



Universidad Nacional Autónoma de México  
Programa de Posgrado en Ciencias de la  
Administración

## **T e s i s**

El reciclaje de PET como medio de desarrollo sustentable:  
exportación de hojuelas de PET a China

**Que para obtener el grado de:**

Maestra en Administración  
Orientación en:  
Negocios Internacionales

**Presenta:**

Maricarmen Rico Galeana

**Tutor:**

**M.A.O. María Celina González Goñi**

**México, D.F. a enero del 2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

*“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”*

*Albert Einstein (1879-1955)*

## DEDICATORIA

A mi familia:

Pilar de ejemplo y dedicación de que con trabajo y perseverancia se logran las metas

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por haber confiado en mí, otorgándome las facilidades necesarias para estudiar este posgrado con el apoyo de una beca.

A los profesores que con su dedicación y amor a esta máxima casa de estudios contribuyen a la creación de mejores profesionistas que darán como resultado un mejor México.

Ser universitario es al mismo tiempo una responsabilidad y un privilegio

“Por mi raza hablará el espíritu”

## CONTENIDO

Índice de figuras .....	7
Índice de tablas .....	8
Introducción.....	10
Objetivos e Hipótesis .....	13
Marco Teórico .....	14
Capítulo 1 .....	21
Aspectos Generales .....	21
Aspectos Generales. El PET.....	22
Proceso de elaboración de envases para la industria embotelladora.....	23
1.2 Plásticos para Reciclaje .....	26
1.2.1. Aplicaciones de los plásticos y aplicaciones en el reciclaje .....	29
1.3. Consumo de productos envasados en PET .....	32
1.4. Datos estadísticos sobre el pet .....	35
1.5. Manejo de los Residuos Sólidos .....	36
Capítulo 2.....	46
El reciclaje de Pet.....	46
2.1. Efectos potenciales al ambiente.....	47
2.2. El problema de la basura y del PET .....	48
2.3. Tipos de Reciclaje.....	51
2.3.1. Reciclaje de plásticos.....	53
2.4. Usos y aplicaciones del PET reciclado .....	55
2.5. Proceso de reciclaje de Pet .....	57
Capítulo 3.....	73
La organización “PETCUN” .....	73
3.1. Implementación de la empresa .....	74
3.2. Descripción del negocio .....	75
3.2.1. Análisis FODA.....	76
3.2.1. Organigrama .....	81
3.2.2. Misión, visión y valores de la empresa.....	82
3.2.2.1. Creación de marca y logotipo.....	83

3.2.2.2. Descripción del producto.....	84
3.3. Operación de exportación .....	85
3.3.1. Análisis del Mercado Meta de Exportación .....	85
3.3.1.1. Descripción de la industria: Mercado mundial.....	85
3.3.1.2. Descripción de la región o país seleccionado .....	86
3.3.2. Segmentación demográfica .....	90
3.3.2.1. Ubicación geográfica en un mapa.....	91
3.3.2.2. Perfil psicográfico del consumidor meta.....	92
3.3.3. Materiales para el envase, empaque y/o embalaje de exportación.....	94
3.3.4. Logística Internacional .....	96
3.3.5. Análisis Técnico .....	100
Conclusiones.....	113
Fuentes de Consulta .....	115
Anexo 1 Glosario.....	120
Anexo 2 Marco Normativo ambiental en México .....	122
Anexo 3 Proveedores de Maquinaria .....	132

## Índice de figuras

figura 1 Fuente: Recimex .....	52
figura 2 Plástico pos-industrial.....	54
figura 3 Plástico pos-consumo .....	54
figura 4 Identificador del PET (ver tabla pág. 28) .....	58
figura 5 PET post-consumo (Foto: flickr.com) .....	59
figura 6 Proceso del reciclaje. Elaboración propia.....	60
figura 7 Compactadora-embaladora.....	62
figura 8 Banda horizontal de selección y proceso de selección (Foto: Recimex) .	63
figura 9 Molino para PET post-consumo (Foto: KIE, Recimex) .....	63
figura 10a Tanque de separación (Foto: KIE) Figura 11b. Tanque de separación (Foto: Pagani).....	65
figura 11 Lavadora para hojuelas de PET (Foto: KIE)	
figura 12 Lavadora para hojuelas de PET, calienta el agua por fricción (Foto: Pagani).....	65
figura 13a Secadora centrífuga (Foto: KIE)      Figura 14b. Secadora centrífuga (Foto: Pagani).....	66
figura 14 Sistema de reciclaje con lavado en frío (Foto: Pagani) .....	66
figura 15 Sistema de reciclaje con lavado en frío (Foto: KIE).....	67
figura 16 Hojuelas de PET limpias y secas (Foto: Recimex) .....	68
Figura 17. Hojuelas de PET con lavado en frío      figura 18 Hojuelas de PET con lavado en caliente .....	68
figura 19 Sistema para granulado o peletizado (Foto: Plastimax) .....	69
figura 20 Deshumidificador (Foto: Shini) .....	69
figura 21 Cristalizador para PET (Foto: Shini) .....	70
figura 22 Gránulos de PET amorfo (transparentes)      figura 23 Gránulos de PET cristalizado (opacos) .....	70
Ejemplo: figura 24 Moto W233 Rene (Motorola) .....	72
figura 25 Bolsa de textil RPET.....	72
figura 26 Producto .....	84
figura 27 Curso de RECIMEX.....	94
figura 28 Fuente: Instituto Mexicano del Transporte .....	97
figura 29 Fuente: Elaboración de los datos del Instituto Mexicano del Transporte. .....	99

## Índice de tablas

Tabla 1 Identificación de Plásticos .....	27
Tabla 2 Aplicaciones de los plásticos y en el reciclaje .....	29
Tabla 3 Usos del RPET .....	55
Tabla 4 Descripción de puesto .....	82
Tabla 5 Fracción Arancelaria.....	85
Tabla 6 Destino final de las hojuelas de PET .....	86
Tabla 7 Segmentación del mercado de PETCUN .....	91
Tabla 8 Tiempos logísticos embarque de PET reciclado en hojuelas .....	99
Tabla 9 Costos logísticos de exportación de la empresa PETCUN.....	100
Tabla 10 Sistema de Reciclaje .....	100
Tabla 11 Equipo Auxiliar del sistema de Reciclaje .....	101
Tabla 12 Tratamiento .....	102
Tabla 13 Equipo para Calidad .....	102
Tabla 14 Herramientas .....	103
Tabla 15 Equipo de Administración.....	103
Tabla 16 Adecuaciones y Remodelación .....	104
Tabla 17 Trámites .....	105
Tabla 18 Contratos.....	105
Tabla 19 Sueldos .....	106
Tabla 20 Materia Prima .....	106
Tabla 21 Cálculo de costos .....	106
Tabla 22 Estado de resultados.....	107

“La lucha por la supervivencia provoca que los organismos que menos se adaptan a un medio natural específico desaparezcan, y permite que los mejores adaptados se reproduzcan”.

Charles Robert Darwin.  
(1809-1882)

## Introducción

Nuestra sociedad produce constantemente una materia prima muy valiosa: la basura; las ventajas de los productos plásticos (PET) se convierten en una desventaja en el momento que desechamos el envase en el bote de basura.

México es uno de los principales consumidores de refrescos y otras bebidas envasadas en botellas de politereftalato de etileno (PET). Se estima que cada mexicano genera 25 gramos de envases de PET por día (representa una botella por persona), lo que conlleva a 2,500 toneladas diarias de PET que de no reciclarse terminarán, en el mejor de los casos, en los rellenos sanitarios. De aquí la importancia de reciclar estos desechos plásticos para aprovechar nuevamente sus propiedades.

Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy en día estos desechos son un problema, fundamentalmente en las grandes ciudades, debido a la gran cantidad de productos que utilizan este envase.

Aunque existe una amplia variedad de plásticos, sólo un pequeño grupo tiene interés, desde el punto de vista para el reciclaje, y el que se ha elegido es el PET, para esta investigación.

En México se recupera sólo el 20% de PET post consumo y se estima que existen alrededor de 5 millones de toneladas de este plástico en los tiraderos, de manera que su recuperación apropiada puede ser muy rentable.<sup>1</sup>

Los Plásticos forman una importante parte de la basura (45% en Volumen) y entre éstos, el PET (Polietilén Tereftalato) es uno de los que más sobresale. Basta con analizar que el año 2005 se consumieron alrededor de 700 mil toneladas de PET en México. En los vertederos de toda la República Mexicana, si se suman las cantidades que se consumieron los años anteriores, se estima que, en forma de botellas, existen más 5 millones de toneladas de este plástico. La mayoría fueron utilizadas para envase de bebidas carbonatadas, aguas, aceite, alimentos, medicamentos y cosméticos.<sup>2</sup>

La investigación pretende resaltar esta situación como una ventaja, en la obtención de la materia prima y de esta manera reutilizarla en un proyecto sustentable (reciclaje de PET), buscando inclusive la manera de exportarlo, siendo éste último el alcance de la investigación y de esta forma analizar la posibilidad de innovar con algún producto elaborado de esta materia prima de reciclaje para una futura investigación; ya que el PET reciclado es utilizado en la industria como materia prima de juguetes, cubetas, ropa, bolsas, relleno de almohadas, etc.

De esta manera se detecta una oportunidad de negocio, que permite además, contribuir a la mejora del medio ambiente.

