

# INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA

Dirección General de Investigación en  
Política y Economía Ambiental

## Análisis de los Mercados de Diversos Materiales Vírgenes y Reciclados para la Producción de Envases

---

Thesis Consultores, S.C.

2002



**Instituto Nacional de Ecología**



# **Análisis de los Mercados de Diversos Materiales Vírgenes y Reciclados para la Producción de Envases**

## Índice

1. Antecedentes .....	3
1.1. Justificación del estudio .....	3
1.2. Objetivo general del estudio .....	4
1.3. Objetivos particulares del estudio .....	4
1.4. Etapas del estudio. ....	4
2. Objetivo del presente documento .....	5
3. Metodología de selección de materiales .....	5
3.1 Descripción de la mecánica de análisis.....	5
3.2. Resultados del análisis económico por industria .....	7
3.3. Implicaciones ambientales .....	9
3.4. Selección de los materiales.....	10
4. Caracterización de los procesos de fabricación de envases y reciclaje/reutilización de residuos sólidos .....	14
4.1 Envases de Polietileno Tereftalato (PET) .....	14
Diagrama 1.Ciclo productivo y de vida del Polietilen Tereftalato .....	16
4.2 Envases de vidrio .....	16
Diagrama 2. Ciclo productivo y de vida del vidrio.....	18
4.3 Cartón laminado (envase Tetrapak) .....	18
Diagrama 3. Ciclo productivo y de vida del cartón.....	20
5. Metodología utilizada para obtener información .....	20
5.1 Desarrollo de cuestionarios .....	20
5.2 Identificación de empresas participantes y posibles contactos .....	21
6. Resultados de las entrevistas realizadas y de la solicitud de información. ....	23
7. Análisis de la información cuantitativa .....	28
7.1 Industria de PET recuperado .....	28
7.2 Industria del vidrio y del cartón.....	30
8. Esquema de retorno de envases vacíos .....	30
8.1 Vidrio.....	30
8.2 Cartón laminado.....	30
8.3 Plástico PET .....	31
9. Conclusiones.....	32
10. Recomendaciones .....	35
11. Referencias.....	36
Anexo 1. Datos utilizados para el análisis económico por industria.....	37
Anexo 4. Datos de las empresas consideradas en el estudio .....	43

## 1. Antecedentes

### *1.1. Justificación del estudio*

La producción, la comercialización y los residuos de envases de diferentes materiales inciden en el medio ambiente. En primer lugar, hay una disminución de los recursos naturales no renovables. En segundo lugar, generan contaminación de agua, de aire y de suelo. Por último, ejercen presión sobre los sistemas de gestión de los residuos sólidos.

Los métodos para la disposición de los residuos de envases son limitados. Tradicionalmente la gran mayoría de los envases se depositan en tiraderos. Otra porción muy limitada se recicla o se incinera y otra porción permanece en calles, caminos, campos y áreas naturales de nuestro país.

En la práctica, la mayor proporción de los envases terminan en los tiraderos, lo cual representa al menos dos problemas a la sociedad. El primero, un aumento en la demanda de insumos vírgenes para la producción de envases con sus consecuentes impactos ambientales. El segundo, el incremento en la demanda de infraestructura y servicios para la disposición final de residuos, como son rellenos sanitarios, recolección y transporte, los cuales a su vez tienen efectos negativos al medio ambiente. Los costos sociales de ambos problemas, si bien no han sido estimados, podrían resultar importantes.

En principio, es posible diseñar políticas que eviten una proporción significativa de los problemas generados por los envases y que reduzcan el costo para la sociedad de atenderlos. Desde el punto de vista social, parecería que es más costoso recoger y depositar los residuos, que evitar su generación.

Dado lo anterior, es deseable incidir en las actividades industriales y modificar procesos y productos, particularmente en relación con los envases, de manera que se incrementen los incentivos al reúso y al reciclaje. Por el contrario, las políticas se debería orientar hacia desalentar la disposición final.

Los instrumentos económicos generan incentivos a través de la modificación de los precios relativos de los productos. Así, en la medida en que los mercados de productos que contaminan el ambiente respondan más a las modificaciones en los precios, dichos instrumentos tendrán una mayor factibilidad como mecanismos para mitigar los problemas. Por el contrario, en la medida en que los consumidores respondan menos a variaciones en los precios entonces, las políticas basadas en instrumentos económicos, no serán recomendables.<sup>1</sup>

Para poder establecer y desarrollar instrumentos económicos que efectivamente favorezcan el reúso, y el reciclaje de los envases, a la vez que desalienten la disposición final, los tomadores de decisiones requieren contar con información clara y veraz sobre las

---

<sup>1</sup> Salvo en el caso que lo que se persiga sea aumentar los recursos públicos y estos a su vez, sean utilizados para corregir o subsanar los problemas ambientales originados por las actividades sujetas a las políticas de precios.

características de los mercados del material con el que se producen los envases y de los envases mismos. Esto permitirá determinar si los mercados responden a políticas de

precios o basadas en instrumentos económicos, y por lo mismo, si estos tienen factibilidad. Es de importancia saber, entre otras cosas, la reacción del mercado primario y secundario con respecto a variaciones en el precio. La obtención de esta información es la razón por la cual se llevará a cabo este estudio.

### ***1.2. Objetivo general del estudio***

- Ofrecer información pertinente para tomar medidas en materia de manejo de residuos sólidos, de tal manera que se logre una disminución de la presión sobre los tiraderos y una disminución de la disposición inadecuada de envases.
- Seleccionar la medida más adecuada en función de su costo y su efectividad, a partir del conocimiento del impacto de diferentes políticas de gestión de residuos de envases.

### ***1.3. Objetivos particulares del estudio***

- Contar con una lista de la cantidad de material virgen que se ha consumido en México de tres de los materiales de referencia (Tabla 1). La lista deberá contener al menos 20 observaciones.
- Contar con una lista de la cantidad de material reciclado o recuperado que se ha consumido en México de tres de los materiales de referencia. La lista deberá contener al menos 20 observaciones.
- Contar con una lista de los precios del material virgen que se ha consumido en México de tres de los materiales de referencia. La lista deberá contener al menos 20 observaciones.
- Contar con una lista de los precios del material reciclado o recuperado que se ha consumido en México de tres de los materiales de referencia. La lista deberá contener al menos 20 observaciones.
- Tener una aproximación de las elasticidades precio de la oferta y la demanda de material virgen, así como la elasticidad de la demanda de material virgen a cambios en el precio del material reciclado.
- Tener las herramientas para realizar un análisis del impacto de diferentes alternativas de política sobre el mercado de producción de envases.

### ***1.4. Etapas del estudio.***

- I. Determinación de la estrategia a utilizar para obtener los datos. Esto dependerá del entendimiento de las industrias demandantes de los materiales para fabricar envases. Asimismo, esta etapa incluye la elección de las materias primas que se analizarán en las etapas posteriores del estudio.

- II. Obtención y procesamiento de los datos de las tres materias primas seleccionadas, con la finalidad de obtener un listado de precios y cantidades intercambiadas en los mercados de material virgen y reciclado.
- III. Análisis e interpretación de los datos procesados, obteniendo estadísticas descriptivas y realizando análisis econométricos.

## 2. Objetivo del presente documento

- Analizar las industrias relacionadas con las materias primas de referencia, con base en la información disponible.
- Caracterizar los procesos de fabricación y reciclaje de los envases de vidrio, de cartón y de PET.
- Describir la metodología utilizada para obtener información de los mercados de envases de vidrio, de cartón y de Pet.
- Analizar la información obtenida.
- Tratar de determinar las causas que limitan el acceso a la información cuantitativa de los mercados en estudio.
- Proponer líneas de acción con base en la información obtenida.

## 3. Metodología de selección de materiales

La selección de los materiales a ser analizados en el presente estudio dependió en buena medida de la existencia y acceso a información confiable y relevante. En este sentido, el objetivo de la metodología a utilizar fue por un lado, identificar información relevante. Por otro, evaluar la accesibilidad a la información. A continuación se describen en detalle los elementos de información utilizados y los criterios de análisis.

En términos generales, se procedió de un entendimiento general a partir de la participación económica de cada uno de los materiales de referencia, hacia una comprensión detallada de los materiales y sus implicaciones en cuanto a política ambiental. Este último elemento se incorpora en el análisis por medio de una revisión de las implicaciones en cuanto a generación de residuos y consumo de energía de cada una de las ramas industriales de referencia.

### *3.1 Descripción de la mecánica de análisis*

Primeramente, se realizó una revisión temática para conocer y entender mejor los procesos involucrados en la producción y utilización de las materias primas de referencia. Esto nos permitió identificar los subsectores productivos en los cuales estaban incluidas cada una de las materias primas.

Posteriormente, identificamos las ramas y clases de actividad industrial que incluyen los procesos de fabricación de envases a partir de las materias primas de interés. Para cada una de estas clases de actividad económica, obtuvimos los siguientes datos:

- Número de unidades económicas.

- Personal ocupado total.
- Producción bruta total (en miles de pesos).
- Valor de la producción (en miles de pesos).
- Ventas totales, nacionales y al exterior (en miles de pesos).
- Gasto en materias primas, nacionales e importadas (en miles de pesos).

Con esta información se determinó la importancia económica de las clases productivas relacionadas con la fabricación de envases dentro de cada una de las industrias consideradas.

Finalmente, con el objeto de conocer el grado de concentración de la actividad productiva en las industrias definidas, realizamos un análisis de la distribución de la producción bruta, de las unidades económicas y del número de empleados para cada uno de los tamaños de empresa industrial, definidos en el Banco de Información Sectorial, Establecimientos y Empleos de la Secretaría de Economía<sup>2</sup>. Es importante mencionar que el nivel y cantidad de información pública disponible para los materiales de referencia, sólo permite un análisis de distribución basado en la participación porcentual de cada grupo de unidades productivas de acuerdo a su tamaño, en la producción total.

A partir del análisis realizado se definieron los mercados para lo cuales se desarrollaría el resto del estudio. Los criterios de selección que se utilizaron se sustentan en dos factores: (a) la factibilidad de conseguir un entendimiento estadístico del comportamiento de la industria a partir de un número reducido de fuentes y (b) las características industriales que hagan más factible la negociación de acuerdos y la aplicación de instrumentos económicos. Adicionalmente, se consideraron las implicaciones ambientales por volumen de los diferentes tipos de residuos identificados en la basura municipal.

Dado lo anterior, las industrias que muestren una mayor concentración de la producción en un número menor de unidades económicas facilitan por un lado, conseguir información en la medida en que con un número reducido de fuentes se cuenta con una proporción muy significativa de la producción total. Por otro, facilita la negociación y consenso de políticas.

No obstante, se puede argumentar que una industria donde la producción se concentre en un número pequeño de productores responderá menos a políticas de precios que una donde prevalezcan condiciones de competencia. Para el caso particular de las industrias consideradas en el estudio creemos que aún bajo condiciones de oligopolio en la producción, los mercados se comportan competitivamente debido a la libertad en el flujo de mercancías extranjeras. Por lo mismo, las empresas se ven obligadas a comportarse más como si fueran tomadoras de precios que como fijadoras de precios.

Las bases de datos utilizadas para este apartado se proporcionan en el Anexo 1, cuadros A1-A6, de este documento.

---

<sup>2</sup> De acuerdo con la clasificación publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 1999. Se consideran como microempresas las que tienen de 1 a 30 empleados; como pequeñas las que tienen de 31 a 100 empleados; como medianas las que tienen de 101-500 empleados y como grandes las que tienen más de 501 empleados.

### 3.2. Resultados del análisis económico por industria

#### 3.2.1 Concentración de la producción por industria

De acuerdo a la división de INEGI para la industria manufacturera y a la revisión inicial de los procesos productivos realizada se definieron cuatro industrias a analizar, a saber:

- Industria del plástico (dentro del subsector: Producción de sustancias químicas y artículos de plástico y hule).
- Industria del vidrio (dentro del subsector: Producción de bienes a base de minerales no metálicos).
- Industria del papel y sus productos (dentro del subsector: Producción de papel, productos de papel, imprentas y editoriales).
- Industria básica de metales no ferrosos (dentro del subsector: Industria metálica básica).

En general, la participación de estas cuatro industrias dentro del Producto Interno Bruto de la industria manufacturera, no es muy alta. La de mayor importancia entre las cuatro definidas, por su contribución en valores absolutos al PIB, (sustancias químicas, derivados del petróleo, productos de hule y plástico) ocupa el tercer lugar con respecto a los nueve subsectores definidos por el INEGI. El subsector IV (en donde se incluye la industria del papel) ocupa el lugar número siete. El subsector VI (que incluye al vidrio) ocupa el lugar número cinco y el subsector VII (aluminio) ocupa el lugar número seis.

Con respecto al grado de concentración de la producción en función del tamaño de las empresas y del número de empresas por tamaño observamos que, en general las cuatro industrias descritas concentran su producción y el número de empleados en las empresas de tamaño mediano y grande, en las cuales la productividad promedio por trabajador es muy superior a la observada en las empresas micro y pequeñas. El siguiente cuadro muestra los niveles de concentración de la producción por industria.

