
1.6.7 ¿Por qué es un problema el unigel?	18
1.6.8 El reciclaje	19
Capítulo 2. La industria del unigel en México.....	20
2.1 Importancia de la industria del plástico	20
2.2 La industria del unigel a nivel nacional	22
2.2.1 La producción	23
2.2.2 El empleo.....	25
2.2.3 El consumo	28
2.3 El reciclaje del Poliestireno Expandido en México.....	29
2.4 El problema de los residuos del unigel a nivel nacional.....	31
Capítulo 3. La prohibición de los productos de unigel de un solo uso.....	34
3.1 La inviabilidad de restringir todo el poliestireno expandido	34

3.2 Justificaciones para la prohibición de los productos de un solo uso hechos de unisel.....	35
3.2.1 Impactos en el medio ambiente	36
3.2.2 Impactos a la economía.....	40
3.2.3 Impactos a la salud	42
3.2.4 El problema de la industria del reciclaje	44
3.3 El marco jurídico de la prohibición	45
3.4 El alcance de la prohibición	46
3.5 Poliestireno Expandido y otros usos menos contaminantes.	48
3.6 La dificultad de la transición.....	49
3.7 Las alternativas.....	51
Capítulo 4. Estimación de los costos económicos resultantes de la prohibición	55
4.1 Justificación del uso del modelo de Matriz Insumo-Producto	55
4.2 Material y métodos	55
4.3 Modelo.....	56
4.3.1 Acerca de la Matriz Insumo Producto (MIP).....	56
4.3.2 Análisis de la Matriz Insumo Producto (transacciones intersectoriales).....	57
4.3.3 Acotaciones sobre la matriz de insumo elaborada	63
4.3.4 Los coeficientes técnicos	64
4.3.5 Matriz de Leontief	65
4.3.6 Multiplicador del producto.....	69
4.3.7 Encadenamientos	70
4.3.8 Análisis de los encadenamientos.....	71
4.3.9 Estimación de una alternativa al unisel y sus impactos.....	77
Capítulo 5. Conclusiones	79
Bibliografía	82
Anexo Estadístico	84

Introducción

Planteamiento del problema

Actualmente, en nuestro país el uso de productos derivados del petróleo se ha masificado a tal grado que esto ya es un problema muy importante por las consecuencias de una gestión poco eficiente de los desechos resultantes del consumo de dichas mercancías. El inconveniente del poliestireno expandido como materia prima de productos de un solo uso o también llamados desechables, es el poco tiempo que transcurre entre su fabricación y su consumo, es decir, su ciclo de vida útil es muy reducido, lo cual contribuye a un proceso de acumulación sumamente acelerado, generando severas afectaciones al entorno al ver superada su capacidad de carga.

Para hacer frente a los problemas de tipo ambiental (aunque como se verá más adelante, en realidad se trata de asuntos multidisciplinarios), el Estado, en su papel de agente regulador ha empezado a tomar medidas con el fin de eliminar o por lo menos mitigar aquellas conductas nocivas para los ecosistemas.

La cuestión principal que se pretende abordar en este trabajo es la de estimar el impacto económico que representaría la prohibición tanto de la producción como del consumo a nivel nacional de los productos denominados desechables o también conocidos como de un solo uso hechos de poliestireno expandido o comúnmente llamado unigel.

Formulación del problema:

¿Cuál sería el impacto en la economía mexicana, una vez implementada la prohibición de los envases desechables de unigel a nivel nacional?

Antecedentes:

La Industria manufacturera del poliestireno expandido, al igual que el resto de la industria del plástico en general, ha experimentado una etapa de expansión muy importante, especialmente durante los últimos veinte años. Si bien es cierto que, la industria del plástico ha sido una de las más importantes tanto a nivel mundial como nacional, incluso desde los últimos años del siglo XX, dado su inexorable ritmo de crecimiento, actualmente resulta casi imposible concebir un mundo sin plástico. Sin embargo, esta inercia ha provocado problemas ambientales, los cuales suelen agravarse aún más en países subdesarrollados.

Tal y como ocurre en México, inmerso en una estructura económica centro-periferia, las afectaciones en el medio ambiente son mayores en comparación con países desarrollados, debido a los bajos costos por contaminar, un marco legal más laxo en cuestiones de protección al entorno, entre otros factores. Los residuos sólidos urbanos (RSU), especialmente aquellos derivados del petróleo empezaron a cobrar relevancia toda vez que se popularizaron las afectaciones que estos generaban tanto al medio ambiente como en la salud pública. El caso de poliestireno expandido ha sido uno de los más referidos en los últimos años, razón por la cual, autoridades a nivel mundial

empezaron a promulgar leyes prohibiendo su fabricación y consumo dentro de sus territorios. México no es la excepción, y recientemente los congresos estatales han implementado la prohibición de estos productos plásticos.

Se limitará al estudio del sector dedicado a la producción de envases denominados de un solo uso destinados a los alimentos y bebidas hechos de poliestireno expandido, lo anterior responde a que, si bien está claro que el uso de este material en cualquier otro producto no lo exime de sus propiedades altamente contaminantes, estas se ven atenuadas por el ciclo de vida propio del producto, lo cual retarda la acumulación de residuos.

El objetivo principal de este documento es el realizar una estimación económica del impacto como consecuencia de la prohibición a nivel nacional de los productos de un solo uso elaborados a partir de la materia prima llamada poliestireno expandido. Para lo cual se utilizará el Modelo Insumo Producto (MIP), con el propósito de presentar la importancia de esta industria con respecto al resto de la economía, establecer los sectores con mayor grado de interacción, tanto del lado de la oferta como de la demanda, así como presentar un estimado del valor monetario de dicha industria.

La hipótesis de este trabajo es que existen las condiciones necesarias, (infraestructura, industrias alternas, canales de comercialización, etc.) en la economía mexicana para poder mitigar los costos generados una vez se ponga en marcha la prohibición que abarque tanto la producción y comercialización de los envases desechables de unisel. El impacto a la economía nacional como resultado de dicha prohibición se vería aminorado con la implementación de nuevos materiales capaces de sustituir a los productos de un solo uso hechos de poliestireno expandido, los cuales poseen prácticamente las mismas propiedades: ligereza, resistencia, bajo costo de producción y un precio asequible.

Capítulo 1. Marco teórico

"El crecimiento económico (en un sentido más abstracto) o la acumulación de capital (de forma más concreta) ... no pueden existir sin resquebrajar el sistema Tierra"

John Bellamy Foste

1.1 Antecedentes

1.1.1 El medio ambiente y la actividad económica

El ser humano siempre ha dependido de los recursos que la naturaleza le proporciona, hasta no hace mucho tiempo, la alimentación, la vestimenta y el refugio, como las necesidades más básicas de nuestra especie eran cubiertas sin que esto representara un impacto significativo para el medio ambiente. Si bien es cierto que, a lo largo de la Historia, se presentaron acontecimientos que podrían considerarse "catástrofes ambientales", tales como la extinción de ciertas especies, o la destrucción de un hábitat, estos ocurrieron de manera aislada, como consecuencia de acciones concretas y cuyas repercusiones no tuvieron un alcance global.

Martínez Alier (2000) dice que *"la economía sería sustentable, sino degradase el medio natural en sus diversas funciones"*, enunciado que manifiesta la imposibilidad de que la actividad humana tenga un impacto neutral en el entorno. Lo anterior prácticamente es un consenso, toda actividad humana, en cualquier momento de la historia, y sin importar el sistema económico implementado ha repercutido en los ecosistemas ocupados. En la Edad de hielo, la caza extinguió a varias especies, principalmente de mamíferos de gran tamaño, la explotación de minas en México y Sudamérica durante el periodo colonial convirtió regiones otrora abundantes en flora y fauna en desiertos, siendo estos solo algunos de los múltiples ejemplos a lo largo de la historia de la humanidad.

No fue sino hasta finales del siglo XVIII, con la implementación de nuevas y mejores máquinas, así como el uso intensificado de fuentes de energía tales como el vapor, que las afectaciones al medio ambiente pasaron a ser significativas. "Los procesos de deterioro, detrimento y devastación de la tierra, tiene su origen en las nuevas formas de concepción de los procesos productivos que se establecieron a partir de la Revolución Industrial, con lo que los procesos contaminantes se desarrollaron y multiplicaron a la par de los procesos de crecimiento" (Enciso, 1995).

Si bien es cierto que la cuestión de la degradación ambiental ha estado presente desde la aparición misma del ser humano en el planeta, actualmente, lo preocupante es la intensidad de dicha degradación, es decir, al ritmo tan acelerado en que son afectados los ecosistemas, según un informe del Banco Mundial¹, entre el 60 % y el 70 % de los ecosistemas del mundo se está degradando más rápido de lo que puede recuperarse.

¹ <https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/overview>

Ante este panorama, la Economía se ha visto obligada a replantearse su interpretación del devenir actual. De este proceso es que surgen la Economía Ecológica, la Economía Ambiental y la Economía Verde, las cuales se expondrán de manera breve a continuación.

1.1.2 Economía Ecológica

La Economía Ecológica (EE) emerge como una propuesta analítica orientada a incorporar la dimensión de los conflictos ecológicos distributivos y otros lenguajes de valoración de la naturaleza (Fuente Carrasco, (2008)). Es un campo que pretende compaginar múltiples disciplinas con el propósito de analizar la interacción de los procesos económicos con los ecológicos.

La principal característica de la Economía Ecológica es su carácter transdisciplinario, el cual deriva de la necesidad de estudiar la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico, lo cual implica la participación tanto de economistas, como científicos de otras disciplinas. De manera que, según (Foladori, 2004), la EE, a diferencia de la teoría económica neoclásica-keynesiana, o su expresión en lo que se conoce como economía ambiental, que parte de su propio instrumental económico para analizar los problemas ambientales de origen antrópico, la teoría económica-ecológica pretende “abrirse” para incorporar otras disciplinas, lo que correspondería más fielmente con el carácter multidisciplinario que la problemática ambiental exige.

Debido a este mismo carácter transdisciplinario propio de la Economía Ecológica, es que existen múltiples interpretaciones, las cuales tienen que ver en esencia con el nivel de posicionamiento de la actividad humana y su impacto en el medio ambiente. Dichas versiones son tres: conservadora, crítica y radical.

Versión conservadora

La más laxa de las tres versiones, la cual parte del reconocimiento de la economía como subsistema abierto dentro de un sistema más grande, pero limitado: la naturaleza. Sin embargo, desconoce una relación entre el poder, la racionalidad económica capitalista y la insustentabilidad. La versión conservadora se rehúsa a incorporar el tema del conflicto social, la cual a su vez se divide en dos tipos: la primera, la cual posee un fuerte componente economicista antropocéntrico, mientras que la segunda se decanta por ser ecocéntrica². Desde la primera máscara se plantea la compatibilidad entre el crecimiento económico y el ambiente sin la necesidad de cambiar el modelo de organización productivo dominante (el capitalista). Para ello promueve la implementación de los instrumentos de mercado, con lo que muestra su alta afinidad e influencia dada por la economía neoclásica

Versión crítica

La versión crítica centra su interés en la interacción, presuntamente incompatible de la racionalidad económica y la sustentabilidad. Según la postura de esta versión, la implementación de los instrumentos de mercado por sí solo no promueve una solución a la crisis ambiental. Se enriquece con las aportaciones de la ecología política, incorporando dos conceptos fundamentales y críticos al papel de la racionalidad económica capitalista: la inconmensurabilidad monetaria como

² Término utilizado en la filosofía política ecológica para denotar un sistema de valores centrado en la naturaleza, a diferencia del centrado en el ser humano

lenguaje prioritario en la valoración de la naturaleza y el concepto de conflictos ecológicos distributivos.

En lo referente a los conflictos ecológicos, la visión crítica los aborda básicamente desde una perspectiva geográfica - política, es decir, los acota al nivel de países: norte-sur, países desarrollados y países en vías de desarrollo. Sus promotores han contribuido con una abundante literatura sobre los múltiples problemas socioambientales, enfocada bajo la categoría de "deuda ecológica" ocasionada por la explotación de recursos naturales a lo largo de la historia, por parte de los países pertenecientes al centro con respecto a los que conforman la periferia (Richardson, 1986).

En lo que respecta al termino sustentabilidad, para la visión crítica prácticamente no existe posibilidad de remplazar la mayoría de los recursos naturales no-renovables o la pérdida de biodiversidad como consecuencia, se requieren de medidas no mercantiles para conservar la calidad de los recursos renovables y de esta forma restringir el uso de aquellos no-renovables con el fin de acercarse a una sustentabilidad fuerte.

Versión Radical

La visión más extremista de las tres que componen la Economía Ecológica plantea la necesidad de realizar una ruptura con el discurso de la racionalidad económica neoclásica. La hipótesis central asegura que la crisis ambiental es resultado de una crisis del "proyecto civilizatorio occidental" y de su racionalidad económica (Barkin, Fuente, 2012). La visión radical Identifica el impacto de la fuerte relación que existe entre los lenguajes de valoración y los conflictos económicos distributivos en el ejercicio de los derechos de propiedad. En esta perspectiva la proliferación de esfuerzos para implementar estrategias fuera de la acumulación capitalista no sólo repercute en un enfrentamiento para combatir los procesos de la exclusión social, sino también contribuye al diseño de políticas de apropiación social de la naturaleza con una mayor responsabilidad ambiental y social. Por ello, considera la importancia de trascender, de transformar la racionalidad económica capitalista, ya que asevera que es el responsable de la crisis de civilización, elemento no tratado de manera frontal en las otras dos versiones de EE.

1.1.3 Economía Ambiental

La Economía Ambiental trata de la forma como la economía neoclásica pasó a incorporar el medio ambiente en su objeto de análisis. Describe nuevos paradigmas de sostenibilidad y bienestar para la población humana dentro de un marco de recursos naturales viables para las generaciones futuras. Aplica las categorías y principios económicos al estudio del medio ambiente y a las decisiones que toman los agentes económicos en el uso y manejo de los recursos naturales.

La Economía Ambiental tiene como característica el hecho de que realiza un análisis del medio ambiente en términos económicos y cuantitativos, es decir, en función de precios, costes y beneficios monetarios. La asignación de un valor de mercado a bienes y servicios ambientales permite que esta variable se considere y reciba el mismo tratamiento que los demás aspectos económicos en la toma de decisiones, e incentiva el uso racional de los recursos naturales.

Entre los temas fundamentales de los que se ha ocupado la Economía Ambiental se destacan:

- La problemática de las externalidades.
- La valoración económica de los bienes y servicios ambientales.
- La valoración económica de los impactos negativos en el entorno.
- La asignación de los recursos naturales entre las distintas generaciones.

La valoración ambiental puede definirse como un conjunto de técnicas y métodos que permiten medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas de las siguientes acciones:

1. Uso de un activo ambiental.
2. Realización de una mejora ambiental.
3. Generación de un daño ambiental.

1.1.4 Economía Verde

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define como Economía Verde aquella que resulta del "mejoramiento del bienestar humano e igualdad social, mientras que se reduce significativamente los riesgos medioambientales y los escasos ecológica". Es así como una Economía Verde comprende dentro de sí los aspectos económicos, sociopolíticos y medioambientales del desarrollo. En conclusión: es aquella que produce bajas emisiones de carbono, usa los recursos eficientemente y es socialmente incluyente.

Puede ser vista de dos maneras; ya sea una economía que respeta principios verdes, preocupada por imparcialidad y justicia, o como una economía que con cada vez mayor frecuencia hace inversiones en tecnologías ambientales como la energía verde y en capital natural, por ejemplo, suelo productivo, bosques, recursos hídricos. De una forma u otra, las preferencias del consumidor por artículos y servicios favorables al medio ambiente, socialmente responsables, ayudarán a impulsar las decisiones con respecto a la inversión.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizará el enfoque de la Economía Ambiental, debido a que el uso de precios, costes, beneficios monetarios, etc., que utiliza en el análisis económico se adecua a la forma en que se abordará el problema de los desechos de los envases para alimentos hechos de poliestireno expandido, el impacto económico de su prohibición en México, así como la presentación de posibles sustitutos.

1.2 Los instrumentos de la Economía Ambiental

La Economía Ambiental considera los problemas relacionados con el medio ambiente, sin importar la dimensión de estos, ya sean locales, regionales o globales, como externalidades negativas propios de la actividad económica, además de considerarlos, en la mayoría de los casos como excepcionales (Perman, 2003). En cuanto a los problemas ambientales, existe un gran número de ellos, los cuales se clasifican conforme a:

- Su origen: naturales, humanos, rurales y urbanos
- Su escala geográfica: locales, regionales, nacionales y globales.
- Su escala temporal: corta duración, larga duración y permanentes.

Del amplio conjunto de problemas ambientales, el de la contaminación del suelo y agua como consecuencia de los desechos sólidos, es uno de los que más relevancia tiene actualmente, debido a una tendencia creciente en el consumo, donde los productos de plástico ocupan un gran porcentaje, (según el Banco Mundial³, aproximadamente el 62% de los residuos sólidos urbanos a nivel mundial generados en 2015 eran plásticos). Con el propósito de eliminar o en su caso mitigar dichas afectaciones, la economía ambiental se vale de la regulación. La regulación contempla una serie de instrumentos estatutarios para controlar o influir en la calidad del medio ambiente (Gilpin, 2003), los cuales comprenden sanciones administrativas, así como controles directos. En lo que respecta a los instrumentos económicos, estos tienen la finalidad de influir en la demanda o en la oferta de los bienes ambientales, y que se clasifican en tres tipos: instrumentos fiscales, financieros y los denominados de mercado y derecho administrativo (Aroche y Escalante, 2003). Los fiscales tienen como objetivo incentivar ciertas conductas benéficas para el medio ambiente a través de regímenes tributarios especiales. Los instrumentos financieros crean y operan programas de inversión para recuperar recursos naturales. Por último, los instrumentos de mercado y derecho administrativo, cuya finalidad es la creación o complementación de mercados ambientales.

Especial atención merecen los instrumentos de mercado y derecho administrativo, ya que estos contemplan la prohibición de productos o servicios como un mecanismo de protección ambiental.

1.3 La prohibición como instrumento

La prohibición, a diferencia de otros instrumentos de los que se vale la Economía Ambiental, no trata de regular el nivel de explotación de un recurso natural o la emisión de ciertos contaminantes mediante la imposición de multas, la prohibición elimina por completo la producción y/o el consumo de ciertos productos o servicios bajo el supuesto de que estos repercuten de manera nociva en el medio ambiente o la salud pública. A consecuencia de su radicalidad, la prohibición, como instrumento ambiental genera una gran controversia, ya que se contrapone a varios aspectos innatos del libre mercado: autorregulación, mínima intervención del Estado, etc. Resulta cuestionable la eficacia de una medida como la prohibición, si bien es cierto que, a diferencia de otros instrumentos como los impuestos y los incentivos, los cuales tiene como objetivo moldear la conducta de los productores o los consumidores (Perman, 2003), la prohibición más que incentivar un cambio en la conducta de los agentes económicos, elimina un mercado, y con ello las externalidades negativas que este genera. Sin embargo, la realidad, como casi siempre ocurre resulta mucho más compleja, y la implementación de este instrumento genera a su vez múltiples afectaciones en diferentes niveles: micro o macroeconómicos, así como en el tiempo; mediano y corto plazo.

Como instrumento destinado a proteger el medio ambiente, la prohibición se remonta al año 1952, en Inglaterra, cuando a principios de diciembre, una intensa ola de frío cubrió la ciudad de Londres, provocando que sus habitantes comenzaran a quemar más carbón de lo habitual. La suma de todos estos elementos generó una densa capa de aire frío en forma de niebla, la llamada *Niebla asesina*. Como consecuencia de este fenómeno alrededor de 12,000 personas murieron⁴. Ante la presión pública el gobierno británico decidió prohibir el carbón como combustible para la calefacción. Si

³ What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050».

⁴ 50 Years On - The struggle for air quality in London since the great smog of December 1952 (page 7)

bien es cierto que la implementación de esta ley, (llamada *Clean Air Act*), se originó como respuesta a un problema de salud pública, esta sentó las bases de la prohibición como una herramienta a disposición del Estado con el propósito de conservar el medio ambiente.

1.4 La contaminación

La economía ambiental busca las soluciones a los problemas de tipo económicos con la incompatibilidad por el uso de los recursos, proponiendo una serie de metodologías para la estimación de modelos económicos en los daños ambientales ocasionados por la contaminación.

Como se mencionó anteriormente, las repercusiones en el medio ambiente como resultado de la actividad humana han estado presente a lo largo de la historia, el problema de la contaminación existe desde la aparición del ser humano, sin embargo, es en la época contemporánea, en concreto la Revolución Industrial el punto de inflexión, según el consenso multidisciplinario. Partiendo de que toda actividad humana genera externalidades, resulta pertinente cuestionarse entonces en que radica el problema de la contaminación. La respuesta se puede encontrar en la definición de contaminación:

Se entiende por contaminación la presencia en el aire, agua o suelo de sustancias o formas de energía no deseables en concentraciones tales que puedan afectar al confort, salud y bienestar de las personas, y al uso y disfrute de lo que ha sido contaminado. (Encinas Malagón, 2011)

Por lo tanto, cualquier sustancia se puede volver un agente contaminante en función del grado de concentración en el espacio donde se encuentre, entre dichas sustancias se encuentran los desechos sólidos.

1.5 Los desechos sólidos

Los desechos sólidos comprenden a todos los residuos producidos por el ser humano en su cotidianidad y los cuales se caracterizan por presentar un estado sólido, característica que los hace diferentes a desechos de otros tipos como los líquidos y gaseosos. Dada la amplia variedad de desechos que actualmente se generan, es que se ha planteado la necesidad de clasificarlos según sus características y los requerimientos para su manejo.

En la actualidad, existe diferentes tipos de clasificaciones, lo cual obedece en la mayoría de las ocasiones la normatividad que existe en un país o bloque económico, incluso los organismos supranacionales no tienen homologado la categorización de los desechos sólidos. La implementación de una u otra está en función de los objetivos específicos de los agentes participantes en el estudio y manejo de los desechos sólidos.

Para este trabajo se utilizará la clasificación de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), debido a que es una de las más completas al categorizar conforme a su fermentabilidad en desechos orgánicos e inorgánicos, según su inflamabilidad en combustibles y no combustibles, según su procedencia en domésticos, institucionales, industriales, etc., y según su volumen en convencionales y especiales. (ver tabla 1).

Tabla1. Clasificación de los desechos sólidos según la Organización Panamericana de la Salud OPS.

Clasificación de los desechos solidos		
Tipos	Clases	Ejemplos
Doméstico y Comercial	Orgánicos	Residuos de comida, papel de todo tipo, cartón, textiles, cuero, madera y desechos de jardín.
	Inorgánico	Vidrio, cerámica, latas de aluminio, metales ferrosos.
	Especiales	Aceites y pilas.
Institucionales	Igual que los domésticos y comerciales	Aquellos que se generan en instituciones gubernamentales, escuelas, hospitales y cárceles.
Construcción y demolición	Construcción	Ladrillos, hormigón, piedras, suciedad, maderas, grava, piezas de fontanería, calefacción y electricidad.
	Demolición	Similar a los desechos de construcción, pero pueden incluir vidrios rotos, plásticos y acero de reforzamiento.
Servicios municipales	Difusos	Limpieza de calles, playas, cuencas parques, y otras zonas de recreo, paisajismo. Vehículos abandonados.
Plantas	Plantas de tratamiento	Fangos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
	Plantas de incineración	Cenizas, vidrio, cerámica, metales, madera.
Industriales		Desechos de fábricas, desechos especiales y peligrosos.
Agrícolas y pecuarios		Desechos de cultivos generados por la generado por ganadería de leche.

Fuente: Encinas Malagón, M. (2011). Medio Ambiente y contaminación. Archivo Digital de Docencia e Investigación.

El problema del manejo de los desechos sólidos ha sido un tema que viene estudiándose desde hace mucho tiempo, pero que en las últimas décadas ha ganado relevancia debido a la aparición de productos cuyas características acentúan los impactos ambientales. Dichos productos son los comúnmente llamados *no biodegradables*, y los cuales han visto masificado su uso de forma exponencial.

Si bien la situación actual es complicada, de continuar con las altas tasas de crecimiento en la producción y consumo de años recientes, la cantidad de desechos vertidos a los ecosistemas sobrepasara los niveles de absorción que estos poseen, de tal manera que los daños causados serán irreversibles e incuantificables.

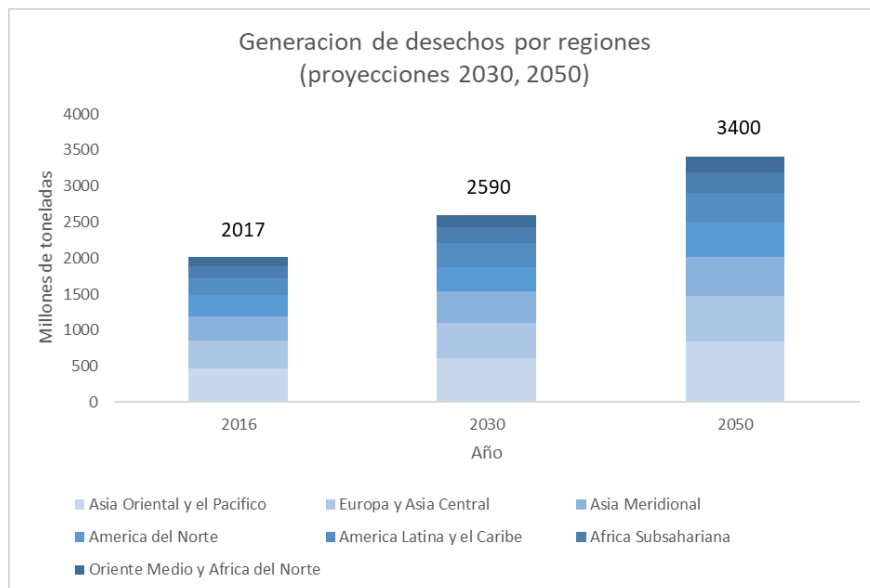
En el informe titulado "*Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050*"⁵, elaborado por el Banco Mundial en el año 2018, se enfatiza que de no adoptarse medidas urgentes, para el año 2050 los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % con respecto a los niveles actuales. Este mismo documento pronostica que en el transcurso de los siguientes años, la generación de desechos a nivel mundial aumentará de 2010 millones de toneladas registradas en 2016 a 3400 millones en 2050, como resultado del acelerado proceso de urbanización y el

⁵ Titulo original: What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050

<https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>

crecimiento de las poblaciones, principalmente en tres regiones: América latina, el Sureste Asiático y África Central. (Ver Gráfica 1).

Grafica1. Proyecciones en la generación de desechos sólidos por regiones. Años 2006, 2030 y 2050.



Fuente: Elaboración propia con datos del informe “Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050” Banco Mundial, 2018.

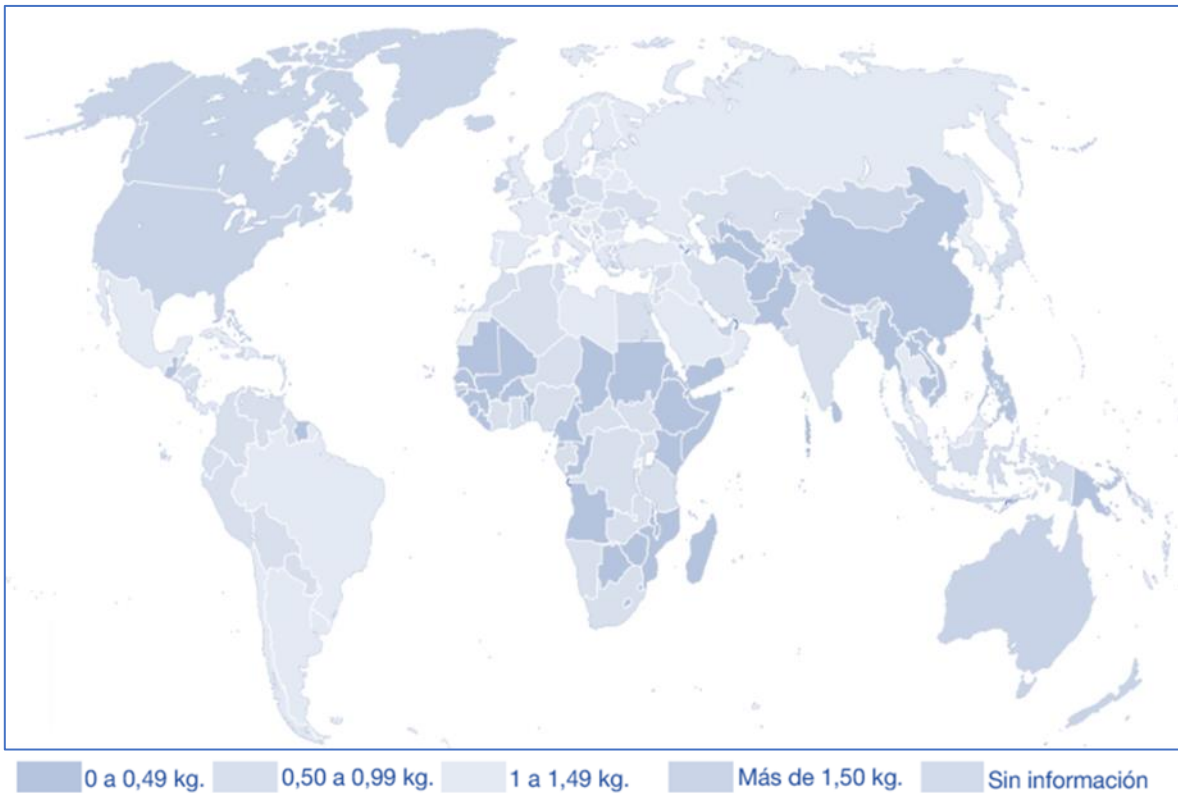
Un aspecto muy importante para considerar, al que hace alusión el informe del Banco Mundial, es la correlación que existe entre el ingreso y la generación de desechos. Como se puede observar en la Gráfica 1, la región con mayor participación en la generación de desechos a nivel mundial (considerando cifras reales de 2016), fue la de Asia Oriental y Pacífico, con 468 millones de toneladas, mientras que la región de América del Norte participo con 298 millones. Si bien la diferencia entre una región y otra es importante, (más de 170 millones de toneladas), es de resaltar la disparidad en la población y por ende en la generación de desechos por persona.

La generación de desechos por habitante (2016)

Asia Oriental y Pacífico	América del Norte
468 millones de ton.	289 millones de ton.
2,110 millones de habitantes	424 millones de habitantes
= 221.72 Kg.	= 681.60 Kg.

Si bien este simple calculo aritmético deja de lado varios aspectos importantes, entre ellos la heterogeneidad de cada una de las regiones, sirve para mostrar el nivel de disparidad en cuanto a la generación per cápita de desperdicios, esto en función a los patrones de consumo y al nivel de ingreso. (ver Imagen 1).

Imagen 1. Cantidad de desechos generada por habitante. (Kilogramos/per cápita/al día)



Fuente: Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050" 2018, Banco Mundial.

Según datos del informe del Banco Mundial *Los desechos 2.0*, si bien los países de ingresos altos únicamente representan el 16 % del total de la población mundial, estos generan más de un tercio (34 %) de los desechos del mundo. Este mismo informe menciona que la región de Asia oriental y el Pacífico representa el 28.5% del total de habitantes del planeta, genera casi un cuarto (23 %) del total de desperdicios que cada año se acumulan en tiraderos o rellenos sanitarios.

En lo que respecta a este trabajo, es de especial interés lo que ocurre con el grupo que comprende los desechos plásticos, los cuales son especialmente problemáticos, ya que no solo conllevan afectaciones tanto al medio ambiente como a la salud de la población, sino que también representan costos económicos.