Como administrador, se tiene la facilidad de incursionar en cualquier tipo de empresa, y de esta manera conducirlo al ámbito internacional por medio de la exportación, implementando los conocimientos que se van obteniendo en el

---

<sup>11</sup> [www.ambientedeplastico.com](http://www.ambientedeplastico.com). Reciclaje de PET, Un plástico de siete vidas .José Rémez. 13 de marzo de 2006

<sup>2</sup> APREPET A.C.

trayecto de la Maestría en Administración de Negocios Internacionales, no dejando el tema, solo a los ambientalistas, ingenieros o cualquier otra área interesada que pueden carecer de la visión global de negocio y así concretar diversos aspectos para alcanzar los objetivos del negocio a partir del reciclado de PET.

Se pretende realizar un estudio que reúna diferentes disciplinas, y desde esta perspectiva de estudio se tomarán los resultados como un solo resultado de manera integral, esperando obtener un exitoso negocio de reciclaje de PET.

En el capítulo 1, se muestran los aspectos generales del PET así como sus propiedades y la clasificación de los plásticos, de esta manera se identifica en forma básica los plásticos; se conoce el proceso de elaboración y producción de PET en México. Así mismo, menciona de qué productos se puede obtener el PET para ser reciclado y los actores que participan en el proceso.

En el capítulo 2, se investiga cuál es el efecto del PET en el medio ambiente y se muestra el proceso por el cual se lleva a cabo el reciclaje de PET, su acopio, limpieza, trituración, y cómo obtiene la forma de hojuela; una vez que se señale el proceso, se ve el uso y aplicaciones del RPET (forma en que se nombra al PET reciclado) y de esta manera analizar sus propiedades como materia prima, con ello analizar las oportunidades de venta y clientes potenciales.

En el capítulo 3, se expone lo que se requiere para implementar un negocio para reciclaje de PET, los aspectos financieros y técnicos, así como los requisitos para la creación de la empresa y su identidad, lo necesario para la exportación de este producto en específico, dando como resultado el aprovechamiento de los recursos y la factibilidad del proyecto.

## Objetivos e Hipótesis

### Objetivo general

Contribuir al conocimiento del proceso de reciclaje del PET, considerando sus propiedades, ventajas y desventajas para aplicarlo en una oportunidad de negocio viable y por consiguiente rentable, aplicando los conocimientos obtenidos en la Maestría de Negocios Internacionales y de esta manera contribuir en un modelo de empresa en México, que ayude al medio ambiente.

### Objetivos particulares

- Identificar aspectos generales del PET, consumo, producción.
- Conocer el proceso de reciclaje de PET, sus usos y aplicaciones así como ver las oportunidades de implementarlo como negocio redituable.
- Implementar con base a los aspectos financieros, técnicos y a la legislación requerida tanto nacional como internacional, para la exportación de la hojuela de Pet, quedando complementado el negocio del reciclaje de PET.

### Hipótesis

1. A mayor difusión de los beneficios del reciclaje de PET, mayor acopio del producto y mayor equilibrio ambiental.
2. Es de esperarse que las empresas recicladoras de pet, no cuenten con los conocimientos adecuados para realizar la exportación de hojuelas de pet.

### *Variable independiente*

La diferencia en el reciclaje de pet

*Variable Dependiente*

El equilibrio en el ambiente

## Marco Teórico

Para el tema elegido, se observa la necesidad de adquirir conocimientos de varias disciplinas por la misma naturaleza de éste, como lo son: la administración en cuanto a la optimización de los recursos tanto financieros como administrativos; las relaciones internacionales, por el objetivo de comercializar el PET al exterior (exportación) y comerciales por su venta en el mercado local, por mencionar algunas.

En este sentido la teoría de sistemas (TS) es un ramo específico de la teoría general de sistemas (TGS). Surge con los trabajos del alemán Ludwig von Bertalanffy, publicados entre 1950 y 1968,<sup>3</sup> no busca solucionar problemas o intentar soluciones prácticas, pero sí producir teorías y formulaciones conceptuales que pueden crear condiciones de aplicación en la realidad empírica. Se afirma que las propiedades de los sistemas, no pueden ser descritos en términos de sus elementos separados; su comprensión se presenta cuando se estudian globalmente.

Existen diferencias entre **los sistemas abiertos** (como los sistemas biológicos y sociales, a saber, células, plantas, el hombre, la organización, la sociedad) y los **sistemas cerrados** (como los sistemas físicos, las máquinas, el reloj, etc.)

- El sistema abierto interactúa constantemente con el ambiente en forma dual, o sea, lo influencia y es influenciado. El sistema cerrado no interactúa.

---

<sup>3</sup> Ramírez, 1999.

- El sistema abierto puede crecer, cambiar, adaptarse al ambiente y hasta reproducirse bajo ciertas condiciones ambientales. El sistema cerrado no.
- Es propio del sistema abierto que puede competir con otros sistemas, no así el sistema cerrado.

### **Enfoque de sistemas**

De gran repercusión e interés es el enfoque de sistemas, que puntualiza y expresa la organización como un sistema formado por diversos subsistemas interrelacionados e interdependientes, por lo que no la valora por partes sino como un todo de manera integral, teniendo en cuenta no sólo el aspecto interno sino también el entorno de la organización.

El enfoque de sistemas, se caracteriza y define dentro de la administración como un sistema conformado por sus partes las cuales interactúan entre sí, afectando las variaciones de estas a todas las demás, no siempre de la misma manera y magnitud.

Valorando lo anterior, para la aplicación de este enfoque es necesario conocer, tener en cuenta y aplicar algunos conceptos importantes sobre la teoría de sistemas, así como otros aspectos sobre ella.

De esta manera y para fines de la investigación, retomaremos esta teoría como un sistema abierto que se mezcla con el ambiente, en lo social y lo económico; El tema es equivalente a este ciclo, en el cual existe una relación entre las entradas y salidas, por el reciclaje de PET ya que se ve influenciado por las tres áreas, en la búsqueda de alcanzar un equilibrio.

En cuanto al producto, la empresa y la comercialización del PET, tanto en el mercado nacional como internacional se retoma a Michael E. Porter<sup>4</sup> quien dice que la ventaja competitiva, denomina al valor que una empresa es capaz de crear para sus clientes, en forma de precios menores que los de los competidores para

---

<sup>4</sup> 1995,98 pp

beneficios equivalentes o por la previsión de productos diferenciados cuyos ingresos superan a los costes.

Para Porter<sup>5</sup>, el valor es la cantidad que los compradores están dispuestos a pagar por lo que la empresa les proporciona. Una empresa es lucrativa si el valor que obtiene de sus compradores supera al coste necesario para crear el producto. El crear productos para los compradores cuyo valor exceda al coste es la meta de toda estrategia empresarial. Para analizar el valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores, Porter utiliza lo que él llama la cadena de valor, o sucesión de actividades empresariales en las que surge el valor.

Existen varios estudios con enfoque ambientalista por el gran impacto que tiene el PET una vez que es desechado, se toman estos estudios como una base de justificación de la importancia en la reutilización del producto, sin tener mayor hincapié en ello.

### **Conceptos del Desarrollo Sustentable**

El concepto de desarrollo sustentable se hizo conocido mundialmente a partir del informe "Nuestro Futuro Común", publicado en 1987 con motivo de la preparación a la Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, realizada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992. El informe fue también conocido como Informe Brundtland, debido a que la Comisión encargada de su publicación fue liderada por la ex ministra noruega Go Harlem Brundtland.<sup>6</sup>

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983, definió el desarrollo sustentable como:

---

<sup>5</sup> Porter, op cit: 122

<sup>6</sup> INDUAMBIENTAL, " Conceptos y metas del desarrollo sustentable"

<http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?GUID=2e80c88b-fe7a-4cb1-a21b-b400a97a592d&ID=181178> (23 de junio de 2011) 2 pp.

“el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades”.

En México se utiliza la palabra "sustentable" como un anglicismo de la palabra "sustainable", referida a algo capaz de sostenerse indefinidamente en el tiempo sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar. Por esta razón, también muchos autores y publicaciones extranjeras hablan de "sostenible".

El desarrollo sustentable implica pasar de un desarrollo pensado en términos cuantitativos - basado en el crecimiento económico - a uno de tipo cualitativo, donde se establecen estrechas vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, en un renovado marco institucional democrático y participativo, capaz de aprovechar las oportunidades que supone avanzar simultáneamente en estos tres ámbitos, sin que el avance de uno signifique ir en desmedro de otro. Es lo que algunos académicos y autoridades han comenzado a llamar el "círculo virtuoso del desarrollo sustentable", basándose en casos donde se han logrado superar los antagonismos entre crecimiento económico, equidad social y conservación ambiental, reforzándose mutuamente y con resultados satisfactorios para todas las partes involucradas (win-win es decir, Ganar-ganar, todos ganan).

Para que el reforzamiento mutuo entre estos aspectos ocurra, son necesarias la motivación y la capacidad de innovación generalizadas, propias de un sistema donde conviven una economía de mercado y una democracia política. Lograrlo no es tarea fácil y en algunos casos implicará sacrificar un objetivo en favor del otro (trade off, es decir, negociar), sobre todo en países donde la superación de la pobreza y la satisfacción de las necesidades básicas son la principal prioridad, a pesar de que ello signifique la depredación de sus ecosistemas.