**Cuadro 1. Concentración productiva por industria**

	Producción total bruta de empresas medianas (%)	Producción total bruta de empresas grandes (%)	Total porcentual de empresas medianas y grandes (%)	Unidades económicas de tamaño mediano (%)	Unidades económicas de tamaño grande (%)
Industria del plástico	41	25	66	8	1
Industria del vidrio	17	75	92	3	1
Industria del papel y sus productos	56	31	87	7	1
Industria básica de metales no ferrosos	35	47	82	13	5

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de los Censos Económicos 1999, INEGI

La industria que, comparativamente, tiene la estructura productiva menos concentrada es la del plástico (el 66% de la producción esta en manos del 9% de las empresas de la industria). Tiene además, el mayor volumen de unidades económicas totales de entre las cuatro estudiadas y una distribución de la fuerza laboral medianamente homogénea entre los cuatro tipos de empresas. En todas las industrias el mayor porcentaje de unidades económicas corresponden al tamaño micro pero, únicamente la del plástico tiene un nivel de producción en este rango, mayor al 15% del total. Es en términos comparativos la industria más competitiva.

El segundo lugar en concentración productiva total de este grupo de industrias, le corresponde a la industria básica de metales no ferrosos (el 82% del total de la producción). Esta industria tiene un porcentaje de empresas de tamaño mediano y grande del doble de la industria del plástico y la del papel, además de tener niveles de producción en empresas pequeñas y medianas cercanos al 20% del total.

La siguiente industria, por nivel de concentración de la producción total bruta y por porcentaje de empleados en los rangos de empresa grande y mediana, es la industria de la celulosa, el papel y sus productos. La mayor concentración de ambas variables esta en las empresas de tamaño mediano, pero tomando en cuenta ambas categorías de empresas es mayor que la de metales no ferrosos (el 87% del total de la producción). La producción correspondiente a las empresas pequeñas y micro no rebasa el 15% del total de la industria.

Por último, la industria del vidrio tiene un nivel de concentración de la producción y de su fuerza laboral muy alto, claramente definido en las empresas grandes. Aquí podemos observar que el 1% de las empresas de la industria emplean al 63% de la fuerza laboral y producen el 75% de la producción bruta total. La producción de las empresas micro y mediana no supera el 10% del total. (Anexo 1, Tablas A1-A6).

### ***3.2.2 Participación de los diversos materiales en la industria del envase y embalaje en México***

De acuerdo con los datos de la Asociación mexicana del envase y embalaje en México (AMEE), la producción de envases y embalajes durante el año 2001 en el país tuvo un crecimiento negativo del 0.5%, con un nivel de producción de 8,008,896 toneladas, equivalentes a 5,992.2 millones de dólares. La contribución de la industria mexicana de envase y embalaje al PIB manufacturero fue de 8.7% y al PIB nacional de 1.6%.

La contribución de cada uno de los materiales utilizados en la industria de envase y embalaje a la producción total de la industria, se muestra en el siguiente cuadro

**Cuadro 2. Industria del Envase y Embalaje en México año 2001**

	Madera	Metal	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Total de la industria
<b>Producción Nacional</b> (Toneladas)	1,368,620	487,458	2,193,300	1,147,785	2,811,733	<b>8,008,896</b>
<b>Valor de la producción</b> (Millones de dólares)	41.2	1.019.6	2,262.6	1,630.9	1,037.9	<b>5,992.2</b>

<b>Valor de las ventas</b> (Millones de dólares)	51.3	1,021.2	2,231.9	1,611.3	1,026.9	<b>5,942.6</b>
<b>Personal Ocupado</b> (No. de personas)	1,520	10,760	22,872	27,066	12,838	<b>75,056</b>
<b>Consumo Per Cápita</b> (Kilogramos)	13.8	5.4	29.5	14.6	27.7	<b>88.0</b>

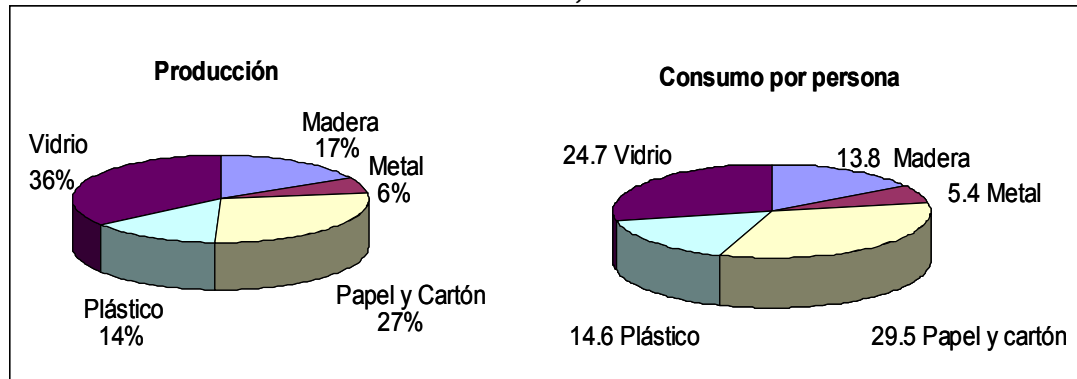
Fuente: Anuario estadístico AMEE 2002

A partir del cuadro anterior, se observa que el material con mayor presencia en la industria, en cuanto a producción en toneladas, es el vidrio con una participación del 35.1%, seguido por el papel y cartón (27.4%) y por la madera (17.1%). El plástico ocupa el cuarto lugar en la producción total, aunque para nuestro estudio bien podría corresponder al tercer lugar, dado que la madera se utiliza principalmente para embalajes.

Con respecto al valor de la producción, el material con mayor participación es el papel y cartón (37.8%), seguido por el plástico (27.2%) y por el vidrio (17.3%). En cuanto al consumo por persona, observamos la importante participación del papel y cartón, 29.5 kg por persona, y del vidrio, 24.7 kg por persona.

La participación porcentual por material en la industria nacional de envase y embalaje se presenta también de manera gráfica.

**Grafica 1. Producción y consumo por persona de la industria de envase y embalaje en México, 2001**



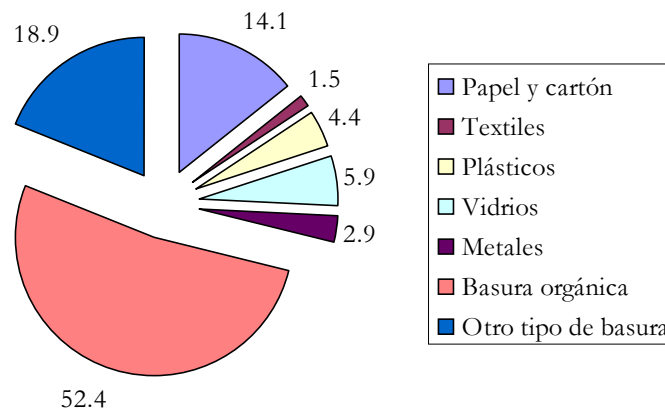
Fuente: Anuario estadístico de la AMEE, 2001

### 3.3. Implicaciones ambientales

Las implicaciones ambientales se describen a partir de la contribución de cada una de las diferentes industrias a la generación de residuos sólidos. Así, a mayor generación, será más apremiante que se adopten medidas para reducir su disposición final.

La contribución a la generación de residuos ha sido estimada por la SEDESOL (1996). A partir de dicha estimación sabemos que del 100 por ciento de la basura municipal en el país, más del 14% lo aportan el papel, cartón, y productos de papel. El 5.9% es vidrio, el 4.4% lo componen los plásticos, el 2.9 % los metales y el 1.5% los textiles. El resto se agrupan en residuos orgánicos con el 52.4%, y otro tipo de basura con el 18.9% ( Gráfica 2).

Gráfica 2. Composición de la basura municipal.



Fuente: Estadísticas del medio ambiente, 1997, INEGI. Datos en porcentajes

### 3.4. Selección de los materiales.

A partir de la caracterización ambiental e industrial desarrollada y de la identificación de ciertas características del mercado de los envases en general, seleccionamos los siguientes materiales para su estudio subsiguiente: El vidrio, el Polietileno Terftalato (PET) y el Cartón (Tetrapak).

#### 3.4.1 El vidrio

El vidrio es un material que posee características que lo hacen muy útil para la fabricación de objetos como botellas, frascos, termos y vasos, entre otros. Algunas de sus ventajas, a considerar dado el objetivo final del presente estudio, son:

- Es inerte al contacto con alimentos y fármacos en general, no se oxida, es impermeable a los gases y necesita menos aditivos para conservar los alimentos envasados.
- Es ideal para ser reutilizado pues resiste temperaturas de hasta 150° C, lo que facilita el lavado y la esterilización.
- Es 100% reciclable, no perdiéndose material ni propiedades en este proceso y posibilitando un importante ahorro de energía con relación a la producción a partir de la materia prima virgen necesaria para su elaboración: arena, ceniza de soda, piedra caliza y feldespató.

No debemos dejar de mencionar, sin embargo, su principal desventaja:

- Es uno de los materiales más costosos, dentro de los usados para envases, tanto en su proceso de producción, distribución y recuperación, según información obtenida

en el artículo del vidrio, de la asociación uruguaya mencionada en las fuentes de información revisadas.

Además del hecho de la importante presencia del vidrio en el mercado de los envases en México (Representa el 35% de la producción nacional de envases y embalajes y ocupa el segundo lugar en el consumo per cápita de materiales utilizados para envases y embalajes en México), y de sus características favorecedoras para su rehúso y reutilización, tomamos en cuenta que ocupa el segundo lugar, entre los materiales de referencia, en la generación de basura a nivel municipal.

Consideramos también, que el nivel de concentración industrial presente en este mercado, facilitará la aplicación de instrumentos económicos y la negociación de los mismos con los principales representantes de la industria. En una estructura industrial tan concentrada, el resto de los participantes tiende a seguir los patrones de negocio de las empresas dominantes.

#### **3.4.1.1. Supuestos y restricciones**

La materia prima utilizada para fabricar los envases de vidrio es de uso genérico para la fabricación de vidrio en cualquiera de sus modalidades. Lo anterior genera dificultades para enfocar los instrumentos de política en los envases solamente. Así, una política aplicada al material virgen utilizado para la fabricación de envases de vidrio, repercutiría automáticamente en el resto de los productos de vidrio.

Lo anterior nos llevó a considerar que el punto relevante para la construcción de la base de datos es el envase de vidrio nuevo, y no necesariamente el material virgen utilizado para su producción. . Lo anterior facilitará la identificación de medidas de política enfocadas a los envases de vidrio, y separar en la medida de lo posible, efectos negativos en el resto de la industria. Así, la cantidad de material recuperado se estimará en función de la cantidad de envases (botellas) recuperados por las empresas fabricantes. Los precios serán, respectivamente, el costo de fabricación de los envases y el precio pagado por las botellas recuperadas.

Tal como se mencionó, la industria del vidrio presenta un alto nivel de concentración de la producción en las empresas grandes. De acuerdo con los datos de los Censos Económicos 1999, de INEGI, las 11 empresas grandes de la industria tienen una participación en la producción total del 75% y dan trabajo al 62% de la planta productiva de esta industria. Debido a que no contamos con datos públicos, a este nivel de detalle, referentes al comportamiento de la actividad “Fabricación de envases y ampollitas de vidrio”, tomamos la decisión de suponer un comportamiento similar en cuanto a capacidad productiva entre la industria y sus actividades. Asumiremos, por tanto, que las empresas clasificadas como grandes, en el rubro de fabricación de envases de vidrio, son representativas de al menos el 75% de la capacidad productiva de este rubro.

### ***3.4.2 El PET***

Este material se seleccionó de entre los otros plásticos por las siguientes razones:

De acuerdo con un informe elaborado por una Asociación Civil del Uruguay, preocupada por el medio ambiente mundial, en la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del Terftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases. Las botellas de Pet se utilizan para envasar refrescos y aguas naturales principalmente, debido a sus propiedades de transparencia, barrera a gases y resistencia al impacto.

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que actualmente estos desechos constituyen un problema de difícil solución. Por sus características, los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Dentro del total de plásticos desechables que hoy van a la basura se destaca en los últimos años el aumento sostenido de los envases de PET, proveniente fundamentalmente de botellas de agua de mesa, aceites y bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Además, los plásticos ocupan un lugar relevante en la generación de basura a nivel municipal, dentro de los cuales el PET representa aproximadamente el 1.5% del total de los residuos generados. El análisis de la estructura industrial a la cual pertenece este material, nos sugiere una industria medianamente competitiva, en comparación con las otras industrias analizadas, dado el volumen de participantes y la distribución de su capacidad productiva. La industria del plástico agrupa a más de 2,500 empresas transformadoras, de las cuales el 60% son micro, el 24% son pequeñas, el 12% son medianas y sólo el 4% son grandes.