En cuanto a las implicaciones económicas, estas son diferentes dependiendo del país de que se trate. En las naciones de menores ingresos los costos se acentúan conforme aumenta la generación de desechos plásticos, que, según el informe del Banco Mundial, para el año 2016, alcanzo los 242 millones de toneladas, las cuales representan el 12% del total de los desechos sólidos.

En el caso de los países desarrollados, estos cuentan con mejores instrumentos tanto para el manejo de los desechos como para reducir su generación y promover el aprovechamiento de estos en la medida de lo posible. Son numerosas las naciones desarrolladas que están empezando a incorporar formas inteligentes y sostenibles de gestionar los desechos, con la finalidad de promover el crecimiento económico eficiente y minimizar el impacto ambiental. Esto ha dado como resultado

que en los países de ingreso alto se recupera más de un tercio de los desechos por medio del reciclado y la compostificación. Dos ejemplos sobresalientes son Japón y Suecia, donde el 90% de los desechos sólidos urbanos que generan estos países cada año son reciclados o utilizados en la incineración para la generación de energía eléctrica, según el informe anual del 2017 de la Sección de Estadísticas Ambientales División de Estadísticas de las Naciones Unidas (UNSD). Por el contrario, en los países de ingreso bajo solo se recicla en promedio un 4% de los desechos que se generan en las zonas urbanas, (Banco Mundial, 2018).

1.6 Acerca del poliestireno Expandido

1.6.1 Poliestireno expandido ¿Qué es?

El poliestireno expandido, popularmente conocido en México como *Unicel* es un material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlas pre expandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros⁶, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. Su presentación más común es la de un material plástico celular obtenido a partir del poliestireno expandible. La base de dicho material es el estireno, el cual es un líquido cuyas moléculas se polimerizan⁷, junto con agua y un agente de expansión, lo cual da como resultado perlas de poliestireno. Posteriormente, dichas perlas son expuestas a altas temperaturas con lo cual se expanden hasta un volumen muy superior al original, con lo cual se obtiene el material pre expandido. Por último, nuevamente se requiere inyectar calor al material con el propósito de inflar y soldar las perlas entre sí, dando como resultado las espumas rígidas o bloques (producto semiterminado), o bien piezas de diferentes formas y tamaños (producto final listo para su comercialización). A nivel internacional los productos elaborados a partir del poliestireno expandido suelen identificarse con la abreviatura EPS, derivada del término en inglés *Expanded PolyStyrene*.

1.6.2 Historia. Un breve repaso

1.6.2.1 Orígenes

La historia del unicel se remonta a la primera parte del siglo XIX, en Alemania. Convencionalmente se le atribuye el descubrimiento del poliestireno al alemán Eduard Simon, quien en 1839 fue capaz de sintetizar esta sustancia en su laboratorio, aunque nunca pudo darle un uso práctico. Los trabajos de Simon facilitaron las investigaciones en torno a la obtención de diferentes tipos de poliestireno: cristal, impacto, sindiotactico, etc. Sin embargo, fue hasta 1920 cuando otro alemán, el químico orgánico Hermann Staudinger encontró un compuesto de largas cadenas de moléculas de estireno: un polímero plástico.

Solo dos años después, Staudinger publicó sus teorías sobre los polímeros, afirmando que los cauchos naturales estaban formados por largas cadenas repetitivas de monómeros que daban al caucho su elasticidad. En trabajos posteriores descubrió que los materiales fabricados por el

⁶ Un copolímero se compone de dos o más subunidades monoméricas diferentes enlazadas para crear una cadena de polímero. Un copolímero es en realidad un tipo de polímero. Un polímero es una molécula grande que se forma a partir de la unión de muchas subunidades de repetición llamadas monómeros. Lo que hace que los copolímeros sean distintos es que estas subunidades que se repiten son diferentes entre sí.

⁷ Reacción química en la que dos o más moléculas pequeñas se combinan para formar otra molécula lineal grande.

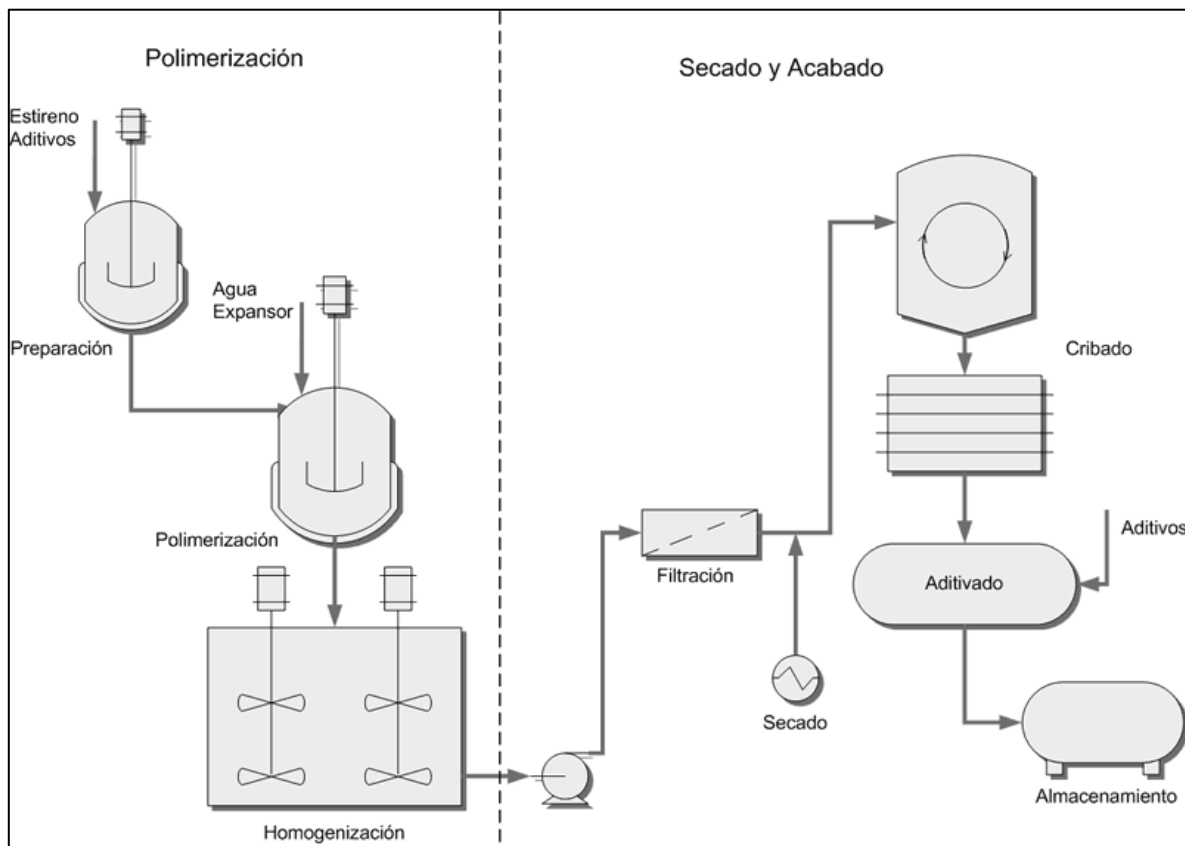
tratamiento térmico del estireno eran similares al caucho. Se trataba de los polímeros de alto peso molecular, incluido el poliestireno. En 1953, Hermann Staudinger ganó el Premio Nobel de Química por su investigación.

1.4.3 Fabricación

Se obtiene por polimerización del estireno con introducción de un agente de expansión: el pentano. Este polímero se presenta en forma de perlas esféricas de diámetros entre 0.3 y 2.0 mm. El poliestireno expandido se obtiene a partir del poliestireno después de tres etapas de fabricación:

- La pre expansión: el poliestireno expandible se introduce en una tolva de acero inoxidable, dentro de la cual se inyecta vapor de agua que dilata el pentano y expande las perlas (hasta 50 veces su volumen inicial).
- La maduración de las perlas pre expandidas: una vez pre expandidas, las perlas se almacenan en silos durante varias horas para permitir su estabilización física.
- El moldeo: las perlas expandidas se introducen en un molde cerrado, sometido a una inyección de vapor de agua. De este modo las perlas se vuelven a expandir, ocupando todo el espacio del molde, soldándose entre ellas para formar un bloque o un producto moldeado. (Ver Imagen 2).

Imagen 2. Esquema del proceso de fabricación del Poliestireno Expandido (EPS).



Fuente: Textos Científicos.

<https://www.textoscientificos.com/polimeros/polietireno/produccion>

1.6.3 Propiedades

El Poliestireno expandido posee múltiples características que resultan especialmente útiles, destacando principalmente tres:

- Aislante térmico-sonoro
- Baja densidad
- Higiénico

El poliestireno expandido es un excelente un aislante térmico y sonoro. Esta característica le ha permitido posicionarse como un producto muy solicitado en ramos tan dispares como la construcción y el envasado de alimentos. La segunda característica del unicel, la que tiene que ver con su relación ligereza-resistencia, es que, si bien es cierto que, el poliestireno expandido es un elemento ligero, posee a la vez un alto grado de resistencia a impactos, por lo cual es un material idóneo para el transporte y almacenaje de electrodomésticos o productos delicados y frágiles. Por último, las propiedades higiénicas del poliestireno expandido se deben a que no contiene algún sustrato nutritivo, lo que evita la formación de microorganismos. El unicel no se pudre, enmohece, ni se descompone, siendo esta característica sumamente útil para el sector alimenticio ya que puede guardar alimentos o productos frescos.

En este último apartado, el referente a las propiedades higiénicas del unicel, no podemos pasar por alto que existen estudios que muestran efectos negativos en la interacción con alimentos⁸, especialmente con aquellos que son expuestos a calor, (bebidas calientes, café, té, etc.), debido a que la interacción entre el aumento de la temperatura y el poliestireno expandido liberan dioxinas perjudiciales para el ser humano, tema que se abordara con mayor detalle más adelante.

1.6.4 Usos del Poliestireno Expandido

Los usos que actualmente tiene el unicel obedecen a las cualidades físicas y químicas que enunciamos en el apartado anterior: aislante térmico, baja densidad, así como sus propiedades higiénicas.

En los últimos años, los usos que se le han dado al unicel se han extendido a diversos sectores de la economía, destacando por su intensidad de uso los siguientes:

- Electrónica: ordenadores y todo tipo de equipos informáticos, donde la combinación de forma, función y estética son esenciales.
- Envases de comida: su uso se generalizo por las propiedades térmicas, aunado a su bajo costo provoco una amplia difusión como contenedor de alimentos y bebidas.

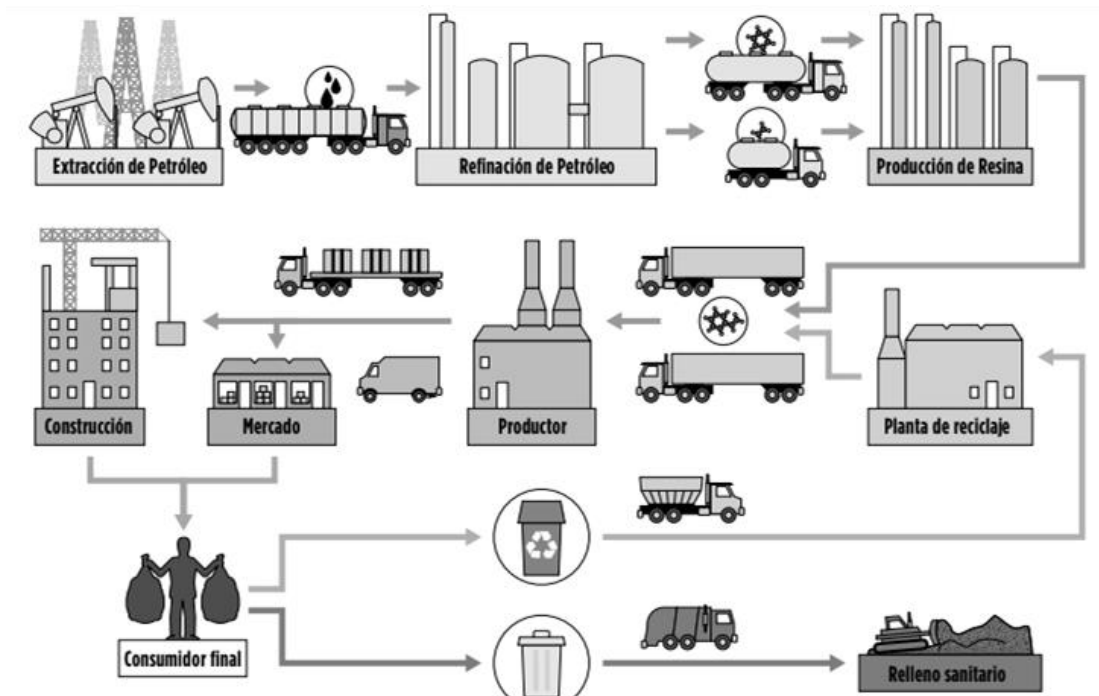
⁸ En la duodécima edición del “Informe sobre cancerígenos”, publicada el 10 de junio del 2011, el Programa Nacional de Toxicología (NTP) del Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) identifica al poliestireno como una sustancia que “se puede anticipar razonablemente que es un cancerígeno en los seres humanos”

- Aislamiento: la espuma de poliestireno proporciona aislamiento térmico en numerosas aplicaciones, como paredes y techos para edificios, refrigeradores y congeladores, así como instalaciones industriales de almacenamiento en frío.
- Médico: se utiliza para una amplia gama de aplicaciones médicas, incluyendo bandejas de cultivo de tejidos, tubos de ensayo, placas petri, componentes de diagnóstico, carcasas para equipos de prueba y dispositivos médicos
- Embalaje: poliestireno (sólido y espuma) es ampliamente utilizado para proteger los productos de consumo.

1.6.5 Ciclo de vida

El ciclo de vida del poliestireno expandido es prácticamente el mismo que la mayoría de los productos derivados del petróleo. Inicia con la extracción de petróleo crudo, continua con la refinación de este, la tercera fase es la producción de resina, posteriormente se canaliza a alguna fabrica que habrá de elaborar un producto específico; material para la construcción, contenedores de alimentos, piezas para embalaje, etc., a continuación, se canalizan a los distribuidores, después pasa a manos del consumidor final, las últimas etapas son el traslado de los desechos a los rellenos sanitarios y un pequeño porcentaje es llevado a los centros de reciclaje. (Ver Imagen 3)

Imagen 3. Ciclo de vida del poliestireno expandido.



Fuente: Plan nacional de manejo de residuos de eps

1.6.6 El poliestireno expandido a nivel internacional

De acuerdo con datos del Chemical Economics Handbook, Polistyrene, el mercado global de uniceil ha reflejado un enorme crecimiento en los últimos años, donde el consumo se incrementó alrededor del 91% de 2001 (3,251 kton.) a 2014 (6,197 kton.). (Ver tabla 1.2)

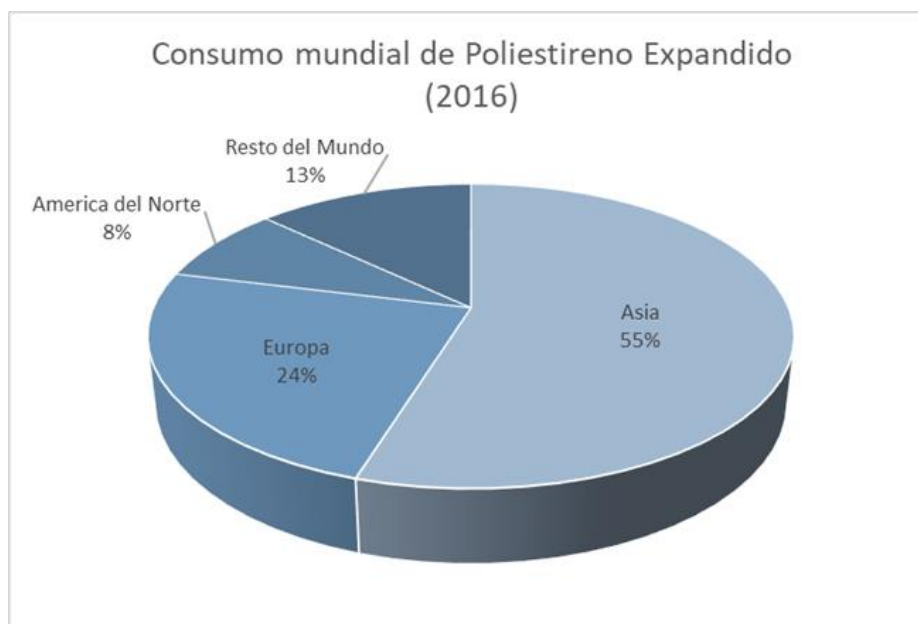
Tabla 1.2 Consumo mundial de Poliestireno Expandido por regiones (2016)

Región	Consumo (miles de toneladas)							
	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014	2016
Asia	1677	1850	2005	2530	2860	3175	3305	3705
Europa	1256	1325	1200	1450	1670	1850	1704	1625
Norteamérica	530	580	640	610	495	535	543	550
Resto del mundo	178	199	240	295	368	489	645	878
Total	5643	5958	6091	6893	7403	8061	8211	8774

Fuente: Informe sobre el panorama mundial del Poliestireno expandido. IHS 2016

En el mismo documento, se señala que, si bien en el consumo de Poliestireno expandido en el mundo presento una tendencia creciente desde el año 2001 a nivel global, se puede apreciar que, en los mercados de Norteamérica y Europa, el consumo ha disminuido, y que el promedio mundial se respalda por el exponencial crecimiento presentado en el continente asiático. En este sentido, países como Estados Unidos, Francia y Alemania han implementado políticas estrictas en cuanto a la producción y consumo de los productos denominados de un solo uso, razón que explica la disminución en la elaboración de estos en los últimos años.

Grafica 1.2. Participación del consumo mundial de Poliestireno Expandido en 2016



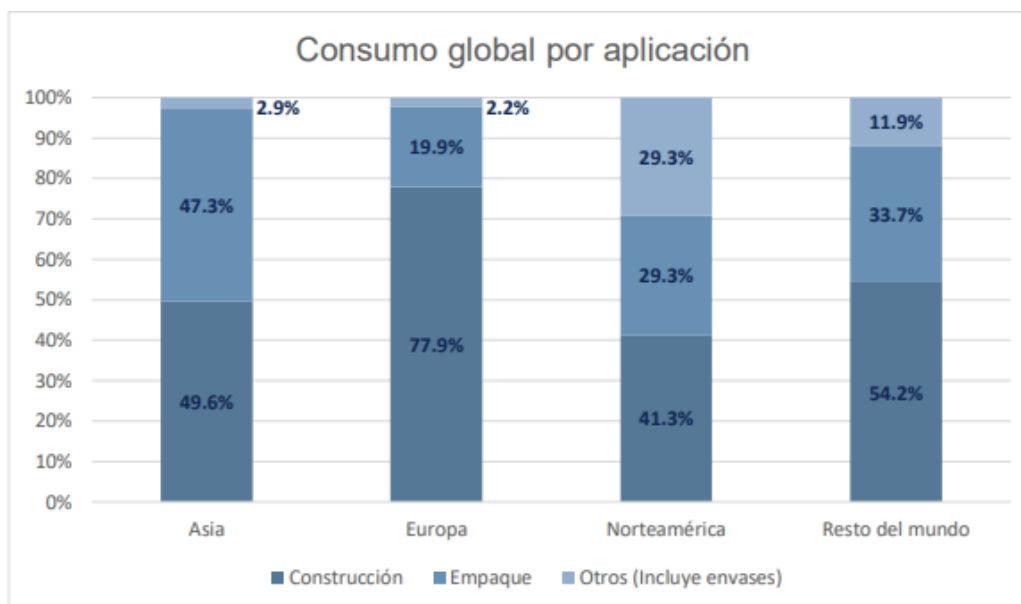
Fuente: Economics Handbook, Polistyrene <https://ihsmarkit.com/products/polystyrene-chemical-economics-handbook.html>

1.3.6.1 El consumo global de Poliestireno por aplicación

Previamente se expuso el consumo por continente expresado en términos de kilo toneladas, sin embargo, para fines de esta investigación es importante considerar la composición por aplicación, es decir que porcentaje se destina a la construcción, al embalaje, etc., ya que en base a estos números se puede establecer de forma indirecta un estimado de los desechos generados en el corto plazo (un año) esto en base al tiempo promedio de vida que tiene un producto en función del sector al cual está destinado.

Por ejemplo, se considera que el poliestireno expandido que se utiliza en el sector de la construcción tendrá un tiempo promedio de vida útil de por lo menos veinte años, mientras que para productos contenedores de alimentos estos no suelen rebasar en promedio el año a partir de su elaboración. (Ver Grafica 1.3).

Grafica 1.3 Consumo global de Poliestireno expandido por aplicación (2016)



Fuente: EHP Economics Handbook, Polystyrene <https://ihsmarkit.com/products/polystyrene-chemical-economics-handbook.html>

En Europa, cerca del 80% del consumo de unicele se destina a la construcción, mientras que el 20% es para empaque y embalaje, siendo este último el más bajo a nivel mundial. Por su parte, el 41% del consumo en Norteamérica es para la construcción, mientras que el 60% restante se distribuye entre empaque y otros destinos, entre los que destaca un fuerte mercado de vasos térmicos. Para el caso de Asia, el continente con mayor consumo y producción es de cerca del 50% en empaque y embalaje, constituyendo de esta manera un mercado importante.

1.3.6.2 Los próximos años

La demanda mundial de poliestireno expandido fue valorada en \$ 32,000 millones de dólares en 2014, según estimaciones de Economics Handbook Polistyrene, (EHP)⁹, y se espera que alcance \$ 42,000 millones en 2020, creciendo a una tasa promedio de aproximadamente 4.5% entre 2015 y 2020. En términos de volumen, el mercado mundial de poliestireno expandido se situó en 17.5 millones de toneladas en 2014.

La industria del embalaje, según pronósticos de EHP, continuara siendo la principal fuerza motriz para el crecimiento de la industria de poliestireno expandido. La industria del envasado en economías emergentes como China, India, Brasil, Sudáfrica, entre otras, ha experimentado tasas de crecimiento muy altas. El aumento de la demanda de bienes de consumo en estos países ha dado lugar al aumento de la demanda de materiales de embalaje. Además, se pronostica que el fuerte crecimiento del sector alimenticio y farmacéutico en las economías emergentes impulse aún más la demanda de la industria del envasado. Sin embargo, este panorama tan halagüeño para la industria del poliestireno expandido podría resultar seriamente afectado debido a factores tales como: la preocupación por el medio ambiente, la fluctuación de los precios de las materias primas, así como a la aparición y divulgación de nuevos materiales sustituto.

En cuanto a las expectativas de crecimiento por regiones, se espera que Asia Pacífico sea el mercado regional de más rápido crecimiento durante el período de pronóstico 2015-2020, esto debido al impulso que representa la República Popular de China, economía que representa alrededor del 42% (promedio desde 2012) de la participación en el volumen total de poliestireno expandido consumido en la región. China se espera que sea la principal fuerza motriz para el crecimiento del mercado de poliestireno expandido. EPH pronostica que Europa y América del Norte continuaran ocupando las posiciones dos y tres en cuanto al consumo de EPS, sin embargo, se espera una disminución de su cuota de mercado durante el período de pronóstico (2015-2020) debido a la implementación de nuevas restricciones ambientales y la creciente demanda de productos biodegradables o de menor impacto ambiental.

1.6.7 ¿Por qué es un problema el unigel?

El problema del unigel tiene varias aristas, desde una visión puramente ambientalista obedece al crecimiento exponencial que ha tenido tanto su producción como su consumo en los últimos años, no solo en México, sino a nivel internacional. Cada año, miles de toneladas de desperdicios de este material terminan, en el mejor de los casos en rellenos sanitarios y basureros. Según estimaciones de la SEMARNAT y la ANIQ, menos del 1% del unigel que se consume cada año en México se recicla, dejando un gran volumen de este material al aire libre, el cual termina frecuentemente siendo incinerado en estos centros de acopio, generando emisiones de dióxido de carbono altamente contaminantes para la atmósfera. Además, está la problemática de los residuos que no fueron canalizados de manera adecuada a los basureros o rellenos sanitarios, los cuales terminan contaminando tierras y centros acuíferos, afectando la fauna y flora presente en estos.

⁹ Polistyrene <https://ihsmarkit.com/products/polystyrene-chemical-economics-handbook.html>

Aunado al tema ambiental, está el riesgo que representa el uso de productos que están en contacto directo con alimentos, ya que, según estudios recientes (en el apartado 3.2.2 Impactos a la salud, del Capítulo 3 se ahondará más sobre este tema), la interacción entre fuentes de calor y envases elaborados con poliestireno tiene efectos nocivos para la salud de aquellas personas que frecuentemente consumen en ellos sus alimentos y bebidas.

1.6.8 El reciclaje

Actualmente existen varios tipos de reciclaje, los cuales dependen básicamente de la maquinaria con la que se cuenta para poder recuperar el material, (en los casos donde por cuestiones de contaminantes, o de desgaste por uso así lo requiera), pero de manera convencional se considera que hay dos clases de procesos que permiten la reutilización del poliestireno expandido:

- Reciclaje mecánico
- Reciclaje químico

Reciclaje Mecánico

Es un proceso físico mediante el cual el plástico es recuperado permitiendo su posterior uso. Los plásticos que son reciclados mecánicamente provienen de dos grandes fuentes:

1. Los residuos plásticos provenientes de los procesos de fabricación, es decir, los residuos que quedan al pie de la máquina, tanto en la industria petroquímica como en la transformadora. A esta clase de residuos se le denomina scrap¹⁰. El scrap es más fácil de reciclar porque está limpio y es homogéneo en su composición, ya que no está mezclado con otros tipos de plásticos.
2. Los residuos plásticos proveniente de la masa de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Reciclaje Químico

Consiste en un proceso de despolimerización del poliestireno en su monómero constituyente, o de despolimerización parcial para obtener el monómero de estireno y otras sustancias químicas. Después de un nuevo proceso de polimerización se consigue regenerar la materia prima original.

¹⁰ «Scrap» es una palabra inglesa que se traduce como chatarra o residuo.

Capítulo 2. La industria del unigel en México

El propósito de este capítulo será presentar el estado actual de la industria del unigel en México. Primero se expondrá un breve panorama de la industria del plástico en general, con el fin de contextualizar la significancia de la subrama del poliestireno expandido.

Posteriormente se abordarán a detalle los datos referentes a la producción, consumo, valor, empleo, así como de la cantidad de residuos derivados de los productos hechos de unigel. Es oportuno mencionar que, en el caso particular de los productos hechos de poliestireno expandido, existe una problemática en torno a los datos, la cual tiene que ver básicamente con dos aspectos: la no desagregación de datos del sector manufacturero del plástico en general, (en varios apartados no existen datos específicos para el subsector del poliestireno expandido), así como la imputación de datos faltantes, y en la que muchos estudios se ven en la necesidad de incurrir.

2.1 Importancia de la industria del plástico

En los últimos años, la industria del plástico se ha consolidado como una de las más importantes y de mayor crecimiento para la economía mexicana, según datos de la Asociación Nacional de Industrias de Plástico (ANIPAC), para el año 2018, dicha industria represento el 3% del PIB nacional y un 5% del PIB manufacturero del país, conformada por alrededor de 4 mil empresas, generando poco más de un millón de trabajos directos e indirectos, y con una producción que supero las siete millones de toneladas.

El sector manufacturero del plástico tiene un carácter estratégico por su contribución, ya que es altamente demandante de mano de obra, así como por su efecto multiplicador en las ramas proveedoras de insumos y en las ventas de bienes intermedios y de demanda final para abastecer los mercados, tiene presencia en las 32 entidades federativas y es relevante además por su vinculación con el exterior.

De conformidad con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)¹¹ 2007, la industria del plástico, la cual se identifica como la rama *3261 Fabricación de productos de plástico* engloba 12 distintas actividades (ver Tabla 2.1), de las cuales, la fabricación de bolsas y películas de plástico flexible; la fabricación de autopartes de plástico; y la fabricación de botellas, son las tres de mayor significación económica por su aportación al valor de producción de la industria.

Tabla 2.1. Clasificación por actividad. La industria manufacturera del plástico

Clase de actividad	
326110	Fabricación de bolsas y películas de plástico flexible
326120	Fabricación de tubería y conexiones, y tubos para embalaje
326130	Fabricación de laminados de plástico rígido
326140	<i>Fabricación de espumas y productos de poliestireno</i>
326150	Fabricación de espumas y productos de uretano

¹¹ El SCIAN ha sido desarrollado e implantado por Canadá, Estados Unidos y México; el uso regional de un clasificador que contiene una base común y una parte de detalle nacional para cada uno de los países, que actualizan cada cinco años y publican sus propias versiones.

326160	Fabricación de botellas de plástico
326191	Fabricación de productos de plástico para el hogar con y sin reforzamiento
326192	Fabricación de autopartes de plástico con y sin reforzamiento
326193	Fabricación de envases y contenedores de plástico para embalaje con y sin reforzamiento
326194	Fabricación de otros productos de plástico de uso industrial sin reforzamiento
326199	Fabricación de otros productos de plástico sin reforzamiento

Fuente: INEGI: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte.

En el contexto de las 86 ramas que integran el sector manufacturero¹², la rama 3261 se distingue por ser una industria que presentan un índice de concentración bajo; se distribuyen en más de 4 mil 400 unidades económicas productoras de plásticos, aun cuando solo ocho de ellas agrupan aproximadamente de la quinta parte del valor de producción bruta.

El tamaño promedio de las unidades productoras de plásticos es de alrededor de 50 personas ocupadas por establecimiento; en el caso de los dedicados a la fabricación de autopartes de plástico asciende a 200 personas ocupadas por unidad. Las 198 unidades económicas con más de 250 personas ocupadas por establecimiento concentran 57.5% del valor total de los activos invertidos y 61.6% de la producción bruta.

Las industrias productoras de artículos de plástico tienen presencia en más de 280 municipios distribuidos en las 32 entidades federativas, siendo el Estado de México la que más destaca por su contribución al valor de la producción bruta.

El valor de producción de la fabricación de productos de plástico fue de 292 mil millones de pesos en el año 2017, de los cuales 26.3% correspondió a la generación de valor agregado bruto; el porcentaje restante pertenece al total de los insumos provenientes de otras ramas necesarias para la fabricación de productos de plástico.

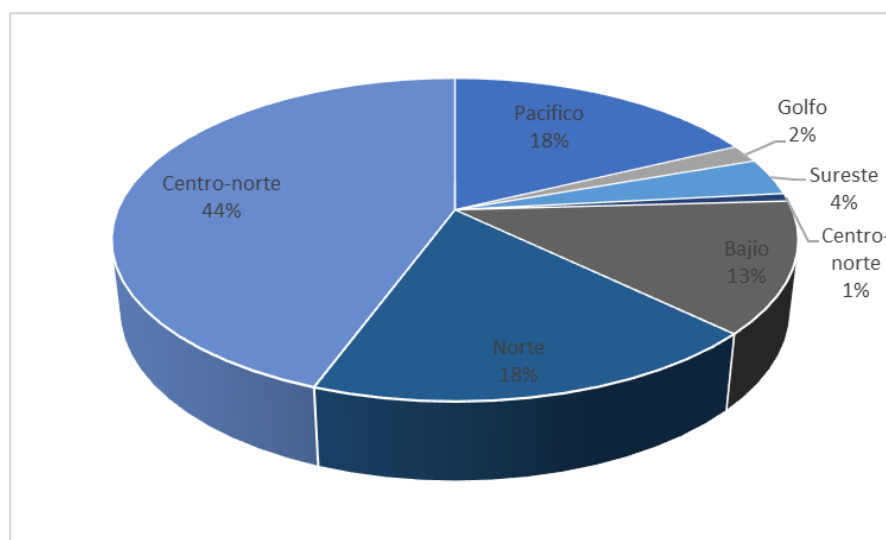
En cuanto a los usos del plástico, el destino más común es empaques y almacenamiento, que representa casi 40% del total. Después, se encuentra el uso para la industria de la construcción, con 20.3% del total; en el tercer lugar de la lista, se ubica uno de los sectores más dinámicos a nivel mundial, el automotor. En países como México, en los que la producción de la rama automotriz es muy importante y funciona como sector de arrastre de otro tipo de actividades económicas que la alimentan, la industria del plástico desempeña un papel relevante como proveedor de piezas necesarias para la producción y los acabados de dicha rama. Este tipo de uso alcanza 8.2% del total de las resinas producidas.