Las diferencias entre países hace que el desarrollo sustentable sea aún una meta muy lejos de alcanzar para muchos de ellos. Aunque los países industrializados, especialmente los nórdicos, están más avanzados, todavía existen países ricos que se resisten a asumir conductas productivas y un estilo de desarrollo más sustentable. Los países más pobres, a su vez, sufren las consecuencias de la "huella ecológica" que deja la explotación de sus materias primas y recursos naturales (bosques nativos, minerales, fuentes energéticas, productos agrícolas, praderas y ganados) a lugares como Europa, Japón o Estados Unidos. Estos últimos disponen de los recursos económicos y humanos, y de los conocimientos necesarios para desarrollar las tecnologías que permiten industrializar y comercializar los productos provenientes del mundo en desarrollo, obteniendo la mayor ganancia que resulta de agregar valor a los recursos naturales. Dada esta asimetría, aumentan las diferencias sociales y ambientales entre los países ricos y pobres.<sup>7</sup>

La sustentabilidad supone un cambio estructural en la manera de pensar el desarrollo, en la medida en que impone límites al crecimiento productivo, al consumo de recursos y a los impactos ambientales más allá de la capacidad de aguante del ecosistema. Establecer límites significa hacer un llamado a no "descapitalizarnos", entendiendo que existen distintos tipos de capital complementarios e interdependientes y no sustitutivos entre sí:

- Capital financiero: planificación macroeconómica sana y un manejo fiscal prudente
- Capital físico: infraestructura tales como edificios, equipos, caminos, industrias y puertos.
- Capital humano: buena salud, educación y competencias para mantener el mercado laboral

---

<sup>7</sup> *Idem.*

- Capital social: habilidades y capacidades individuales como también de las instituciones, relaciones y normas que determinan la calidad y cantidad de las interacciones sociales.
- Capital natural: recursos naturales -comerciales y no comerciales- y servicios ecológicos, los cuales proveen de lo necesario para la vida, incluyendo comida, agua, energía, fibras, estabilización del clima, capacidad de regeneración del agua, y otros servicios que mantienen la vida.

Comúnmente el capital más valorado ha sido el financiero y el físico, pero actualmente hay una revalorización del capital social y humano, lo que representa una oportunidad para reducir la dependencia de los recursos naturales e impulsar la diversificación hacia actividades intensivas en conocimiento y tecnología.

Asimismo, la revalorización del capital natural atrae inversiones nacionales e internacionales basadas en la conservación y no en la extracción y, en muchos casos, en la integración de entornos naturales y culturas tradicionales únicas para generar propuestas creativas de desarrollo local sustentable.

El desarrollo sustentable es visto como una excepción que se da en algunas empresas exportadoras multinacionales y en algunas de las grandes empresas exportadoras locales. Sin embargo, la globalización y exportación de productos a mercados más exigentes está obligando a las industrias a introducir aspectos sociales y ambientales en sus políticas, así como a incorporar tecnologías para ser más eficientes y competitivas en el mercado internacional. Junto con esto, existe una creciente demanda interna de la población por mejorar su calidad de vida y por consumir productos y servicios que sean respetuosos del medio ambiente, al mismo tiempo que crece la producción. Esta demanda está dirigida principalmente al sector privado a través del mercado y al Estado mediante las políticas públicas, donde aun se aprecian diferencias de interpretación del concepto de desarrollo

sustentable, principalmente entre aquellos que aseguran que "primero el crecimiento económico, después el medio ambiente" y los que opinan que el crecimiento como objetivo incuestionable de la política de desarrollo económico es una condición necesaria pero no suficiente para mejorar la calidad de vida y el bienestar de las personas.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> *ibid*

## Capítulo 1

### Aspectos Generales

En este capítulo se mostrarán los aspectos generales del PET así como sus propiedades y clasificación de los plásticos y de esta manera conocer e identificar en forma básica los plásticos, se comprenderá el proceso de elaboración y producción de PET en México. Así mismo, se comentará de qué productos se puede obtener el PET para ser reciclado y los actores que participan en el proceso.

## Aspectos Generales. El PET

Primero, conozcamos el PET. El tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilentereftalato o polietileno tereftalato, más conocido por su acrónimo PET, es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.

Fue patentado en 1941 por los científicos británicos John Rex Whinfield y James Tenant Dickson, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras, ya que en esa época con las guerras que se vivían daban lugar a la escasez de materias prima y esta fibra pudo sustituir al algodón.

La producción industrial de fibra de poliéster y su uso textil comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el espectacular crecimiento en la demanda del producto a escala mundial y a la diversificación de sus posibilidades de uso, como los son envases de alimentos, envases para bebidas carbonatadas (refrescos, agua mineral).

A partir de 1976 es usado para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas, sin embargo el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques.

En México se comenzó a utilizar para la fabricación de envases a mediados de la década de los ochenta y ha tenido gran aceptación por parte del consumidor así como del productor, por lo que su uso se ha incrementado de manera considerable año tras año.

Actualmente, el principal uso para la resina PET es la fabricación de envases para:

- Refrescos

- Agua purificada
- Aceite comestible
- Alimentos
- Medicinas
- Productos de limpieza
- Productos de aseo personal
- Cosméticos, entre otros.<sup>9</sup>

### **Proceso de elaboración de envases para la industria embotelladora.**

Este punto es importante debido a que se muestra la vida de una botella de PET, que es la manera más común que encontraremos esta materia prima una vez desechada.

Da inicio con una resina que se presenta en forma de pequeños cilindros o chips, los cuales, secos, se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples (16", 32", 64", etc.); de las que se producen las *preformas*, que son recipientes aún no inflados y que sólo presentan la boca del envase en forma definitiva.

Después, las preformas son sometidas a un proceso de calentamiento preciso y gradual, posteriormente se colocan dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo, entonces se les infla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se tiene el envase típico.

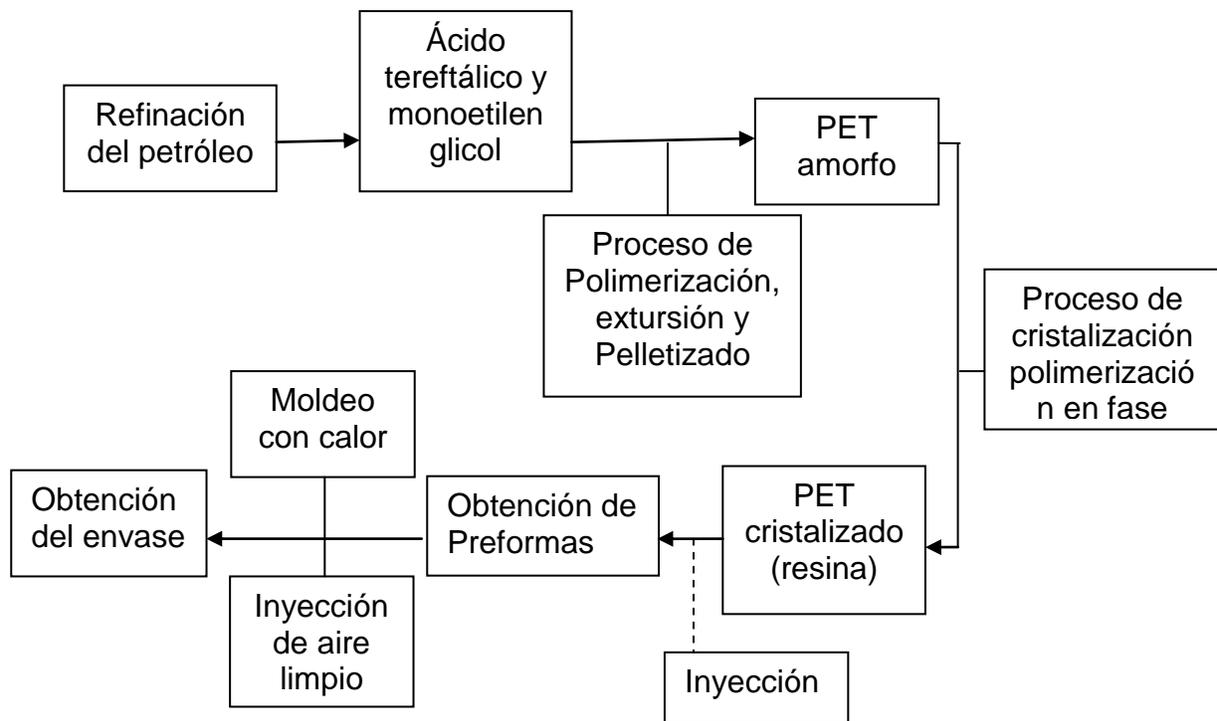
---

<sup>9</sup> APREPET A.C. Situación de Reciclaje de Pet en México. Santiago García. Folleto. México 2007.

Gracias a este proceso, las moléculas se acomodan en forma de red; esta disposición da al material propiedades de alta resistencia mecánica y baja permeabilidad a gases y vapores. Son estas características las que lo han convertido en un material ideal para el empaque y embalaje de algunos productos, ya que no requieren de cuidados especiales para su distribución.<sup>10</sup>

A continuación, mediante un diagrama de flujo, se describe el proceso completo de producción de un envase de PET, considerando desde la materia prima hasta el producto terminado que es el envase.

### Diagrama de flujo para la producción del PET



<sup>10</sup> El PET y su situación actual en el Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del DF. <http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/04/01clave.pdf>

Ahora que conocemos el proceso del envase de PET, se muestran las líneas de productos de PET en que pueden presentarse y son tres:

### **1.- PET de grado textil**

La primera aplicación industrial del PET fue la textil, durante la Segunda Guerra Mundial, para reemplazar a fibras naturales como el algodón o el lino. A diferencia de otras fibras sintéticas, al poliéster - nombre común con el que se denomina al PET de grado textil - se le reconocieron desde el primer momento unas excelentes cualidades para el proceso textil, entre las que cabe destacar su alta resistencia a la deformación y su estabilidad dimensional, además de otras propiedades como el fácil cuidado de la prenda tejida (lavado y secado rápidos sin apenas necesidad de planchado). Presenta también algunas limitaciones, tales como su difícil tintura, la formación de *pilling* (bolitas), la acumulación de electricidad estática y el tacto duro de los tejidos, problemas para los que ya se han desarrollado soluciones eficaces.