El acceso a la información en una industria competitiva, con un número importante de participantes, es un factor importante para considerar. En México, existe una Asociación para promover el reciclaje del PET (APREPET) a la cual se acudió para solicitar su colaboración en la realización de este estudio. En este caso se esperaba identificar un mercado primario y uno secundario de materias primas mucho más sensible a variaciones en el precio.

#### **3.4.2.1 Supuestos y restricciones**

Nuestro objetivo fue conocer el comportamiento, con respecto al uso de material virgen y recuperado, de al menos el 70% de los fabricantes identificados (registrados en la APREPET) del mercado de fabricantes de envases de PET.

Preliminarmente, consideramos que el PET es una materia prima con usos no tan diversificados como el vidrio o el cartón y que la identificación del precio directo de la materia prima virgen o reutilizada sería de utilidad para el INE en la generación de políticas para la gestión de residuos sólidos, con base en los precios de este material.

### ***3.4.3 Cartón-Tetrapak***

El análisis ambiental nos indica que el cartón y el papel representan el 14% del volumen de residuos sólidos generados a nivel municipal (tal como se observa en el gráfico 5 ya presentado), lo cual los coloca en primer lugar, con respecto a la contribución en este

aspecto, de los materiales definidos en este estudio. Además, ocupa el segundo lugar en la producción de envases y embalajes a nivel nacional y es el material con el consumo per cápita más alto, dentro de la industria del envase y embalaje en México.

Por otro lado, el nivel de concentración de la producción nacional existente en este mercado podría permitir el realizar negociaciones, relacionadas con la gestión de los residuos sólidos generados, con mayor facilidad.

La empresa Tetrapak mantiene un dominio casi absoluto en la proveeduría de los envases utilizados en un amplio espectro de las industrias de alimentos y bebidas, especialmente en el sector lechero. De acuerdo con la Asociación Mexicana de Empaque y Embalaje, la multinacional mantiene en su poder más del 90% del mercado del sector lechero. Su competencia incluye, no sólo a los productores de envases de cartón, sino también a los productores de envases “alternativos”, como latas de aluminio y botellas de vidrio. La empresa es el proveedor único de la Compañía Alpura y también del tetraedro utilizado por la Cooperativa Pascual (Pascual Boing)

El cartón como materia prima pertenece a un mercado con una estructura industrial con un nivel de concentración medio, comparado con las cuatro industrias de este estudio. Sin embargo, los envases Tetrapak utilizan para su fabricación material importado en un 100%<sup>3</sup>, tal como lo hacen las otras tres empresas internacionales competidoras de Tetrapak, Combibloc (proveedora de Jugos Del Valle), Envases Elopak (proveedor de grupo Lala) e Internacional Paper (que ha alcanzado un 7% de participación total en los envases para leche).

Lo importante, sin embargo, es que el producto final de estas empresas se queda en México y es necesario establecer una política de disposición de estos residuos sólidos.

#### **3.4.3.1 Supuestos y restricciones**

Tal como sucede en la industria de fabricación del vidrio, la materia prima utilizada para fabricar los envases de cartón es de uso genérico para la fabricación de productos de cartón en cualquiera de sus modalidades. Esto nos llevó a considerar los efectos negativos que tendría para toda la industria de la celulosa y el papel el establecer políticas de precios sobre estas materias primas. Lo anterior, vuelve poco útil para el INE el contar con información de precios y cantidades a un nivel tan desagregado de la cadena productiva de este material, además de que las empresas fabricantes usan en general materias primas importadas. Es por esto que propusimos, para los envases de cartón tipo Tetrapak, el considerar el envase en sí mismo, sin haber sido nunca utilizado, como material virgen y la cantidad de unidades fabricadas para su uso en México como insumo para la “lista de la cantidad que se ha consumido en México de cartón para la producción de envases”. Esto nos permitiría determinar la cantidad de material recuperado, en función de la cantidad de envases de cartón recuperados por las empresas fabricantes. Los precios serían, respectivamente, el costo de fabricación de los envases y el precio pagado por los envases recuperados.

---

<sup>3</sup> Material de revisión: Artículo de la revista Expansión “El anaquel de los mercados”, referente a la presencia de la Empresa Tetrapak en México y a sus principales competidores.

## 4. Caracterización de los procesos de fabricación de envases y reciclaje/reutilización de residuos sólidos

Creemos es importante mencionar y describir cada una de las cadenas de valor relacionadas con la fabricación de envases a partir de las materias primas seleccionadas, es decir, vidrio, cartón y PET. Esto permitirá el Instituto conocer con mayor detalle las etapas de cada uno de los procesos, y al mismo tiempo nos permitirá definir a los actores con los cuales se acudió para tratar de obtener la información cuantitativa objeto de este estudio.

### 4.1 Envases de Polietileno Tereftalato (PET)

Este polietileno se caracteriza por generar envases ligeros (son siete veces más ligeros que los envases de vidrio), de alta resistencia mecánica, que no alteran las propiedades de aquello que contienen y que pueden ser utilizados como combustible, ya que no generan emisiones contaminantes o tóxicas<sup>4</sup>. El número de participantes en esta industria es bastante amplio, dado el crecimiento que la utilización del PET y otros polietilenos ha tenido en los últimos años y la diversidad de actividades relacionadas.

La utilización de la resina PET en la industria del envasado tiene diversos usos, dentro de los cuales el envasado de refrescos y agua purificada representan más del 65% del mercado, de acuerdo con los datos de APREPET<sup>5</sup>. Otros usos para los envases de resina PET son: aceite (12.5%), alimentos (7%), cuidado personal (2.2%), agroquímicos (1.4%), licores (0.3%), preformas exportadas (5%), otras aplicaciones (3.9%)

La cadena productiva dentro de la cual está contenido este insumo involucra a los siguientes actores:

1. **Resineros o proveedores de la resina PET.** La resina PET es un poliéster termoplástico compuesto por cadenas de tereftalato de polietileno. El PET se fabrica a partir de dos materias primas: Ácido Tereftálico y Etilenglicol, que provienen respectivamente del Paraxileno y Etileno derivados del petróleo. Éstos se ponen a reaccionar a temperatura y presión elevadas para obtener la resina PET en estado amorfo. Ésta se cristaliza y polimeriza para incrementar su peso molecular y su viscosidad formándose los pellets secos de la resina.
2. **Transformadores.** Estas empresas utilizan como insumo la resina virgen y fabrican la llamada preforma por un proceso inyección. El moldeo de las preformas consisten la inyección del polímero fundido en la cavidad del molde hasta llenarlo. Una vez lleno, la resina debe ser enfriada rápidamente para obtener una pieza con excelente transparencia, libre de deformaciones y una magnífica exactitud dimensional. Esta preforma tiene la apariencia de un tubo de ensaye grueso y es el insumo que se utiliza para fabricar los envases en sí mismos.

---

<sup>4</sup> Esta información fue proporcionada por el Director General de la Asociación para promover el reciclaje del PET, el Ing. Jorge Treviño.

<sup>5</sup> Se consultaron las estadísticas que ofrece la página de la Aprepet, [www.aprepet.com.mx](http://www.aprepet.com.mx)

3. **Usuarios fabricantes de envases.** Son quienes utilizan la preforma como insumo y por medio de calentamiento, estirado y soplado dan lugar a los envases. En general, este proceso está integrado con las actividades de llenado y sellado de los productos de consumo.
4. **Consumidores.** Son quienes adquieren los diferentes productos envasados, alimentos, medicamentos, productos de limpieza, etc.
5. **Transformadores de PET reciclado.** Estas empresas realizan un reciclaje mecánico, principalmente, y se dedican a preparar el PET para su utilización en otras industrias. El proceso de reciclado mecánico implica la clasificación de los envases por tipo de plástico, el lavado, el triturado y el secado del PET. El producto final de este proceso son las hojuelas de PET, las cuales se utilizan para fabricar fibra poliéster, fleje plástico, fibras para rellenos térmicos y telas no tejidas, láminas planas, alfombras, etc. Esta hojuela no se utiliza para fabricar envases de contenido alimenticio por cuestiones de calidad e higiene.

Existen otros dos procesos de reciclaje del PET. El químico y el energético. El químico implica el separar las moléculas que componen al PET, para con ellas fabricar nuevo PET. Dependiendo de la pureza del material resultante, este puede utilizarse incluso para el envasado de alimentos. En México, el reciclado mecánico es el más utilizado.

El reciclado energético implica el utilizar los envases para generar energía, ya que este material tiene un poder calorífico de 6.3 Kcal/kg y puede realizar una combustión eficiente. Durante la combustión se obtienen únicamente bióxido de carbono y vapor de agua.

El proceso de reciclaje del PET involucra a cada uno de los miembros de la cadena de valor de esta industria. El ciclo de vida del PET se muestra en Diagrama 1:

**Diagrama 1. Ciclo productivo y de vida del Polietilen Tereftalato**



#### 4.2 Envases de vidrio

El vidrio se elabora a partir de arena, carbonato sódico y piedra caliza. Estos compuestos son colocados en un horno y sometidos a temperaturas muy elevadas de entre 1,300 y 1,500° centígrados para fabricar el vidrio. Aún cuando estos insumos son abundantes y baratos, el consumo de energía en el proceso de fabricación es muy alto. El vidrio es 100% reciclable y posibilita un importante ahorro de energía y de recursos naturales con relación a la producción a partir de la materia prima virgen.

Cada tonelada de vidrio reciclado ahorra 1.15 toneladas de materia prima virgen<sup>6</sup>. Los principales productores de vidrio y envases de vidrio en el país son: Grupo Vitro, Sivesa (del grupo Femsa) y Fanal (del grupo Modelo).

De la producción nacional de envases de vidrio el segmento de mayor importancia por el volumen de envases, es el de frascos para la industria farmacéutica, perfumería y cosméticos, así como la industria alimenticia. Este segmento representa el 33.4% de la producción total de envases de vidrio. El segmento de envases para cerveza representa el 29% de la producción total del sector. Cabe destacar que en la industria cervecera de nuestro país el 82.6% de la producción se envasa en botella de vidrio, el 77.6% en envases retornables y el 22.4% en envases no retornables. El segmento de envases para refrescos representa el 17.6% del total de la producción nacional de envases de vidrio. En el sector de envasado de bebidas carbonatadas, sólo el 26.1% de la venta se envasa en vidrio<sup>7</sup>.

Los actores participantes en la cadena productiva de los envases de vidrio son:

1. **Proveedores de materias primas virgen.** De las tres materias primas requeridas para fabricar el vidrio, al menos una es de procedencia extranjera (en el caso de Vitro), el carbonato de sodio. La arena y la piedra caliza son un recurso abundante en la zona norte del país.
2. **Fabricantes de vidrio:** Utilizan para su producción tanto materia prima virgen como pedacería de vidrio (cullet). Estos actores producen envases para refrescos, cervezas, alimentos, perfumes, productos de belleza, vinos, productos de limpieza, etc.
3. **Usuarios de envases o embotelladores:** En su mayoría, adquieren los envases listos para ser rellenados y sellados. Existen algunos participantes que tienen integradas las actividades de la fabricación de envases y el embotellado del producto, como Sivesa (del grupo femsa) y Fanal (del grupo Modelo).  
Consumidores: Son quienes adquieren los diferentes productos embotellados y disponen del envase vacío.
4. **Recuperación del vidrio residual.** Empresas como Grupo Vitro han desarrollado programas mediante los cuales recuperan vidrio de: restaurantes, hoteles, escuelas, parques, municipios. Este vidrio se transporta a las plantas procesadoras de pedacería de vidrio para su clasificación, limpieza, trituración y fundición. Otras empresas recuperan únicamente vidrio limpio, es decir, aquel que no ha tenido contacto con otros residuos o basura. Otra parte del vidrio residual lo acopian los trabajadores de los servicios de limpieza y los venden a intermediarios que lo ofrecen a las plantas procesadoras.

El ciclo de vida del vidrio, que involucra a estos actores, es el siguiente (Diagrama 2):

---

<sup>6</sup> Esta información fue proporcionada por el Ing. Javier Leal Orta, ejecutivo del Grupo Vitro.

<sup>7</sup> Datos obtenidos del anuario estadístico de la AMEE, 2001.

**Diagrama 2. Ciclo productivo y de vida del vidrio**



**4.3 Cartón laminado (envase Tetrapak)**

Los envases de cartón laminado fabricados por la empresa Tetrapak están destinados en su totalidad a contener productos alimenticios líquidos. En este mercado existen otros tres participantes, que junto con la Empresa Tetrapak, cubren la demanda de envases de cartón para productos alimenticios en el país. Estas empresas son: SIG Combibloc, Envases Elopak e International Paper, de las cuales sólo Tetrapak y Elopak tienen instalaciones para fabricar envases dentro del territorio mexicano. Las otras dos empresas importan los envases ya fabricados.

El envase Tetrapak está fabricado con apego a los principios de: contención, protección, conveniencia y comunicación, además de otras características adicionales como utilizar un mínimo de materias primas y energía en su producción y ofrecer una distribución segura a los consumidores. El envase de cartón para bebidas está compuesto principalmente de capas delgadas de papel rígido o cartón ubicadas entre capas finas de polietileno. En el caso del envase de cartón aséptico para bebidas de larga duración, se añade una capa microscópica de aluminio. Este uso de múltiples capas, denominado laminación, permite

optimizar las cualidades de los materiales utilizados<sup>8</sup>. El papel utilizado para fabricar estos envases es importado en su totalidad, debido a los estándares de calidad y fabricación observados por esta empresa.