En el caso de México, la industria del plástico, aunque resulta valiosa en virtud de servir como un proveedor de la industria automotriz, ha mantenido un ritmo de crecimiento discreto en los últimos 10 años. Tomando en cuenta que el crecimiento promedio anual de la economía mexicana en general ha sido de 2.92%, el de la industria del plástico es apenas superior con 3.03% promedio anual. Este ritmo ha permitido a la industria del plástico aumentar su valor 20.4% entre 2003 y 2013, al pasar de 44 925 millones de pesos a 54 117 millones de pesos durante el periodo antes mencionado.

¹² El INEGI clasifica las actividades que se realizan en la industria manufacturera de la siguiente forma: 1 sector, 21 subsectores, 86 ramas, 182 subramas y 292 clases.

En lo que a la distribución geográfica de la industria del plástico se refiere, cuatro son las regiones con mayor concentración de empresas de la industria del plástico: Centro, Norte, Pacífico y la zona del Bajío. La Ciudad de México, el Estado de México y Jalisco concentran la mitad del total de las empresas registradas en el Censo Económico de 2014: 4,102 empresas. Aumenta al 80% con Nuevo León, Guanajuato, Puebla, Michoacán, Baja California y Querétaro. La región centro concentra más del 44% de las empresas, pero tiende a decrecer la proporción de empresas de esta región. La región incluye la Ciudad de México, que tiene el 20% de las empresas, el Estado de México, Puebla, Hidalgo, Morelos y Tlaxcala. Los estados de Nuevo León, Baja California y Chihuahua concentran el 76% de las empresas de la región Norte. En la zona del Pacífico sobresale Jalisco que tiene el 14% del total nacional y el 75% de la región del Pacífico. Los demás estados son Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Colima y Michoacán. En la región Bajío, el primer lugar lo ocupa Guanajuato, seguido por Querétaro, Aguascalientes y SLP. En el resto de los estados se ubica solamente el 6.3% de las empresas.

Grafica 2.1 Distribución geográfica de las empresas manufactureras de plástico (participación por región año 2014).



Fuente: elaboración propia con datos del DENUE-INEGI

Al igual que la gran mayoría de las actividades relacionadas con las manufacturas, la industria nacional del plástico ha logrado dinamizar de manera notable su participación en el comercio exterior. Las exportaciones de plásticos mexicanos aumentaron 9.67% promedio anual en el periodo 2003-2013, mientras que las importaciones crecieron 6.04% promedio anual en el mismo lapso, lo cual permitió aminorar el aumento del déficit comercial que presenta la industria.

2.2 La industria del uncel a nivel nacional

Una vez expuesto un breve panorama de la industria del plástico en México, se procede a continuar con el objetivo principal de este capítulo: mostrar la importancia del sector del uncel a nivel nacional. A lo largo de esta exposición se presentarán los datos concernientes a la producción, consumo, desperdicio y reciclaje de los productos hechos de poliestireno expandido.

2.2.1 La producción

El primer tema para tratar con respecto al unisel es el concerniente a la producción nacional, medido tanto en valor monetario como en unidades físicas: piezas y toneladas.

Según de la Asociación Nacional de la Industria Química, A.C. (ANIQ), en el año 2017 se produjeron en México alrededor de 190 mil toneladas de poliestireno expandido, de las cuales solo una cuarta parte corresponde a productos contenedores de alimentos (vasos, platos, etc.). Del total de la producción de EPS en el territorio nacional, alrededor del 35% se exporta.

En lo que respecta al valor de la producción, según cifras de la ANIQ, la industria del poliestireno expandido aportó al país en el año 2017 alrededor de \$41,067 millones de pesos, (aproximadamente \$2,150 millones de dólares, considerando un tipo de cambio promedio anual de 19.10 pesos por dólar estadounidense), lo cual representó alrededor del 0.19% del PIB nacional. (Ver tabla 2.2).

Tabla 2.2. Valor de la Producción de EPS en el año 2017.

	Valor del mercado de la industria del plástico	Valor del mercado de la industria del PES
Millones de dólares	23,400.00	2,150.00
Participación en la industria del plástico	100 %	9.19 %
Participación en el PIB	2.1 %	0.19 %

Fuente: Elaboración propia con datos de la ANIQ e INEGI

En cuanto al número de empresas formalmente establecidas dedicadas a la fabricación de productos de poliestireno expandido (considerando sus diferentes usos), según datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) es de 197 unidades. En lo que respecta a la estructura de la industrial del unisel se observa un alto grado de desigualdad en lo que a participación en el mercado se refiere, debido a que cinco empresas concentran el 87% de la producción de poliestireno expandido a nivel nacional, así como el 92% de la capacidad productiva¹³. Dichas empresas son:

• Styropek	Empresa integrante del grupo empresarial mexicano Alpek. Inicio operaciones en 1995 bajo otro nombre: Polioles. Cuenta con una capacidad instalada capaz de producir 165 mil toneladas anualmente, cantidad que la convierte en la mayor productora de poliestireno expandido en México.
• Basf	Conglomerado alemán fundado en 1865, es una de las empresas químicas mas grandes del mundo. La fabricación de productos de poliestireno es una pequeña parte de sus operaciones nivel global.

¹³ La capacidad de producción o capacidad productiva es el máximo nivel de actividad que puede alcanzarse con una estructura productiva dada.

•	Convermex	Entidad mexicana dedicada a la elaboración de empaques desechables, cuenta con fábricas en las ciudades de México, Puebla y Mérida. Se ubica entre las compañías de más alto crecimiento en el sector de envases de un solo uso.
•	Dart	Empresa estadounidense fundada en 1937 dedicada a la fabricación de diversos empaques para alimentos. En 1996 inician sus operaciones en México, donde actualmente cuenta con una capacidad de operación de aproximadamente 75 mil toneladas.
•	Reyma	Empresa mexicana dedicada a la elaboración de envases para alimentos con sede en la ciudad de León, Guanajuato. La fabricación de vasos térmicos (unicel) es el producto más importante dentro de su catálogo, incluso exportando a países del caribe y Sudamérica.

Un aspecto importante que considerar con respecto a la fabricación de productos hechos de poliestireno expandido es el geográfico, la ubicación espacial de las diferentes unidades económicas permitirá medir el impacto económico que la prohibición de dichos productos generará tanto en entidades federativas como en regiones.

De las 197 empresas dedicadas a la fabricación de poliestireno (comprendiendo tanto laminas, así como de productos terminados), según datos del DENU, el Estado de México ocupa el primer lugar a nivel nacional, con 25 empresas formalmente establecidas dentro de su territorio, seguido por Jalisco con 24, y Baja California con 21 unidades económicas. (Ver tabla 2.3)

Tabla 2.3. Número de empresas por Entidad Federativa. (Primeros cinco lugares)

Distribución nacional de las empresas dedicadas a la fabricación de espuma y/o de Poliestireno		
Posición.	Entidad Federativa	Empresas
1	Estado de México	27
2	Jalisco	24
3	Baja california	21
4	Nuevo león	19
5	Guanajuato	13

Fuente: elaboración propia con datos del DENU-INEGI

Por el contrario, cinco estados no cuentan con una sola empresa registrada ante DENU: Zacatecas, Nayarit, Colima, Tlaxcala y Morelos. Mientras que ocho estados únicamente cuentan con una empresa formalmente establecida: Baja California Sur, Quintana Roo, San Luis Potosí, Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Tabasco. (Ver imagen 3)

Imagen 3. Distribución por entidades de empresas formalmente establecidas.



Fuente: elaboración propia con datos del DENU-INEGI

Como se puede ver en la Imagen 3, las zonas económicas¹⁴ Centro-Norte, Occidente y Noroeste concentran la mayor parte de las empresas del sector (alrededor del 62%), mientras que, por el contrario, las zonas con menor participación son el Sur y el Sureste, con un promedio de 1.2 empresas registradas. Esta situación es prácticamente idéntica a la situación a nivel nacional del sector manufacturero, es decir, una alta concentración del sector industrial en los estados del norte y del occidente, y una pobre participación de los estados del sur del país.

2.2.2 El empleo

El segundo tema que considerar es el del empleo en el sector, los datos a presentar con el propósito de mostrar la relevancia del sector del poliestireno expandido serán tanto el número total de fuentes de empleo, su participación en la industria del plástico en general, el comportamiento en los últimos años, la distribución según el tamaño de la empresa, así como los salarios.

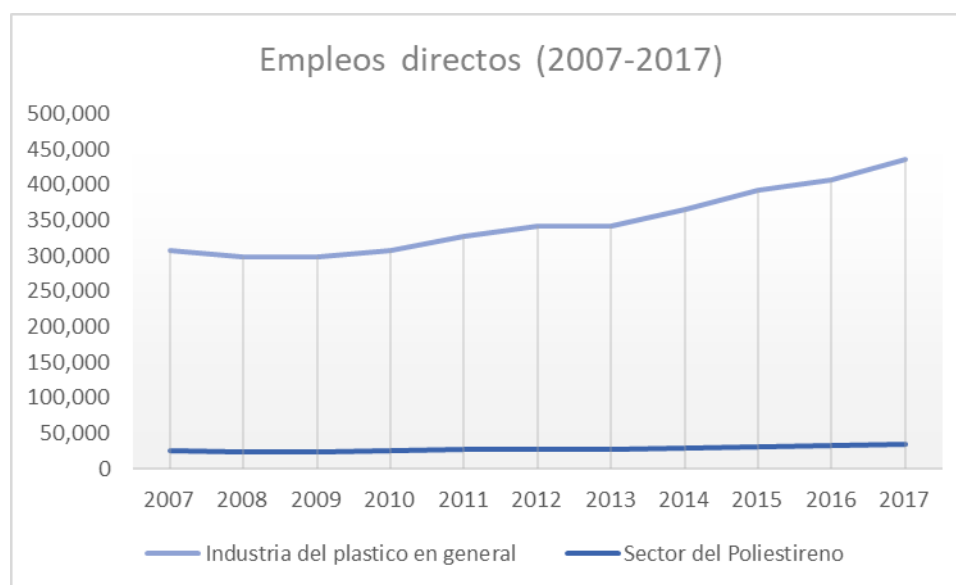
En los últimos años, uno de los principales motores del sector transformador de la economía mexicana ha sido el plástico, formalmente clasificado por el INEGI como subsector 236, *Industria del plástico y del hule*, lo cual se ha reflejado no solo en su participación en PIB, la generación de empleos se ha visto favorecida con una tendencia creciente en los últimos años (exceptuando una caída abrupta en el año 2009).

En lo que respecta al número de empleos directos registrados por el INEGI, en el año 2007, laboraban 306 mil personas en la industria del plástico en general y 24 mil aproximadamente en el subsector dedicado exclusivamente al poliestireno. Para el año 2017, el total de la Industria del

¹⁴ No existe un consenso en cuanto a una delimitación específica de las zonas económicas de México. Para este caso en particular se consideró la clasificación que aparece en: AYLLÓN, María Teresa. Geografía Económica. Décima edición. México: Editorial: Limusa Noriega Editores, 2004. 299 pp

plástico y del hule fue de poco más de 435 mil fuentes de empleo, y donde las empresas fabricantes de poliestireno contaban con alrededor de 35 mil empleados. (Ver grafica 2.2)

Grafica 2.2. Comparativa de empleos Industria del plástico en general-Poliestireno (2007-2017)



Fuente: elaboración propia con datos del INEGI y el

Como se puede observar en la Gráfica 2.2, existe una clara tendencia creciente en cuanto al número de empleos que la industria del plástico y el hule genera cada año durante los últimos 11 años. En el caso del subsector del poliestireno la tendencia no resulta tan evidente, si bien es cierto que el número de empleos entre el año de inicio de estudio (2007) es mayor que el registrado en 2017, (24,800 y 35,500 respectivamente), la tasa de crecimiento fue mucho menor en comparación con la registrada por toda la industria del plástico en general, 3.8 % promedio anual para toda la industria del plástico y 2.9% promedio anual para el subsector del poliestireno.

Como se puede apreciar, se hizo una comparativa de los empleos generados en el periodo 2007-2017 entre la industria del plástico en general y el subsector del poliestireno, es decir, no se presentaron los datos exclusivos de las empresas que únicamente se dedican a la fabricación de uncel. Lo anterior obedece a que no existen registros concretos tanto del INEGI, el IMSS o la ANIQ, de las empresas que se dedican a la fabricación de poliestireno expandido antes del año 2015. A pesar de ello, resulta interesante el hecho de que la tasa de crecimiento promedio de los empleos generados por todo el subsector poliestireno, el cual incluye básicamente cuatro tipos de productos¹⁵ fuera menor que la de todo el sector del plástico. La explicación a la situación donde el nivel de producción sea considerablemente mayor al número de fuentes de trabajo generadas se debe a que el subsector es uno altamente mecanizado, es decir el factor que realmente impacta en el nivel de producción es el tecnológico; en los últimos años la implementación de maquinaria nueva ha provocado que la fabricación de uncel sea más eficiente, requiriendo menor participación de mano de obra.

¹⁵ El poliestireno de uso general, el de alto impacto, el expandido y el extruido.

En lo que respecta al tema del empleo, además de presentar el histórico del número de empleos con los que cuenta el sector del unicel, es oportuno presentar datos que brinden un panorama más claro de la situación que actualmente guarda dicha industria. Razón por la cual se mostrarán a continuación las cifras que hacen alusión a la distribución del empleo, es decir, la cantidad de empresas que componen cada uno de los rangos conforme el número de empleados con los que cuentan. Según datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en la república mexicana operan formalmente 197 empresas dedicadas a la Fabricación de espumas y productos de poliestireno expandido. (Ver tabla 2.4)

Tabla 2.4. Número de trabajadores por empresa

Personal ocupado	
Rango	Unidades económicas
1 a 5	56
6 a 10	28
11 a 30	40
31 a 50	17
51 a 100	23
101 a 250	21
251 mas	12
	197

Fuente: elaboración propia con datos del DENUE-INEGI

Conforme a los datos mostrados en la tabla 2.4, el ramo de la fabricación de espuma y productos finales de poliestireno expandido está conformado básicamente por PYMES (con base al número de trabajadores con los que cuenta cada unidad económica), siendo el rango que comprende entre 1 a 5 trabajadores el más abundante, con 56 unidades económicas, y el segundo lugar lo ocupa el rango de entre 11 a 30 empleados, con 40 empresas.

Haciendo una comparación en cuanto a la estructura de la industria de la fabricación de plástico en general en México, y la fabricación de espuma y piezas de poliestireno expandido, tenemos que, según datos de la ANIPAC, 50 trabajadores por empresa es el promedio en la industria del plástico en México, mientras que para el caso específico del unicel, el promedio de trabajadores por unidad económica es de 19, menos de la mitad, lo que pone en evidencia el alto grado de mecanización que existe en la fabricación de espuma y /o productos finales de poliestireno expandido.

Resulta interesante que, conforme a las cifras antes presentadas, correspondientes al año 2017, la composición del empleo en la industria del poliestireno expandido no ha presentado cambios significativos en los últimos años, ya que si lo comparamos con cifras de 2009, la situación es muy semejante (ver tabla 2.5), según las conclusiones que arroja el trabajo de Flores (2013), “más del 80% de las empresas clasifican como micro y pequeña empresa, pero es baja su contribución al empleo, la producción y el valor agregado”.

Tabla 2.5. Comparativa de la distribución del empleo en la industria del PES

Comparativa en la distribución del empleo (% del total)		
Tamaño de la empresa	2009	2017
De 1 a 10 empleados	53%	42%
De 11 a 50 empleados	27%	29%
Mas de 251 empleados	5%	6%

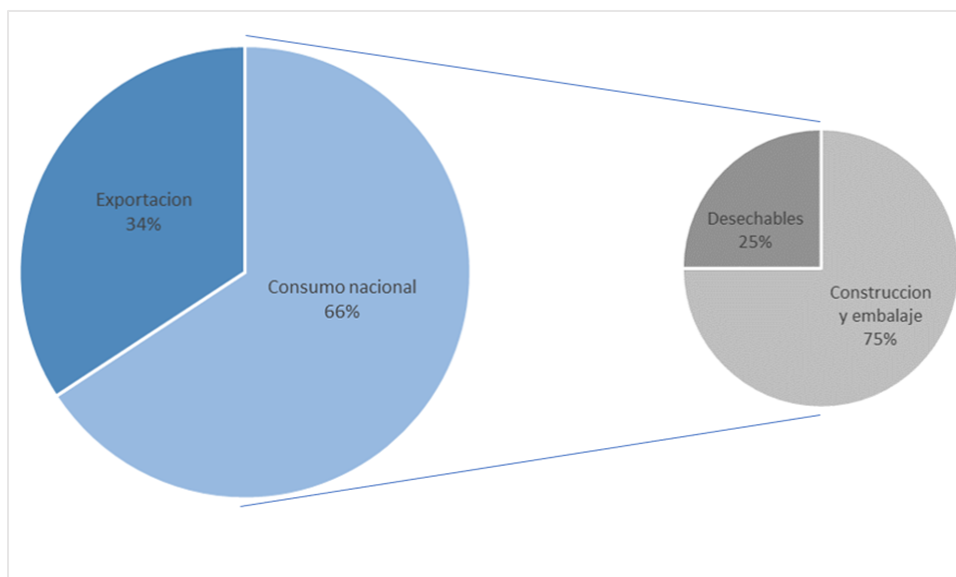
Fuente: elaboración propia con datos del DENUe y el informe: La Industria del Plástico en México/2013

2.2.3 El consumo

El último de los subtemas a considerar en torno a la importancia de la industria del poliestireno a nivel nacional es el que tiene que ver con el consumo.

Como se mencionó en el apartado 2.2.1 *La producción*, en el año 2017 se produjeron en total 190 mil toneladas de poliestireno expandido en México, de las cuales 65 mil se exportaron. De las 125 mil toneladas que se consumieron en el país el 25 por ciento fueron para la fabricación de productos desechables para la industria alimenticia, y el 75 por ciento restante se dividen en el sector de la construcción y embalaje. (ver grafica 2.3).

Grafica 2.3. Consumo nacional del poliestireno expandido (2017).



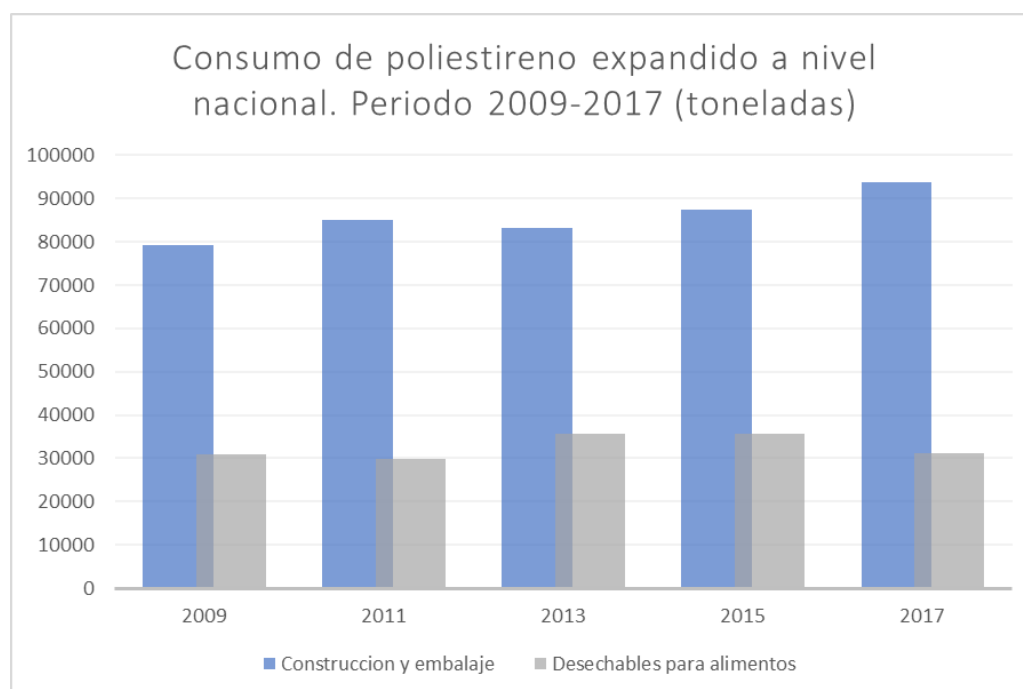
Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y la ANIPAQ

La explicación del porque existe una diferencia tan marcada entre el porcentaje de productos destinados a la construcción y el embalaje con respecto a los “envases desechables” se debe a los requerimientos que estos mismos sectores demandan. En el caso del ramo de la construcción, prácticamente todo el poliestireno expandido que utiliza lo componen bloques comúnmente llamados “casetones” de múltiples medidas (la más común es la de 50x60x10 cm.).

En el caso del embalaje, existe un amplio catálogo de formas y características que obedecen al tipo de producto que habrá de transportarse, siendo el sector de la electrónica el de mayor demanda de este tipo de productos. Las características de dichos productos revelan por qué en el año 2017 se emplearon 93 mil toneladas de uncel para el sector de la construcción y embalaje, a diferencia de las 31 mil que corresponden al consumo de platos, vasos y demás desechables.

A grandes rasgos, a lo largo de los últimos 10 años, la participación del uso del poliestireno expandido en el sector de fabricación de envases desechables destinados a contener alimentos se ha mantenido a razón del 25%, tal y como se ve en la gráfica 2.4, la cual muestra el consumo de este material desde el año 2009 a nivel nacional.

Gráfica 2.4. Consumo de Poliestireno expandido a nivel nacional durante el periodo 2009-2017 (toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos de la ANIQ

2.3 El reciclaje del Poliestireno Expandido en México

Siendo el objetivo central de este trabajo el presentar una estimación del impacto económico que conllevaría la prohibición de los productos de un solo uso hechos de poliestireno expandido, toca el turno de considerar la situación actual entorno al reciclado, y que justifica la prohibición, (en el Capítulo 3 se abordaran otras externalidades negativas: el impacto al ambiental y sus repercusiones a la salud).

En México, durante la última década se ha promulgado una legislación ambiental¹⁶ encaminada en conservar el medio ambiente y aprovechar de mejor manera los recursos naturales, siendo el reciclaje la medida a la que más se hace alusión para cumplir este último propósito. Sin embargo,

¹⁶ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, entre otras)

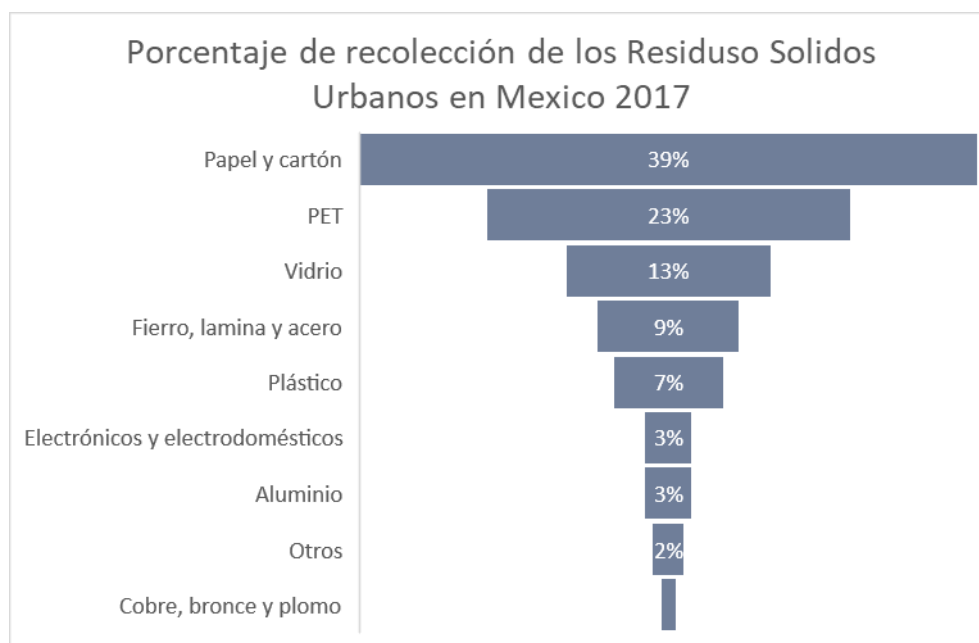
como se expondrá a continuación, en muchas ocasiones esta medida no se lleva a cabo en la realidad, principalmente por razones económicas.

Bajo las condiciones actuales del mercado, si bien es cierto que técnicamente existe la posibilidad de reciclar ciertos residuos, diversos factores como: altos costos durante el proceso de reciclaje o por bajas expectativas en las ganancias, impiden que se pueda instalar una industria de reciclaje realmente viable.

Con el fin de poner en contexto la poca participación de los productos de unicel que se vierten en rellenos sanitarios o tiraderos y que se recolectan para reciclarlos a nivel nacional, se presentan cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI.

Recientemente, en México se ha dado un crecimiento importante en cuanto a la cantidad de materiales que se recolectan con el fin de reciclarlos, destacando el papel, el cartón, los plásticos denominados PET, el vidrio y metales como el bronce y el acero. Según datos de del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la participación de estos materiales representa el 84% del total de materiales que son recolectados en centros formalmente establecidos para su posterior reciclaje. (Ver Grafica 2.6)

Grafica 2.6 Porcentaje de recolección de Residuos Sólidos Urbanos 2017.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI

El poliestireno expandido se clasifica dentro del grupo denominado Plásticos, los cuales según la gráfica 20.6, les corresponde el 7% de participación del total de materiales recolectados para su reciclaje. Para ser más concretos con respecto al reciclado del unicel, según datos del INEGI, de las 125,000 toneladas de unicel que se consumieron en México durante el año 2017, se estima que alrededor del 40% de estas, es decir, alrededor de 50 mil toneladas terminaron en tiraderos o rellenos sanitarios, y que únicamente se reciclaron alrededor de 400 toneladas de poliestireno expandido, lo cual representa apenas el 0.8% del total de residuos de unicel en el año 2017.

Es importante aclarar que, en lo referente a las cifras de reciclaje, existe una discrepancia en cuanto al porcentaje de unigel reciclado para el año 2017. Mientras que Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) estima que se reciclo alrededor del 0.5% del total de unigel consumido en ese año, el INEGI estimó en apenas el 0.8% el porcentaje de poliestireno expandido que se reciclo con respecto al que se consumió en 2017.

Más allá de la diferencia entre las cifras que establece ambas instituciones, lo relevante es la ínfima cantidad de poliestireno expandido que se recicla en México. En ningún caso se alcanza el uno por ciento con respecto al total de la cantidad consumida a nivel nacional. Si se compara con otros países la diferencia es muy grande, por ejemplo, en el caso de Estados Unidos, se recicla alrededor del 30% del poliestireno que se consume cada año.

El proceso de reciclaje utilizado en México

Al igual que en lo referente a tipos de reciclaje, no existe un único proceso para reutilizar y/o recuperar el material de los productos a base de unigel, sin embargo, en el caso particular de nuestro país, existe un proceso que es el más socorrido por las empresas que se dedican a dicha actividad. Dicho proceso se esquematiza en cuatro fases principales: acopio, compactación, politizado y elaboración de nuevos productos.

Tabla 2.7. Descripción de las cuatro fases del proceso de reciclaje.

Descripción de las 4 fases del proceso de reciclaje	
1. Acopio de unigel	En los centros de acopio se recibe el unigel post-consumo (vasos, platos, desechables y residuos de la construcción), por particulares, empresas, locatarios, instituciones educativas y gobiernos municipales y estatales.
2. Compactación	El material pasa a la máquina de termodensificado, donde a través de calor, el aire es extraído del unigel. Se producen bloques de 20 kg equivalentes a 7,500 vasos.
3. Peletizado	El bloque es transportado a una planta de transformación a materia prima, donde pasa por un proceso de molienda y extrusión. Después de éste, el resultado son perlas de materia prima o pellets.
4. Nuevos productos	Estas perlas son utilizadas para la fabricación de nuevos productos que no tengan contacto con alimentos y/o bebidas.

Fuente: ANIQ

Actualmente existen tres centros de acopio y reciclaje de unigel en la República Mexicana:

- Tecnologías Rennueva
- Marcos y Marcos
- Dart de México

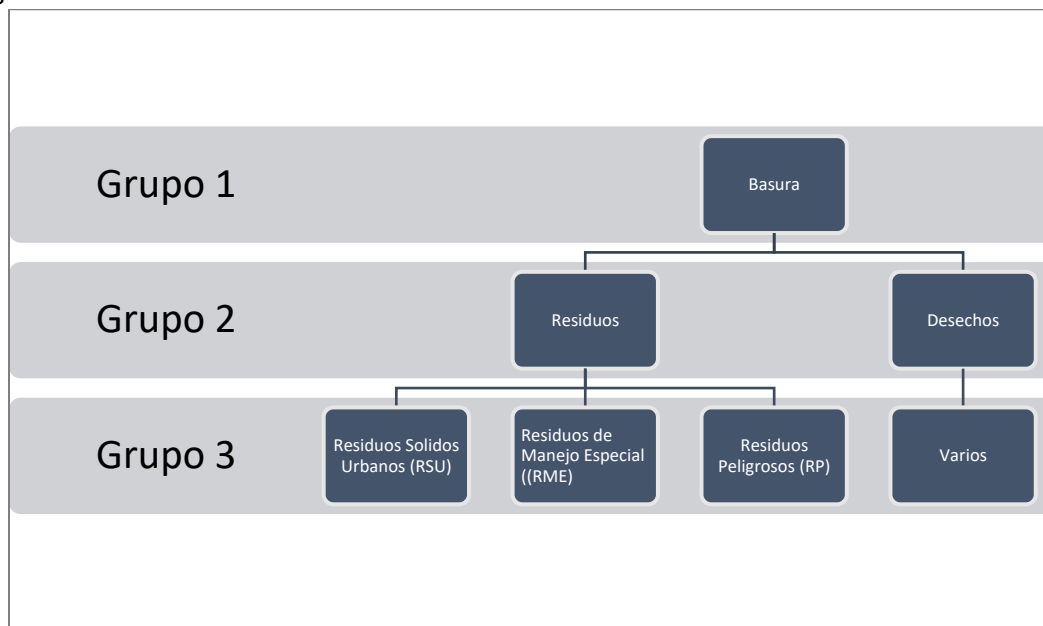
2.4 El problema de los residuos del unigel a nivel nacional

En este apartado se expondrá la situación actual entorno a la generación y manejo de los residuos de los productos hechos de poliestireno expandido. Motivo por el cual se presentarán algunas acotaciones en torno al tema de los residuos, así como algunas cifras que ayuden a contextualizar la gravedad del problema a nivel nacional.