Ya sea como filamento continuo o como fibra cortada, el PET encabeza a los polímeros textiles. Se emplea para la producción de fibras de confección - es muy utilizado en mezclas de diversos porcentajes con el algodón - y para rellenos de edredones o almohadas, además de manufacturarse con éste tejido industrial de sustentación para cauchos, lonas, bandas transportadoras y otros numerosos artículos.

### **2.- PET de grado botella**

La primera comercialización del PET de grado botella se llevó a cabo en los EE.UU. produciéndose en Europa a partir de 1974. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a

resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo – lo cual conlleva un beneficio añadido para el consumidor final.

Aunque comúnmente se asocia con el embotellado de las bebidas gaseosas, el PET tiene infinidad de usos dentro del sector. Su más reciente y exitosa aplicación ha sido en el envasado de aguas minerales, habiendo ocupado prácticamente el mercado en detrimento del PVC; También se ha comenzado a utilizar el PET para el envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios como salsas, mermeladas, miel.

### **3.- PET de grado film.**

El PET se utiliza también en gran cantidad para la fabricación de film: en la práctica, todas las películas fotográficas, de rayos X y de audio están hechas de PET. Como se puede apreciar, la gama de productos que incluyen al PET es muy grande, y por consecuencia de los grandes niveles de consumo, la generación de residuos sólidos es considerable.

Ya que conocemos de donde es obtenido el PET, hablaremos de los tipos de plásticos y cuáles nos sirven para el reciclaje.

## **1.2 Plásticos para Reciclaje**

Ya que existe una amplia variedad de plásticos, solo un grupo específico adquiere nuestro interés para un punto de vista de negocio de reciclaje, éste es el grupo 1 PET; para ello debemos identificarlos, clasificarlos y de esa manera conocer su aplicación de todos los grupos, para un adecuado resultado en el reciclaje, debido a que si los materiales están combinados el costo cambia, puesto que se “contaminan” al estar mezclados con otros plásticos.

Los plásticos o polímeros, engloban una gran familia de productos en los que se encuentran integrantes muy diferentes entre sí, entonces, ¿Cómo los diferenciamos?, existe un código de identificación mundial para los termoplásticos que los identifica con un símbolo, un números del 1 al 7 dentro de un triángulo de flechas, que simboliza el reciclaje, permitiendo identificar los artículos fabricados con estos materiales y con ello facilitan su recuperación.

Se encuentra normado en México en la NMX-E-232-SCFI-1999 (industria del plástico-reciclado de plásticos-simbología para la identificación del material constitutivo de artículos de plástico-nomenclatura. 25/11/1999). Con modificación a **NMX-E-232-CNCP-2005** (23 de junio de 2005) debido a que cada plástico tiene sus propiedades y aplicaciones específicas.

Para facilitar su identificación y ayudar a su clasificación, este Código Internacional (SPI) los nombra de acuerdo al material con el que está hecho un objeto de plástico.

Tabla 1 Identificación de Plásticos

Nombre y Características	Abreviatura	Código
<p><b>Polietileno Tereftalato</b>                      Alta transparencia, aunque admite cargas de colorantes.                      Alta resistencia al desgaste.                      Buena resistencia química y térmica.                      Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad.                      Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases.                      Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.                      Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.                      Muy buen coeficiente de deslizamiento.</p>	<p>PET ó                      PETE</p>	

<p><b>Polietileno de Alta Densidad</b> Resistente a las bajas temperaturas. Alta resistencia a la tensión; compresión, tracción. Baja densidad en comparación con metales u otros materiales. Impermeable. Inerte al contenido, baja reactividad. No tóxico</p>	<p>PEAD ó HDPE</p>	 HDPE
<p><b>Policloruro de Vinilo (Vinilo)</b> Excelente resistencia química Buena resistencia al medio ambiente Propiedades eléctricas estables Existen dos tipos: rígidos y flexibles</p>	<p>PVC ó V</p>	 V
<p><b>Polietileno de baja densidad</b> No tóxico Flexible Liviano Transparente Inerte al contenido Impermeable Bajo costo</p>	<p>PEBD ó LDPE</p>	 LDPE
<p><b>Polipropileno</b> Gran resistencia química Fuerte, buena resistencia a la fatiga Alto punto de fusión</p>	<p>PP</p>	 PP
<p><b>Poliestireno</b> Existen tres tipos: PS cristal, PS choque y PS expandido. PS cristal: Transparente, duro y frágil PS choque: Fuerte, no quebradizo y soporta impactos violentos. PS expandido: Ligero, poca resistencia química</p>	<p>PS</p>	 PS
<p>Otros Otros plásticos como: Policarbonato Polimetilmetacrilato Poliamida Poliácido láctico</p>	<p>OTRO S</p>	 OTHER

### 1.2.1. Aplicaciones de los plásticos y aplicaciones en el reciclaje

En este punto, se nombran artículos que contienen como envases los distintos plásticos para su fácil distinción. A pesar que el interés de la investigación solo es en el grupo 1, se muestran todos los demás para tener la información completa.

Tabla 2 Aplicaciones de los plásticos y en el reciclaje

	<b>Empaques</b>	<b>Productos reciclados</b>
<b>PET o PETE</b>	Bebidas suaves, agua, bebidas energéticas, cerveza, enjuague bucal, salsa de tomate, salsas para ensalada. Película y bandejas para horno microondas.	Fibras, bolsas de carga, ropa, película y lámina, contenedores para comidas y bebidas, tapetes, amarres, ropa de lana, equipaje y botellas.
	Nota: Envases muy transparentes, delgados, verdes o cristal, punto al centro del fondo del envase: de refresco, aceite comestible, agua purificada, alimentos y aderezos, medicinas, agroquímicos, etc.	
<b>PEAD o HDPE</b>	Leche, agua, jugos, cosméticos, shampoo, botellas de jabón para platos y ropa, tarros de	Detergente líquido para ropa, botellas para shampoo, acondicionador y aceites de carro; tubos, baldes, cajones, macetas

	yogurt y mantequilla, revestimiento de cajas de cereal, bolsas de mercado y basura.	para flores, bordes de jardín, películas y láminas, recipientes para reciclaje, bancas, casas para perros, madera plástica, baldosas para piso, mesas de picnic, cercas.
	<b>Nota:</b> Envases opacos, gruesos, de diversos colores, rígidos, con una línea a lo largo fondo del cuerpo: de cloro, suavizantes, leche, cubetas, envases alimentos, etc.	

PVC o V	Empaques claros para comida y otros, tubería médica, insulantes de cable y alambre, película y láminas, productos para construcción como tubería, baldosas para piso, tapetes y marcos de ventanas.	Empaques, hojas sueltas de archivador, balcones, paneles, canales, película y lámina, azulejos del piso y esteras, suelo resistente, bandejas del casete, cajas eléctricas, cables, conos del tráfico, manguera del jardín.
	<b>Nota:</b> Envases transparentes, semidulgados, con asa y una línea a lo largo y fondo del envase: de shampoo, agua purificada, etc. También usado para mangueras, juguetes, tapetes, etc.	

PEBD o LDPE	Bolsas de lavandería, de pan y de alimentos congelados, botellas exprimibles, ejemplo miel, mostaza.	Sobres de envío, recubrimiento de canecas de basura, azulejo del piso, muebles, película y lámina, compartimentos de compost vegetal, botes de basura, madera del paisaje,
-------------	--	--

		madera de construcción, tuberías para riego.
	<p><b>Nota:</b> Principalmente usado para película y bolsas, de tipo transparente, aunque se puede pigmentar, de diversos calibres y también se usa para tubería y otros.</p>	
PP	<p>Botellas de salsa de tomate, envases de yogur y tinas de la margarina, botellas de medicina.</p>	<p>Las cajas de la batería del automóvil, luces señalizadoras, cables de batería, las escobas, cepillos, raspadores de hielo, embudos de aceite, estantes de bicicleta, rastrillos, compartimientos, plataformas, bandejas.</p>
	<p><b>Nota:</b> Plástico opaco, traslúcido o pigmentado, empleado para hacer película o bolsas, envases, jeringas, cordeles, rafia para costales y sacos, etc.</p>	
PS	<p>Cajas de disco compacto, usos del servicio de alimento, bandejas de la carne, cartones de huevos, botellas de la aspirina, tazas, placas</p>	<p>Termómetros, placas del interruptor de luz, aislamiento termal, cartones del huevo, respiraderos, bandejas de escritorio, reglas, marcos de la placa, embalaje de icopor, placas de la espuma, tazas, utensilios.</p>

<p><b>Nota.</b><sup>11</sup>: Hay dos versiones, el expansible o espumado (unicel o nieve seca) y el Cristal, empleado para fabricar cajas, envases y vasos transparentes pero rígidos</p>	
--	--

<p>OTROS</p>	<p>Botellas de tres y cinco galones reutilizables para agua, jugos de frutas cítricas y botellas de salsa de tomate.</p>	<p>Botellas, usos plásticos de la madera plástica de construcción.</p>
--------------	--	--

Elaboración propia con imágenes de internet de los distintos plásticos, año, 2011.

### 1.3. Consumo de productos envasados en PET

El PET es uno de los materiales más utilizados para el empaque y embalaje de diversos productos. Por las características de este plástico, los envases son ligeros, transparentes, brillantes y con alta resistencia a impactos, tienen cierre hermético, no alteran las propiedades del contenido y no son tóxicos. Es por ello que el PET ha desplazado a otros materiales y tiene una demanda creciente en todo el mundo.

En México, actualmente existen pocas plantas productivas que elaboran polímero en gránulo (chip) de PET. Durante el 2000 se produjeron en las plantas mexicanas 502,100 toneladas de PET, de las cuales se exportaron 75,000 toneladas, además se importaron 40,000 toneladas de este material. Se estima que para el año 2000 el consumo de PET a escala nacional fue de 467,100 toneladas. El crecimiento anual de la demanda de este material es de 13.1% (APREPET, Agosto 2001.)