De hecho, del consumo natural aparente de celulosa para la elaboración de envases y embalajes de papel y cartón el 63% esta conformado por celulosa importada.

Los actores de la cadena productiva de esta industria son:

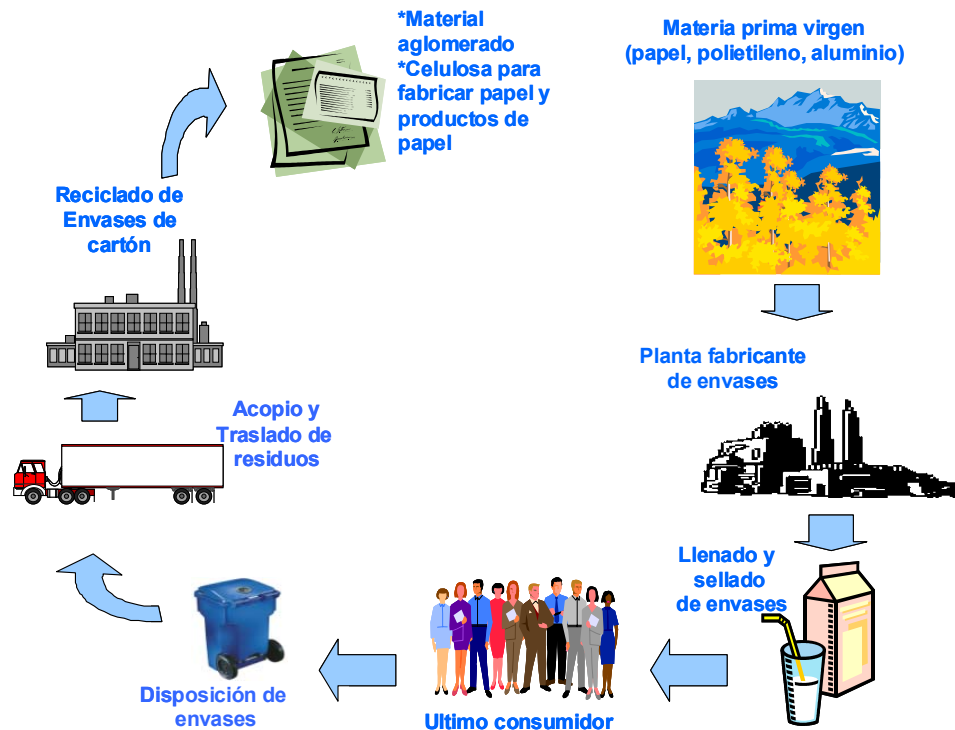
1. **Proveedores de materia primas.** La materia prima principal para la fabricación de los envases es el papel, el cual deriva de la madera, es decir, de un recurso renovable. Este insumo se importa en su totalidad, debido a que la industria forestal mexicana no cumple actualmente con los estándares de calidad requeridos para ser proveedora del mismo. Las otras dos materias primas, polietileno de baja densidad y lamina de aluminio, son de origen nacional.
2. **Fabricantes de envases.** Utilizan únicamente materia prima virgen para fabricar los envases, por cuestiones de higiene y calidad. Fabrican envases asépticos (permiten su almacenamiento no refrigerado por periodos de tiempo amplios) y no asépticos de diversos tamaños y formas.
3. **Envasadores.** Estas empresas reciben los cartones en rollo y mediante maquinaria especializada los rellenan y sellan adecuadamente. Entre los productos envasados en cartón, están: leche, jugos, agua purificada, aceite comestible.
4. **Consumidor.** Es quien aprovecha el producto envasado a su conveniencia y dispone del envase residual.
5. **Empresas que dan un uso al cartón residual.** Los envases de cartón pueden reciclarse de diferentes maneras. Se pueden comprimir para fabricar material aglomerado (rehusó en seco: se trituran los envases y se comprimen), o separar en sus componentes para fabricar otros tipos de productos. En este último caso, las fibras de papel se vuelven a convertir en pulpa de papel utilizando el hidropulper, se separan del polietileno y del aluminio y se utilizan para fabricar papel de escribir y toallas de papel de uso doméstico, como es el caso de la empresa Repak México.

El ciclo de vida de los envases de cartón es el siguiente (Diagrama 3):

---

<sup>8</sup> Datos proporcionados por el Ing. Sergio Escalera, Responsable de medio ambiente de la empresa Tetrapak.

**Diagrama 3. Ciclo productivo y de vida del cartón**



## 5. Metodología utilizada para obtener información

### 5.1 Desarrollo de cuestionarios

En forma previa a la solicitud de información se desarrolló un cuestionario que nos permitiera aproximarnos a los empresarios en forma directa y electrónica. El cuestionario incorpora preguntas con un enfoque relacionado con el reciclaje y el manejo de los residuos sólidos, además de incluir la solicitud de información cuantitativa (objeto específico del estudio) de manera puntual. El cuestionario consta de 11 preguntas, de tipo abierto (respuesta libre del entrevistado) y de tipo cerrado (opciones predefinidas). La información cuantitativa que se solicitó fue la siguiente:

- Cantidad de materia prima virgen utilizada para fabricar envases durante los años 1999 y 2000, con periodicidad mensual.
- Costo de la materia prima virgen utilizada para fabricar envases durante los años 1999 y 2000, con periodicidad mensual.
- Cantidad de envases residuales recuperados y/o reciclados durante los años 1999 y 2000, con periodicidad mensual.

- Precio pagado por envase o unidad de medida de envases recuperados durante los años 1999 y 2000, con periodicidad mensual.

Con la intención de darle un carácter de mayor formalidad a los cuestionarios, el texto de las preguntas relacionadas con los volúmenes de producción, los costos de los insumos y los precios de recuperación de materiales residuales se personalizaron para cada uno de los mercados en estudio. En el Anexo 2.1 se presentan los formatos de cuestionario utilizados para solicitar información. En una primera aproximación con los fabricantes de los envases se les solicitó información mensual de dos años (con el objetivo de contar con al menos 20 observaciones). En todos los casos se incluyó una leyenda en la cual se establecía el carácter confidencial del estudio y el uso exclusivo que el Instituto Nacional de Ecología tendría de la información recabada.

Con el objetivo de presentar el estudio, sus objetivos y alcances se desarrolló asimismo, un resumen ejecutivo del estudio. Este documento se proporcionó a los potenciales generadores de información para generar en ellos confianza y motivar su colaboración con la realización del estudio. Esta presentación del estudio se incluye en el Anexo 3.

Conforme se desarrolló el proceso de solicitud de información fue evidente el carácter confidencial que los empresarios otorgan a la información cuantitativa que estábamos requiriendo, así como su renuencia a colaborar con nosotros. Debido a esto se decidió modificar el nivel de detalle de la información solicitada. Se presentó la opción de proporcionar información de tipo anual, para los años 1999-2001. (Anexo 2.2)

## ***5.2 Identificación de empresas participantes y posibles contactos***

### **5.2.1 Vidrio**

Para el mercado de envases de vidrio se decidió solicitar información a las empresas que por su tamaño e importancia representan al menos el 70% del mercado de fabricantes de envases de vidrio. Esta representatividad se basa en el supuesto de que en esta rama de actividad de la industria del vidrio ( la cual contribuye con el 49% del valor de la producción total de la industria del vidrio<sup>9</sup>) se repita el patrón de la industria total en la cual las empresas grandes son responsables del 75% de la producción bruta total.

En una primera aproximación se consideró únicamente al Grupo Vitro, debido a que esta empresa representa el 66% (cuatro de la seis listadas) de las vidrieras grandes registradas en el Sistema Empresarial Mexicano. Posteriormente, a partir de información proporcionada por el ejecutivo de Vitro entrevistado se identificaron como fabricantes importantes en el país a la empresa SIVESA (Sílices de Veracruz) perteneciente al grupo Femsa y a la empresa Fanal perteneciente al Grupo Modelo. En el anexo 4 se presenta una lista de las empresas y sus datos de contacto.

---

<sup>9</sup> Este dato se obtuvo del análisis de la información pública de los Censos Económicos 1999, de INEGI, para la actividad de fabricación de envases y ampollitas de vidrio, dentro de la rama fabricación de vidrio.

En el grupo Vitro se estableció contacto de primera mano con el Ing. Héctor Javier Pulido, Gerente de Mejoramiento Ambiental. El Ing. Pulido nos remitió con el Ing. Javier Leal Orta, Director General del procesamiento de materias primas industriales

En el Grupo Modelo (Fanal) la información se solicitó únicamente vía telefónica al personal del conmutador, el cual se encargaría de turnarla al ejecutivo adecuado. El Grupo tiene como política dar una respuesta en 5 días hábiles. En este tiempo ellos determinan si es factible proporcionar la información (en función de su carácter confidencial o público) y lo comunican a quien realizó la solicitud. La respuesta a esta solicitud fue negativa. Se nos dijo que la información que estábamos solicitando era de carácter confidencial, motivo por el cual no consideraban factible el proporcionarla.

En el Grupo Femsa (Sivesa) se estableció contacto con el Ing. Gabriel Cámara, del Departamento de Calidad y Recursos Humanos de su planta ubicada en Veracruz. Desafortunadamente, no se logró una ninguna respuesta positiva por parte el Ing. Cámara, ya que no consideró posible contestar el cuestionario que se le envió.

### **5.2.2 PET**

A partir del conocimiento de la cadena productiva de esta industria, como resultado de una visita a la Asociación para promover el reciclado del PET (APREPET) se decidió incluir en el estudio a las empresas transformadoras de la resina en preformas (Diagrama 2, presentado en secciones previas) y a las empresas transformadoras del PET recuperado, registradas en la Asociación. De acuerdo al Director General de esta Asociación, estas empresas son las más importantes del sector en cuestión.

Entre las empresas que utilizan la resina PET como insumo directo están:

1. Alpla de México, S.A. de C.V.
2. Continental PET Technologies de México, S.A. de C.V.
3. Desarrollo Tecnológico del Pacífico, S.A. de C.V. (Grupo Yoli de Acapulco).
4. Empaques Constar, S.A. de C.V.
5. Industrias Innopack, S.A. de C.V.
6. Procesos plásticos, S.A. de C.V.
7. Zapata Envases S.A. de C.V.

De las empresas procesadoras de PET recuperado se estableció contacto con:

1. Avangard México, S.A. de C.V.
2. Reciclados Crisol, S.A. de C.V..
3. Reciclados México, S.A. de C.V.

A todos ellos se les envió por correo electrónico o fax el cuestionario del estudio y la presentación del mismo, y se realizó un seguimiento de recepción del mismo vía telefónica, además de que por este mismo medio se les explicó el objetivo del proyecto y se les solicitó su colaboración. Asimismo, se ha realizado un seguimiento telefónico y electrónico de la atención prestada al cuestionario y de la intención de colaborar con la realización del estudio. No fue posible concertar una entrevista personal con ninguna de estas empresas,. La lista de los contactos utilizados en cada empresa y los datos de las empresas se encuentra en el Anexo 4.

### 5.2.3 Cartón

Las empresas participantes en la fabricación de envases de cartón para productos líquidos de tipo alimenticio, de acuerdo con información de mercado<sup>10</sup> son únicamente cuatro: Tetrapak, SIG Combibloc, Envases Elopak e International Paper.

Se estableció contacto con tres de estas empresas.

1. Tetrapak S.A. de C.V. El contacto fue el Ing. Sergio Escalera, Responsable de medio ambiente de la empresa.
2. Envases Elopak. Esta empresa está ubicada en Durango y la persona con la cual se estableció contacto fue el Ing. Enrique Pérez.
3. Combibloc México. Se estableció contacto con el Ing. Javier Espagnol, Director general.

Con la empresa International Paper no fue posible establecer contacto debido a que no tiene oficinas de atención en el país. La información de las empresas se encuentra en el Anexo 4.

A las otras tres empresas se les envió la información por correo electrónico y se concertó una entrevista con el representante de Tetrapak y el de Combibloc.

También se estableció contacto con la empresa Repak México, S. A. de C.V. la cual obtiene celulosa a partir de los envases de cartón post-consumo. El contacto fue el Ing. Jorge Gutiérrez.

## 6. Resultados de las entrevistas realizadas y de la solicitud de información.

### 6.1 Entrevistas.

Durante el periodo de tiempo destinado al levantamiento de la información se concertaron cuatro entrevistas personales.

#### 6.1.1 Primera entrevista.

La primera de las entrevistas se realizó al Director General de la APREPET, el Ing. Jorge Treviño. En esta entrevista pudimos conocer el ciclo de vida del PET utilizado para fabricar envases. El reciclaje del PET que más se utiliza en México es el mecánico, gracias al cual es posible utilizar los envases residuales como materia prima para la fabricación de fibras de poliéster, flejes plásticos, láminas, etc. El PET reciclado no se utiliza para fabricar nuevos envases que contengan alimentos líquidos, debido a cuestiones de regulación de la Food and Drug Administration.