Primero, es oportuno establecer que, si bien los términos *basura*, *desecho* y *residuo* suelen utilizarse de manera indistinta, estos no son sinónimo, ya que cada uno engloba un grupo específico de materiales. El término basura comprende a todos los restos de actividades humanas que ya no resultan útiles. Los desechos son la parte de la basura que no será reciclada, debido a que carece de utilidad o valor, o por la composición de sus materiales son productos peligrosos o tóxicos. Mientras que los residuos son aquellos que, si bien forman parte del grupo inicial denominado basura, pueden ser rescatados de forma total o parcial, ya sea reutilizándolos o reciclándolos.

Según el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México (2015), elaborado por la SEMARNAT, los residuos se definen formalmente como “*los materiales o productos que se desechan ya sea en estado sólido o semisólido, que se contienen en recipientes o depósitos, y que necesitan estar sujetos a tratamiento o disposición final con base en lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR; DOF, 2003)*”. Se clasifican de acuerdo con sus características y orígenes en tres grupos: residuos sólidos urbanos (RSU), residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP). (Ver Imagen 2)

Imagen 2. Clasificación de los residuos sólidos



Fuente: Elaboración propia en base a la clasificación del Informe de la Situación del Medio Ambiente en México (2015) SEMARNAT.

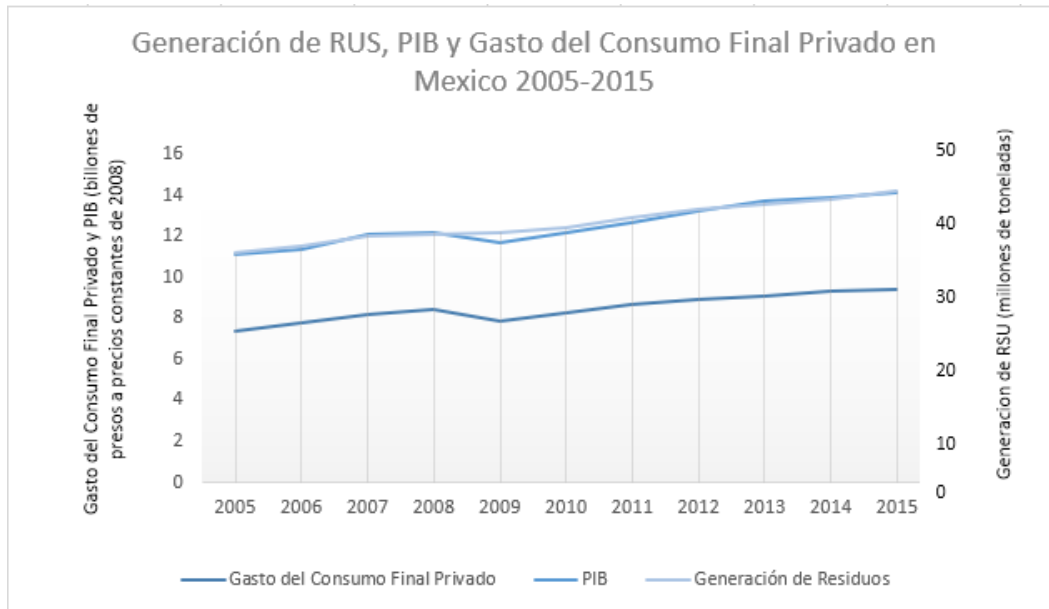
En el caso específico de los residuos de poliestireno expandido, estos pertenecen al subgrupo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), lo cual ha permitido que en los últimos años exista un mejor registro de las cantidades¹⁷ que terminan ya sea en los tiraderos o rellenos sanitarios.

El problema de la generación de residuos sólidos, y en especial aquellos derivados del petróleo se ha agravado en los últimos 30 años en todo el mundo. En México, como en la mayoría de los países de miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el

¹⁷ Las cantidades de residuos que terminan en los rellenos sanitarios o tiraderos generalmente se registran conforme a su peso, (toneladas o kilogramos), pero en casos específicos, como en el caso de los residuos del PES, estos también suelen cuantificarse de acuerdo con su volumen; metros cúbicos.

incremento de residuos sólidos urbanos depende principalmente del gasto del consumo final privado, del crecimiento del PIB nacional, así como al proceso de urbanización. En el caso de nuestro país, según datos del *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México* entre 2003 y 2015, el Producto Interno Bruto (PIB) y la generación de residuos tuvieron prácticamente el mismo nivel de crecimiento, alrededor de un 2.77% promedio anual. (Ver grafica 2.5)

Grafica 2.5. Relación entre la generación de Residuos Sólidos Urbanos, El Gasto del Consumo Final Privado y el Producto Interno Bruto en México 2005-2015.



Fuente: Dirección General de Equipamiento e Infraestructura en Zonas Urbano-Marginadas, Sedesol. México. 2013. INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Banco de Información Económica. INEGI. Disponible en: www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/. Fecha de consulta: diciembre de 2015.

La grafica 2.5 pone en evidencia la estrecha relación que existe entre Producto Interno Bruto y la generación de residuos sólidos en las zonas urbanas en México, lo cual ratifica que el aumento en el consumo de ciertos productos, los llamados desechables, no solo es un asunto de carácter ecológico, es también un problema de carácter económico.

El modo de producción actual, cuyo propósito fundamental es alcanzar el máximo nivel de ganancia de, para lo cual requiere del crecimiento económico ilimitado, choca irremediamente con el carácter limitado del planeta. Por ello el proceso económico tiende a destruir las condiciones ambientales adecuadas para la vida (Sabogal, 2014).

Capítulo 3. La prohibición de los productos de unisel de un solo uso

El objetivo de este capítulo es poner en contexto y establecer la importancia de la industria manufacturera de productos de un solo uso de poliestireno expandido a nivel nacional, y con ello servir de preámbulo al objetivo principal de este trabajo, la estimación de los impactos económicos causados por la prohibición de los productos desechables de unisel, el cual se abordará en el capítulo siguiente.

Es importante recalcar que únicamente se considera la prohibición de un grupo específico de productos hechos a base de poliestireno expandido, en concreto a aquellos denominados desechables usados como contenedores de alimentos, dejando intacto al 75% de la industria del PES a nivel nacional, esto debido a las razones que se expondrán a continuación.

3.1 La inviabilidad de restringir todo el poliestireno expandido

Bajo las condiciones que actualmente operan en los mercados, la restricción absoluta de los productos hechos de EPS es inviable, aun si bien existen materiales sustitutos, estos no cumplen a cabalidad todas las ventajas que este tipo de productos ofrecen, estos resultan no solo más costosos en el sentido estrictamente monetario, sino que su uso representa en muchas ocasiones, un impacto ambiental mucho mayor que el del propio poliestireno expandido.

Dadas las propiedades de los productos hechos a base de poliestireno expandido, en ciertos ramos muy específicos, su uso resulta tener un menor impacto ambiental. Un ejemplo es el caso de la industria de la construcción, donde el unisel constituye una opción sustentable, ya que además de ser un material ligero y aislante, permite que el consumo eléctrico por concepto de calefacción se reduzca considerablemente¹⁸, pues el ahorro en una vivienda con placas de poliestireno expandido es del 56% comparado con el consumo de una vivienda promedio.

Lo mismo ocurre en la industria del embalaje, donde el traslado de ciertos artículos es posible gracias a las propiedades intrínsecas que el poliestireno tiene: baja densidad y alto grado de resistencia al impacto. La sustitución del unisel como elemento protector de carga en el mediano y largo plazo no es imposible, ya existen actualmente alternativas, la cuestión es que sustituir de facto este material arrojaría una problemática de forma inmediata a sectores específicos de suma importancia para el resto de la economía, siendo la electrónica y la medicina solo un par de ejemplos. Además, habría que sumar que el reciclaje del unisel utilizado en el embalaje es el más viable, ya que, a diferencia de otros usos, la materia prima prácticamente no se contamina, lo cual facilita y abarata el proceso de reciclaje.

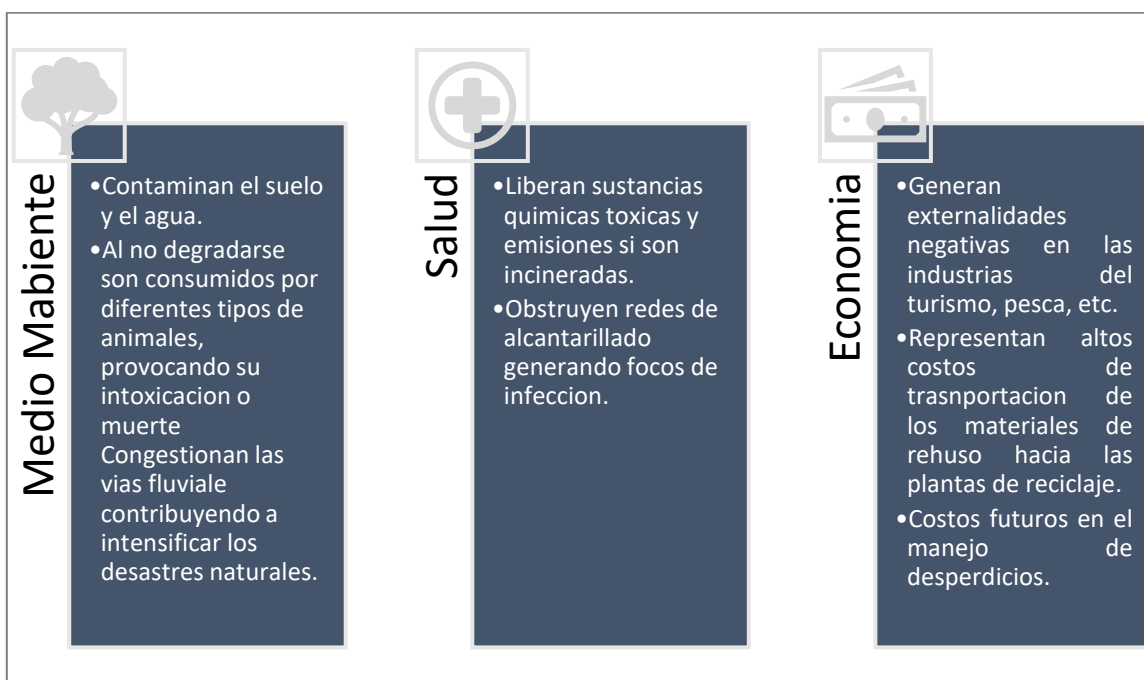
¹⁸ Huella de carbono de placas aislantes de Poliestireno Expandible (EPS). Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) <http://www.frigocel.com.mx/descargas/InformeEjecutivoHCplacasEPS.PDF>

3.2 Justificaciones para la prohibición de los productos de un solo uso hechos de unícel

La prohibición de un producto trae consigo una serie de repercusiones en múltiples ámbitos de la realidad, que en la mayoría de los casos resultan difíciles de cuantificar. Si bien, en el caso específico de México, la intención por parte de los gobiernos estatales de prohibir los productos denominados “desechables” tiene como propósito principal, mitigar el impacto que los desechos sólidos generados por el uso de estos en el medio ambiente, dicha medida también resultaría benéfica en otros rubros. El dejar de producir y consumir productos plásticos de un solo uso traería consigo efectos positivos para la salud pública, así como para otros sectores de la economía que pudieran fungir como sustitutos de la industria manufacturera de productos desechables de unícel.

Los beneficios de prohibir estos productos se hacen latentes desde la producción misma, debido a que durante el proceso de fabricación se liberan partículas contaminantes a la atmósfera. Sin embargo, en el caso particular de los productos desechables elaborados de poliestireno expandido, es al final de su vida útil, y una vez que se han convertido en desechos, donde se presentan las mayores afectaciones tanto para el medio ambiente, la salud y la economía, siendo las más representativas las que se enlistan en la imagen 3.1.

Imagen 3.1. Impactos benéficos como resultado de prohibir el uso de desechables.



Fuente: Elaboración propia con base en el documento: Prohibición de Plásticos de un solo uso. Conjunto de directrices para la Sostenibilidad. United Nations Environment Programme (UNEP) 2018

3.2.1 Impactos en el medio ambiente

Debido a los compuestos químicos con los que es fabricado, el unigel es un material no biodegradable, es decir, que la naturaleza sólo puede dividir su estructura en pequeñas partes, pero no puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman, debido a la acción de agentes biológicos, como plantas, animales, microorganismos y hongos, bajo condiciones ambientales naturales.

Una vez utilizados los productos hechos de unigel, al no ser biodegradables tendrán dos opciones; el reciclaje o el hacinamiento en rellenos sanitarios o basureros. En el mejor de los casos el unigel será recolectado para posteriormente ser canalizado a un centro de acopio y/o reciclado donde, a través de ciertos procesos químicos y físicos (los cuales se vieron previamente en el Capítulo 1), podrá ser reutilizado como materia prima para ciertos productos. La segunda opción, consiste sencillamente en ser vertidos en rellenos sanitarios o basureros, donde serán concentrados hasta el momento en el que el volumen de estos sea tal, que se opte por la incineración de estos, con el fin de obtener más espacio para futuros desechos.

El proceso de incineración del unigel, y de la basura en general, es un procedimiento delicado, al implicar temperaturas sumamente altas dentro de las cuales los residuos emiten gases, los cuales son altamente tóxicos para el ser humano y demás especies animales, además de contaminar severamente el aire, contaminando la atmosfera y favoreciendo con ello la destrucción de la capa de ozono.

Actualmente, existe una amplia cartera de métodos y técnicas que se pueden utilizar para medir el impacto ambiental ya sea de un producto, un subsector o de una industria global. La elección de una dependerá de una serie de factores que mejor se ajusten a la problemática, por ejemplo, la disponibilidad de los datos o el alcance del estudio a través del tiempo serán cruciales al momento de decantarse por una u otra opción.

3.2.1.1 Estimación de impacto ambiental de un solo componente de los productos desechables de unigel (vasos)

En el caso particular de los productos de un solo uso hechos de poliestireno, hasta el momento (2019) no existe en México y en otros países, un estudio de impacto ambiental que englobe todos estos bienes. Y si bien es cierto que la medición del impacto ambiental no es el objetivo central de este trabajo, resultaría esclarecedor presentar alguna medición que permita poner de manifiesto la gravedad del problema ambiental que representa la fabricación, consumo y manejo de los residuos de los productos plásticos de un solo uso.

Para mostrar algunas cifras categóricas sobre el impacto ambiental de los productos derivados del poliestireno expandido en el territorio nacional se optó por un documento elaborado por la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) titulado “Análisis de ciclo de vida de vasos desechables en México. Poliestireno expandido y papel plastificado (2013)”. Conforme a lo estipulado al inicio de este estudio, su objetivo es conocer los impactos ambientales en el ciclo de vida de vasos desechables elaborados con poliestireno expandido, así como los fabricados de papel plastificado.

Para la medición del impacto se empleó el método de evaluación de impacto CML¹⁹, la cual considera 10 categorías de impacto: (disminución de la capa de ozono, toxicidad humana, ecotoxicidad de agua dulce, ecotoxicidad agua de mar, ecotoxicidad terrestre, oxidación fotoquímica, calentamiento global, acidificación, agotamiento de recursos abióticos y eutrofización).

Se consideraron solo nueve categorías que componen el método de impacto CML (se excluyó ecotoxicidad agua de mar), para cada una de las cuatro etapas del ciclo de vida de los vasos hechos de unisel: materias primas, producción, distribución y fin de vida. Los resultados obtenidos se sintetizan en la tabla 3.1, la cual describe de manera breve en que consiste cada etapa, así como el principal impacto ambiental que se genera durante cada una de estas.

Tabla 3.1 Etapas de ciclo de vida para el análisis de impacto de los vasos desechables de EPS

Etapas	Descripción	Mayor impacto
Obtención de materias primas	Producción de las perlas de EPS y el material de empaque (bolsas, de PE y cajas de cartón corrugado), así como su transporte a la planta productiva.	En esta etapa se genera la mayor cantidad de impactos ambientales, debido principalmente al proceso de producción del estireno.
Producción	Generación y consumo de energía eléctrica, gas natural, emisiones y residuos correspondientes a la fabricación del vaso	El uso de gas natural genera los mayores impactos ambientales.
Distribución	Transporte de los vasos desde la planta productiva hacia los sitios de venta y /o hacia el sitio donde el consumidor lo usa.	El transporte desde las plantas de producción a los mayoristas genera el mayor impacto de la etapa de distribución, debido a los combustibles fósiles utilizados.
Uso	En la etapa de usos no se consideran las entradas de materia y energía ni emisiones asociadas. El vaso se utiliza una vez.	No se produce impacto ambiental (el uso es único y no se contabiliza transferencia de materia o energía.
Fin de Vida	Se considera que después de un único uso el 99.5% de los vasos se llevan al relleno sanitario y solo el 0.5% restante se recicla.	Esta etapa genera la menor cantidad de impactos potenciales.

Fuente: Análisis de ciclo de vida de vasos desechables en México. Poliestireno expandido y papel plastificado. Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) 2013.

¹⁹La metodología de CML es la más utilizada en cuanto a la medición de impacto ambiental a nivel internacional por considerarse la más completa, la cual fue elaborada por el Instituto de Ciencias Medioambientales de la Universidad de Leiden en los Países Bajos.

Conforme a la información presentada en la tabla 3.1, resulta llamativo que, según este informe de la ANIQ, la última etapa en el ciclo de vida de los vasos desechables de EPS genere la menor cantidad de impactos potenciales al medio ambiente, lo cual contradice a otros estudios referenciados con anterioridad, (Los desechos 2.0, Banco Mundial), los cuales establecen que es precisamente cuando estos productos se convierten en desechos, cuando se registra el mayor impacto ambiental.

La metodología CML consiste en la creación de un diagrama que describe todos los procesos relevantes del ciclo de vida del producto (vasos desechables de 10 onzas hechos de unicele). Estos procesos están definidos por las entradas y salidas del sistema:

- Emisiones al aire, agua y suelo.
- Uso de materias primas (recursos naturales, materiales y combustibles).
- Productos evitados.
- Residuos finales para tratamiento.
- Residuos finales no tratados.
- Emisiones no materiales (radiación, ruido).
- Aspectos económicos.

Los resultados se visualizan en una hoja de cálculo que presenta factores de caracterización para más de 1700 flujos, los cuales son ponderados conforme a una serie de normas establecidas por la Unión Europea (UE).

Para este estudio, se calculó la participación porcentual de las nueve categorías de la metodología CML (agotamiento de recursos, acidificación, etc.) asociada a cada una de las cuatro fases del ciclo de vida de los vasos desechables de PES, (materias primas, producción, distribución y fin de vida), resultados que se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2 Resultados del estudio del impacto ambiental del ciclo de vida de los vasos desechables. Porcentaje por categoría analizada. (metodología CML)

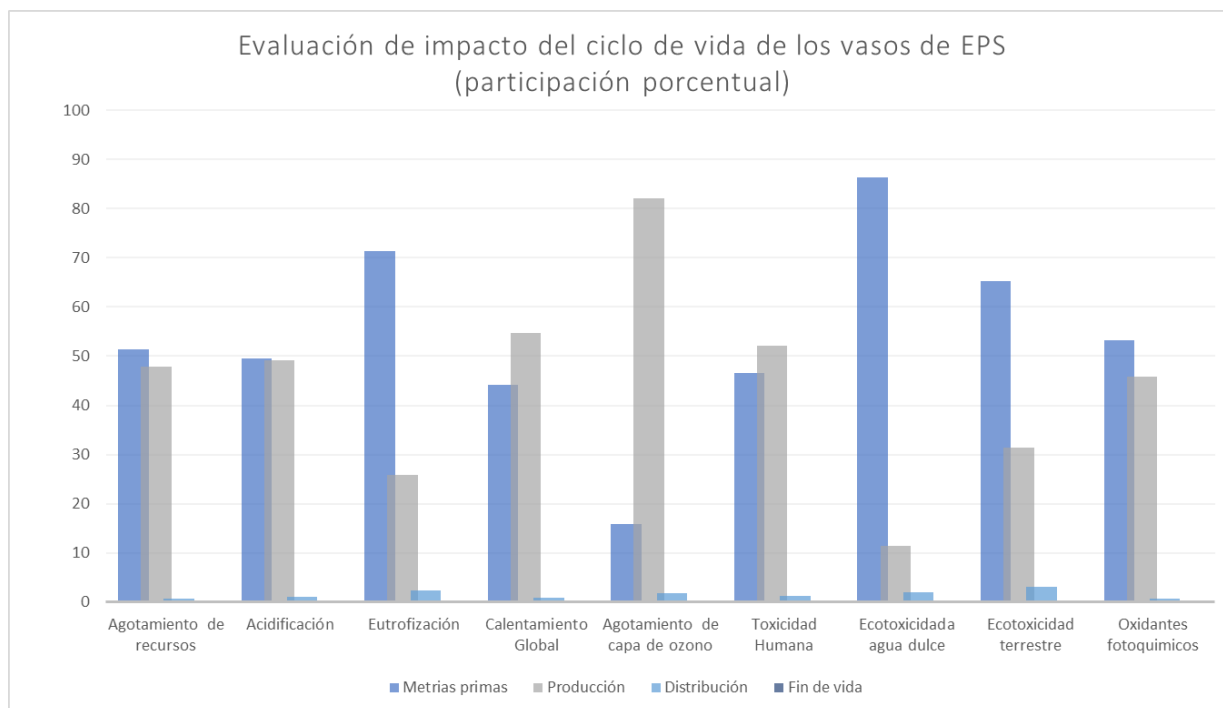
Categoría	Materias primas	Producción	Distribución	Fin de vida
Agotamiento de recursos	51.4	47.8	0.7	0.1
Acidificación	49.6	49.2	1.0	0.2
Eutrofización	71.4	25.8	2.4	0.4
Calentamiento Global	44.2	54.8	0.9	0.1
Agotamiento de capa de ozono	15.9	82.0	1.9	0.2
Toxicidad Humana	46.5	52.2	1.2	0.1
Ecotoxicidad agua dulce	86.4	11.4	2.0	0.2
Ecotoxicidad terrestre	65.2	31.4	3.1	0.3
Oxidantes fotoquímicos	53.3	45.9	0.7	0.1
*Promedio	53.7	44.5	1.5	0.1

Fuente: Análisis de ciclo de vida de vasos desechables en México. Poliestireno expandido y papel plastificado. Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) 2013. *La suma del promedio no da 100 por redondeo de las cifras.

De acuerdo con las cifras de la tabla 3.2, la última etapa de los vasos desechables de unicele, *Fin de Vida*, no alcanza medio punto porcentual de participación en ninguna de las nueve categorías

consideradas en el estudio de la ANIQ, siendo su promedio 0.18, situación que la ubica como la etapa de menor impacto ambiental, Distribución (1.5%) y Producción (44.5%) se ubican como la tercer y segunda etapa con mayor participación de impacto ambiental, siendo la obtención de Materias Primas la primera con una media de 53.7%.

Grafica 3.1 Evaluación del impacto ambiental por etapas de su ciclo de vida.



Fuente: Elaboración propia con datos del documento: Análisis de ciclo de vida de vasos desechables en México. Poliestireno expandido y papel plastificado. Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) 2013.

A manera de conclusión con respecto a este apartado, *3.2.1 Impactos en el medio ambiente*, es que si bien la mayor atención con respecto a los impactos ambientales de los productos plásticos de un solo uso (en particular de aquellos hechos con PES) se centra en la última etapa del ciclo de vida de dichos productos, es decir cuando se vuelven residuos sólidos, dicha etapa está lejos de ser la que tiene el mayor impacto ambiental de entre todas las que integran el ciclo de vida de los vasos de uniceL. Conforme a lo mostrado tanto en la tabla 3.2 Resultados del estudio del impacto ambiental del ciclo de vida de los vasos desechables, como en la Gráfica 3.1 Evaluación del impacto ambiental por etapas de su ciclo de vida, se observa que la etapa de obtención de materias primas es la de mayor impacto en siete de las nueve categorías analizadas, únicamente Toxicidad y Calentamiento global tienen un porcentaje más alto en otra etapa, (Producción, en ambos casos).

El impacto ambiental no es únicamente el relacionado con los residuos que terminan en rellenos sanitarios, tiraderos o en el mejor de los casos en centros de reciclaje, todo el ciclo de vida de este producto (como ocurre con casi todos productos plásticos) tiene repercusiones incluso antes de su misma elaboración, tal y como se vio en los resultados del análisis elaborado por la ANIQ.

3.2.2 Impactos a la economía

En años recientes, las dependencias gubernamentales alrededor del mundo dedicadas a la recopilación y manejo de información han puesto en marcha las llamadas “*cuentas ecológicas*”, con el propósito de estimar los impactos que la actividad económica genera en el medio ambiente.

En el caso específico de nuestro país, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) elabora las Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM)²⁰, las cuales tienen como finalidad presentar el valor económico del impacto al medio ambiente y los recursos naturales derivado de las actividades económicas en referencia al Producto Interno Bruto, así como el monto erogado para la protección del medio ambiente.

Las SCEEM estiman los costos en proporción al Producto Interno Bruto (PIB) anual por degradación y agotamiento ambiental, los cuales serían según el propio INEGI, la cantidad de recursos que tendría que invertir el país para remediar o prevenir el deterioro ambiental generado por la actividad productiva realizada en un año.

En la tabla 3.3 se muestran tanto los costos por degradación, por agotamiento, la sumatoria de ambos, así como la contribución de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Si bien es cierto que la participación del total (costo por degradación + costo por agotamiento) ha presentado una tendencia decreciente, iniciando en 2007 con un 5.4% y bajando a un nivel de 4.3% en 2017, lo que representa una reducción del 20.37%, la participación de los Residuos Sólidos Urbanos no lo ha hecho al mismo ritmo. En el año 2007 los costos con respecto al PIB fueron del 0.66%, mientras que para el año 2017 estos fueron el 0.58%, lo cual significo una reducción de apenas el 12.1%.

Tabla 3.3 Costos por degradación ambiental con respecto al PIB (2007-2017)

Costos Totales por Degradación Ambiental como proporción del PIB a precios de mercado

Año	Costo por Degradación/PIB	Costo por Agotamiento/PIB	Total	Participación de los Residuos Sólidos Urbanos
2007	4.40	1.00	5.40	0.66
2008	4.20	1.70	5.90	0.63
2009	4.30	1.70	6.00	0.65
2010	4.10	1.70	5.80	0.62
2011	4.00	1.40	5.40	0.60
2012	3.80	1.80	5.60	0.57
2013	3.80	1.80	5.60	0.57
2014	3.90	1.80	5.60	0.59

²⁰ Las SCEEM consideran las recomendaciones y estándares estadísticos internacionales como el Sistema de Cuentas Nacionales 2008 y el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica 2012. Marco Central; de Naciones Unidas, entre otros. Incluyen cuadros de resultados con el Producto Interno Neto ajustado ambientalmente y ajustes ambientales, secuencia de las cuentas económicas ajustadas ambientalmente, Gastos en Protección Ambiental, Balance de activos económicos producidos y no producidos.

2015	3.80	1.00	4.90	0.57
2016	3.80	0.60	4.40	0.60
2017	3.70	0.60	4.30	0.58

Fuente: INEGI. Temas: PIB y cuentas nacionales Satélite Ecológicas. <https://www.inegi.org.mx/temas/ee/> 3 de septiembre, 2019 (INEGI, 2019)

Lo anterior pone de manifiesto, que si bien es cierto que las medidas que en los últimos años el gobierno ha implementado con el fin de mitigar los impactos negativos que la actividad económica ha generado en el medio ambiente, ciertos elementos como los patrones de consumo y el incremento de la población en zonas urbanas, han impedido avances sustanciales en cuanto a los temas ecológicos. Tal es el caso de los residuos plásticos, los cuales han visto incrementado su participación dentro de los RSU, y por ende su contribución a los costos por degradación y agotamiento, debido a los actuales patrones de consumo, en los que México se posiciona según datos de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2018, como el segundo consumidor a nivel mundial en el consumo de refrescos y el primero en agua embotellada.

En lo que se refiere al caso particular de los residuos del poliestireno expandido, no existen cifras oficiales que calculen el costo por degradación del suelo, pero según estimaciones de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico (ANIPAC), la industria del poliestireno contribuye entre un 7 y un 12 por ciento del valor considerado por el INEGI del total de los productos desechados fabricados en plástico.

Con base en cifras oficiales que presentan el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el cual estima los costos por erosión y degradación del suelo como los costos de degradación debida a RSU, (en el cuadro 3.1 se describe a detalle las características metodológicas de cada uno de estos costos), la ANIPAC realizó su propia estimación para el Costo de Degradación debida a residuos plásticos, la cual se presenta en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Descripción de los costos de Erosión y degradación del suelo y de Degradación debida a los Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

Costo	Descripción
Erosión y degradación del suelo	<p>Estiman el costo por erosión y degradación del suelo, el cual se refiere al valor monetario de las acciones para remediar la degradación ambiental de los suelos; se estimaron los costos de remediación a realizar dependiendo del tipo de daño. Así, para el encostramiento o anegamiento, formas de degradación física, se propone la incorporación de materia orgánica al suelo (composta), o bien el desarrollo de obras hidráulicas como cauces controlados.</p> <p>Estimaciones del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, el cual se basa en el Sistema de Contabilidad Económica y Ambiental elaborado por ONU, OCDE, BM y EUROSTAT.</p>
Degradación debida a RSU	Se refiere a los costos por la gestión, control y manejo de los residuos sólidos urbanos. La valoración económica considera el tratamiento, manejo y disposición de dichos residuos; se calculó con base en

información de estudios realizados por el Gobierno del Distrito Federal referidos a análisis financieros y proyectos para la gestión de los residuos.

Estimaciones del Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México, el cual se basa en el Sistema de Contabilidad Económica y Ambiental elaborado por ONU, OCDE, BM y EUROSTAT.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, PIB y Cuentas Nacionales, Cuentas Económicas y Ecológicas, consultado en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/TabGeneral.aspx?s=est&c=33646>, 16-01 2017

Tabla 3.5 Costos por agotamiento de los recursos naturales y por degradación ambiental, derivados de actividades económicas y hogares, año base 2008

Año	Erosión y degradación del suelo	Degradación debida a RSU	Degradación debido a residuos plásticos	Estimación degradación debida a residuos de Poliestireno
2007	62586	33882	3998	380
2008	72670	40290	4714	448
2009	61709	43098	5042	479
2010	62122	44705	5275	501
2011	68242	47974	5661	538
2012	75673	51569	6034	573
2013	81631	55150	6453	613
2014	86467	58286	6878	653
2015	88402	61253	7228	687

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT

La estimación hecha por la ANIPAC (tabla 3.5, cuarta columna), parte del documento: Informe de la Situación del Medio Ambiente en México (2018), elaborado por la SEMARNAT, según el cual, para el año 2007 el porcentaje de degradación de los residuos plásticos con respecto a los RSU era de aproximadamente el 11.8%, nivel equivalente a 3,998 millones de pesos (precios corrientes). Para ese mismo año 2007, la Asociación Nacional de la Industria Química estimó que la participación de los residuos de poliestireno en la degradación del suelo oscilaba entre el 7 y el 12 por ciento del valor estimado por la degradación atribuida a los residuos plásticos, lo cual expresándolo en términos monetarios sería aproximadamente 380 millones de pesos. (promedio). Para el año 2015, el costo por degradación debido a residuos plásticos fue de alrededor de 7,228 millones de pesos, mientras que el costo asociado a los residuos de poliestireno fue de aproximadamente 687 millones de pesos, lo cual representó un incremento del 80% en el periodo 2007-2015.