<sup>11</sup>Las notas son extraídas de la Dirección de Proyectos de Agua, Suelo y Residuos. Folleto Informativo 2000.

La composición del mercado de resina de PET en el año 2000 a escala nacional fue constituida de la siguiente manera.

Segmentos del mercado resina PET  
(2000)

segmento	porcentaje de mercado
refrescos	52.80%
agua purificada	14.90%
aceite	14.50%
alimentos	7.00%
cuidado personal	2.20%
agroquímicos	1.40%
licores	0.30%
otros envases	1.50%
Otras aplicaciones	2.40%
preforma	
exportada	5.00%
<b>total</b>	<b>100%</b>

Fuente: APREPET A.C. 2001

Como se observa en la tabla anterior, el porcentaje más alto corresponde al envasado de refresco, seguido de agua purificada y el de aceite comestible.

Según estimaciones de la Asociación para Promover el Reciclaje del PET, A.C. (APREPET) la demanda de PET para fabricación de envases, que existe actualmente en el Distrito Federal es de 55,800 toneladas al año. Para la industria de elaboración de refrescos y otras bebidas no alcohólicas, las botellas de PET se pueden dividir en:

**RETORNABLES**, que pueden utilizarse nuevamente después de su primer uso, mediante un sistema de limpieza y esterilización hasta 25 veces antes de que el producto pierda algunas propiedades, y

**NO RETORNABLES**, que después de su primer uso, son material de desecho.

México es un país con un alto consumo per cápita de refrescos carbonatados y otros productos envasados en botella de PET. Durante 1998, según lo muestra INEGI, se consumieron 2'581,768 litros de refrescos embotellados en envase no retornable y las presentaciones más comunes fueron en volúmenes de 0.6, 1 y 2.5 litros. También se consumieron 5'589,059 litros de agua purificada en envase no retornable en volúmenes de 0.5, 1 y 1.5 litros.

Para la producción de envases de refrescos y otras bebidas además de otros productos, se requiere de una gran cantidad de insumo, tales como, energía, petróleo, agua para los procesos, entre otros.

Según estimaciones de la Asociación para Promover el Reciclaje del PET, A.C. (APREPET) la demanda de PET para fabricación de envases, que existía en el año 2000 en el Distrito Federal es de 55,800 toneladas al año.<sup>12</sup>

Los plásticos forman una parte importante de la basura (45% en volumen) y entre éstos, el PET (Polietileno Tereftalato) es uno de los que más sobresale. En el año 2005 se consumieron alrededor de 700 mil toneladas de PET en México. En los vertederos de toda la República Mexicana, si se suman las cantidades que se consumieron los años anteriores, se estima que, en forma de botellas, existen más 5 millones de toneladas de este plástico.

Las botellas de plástico tardan mucho tiempo en ser descompuestas por la naturaleza, de 100 a 1000 años (no es exacto la medida de tiempo debido a que ningún hombre lo ha podido comprobar), al aire libre pierden su tonicidad, se fragmentan y se dispersan. Enterradas duran más.

La industria de reciclaje de PET tiene muchos beneficios en esta área puesto que

---

<sup>12</sup> El PET y su situación actual en el Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del DF. <http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/04/01clave.pdf>

la conservación del medio ambiente es el objetivo primordial. Estos beneficios son:

- Mitiga la escasez de recursos naturales vírgenes
- Disminuye los riesgos de enfermedades y de alteración de ecosistemas
- Reduce la demanda de espacio en tiraderos
- Involucra ahorros en el consumo de energía
- Contribuye a mitigar el impacto ambiental de la disposición de desechos sólidos, las emisiones a la atmósfera, la generación de lixiviados y los malos olores.

#### 1.4. Datos estadísticos sobre el pet

En la siguiente tabla se resumen algunos datos estadísticos del PET para el año 2000, a pesar de ser datos anteriores se toman como referencia para conocer que la tendencia continúa de uso y desuso del pet.

##### ***DISTRITO FEDERAL***

Demanda de PET	55,800 t/año
Envases de PET recuperados	20,500 t/año
Porcentaje recuperado para reciclaje	36.7%

##### ***ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO***

Demanda de PET	124,000 t/año
Envases de PET recuperados	48,000 t/año
Porcentaje recuperado para reciclaje	38.7%

##### ***A NIVEL NACIONAL***

Demanda de PET	413,000 t/año
Envases de PET recuperados	71,300 t/año
Porcentaje recuperado para reciclaje	17.3%

Fuente: APREPET, A.C.

Considerando que de las 55,800 toneladas anuales de PET, consumidas por el Distrito Federal, se recuperan alrededor de 20,500 toneladas/año (tasa de recuperación del 36.7%) y que se registran en el Relleno Sanitario de Bordo Poniente 5,146.5 toneladas/año. Puede decirse que aproximadamente un 54% del PET se encuentra ya sea:

- a) En almacén para su distribución o venta, o
- b) Dispuesto inadecuadamente en cauces, calles o tiraderos clandestinos.

Se deben de obtener los recursos para iniciar un proyecto, es decir, se debe de obtener un financiamiento empresarial, pues ante la oportunidad de un proyecto perfectamente planeado, en cuyo programa se incluya el financiamiento necesario así como sus fuentes de consecución de recursos, podrá convertirse en un proyecto productivo de grandes dimensiones.

El financiamiento es, por tanto, una herramienta necesaria e indispensable para el fortalecimiento de las empresas, en la búsqueda y obtención de los fines y objetivos institucionales. (Haime, 1992).

Para ello es necesario conocer cuáles son las alternativas que tiene una pequeña empresa para la obtención de esos recursos, partiendo de las características generales que tiene y cuáles son sus principales restricciones a la financiación, ello no es abordado para esta investigación.

## **1.5. Manejo de los Residuos Sólidos**

Recolección: Recuperación de los materiales de los residuos

En México la recuperación de materiales de los residuos con potencial de aprovechamiento se realiza de diversas formas. Tradicionalmente se lleva a cabo "la pepena", la cual consiste en que algunas personas, por decisión propia, llevan a cabo la recuperación de materiales aprovechables de los residuos, para posteriormente venderlos a intermediarios o centros de acopio y obtener ingresos

directamente de esta actividad. Los pepenadores llevan a cabo la recuperación de los materiales directamente en los sitios de disposición final (tiraderos) o en las calles.

El personal de los camiones recolectores (algunos trabajadores asalariados, otros voluntarios), llevan a cabo también una recuperación de materiales directamente de la basura que recolectan. Estos materiales seleccionados son almacenados en el camión por separado y posteriormente vendidos, siendo el personal de estos vehículos los directamente beneficiados con los ingresos que obtienen de ésta venta a un intermediario.

En esta primera etapa de la recuperación de los materiales, el menor porcentaje de materiales recuperados lo realiza directamente el generador. En este caso el generador obtiene también beneficios económicos, aunque en menor grado, debido sobre todo, a la cantidad.

Una forma de recuperación que está teniendo auge en algunas zonas o municipios, es la separación de los materiales aprovechables directamente en la fuente de generación, siendo estas principalmente las escuelas. Esta práctica se está llevando a cabo con algunos problemas, básicamente de transporte y de mercado, ya que algunas ocasiones se requiere de permisos en el transporte.

### **Recolección selectiva:**

La recolección selectiva de residuos sólidos implica que las fracciones sean separadas en la fuente y posteriormente recolectadas también en forma separada. Esta separación reduce bastante la mezcla y contaminación de materiales, lo que en consecuencia aumenta su calidad y valor, permitiendo ampliar el mercado para la venta de los materiales reciclables y en dado caso el de la composta. La separación de residuos orgánicos tiene sentido si hay posterior composteo y si el producto tiene mercado. Puede ser recomendable separar el grupo reciclable en

más fracciones, si esto aumenta los ingresos, aunque para nuestro estudio solo nos referiremos a la separación de PET.

La recolección separada puede ser realizada con el mismo tipo de equipo actualmente usado para la recolección, sin cambios. En este caso se recomienda hacer la colecta por fracción, esto quiere decir un día recolectar orgánicos, otro día reciclables y otro día los restantes.<sup>13</sup>

**Separación y reciclaje:** La palabra “reciclaje” normalmente se confunde con todo el proceso de la separación hasta el reaprovechamiento en la industria. En realidad se debe limitar el uso de esta palabra al proceso industrial de hacer un nuevo producto con el material que era desecho. Eso es un proceso fuera de la responsabilidad municipal.

Para tener suficiente materia prima para el reciclaje, la industria necesita el material que viene directamente de la producción de otras industrias o a través de la separación de los materiales reaprovechables en los RSM. El campo de acción a nivel municipal consiste en la separación del material en la fuente, durante la recolección, en los centros de acopio o en los sitios de disposición final.

Fuera de las medidas descritas en la recolección selectiva, el sistema debe ser complementado con centros de acopio. En la mayoría de los casos, estos centros son del sector privado y algunos municipales. Los ejemplos en municipios del Estado de México muestran claramente que pueden existir las dos formas, pero los centros dependientes del municipio sufren con los cambios políticos administrativos (cada tres años) y por eso generalmente tienen menos sustentabilidad.

---

<sup>13</sup> Wehenpohl Günther, Hernandez Barrios Claudia, (2002), Guía en elaboración de planes maestros para la gestión de los residuos sólidos municipales (PMGIRSM), SEGEM-GTZ, México

Por otro lado, los centros privados que viven de este trabajo, no sufren de los cambios políticos administrativos y por lo tanto son recomendables. El municipio podría apoyar estas iniciativas con la renta de terrenos, entrega de material reciclable, etcétera.