---

<sup>10</sup> Artículo “El anaquel de los mercados”, de la revista Expansión. Esta información fue corroborada tanto por el Ing. Javier Espagnol de la empresa Combibloc como por el Ing. Sergio Escalera, de la empresa Tetrapak.

En otros países se llega a utilizar un 5% del PET reciclado en envases para productos no alimenticios.

En México el 75% del PET post-consumo que se recupera se exporta y sólo el 25% se queda en el país para la fabricación de materiales diversos. El precio del kilogramo del PET en pacas es sumamente inestable, depende entre otras cosas del precio de la fibra poliéster, del precio del algodón, el precio de la fibra sintética y de eventos internacionales. El principal consumidor mundial es China. La demanda de PET post-consumo es totalmente dependiente de su precio internacional. Cuando el precio por tonelada es alto, la demanda interna y externa de este material residual aumenta inmediatamente. El precio actual en los mercados internacionales de la tonelada de PET en pacas es de 20centavos de dólar, puesto en puerto o bodega final.

De acuerdo con el Ing. Treviño, los miembros de la Asociación apoyan una estrategia de gestión de residuos sólidos de responsabilidad compartida. Es decir, en la cual todos los miembros participantes de la cadena productiva colaboren. Desde la realización de una separación doméstica de la basura, en orgánica e inorgánica, para obtener residuos valorizados, menos sucios y de más fácil clasificación, hasta el establecimiento de campañas de acopio de residuos diferenciados. La participación de las autoridades municipales y delegacionales es también necesaria ya que son ellos quienes recogen la basura doméstica y deben tratar de mantenerla separada. Existe la posibilidad de desarrollar, con apoyo de la industria plantas de separación de la basura (plantas de selección secundario de residuos), a partir de la cual los diferentes procesadores de residuos sólidos reciclables y reutilizables puedan obtener insumos de manera más eficiente y de esta forma aumentar su productividad. Esto último facilitaría el desarrollo del mercado de procesamiento de residuos sólidos de diversas clases.

El establecimiento de un sistema de depósito reembolso no se considera como una opción adecuada por varias razones: a) el PET post-consumo no es utilizado para fabricar nuevos envases; b) las empresas embotelladoras no procesan la resina PET de manera directa; c) el acumulamiento de envases vacíos en tiendas de conveniencia implica la necesidad de contar con espacios libres en local para colocar los envases recibidos.

### 6.1.2 Segunda Entrevista

La segunda entrevista se llevó a cabo con el Director General de la empresa Combibloc, el Ing. Javier Espagnol. En esta ocasión el Ingeniero nos informó que su empresa no fabrica envases en el país, ya que importan los envases terminados. En el caso del cartón tampoco se es posible utilizar nuevamente el envase (la materia prima del mismo) para fabricar nuevos envases, debido a las condiciones de calidad e higiene que deben cubrir. En México sólo dos de los cuatro fabricantes de envases de cartón tienen plantas productoras en el país, Elopak y Tetrapak.

### 6.1.3 Tercera entrevista

El Ing. Javier Leal Orta de la empresa Vitro, en su división de procesamiento de materias primas industrializables nos recibió en su planta de la ciudad de México. En el caso del vidrio si es posible reciclar las botellas post-consumo para fabricar nuevos envases y productos diversos de vidrio, ya que el vidrio es 100% reciclable. El Grupo Vitro recicla aproximadamente el 70% de su producción doméstica.

El Ingeniero consideró que la información relacionada con volúmenes mensuales de material recuperado y los precios mensuales pagados por kilo o tonelada, era información confidencial que no le era posible proporcionarnos. La información a la que tuvimos acceso fueron los montos aproximados de toneladas de pedacería de vidrio procesadas durante los años 2000 y 2001, así como el precio promedio pagado por tonelada en esos años. **En el 2000 procesaron aproximadamente, 230,000 toneladas de pedacería de vidrio pagando un precio promedio por tonelada de \$470 pesos. Para 2001, el tonelaje procesado disminuyó (185,000 toneladas) y el precio por tonelada aumentó (\$550 pesos/ton).** La producción de envases aumenta en los meses de primavera y verano (de Mayo a Agosto), por cuestiones climáticas.

El Ingeniero Leal manifestó la importancia que tiene para su grupo la ecología y la promoción de programas de responsabilidad compartida en el manejo de los residuos sólidos urbanos y municipales. El grupo tiene proyectos de gestión y recuperación de vidrio en varios municipios del país (en los estados de Querétaro, Guerrero, Nuevo León, entre otros), así como programas con hoteles, restaurantes, escuelas, parques, universidades, etc. Tienen incluso un programa para favorecer el establecimiento de plantas separadoras de residuos sólidos, con participación privada y pública. No consideran que un esquema de tipo depósito-reembolso sea lo más adecuado para disminuir el problema de los residuos sólidos, ya que lo importante para ellos es crear conciencia de los beneficios para el medio ambiente que el reciclaje puede tener a mediano y largo plazo.

### 6.1.4 Cuarta Entrevista.

Se le realizó el Ing. Sergio Escalera de la empresa Tetrapak en sus instalaciones de Naucalpan. Esta empresa sólo fabrica envases para productos alimenticios líquidos y se han preocupado por desarrollar un producto eficiente desde el punto de vista económico, social y ecológico. El insumo principal de sus envases, el papel, es de origen extranjero. Las cadenas de fabricación de envases y de reciclaje de envases son diferentes, pero ellos están dispuestos a actuar como facilitadores de la reutilización de los envases desechados.

En Tetrapak apoyan el establecimiento de políticas de gestión de residuos sólidos de responsabilidad compartida, con un esquema muy similar al considerado por los miembros de la APREPET y del grupo Vitro. Consideran que el reconocer el valor de los residuos es lo que permitirá crear mercados de disposición y reutilización de residuos.

Opinan que cualquier política de gestión de residuos sólidos debe considerar todo el ciclo productivo, no únicamente el final de la cadena. De otra forma la estrategia desarrollada podría ocasionar efectos colaterales no deseados. Hacen gran hincapié en la consideración integral de la cadena de valor de los envases, de tal manera que se incorpore la función económica-social-ecológica de los diferentes envases que existen en el mercado.

La información cuantitativa que nos proporcionó el Ing. Escalera se refiere únicamente a los volúmenes anuales de envases de cartón laminado producidos por la empresa **en 1999 y 2000, que fueron de 3.5 miles de millones y de 3.7 miles de millones, respectivamente.**

La información cualitativa es la siguiente:

- Para su empresa la protección del medio ambiente es muy importante.
- Recomiendan la adopción de programas de recolección selectiva bajo principios de responsabilidad compartida de los actores de la cadena de valor y del gobierno.
- El material recuperado post-consumo se puede canalizar para recuperación de celulosa para fabricación de papel, principalmente. También puede ser utilizado para recuperación energética y procesos de valorización en seco.
- Los principales obstáculos que identifican para el establecimiento de un programa de recuperación y reciclaje de residuos sólidos son: a) la no adopción de responsabilidad compartida por los actores de la cadena de valor, b) la existencia de un marco regulatorio distorsionado y c) el incipiente e informal mercado de reciclaje que existe en el país.
- Opinan que un sistema de depósito reembolso no funcionaría debido a que discrimina [TAC]envases, distorsiona las cadenas de reciclaje existentes, es muy caro y no funciona para algunos envases y canales de distribución.

## ***6.2 Encuesta electrónica.***

Con el resto de las empresas incluidas en el estudio, a las cuales se les contactó vía telefónica y electrónica, se tuvo una respuesta poco satisfactoria.

**6.2.1 Vidrio.** En el sector de envases de vidrio, no se obtuvo respuesta alguna por parte de las empresas contactadas, con excepción de la empresa Vitro cuya participación se menciona en la sección de entrevistas.

**6.2.2 Cartón.** En el sector de envases de cartón, las otras dos empresas fabricantes de envases contactadas no pudieron proporcionar ningún tipo de información. La empresa Repak, dedicada a la recuperación de celulosa a partir de envases de cartón laminado post-consumo nos proporcionó la siguiente información.

De tipo cualitativo:

- La protección del medio ambiente es muy importante para su empresa
- Para favorecer el reciclaje de envases recomienda:
  - Establecer una vinculación entre el fabricante del envase, el envasador, el consumidor y el reciclador.

- Desarrollar programas de acopio gobierno-comunidad.
- Establecer incentivos para el desarrollo de empresas recicladoras.
- Establecer incentivos para fabricantes de envases de bajo impacto ambiental.

De tipo cuantitativo:

Volumen anual de material recuperado y precio promedio por kilogramo.

Año	Volumen recuperado (toneladas métricas)	Precio promedio por kilogramo (pesos)
1999	200	1.50
2000	150	1.00
2001	100	0.70

Precio promedio de venta de la celulosa recuperada en el año 2001: \$3.50 pesos/kilogramo

**6.2.3 Plástico PET.** En el sector del plástico Pet, ninguna de las empresas transformadoras de resina en preformas ha podido proporcionarnos información. Con respecto a las empresas transformadoras de envases recuperados se obtuvo la colaboración de dos empresas, Avangard y Reciclados Crisol.

La información cualitativa que nos proporcionaron estas empresas del mercado de reciclaje de envases de PET, es la siguiente:

- La protección del medio ambiente es importante para sus empresas
- Los obstáculos que consideran existen para el establecimiento de programas de recuperación y reciclaje de residuos sólidos son:
  - La fluctuación tan grande que existe en los precios de los residuos a nivel internacional hace muy difícil mantener estructuras de acopio estables y que incentiven la recuperación sostenida.
  - La baja cultura social en la materia
  - La falta de compromiso de las autoridades.
  - La falta de desarrollo de mercados que utilicen estos productos
- Los pasos que recomiendan para favorecer el reciclaje de envases son:
  - Fomentar la responsabilidad compartida para simplificar y disminuir los costos de acopio y recolección, así como la implementación de Sistemas Voluntarios de Manejo Integral de los Residuos.
  - Separación en la fuente.
  - Recolección separada por parte de los servicios de limpia.
  - Almacenaje apropiado de los residuos.

La información cuantitativa que nos proporcionaron estas empresas es la siguiente:

Empresa 1.

Año	Volumen de envases de PET post-consumo recuperados
1999	30,000 toneladas
2000	36,000 toneladas
2001	24,000 toneladas

Empresa 2. Datos en base a una mezcla de botella y hojuela de PET post-consumo

1999	Volumen (ton)	Importe pagado total (M\$)	Precio por tonelada (\$)	2000	Volumen (ton)	Importe pagado total (M\$)	Precio por tonelada (\$)
1	801.00	1,855.00	2,315.86	1	740.00	1,260.00	1,702.70
2	1,073.00	2,614.00	2,436.16	2	810.00	1,620.00	2,000.00
3	1,037.00	2,246.00	2,165.86	3	749.00	1,498.00	2,000.00
4	742.00	1,729.00	2,330.19	4	498.00	1,064.00	2,136.55
5	-	-	-	5	488.00	1,044.00	2,139.34
6	860.00	1,440.00	1,674.42	6	376.00	832.00	2,212.77
7	889.00	1,468.00	1,651.29	7	481.00	981.00	2,039.50
8	1,007.00	1,663.00	1,651.44	8	523.00	1,086.00	2,076.48
9	1,008.00	2,013.00	1,997.02	9	436.00	863.00	1,979.36
10	1,131.00	1,580.00	1,396.99	10	374.00	810.00	2,165.78
11	902.00	1,580.00	1,751.66	11	514.00	1,244.00	2,420.23
12	-	-	-	12	347.00	854.00	2,461.10
<b>Total anual</b>	9,450.00				6,336.00		

## 7. Análisis de la información cuantitativa

### 7.1 Industria de PET recuperado

De acuerdo con la información proporcionada por Aprepet el precio del Pet recuperado es muy inestable y depende de factores sobre los cuales el comprador de este residuo no tiene control, como son los precios internacionales del algodón, de la fibra sintética, del poliéster o la demanda de Pet recuperado en los mercados asiáticos. Al analizar el comportamiento de los estadísticos descriptivos de los precios pagados por la tonelada de mezcla de botella post-consumo y hojuela de PET, de la única empresa que nos proporcionó esta información, observamos que los precios muestran un grado de dispersión relativamente alto ya que únicamente el 59% de las observaciones se encuentran en el intervalo definido por el valor medio más menos una desviación estándar (una distribución acampanada tiene el 68% de los datos en el primer intervalo y el 95% en el segundo intervalo). Sin embargo, no podemos concluir nada definitivo por la falta de más información.