3.2.3 Impactos a la salud

En lo concerniente a la salud, los productos desechables hechos de unicel, (como ocurre con gran parte de los productos plásticos), al interactuar con ciertos elementos de la naturaleza, como la exposición al calor, al aire, o el agua, liberan ciertas sustancias que son tóxicas. En el caso específico de los productos hechos de poliestireno expandido, su principal componente es el estireno, el cual, es un compuesto químico que ha sido catalogado como cancerígeno por múltiples

organismos. Tal es el caso de la Agencia de Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades de Estados Unidos de América (ATSDR), la cual ha catalogado al poliestireno como un elemento detonante para la aparición del cáncer, por su parte el Programa Nacional de Toxicología de Estados Unidos (NTP, por sus siglas en inglés) del Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS, por sus siglas en inglés) identifica al estireno como una sustancia “razonablemente anticipado de ser carcinógeno en seres humanos”, conforme a lo expuesto en el *Informe sobre carcinógenos*, duodécima edición, publicado el 10 de junio de 2011²¹. Además, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el estireno es posiblemente carcinogénico²².

Si bien es cierto que uno de los temas medulares de este trabajo es el poliestireno como residuo, en este apartado referente a los impactos a la salud, no puede pasarse por alto que las afectaciones que tienen los productos hechos de este material se dan a lo largo de todo su ciclo de vida, desde su fabricación, pasando por su consumo y finalmente su desecho. Razón por la cual se presenta, aunque de manera muy esquematizada, los principales problemas para la salud en las tres etapas de todo producto hecho de unisel: producción, consumo y desecho. La imagen 3.2 expone dichas afectaciones, las cuales son el resultado de múltiples estudios realizados principalmente por las agencias sanitarias de los Estados Unidos.

Imagen 3.2 Principales afectaciones a la salud provocados por los productos hechos de poliestireno y sus derivados.

Producción	Consumo	Desecho
<ul style="list-style-type: none"> Segun estudios de la Sociedad Americana Contra el Cancer (ACS , por sus siglas en ingles) ha relacionado a la aparicion de leucemia y linfomas en aquellos trabajadores que se ven expuestos a un contacto frecuente con el poliestireno y sus derivados. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios demuestran que el poliestireno expandido al estar en contacto con liquidos calientes pueden liberar ciertas sutancias como las dioxinas. Las dioxinas tienen elevada toxicidad y pueden provocar problemas de reproducción y desarrollo, afectar el sistema inmunitario, interferir con hormonas y, de ese modo, causar cáncer 	<ul style="list-style-type: none"> La Agencia del Medio Ambiente de EEUU que detalla la presencia de estireno en el agua y como su consumo podría estar relacionado con enfermedades del hígado, de los nervios y cáncer. La icineracion de los residuos de poliestireno son afectan severamente el aire, contaminandolo y dañando la capa de ozono.

Fuente: Elaboración propia con información recadaba de las agencias de salud de Estados Unidos: American Cancer Society, (ACS), Agencia de Protección Ambiental (EPA).

²¹ https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs53.pdf

²² Se entiende por sustancia cancerígena cualquier agente físico, químico o biológico que es capaz de originar un cáncer en el organismo

3.2.4 El problema de la industria del reciclaje

La creación de toda una industria recicladora de unicel no radica en cuestiones netamente técnicas, existen diferentes procesos que permiten reciclar productos cuya materia prima es el poliestireno expandido, la cuestión es de viabilidad. La propuesta de crear una industria nacional de reciclaje de poliestireno expandido en México es factible mas no viable debido a dos factores principales:

- Precio de materia prima
- Limitantes de uso

El precio como materia prima del poliestireno expandido es en la actualidad mucho menor en comparación con otros materiales, situación que lo relega dentro del mercado de reciclaje a nivel nacional. Actualmente los materiales que más se reciclan, según Situación del Medio Ambiente en México (2018) elaborado por la SEMARNAT son:

1. Papel
2. Cartón
3. Aluminio
4. PET
5. Cobre
6. Vidrio

En este mismo documento no figura el poliestireno expandido, debido a que la cantidad de este material que se recicla apenas alcanza las 400 toneladas anuales. El principal factor que explica esta situación es el precio de compra por kilogramo recolectado. Mientras que el precio por kg. de cobre y aluminio (promedio) es de \$96.00 y \$22.00 respectivamente²³, el precio por Kg. de poliestireno expandido es de \$12.00 en el único centro de acopio y reciclaje que paga por este material, dado que en los otros centros exclusivamente dedicados a esta misma labor no ofrecen alguna gratificación por el material que reciben, estas empresas operan mediante la entrega gratuita de poliestireno por parte de asociaciones civiles y ambientalistas principalmente.

El poliestireno expandido es un derivado del poliestireno, el cual es un plástico y como tal derivado del petróleo, los cuales se fabrican mediante polimerización, proceso altamente mecanizado y que requiere una cantidad mínima de materia prima, lo cual permite manejar precios bajos en el mercado internacional, esto en comparación con otros elementos netamente extractivos como lo son los metales, y cuyo precio en el mercado de reciclaje es comparativamente mayor. De tal forma que, los productos desechables de unicel se pueden ofertar a un precio bajo, porque su proceso de producción y sus principal material de elaboración son módicos, pero que una vez desechados el precio de la materia prima es tan bajo que existe muy poco interés de particulares o empresas de recolectarlo con el propósito de reutilizarlo.

En cuanto a sus limitantes de uso, el precio de producción promedio por un kilogramo de PES en su presentación de esferas, según la ANIQ es de aproximadamente \$45.00 y según estimaciones de esta misma organización, el costo de reciclar para obtener la misma cantidad de este material es de

²³ <https://www.supraciclaje.com/precios-hoy/>

\$22.00, monto que si bien presenta una diferencia significativa, presenta inconvenientes en cuanto a su uso, debido a que el producto reciclado no puede utilizarse nuevamente en la fabricación de productos que estén en contacto directo con alimentos y bebidas.

3.3 El marco jurídico de la prohibición

El papel del Estado como agente promotor del cuidado del medio ambiente, tiene sus bases legales, en el caso específico de nuestro país en la Constitución Política Mexicana, la cual establece en su Artículo 4°, Párrafo quinto:

“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley”.

Las atribuciones que la Constitución le otorga al Estado con el propósito de garantizar un *medio ambiente sano* le permiten crear un marco jurídico basado en leyes y reglamentos que funjan como modeladoras de conductas acordes con un desarrollo sustentable. Este marco jurídico ha permitido la construcción de una política ambiental que según (Micheli, 2002) se empezó a construir a partir de los años ochenta y noventa, subordinada tanto al modelo neoliberal como al proceso de integración global.

Inmerso en este mismo proceso globalizador, el estado mexicano se ha visto en la necesidad de firmar tratados internacionales y a cumplir con ciertas normatividades concernientes al cuidado del medio ambiente (manejo de sustancias tóxicas, reducción de las emisiones de carbono, etc.). De tal forma que, en los últimos años, la tendencia internacional es la de promover acciones encaminadas a reducir las externalidades negativas generadas por la actividad humana, pero dentro del accionar del mercado y del propio sistema capitalista en general.

Ahora bien, no existe en la actualidad (septiembre de 2019), un tratado de carácter internacional que prohíba el uso de productos de un solo uso fabricados a partir del poliestireno expandido, (se da por descontado que la prohibición no considera productos de otra clase hechos de este mismo material). Lo más cercano a eso es la “Directiva del parlamento europeo y del consejo relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente”²⁴ emitida el 5 de junio de 2019 por el Parlamento Europeo, la cual establece en su Artículo 5 “Restricciones a la introducción en el mercado” que a la letra dice:

Los Estados miembros prohibirán la introducción en el mercado de los productos de plástico de un solo uso enumerados en la parte B del anexo y de los productos fabricados con plástico fotodegradable.

²⁴ Directiva del parlamento europeo y del consejo relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-11-2019-REV-1/es/pdf>

En cuyo Anexo B se enlistan entre otros, aquellos productos cuya materia prima es el poliestireno expandido. Esta prohibición es la de mayor alcance en cuanto al número de naciones se refiere, 27 por ser el número de países miembros de la Unión Europea.

En el caso de México, de los múltiples tratados de carácter ambiental, comercial o sanitario que tiene firmados, ninguno establece un control o prohibición de este material en sus múltiples usos, razón por la cual la proscripción de los productos no existe en el orden federal, y se ha dejado a consideración de los congresos locales la decisión de continuar o no permitiendo su fabricación y comercialización dentro de su jurisdicción.

3.4 El alcance de la prohibición

La prohibición de productos plásticos de un solo uso (entre los que se encuentran los desechables de unisel) es discrecional, es decir, cada Estado tiene la libertad de formular y promulgar las leyes que instituyan la restricción o prohibición de ciertos productos en pro del bienestar público, lo cual explica por qué en algunos estados está prohibido el uso de dichos productos mientras que, en otras entidades estos pueden ser comercializados libremente.

Actualmente, de las 32 entidades federativas que integran a los Estados Unidos Mexicanos, diez cuentan con leyes en las cuales se estipula la prohibición de los productos desechables hechos de poliestireno expandido (entre muchos otros productos de un solo uso). En la tabla 3.6 se enumeran dichas entidades, así como las fechas de aprobación y entrada en vigor de la prohibición.

Tabla 3.6 Entidades en las cuales están prohibidos los envases desechables de unisel.

Entidad	Aprobación	Entrada en vigor
Sonora	25 de abril de 2018	12 de diciembre de 2018
Veracruz	14 de mayo de 2018	1 noviembre de 2018
Chihuahua	30 de agosto de 2018	1 enero de 2019
Durango	1 de septiembre de 2018	1 enero de 2019
Baja California	30 de octubre de 2018	6 de marzo de 2019
Coahuila	19 de diciembre de 2018	1 de enero de 2019
Tlaxcala	12 de marzo de 2019	13 de marzo de 2019
Hidalgo	19 de marzo de 2019	15 de abril de 2019
Puebla	24 de abril de 2019	25 de abril de 2019
Oaxaca	11 de abril de 2019	12 de abril de 2019

Fuente: Greenpeace México. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/2354/las-prohibiciones-a-los-plasticos-de-un-solo-uso-una-tendencia-mundial>

Conforme a lo expuesto en la tabla 3.6, se puede observar que la prohibición es un hecho relativamente reciente, el primer estado en aprobar una ley al respecto fue Sonora el 25 de abril de 2018, pero no fue la primera en entrar en vigor, ya que el estado de Veracruz hizo efectiva la prohibición el primero de noviembre de 2018.

En los próximos meses habrán de sumarse cuatro estados más: Ciudad de México, Jalisco, Nuevo León y San Luis Potosí (ver tabla 3.7). Este grupo resulta especialmente importante si consideramos que tres de ellos se encuentran entre las cinco entidades con mayor participación porcentual del

PIB (1ero Ciudad de México con un 16%, 3ero Nuevo León con 7.5 y 4to jalisco con 7.1) según el Comunicado de prensa núm. 644/18 del 10 de diciembre de 2018, si consideramos la relación entre renta consumo y generación de residuos. Tan solo en la Ciudad de México, según estimaciones de la ANIQ, se consumió el 28% del total nacional de productos desechables de unícel en el año 2017, lo cual, sumado a la proscripción de productos desechables en otros dos estados con un alto nivel de consumo como lo son Nuevo León y Jalisco, acarreará mejoras en torno a la disminución en la degradación del suelo como consecuencia de los Residuos Sólidos Urbanos.

Tabla 3.7 Entidades próximas a prohibir el uso de envases desechables de unícel.

Entidad	Promulgación	Entrada en vigor
Jalisco	29 de septiembre de 2018	1 de enero de 2020
Nuevo León	25 de marzo de 2019	1 de enero de 2020
Ciudad de México	9 de mayo de 2019	1 de enero de 2020
San Luis Potosí	2 de febrero de 2019	1 de enero de 2020

Fuente: Greenpeace México. <https://www.greenpeace.org/mexico/blog/2354/las-prohibiciones-a-los-plasticos-de-un-solo-uso-una-tendencia-mundial/>

El primero de enero del año 2020 serán un total de 14 entidades federativas las que contarán con leyes que prohíban el uso de productos desechables de unícel (ver mapa 3.1), lo cual significa un avance significativo considerando que la población de este bloque suma un total de 61.5 millones de personas (según datos del INEGI), cifra que representa la reducción de aproximadamente la mitad del mercado potencial para los productos de unícel.

Mapa 3.1. Panorama de la prohibición de los desechables de unícel de un solo uso por entidad federativa.



Fuente: elaboración propia con datos de la SEMARNAT, INEGI y Greenpeace.

Aun y cuando la prohibición de productos de un solo uso, tanto de unícel como de otros derivados del petróleo se diera únicamente en la Ciudad de México, el impacto es significativo, ya que, según estimaciones de la Asociación Nacional de la Industria Química, (la secretaria de medio ambiente de dicha entidad federativa no cuenta con cifras específicas para el poliestireno expandido²⁵), la capital del país genera el 30% del total de residuos generados anualmente en México.

De acuerdo con datos de la ANIQ, el grupo de catorce entidades federativas que en el año 2020 prohibirán el uso de envases de poliestireno expandido representa el 58% del consumo nacional de dichos productos.

3.5 Poliestireno Expandido y otros usos menos contaminantes.

A lo largo de este documento se ha planteado la necesidad de prohibir el uso del poliestireno expandido como materia prima en la elaboración de productos de un solo uso, en especial los catalogados como recipientes desechables para alimentos y bebidas, agrupando a aquellos fabricados para ser utilizados en un corto periodo de tiempo, sacrificando una mayor durabilidad a cambio de una mayor comodidad de uso y un precio menor.

La idea central de este trabajo es la de cuantificar los costos que implicaría la prohibición de utilizar desechables hechos de poliestireno expandido (unícel), dejando de lado otros productos elaborados a base de este mismo material utilizados principalmente en los ramos del embalaje y la construcción.

El primero de estos usos, es el referente al empleo de moldes de poliestireno expandido utilizados como envoltura que contiene elementos de manera temporal, principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje. La industria del embalaje ha seguido siendo la principal fuerza motriz para el crecimiento de la industria del poliestireno expandido. La industria del envasado en economías emergentes como China o India ha sido uno importante impulsor en el crecimiento de su Producto Interno Bruto en los últimos quince años, toda vez que el aumento de la demanda de bienes de consumo en estos países ha dado lugar al aumento de la demanda de materiales de embalaje, siendo el poliestireno expandido uno de los más socorridos debido a las múltiples ventajas que ofrece en comparación con materiales. Según (Zamudio Peña, 2019) la industria del embalaje dominó el mercado de poliestireno y poliestireno expandido con alrededor del 40% del volumen total consumido en 2015. Se espera que el segmento eléctrico y electrónico sea el mercado de aplicaciones de poliestireno expandido de más rápido crecimiento.

Sin embargo, la tendencia favorable del poliestireno expandido podría cambiar en los próximos años debido a factores tales como la preocupación por el medio ambiente, fluctuaciones de los precios de las materias primas, así como la posible reducción de los materiales de sustitución.

El segundo de los usos del poliestireno expandido es el relacionado con la industria de la construcción. Las placas o paneles de unícel se emplean como revestimiento térmico de muros, cubiertas y cimentaciones de edificios, naves industriales, locales comerciales y casas habitación por

²⁵ La Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (SEDEMA), publica cada año el informe sobre la recolección de residuos, el "Inventario de Residuos Sólidos", en el cual no se especifican cifras en específico sobre productos hechos de unícel.

su alto grado de resistencia al paso de calor, sus excelentes propiedades de resistencia estructural con respecto a su ligereza y por su bajo costo de adquisición e instalación. Conjuntamente a sus propiedades térmicas, estructurales y de su ligereza, las placas de poliestireno expandido poseen otras características igualmente importantes tales como una baja absorción y retención de agua sin permitir el crecimiento de hongos o bacterias. Las placas de poliestireno admiten una gran diversidad de productos de revestimiento, desde mortero común hasta pinturas y pastas libres de solventes, para dar atractivos acabados lisos o texturizados.

Las placas o paneles de uniceL se han vuelto materiales muy socorridos por ser aislantes térmicos y sonoros, así como su relación resistencia/peso, lo cual se traduce en un ahorro del 40% en el tiempo requerido para la construcción de una casa habitación en la cual se emplea casetones de uniceL en lugar de los materiales tradicionales.

3.6 La dificultad de la transición

La cuestión de prohibir ciertos productos tiene múltiples y severas implicaciones, y más aún si existe un alto grado de dependencia por parte de los consumidores hacia dichos productos. El problema de sustituir los desechables implica no solo dejar de utilizarlos, lo cual involucra ir en contra de los usos y costumbres de los consumidores, implica brindar alternativas para la población, sustituirlos por otros productos que cumplan la misma función y que en la medida de lo posible ofrezcan los mismos diferenciadores de los desechables de uniceL: asequibilidad y practicidad.

Para el especialista internacional Eliot Whittington²⁶, la problemática de sustituir los envases plásticos radica en una cuestión puramente económica, en palabras del ambientalista británico *“la razón por la que el plástico es tan dominante en el mercado es su capacidad de hacer más por menos”*. Y es que, en efecto, los ventajas de los productos plásticos (grupo que comprende a los hechos de poliestireno expandido) son múltiples: impermeabilidad, versatilidad, ligereza, pero por encima de estas características, el factor determinante es el factor económico acotado en específico por los bajos costos que estos productos poseen en comparación con otros.

Y es precisamente, la cuestión de los bajos costos que tienen implícitos los productos plásticos, la razón de porque su uso se ha extendido durante tanto tiempo a nivel mundial. Existen desde hace muchos años alternativas, sin embargo, los costos en los que incurrirían las empresas que los fabrican o que hacen uso de estos para sustituirlos son demasiado altos.

Convencionalmente se clasifica los costos de un producto en tres tipos:

- Costos de fabricación
- Costos de almacenamiento
- Costos de transportación

Costos de fabricación

²⁶ Eliot Whittington actualmente se desempeña como Director del programa de políticas del Instituto para el Liderazgo en Sostenibilidad de la Universidad de Cambridge, Reino Unido

El costo de fabricación es sin lugar a duda el más representativo en el ciclo de vida de un producto. Los costos de producción son las erogaciones monetarias de todos los gastos que se han hecho dentro de la empresa, para la elaboración de un bien. Estos gastos contemplan todo lo referente a la mano de obra, los costos de los materiales, así como todos los gastos indirectos necesarios para la fabricación de un bien. Convencionalmente se agrupan los gastos en dos tipos: Costos Fijos (CF) y Costos Variables (CV). La sumatoria de los CF y los CV da como resultado los Costos Totales (CT), los cuales resultaran trascendentales para alcanzar la óptima gestión de la empresa.

Para el caso de unigel, los costos de fabricación son en esencia los mismos en los que incurriría cualquier empresa dedicada a la manufactura de productos plásticos: salarios, pago de servicios, renta de maquinaria, materia prima, etc. (los costos a detalles dependen de cada empresa en particular debido al tamaño de esta, sus procesos de producción etc.). Durante el proceso de fabricación del poliestireno expandido, (considerando sus tres usos principales²⁷) los costos de producción son baratos por dos factores principales: materia prima abundante y un procedimiento de elaboración altamente mecanizado.

El primer factor, el que se refiere a la materia prima “abundante”, se refiere a que el poliestireno (PS), elemento base para la elaboración del unigel es uno de los polímeros más utilizados a nivel mundial por sus múltiples ventajas intrínsecas, pero sobre todo debido a sus bajos costos de producción. Según Chemical Safety Facts²⁸, el poliestireno es la quinta resina más importante en términos de producción y consumo a nivel mundial, detrás del polietileno (PE), el polipropileno (PP), el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno-tereftalato (PET). El segundo factor, el alto grado de mecanización, permite reducir costos en mano de obra (en la mayoría de los casos es mano de obra poco calificada y todo lo que ello conlleva: bajos salarios, poca inversión en capacitación, etc. y todo lo que ello conlleva: prestaciones, seguridad social, etc.). Al ser básicamente un trabajo de “moldeado de piezas”, el gasto principal en el que incurren las empresas de este ramo es la inversión inicial que se requiere para la compra de la maquinaria necesaria.

Costos de almacenamiento

Otro importante costo para tomar en cuenta es aquel que contempla el resguardo del producto una vez que ya está terminado y en espera para ser ya sea llevado al intermediario o en su caso al consumidor final. El costo del almacenamiento depende principalmente de dos variables: la cantidad de existencias y el tiempo. Es decir, los costos se incrementarán conforme aumenten las existencias, así como el tiempo que estas estén en resguardo.

En el caso específico del unigel, el costo de almacenamiento en comparación con otros productos sustitutos es en general mucho menor, ya que como se mencionó en el Capítulo 1, una de las propiedades de los productos hechos de poliestireno expandido es su durabilidad, su resistencia a las condiciones atmosféricas (humedad, exposición directa a los rayos del sol, etc.). Al ser un artículo no perecedero, el unigel no requiere acondicionamientos especiales para su almacenamiento, situación que propicia bajos costos de almacenamiento.

²⁷ Construcción, embalaje y desechables para alimentos.

²⁸ Portal de internet con información sobre productos químicos el cual opera bajo el patrocinio de la American Chemistry Council.

Costos de transportación

El costo de transportación es aquel que contempla el traslado del producto terminado (los costos de las materias primas o insumos desde su lugar de origen, a la fábrica están implícitos en los costos de producción), hacia el local dispensador o directamente al consumidor final.

El costo de transportación está en función de dos variables:

- La distancia
- Las características de la carga (peso y volumen)

En el análisis de costo de transportación, y para fines de este trabajo, la variable distancia es irrelevante en el sentido de que esta sería la misma tanto para el unigel como para los demás productos sustituto. Situación que no ocurre con las características de la carga., ya que esta diferencia de la distancia (la cual afectaría en la misma proporción tanto al unigel como a los demás productos).

En el caso del poliestireno expandido, el costo de transportación es mucho menor en comparación con otros productos sustitutos (desechables biodegradables o incluso otros tipos de plástico).

Tabla 3.8 Comparativa de las características del unigel y otros materiales.

Comparativa. Unigel y otras alternativas	
Material	Peso volumétrico
Unigel	10 kg/m ³
Plástico (PET)	600 kg/m ³
Vidrio	2,600 kg/m ³
Cartón	700-1,100 Kg/m ³

Fuente: Ministerio de Comercio exterior y Turismo. Perú. ²⁹

Nota: la relación kg/m³ esta estimada en volumen de materia prima.

3.7 Las alternativas

Existen múltiples alternativas para sustituir a los productos desechables de unigel, cada una con sus propias características, lo cual implica inexorablemente ventajas y desventajas. La elección de el o los materiales sustitutos (toda vez que se considera poco probable la desaparición de los productos de un solo uso, en el corto y mediano plazo) dependerá de múltiples factores. Del conjunto de criterios a considerar sobresalen dos: el ambiental y el económico.

Aspectos ambientales

Resulta evidente que este sea uno de los criterios más importantes, dado que la prohibición de los productos desechables hechos de poliestireno se basa principalmente en los impactos negativos que estos generan al medio ambiente. La medición del daño al entorno tendría que estar

²⁹https://www.mincetur.gob.pe/wpcontent/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/consultora/docs_taller/talleres_2/42.pdf

sustentado en estudios como el realizado por la ANIQ³⁰, que muestren efectivamente que los productos sustitutos, a lo largo de su ciclo de vida, generan un impacto menor en comparación con los desechables de poliestireno expandido.

Hace unos años, la cuestión ambiental era un factor poco relevante al momento de tomar decisiones entorno al control, sustitución, prohibición parcial o total de un producto. Ha sido recientemente que las repercusiones ambientales han ganado terreno como elemento a considerar en la toma de decisiones.

Aspectos económicos

Aunado a la cuestión medioambiental, los productos que pretendan remplazar a los desechables de unice! deberían ser en la medida de lo posible sustitutos perfectos, es decir que posean la ventajas diferenciales que estos productos ofrecen a sus consumidores. Aspectos como el precio (el cual deberá fluctuar al precio promedio de los envases de unice!), alto grado de disponibilidad, así como su practicidad serían los más relevantes para ser considerados como sustitutos viables. Considerando los aspectos tanto ambientales como económicos se presentan a continuación las posibles alternativas a los productos desechables de poliestireno expandido. (Ver tabla 3.9)

Tabla 3.9 Comparativo entre los posibles materiales sustitutos del poliestireno expandido empleado en la fabricación de desechables.

Material	Ventajas/desventajas	Tipo	Dictamen
Vidrio	AA. Se puede reciclar. No representa un peligro potencial severo al medio ambiente. Es prácticamente inocuo para el medio ambiente y la salud humana. AE. Alto costo de transporte Su fragilidad y densidad lo convierten en un material poco versátil.	Reutilizable-desechable	Descartado: Se descarta de antemano ya que a pesar de sus múltiples ventajas no puede utilizarse para ciertos propósitos por su fragilidad.
Metal (aluminio)	AA. Se puede reciclar. No es biodegradable. AE. Material relativamente caro. Alto costo de transporte. No es completamente inocuo, por lo tanto, su uso está limitado a ciertos productos. Alto coste de producción.	Reutilizable-desechable	Descartado: se usa en la actualidad en la industria alimenticia, pero se descarta por su alto precio.
Cartón	AA. Se puede reciclar. Es biodegradable. AE. Alto costo de transporte. No es tan resistente como otros materiales y es susceptible al calor, al agua y la humedad. Bajo costo de producción.	Reutilizable-desechable	Aprobado: aun y cuando no tiene la resistencia a ciertos factores ambientales, se puede rebasar esta barrera al considerarse un producto de un ciclo de vida corto.
Plásticos (otra clase)	AA. Se puede reciclar, pero puede resultar muy costoso. Su grado de	Reutilizable-desechable	Descartado: se descarta porque presenta las

³⁰ "Análisis de ciclo de vida de vasos desechables en México. Poliestireno expandido y papel plastificado" ANIQ (2013)

	afectación al medio ambiente suele ser muy elevado. AE. Bajo costo de transporte. No es tan resistente como otros materiales y es susceptible al calor, al agua y la humedad. Bajo costo de producción.	Principalmente desechable	mismas características del producto que se plantea sustituir.
Materiales compostables (caña de azúcar, fécula de maíz, etc.)	AA. Se puede reciclar. Abundante materia prima. Inocuo para el medio ambiente. AE. Costo relativamente bajo.	Reutilizable- desechable	Aprobado: es un producto innovador que dadas sus ventajas bien podría sustituir a los desechables de uniceL.

Fuente: Elaboración propia con información de la ANIQ y Greenpace.com

Conforme a la Tabla comparativa 3.9, las alternativas más factibles para sustituir los envases desechables de comida hechos de poliestireno expandido son:

- Productos elaborados con materiales compostables.
- Productos elaborados de cartón.

Los envases compostables son aquellos que pueden biodegradarse por acción microbológica en un corto período de tiempo y sin dejar residuos tóxicos. Resulta oportuno aclarar que se está hablando en concreto de materiales compostables y no biodegradables. Los materiales compostables son biodegradables, pero no todos los materiales biodegradables son compostables (Pascual Lizaga, 2019), las dos principales diferencias son que, los compostables terminan no solo degradándose, sino que además se convierte en composta o abono, además, el proceso de descomposición es más acelerado en el caso de los productos compostables. Los envases para alimentos compostables pueden elaborarse a partir de múltiples materias primas: almidón de papa, fécula de maíz, etc., motivo por el cual se vuelve un producto sumamente versátil y que no está condicionado a un solo elemento como ocurre con otros posibles material sustitutos. Con lo antes mencionado, los aspectos ambientales resultan ampliamente satisfactorios para los envases desechables hechos de materiales compostables, ahora corresponde abordar lo referente a los aspectos económicos. Los costos más importantes a los que se enfrenta la implementación de los envases compostables se darán con la fabricación a gran escala de estos, la introducción de este tipo de productos de manera masiva al mercado implicara importantes costos derivados principalmente de los cambios tecnológicos y operativos necesarios para sustituir al poliestireno como materia prima en este tipo de productos. En lo referente a los costos de transportación y almacenaje, el primero, según estimaciones de la European Compost Network, no representaría variaciones significativas dadas las similitudes en cuanto a densidad y maleabilidad que existe entre los descébales de poliestireno expandido y los materiales compostables. En el caso del almacena, este mismo organismo europeo, establece que los envases compostables resultarían un poco más costosos ya que no cuentan con la resistencia (son más susceptibles a variaciones de la humedad, el calor, etc.) además de que su ciclo de vida es mucho más reducido que el de los productos plásticos, factores que encarecen el proceso de almacenaje. Por último, al ser un producto cuya intención es ser biodegradable, no existe un proceso de reciclaje ya que los materiales con los que se elabora se degradan al punto que se incorporan de manera orgánica al medio ambiente.

En cuanto a los envases hechos de cartón estos presentan varias ventajas en comparación con los hechos a partir de plástico, incluido el poliestireno expandido. Retomando los aspectos ambientales

el cartón resulta mucho más amigable al medio ambiente, ya que es un material biodegradable a diferencia de los envases hechos de plástico. Su proceso de fabricación también es muy bajo, lo cual permite que el precio no sea un discriminante en su consumo. En cuanto a los costos de almacenaje y transporte, ambos materiales (plástico y cartón) resultan ser prácticamente iguales encuentro a las ventajas que poseen según EPA³¹, son relativamente ligeros y poseen un importante grado de compactación, los cuales representan menores costos de transporte y almacenamiento respectivamente. También, su proceso de reciclaje es mucho más fácil y menos costosos en comparación con la mayoría de los residuos plásticos.

Las dos alternativas planteadas, cada una con sus primacías y detrimentos, pretende sustituir de la mejor manera posible a los productos de un solo uso elaborados a partir del poliestireno. Ninguna de estas opciones satisface a cabalidad las principales ventajas de los envases desechables de unice: precio accesible, así como sus cualidades innatas (termicidad³², impermeabilidad y baja densidad). Y si bien, la decantación por una u otra opción está en función de cubrir satisfactoriamente las necesidades del mercado, el factor tiempo será el criterio principal de elección. En el caso de los envases elaborados a partir de materiales compostables resulta ser el de menor impacto ambiental, al no requerir proceso alguno de recolección almacenaje y/o reciclaje, sin embargo, la realidad actual de la economía mexicana no permitiría su inmersión exitosa en el corto y mediano plazo. La introducción de este tipo de productos requerirá un nivel de inversión que muy pocas empresas dedicadas actualmente a la elaboración de envases desechables de unice podrían realizar. Por lo tanto, se propondrá al cartón como el material sustituto más viable, debido a que la comercialización de estos productos ya es una realidad, lo cual representaría una curva de adaptación mucho menor por parte tanto del sector productor como de los consumidores. Aun y cuando es innegable que los productos compostables representan un menor impacto ambiental que aquellos elaborados de cartón, bajo las condiciones actuales de la economía nacional, la mejor opción para hacer frente a la prohibición de los productos desechables de unice sería la industria del papel y el cartón, ya que esta es una industria lo suficientemente madura como para abastecer el mercado nacional, situación que se abordara con mayor detalle en el Capítulo 4, apartado 4.3.6 *Estimación de una alternativas al unice y sus impactos.*

³¹ Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos, por sus siglas en ingles EPA

³² Termicidad. Capacidad de un cuerpo de prolongar el calor más tiempo del promedio.

Capítulo 4. Estimación de los costos económicos resultantes de la prohibición

En este apartado se presentará la metodología empleada para estimar los costos económicos que resultarían de establecer la prohibición a nivel nacional tanto de la producción como de la comercialización y consumo de productos desechables hechos de unicel.

Para poder cuantificar dichos impactos en la economía se empleará el Modelo Insumo Producto de Leontief. La elección de esta herramienta por sobre otras alternativas de análisis se debe principalmente a la información que arroja. Como instrumento, la matriz de insumo producto presenta una serie de datos que reflejan las relaciones económicas que llevan a cabo los diversos sectores y agentes que intervienen en las diferentes fases del ciclo económico: producción, comercialización, consumo y acumulación. Fases que para el caso del sector del poliestireno expandido resultan de gran utilidad al momento de cuantificar el valor de esta dentro de la economía nacional.