En este contexto, el municipio puede combinar medidas económicas y ambientales. La promoción para la construcción de centros de acopio puede generar nuevos empleos, teniendo al mismo tiempo el efecto de disminuir los impactos al ambiente causados por los Residuos Sólidos Municipales.

Se observa que existe una problemática particular, ya que las empresas recicladoras exigen que los plásticos recuperados tengan características de presentación claramente definidas (limpios, sin polvos o partículas, del mismo tipo de código, sin etiquetas, gomas, etc.), ello ocasiona que los recolectores primarios o centros de acopio también se enfrenten a vender o comprar respectivamente, ante tales requerimientos, siendo en la mayoría de las veces no satisfactorias. Por lo que, las empresas recicladoras la mayoría de las veces compran directamente de las empresas manufactureras, los subproductos de pedacería o rebaba, siendo materiales o desperdicios limpios.

La industria del reciclaje generalmente está interesada en comprar estos materiales bajo ciertos requisitos:

- **Grandes volúmenes:** Se prefieren grandes camiones que pueden ser llenados en un solo centro, con la consecuente reducción de los costos en el transporte.
- **Misma calidad:** Una misma calidad del material permite a la industria obtener un buen producto, por eso generalmente está dispuesta a pagar un precio más alto.
- **Forma regular:** Para tener un mejor aprovechamiento de sus maquinas, la industria requiere siempre de una cantidad regular, aunque tenga almacenes para guardar reservas y garantizar la alimentación regular de sus maquinas.

Generalmente los pequeños municipios no disponen de suficiente material reciclable para que la industria se interese en ellos. Para cumplir con los requisitos de la industria se recomienda la creación de un sistema Inter-municipal. De esta manera, los pequeños municipios pueden tener un sub-centro de acopio, para después entregar el material al centro principal de la micro-región y alcanzar las cantidades mínimas requerida por la industria.<sup>14</sup>

### **Los actores**

Aunque la responsabilidad de la gestión de los Residuos Sólidos Municipales es del municipio hay muchos actores involucrados, entre ellos tenemos a:

- Los responsables políticos (Presidente Municipal, Cabildo);
- Municipio y sus diferentes departamentos (especialmente los de limpia y de medio ambiente);
- Sector privado (recolección, tratamiento, disposición final);
- Sector informal (recolección, pre-pepena y pepena);
- Sector educativo;
- Organizaciones no gubernamentales; y la
- Comunidad.

**1.- El municipio como ejecutor:** Por ley, el manejo de los Residuos Sólidos Municipales es obligación del municipio.

Para poder hacerlo debe contar con las condiciones necesarias. Fuera de los equipos e instalaciones requeridos, el personal operativo y de oficina debe estar suficientemente preparado, de hecho debe cumplir con un perfil específico para cada puesto a desempeñar, el cual está definido por el manual de procedimientos para esta área de servicios. Esto no sucede en muchos casos, agravando todavía más por los cambios administrativos a nivel municipal (cada 3 años), con consecuencias que a veces se reflejan en el personal operativo.

---

<sup>14</sup> Idem,

El personal operativo y administrativo debe ser continuamente capacitado, más aún si no tiene experiencia previa en el servicio de limpia. Además, la gestión necesita una buena administración.

Se recomienda determinar una partida diferenciada y etiquetada para el servicio público de limpia, de tal forma que la administración esté motivada a prestar un buen servicio con un determinado presupuesto. Los ahorros en un sector de la gestión pueden ser aplicados en otros rubros para obtener un mayor impacto para la protección del ambiente y una mayor satisfacción de la ciudadanía.

**2.- El sector privado como ejecutor:** En ocasiones, el sector privado se muestra interesado en prestar el servicio en el municipio por ejemplo en forma de concesión y obtener una ganancia.

Este servicio tiende a ser eficiente y no más caro que el servicio prestado directamente por el propio municipio.

Todas las etapas del manejo de los Residuos Sólidos Municipales, desde la recolección, el tratamiento hasta la operación del relleno sanitario pueden ser concesionadas. Una ventaja consiste en el hecho de que las inversiones necesarias en equipo y/o instalaciones de tratamiento o de disposición final son por cuenta de la firma privada. Esto permite al municipio mayor flexibilidad financiera, pero los costos son aplicados en el precio calculado con base en las toneladas a manejar.

Una limitante a la que se enfrenta la iniciativa privada para invertir en este sector, es que por ley, los municipios solamente pueden firmar contratos hasta el final de su administración. En los casos contrarios, los municipios deben buscar la autorización de las respectivas autoridades estatales, lo que es recomendable para dar una mayor sustentabilidad.

Aunque la iniciativa privada sea la prestadora de una o más partes del servicio, la municipalidad siempre será responsable del control y supervisión de acuerdo a los compromisos pactados. Esto significa que el contrato debe ser suficientemente flexible para que pueda ser rescindido en caso de incumplimiento y de acuerdo con los términos convenidos. Además, se requiere el establecimiento de multas para el incumplimiento de algunas cláusulas establecidas.

### **3.- El sector informal: Situación actual:**

En las diferentes etapas del manejo de los Residuos Sólidos Municipales, se encuentran personas que no son parte de la administración municipal responsable de la gestión de los Residuos Sólidos Municipales y no pertenecen al sector formal de la economía. Estos grupos de personas son trabajadores del sector informal.

Se hace una diferencia entre “pre-pepenadores”, “pepenadores”, “barrenderos”, “burreros”, “carretoneros” y “tamberos”. En algunos casos es discutible si este personal todavía pertenece al sector informal o si se ha formalizado total o parcialmente, pudiendo considerar que ambas estructuras están estrechamente interconectadas. El sector informal relacionado con el manejo de los RSM, no se limita al reciclaje, también está involucrado en la recolección, siendo muchas veces usado por las autoridades municipales como sustituto parcial del sector formal, lo que significa una determinada legitimación.

En la mayoría de los municipios y/o delegaciones no se cobra por el servicio de recolección a través de la administración municipal, sin embargo, gran parte de la ciudadanía paga propinas (población) que en algunos casos sobrepasan la cantidad que costaría el servicio formal por parte de las autoridades. Así, la administración pública paga el sueldo de los trabajadores y la infraestructura como los camiones y plantas de transferencia, a través de los impuestos y su presupuesto, y los ingresos directos los recibe el personal (formal e informal) que efectúa la recolección. Algunos municipios hacen contratos con personas del sector privado (formal o informal) cuyas ganancias son únicamente las propinas y

la venta de material reciclable encontrado en la basura, recibiendo algunas veces adicionalmente una determinada cantidad de gasolina para el manejo de los camiones que pueden ser privados o del municipio.<sup>15</sup>

### **El Involucramiento del Sector Informal en la gestión de residuos sólidos municipales y/o delegaciones**

El Sector Informal en el manejo de residuos sólidos municipales y/o delegaciones en México está presente en las diferentes etapas. En algunos municipios este sector asume tareas, que son de la competencia municipal, por otro lado es un actor principal en el sistema de reciclaje.

Considerando esta situación, la gestión de residuos sólidos en México no funcionaría sin el Sector Informal, hasta que se no prevea un cambio fuerte de las estructuras actuales. El involucramiento de los miembros del sector en estructuras formales no funciona y no es atractivo. Hubo tentativas en el pasado de incorporar a los pepenadores a las estructuras, pero generalmente se ofrecen trabajos de barrido por un sueldo mínimo, mientras que el ingreso por la separación informal es de dos a tres sueldos mínimos. Por estas razones, las personas no aceptan las ofertas y si es necesario van a otros lugares de disposición, donde esta forma de trabajo todavía es tolerada.

Por estas razones, la estrategia actualmente discutida en la Secretaria de Ecología y algunos municipios, es de incorporar al sector, buscando soluciones, que permitan a los pepenadores continuar con su trabajo pero bajo condiciones, que limiten los impactos negativos al medio ambiente.

La propuesta en discusión es de entregar a cada uno de los diferentes grupos un área limitada (cerca 1.5 a 2.0 hectáreas), donde puedan continuar con su

---

<sup>15</sup> Arnuldo. A García. Logística Inversa. Estudio de caso en la Industria de Reciclaje de plásticos. Ed, Eumed.net pág.158

selección de material reciclable pero con la obligación de depositar el material restante en contenedores que una vez llenos, sean llevados al relleno del municipio para su disposición final manejada de forma adecuada.

Para motivar los pepenadores o más, a sus líderes, las áreas pueden ser equipada con instalaciones sanitarias, almacenes para el material seleccionado, etcétera. Para eso se pretende buscar hasta una contribución financiera de las mismas personas o de sus líderes, saliendo del concepto que le darán a esta solución un mayor valor. Además, solamente una solución cuyo costo es limitado para las autoridades, tiene una oportunidad de ser aplicada.

Para formalizar la actividad de los pepenadores y otros trabajadores en la gestión de los RSM, se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. El sector informal tiene un importante papel en la gestión de los RSM, con especial enfoque en la recolección y separación de materiales reciclables.
2. La motivación de las personas que trabajan en esta actividad, es una consecuencia de la situación económica de los países donde están localizadas, en muchos casos es la última posibilidad honesta de sobrevivir y alimentar a sus familias.
3. Una parte considerable de estos trabajadores no tienen la posibilidad de poder pasar al sector formal de la economía, porque muchas veces están involucrados en delitos, fueron condenados, son dependientes de drogas o alcohol. Otras veces simplemente por ser viejos o aún por ser niños.
4. Estas personas por estar muchas veces en el último nivel de la escala social, son vulnerables de ser explotados por líderes y otros.
5. Organizar este grupo de actividades es un proceso que puede llevar unos años (para realizarse o reafirmarse), ya que deben ser acompañados por terceros.
6. La organización de éstos grupos trae consigo beneficios tanto para las alcaldías (reducción de basura para depositar) como para los involucrados en actividades de pepena, burreros y carretoneros (pueden aumentar sus ingresos). Es

importante hacer hincapié en que es fundamental que las alcaldías se responsabilicen de la recolección de los RSM y de preferencia implementen la recolección selectiva.