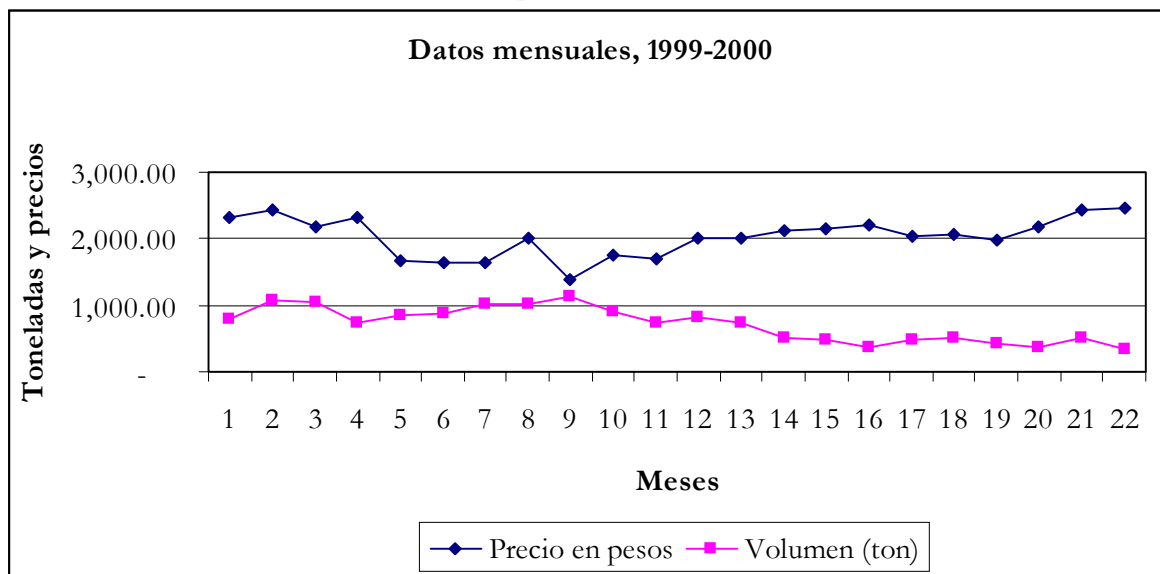
Los estadísticos descriptivos de los precios y cantidades obtenidas se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3. Estadísticos descriptivos de los precios y volúmenes en el mercado de Pet recuperado**

Estadístico	Precios por tonelada	Toneladas recuperadas
Media	2,032.03	717.55
Moda	2000	No hay
Mediana	2,057.99	745.50
Desviación estándar	290.70	254.13
Varianza	84,504.36	64,580.07
Media $\pm$ 1Dstd	59% de los datos	59% de los datos
Media $\pm$ 2Dstd	95% de los datos	100% de los datos

La evolución gráfica de los precios considerados también nos sugiere un comportamiento poco estable [TAC2]En el caso de los volúmenes recuperados de botella y hojuela de PET, se observa una mayor variabilidad. El decremento en el consumo durante los últimos doce meses concuerda con el incremento del precio pagado por tonelada, lo cual nos llevaría a pensar que existe cierto grado de sensibilidad del mercado a variaciones en el precio (Gráfico 3).

**Gráfica 3. Comportamiento histórico de precios y volúmenes en el mercado de Pet recuperado**



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos recopilados.

Desafortunadamente, no contamos con suficiente información como para establecer esta premisa de manera robusta.

## ***7.2 Industria del vidrio y del cartón***

En estas industrias únicamente contamos con información anualizada de las cantidades de vidrio recuperado y los precios promedio pagados por tonelada, así como de los volúmenes anuales de envases de cartón fabricados. Esta información no es suficiente para establecer un patrón de comportamiento de estos mercados.

## **8. Esquema de retorno de envases vacíos**

### ***8.1 Vidrio***

Actualmente existe un sistema depósito-reembolso para los envases de cerveza. Hay tiendas de autoservicio y tiendas de conveniencia que otorgan un reembolso por los envases de cerveza vacíos, siempre y cuando el consumidor haya adquirido las cervezas en ese mismo establecimiento y tenga el ticket para comprobarlo.

Precio de venta del envase con cerveza en presentación de 325 ml .....	\$4.50 pesos
Monto del reembolso del envase vacío en presentación de 325 ml.....	\$2.50 pesos
Peso de un envase de cerveza de vidrio de 325 ml.....	250 gramos

Observamos que en este caso el precio de la botella vacía equivale al 55% del precio de la botella con cerveza, lo que nos habla del valor que se le da a este residuo. La empresa que recoge esos envases está dispuesta a pagar el hecho de que los envases post-consumo estén limpios y separados de otros residuos. El consumidor está dispuesto a retornar los envases vacíos por el alto precio que estos tienen, tomándose la molestia de guardar el ticket e ir a la tienda en la cual adquirió las cervezas.

Si consideramos el precio actual del kilogramo de vidrio de todo tipo pagado por los acopiadores de primer orden (aquellos que le compran los residuos a los pepenadores)<sup>11</sup>, el cual es de 20 Ctvos/kg., el incentivo a reciclar es mucho menor.

Considerando este esquema de mercado, se requerirían cuatro envases de cerveza de 325 ml (cada uno de 250 grs) para obtener veinte centavos, es decir, 20 envases para obtener un peso. Si al consumidor se le ofreciera este reembolso como incentivo para almacenar y transportar envases de vidrio de diferentes tipos a algún punto de acopio, posiblemente no este tan dispuesto a llevar los envases vacíos, como en el caso de los envases de cerveza

### ***8.2 Cartón laminado.***

En el caso de los envases de cartón del tipo de los fabricados por Tetrapak tenemos información proporcionada por una empresa que procesa este tipo de envases post-consumo para obtener celulosa, para el año de 2001. Recordemos que los fabricantes no utilizan este residuo como insumo para nuevos envases, por tanto ellos no tienen incentivo para recuperar los envases post-consumo.

---

<sup>11</sup> Información de mercado, al mes de julio del 2002, obtenida de un comercializador de residuos sólidos de primer orden.

Precio del litro de leche en envase de cartón laminado.....	\$7.00 pesos
Precio pagado por el kilogramo de envases de cartón.....	\$0.70 pesos
Peso del envase de cartón laminado de un litro, vacío.....	30 grms
Número de envases vacíos necesarios para obtener un kilogramo.....	33 envases

Considerando esta valorización de los envases de cartón, se requerirían 33 envases vacíos para obtener 70 centavos, es decir, se requieren 47 envases para obtener un peso. El valor del envase en pesos es tan sólo del 10% del precio del envase lleno.

Este precio por kilogramo es el reportado por una empresa que procesa un tipo específico de cartón, lo cual implica un trabajo previo de separación y acopio, así como el transporte de los residuos hasta las instalaciones del procesador.

El precio en el mercado abierto por el kilogramo de papel y cartón, de todo tipo, es de 40 centavos por kilogramo. En este caso, el volumen de cartones requeridos para obtener al menos un peso es mayor (aproximadamente 83 envases).

### ***8.3 Plástico PET***

Contamos con información proporcionada por una empresa transformadora de PET post-consumo, puesto que los fabricantes de envases para alimentos líquidos y bebidas de consumo humano no pueden utilizar el PET post-consumo para producir nuevos envases.

Precio del envase de PET de un litro (refresco).....	\$7.50 pesos
Precio pagado por el kilogramo de envases de PET.....	\$2.40 pesos
Peso del envase de PET de un litro, vacío.....	45 grms
Número de envases vacíos necesarios para obtener un kilogramo.....	22 envases
Número de envases vacíos necesarios para obtener un peso.....	10 envases

Considerando esta valorización de los envases de cartón, se requerirían 22 envases vacíos para obtener \$2.40 pesos, es decir, se requieren 10 envases para obtener un peso.

Este precio por kilogramo es el reportado por una empresa que procesa únicamente envases de PET, lo cual implica un trabajo previo de separación y acopio, así como el transporte de los residuos hasta las instalaciones del procesador.

El precio en el mercado abierto por el kilogramo de plástico, de todo tipo, es de 50 centavos por kilogramo. En este caso, el volumen de envases requeridos para obtener un peso es mayor (aproximadamente 44 envases). Pero el acopiador tiene que separar los tipos de plástico y transportarlos hasta las instalaciones del procesador.

## 9. Conclusiones

- Material recuperado que sí es sustituto de la materia prima virgen.: **Vidrio**  
De las industrias incluidas en el estudio, únicamente la de fabricación de envases de vidrio reutiliza los envases post-consumo para fabricar nuevos envases que contengan nuevamente productos de consumo humano (bebidas refrescantes, cervezas, jugos, etc.)

- Material recuperado que no es sustituto de la materia prima virgen: **PET y Cartón laminado.**

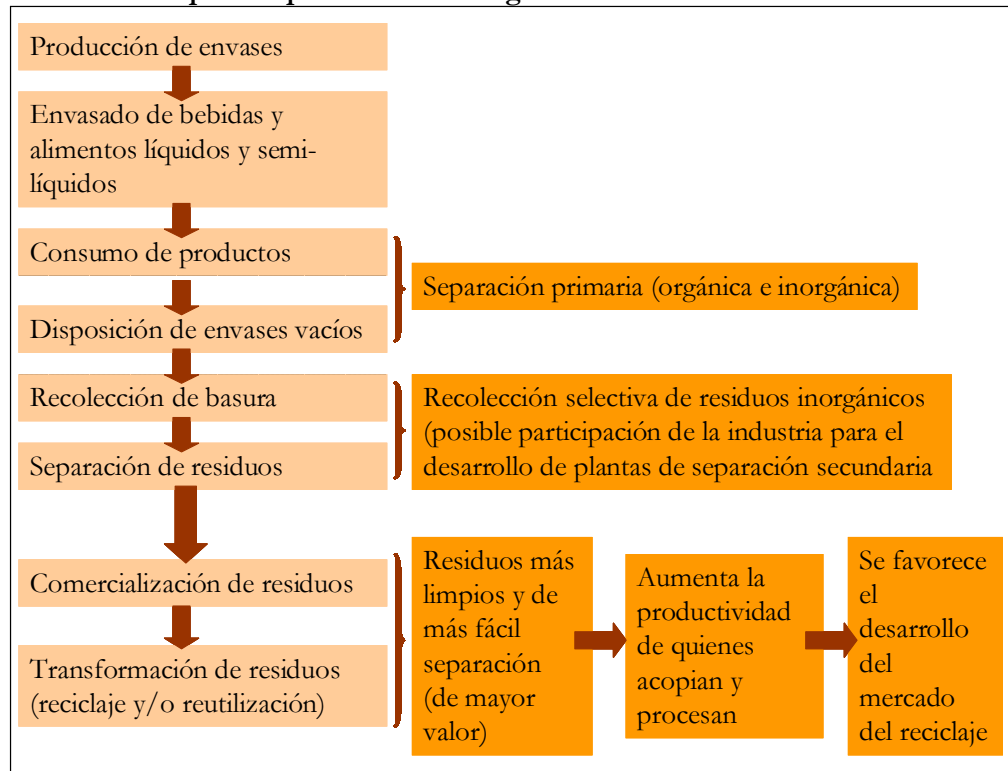
En el caso del cartón y del Pet, los envases recuperados post-consumo no son sustitutos de la materia prima utilizada para fabricar envases para productos de consumo humano (refrescos, bebidas varias y productos líquidos alimenticios), por cuestiones de regulaciones internacionales de calidad e higiene.

Creemos que esto limita las posibilidades de utilizar información, de precios de materias primas vírgenes para fabricar envases, para determinar políticas de gestión de residuos sólidos por el lado del fabricante de los envases (de manera exclusiva).

- Existe una tendencia a rechazar el establecimiento de políticas del tipo “Depósito-reembolso” debido a la separación de los procesos productivos involucrados en la utilización de materia prima virgen y el procesamiento de materiales residuales recuperados. Esta opinión la externaron miembros de las tres industrias en estudio.
- En general, se apoyan las estrategias que contemplen un manejo de residuos sólidos de responsabilidad compartida, ya que el beneficio de contar con envases no es sólo para los fabricantes o envasadores, sino para la sociedad en su conjunto.