4.1 Justificación del uso del modelo de Matriz Insumo-Producto

El objetivo de este capítulo es el de analizar la contribución de la industria del poliestireno expandido a la economía mexicana, resaltando su aporte a la producción nacional, su relevancia para el resto de los sectores en la demanda intermedia y estimar el impacto que implicaría dejar de producir y comercializar bienes desechables para el manejo de alimentos. Para lo cual se optó por utilizar la Matriz Insumo Producto (MIP), debido a sus múltiples aplicaciones y utilidad del análisis económico.

Una matriz insumo-producto presenta en forma matricial el equilibrio sectorial entre la oferta y la utilización de los bienes y servicios de una economía, es una descripción sintética de la economía de un país o una región. Dados algunos supuestos tecnológicos, permite analizar y cuantificar los niveles de producción sectorial que satisfacen determinados niveles de consumo e inversión, y así proyectar las necesidades de producción dado un incremento de la demanda.

El modelo insumo producto enfatiza en la dinámica económica que se sustenta en las interrelaciones y el grado de competencia entre los sectores y hacia el interior de los sectores (Porter, 1987).

4.2 Material y métodos

Los datos que se utilizaron para la elaboración de este estudio se obtuvieron principalmente de las publicaciones oficiales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, entidad encargada de la elaboración de la Matriz Insumo Producto (MIP) que sirvió de base para este análisis.

Para el análisis del subsector manufacturero de poliestireno expandido, así como la medición de la contribución de este en la economía mexicana se utilizaron dos documentos base:

- *Matriz simétrica de insumo producto. Industria por industria / Economía total / Origen doméstico e importado / Rama SCIAN / Millones de pesos a precios básicos (1)*

- Matriz simétrica de insumo producto. Producto por producto / Economía total / Origen doméstico coeficientes técnicos / Rama SCIAN (2)

Ambos elaborados por el INEGI, y que forman parte del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), año 2013, y que se encuentran disponibles en la página de internet de dicho organismo³³.

4.3 Modelo

El presente estudio se limita a exponer la composición del subsector manufacturero de Poliestireno Expandido (PES), el cual pertenece a la actividad *326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno*, la cual es a su vez una de las 12 que comprenden la rama *3261 Fabricación de productos de plástico* de conformidad con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN),

El objetivo principal es analizar su contribución mediante la Matriz de Insumo Producto (MIP), la cual permite identificar el intercambio entre distintas actividades y productos que integran una economía. El enfoque sectorial de la MIP permite observar los efectos de cualquier variación en el valor bruto de la producción, analizando tanto la oferta como la demanda intersectorial, esto mediante el análisis de los distintos requerimientos de insumo de una actividad. En la MIP se refleja la estructura técnica, la cual permite mostrar la interacción de una actividad o producto con el resto de la economía, en términos de uso e intercambio.

4.3.1 Acerca de la Matriz Insumo Producto (MIP)

La MIP como instrumento que es un registro ordenado de las transacciones entre los sectores productivos orientadas a la satisfacción de bienes para la demanda final, así como de bienes intermedios que se compran y venden entre sí. De esta manera se puede ilustrar la interrelación entre los diversos sectores productivos y los impactos directos e indirectos que tiene sobre estos un incremento en la demanda final. Así, la MIP permite cuantificar el incremento de la producción de todos los sectores, derivado del aumento de uno de ellos en particular.

El modelo de insumo-producto se compone de tres tablas básicas:

1. Tabla de transacciones intersectoriales
2. Matriz de coeficientes de requerimientos directos (o de coeficientes técnicos)
3. Matriz de coeficientes de requerimientos directos e indirectos

1. Tabla de transacciones intersectoriales Es un cuadro de doble entrada en donde cada sector productivo figura en las filas y en las columnas. En las filas, figuran las ventas que los sectores realizan tanto para el consumo intermedio como para la demanda final. Los bienes y servicios destinados al consumo intermedio son los que se insumen en el proceso de elaboración de otros bienes mientras que los asignados a la demanda final son los que no sufren una transformación

³³ <https://datos.gob.mx/busca/dataset/sistema-de-cuentas-nacionales-de-mexico-sectores-institucionales>

ulterior durante el período de cómputo. Los bienes finales comprenden el consumo de las familias, el consumo del gobierno, la inversión bruta interna y las exportaciones. La suma de ambos destinos (intermedio y final) de los bienes y servicios de cada sector representa su valor de producción.

Imagen 4.1. Estructura básica de una Matriz Insumo Producto (MIP). Tabla de transacciones intersectoriales.

Ramas Productos	Demanda Intermedia				Demanda Final						VBP X _i
	Rama A1	Rama A2	Rama A3	Total Consumo Intermedio	Consumo Hogares	Consumo Público	FBKF	Existencias	Export	Demanda Total	
Rama A1	a11	a12	a13	$\sum_{i,j=1}^3 a_{1j}$	C1	G1	I1	E1	Xn1	Y1	X1
Rama A2	a21	a22	a23	$\sum_{i,j=1}^3 a_{2j}$	C2	G2	I2	E2	Xn2	Y2	X2
Rama A3	a31	A32	a33	$\sum_{i,j=1}^3 a_{3j}$	C3	G3	I3	E3	Xn3	Y3	X3
Consumo Intermedio	$\sum_{i=1}^3 a_{i1}$	$\sum_{i=1}^3 a_{i2}$	$\sum_{i=1}^3 a_{i3}$	$\sum_{i,j=1}^3 a_{ij}$	$\sum_{i=1}^3 C_i$	$\sum_{i=1}^3 G_i$	$\sum_{i=1}^3 I_i$	$\sum_{i=1}^3 E_i$	$\sum_{i=1}^3 X_{ni}$	$\sum_{i=1}^3 Y_i$	$\sum_{i=1}^3 X_i$
Remuneraciones	W1	W2	W3	$\sum_{j=1}^3 W_j$							
Impuestos subsidios	T1	T2	T3	$\sum_{j=1}^3 T_j$							
Valor Agregado	VA1	VA2	VA3	$\sum_{j=1}^3 VA_j$							
Valor Bruto de la Producción	X1	X2	X3	$\sum_{j=1}^3 X_j$							

Fuente: Sosa Urrutia, Manuel Ernesto, Martínez Castañeda, Francisco Ernesto, Espinosa García, José Antonio y Buendía Rodríguez, Germán. (2017). Contribución del sector pecuario a la economía mexicana. Un análisis desde la Matriz Insumo Producto. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 8(1), 31-41. <https://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4308>

4.3.2 Análisis de la Matriz Insumo Producto (transacciones intersectoriales)

Primero se analizará la Matriz simétrica de insumo producto. Industria por industria (Millones de pesos a precios básicos³⁴), correspondiente al año 2013 (actualizada) elaborada por el INEGI, la cual hemos llamado como Matriz 1. Como lo indica su nombre, esta es una matriz simétrica compuesta de 262 filas y 262 columnas, las cuales corresponden cada una a los sectores que integran la economía nacional.

Las 262 actividades mostradas en esta Matriz 1 se ordenan conforme al *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)*, de tal forma que la primera fila y columna corresponde al

³⁴ Es el monto a cobrar por el productor, exceptuando cualquier impuesto y sumándoles las subvenciones a los productos; tampoco incluye los costos de transporte y márgenes.

número 1111, actividad *Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales*, y así sucesivamente hasta llegar a la última actividad: *9318 Actividades de seguridad nacional*. (Ver imagen 4.2)

Imagen 4.2 Esquematación de la Matriz Simétrica de Insumo Producto. Industria por industria

	Demanda intermedia			Demanda Final	
Ramas	1111 Actividad Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	Rama n2	3261 Fabricación de productos de plástico	9318 Actividades de seguridad nacional	
Productos					
1111 Actividad Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales					
Rama n2					
3261 - Fabricación de productos de plástico					
9318 Actividades de seguridad nacional					

Fuente: elaboración propia con base en la

De acuerdo con el SCIAN, la rama *326140 Fabricación de espumas y productos de poliestireno*, engloba la manufacturación de placas para la construcción, bloques para embalaje hasta productos desechables, tales como vasos, platos y charolas. La rama 326140 es una de las doce que integran la actividad *3261 Fabricación de productos de plástico*, la cual se ubica como una de las más importantes de toda la actividad económica, tanto por el Valor de su Producción, con un monto de 221,727 millones de pesos (a precios básicos), cifra que la sitúa en el lugar 37 de las 292 actividades, así como el número de puestos de trabajo, el cual fue de aproximadamente 288 mil, convirtiéndola en la trigésima primera actividad más importante en dicho rubro.

Para realizar el análisis en torno a la importancia de la actividad manufacturera del poliestireno expandido, así como la estimación del impacto generado por la prohibición de algunos de sus productos, se requiere de una matriz que muestre su interacción con el resto de la actividad económica. Sin embargo, el INEGI no cuenta con una desagregación de la *rama 3261 Fabricación de productos de plástico*, por lo que se utilizarán fuentes externas que han realizado sus propias estimaciones entorno a las diferentes actividades que integran dicha rama.

Para el caso de la desagregación de la fabricación de productos de poliestireno expandido se recurrirá nuevamente al documento de Flores, *Diagnóstico de la industria del plástico en México*. UNAM (2013), el cual elabora una estimación de la participación de esta subrama. En dicho informe, Flores establece que el poliestireno expandido representa solamente el 1.8% de la rama 3261- Fabricación de productos plásticos, esto en relación con su Valor Bruto de Producción (VBP),

porcentaje que es prácticamente el mismo en cuanto a su participación tanto en ventas como en compras reflejadas en la Tabla de Interacciones Intersectoriales que conforma la MIP (año 2013).

El único factor significativo que presenta una diferencia sustancial en relación con el 1.8%, es el empleo, el cual es de aproximadamente el 2.5 por ciento para la manufactura de poliestireno expandido, (alrededor del 8% de los empleos de la actividad fabricación de productos plásticos corresponden a la manufactura de poliestireno la cual comprende 5 tipos de productos vistos previamente). En este primer análisis, resulta irrelevante la diferencia en la participación de puestos de trabajo con el resto de las variables (compras, ventas, VBP, etc.), ya que se busca únicamente mostrar cuales son las actividades más relevantes en relación con el monto requerido y traspasado, medido en millones de pesos a precios básicos que arroja la Matriz 1, (Matriz simétrica de insumo producto. Industria por industria, 2013 actualizada).

Ventas intersectoriales

El primer elemento para considerar es la demanda intermedia, las ventas intersectoriales de la actividad dedicada a la fabricación de productos hechos de poliestireno expandido. Conforme a los datos observados en la Tabla de transacciones intersectoriales de la Matriz insumo producto simétrica (2013 actualizada), lo más destacado es el alto grado de concentración que presentan las ventas en unos cuantos sectores de la actividad económica, y por consiguiente la escasa participación de un número muy grande de sectores que prácticamente no interactúa con la manufactura del poliestireno.

La tabla 4.1 muestra las diez primeras actividades según el monto (medido en precios básicos), a las cuales la Rama 326140 Fabricación de espumas y productos de poliestireno vende, siendo la primera la Actividad 4611-Comercio al por menor de abarrotes y alimentos con un monto de 432.2 millones de pesos, el cual representa el 13.08% del total. El grupo de las diez primeras actividades suma 1537 millones de pesos, cantidad que significa el 46.8% del total. Por el contrario, según la información que muestra la Tabla de transacciones intersectoriales, existen 150 actividades cuyo porcentaje de participación individual en las ventas de la actividad manufacturera de poliestireno expandido es de 0.05% o menos.

Tabla 4.1. Ventas intersectoriales de la actividad manufacturera del poliestireno expandido

Ventas (demanda intermedia)			
Posición	Actividad	Monto	Porcentaje
1	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	432.5	13%
2	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	247.5	7%
3	2361 - Edificación residencial	181.8	5%
4	3261 - Fabricación de productos de plástico (otros)	149.9	5%
5	3121 - Industria de las bebidas	114.9	3%
6	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	100.5	3%
7	2362 - Edificación no residencial	98.9	3%
8	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	88.5	3%
9	7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	74.2	2%

10	3399 - Otras industrias manufactureras	48.1	1%
	Resto de la economía	1804.83	53.2%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Matriz Insumo Producto (2013).

El alto grado de concentración que presentan las ventas del sector manufacturero de poliestireno no es de extrañar, es la norma que, el grado de interacción entre las diferentes actividades sea desigual. Empíricamente resulta consistente suponer que, dadas las características propias de una rama (mano de obra requerida, insumos, etc.), estas requieran realizar más compras a ciertas actividades que a otras. La premisa anterior se puede comprobar mediante la distribución normal de los montos de las ventas intersectoriales realizadas por el sector transformador de poliestireno expandido. (Ver grafica 4.1)

Grafica 4.1. Distribución normal de las ventas intersectoriales de la actividad manufacturera del poliestireno expandido






Fuente: Elaboración propia con datos de la Matriz Insumo Producto (2013).

Como se observa en la distribución normal de las ventas del poliestireno expandido, presenta una forma de asimetría positiva a la derecha, lo cual solamente reafirma que la mayoría de las actividades que conforman la matriz de insumo producto juegan un papel prácticamente irrelevante dentro del proceso productivo de la actividad que se ha estado analizando.

Los datos presentados por la tabla 4.1 sirven igualmente para corroborar los datos presentados en el Capítulo 2. *La industria del unicef en México*, específicamente en el apartado 2.2.3 *El consumo*, en el cual se mencionaba que, según datos de la Asociación Nacional de la Industria Química, A.C. (ANIQ), eran principalmente tres los tipos de consumo a los cuales se destinaba prácticamente la totalidad de la producción de poliestireno: productos desechables, embalaje y construcción. (ver tabla 4.2)

Tabla 4.2. Usos del poliestireno expandido y su relación con las ventas intersectoriales (MIP)

Uso	Actividades relacionadas con el uso	Monto
 Productos desechables	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	432.5
	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	247.5
	3121 - Industria de las bebidas	114.9
	7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	74.2
	Total	869.1
 Embalaje	3261 - Fabricación de productos de plástico (otros)	149.9
	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	100.5
	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	88.5
	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	48.1
	Total	387
 Construcción	2361 - Edificación residencial	181.8
	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	98.9
	Total	280.7

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de la MIP 2013

Conforme a las cifras de la tabla 4.2, de los 1,537 millones de pesos que suman las primeras diez actividades (ventas del sector manufacturero de poliestireno expandido), 869 millones corresponden a la fabricación de productos desechables, 387 millones están relacionados con el sector del embalaje y los restantes 280 tienen que ver con el sector de la construcción. De estos números destaca la diferencia entre el monto total de las ventas de las actividades relacionadas con la fabricación de productos desechables y los otros dos usos, aun y cuando como se vio en el *"Capítulo 2. La industria del unicele en México"*, específicamente en el apartado *"2.2.3 El consumo"*, solo el 25% del total de la producción (medida en toneladas de poliestireno expandido), corresponde a los productos desechables tales como platos, vasos, etc., mientras que la participación en las compras de estos mismos productos fue del 56.5% con respecto al total de la manufactura de poliestireno. Lo anterior obedece a la diferencia en la relación precio/peso que tiene cada producto, relación que resulta más evidente considerando el caso de los vasos de unicele desechables y un panel de este mismo material, y que se detalla en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Comparativa de la relación precio/peso de dos tipos de productos: vasos desechables y casetón, ambos hechos de uniceL.

Comparativa entre productos		
Características	Vaso desechable	Panel de uniceL
Presentación	Paquete de 20 piezas	Casetón (100x50x2 cm)
Precio (MXN)	\$14.50	\$650.00
Peso total	140 g.	1900 g.
Precio por gramo	9.65	2.92

Fuente: Elaboración propia. Precios: (precio promedio al menudeo, septiembre de 2019. Ciudad de México. Peso: considerado según el etiquetado del producto.

Compras intersectoriales

En el caso de las compras intersectoriales, se realizó el mismo procedimiento utilizado con las ventas del poliestireno expandido. En la tala 4.4 se enlistan las primeras 10 actividades de acuerdo con el monto registrado en la Tabla de Transacciones Intersectoriales de la Matriz Insumo Producto (2013 actualizada). En el caso de las compras, el grupo de las diez primeras actividades representa el 40.26% del total, una participación un tanto menor comparada con el caso de las ventas intersectoriales, pero que igualmente muestra el alto grado de concentración y por ende de dependencia que tiene el proceso de elaboración de productos de poliestireno expandido con ciertas actividades.

Tabla 4.4. Compras intersectoriales de la actividad manufacturera del poliestireno expandido

Compras			
Posición	Actividad	Monto	Porcentaje
1	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	17244.2	8.3%
2	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	16927.0	8.2%
3	2111 - Extracción de petróleo y gas	8897.0	4.3%
4	5613 - Servicios de empleo	8507.4	4.1%
5	3251 - Fabricación de productos químicos básicos	8233.2	4.0%
6	3344 - Fabricación de componentes electrónicos	6336.0	3.0%
7	2211- Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	5106.0	2.4%
8	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	3885.9	1.8%
9	5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	3882.9	1.8%
10	3311 - Industria básica del hierro y del acero	3808.4	1.8%
Resto de la economía		122930.7	59.74%

Fuente: Elaboración propia con datos de la Matriz Insumo Producto (2013).

Los datos que aparecen en la tabla 4.4 muestran los requerimientos necesarios para la elaboración de productos hechos de uniceL. Los insumos los obtiene de las actividades 3241-Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón, 2111-Extracción de petróleo y gas, la maquinaria

necesaria de la actividad 3344-Fabricación de componentes electrónicos, y así sucesivamente hasta completar todo el abanico de actividades que intervienen en este proceso productivo.

El grado de concentración que tiene la actividad 326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno con respecto a las compras que realiza a otras ramas de la economía queda en evidencia toda vez que solamente 21 actividades poseen un porcentaje de participación de más del 1% en relación con el monto total de ventas de esta actividad, mientras que 28 actividades tienen una participación menor a 1% y mayor al 0.5%, y 212 actividades tienen un porcentaje menor al 0.5 en relación al monto total de ventas, según la Tabla de Transacciones Intersectoriales de la Matriz Insumo Producto.

La razón de hacer énfasis en la concentración tanto de las compras como de las ventas de la manufactura de poliestireno es que, esta situación justifica que la matriz de insumo producto que se usara en adelante descarte aquellas actividades con una muy escasa participación en la elaboración de productos de unicel, y que conforman el resto de la actividad económica.

4.3.3 Acotaciones sobre la matriz de insumo elaborada

La matriz que se utilizara para el desarrollo del modelo de este trabajo está conformada por las primeras treinta actividades tanto de ventas como de compras, de acuerdo con el valor de los montos que aparecen en la Tabla de Transacciones Intersectoriales de la Matriz Insumo Producto elaborada por el INEGI, (ver Anexo Estadístico. Anexo 1). De conformidad a la estructura de una Matriz de Insumo Producto, esta ha de mostrar la participación de cada uno de los sectores en el proceso productivo, Schuschny (2005), razón por la cual, para el ensamblaje de la matriz propuesta en este trabajo se añadirán tres sectores que engloben el resto de las actividades que integran la economía y así mantener la estructura de la matriz original. Los sectores adicionales son:

- Resto del Sector Primario
- Resto del Sector Secundario
- Resto del Sector Terciario

De tal forma, la matriz que se empleará de aquí en adelante, con el propósito de cuantificar la participación del sector del poliestireno en el resto de la economía mexicana será una matriz simétrica conformada por 55 filas y 55 columnas (55x55).

Esta matriz se representa algebraicamente de la siguiente forma.

Donde:

X_i representa la producción bruta del sector i ,

y_i representa la demanda final correspondiente al sector i ,

x_{ij} representa las ventas realizadas por el sector i al sector j ,

Como la producción bruta de cada sector es igual a la suma de las ventas o demanda intermedia más las ventas a demanda final, las relaciones entre producción y demanda se pueden expresar como sigue:

$$X_1 = x_{11} + x_{12} + x_{13} + y_1$$

$$X_2 = x_{21} + x_{22} + x_{23} + y_2 \quad (1)$$

$$X_3 = x_{31} + x_{32} + x_{33} + y_3$$

En forma matricial:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} \quad (2)$$

Con estas aclaraciones se procede a estimar los coeficientes técnicos.

4.3.4 Los coeficientes técnicos

Uno de los elementos esenciales en el análisis del modelo Matriz Insumo producto es el relacionado con los coeficientes técnicos. La matriz de coeficientes técnicos o también llamada matriz de coeficientes de requisitos directos o indirectos resulta de gran utilidad, ya que muestra los requerimientos que un sector determinado necesita para generar una unidad de producto.

Considerando que por cada transacción existen dos sectores:

Comprador, el cual se representa con el subíndice i

Vendedor, el cual se representa con el subíndice j

Estableciendo que existe una correspondencia entre cada x_{ij} , (el cual corresponde a las ventas del sector i al sector j), con la producción bruta X_{ij} del sector comprador, dividiendo ambos términos, de la forma $\frac{x_{ij}}{X_{ij}}$, el cual define el coeficiente técnico a_{ij} .

Dado que existe una proporcionalidad directa entre la producción bruta del sector j y el volumen total de los insumos que este sector adquiere del resto de los sectores, los insumos que venden los sectores proveedores varían en la misma proporción en que se modifica la producción bruta del sector que los adquiere (Márquez González, 2019).

Considerando este supuesto, se acepta que los coeficientes técnicos a_{ij} son constantes, y por lo tanto se tiene la ecuación lineal:

$$x_{ij} = a_{ij} \cdot X_{ij}$$

Ecuación que indica que las compras que un sector j realiza a otro sector cualquiera i , se calculan multiplicando la producción bruta de ese sector X_{ij} , por un coeficiente constante, a_{ij} (Márquez González, 2019).

De esta forma se tiene la matriz de coeficientes técnicos a_{ij} , (A):

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} = \text{Matriz de Coeficientes Técnicos}$$

La Matriz de Coeficientes Técnicos (A), resultante para este trabajo es la que aparece en la sección de Anexos: Anexo 3. Matriz simétrica de insumo producto. Producto por producto / Economía total / Origen doméstico coeficientes técnicos / Rama SCIAN Matriz de coeficientes técnicos

La matriz de coeficientes técnicos (A) que se obtuvo cumple con tres propiedades elementales:

- El insumo total es igual a la producción total de cada sector.
- Cada coeficiente de insumo-producto es menor que 1.
- La suma de los coeficientes de insumo-producto, más los coeficientes de valor agregado bruto (por unidad de producción) de cada columna debe ser igual a 1.

Retomando el sistema de ecuaciones antes mencionado (1), el cual se puede expresar de la siguiente forma:

$$X_i = \sum_{j=1}^3 x_{ij} + \psi_i$$

La cual puede reescribirse matricialmente de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \\ \psi_3 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Con la Matriz de Coeficientes Técnicos se procede a construir la Matriz de Leontief, elemento clave para el análisis del modelo MIP.

4.3.5 Matriz de Leontief

Considerando que los coeficientes a_{ij} se mantienen constantes en un cierto periodo de tiempo, *Ceteris paribus*, se puede determinar el nivel de producción bruta que requiere cada sector para satisfacer la demanda final prevista para el periodo siguiente, mediante la siguiente ecuación:

$$X = A \cdot X + y \quad (4)$$

Donde el vector X es la variable dependiente, el vector y es la variable independiente.

Cuyos componentes son:

$$x \equiv \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix}; \quad A \equiv \begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}; \quad y \equiv \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_1 & I_1 & G_1 & z_1 & E_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_n & I_n & G_n & Z_n & E_n \end{pmatrix}$$

donde A se denomina matriz de requerimientos directos, toda vez que sus elementos de matriz muestran la proporción en la que un insumo es demandado para generar una unidad de producto.

Despejando el vector X de la ecuación (4):

$$X = (I - A)^{-1} \cdot y \quad (5)$$

Donde la matriz $(I - A)$ se denomina *Matriz de Leontief*, y la matriz $(I - A)^{-1}$ se llama *Matriz Inversa de Leontief*, o matriz de coeficientes de requerimientos directos e indirectos por unidad de demanda final.

Para la obtención de la Matriz Inversa de Leontief de este trabajo se utilizando el programa *Mathcad versión 14.0*, realizando la siguiente secuencia:

-Se nombro a la Matriz A (Matriz de Coeficientes Técnicos previamente calculada, la cual aparece en la sección Anexos con el numero 4)

$A :=$

	0	1	2	3
0	0.019	0.103	0	0
1	0	$1.92 \cdot 10^{-3}$	$1.84 \cdot 10^{-3}$	0
2	$2.186 \cdot 10^{-3}$	0.011	$1.02 \cdot 10^{-3}$	$1.108 \cdot 10^{-3}$
3	0	0	$1.61 \cdot 10^{-4}$	0
4	0	0	$1 \cdot 10^{-6}$	0
5	0.014	$6.18 \cdot 10^{-4}$	$3.433 \cdot 10^{-3}$	$1.648 \cdot 10^{-3}$
6	0	0	$3.2 \cdot 10^{-5}$	0
7	0	0	$7.2 \cdot 10^{-5}$...

-Se establece el determinante y la identidad de la matriz (55)

$$|A| = 0$$

$$I := \text{identity}(55)$$

-Se obtiene la Matriz de Leontief, (la matriz completa aparece en la sección de Anexos con el numero 5).

	0	1	2	3	4
0	0.981	-0.103	0	0	0
1	0	0.998	0	0	0
2	0	0	1	0	-1.965·10 ⁻⁴
3	0	0	0	0.986	0
4	-0.014	-6.177·10 ⁻⁴	-1.648·10 ⁻³	-0.047	0.996
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	-7.343·10 ⁻⁵	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0
15	0	-1.313·10 ⁻⁵	-6.427·10 ⁻⁴	-4.137·10 ⁻⁴	...

I - A =

-Y se calcula la inversa de dicha matriz, (la matriz completa aparece en la sección de Anexos con el numero 6).

	0	1	2	3	4
0	1.019	0.105	3.107·10 ⁻⁵	7.818·10 ⁻⁵	5.025·10 ⁻⁵
1	4.323·10 ⁻⁴	1.004	2.402·10 ⁻⁴	5.285·10 ⁻⁴	3.97·10 ⁻⁴
2	0.011	4.851·10 ⁻³	1.008	0.023	0.091
3	1.015·10 ⁻⁴	3.372·10 ⁻⁴	1.482·10 ⁻⁴	1.015	1.131·10 ⁻³
4	0.015	6.847·10 ⁻³	2.74·10 ⁻³	0.05	1.007
5	7.503·10 ⁻⁶	3.448·10 ⁻⁵	4.117·10 ⁻⁶	8.702·10 ⁻⁶	6.857·10 ⁻⁶
6	1.696·10 ⁻⁵	7.795·10 ⁻⁵	9.306·10 ⁻⁶	1.967·10 ⁻⁵	1.55·10 ⁻⁵
7	2.086·10 ⁻⁵	9.585·10 ⁻⁵	1.144·10 ⁻⁵	2.419·10 ⁻⁵	1.906·10 ⁻⁵
8	4.624·10 ⁻⁴	2.125·10 ⁻³	2.537·10 ⁻⁴	5.363·10 ⁻⁴	4.226·10 ⁻⁴
9	4.084·10 ⁻⁵	1.977·10 ⁻⁴	2.513·10 ⁻⁵	1.27·10 ⁻⁴	4.003·10 ⁻⁵
10	1.075·10 ⁻⁶	1.788·10 ⁻⁶	1.236·10 ⁻⁶	1.437·10 ⁻⁶	1.885·10 ⁻⁶
11	1.483·10 ⁻⁶	2.336·10 ⁻⁶	1.365·10 ⁻⁶	2.355·10 ⁻⁶	2.597·10 ⁻⁶
12	1.395·10 ⁻⁵	2.418·10 ⁻⁵	1.029·10 ⁻⁵	1.851·10 ⁻⁵	2.261·10 ⁻⁵
13	3.25·10 ⁻⁵	4.414·10 ⁻⁵	6.027·10 ⁻⁵	3.204·10 ⁻⁵	6.567·10 ⁻⁵
14	4.007·10 ⁻⁶	7.958·10 ⁻⁶	9.441·10 ⁻⁶	1.518·10 ⁻⁵	1.126·10 ⁻⁵
15	9.47·10 ⁻⁵	2.723·10 ⁻⁴	7.306·10 ⁻⁴	5.73·10 ⁻⁴	...

(I - A)⁻¹ =

La utilidad de obtener la Matriz Inversa de Leontief es que esta permite calcular variaciones en la demanda final, la cual se aprovechara para realizar una estimación en el caso particular de los productos hechos de unícel.

En este ejercicio de estimación, se considerará un incremento porcentual de la demanda final en todos los sectores que componen la economía a excepción de la actividad 326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno expandido.

Criterios

Se considera un incremento del 1% en la demanda final de las 54 actividades restantes consideradas en la nueva matriz.

Para el caso de la 326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno expandido se consideró el incremento del 0.75%, la razón de esta diferencia en la tasa de crecimiento de un periodo a otro es que como se vio en el *Capítulo 2. Apartado 2.2.3 El consumo*, en el cual, según datos de la Asociación Nacional de Industrias de Plástico (ANIPAC) el 25% del total de la producción del sector manufacturero del PES tiene como destino la fabricación de piezas de unicef

1.- Se consideran los incrementos previstos de la demanda final

Demanda final	+	Incremento estimado de la demanda final	=	Nuevo nivel de la demanda final a satisfacer
$y = \begin{pmatrix} Y_1 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}$		$\begin{pmatrix} \Delta Y_1 \\ \vdots \\ \Delta Y_n \end{pmatrix}$		$= \begin{pmatrix} Y^*_{*1} \\ \vdots \\ Y^*_{*n} \end{pmatrix}$

2.- Se sustituyen los valores:

- Demanda final: Matriz con las actividades de mayor interacción en la Fabricación de espumas y productos de poliestireno (55x525)
- Incremento estimado de la demanda final: incremento del 0.75% para la actividad del poliestireno, incremento del 1.0% para el resto de las actividades.
- Nuevo nivel de la demanda final a satisfacer: suma de Demanda final e Incremento estimado de la demanda final

Los resultados que se obtuvieron aparecen en la sección Anexos con el numero 7.-Incrementos previstos de la demanda final

3.- Utilizando la ecuación (5):

$$X = (I - A)^{-1} \cdot y$$

Se multiplica la Matriz Inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$, por el nuevo nivel de la demanda final a satisfacer (en este caso y^*), como sigue*:

$$\begin{pmatrix} 0.981000 & -0.103000 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.998000 & 0.000000 \\ 0.000000 & 0.000000 & \dots\dots \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -48472.41 \\ 26909.08 \\ \dots\dots \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -13190.0 \\ 1394000.0 \\ \dots\dots \end{pmatrix}.$$

*Se utilizó el programa Mathcad (versión 14.0 español) para obtener el resultado de dicho producto, y donde los resultados completos aparecen completos en la sección Anexos. Anexo 8.- Producto de la Matriz Inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$, por el nuevo nivel de la demanda final a satisfacer

4.3.6 Multiplicador del producto

El multiplicador del producto muestra el efecto total que tiene la producción de un sector (el sector manufacturero de poliestireno expandido) sobre la producción de todos los sectores restantes, incorporando efectos directos e indirectos.

Para obtener el valor del multiplicador se retoma la expresión canónica de Leontief, ecuación (5):

$$X = (I - A)^{-1} \cdot y \quad (5)$$

Reacomodando términos:

$$x = (I - A)^{-1} \cdot y = B \cdot y$$

donde B es la matriz de requerimientos directos e indirectos:

$$B = (I - A)^{-1} = \sum_{i=0}^{\infty} A^i = I + A + A^2 + A^3 + \dots \quad (6)$$

Los efectos multiplicadores del producto para cada una de las actividades que integran la matriz aparecen en la sección Anexos con el número 8, donde el valor mínimo fue de 1.03, el máximo 2.06 y 1.47 el valor promedio de las 55 actividades que conforman dicha matriz.