Esto no significa que la alcaldía tenga que realizar la recolección, puede delegarla a terceros, su responsabilidad consiste en controlar que el proceso sea acorde con las políticas sociales y de protección al ambiente, tanto nacionales, como estatales y municipales.

7. Los intereses de los pepenadores deben ser considerados en la administración

16

---

<sup>16</sup> Idem, pág. 175

## Capítulo 2

### El reciclaje de Pet

En este capítulo, se investiga cuál es el efecto del PET en el medio ambiente y se muestra el proceso por el cual se lleva a cabo el reciclaje de PET, su acopio, limpieza, trituración, y cómo obtiene la forma de hojuela, una vez que se señale el proceso se verá el uso y aplicaciones del RPET (forma en se nombra al PET reciclado) y de esta manera analizar sus propiedades como materia prima, con ello analizar las oportunidades de venta y clientes potenciales.

## 2.1. Efectos potenciales al ambiente

Hasta el momento, la información recabada no permite determinar la cantidad de envases de PET que se encuentran dispuestos inadecuadamente; sin embargo, es notoria su presencia en los cauces de corrientes superficiales y en el drenaje, provocando taponamiento del sistema y dificultades en los procesos de desazolve, lo que facilita inundaciones en la temporada de lluvias; además de generar "montañas" de envases en las orillas de los cauces de ríos. Los lotes baldíos representan también un fuerte foco de atracción para el desecho de diversos residuos, de entre los cuales destacan los envases de PET.

A pesar de que las características físicas y químicas aseguran que este material es inerte en el medio ambiente, el impacto visual que produce la inadecuada disposición de estos envases es alto y muy perceptible por la población.

### **Impacto ambiental del pet**

El impacto ambiental es un problema de interés general tanto para la industria, la sociedad y el gobierno. En los últimos años no sólo ha aumentado el peso y el volumen de los desechos sino que, además, se ha producido un cambio significativo en la composición de los mismos.

En este sentido, se ha generalizado el uso de distintos tipos de plásticos, que sustituyen total o parcialmente a los papeles, cartones y vidrios. En este caso hacemos referencia al uso generalizado de envases descartables de botellas de plástico, botellas de vidrio, bolsas y hueveras de plástico, cajas tetra brick (conformada por capas de cartón, plástico y aluminio) y latas de acero o de aluminio, donde se envasan cervezas, jugos, gaseosas, etcétera.

Si consideramos su volumen, el desecho de crecimiento más vertiginoso son las botellas de polietileno tereftalato PET, dentro de éstos envases de refrescos y de aguas existen tres plásticos diferentes: PET (identificado con un 1 dentro de un

triángulo) para la botella, polipropileno (identificado con un 5 dentro de un triángulo) para la tapa y cintos de seguridad, y polietileno de baja densidad (identificado con un 4 dentro de un triángulo) para la etiqueta, aunque a veces esta es de papel o bien la botella está pintada, (ver clasificación de plásticos en el capítulo 1).

Éstos envases también se usan para aceites, artículos de limpieza, etc.; desplazando cada día más a los envases de otro plástico muy resistido, como lo es el cloruro de polivinilo (identificado con un 3 dentro de un triángulo), mas conocido como PVC, El PET está cada día reemplazando mas vidrio y es su reducido peso lo que lo hace apto para el llenado de refrescos y bebidas

Un ejemplo de lo anteriormente mencionado es el intento de incorporar envases de PET para cerveza, el cual demandaría grandes volúmenes de producción y por ende grandes volúmenes de contaminación

## 2.2. El problema de la basura y del PET

Existen varios conceptos de lo que es la basura, pero la mayoría de ellos coincide en que se trata de todos los desechos mezclados que se producen como consecuencia de las actividades humanas ya sean domésticas, industriales comerciales o de servicios, también consideramos como basura los objetos de los que nos deshacemos porque dejaron de prestarnos alguna utilidad, tales como grabadoras, televisores, muebles, etc. que de hecho no son basura, ya que se pueden reutilizar.

La proporción de los diferentes materiales que conforman la basura varía, pero de éstos el que predomina sin lugar a dudas es el papel y en los últimos años el material que cobra cada vez mas importancia dentro de los componentes de la basura es el PET, éstos envases que vemos muy frecuentemente por las calles y en lotes baldíos, pueden llegar a formar hasta un 20% de la composición de la basura doméstica.

Si bien en algún momento de la historia los residuos orgánicos seguían el ciclo de la vida sirviendo de abono o de alimento para animales y los arrojados a los ríos eran depurados por las propias aguas, no obstante en la actualidad para las ciudades, el problema de la basura y en especial del PET ha sido un problema cada vez mas crítico, debido al crecimiento de la densidad poblacional y a la mala costumbre de arrojar la basura a las calles, con la consecuente proliferación de insectos, roedores y microorganismos patógenos, causantes de muchas enfermedades.

Además, la basura en las calles causa mala impresión, es fuente de perjuicios en época de lluvias, pues taponan los distintos desagües y bocas de tormenta que se encuentran en la ciudad, ya que las botellas PET como desecho debido a su reducido peso pueden ser fácilmente arrastradas las corrientes que fluyen dentro los alcantarillados y desagües, es por su volumen que llegan a taponar las mismas. La falta de responsabilidad e ignorancia de la gente posibilita que este perjuicio se multiplique año tras año.

Aunque los municipios son los responsables de recoger y disponer de los desechos sólidos, sólo ocurre en las ciudades mayores y la cobertura de este servicio es desigual. Cuando hay servicios para recoger los desechos, se depositan en un relleno sanitario, pero esto es el resultado de una falta de cultura tanto del reciclaje como de respeto al medio ambiente y de una poca participación de los ciudadanos.

Pero para este año en el Distrito Federal, estos servicios se comenzaron a realizar con un sistema de separación de desechos, evitando la mezcla de los desechos domésticos e industriales. Ayudando a su fácil clasificación.

Algunos artículos que actualmente se hacen de PET reciclado son por ejemplo: hilo para tejidos, alfombras, rellenos de vestimenta y de almohadones, tarjetas de

crédito, balizas, láminas para carpetas o recipientes, cerdas para diversos cepillos, entre otros; como ya se ha mencionado anteriormente.

Es decir que el PET envase, destinado a la basura, se ha convertido en materia prima, un material resistente capaz de entretejerse a la manera de los tientos de cuero y convertirse en sillas, carteras, manteles o una soga para colgar la ropa.

Es necesario entonces y se justifica ambientalmente la implementación de sistemas de reciclaje que sean efectivos para lograr reducir así los diferentes problemas que ocasiona la basura y por consecuencias la mala disposición de las botellas de PET. Como datos curiosos se muestra lo siguiente:

Los envases de PET post- consumo se constituyen en:

Botella de 500 ml

- 1.- tapa-HDPE, PP
- 2.-Sello (liner) – EVA, PVC, PS
- 3.-Anillo- HDPE, PP
- 4.- Cuerpo- PET
- 5.- Etiqueta- PP, PE, OPP, Papel

Peso promedio: 35 gr

Peso promedio solo PET: 30 gr

1 ton= 30,000 botellas (promedio)



Hechos curiosos acerca del PET (NAPCOR, 2006)

1. La primera botella de PET fue reciclada en 1977

Número aproximado de botellas por libra (kilo)

- i. 16 oz. (500 ml) -- 18 botellas por libra (0.46 Kg.)
- ii. 20 oz. (600 ml) -- 16 botellas por libra (0.46 Kg.)
- iii. 1 Litro -- 12 botellas por libra (0.46 Kg.)

- iv. 2 Litros -- 9 botellas por libra (0.46 Kg.)
  - v. 3 Litros -- 5 botellas por libra (0.46 Kg.)
2. Reciclar una tonelada de PET ahorra 7.4 yardas cúbicas de espacio de relleno
  3. Botellas a la medida (las cuales son usadas para productos distintos a las bebidas carbonatadas suaves) representan el 55% de todas las botellas de PET disponibles para reciclado en EE.UU.
  4. Catorce botellas de 20 onzas (600 ml) producen suficiente fibra para hacer una playera extra grande
  5. Se necesitan las mismas 14 botellas para fabricar un tapete de un pie cuadrado (929 cm<sup>2</sup>)
  6. 63 botellas de 20 onzas son suficientes para hacer un sweater
  7. 14 de estas botellas producen fibra para hacer una chaqueta de ski
  8. 85 botellas de 20 onzas (600 ml) pueden producir la fibra necesaria para un saco de dormir.

### 2.3. Tipos de Reciclaje

El reciclaje es el procesamiento de un material para acondicionarlo con el propósito de integrarlo nuevamente a un ciclo productivo.

Para los plásticos existen cuatro tipos de reciclaje<sup>17</sup>:

1. Reciclaje primario (mecánico)
2. Reciclaje secundario (reutilización)
3. Reciclaje terciario (químico)
4. Reciclaje cuaternario (incineración)

---

<sup>17</sup> Recimex, Reciclados de México S.A. de C.V., empresa de capacitación para negocios de reciclaje de plásticos. 2010

El reciclaje primario o mecánico consiste en la conversión del desecho plástico en artículos con propiedades físicas y químicas muy similares a las del material original.

El reciclaje primario tiene aplicación en los termoplásticos ya que estos materiales pueden refundirse a bajas temperaturas prácticamente sin ningún cambio en su estructura.