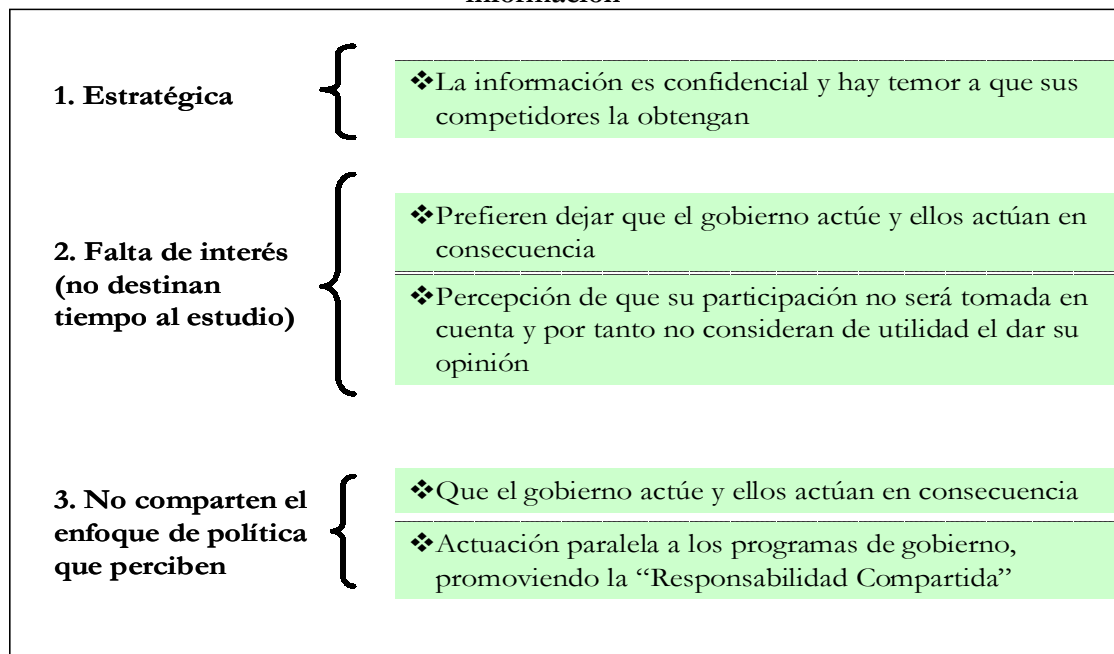
De acuerdo a nuestro entendimiento del sistema de responsabilidad compartida que plantean los fabricantes de envases, el sistema considera la actuación de todos los miembros de la cadena de valor pero, da mayor relevancia a: los consumidores, los recolectores de basura y a quienes comercializan y procesan los residuos sólidos. De manera esquemática el proceso de manejo de residuos bajo la perspectiva de responsabilidad compartida, sería el siguiente:

**Gráfica 4. Manejo de residuos sólidos con el esquema de Responsabilidad Compartida por todos los integrantes de la cadena de valor**



- Creemos que la renuencia de las empresas a proporcionar información relacionada con sus volúmenes de producción, costos de materia prima virgen, volúmenes de recuperación (en caso de que proceda) de envases post-consumo y precios pagados por volumen recuperado, se debe a tres factores: a) esta información es considerada como confidencial para el común de las empresas y existe temor con respecto al uso que se le dará a la misma; b) los empresarios y ejecutivos de las áreas correspondientes no están interesados en los asuntos relacionados con el manejo de los residuos sólidos o no creen que su participación sea tomada en cuenta, por lo cual no están dispuestos a dedicar algo de su tiempo. Esto los lleva a tener un comportamiento pasivo ante las actividades y cursos de acción de la autoridad; c) no comparten el enfoque de política de gestión de residuos sólidos que perciben, lo cual los lleva a desarrollar esquemas de gestión paralelos o a tener una actitud pasiva de aceptación o rechazo de los cursos de acción propuestos por la autoridad. (Gráfico 5).

**Gráfico 5. Razones por las cuales las empresas no están dispuestas a proporcionar información**



- El análisis de los precios de mercado de los residuos nos llevan a suponer que existen pocos incentivos para que los consumidores estén dispuestos a almacenar y llevar los envases vacíos a algún lugar de acopio, al menos los de cartón y los de PET. Para recuperar un peso necesitan reunir al menos 10 envases de PET y 47 envases de cartón, asumiendo que se les paga conforme al precio de los procesadores del material. Si se quisiera dar un mayor valor a los residuos para fomentar el retorno de los mismos, sería necesario subsidiar el diferencial o distribuirlo entre los comercializadores y los procesadores.

En suma, los datos indican que el incentivo actual a separar en la fuente y entregar los materiales en centros especializados de acopio, parece funcionar para los envases cuyo valor es significativo comparado con el valor de la sustancia que envasan (vidrio). Por el contrario, en la medida en que el valor del envase es menor, menor es la separación. Dado lo anterior, una de las preguntas centrales que es necesario responder antes de emprender un programa de depósito reembolso o de incentivos para la separación, es quien absorberá el diferencial en el precio y el orden de magnitud de este. Sólo para ejemplificar el argumento, consideremos el siguiente ejercicio:

Total de PET tirado en toneladas	458,257 toneladas
Precio por tonelada de PET reciclado	\$2,400.00 pesos
Precio que la ciudadanía estaría dispuesta a recibir por regresar los envases:	\$2.50 pesos por envase
Valor del producto si el total se reciclara: (toneladas tiradas * precio de mercado por tonelada)	\$1,099,816,800.00 pesos
Total de los recursos necesarios para que la	\$25,204,135,000.00 pesos

ciudadanía separara y entregara los envases (Total de toneladas tiradas * \$2.5 por envase <sup>12</sup> )	
Diferencial con cargo a la sociedad	\$24,104,318,200.00 pesos

El ejercicio anterior considera que la elasticidad precio del insumo reciclado es baja y que no se afectaría por el reciclaje masivo. Supone también que el ciudadano tiene el mismo precio para tirar un envase que cinco o diez. Sin embargo, lo único que pretende mostrar es el orden de magnitud de la diferencia entre el valor del reciclaje para el consumidor del envase y para el reciclador. Si el gobierno decide absorber el costo, la pregunta relevante es ¿cuál es el costo de oportunidad? o alternativamente ¿quizá le convendría más comprar directamente a los pepenadores y tratar los residuos separadamente al resto de la basura?

## 10. Recomendaciones

- Sería poco recomendable aplicar instrumentos fiscales (derechos o impuestos) a los materiales vírgenes en los mercados seleccionados, dado que su impacto sería generalizado al resto de los productos y difícilmente se limitaría a los envases.
- Dada la separación entre el generador de los residuos y el productor de envases, una política de depósito-reembolso funcionaría, en la medida en que la autoridad estuviera dispuesta a aportar recursos para subsidiar la actividad. Si esta es la decisión, subsidiar al generador facilitaría el proceso.
- En el caso del Tetrapak, si bien la materia prima es importada y en muchos casos generalizada para otros productos, dado que sólo hay cuatro proveedores, quizá lo más sencillo es iniciar un proceso de acuerdos voluntarios y quizá apoyarlos con incentivos fiscales dada la facilidad para monitorear su desempeño.
- A los precios de mercado vigentes el consumidor no tendría incentivos para llevar los envases vacíos a algún punto de acopio. Para motivar este comportamiento sería necesario aumentar el premio por entregar los envases en un centro de acopio específico, lo cual implicaría un costo no recuperable para quien opere estos centros de acopio. Si el gobierno decide establecer un esquema en el que se favorezca la devolución o entrega de envases vacíos, creemos debería considerar los costos sociales que este sistema requeriría. Dado que los fabricantes no tienen una razón real para recuperar estos residuos, sería el mercado de los comercializadores y procesadores de residuos sólidos quienes tendrían que cargar con el costo extra, lo cual desincentivaría el incipiente desarrollo de estos mercados.
- Dados el comportamiento de los precios del PET reciclado y el bajo valor unitario del mismo, creemos que para aumentar la actividad de reciclaje, un camino es aumentar la productividad de la industria de reciclaje. Ello permitiría reducir la variación en las órdenes de compra del material reciclado y reduciría la exposición de los productores a las variaciones en los precios. Esto se lograría creemos, a partir de que los residuos inorgánicos estuvieran más limpios, lo que implicaría la separación de residuos en orgánicos e inorgánicos en la fuente primaria. Podemos ver que los precios reportados por las empresas procesadoras de residuos son

<sup>12</sup> Un envase pesa 45 grms. Para obtener un kilogramo se requieren 22 envases, por tanto habría que pagar \$55 pesos por kilogramo y \$55,000 por tonelada

mayores a los pagados por los comercializadores a los pepenadores, y suponemos que esto se debe a que el residuo que reciben las empresas procesadoras ya está separado de otros desechos, limpio y en pacas. Esto corroboraría nuestra idea de que un residuo más limpio y separado tiene mayor valor para quienes los utilizan. En otras palabras, parece que el factor de productividad clave es la limpieza del residuo. Aumentar la limpieza incrementaría el valor del mismo y por consiguiente la productividad de la actividad.

- Alternativamente a aumentar el beneficio a los generadores, se puede pensar en una política de reducción de costos de disposición separada. Esta política opera en la línea de la responsabilidad compartida. Así, el aumentar significativamente los sitios de disposición y facilitar el transporte a centros de procesamiento puede resultar menos oneroso que subsidiar a los generadores o a los recicladores.
- Otra forma de favorecer el mercado del reciclado es difundir los usos que se le pueden dar a los residuos recuperados. En el caso del cartón laminado, puede servir para obtener celulosa para fabricar papel y productos de papel de muy buena calidad, para elaborar material conglomerado y como energético. En el caso del PET puede utilizarse para fabricar fibra poliéster, láminas planas de polietileno, tapetes, tela no tejida, etc.

## 11. Referencias

1. Sistema de cuentas nacionales. Producto Interno Bruto Trimestral por división de la Industria Manufacturera. Precios constantes de 1993. Periodo 1998-200. INEGI
2. Censo económicos 1999, Resultados definitivos, INEGI
3. Los vidrios. Artículo desarrollado por la Asociación Civil Centro Uruguay Independiente. Página en internet: [www.erres.org.uy](http://www.erres.org.uy).
4. Los plásticos. Artículo desarrollado por la Asociación Civil Centro Uruguay Independiente. Página en internet: [www.erres.org.uy](http://www.erres.org.uy).
5. Las latas. Artículo desarrollado por la Asociación Civil Centro Uruguay Independiente. Página en internet: [www.erres.org.uy](http://www.erres.org.uy).
6. El Analquel de los Mercados. Artículo publicado por la revista Expansión.
7. Materias primas utilizadas en la cadena productivas del vidrio, papel y cartón, productos químicos y metales no ferrosos. Base de datos del Sistema Empresarial Mexicano. Página en internet: [www.siem.gob.mx](http://www.siem.gob.mx).
8. La industria del vidrio en el entorno nacional, 1993. Informe desarrollado por el CETYS d el estado de Baja California.
9. Anuario estadístico 2001 de la Asociación de envase y embalaje de México.
10. Trípticos y presentaciones proporcionadas por las personas contactadas de Grupo Vitro, Tetrapak, APREPET.
11. Generación de residuos sólidos municipales por composición, Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 1999. INEGI

## Anexo 1. Datos utilizados para el análisis económico por industria

Tabla A1. Producto Interno Bruto Trimestral

A Precios de 1993 Por División de la Industria Manufacturera Valores Absolutos (Miles de Pesos a Precios de 1993)									
PERIODO	Total a/	Participación porcentual	IV Papel, Productos de Papel, Imprenta y Editoriales a/	Participación porcentual	V Sustancias Químicas, Derivados del Petróleo, Productos de Caucho y Plástico a/	Participación porcentual	VI Productos de Minerales no Metálicos, Excepto Derivados del Petróleo y Carbón a/	Participación porcentual	VII Industrias Metálicas Básicas a/
1998/01	277,455,226		12,175,330		41,838,847		18,790,079		15,125,471
1998/02	285,566,021		12,859,163		43,710,131		19,536,365		14,953,110
1998/03	286,984,213		14,006,747		44,107,069		20,037,852		14,968,382
1998/04	288,565,393		13,061,312		43,901,717		19,743,271		13,833,124
	<b>1,138,570,853</b>	<b>5%</b>	<b>52,102,552</b>	<b>15%</b>	<b>173,557,764</b>	<b>7%</b>	<b>78,107,567</b>	<b>5%</b>	<b>58,880,087</b>
1999/01	282,241,165		12,398,087		42,370,960		19,242,240		14,883,220
1999/02	299,610,244		14,161,884		45,002,286		19,619,204		14,608,661
1999/03	302,350,947		14,195,880		45,453,774		20,250,987		14,625,935
1999/04	302,322,741		13,964,057		44,839,436		20,400,817		15,003,552
	<b>1,186,525,097</b>	<b>5%</b>	<b>54,719,908</b>	<b>15%</b>	<b>177,666,456</b>	<b>7%</b>	<b>79,513,248</b>	<b>5%</b>	<b>59,121,368</b>
2000/01	309,266,926		13,503,464		44,861,371		20,324,613		15,681,485
2000/02	320,800,951		14,673,784		46,617,941		21,029,701		15,600,817
2000/03	323,574,498		14,282,702		47,532,281		21,104,271		15,238,949
2000/04	314,357,008		13,741,332		44,313,870		20,275,512		14,356,841
	<b>1,267,999,383</b>	<b>4%</b>	<b>56,201,282</b>	<b>14%</b>	<b>183,325,463</b>	<b>7%</b>	<b>82,734,097</b>	<b>5%</b>	<b>60,878,092</b>
2001/01 p/	305,244,979		13,045,929		42,765,313		19,298,064		14,579,878
2001/02	309,613,041		13,952,488		44,142,071		19,730,309		14,566,680
2001/03	305,119,256		13,549,357		45,021,581		20,122,070		14,618,833
2001/04	298,643,267		13,377,563		43,549,962		20,074,898		13,667,150
	<b>1,218,620,543</b>	<b>4%</b>	<b>53,925,337</b>	<b>14%</b>	<b>175,478,927</b>	<b>7%</b>	<b>79,225,341</b>	<b>5%</b>	<b>57,432,541</b>
2002/01	288,146,916		11,903,564		40,928,714		19,111,696		13,448,451

a/ Las cifras estan referidas al año base de 1993 como nuevo periodo de referencia para los cálculos a precios constantes. Así la nueva base de p/ Cifras preliminares a partir de la fecha que se indica  
FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