Para el caso de la Actividad 326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno, el multiplicador del producto tiene un valor de 1.60, cifra que la ubica en la posición número doce entre las actividades con el mayor multiplicador del producto, (ver tabla 4.5). La interpretación del valor del producto 1.60 para el caso de la industria manufacturera de poliestireno es que con un incremento en una unidad monetaria (\$1.00) en dicho sector, el resto de los sectores de la economía considerados aumentara \$0.60.

Tabla 4.5. Actividades de la matriz considerada con mayor multiplicador del producto

Posición	Actividad	Multiplicador
1	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	2.06739728
2	3273 - Fabricación de cemento y productos de concreto	2.06178655
3	3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	1.93005074
4	3116 - Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	1.92818825
5	3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	1.79632407
6	3312 - Fabricación de productos de hierro y acero	1.76180059
7	3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	1.73202239
8	3231 - Impresión e industrias conexas	1.69514282
9	3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios	1.68530272
10	3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería	1.65539671
11	3251 - Fabricación de productos químicos básicos	1.60545283
12	326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno	1.60469121

Fuente: Elaboración propia con datos de la Matriz Inversa de Leontief, (Anexo 6).

De la información mostrada en la tabla 4.5, se puede concluir que las actividades con mayor efecto multiplicador son aquellas dedicadas a la manufacturación; fabricación de productos derivados del petróleo, de metales, no ferrosos, de hierro, químicos, etc. Estos datos confirman que, en el caso de la industria del poliestireno expandido, las manufacturas tienen los mayores efectos multiplicadores sobre el resto de la actividad económica consideradas, debido a la complejidad e innovación que integran en sus procesos productivos.

4.3.7 Encadenamientos

Toca el turno de presentar los denominados encadenamientos o eslabonamientos sectoriales como método para analizar los efectos de cambios en la demanda final en situaciones diversas e identificar sectores que pudieran ser relevantes para el funcionamiento de la economía. Es posible distinguir entre dos tipos de encadenamientos:

- Encadenamientos directos hacia atrás.
- Encadenamientos directos hacia delante.

Encadenamientos directos hacia atrás

Son aquellos que miden la capacidad de un sector de *arrastrar* directamente a otros ligados a él, por su demanda de bienes de consumo intermedio y, estimulando, a su vez, la actividad de tales sectores (Schuschny, 2005). Se puede calcular como la proporción de las compras intermedias de un sector, con relación a su producción efectiva:

$$DBL_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{X_i} = \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (7)$$

Encadenamientos directos hacia delante

Los encadenamientos directos hacia delante miden la capacidad que posee un sector de estimular a otros, en virtud de su capacidad de oferta. Este indicador se mide como la fracción de sus ventas para consumo intermedio, sobre sus ventas totales (Schuschny, 2005).

$$DFL_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{X_j} = \sum_{i=1}^n a_{ij} \quad (8)$$

La estimación de los encadenamientos directos

Para obtener los valores tanto de los encadenamientos directos tanto hacia atrás como hacia adelante se utilizará la Matriz de Coeficientes Técnicos simétrica 55x55 (Anexo 4), empleando las fórmulas (7) y (8).

- Para el caso de los encadenamientos directos hacia atrás de la actividad 326140, se tiene que:

$$DBL_j = \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

$$DBL_j = 0.7253985$$

En el caso de la actividad 326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno, esta tiene con un valor de encadenamiento hacia atrás de 0.72, cifra que la ubica como la tercera actividad entre las 55 consideradas, siendo 0.35 la media de dichos encadenamientos. Este valor quiere decir que, dicha actividad posee una alta capacidad de arrastre, estimula de manera muy significativa a otros sectores a través de su demanda de bienes de consumo intermedio.

Los valores de los encadenamientos directos de las actividades que componen la matriz 55x55 que se ha venido utilizando aparecen en el Anexo 10. Encadenamientos directos hacia atrás (ordenados de mayor a menor) se muestran los valores.

- Para el caso de los encadenamientos productivos hacia adelante de la actividad 326140, se tiene que:

$$DFL_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}$$

$$DFL_j = 0.02298$$

Contrario a lo que ocurre con los encadenamientos directos hacia atrás, la actividad manufacturera de poliestireno expandido tuvo un coeficiente sumamente bajo, ubicándose en el lugar 41 de 55, con un valor de 0.022, siendo 0.35 la media de los encadenamientos hacia adelante. La interpretación de un valor tan bajo para la actividad 326140 es que su injerencia es poco significativa con aquellas actividades de las que obtiene productos y que utilizarán otras ramas posteriores como insumos intermedios para su proceso de producción.

En el anexo 11 se muestran los encadenamientos directos hacia atrás del resto de actividades que integran la matriz que se ha estado utilizando.

Con los valores obtenidos de estos dos tipos de encadenamientos se procede a continuación a realizar su análisis, con la finalidad de establecer la relevancia de la Fabricación de espumas y productos de poliestireno dentro de la economía nacional.

4.3.8 Análisis de los encadenamientos

Para el análisis de los resultados arrojados por los encadenamientos directos se utilizarán dos de las metodologías más utilizadas en la literatura en torno al Modelo de la Matriz Insumo Producto: la metodología Rasmussen³⁵ y la de Chenery Y Watanabe³⁶.

Metodología Rasmussen

La metodología de Rasmussen plantea dos ecuaciones fundamentales para calcular dos indicadores que servirán de base con el propósito de clasificar la importancia de un sector en específico: poder de dispersión como la sensibilidad de dispersión.

³⁵ Rasmussen N. Studies in Inter-sectorial relations. Am Econ Re. 1957, 7(3):432-435 (N., 1957)

³⁶ Chenery H., Watanabe T. International comparisons of the structure of production. Econométrica 958;26(4) 487-521

Poder de dispersión

El poder de dispersión es un indicador que muestra como los efectos de una variación en la demanda de una determinada actividad, se distribuyen en el resto de la economía. (Sobarzo, 2011) Dicho indicador permite establecer si existe concentración de los efectos multiplicadores de una rama, ya sea sobre un número limitado de actividades, o si estos son ampliados al resto de la economía (Sosa, Francisco, 2017).

$$PD_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_i a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j a_{ij}} \quad (9)$$

Donde:

n = Numero de elementos de la fila (i) o columna (j).

n^2 = Numero del total de elementos de la matriz.

$\sum_i a_{ij}$ = Sumatoria (vertical) de los elementos de la columna.

$\sum_i \sum_j a_{ij}$ = Sumatoria de todos los elementos de la matriz.

Sensibilidad de dispersión

Es un indicador que mide cuán sensible es un sector a cambios generales de la demanda, además de proveer información sobre sector impacta en la cadena del valor de otros sectores

$$SD_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_j a_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j a_{ij}} \quad (10)$$

Donde:

n = Numero de elementos de la fila (i) o columna (j).

n^2 = Numero del total de elementos de la matriz.

$\sum_j a_{ij}$ = Sumatoria (Horizontal) de los elementos de la fila.

$\sum_i \sum_j a_{ij}$ = Sumatoria de todos los elementos de la matriz.

Con los valores obtenidos de PD_j y SD_i , la actividad se clasifica en una de las cuatro categorías propuestas por Rasmussen: Independiente, Impulsor, Bas o Clave. (ver tabla 4.6).

Tabla. 4.6 Categorización de los sectores conforme a los valores PD_j y SD_i según Rasmussen.

	$PD_j < 1$	$PD_j > 1$
$SD_i < 1$	Independiente	Impulsor
$SD_i > 1$	Base	Clave
Sector:	Descripción:	

Independiente	De bajo encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. Son sectores que consumen una cantidad poco significativa de insumos y que, respecto a la distribución, dedican sus productos principalmente a satisfacer la demanda final.
Impulsor	De alto encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. Son fuertes demandantes de insumos intermedios; asimismo, son fuertes oferentes de productos intermedios. Son sectores de paso obligado de los flujos sectoriales de la economía regional.
Base	De alto encadenamiento hacia adelante y bajo hacia atrás. Son sectores cuya demanda de insumos es pequeña y cuya producción primaria es de destino intermedio, con tendencia a abastecer de insumos a otros sectores y a canalizar una menor parte del producto al mercado como bien final.
Clave	De alto encadenamiento hacia adelante y hacia atrás. Son fuertes demandantes de insumos intermedios; asimismo, son fuertes oferentes de productos intermedios. Son sectores de paso obligado de los flujos sectoriales de la economía regional.

Fuente: Boundi Chraki, F. (2016). Análisis input-output de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía.

De conformidad con la Tabla 4.6, las industrias clave serán aquellas que presenten simultáneamente encadenamientos directos hacia atrás como hacia adelante superiores a la unidad, es decir, mayores que la media. Por el contrario, si los sectores solo presentan uno de los dos efectos por encima de la unidad, entonces se catalogan como industria impulsora cuando los encadenamientos hacia atrás son superiores a 1, y clasificados como industria base cuando los encadenamientos hacia adelante son mayores que 1 (Boundi Chraki, 2016).

Para el caso específico de la actividad 326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno, los valores de poder y sensibilidad de dispersión fueron los siguientes:

$$PD_j = 2.03$$

$$SD_i = 0.06$$

Los valores correspondientes al poder y sensibilidad de dispersión del resto de las actividades aparecen en los Anexos 11 y 12 respectivamente.

Conforme a los criterios establecidos en la tabla 4.7, cuyos valores para la actividad 326140, son:

$$PD_j = 2.03 \quad PD_j > 1$$

$$SD_i = 0.06 \quad SD_i < 1$$

Se tipifica a dicha actividad dentro de la categoría de sector Impulsor, lo que significa que produce efectos mayores sobre la economía que los efectos que se centran en él. Con base en los criterios de Rasmussen, la fabricación de espumas y productos de poliestireno expandido se caracteriza por tener un fuerte efecto de arrastre hacia atrás, y un bajo efecto de arrastre hacia adelante; es decir, poseen una alta demanda de insumos intermedios, destinando su producción principalmente al mercado de bienes finales, situación que está en completa concordia con el supuesto empírico de

esta actividad (industria manufacturera cuyos productos en su mayoría se ofrecen al mercado como mercancías de uso final).

La tabla 4.7 muestra las actividades que según los criterios de Rasmussen se clasifican dentro de la categoría denominada Impulsor.

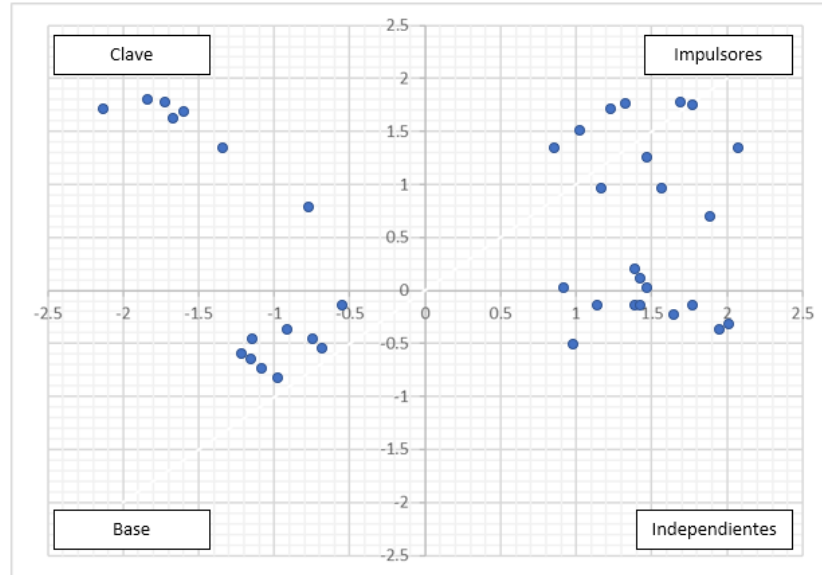
Tabla 4.7. Actividades que conforman la categoría Impulsor conforme a la Metodología de Rasmussen.

Actividad
1121 - Explotación de bovinos
3119 - Otras industrias alimentarias
3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares
3254 - Fabricación de productos farmacéuticos
3259 - Fabricación de otros productos químicos
3116 - Matanza, empaçado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles
3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas
3231 - Impresión e industrias conexas
3329 - Fabricación de otros productos metálicos
3152 - Confección de prendas de vestir
2371 - Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones
3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico
3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios
3121 - Industria de las bebidas
3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados
326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno
2372 - División de terrenos y construcción de obras de urbanización
2362 - Edificación no residencial
3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería
3379 - Fabricación de colchones, persianas y cortineros
1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales
5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados
5221 - Banca múltiple
5511 - Corporativos
3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos
3399 - Otras industrias manufactureras
3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Anexo 12.- Poder de dispersión de los encadenamientos hacia atrás y el Anexo 13.- Sensibilidad de dispersión de los encadenamientos hacia adelante (Método Rasmussen).

Para la clasificación del resto de actividades según los criterios de Rasmussen se presentan de manera gráfica en la imagen 4.3, en la cual se presenta a continuación:

Imagen 4.3. Tipología sectorial según Rasmussen



Fuente: Elaboración propia en base Categorización de los sectores según Rasmussen

Metodología Chenery y Watabane

La Metodología Chenery y Watabane únicamente utiliza una matriz, la de coeficientes técnicos, a partir de la cual se determinan los eslabonamientos existentes entre los distintos sectores de una economía (hacia atrás y hacia adelante), siendo los encadenamientos más relevantes los que presentan efectos por encima de la media.

- Los encadenamientos hacia atrás de Chenery y Watabane se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$BL_j = i'A \quad (11)$$

Donde:

$i'A$ es la suma de la j columna de la matriz de coeficientes técnicos. Esta ecuación es análoga a la utilizada para obtener los encadenamientos directos hacia atrás (7).

- Los encadenamientos hacia adelante de Chenery y Watabane se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$FL_i = iA \quad (12)$$

Donde:

iA es la suma de la i fila de la matriz de coeficientes técnicos. Esta ecuación es análoga a la utilizada para obtener los encadenamientos directos hacia adelante (8).

Con los valores obtenidos de BL_j y FL_i , cada actividad se clasifica según los criterios que se mencionan en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Clasificación de actividades según Chenery y Watabane.

	$BL_j < 1$	$BL_j \geq 1$
$FL_i < 1$	No manufacturero / Destino Final (II)	Manufacturero/ Destino final (III)
$FL_i \geq 1$	No manufacturero/ Destino intermedio (I)	Manufacturero/Destino intermedio (IV)

Clasificación	Significado
No manufactureras / Destino intermedio:	Son sectores que venden a otros, cantidades sustantivas de su producción, y por eso poseen altos encadenamientos hacia delante y bajos hacia atrás; corresponden a sectores de producción primaria intermedia
Manufactureras / Destino intermedio	Son sectores que compran cantidades sustantivas de insumos, y venden su producción a otros sectores. Por esta razón, poseen altos encadenamientos hacia atrás y adelante. Desde el punto de vista de la articulación interna de la malla productiva, son los sectores más interesantes, ya que son responsables propagar cualquier aumento de la demanda final.
Manufactureras / Destino final	Se trata de sectores que compran a otras cantidades sustantivas de insumos, pero que la mayor parte de su producción se dirige a la demanda final. Poseen altos encadenamientos hacia atrás y bajos hacia adelante
No manufactureras / Destino final	No compran significativamente a los demás sectores, por eso son considerados producción primaria, ni les venden sus insumos. Su producción se dirige, primordialmente, a abastecer la demanda final. Son sectores de bajos encadenamientos directos tanto hacia atrás como adelante.

Fuente: Schuschny, A. R. (2005). Tópicos sobre el Modelo de Insumo-Producto: teoría y aplicaciones. CEPAL

En resumen, la tabla 4.8 indica que aquellas industrias con encadenamientos directos hacia atrás y adelante superiores a 1.00, se caracterizan por un alto consumo de insumos y, además, por abastecer al resto de sectores con su producción.

Los valores tanto de BL_j como de FL_i para la actividad 326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno, fueron los siguientes:

$$BL_j = 0.72539$$

$$FL_j = 0.02298$$

Es decir:

$$BL_j < 1$$

$$FL_j < 1$$

Por lo tanto, y conforme a los criterios de la tabla 4.8, el sector manufacturero de poliestireno expandido se clasifica como una actividad del tipo: No manufactureras / Destino final, lo cual significa que se trata de un sector que no compra de manera significativa a los demás sectores y su producción se destina primordialmente a abastecer la demanda final. La descripción del cuadro 4.8 para las actividades de tipo “No manufactureras / Destino final” establece que son aquellas que poseen bajos encadenamientos directos tanto hacia atrás como adelante, lo cual entra en franca contradicción con los resultados obtenidos según el criterio de Rasmussen, la cual clasifico a la actividad manufacturera de poliestireno como una industria con un fuerte efecto de arrastre hacia atrás, y un bajo efecto de arrastre hacia adelante. Aunque, si se analiza con mayor detalle los valores de los encadenamientos directos para esta industria, la diferencia entre estos es muy significativa, mientras que los encadenamientos directos hacia atrás son de un valor de 0.72, los encadenamientos hacia adelante apenas alcanzan los dos centésimas, lo cual la ubica muy próxima a la categoría Manufacturero/ Destino final, la cual estaría en anuencia con las características del sector impulsor de la metodología de Rasmussen.

Para Chenery y Watabane (1958), las industrias con efectos directos de BL y FL por encima de la unidad se caracterizan por un alto consumo de insumos y, además, por abastecer al resto de sectores con su producción, lo cual provoca aumentos de la demanda final para toda la economía, por lo cual pueden considerarse como las más importantes (industrias tipo II). Situación que no ocurre con la industria manufacturera de poliestireno, ya que sus valores de BL y FL son menores a la unidad, lo cual significa que la prohibición a nivel nacional de los productos desechables de uniceL, la cual representa alrededor del 25% de dicha industria, no tendría un impacto significativo para el resto de la economía según los resultados obtenidos mediante la metodología de Chenery y Watabane.

4.3.9 Estimación de una alternativa al uniceL y sus impactos

En el Capítulo 3, apartado 3.7 *Las alternativas*, se mencionó que en el corto plazo el material sustituto más factible para los envases desechables de uniceL era el cartón, motivo por el cual se realizara el mismo ejercicio metodológico mediante el modelo de insumo producto para el caso de la industria del cartón con el fin de comparar ambas industrias, y con ello establecer si las repercusiones económicas derivadas de la prohibición de los productos de uniceL podrían ser mitigadas por la industria del cartón. Con el propósito de establecer una comparación entre ambas industrias, se presentarán los mismo indicadores que se utilizaron para medir la importancia de la industria manufacturera del poliestireno expandido (multiplicador del producto, encadenamientos hacia tras como hacia adelante, así como la clasificación de la actividad según las metodologías de Rasmusen y Chenery y Watabane) también para el caso de la industria del cartón. Los resultados se presentan en la Tabla 4.9 con el fin de establecer una comparación entre los indicadores de dichas industrias, y así poder establecer mediante el MIP, si la actividad 3222-Fabricación de productos de papel y cartón, podría brindar los mismos efectos (encadenamientos a hacía a delante y hacia atrás, efecto multiplicador, etc.) que el sector manufacturero de poliestireno tiene actualmente en la economía mexicana.

Tabla 4.9 Comparativa entre el poliestireno expandido y el cartón.

Indicador	326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno	3222-Fabricación de productos de cartón
Multiplicador del producto	1.60	1.56
Encadenamientos directos hacia atrás	0.72539	0.45250
Encadenamientos directos hacia adelante	0.02298	0.22701
Clasificación de la actividad según Rasmussen	Impulsor	Base
Clasificación de la actividad según Chenery y Watabane	No manufacturero / Destino Final (II)	No manufacturero / Destino Final (II)

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos previamente.

Con base en los datos de la tabla 4.9 se procede a realizar un análisis comparativo de los indicadores que en esta aparecen. En el caso del multiplicador del producto, si bien es cierto que para el caso del poliestireno es superior con un valor de 1.60, mientras que para la actividad del papel y el cartón este es de 1.56, la diferencia no resulta ser considerable dado las 4 centésimas, lo mismo ocurre con la separación en la tabla que ordena de mayor a menor las actividades según este indicador, mientras que el poliestireno se ubica en el lugar 12, el papel ocupa la posición 20 de las 55 actividades que integran la matriz. En cuanto a los encadenamiento directos hacia atrás, el poliestireno posee un valor considerablemente más alto que el del cartón, 0.72 y 0.45 respectivamente, lo cual significa que la manufactura de unigel en comparación con el cartón tiene una mayor capacidad de arrastre para aquellas actividades que están directamente ligadas a esta debido a su demanda de bienes de consumo intermedio. Respecto a los encadenamientos directos hacia adelante, la actividad 3222 (papel y cartón) cuenta con un valor superior al de la actividad 326140, lo cual significa que la alternativa planteada para sustituir a los envases elaborados con poliestireno tiene una mayor capacidad de estimular a otros sectores en virtud de su capacidad de oferta. En la clasificación de la actividad, la metodología de Rasmussen arroja que la industria del papel y el cartón se tipifica como Base, posee un alto encadenamiento hacia adelante y bajo hacia atrás, lo que significa que es un sector cuya demanda de insumos es pequeña y cuya producción primaria es de destino intermedio, con tendencia a abastecer de insumos a otros sectores. Para la clasificación según la metodología de Chenery y Watabane, ambas actividades son del tipo No manufacturero / Destino Final, lo cual significa que ambos son sectores que no compran de manera significativa a los demás sectores y su producción se destina primordialmente a abastecer la demanda final.

Una vez presentado el análisis comparativo entre las manufacturas de poliestireno y cartón se puede concluir que los valores de los indicadores no resultan tan dispares entre estas dos actividades, si bien es cierto que no es un sustituto perfecto, el sector del papel y el cartón es una alternativa que, conforme a los criterios de valorización propios del modelo de insumo producto puede compensar los costos resultantes de la prohibición de una parte de la actividad manufacturera de poliestireno, la fabricación de productos desechables de unigel.

Capítulo 5. Conclusiones

La contaminación, y en específico los desechos sólidos urbanos son de los problemas ambientales más importantes en la actualidad debido en gran parte a la tendencia creciente en el uso de productos de un solo uso a nivel mundial. Nuestro país no es ajeno a dicha tendencia, donde los productos desechables que actualmente inundan el mercado ofrecen ciertas cualidades tales como practicidad y bajo costo, provocando que en los últimos años la industria del desechable haya proliferado en México, trayendo como consecuencia la acumulación de dichos productos. Al no ser materiales biodegradables, la permanencia de estos productos en el entorno se puede alargar por cientos de años, generando severas afectaciones al medio ambiente.

La solución al problema de los residuos sólidos es, en la mayoría de los casos, el reciclaje. El proceso fisicoquímico o mecánico al cual se expone a un material o producto previamente utilizado con la finalidad de extraer sus materia prima con el propósito de reutilizarla, está plenamente justificada desde la óptica de un mundo finito, con cantidades de materiales que, si bien pueden ser enormes, son limitadas. Empero, el proceso de reciclaje es técnicamente posible, es decir factible, en muchas ocasiones no resulta viable. Inmerso en un sistema capitalista, regido por la acumulación y la maximización de la ganancia, el proceso de reciclaje conlleva en la mayoría de los casos, costos mucho mayores comparados con el uso de materiales “nuevos”.

En el caso particular de los envases de un solo uso hechos de poliestireno expandido, el reciclaje es una alternativa factible, pero tal y como se mencionó en el Capítulo 3, este es un proceso que resulta ser mucho más costoso comparado con el reutilizamiento de este mismo material destinado a otros usos como la construcción y el embalaje. Las diferentes sustancias a las que son expuestos los productos destinados a contener alimentos y bebidas contaminan la materia prima a tal grado, que su proceso de limpieza ralentiza y encarece el proceso de reciclaje. Este problema de costos, aunado al poco valor de la materia prima (poliestireno expandido), son dos factores que explican el lento crecimiento a nivel nacional de la industria del reciclaje de esta material, donde menos del 1% del uncel que se consume anualmente en México se canaliza en centros de acopio para posteriormente ser reciclado.

Se abordó el problema de la prohibición de los envases desechables para alimentos hechos de poliestireno expandido desde una óptica multifactorial; sus repercusiones en el medio ambiente, en la salud humana, así como en la economía. La prohibición de dichos productos a nivel nacional en los próximos años sin duda alguna tendrá impactos negativos muy importantes en cuanto a lo económico se refiere: pérdida de empleos formales, reducción en la captación de ingresos por parte del Estado a través de impuestos, así como afectaciones a otros sectores de la industria, principalmente aquellas que tienen que ver con su proceso productivo como en su comercialización, actividades como extracción de gas y petróleo, comercio al por mayor de abarrotes y alimentos, la industria de alimentos y bebidas, entre otras.

Con el propósito de contextualizar la importancia de la industria manufacturera de envases desechables de poliestireno para el resto de la economía nacional, se recopilaron datos en torno al empleo, al valor de la industria, el consumo y demás indicadores. La presentación de estas cifras a lo largo de los últimos quince años puso en evidencia la tendencia creciente tanto en la fabricación como en el consumo de los productos desechables de uncel, y con ello, el problema de la

contaminación derivada de la acumulación de los residuos sólidos generados por este sector en específico. El acelerado proceso de urbanización, el aumento en el consumo de las familias mexicanas, así como la ausencia hasta hace poco de un marco jurídico en favor del cuidado del medio ambiente, fueron los principales factores que explican la enorme generación de RSU en los últimos años, donde los residuos plásticos representan el mayor porcentaje.

Se implementó el Modelo de Insumo Producto con el fin de establecer la importancia del sector 326140 *Fabricación de espumas y productos de poliestireno* para el resto de la economía mexicana. A través de los indicadores más importantes del MIP se pudo constatar que este sector tiene actualmente un importante grado de participación en cuanto al sector manufacturero se refiere, así lo refleja su multiplicador del producto, con un valor de 1.6, valor que lo ubica dentro de las primeras posiciones dentro de las 55 actividades consideradas en la matriz planteada para este ejercicio. También se observó que este sector posee altos encadenamientos hacia atrás, de hecho, se colocó como una de las más importantes con respecto a este indicador, ubicándose en el lugar 12, con un valor de 0.72, cuya interpretación es que este sector posee una alta capacidad de estimular de manera muy significativa a otros sectores a través de su demanda de bienes de consumo intermedio. En lo que respecta a los encadenamientos hacia adelante, dicha actividad tuvo un valor de 0.022, cifra sumamente baja considerando que el promedio de las actividades consideradas en la matriz (0.35), lo cual significa que el accionar de esta industria es poco significativa con aquellas actividades de las que obtiene productos, y que utilizarán otras ramas posteriores como insumos intermedios para su proceso de producción, es decir, la manufactura de poliestireno tiene poca capacidad de estimular a otros sectores, en virtud de su capacidad de oferta.

Con los datos arrojados por la MIP, se emplearon dos de las metodologías más comunes para categorizar las actividades conforme a los valores de sus encadenamientos. Conforme a la metodología Rasmussen, la actividad 326140 (manufactura de poliestireno) se clasificó como una actividad impulsora, lo cual significa que presentan un consumo intermedio elevado y su oferta se destina principalmente al consumo final, con lo cual tiene posibilidades de arrastrar y de inducir crecimiento económico. La otra metodología utilizada, con el afán de servir de cotejo fue la de Chenery y Watabane, la cual clasificó a la actividad manufacturera de poliestireno en la categoría No manufactureras / Destino final, la cual corresponde a un sector que no compra de manera significativa a los demás sectores y su producción se destina primordialmente a abastecer la demanda final. Lo anterior, tal y como se mencionó en el apartado 4.3.5 *Análisis de los encadenamientos*, se opone en cierto grado a los resultados de la metodología de Rasmussen, situación que corresponde en primer lugar a la metodología, (por ejemplo, la implementación de los índices de poder de dispersión de Rasmussen), y también, a que los valores de obtenidos según la metodología de Chenery y Watabane, resultan estar muy próximos a la categoría Manufacturero/ Destino final, la cual resulta ser muy semejante a la descripción del sector impulsor de la metodología de Rasmussen.

Si bien es cierto que la comparativa entre la industria del poliestireno expandido y el cartón, muestra diferencias entre los indicadores propios del MIP, estas no fueron significativas, es decir que, dada la potencial prohibición a nivel nacional de los envases desechables de unicel, la industria manufacturera del papel y el cartón bien podría amortiguar los impactos generados en el resto de la economía. A diferencia de otras industrias que, al no contar con la estructura necesaria, no serían capaces de cubrir satisfactoriamente la demanda del mercado nacional,

Lo antes mencionado comprueba la hipótesis planteada en esta investigación, la cual establecía que actualmente, existen las condiciones necesarias en la economía mexicana, para que un nuevo material sea capaz de mitigar los costos generados por la prohibición de envases desechables de unicel a nivel nacional, sin dejar de lado que la transición no estará exenta de vicisitudes, propias de la aplicación de nuevas políticas públicas.

Conforme a la metodología empleada, si bien se concluyó que el óptimo sustituto al unicel resulto ser el cartón, al ser un elemento que en primer lugar resulta menos contaminante para el medio ambiente por ser biodegradable, además de ser un material que en comparación con el poliestireno expandido cuenta con una industria de reciclaje madura, su uso extensivo generaría otras externalidades ambientales negativas. El empleo intensificado de este material exigiría un grado de explotación mayor al actual de las fuentes generadoras (bosques), con el propósito de satisfacer el nuevo nivel de demanda, situación que, requerirá un proceso de planificación a mediano y largo plazo que permita una apropiada transición entre estos materiales, y una optima gestión de los recursos forestales, respectivamente.

Para finalizar, resulta de gran relevancia considerar que la implementación de los diversos instrumentos ambientales con los que dispone el Estado, si bien tienen la finalidad de mitigar o “eliminar” los efectos nocivos que cierta actividad económica tiene sobre el entorno, su implementación genera de manera casi inexorable externalidades. Motivo por el cual, la elección de una determinada herramienta de política pública destinada a conservar el medio ambiente debería estar sujeta a un exhaustivo análisis que contemple sus posibles afectaciones geográficas y temporales.

Bibliografía

Aroche, Fidel. Escalante, Roberto. *Instrumentos económicos para la gestión ambiental. El caso de los aceites lubricantes usados en México*. Facultad de Economía. Universidad nacional Autónoma de México. México 2003

Aroche, Fidel. Escalante, Roberto, *Desafíos y propuestas para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: El caso de México*, Serie Seminarios y Conferencias, CEPAL, Chile, 2000

Barkin, David. Fuente Carrasco, Mario. *La significación de una economía ecológica radical*. REVIBEC, 19, 114. México, 2012

Boundi, Chraki Fahd. *Análisis input-output de encadenamientos productivos y sectores clave en la economía*. *Finanzas y Política Económica*, 2016, pp 55-81.

Chenery, Hollis. Watanabe, Tsunehiko. *International comparisons of the structure of production*. *Econometrica*. *Econometrica*, (1958) 487-521.

Dobson, Andrew. *Pensamiento político verde. Una nueva ideología para el siglo XXI*. Traducción: José Pedro Tosaus. Ediciones Paidós Ibérica, Barcelona, 1997.

Elías Castell, Xavier. *Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora*. 2ª edición, Madrid: Díaz de Santos, 2009.

Encinas Malagón, Maria. *Medio Ambiente Y contaminación*. Archivo Digital de Docencia e Investigacion. 2011.