Tabla A2. Datos de la industria del vidrio

	<b>Fabricación de vidrio y productos de vidrio (3620)</b>	<b>Fabricación de envases y ampollitas de vidrio (362021)</b>	<b>Participación porcentual</b>
<b>Unidades económicas</b>	981	40	4%
<b>Personal ocupado total (número de personas)</b>	43,866.00	13,684.00	31%
<b>Producción bruta total (en miles de pesos)</b>	20,540,876.00	9,329,269.00	45%
<b>materias primas totales (en miles de pesos)</b>	5,021,693.00	2,006,033.00	40%
<b>materias primas nacionales (en miles de pesos)</b>	3,305,568.00	1,289,359.00	39%
<b>materias primas importadas (en miles de pesos)</b>	1,716,125.00	716,674.00	42%
<b>Valor de la producción (en miles de pesos)</b>	18,763,667.00	9,153,438.00	49%
<b>Ventas totales ( en miles de pesos)</b>	17,804,920.00	8,660,184.00	49%
<b>Ventas mdo nac (en miles de pesos)</b>	12,914,027.00	7,004,583.00	54%
<b>ventas mdo extr</b>	4,890,893.00	1,655,601.00	34%

Fuente: Censos Económicos 1999, INEGI

Tabla A3. Datos de la industria del plástico

	<b>Elaboración de productos de plástico (3560)</b>	<b>Fabricación de productos diversos de PVC (vinilo) (356003)</b>	<b>Participación porcentual</b>	<b>Fabricación de diversas clases de envases y piezas similares de plástico soplado (356004)</b>	<b>Participación porcentual</b>
<b>Unidades económicas</b>	4378	55	1%	629	14%
<b>Personal ocupado total (número de personas)</b>	171565	4906	3%	27974	16%
<b>Producción bruta total (en miles de pesos)</b>	55,785,283.00	2,302,564.00	4%	9,137,538.00	16%
<b>materias primas totales (en miles de pesos)</b>	20,676,539.00	1,201,943.00	6%	3,572,372.00	17%
<b>materias primas nacionales (en miles de pesos)</b>	13,605,567.00	690,792.00	5%	2,840,781.00	21%
<b>materias primas importadas (en miles de pesos)</b>	7,070,972.00	511,151.00	7%	731,591.00	10%
<b>Valor de la producción (en miles de pesos)</b>	42,012,709.00	2,321,841.00	6%	7,316,723.00	17%
<b>Ventas totales (en miles de pesos)</b>	41,072,531.00	2,257,189.00	5%	7,191,786.00	18%
<b>Ventas mdo nac (en miles de pesos)</b>	34,903,725.00	1,921,651.00	6%	6,837,677.00	20%
<b>ventas mdo extr</b>	6,168,806.00	335,538.00	5%	354,109.00	6%

Fuente: Censos Económicos 1999, INEGI

**Tabla A4. Datos de la industria del papel y sus productos**

	<b>Manufactura de celulosa, papel y sus productos (3410)</b>	<b>Fabricación de envases de cartón (341031)</b>	<b>Participación porcentual</b>	<b>Fabricación de cartón y cartoncillo (341022)</b>	<b>Participación porcentual</b>
<b>Unidades económicas</b>	2639	766	29%	173	7%
<b>Personal ocupado total (número de personas)</b>	79850	31842	40%	4652	6%
<b>Producción bruta total (en miles de pesos)</b>	45,953,552.00	16,309,365.00	35%	2,860,001.00	6%
<b>materias primas totales (en miles de pesos)</b>	20,857,436.00	8,239,258.00	40%	1,315,262.00	6%
<b>materias primas nacionales (en miles de pesos)</b>	16,269,021.00	6,416,284.00	39%	943,333.00	6%
<b>materias primas importadas (en miles de pesos)</b>	4,588,415.00	1,822,974.00	40%	371,929.00	8%
<b>Valor de la producción (en miles de pesos)</b>	42,444,317.00	14,714,161.00	35%	2,714,266.00	6%
<b>Ventas totales (en miles de pesos)</b>	41,528,171.00	14,496,306.00	35%	2,591,172.00	6%
<b>Ventas mdo nac (en miles de pesos)</b>	40,134,309.00	13,924,571.00	35%	2,383,597.00	6%
<b>ventas mdo extr</b>	1,393,862.00	571,735.00	41%	207,575.00	15%

Fuente: Censos Económicos 1999, INEGI

Tabla A5. Datos de la industria de metales no ferrosos

	<b>Industrias básicas de metales no ferrosos (3720)</b>	<b>Fundición, laminación, extrusión, refinación y/o estiraje de aluminio (372005)</b>	<b>Participación porcentual</b>
<b>Unidades económicas</b>	159	74	47%
<b>Personal ocupado total (número de personas)</b>	16092	5821	36%
<b>Producción bruta total (en miles de pesos)</b>	37,072,439.00	5,150,908.00	14%
<b>materias primas totales (en miles de pesos)</b>	24,210,542.00	2,872,764.00	12%
<b>materias primas nacionales (en miles de pesos)</b>	18,926,563.00	1,640,079.00	9%
<b>materias primas importadas (en miles de pesos)</b>	5,283,979.00	1,232,261.00	23%
<b>Valor de la producción (en miles de pesos)</b>	34,239,079.00	4,828,822.00	14%
<b>Ventas totales ( en miles de pesos)</b>	34,320,570.00	4,751,499.00	14%
<b>Ventas mdo nac (en miles de pesos)</b>	24,086,605.00	4,450,524.00	18%
<b>ventas mdo extr</b>	10,233,965.00	300,975.00	3%

Fuente: Censos Económicos 1999, INEGI

Tabla A6. Estructura productiva de las cuatro industrias consideradas

	Elaboración de productos de plástico (3560)	Fabricación de vidrio y productos de vidrio (3620)	Manufactura de celulosa, papel y sus productos (3410)	Industrias básicas de metales no ferrosos (3720)
<b>Producción empresas micro (en miles de pesos)</b>	9,084,460	1,060,137	2,223,808	3,076,976
<b>Producción empresas pequeñas (en miles de pesos)</b>	9,585,274	539,078	3,989,253	3,662,901
<b>Producción empresas medianas (en miles de pesos)</b>	23,024,624	3,481,609	25,545,342	12,897,193
<b>Producción empresas grandes (en miles de pesos)</b>	14,090,925	15,460,052	14,195,149	17,435,369
<b>Unidades económicas micro</b>	3,379	842	2209	99
<b>Unidades económicas pequeñas</b>	604	75	213	31
<b>Unidades económicas medianas</b>	351	26	192	21
<b>Unidades económicas grandes</b>	44	11	25	8
<b>Empleados empresas micro</b>	26,493	3983	11020	960
<b>Empleados empresas pequeñas</b>	34,743	3869	12020	1492
<b>Empleados empresas medianas</b>	71,614	8441	39077	5085
<b>Empleados empresas grandes</b>	38,715	27573	17733	8106

Fuente: Censos Económicos 1999, INEGI

## Anexo 4. Datos de las empresas consideradas en el estudio

### Fabricación de envases de vidrio

1. Vitro

Director General: Ingeniero Héctor Javier Pulido; [jpulido@vto.com](mailto:jpulido@vto.com); Tel: (0181) 8863 1200 Ext 2864.

Director general del área de Procesamiento de materias primas industriales (procesamiento de pedacería de vidrio): Ing. Javier Leal Orta. Tel Monterrey (0181) 8863 1419, tel méxico: 5856 0155; [jlealo@vto.com](mailto:jlealo@vto.com)

2. Sivesa (del grupo femsa). Ing. Gabriel Cámara. Departamento de calidad y recursos humanos. Tel 01 (27272) 82212. Fax: 01 (27272) 56288

3. Fanal(del grupo Modelo) Tel: 55 74 00 77

### Fabricación de envases de cartón

1. Tetrapak

Responsable de medio ambiente: Sergio Escalera; tel 2122 8785; fax 2122 8747; [info.mx@tetrapak.com](mailto:info.mx@tetrapak.com); [www.tetrapak.com](http://www.tetrapak.com); correo de Sergio escalera: [sergio.escalera@tetrapak.com](mailto:sergio.escalera@tetrapak.com)

2. Combibloc México

Cto: Javier Espagnol; tel 5536 8478; celular: 044 5521 074196; fax: 5687 3160; [www.combibloc.com](http://www.combibloc.com); correo de Javier: [javier.espagnol@combibloc.com](mailto:javier.espagnol@combibloc.com)

3. Envases Elopak

Ubicada en Gómez Palacios Durango; tel (0187) 1750 0000 Ext 3191; fax: (0187) 1750 1773; contacto: Ing. Enrique Perez; [enperez@envases-elopak.com.mx](mailto:enperez@envases-elopak.com.mx)

4. Repak México S.A. de C.V.

Empresa recicladora de envases de cartón laminado. Ing. Jorge Gutiérrez. Tel: (722) 273 14 50, 273 1445. E-mail: [jgutiere@prodigy.net.mx](mailto:jgutiere@prodigy.net.mx)

### Fabricantes de envases de PET

#### Transformadores de resina PET en preformas

1. Alpla de México, S.A. de C.V.

Tel: (01722) 275 4542 / 275 4500; fax: (01722) 275 4528;

Gerente división Pet: Ing. Guillermo Pérez Peniche;

[Guillermo.perez@tol.alpla.com](mailto:Guillermo.perez@tol.alpla.com)

Toluca, Estado de México

2. Continental PET technologies de México, S.A. de C.V.

Tlanepantla, Estado de México. Director comercial: Ing. Daniel Mackay Rodríguez.

**Contacto más viable:** Fernando Reyes tel: 5227 6240; fax: 5227 6295;

3. Desarrollo tecnológico del Pacífico, S.A. de C.V.  
(Grupo Yoli de Acapulco), Acapulco, Gro. Tel (01744) 435 11 00 ext: 113. fax:  
(01744) 435 1132. Director de planeación y desarrollo: Lic. Felipe Cervantes  
Mayagoitia; [fcervant@yoli.com.mx](mailto:fcervant@yoli.com.mx)

4. Empaques Constar, S.A de C.V.  
México D.F.; Director general: Ing. Juan Manuel Félix Guerrero; tel: 5804 6060 /  
5804 6061; fax: 5804 6065. Contacto para estudio: Ing. Ricardo Monfort;  
[rmonfort@constar.com.mx](mailto:rmonfort@constar.com.mx)

5. Industrias Innopack, S.A. de C.V.  
México, D.F. Director internacional de proyectos: Ing. Rodrigo Oliva; tel 91 77 17  
60;. Teléfono planta Toluca: 01 800 22 85 346, teléfono planta Guadalajara: 01 800  
466 6725

6. Procesos plásticos S.A de C.V.  
Tultitlan, Estado de México; Gerente de planta preformas: Ing. Víctor Juárez;  
[vjuarez@pepsigemex.com.mx](mailto:vjuarez@pepsigemex.com.mx); tel 5888 1231, fax: 5888 1220. Contacto en  
departamento de Relaciones industriales: Ing. Margarito Martínez;  
[mmartinez@pepsigemex.com.mx](mailto:mmartinez@pepsigemex.com.mx).

7. Zapata Envases S.A. de C.V.  
Cuautitlán, Estado de México; director comercial PET: Lic. Sergio Alardín Azuara;  
tel 5870 2222; fax: 5870 2597; [salardín@zapataenvases.com.mx](mailto:salardín@zapataenvases.com.mx)

#### Transformadores de material PET reciclado (acopiadores)

1. Avangard México, S.A. de C.V.  
México, D.F.; director general: Ing. Jaime Cámara Creixell; tel 5751-5999 ext 105;  
fax: 5751 1438; [jcamara@avangard.com](mailto:jcamara@avangard.com). Contacto para el estudio: Ing. Juan Carlos  
Cámara; [ccamara@avangard.com](mailto:ccamara@avangard.com)

2. Envases plásticos del centro, S.A. de C.V.  
San Luis Potosí. Ing. Humberto Marmolejo; tel (48) 16 5353 y 76; correo:  
[envaplas@slp1telmex.net.mx](mailto:envaplas@slp1telmex.net.mx)

3. Reciclados Crisol, S.A. de C.V.  
Calzada Acoxpa No. 436, 3er piso. Gerente de promoción industrial: Lic. Héctor  
Fuente Espejel; tel: 5483 7956 / 5483 7979; fax: 5483 7980; correo:  
[fuentes@crisol.com.mx](mailto:fuentes@crisol.com.mx)

4. Reciclados México, S.A. de C.V.  
Toluca, Estado de México  
Lic. Mario Mizrahi; tel (01722) 273 1450; fax: (01722) 273 1445; correo:  
[mmizrahi@avantel.net](mailto:mmizrahi@avantel.net)