Godinez Enciso, Juan. *Desarrollo económico y deterioro ambiental: una visión de conjunto y aproximaciones al caso mexicano*. 2015. Recuperado el 28 de 7 de 2019, de <http://zaloamati.azc.uam.mx/handle/11191/4657>

Flores Gómez, Ricardo. (2013). *Diagnostico de la Industria del Palstico en México*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autonoma de México. Recuperado el 30 de 8 de 2019 de https://www.zaragoza.unam.mx/wpcontent/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_flores_gomez.pdf

Fuente Carrasco, Mario. *La economía ecológica: ¿un paradigma para abordar la sustentabilidad?* Recuperado el 8 de agosto de 2019 de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018757952008000100005&lng=es&tlng=es.

Martínez Alier, Joan. Roca Jusmel, Jordi. *Economía ecológica y política ambiental*. México : PNUMA/FCE, 2000

Lund, Herbert. *Manual McGraw Hill de reciclaje*. Traducción: José Ignacio Tejero Monzón. Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España, 1996.

Márquez Covarrubias, Humberto. (2010). *Desarrollo y migración: una lectura desde la economía política crítica*. *Migración y desarrollo*, 8(14), 59-87. Recuperado el 15 de noviembre de 2019, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-75992010000100004&lng=es&tlng=es

Márquez González, *Matriz de Leontief Academia. edu*. Recuperado el 22 de Agosto de 2019 de https://www.academia.edu/9695511/Matriz_de_Leontief.

McCharry, Jan. *Reducir, reutilizar, reciclar*. Traducción: Sonsoles González. Madrid: Ángel Muñoz, 1995.

Micheli, Jordy. *Política ambiental en México y su dimensión regional*. Región y Sociedad, vol. XIV, núm. 23, enero-abril, El Colegio de Sonora. Hermosillo, México. 2002.

Rasmussen, Poul Nørregaard. *Studies in Inter-sectorialrelations. Am Econ Rev*, North-Holland Pub. Co 432-435. 1957.

Perman, Roger. *Natural Resource and Environmental Economics*, Third Edition, Estados Unidos. 2003.

Porter, Michael. *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Mexico: CECSA. 1987.

Richardson, George. *Dominant Structure*. MIT Press. Estados Unidos. 1986.

Sabogal, Julian. (2014). *El modo de producción capitalista, su actual crisis sistémica y una alternativa posible. Sociedad y Economía*(28). Recuperado el 15 de agosto de 2019 de <http://www.scielo.org.co/pdf/soec/n28/n28a05.pdf>

Schuschny, Andres Ricardo.. *Tópicos sobre el Modelo de Insumo-Producto: teoría y aplicaciones*. División de estudios y proyecciones economicas, CEPAL, Chile. 2005.

Sobarzo Fimbres, Horacio Enrique. *Modelo de insumo-producto en formato de matriz de contabilidad social: Estimación de multiplicadores e impactos para México, 2003*. Economía mexicana. Nueva época, 20(2), 237-280. 2011

Sosa Urrutia, Manuel Ernesto. Martínez Castañeda, Francisco Ernesto. Espinosa García, José Antonio. Buendía Rodríguez, Germán. *Contribución del sector pecuario a la economía mexicana. Un análisis desde la Matriz Insumo Producto*. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 8(1), 31-41. <https://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4308>. 2010

Zamudio Peña, William. *Caracterización del poliestireno expandido residual a nivel global: una revisión de literatura*. Recuperado el 2 de agosto de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/326635950_caracterizacion_del_poliestireno_expandido_residual_a_nivel_global_una_revision_de_literatura/citation/download

Anexo Estadístico

Anexo1. Actividades seleccionadas para integrar la nueva Matriz de Insumo Producto

Compras	
Posición	Actividad
1	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos
2	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
3	2111 - Extracción de petróleo y gas
4	5613 - Servicios de empleo
5	3251 - Fabricación de productos químicos básicos
6	3344 - Fabricación de componentes electrónicos
7	2211 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
8	3261 - Fabricación de productos de plástico
9	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos
10	5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces
11	3311 - Industria básica del hierro y del acero
12	4841 - Autotransporte de carga general
13	3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico
14	1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales
15	3252 - Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas
16	5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados
17	3312 - Fabricación de productos de hierro y acero
18	5511 - Corporativos
19	2122 - Minería de minerales metálicos
20	1121 - Explotación de bovinos
21	3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos
22	3222 - Fabricación de productos de cartón y papel
23	3336 - Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
24	3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio
25	3329 - Fabricación de otros productos metálicos
26	3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas
27	3273 - Fabricación de cemento y productos de concreto
28	5221 - Banca múltiple
29	3342 - Fabricación de equipo de comunicación
30	3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica

Compras	
Posición	Actividad
1	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos
2	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos
3	2361 - Edificación residencial
4	3261 - Fabricación de productos de plástico
5	3121 - Industria de las bebidas
6	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico
7	2362 - Edificación no residencial
8	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video
9	7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas
10	3399 - Otras industrias manufactureras
11	3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados
12	3222 - Fabricación de productos de cartón y papel
13	3231 - Impresión e industrias conexas
14	3119 - Otras industrias alimentarias
15	3116 - Matanza, empaclado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles
16	2371 - Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones
17	3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería
18	3329 - Fabricación de otros productos metálicos
19	3379 - Fabricación de colchones, persianas y cortineros
20	3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos
21	3259 - Fabricación de otros productos químicos
22	3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas
23	2372 - División de terrenos y construcción de obras de urbanización
24	3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios
25	3255 - Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos
26	5619 - Otros servicios de apoyo a los negocios
27	3152 - Confección de prendas de vestir
28	3254 - Fabricación de productos farmacéuticos
29	3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares
30	3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica

Anexo 7. Incrementos previstos de la demanda final

-47992.486	-479.92486	-48472.41086
26642.655	266.42655	26909.08155
538681.638	5386.81638	544068.4544
37480.508	374.80508	37855.31308
78939.437	789.39437	79728.83137
889757.113	8897.57113	898654.6841
423047.145	4230.47145	427277.6165
230616.553	2306.16553	232922.7185
112646.427	1126.46427	113772.8913
73624.765	736.24765	74361.01265
78690.489	786.90489	79477.39389
59614.483	596.14483	60210.62783
379354.65	3793.5465	383148.1965
113566.5	1135.665	114702.165
267432.867	2674.32867	270107.1957
105794.286	1057.94286	106852.2289
9948.988	99.48988	10048.47788
8941.689	89.41689	9031.10589
26475.121	264.75121	26739.87221
-86783.46	-867.8346	-87651.2946
-78753.121	-787.53121	-79540.65221
68852.581	688.52581	69541.10681
-20377.737	-203.77737	-20581.51437
-3274.870818	-32.74870818	-3307.619526
-60.028182	-0.450211365	-60.47839337
10222.908	102.22908	10325.13708
-9.419	-0.09419	-9.51319
-44519.866	-445.19866	-44965.06466
-28322.708	-283.22708	-28605.93508
135590.923	1355.90923	136946.8322
-30778.35	-307.7835	-31086.1335
-17173.576	-171.73576	-17345.31176
43117.416	431.17416	43548.59016
145151.75	1451.5175	146603.2675
133364.818	1333.64818	134698.4662
-249017.741	-2490.17741	-251507.9184
52223.886	522.23886	52746.12486
56985.097	569.85097	57554.94797
29032.692	290.32692	29323.01892
54505.747	545.05747	55050.80447
8141.231	81.41231	8222.64331
30197.389	301.97389	30499.36289
635843.675	6358.43675	642202.1118
1574733.273	15747.33273	1590480.606
542678.83	5426.7883	548105.6183
309756.852	3097.56852	312854.4205
1640115.714	16401.15714	1656516.871
17023.761	170.23761	17193.99861
242.705	2.42705	245.13205
7.911	0.07911	7.99011
1267.732	12.67732	1280.40932
201293.635	2012.93635	203306.5714
7107537.158	71075.37158	7178612.53

Anexo 8. Producto de la Matriz Inversa de Leontief $(I - A)^{-1}$, por el nuevo nivel de la demanda final a satisfacer

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	5.020-10 ³	1.850-10 ⁴	1.553-10 ⁴	1.522-10 ⁴	1.963-10 ⁴	0.189	3.508-10 ³	0.029	0.02	0.024	7.668-10 ³
1	3.87-10 ⁴	8.518-10 ⁴	1.29-10 ³	1.221-10 ³	1.568-10 ³	5.311-10 ⁴	5.748-10 ³	0.015	0.162	4.023-10 ³	1.349-10 ³
2	0.091	5.796-10 ³	0.01	6.222-10 ³	9.417-10 ³	8.039-10 ³	7.643-10 ³	8.906-10 ³	5.561-10 ³	5.994-10 ³	0.016
3	1.131-10 ³	1.193-10 ³	2.646-10 ³	1.414-10 ³	1.646-10 ³	1.565-10 ⁴	4.674-10 ⁴	4.68-10 ⁴	4.118-10 ⁴	2.335-10 ⁴	4.679-10 ⁴
4	1.007	9.331-10 ³	0.013	0.011	0.013	0.022	0.022	0.033	0.013	0.015	0.016
5	6.857-10 ⁴	1.007	2.586-10 ³	2.124-10 ³	2.876-10 ³	8.94-10 ⁴	3.791-10 ³	3.119-10 ³	4.013-10 ³	1.593-10 ³	1.923-10 ³
6	1.55-10 ³	5.793-10 ³	1.024	4.802-10 ³	6.166-10 ³	2.022-10 ³	8.37-10 ³	7.69-10 ³	9.071-10 ³	3.601-10 ³	4.346-10 ³
7	1.906-10 ³	4.375-10 ³	6.05-10 ³	1.063	7.582-10 ³	2.486-10 ³	1.054-10 ⁴	8.669-10 ³	1.115-10 ⁴	4.428-10 ³	5.344-10 ³
8	4.226-10 ⁴	9.124-10 ⁴	1.341-10 ³	1.309-10 ³	1.016	5.512-10 ⁴	2.336-10 ³	1.822-10 ³	2.473-10 ³	9.816-10 ⁴	1.185-10 ³
9	4.003-10 ³	8.412-10 ³	1.212-10 ⁴	1.245-10 ⁴	1.565-10 ⁴	1.005	0.015	0.012	1.286-10 ³	0.02	0.033
10	1.885-10 ³	2.484-10 ³	3.074-10 ³	6.480-10 ³	4.489-10 ³	1.694-10 ³	1.06	0.026	3.227-10 ³	0.013	0.026
11	2.597-10 ³	3.508-10 ³	2.933-10 ³	5.599-10 ³	9.411-10 ³	4.183-10 ³	3.353-10 ³	1.023	8.316-10 ³	4.299-10 ³	1.211-10 ⁴
12	2.261-10 ³	3.195-10 ³	3.42-10 ³	4.457-10 ³	7.052-10 ³	4.233-10 ³	1.692-10 ⁴	7.499-10 ³	1.067	4.238-10 ³	2.534-10 ⁴
13	6.567-10 ³	4.796-10 ³	6.538-10 ³	6.629-10 ³	7.504-10 ³	1.083-10 ³	0.017	0.018	1.539-10 ³	1.054	0.052
14	1.126-10 ³	3.603-10 ³	4.078-10 ³	1.707-10 ⁴	7.133-10 ³	1.442-10 ³	1.461-10 ⁴	4.823-10 ³	2.223-10 ³	7.189-10 ³	1.094
15	3.059-10 ⁴	2.792-10 ⁴	3.888-10 ⁴	5.776-10 ⁴	4.108-10 ⁴	2.141-10 ⁴	1.292-10 ³	6.351-10 ⁴	4.506-10 ⁴	5.126-10 ⁴	7.29-10 ⁴
16	8.3-10 ⁴	1.633-10 ³	2.494-10 ³	2.138-10 ³	2.628-10 ³	7.201-10 ³	0.018	0.022	4.683-10 ³	3.693-10 ³	8.98-10 ³
17	6.41-10 ⁴	5.686-10 ⁴	1.008-10 ³	1.15-10 ³	7.801-10 ⁴	6.17-10 ⁴	1.47-10 ³	1.166-10 ³	1.339-10 ³	3.935-10 ⁴	1.634-10 ³
18	0.173	0.012	0.021	0.012	0.02	0.015	0.011	0.015	0.011	8.45-10 ³	0.017
19	0.078	3.359-10 ³	4.949-10 ³	3.787-10 ³	4.13-10 ³	6.976-10 ³	0.013	0.01	3.109-10 ³	8.538-10 ³	0.037
20	1.156-10 ³	2.296-10 ³	3.312-10 ³	2.663-10 ³	3.208-10 ³	1.488-10 ³	4.561-10 ³	6.028-10 ³	4.489-10 ³	2.794-10 ³	3.728-10 ³
21	4.729-10 ³	6.735-10 ³	1.379-10 ⁴	8.533-10 ³	1.08-10 ⁴	1.339-10 ³	4.036-10 ⁴	5.236-10 ³	7.836-10 ⁴	1.313-10 ³	4.246-10 ⁴
22	4.563-10 ⁴	4.997-10 ⁴	6.543-10 ⁴	4.805-10 ⁴	4.589-10 ⁴	6.996-10 ⁴	1.025-10 ³	9.185-10 ⁴	1.292-10 ³	7.774-10 ⁴	9.433-10 ⁴
23	2.229-10 ³	5.867-10 ³	0.012	6.913-10 ³	6.336-10 ³	6.603-10 ³	0.013	0.035	0.01	0.014	0.02
24	1.326-10 ⁴	9.084-10 ⁴	1.108-10 ³	4.082-10 ⁴	4.709-10 ⁴	4.716-10 ⁴	3.746-10 ⁴	6.95-10 ⁴	4.668-10 ⁴	5.465-10 ⁴	1.228-10 ³
25	1.719-10 ³	0.011	0.013	5.045-10 ³	6.296-10 ³	1.579-10 ³	6.484-10 ³	5.388-10 ³	6.888-10 ³	2.829-10 ³	3.274-10 ³
26	9.11-10 ⁴	0.36	0.094	0.046	0.064	0.182-10 ³	3.224-10 ⁴	2.784-10 ⁴	3.131-10 ⁴	1.41-10 ⁴	1.693-10 ⁴
27	4.63-10 ³	4.657-10 ³	0.016	5.21-10 ³	3.111-10 ³	2.627-10 ⁴	4.004-10 ⁴	5.175-10 ⁴	4.125-10 ⁴	3.282-10 ⁴	3.368-10 ⁴
28	1.88-10 ³	9.178-10 ³	0.012	0.025	0.011	1.584-10 ⁴	4.009-10 ⁴	4.686-10 ⁴	3.999-10 ⁴	2.253-10 ⁴	2.851-10 ⁴
29	8.205-10 ⁴	1.369-10 ³	3.119-10 ³	1.534-10 ³	1.801-10 ³	2.061-10 ⁴	7.66-10 ⁴	6.766-10 ⁴	7.983-10 ⁴	3.419-10 ⁴	4.165-10 ⁴
30	1.829-10 ⁴	9.63-10 ⁴	3.278-10 ³	6.002-10 ⁴	3.127-10 ⁴	4.08-10 ⁴	7.325-10 ³	1.652-10 ⁴	6.406-10 ⁴	1.044-10 ⁴	1.027-10 ⁴
31	1.681-10 ³	3.629-10 ³	3.335-10 ³	5.208-10 ³	6.886-10 ³	2.192-10 ³	9.293-10 ³	7.644-10 ³	8.835-10 ³	3.904-10 ³	4.712-10 ³
32	1.385-10 ³	6.292-10 ³	3.955-10 ³	3.786-10 ³	4.945-10 ³	2.646-10 ³	3.794-10 ³	2.502-10 ³	3.054-10 ³	2.331-10 ³	2.698-10 ³

Y ₁	0
0	-4.647-10 ⁴
1	2.691-10 ³
2	5.441-10 ³
3	3.786-10 ³
4	7.973-10 ³
5	8.967-10 ³
6	4.273-10 ³
7	2.329-10 ³
8	1.136-10 ³
9	7.436-10 ³
10	7.948-10 ³
11	6.021-10 ³
12	3.821-10 ³
13	1.406-10 ³
14	2.78-10 ³
15	1.009-10 ³
16	1.008-10 ³
17	3.792-10 ³
18	2.049-10 ³
19	-2.017-10 ³
20	-7.954-10 ³
21	7.992-10 ³
22	-9.186-10 ³
23	-1.783-10 ³
24	9.857-10 ³
25	-60.478
26	1.033-10 ³
27	-9.513
28	-4.457-10 ³
29	1.239-10 ³
30	-2.861-10 ³
31	1.369-10 ³
32	-3.139-10 ³
33	-1.735-10 ³
34	4.355-10 ³
35	1.464-10 ³
36	1.347-10 ³
37	-2.515-10 ³
38	5.275-10 ³
39	5.755-10 ³
40	2.832-10 ³
41	5.619-10 ³
42	8.759-10 ³
43	8.323-10 ³
44	3.05-10 ³
45	6.422-10 ³
46	3.59-10 ³
47	1.657-10 ³
48	1.789-10 ³
49	245.132
50	7.99
51	1.28-10 ³
52	2.033-10 ³
53	7.179-10 ³

Anexo 10. Encadenamientos directos hacia atrás (ordenados de mayor a menor).

Posicion	Actividad	Valor	Posicion	Actividad	Valor
1	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.75803821	28	3252 - Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	0.36819834
2	3273 - Fabricación de cemento y productos de concreto	0.75653736	29	3399 - Otras industrias manufactureras	0.34803256
3	326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno	0.72539850	30	3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	0.34422643
4	3116 - Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.67630618	31	7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0.34055128
5	3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	0.65767238	32	2211 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	0.32488216
6	3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	0.60908559	33	5511 - Corporativos	0.29703973
7	3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.55917632	34	5619 - Otros servicios de apoyo a los negocios	0.29135705
8	3231 - Impresión e industrias conexas	0.54024221	35	2361 - Edificación residencial	0.27680948
9	3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios	0.53202190	36	2122 - Minería de minerales metálicos	0.26818422
10	3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería	0.52233409	37	5221 - Banca múltiple	0.26048161
11	3312 - Fabricación de productos de hierro y acero	0.51925372	38	3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	0.25137783
12	1121 - Explotación de bovinos	0.48729849	39	4841 - Autotransporte de carga general	0.20683439
13	3251 - Fabricación de productos químicos básicos	0.46205867	40	3336 - Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones	0.19919103
14	3379 - Fabricación de colchones, persianas y cortineros	0.45569300	41	5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	0.17633617
15	3222 - Fabricación de productos de cartón y papel	0.45250782	42	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	0.16532385
16	3121 - Industria de las bebidas	0.44725511	43	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	0.16394417
17	3254 - Fabricación de productos farmacéuticos	0.43503433	44	3344 - Fabricación de componentes electrónicos	0.16369694
18	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	0.42812791	45	Resto de la economía	0.16137894
19	3259 - Fabricación de otros productos químicos	0.42593508	46	1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	0.15712944
20	2372 - División de terrenos y construcción de obras de urbanización	0.42270691	47	3342 - Fabricación de equipo de comunicación	0.11617039
21	2371 - Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones	0.41714123	48	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	0.11009461
22	3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.40757398	49	2111 - Extracción de petróleo y gas	0.09279386
23	3329 - Fabricación de otros productos metálicos	0.40570354	50	3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico	0.09177766
24	3311 - Industria básica del hierro y del acero	0.40495367	51	5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	0.05670192
25	2362 - Edificación no residencial	0.39813381	52	5613 - Servicios de empleo	0.02701491
26	3152 - Confección de prendas de vestir	0.39039580	53	3261 - Fabricación de productos de plástico (otros)	0.00351316
27	3119 - Otras industrias alimentarias	0.37241610			

Anexo 11. Encadenamientos directos hacia adelante (ordenados de mayor a menor).

Posicion	Actividad	Valor	Posicion	Actividad	Valor
1	Resto de la economia	5.65024163	28	3116 - Matanza, empaclado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.09451496
2	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	2.64415088	29	3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.09095517
3	5613 - Servicios de empleo	1.13958771	30	3231 - Impresión e industrias conexas	0.08959792
4	2211 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	0.85808522	31	3329 - Fabricación de otros productos metálicos	0.08222333
5	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.71730938	32	3152 - Confección de prendas de vestir	0.06465324
6	3251 - Fabricación de productos químicos básicos	0.65571025	33	2371 - Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones	0.06162838
7	2111 - Extracción de petróleo y gas	0.65070944	34	7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0.04894636
8	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	0.56238777	35	3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	0.04800815
9	2122 - Minería de minerales metálicos	0.52757243	36	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	0.04073858
10	3311 - Industria básica del hierro y del acero	0.46920707	37	3399 - Otras industrias manufactureras	0.03874924
11	3261 - Fabricación de productos de plástico (otros)	0.46802957	38	3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios	0.03680223
12	4841 - Autotransporte de carga general	0.46703664	39	3121 - Industria de las bebidas	0.03540415
13	5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	0.40315013	40	3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	0.03066978
14	3252 - Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	0.35223508	41	326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno	0.02298485
15	1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	0.33352725	42	2372 - División de terrenos y construcción de obras de urbanización	0.02031195
16	3273 - Fabricación de cemento y productos de concreto	0.31472551	43	2362 - Edificación no residencial	0.01392365
17	3312 - Fabricación de productos de hierro y acero	0.27601876	44	3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	0.00885219
18	3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	0.24918431	45	5619 - Otros servicios de apoyo a los negocios	0.00807201
19	5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	0.24750155	46	2361 - Edificación residencial	0.0072994
20	3222 - Fabricación de productos de cartón y papel	0.22701099	47	3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería	0.00659917
21	1121 - Explotación de bovinos	0.18018038	48	3379 - Fabricación de colchones, persianas y cortineros	0.00438594
22	3119 - Otras industrias alimentarias	0.14166764	49	3344 - Fabricación de componentes electrónicos	0.00416755
23	3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.11683648	50	3342 - Fabricación de equipo de comunicación	0.00036397
24	5221 - Banca múltiple	0.11612822	51	3336 - Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones	0.00024029
25	5511 - Corporativos	0.11347479	52	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	0.00021943
26	3254 - Fabricación de productos farmacéuticos	0.09506752	53	3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico	2.4538E-05
27	3259 - Fabricación de otros productos químicos	0.09497104			

Anexo 12. Poder de dispersión de los encadenamientos hacia atrás (Metodología Rasmussen).

Posición	Actividad	Encadenamiento	Poder de Dispersión	Posición	Actividad	Encadenamiento	Poder de Dispersión
1	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.758038207	2.12211765	28	3252 - Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	0.36819834	1.03076624
2	3273 - Fabricación de cemento y productos de concreto	0.756537365	2.11791606	29	3399 - Otras industrias manufactureras	0.348032561	0.97431242
3	326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno	0.725398497	2.03074322	30	3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	0.344226431	0.96365721
4	3116 - Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.676306176	1.89330994	31	7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0.340551281	0.95336868
5	3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	0.657672382	1.84114489	32	2211 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	0.324882156	0.90950317
6	3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	0.609085588	1.70512682	33	5511 - Corporativos	0.297039728	0.83155868
7	3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.559176324	1.56540651	34	5619 - Otros servicios de apoyo a los negocios	0.291357049	0.8156501
8	3231 - Impresión e industrias conexas	0.540242214	1.51240073	35	2361 - Edificación residencial	0.276809481	0.77492438
9	3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios	0.532021903	1.48938808	36	2122 - Minería de minerales metálicos	0.268184218	0.75077807
10	3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería	0.52233409	1.46226718	37	5221 - Banca múltiple	0.260481606	0.72921471
11	3312 - Fabricación de productos de hierro y acero	0.519253719	1.45364372	38	3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	0.251377835	0.70372883
12	1121 - Explotación de bovinos	0.487298492	1.3641855	39	4841 - Autotransporte de carga general	0.206834393	0.57903007
13	3251 - Fabricación de productos químicos básicos	0.462058674	1.29352697	40	3336 - Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones	0.19919103	0.55763258
14	3379 - Fabricación de colchones, persianas y cortineros	0.455692997	1.27570635	41	5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	0.176336175	0.49365072
15	3222 - Fabricación de productos de cartón y papel	0.452507819	1.26678948	42	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	0.165323851	0.46282187
16	3121 - Industria de las bebidas	0.447255111	1.2520846	43	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	0.163944173	0.45895948
17	3254 - Fabricación de productos farmacéuticos	0.435034328	1.21787268	44	3344 - Fabricación de componentes electrónicos	0.163696937	0.45826735
18	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	0.428127912	1.19853827	45	Resto de la economía	0.161378935	0.45177813
19	3259 - Fabricación de otros productos químicos	0.425935077	1.19239945	46	1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	0.157129438	0.43988172
20	2372 - División de terrenos y construcción de obras de urbanización	0.422706912	1.18336225	47	3342 - Fabricación de equipo de comunicación	0.116170389	0.32521742
21	2371 - Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones	0.417141233	1.16778121	48	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	0.110094607	0.30820835
22	3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.407573976	1.1409978	49	2111 - Extracción de petróleo y gas	0.092793859	0.25977515
23	3329 - Fabricación de otros productos metálicos	0.405703542	1.13576155	50	3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico	0.09177766	0.25693031
24	3311 - Industria básica del hierro y del acero	0.404953674	1.1336623	51	5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	0.056701919	0.15873625
25	2362 - Edificación no residencial	0.398133812	1.11457019	52	5613 - Servicios de empleo	0.027014913	0.07562788
26	3152 - Confección de prendas de vestir	0.390395798	1.09290773	53	3261 - Fabricación de productos de plástico (otros)	0.003513162	0.00983505
27	3119 - Otras industrias alimentarias	0.372416096	1.04257379				

Anexo 13. Sensibilidad de dispersión de los encadenamientos hacia adelante (Metodología Rasmussen).

Posición	Actividad	Valor	Sensibilidad de Dispersión	Posición	Actividad	Valor	Sensibilidad de Dispersión
1	Resto de la economía	5.65024163	15.81777465	28	3116 - Matanza, empacado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	0.09451496	0.264593349
2	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	2.64415088	7.402264445	29	3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	0.09095517	0.254627752
3	5613 - Servicios de empleo	1.13958771	3.190260302	30	3231 - Impresión e industrias conexas	0.08959792	0.250828166
4	2211 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	0.85808522	2.402197912	31	3329 - Fabricación de otros productos metálicos	0.08222333	0.230183092
5	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	0.71730938	2.00809786	32	3152 - Confección de prendas de vestir	0.06465324	0.180995855
6	3251 - Fabricación de productos químicos básicos	0.65571025	1.835651939	33	2371 - Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones	0.06162838	0.172527816
7	2111 - Extracción de petróleo y gas	0.65070944	1.821652225	34	7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas	0.04894636	0.137024656
8	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	0.56238777	1.574396917	35	3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	0.04800815	0.134398177
9	2122 - Minería de minerales metálicos	0.52757243	1.47693184	36	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	0.04073858	0.11404709
10	3311 - Industria básica del hierro y del acero	0.46920707	1.313538818	37	3399 - Otras industrias manufactureras	0.03874924	0.108477961
11	3261 - Fabricación de productos de plástico (otros)	0.46802957	1.310242425	38	3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios	0.03680223	0.103027335
12	4841 - Autotransporte de carga general	0.46703664	1.307462727	39	3121 - Industria de las bebidas	0.03540415	0.099113446
13	5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	0.40315013	1.128613323	40	3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	0.03066978	0.085859639
14	3252 - Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	0.35223508	0.986077326	41	326140-Fabricación de espumas y productos de poliestireno	0.02298485	0.064345786
15	1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	0.33352725	0.933704996	42	2372 - División de terrenos y construcción de obras de urbanización	0.02031195	0.056863028
16	3273 - Fabricación de cemento y productos de concreto	0.31472551	0.88106978	43	2362 - Edificación no residencial	0.01392365	0.038979069
17	3312 - Fabricación de productos de hierro y acero	0.27601876	0.772710769	44	3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	0.00885219	0.024781575
18	3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	0.24918431	0.6975881	45	5619 - Otros servicios de apoyo a los negocios	0.00807201	0.022597485
19	5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	0.24750155	0.692877233	46	2361 - Edificación residencial	0.0072994	0.02043457
20	3222 - Fabricación de productos de cartón y papel	0.22701099	0.635514183	47	3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería	0.00659917	0.01847429
21	1121 - Explotación de bovinos	0.18018038	0.504412535	48	3379 - Fabricación de colchones, persianas y cortineros	0.00438594	0.012278382
22	3119 - Otras industrias alimentarias	0.14166764	0.396596619	49	3344 - Fabricación de componentes electrónicos	0.00416755	0.011666997
23	3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	0.11683648	0.327082128	50	3342 - Fabricación de equipo de comunicación	0.00036397	0.001018925
24	5221 - Banca múltiple	0.11612822	0.325099362	51	3336 - Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones	0.00024029	0.000672695
25	5511 - Corporativos	0.11347479	0.317671129	52	3343 - Fabricación de equipo de audio y de video	0.00021943	0.000614287
26	3254 - Fabricación de productos farmacéuticos	0.09506752	0.266140244	53	3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico	2.4538E-05	6.86926E-05
27	3259 - Fabricación de otros productos químicos	0.09497104	0.265870122				

Anexo 14. Clasificación de las actividades según la metodología de Rasmussen.

Categoría	Actividad	
Clave	3241 - Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	
	3251 - Fabricación de productos químicos básicos	
	3311 - Industria básica del hierro y del acero	
	4311 - Comercio al por mayor de abarrotes y alimentos	
	5613 - Servicios de empleo	
	2211 - Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	
	2111 - Extracción de petróleo y gas	
Base	4611 - Comercio al por menor de abarrotes y alimentos	
	2122 - Minería de minerales metálicos	
	3261 - Fabricación de productos de plástico (otros)	
	4841 - Autotransporte de carga general	
	5311 - Alquiler sin intermediación de bienes raíces	
	3252 - Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	
	3273 - Fabricación de cemento y productos de concreto	
	3312 - Fabricación de productos de hierro y acero	
	3314 - Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	
	3222 - Fabricación de productos de cartón y papel	
Impulsor	1121 - Explotación de bovinos	
	3119 - Otras industrias alimentarias	
	3113 - Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	
	3254 - Fabricación de productos farmacéuticos	
	3259 - Fabricación de otros productos químicos	
	3116 - Matanza, empaqueo y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	
	3112 - Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	
	3231 - Impresión e industrias conexas	
	3329 - Fabricación de otros productos metálicos	
	3152 - Confección de prendas de vestir	
	2371 - Construcción de obras para el suministro de agua, petróleo, gas, energía eléctrica y telecomunicaciones	
	3352 - Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	
	3271 - Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios	
	3121 - Industria de las bebidas	
	3114 - Conservación de frutas, verduras, guisos y otros alimentos preparados	
	326140 - Fabricación de espumas y productos de poliestireno	
	2372 - División de terrenos y construcción de obras de urbanización	
	2362 - Edificación no residencial	
	3371 - Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería	
	3379 - Fabricación de colchones, persianas y cortineros	
	1111 - Cultivo de semillas oleaginosas, leguminosas y cereales	
	5412 - Servicios de contabilidad, auditoría y servicios relacionados	
	5221 - Banca múltiple	
	5511 - Corporativos	
	3359 - Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	
	3399 - Otras industrias manufactureras	
	3353 - Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	
	Independier	5619 - Otros servicios de apoyo a los negocios
		2361 - Edificación residencial
		3344 - Fabricación de componentes electrónicos
3342 - Fabricación de equipo de comunicación		
3343 - Fabricación de equipo de audio y de video		
3341 - Fabricación de computadoras y equipo periférico		
7225 - Servicios de preparación de alimentos y bebidas alcohólicas y no alcohólicas		