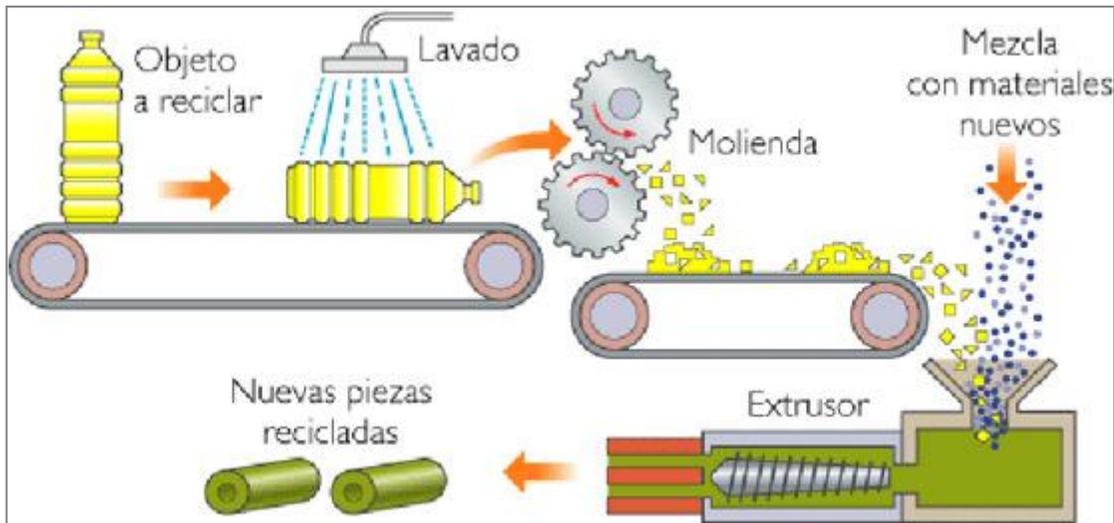


figura 1 Fuente: Recimex

El reciclaje secundario o reutilización convierte al plástico en artículos con propiedades que son inferiores a las del polímero original.

Ejemplos de plásticos recuperados por esta forma son los termoestables o plásticos contaminados.

El proceso de mezclado de plásticos es representativo del reciclaje secundario. Este elimina la necesidad de separar y limpiar los plásticos. La mezcla de plásticos, incluyendo tapas de aluminio,

Etiquetas de papel, polvo y otros contaminantes se muelen y luego se funden juntas dentro de un extrusor. Los plásticos pasan por un tubo con una gran abertura hacia un baño de agua, y luego son cortados a la longitud que sea necesaria. Los plásticos termoestables son partes que no se funden y que tienden

a acumularse en el centro de la mezcla y los plásticos mas viscosos tienden a salir, dándole al producto final una apariencia uniforme.

El reciclaje terciario o químico degrada al polímero a compuestos químicos básicos. Este tipo de reciclaje es fundamentalmente diferente de los dos primeros mencionados anteriormente porque involucra no solo un cambio físico, si no también un cambio químico. En este tipo de reciclaje las largas cadenas del polímero se rompen en pequeños hidrocarburos (monómeros) o monóxido de carbono e hidrógeno.

Finalmente otra ventaja que presenta el reciclaje mecánico respecto del químico, son los niveles de producción, es decir, que el reciclaje mecánico brinda un esquema para el acceso a inversionistas de menor escala (PYMES) que puedan insertarse en la cadena de reciclaje.

### 2.3.1. Reciclaje de plásticos

Según su origen, los plásticos para reciclar se clasifican en:

- ❖ post-industrial y
- ❖ post-consumo.

El **plástico post-industrial** es aquel desecho plástico que se genera en los procesos de transformación (inyección, extrusión, termoformado, soplado) de las empresas que en sus procesos usan plástico como son piezas defectuosas (scrap), no terminadas, y desechos de la limpieza de los equipos.



figura 2 Plástico pos-industrial

El **plástico post-consumo** es todo aquel desecho plástico que se encuentra en los domicilios, escuelas, calles, oficinas, centros comerciales y centros públicos, es decir, todo aquel lugar donde el producto, la envoltura o envase plástico ha dejado de ser útil.



figura 3 Plástico pos-consumo

Todo proceso de reciclaje mecánico lo componen, en general, tres grandes etapas:

1. Acopio y preselección.
2. Selección, molienda, lavado y secado (en algunos casos, granulado)
3. Transformación en un nuevo producto a base de material reciclado.

Se especifican las etapas más adelante en el apartado de Proceso de reciclaje de PET.

## 2.4. Usos y aplicaciones del PET reciclado

Básicamente su función es cuando la industria incorpora a sus procesos de producción, el material de PET reciclado. Este material debe cumplir con algunas especificaciones que dependerán para el uso o para el producto que se pretende fabricar, pero en general, se debe contar con un producto de excelente calidad.

Entre los productos que se elaboran a partir de PET reciclado, se pueden mencionar:

- Fibra poliéster
  - ❖ Para relleno térmico
  - ❖ Para alfombras
  - ❖ Para ropa
  - ❖ Material de relleno
- Combustible alternativo
- Madera Plástica
- Envases de productos no alimenticios
- Lámina plana
- Lámina para termoformado
- Fleje
- Monofilamentos y Cabos

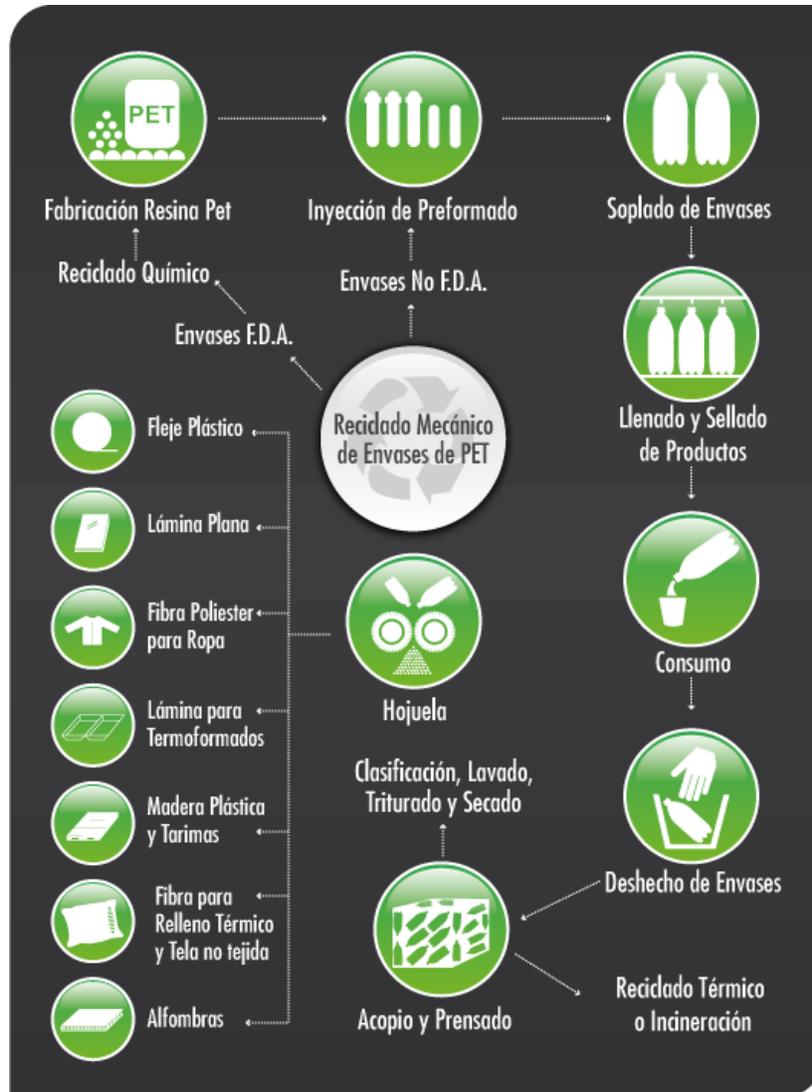
**Tabla 3 Usos del RPET**

Producto	2006	2005	2004	2003	2002
Fibra textil	422	463	479	296	344
Botellas para bebidas y alimentos	139	115	126	106	86
Flejes o cintas de lijar o atar	132	131	116	77	83
Películas, láminas	74	71	58	32	18
Botellas para otros usos	49	63	63	24	43
Otras aplicaciones	30	13	24	7	4

Fuente: elaboración propia con base en datos de NAPCOR, National Association for PET Container Resources, California, año 2011.

La primera aplicación industrial del PET reciclado fue la textil, durante la Segunda Guerra Mundial, para reemplazar a fibras naturales como el algodón o el lino. A

diferencia de otras fibras sintéticas, el poliéster --nombre común con el que se denomina al PET de grado textil--se le reconocieron desde el primer momento unas excelentes cualidades para el proceso textil, entre las que cabe destacar su alta resistencia a la deformación y su estabilidad dimensional, además de otras propiedades como el fácil cuidado de la prenda tejida (lavado y secado rápidos sin apenas necesidad de planchado). Presenta también algunas limitaciones, tales como su difícil tintura, la formación de *pilling* (bolitas), la acumulación de electricidad estática y el tacto duro de los tejidos, problemas para los que ya se han desarrollado soluciones eficaces.



Fuente: Imagen obtenida de la página web de Ecoce, S.A. de C.V.

## 2.5. Proceso de reciclaje de Pet

Descripción general de las etapas para el reciclaje del PET post-consumo proveniente de botellas para bebidas.

Recordemos que el PET es un polímero termoplástico lineal, con un alto grado de cristalinidad. Como todos los termoplásticos puede ser procesado mediante extrusión, inyección, soplado de preforma y termoformado.

Sus características más relevantes son:

- Alta transparencia pero admite cargas de colorantes
- Alta resistencia al desgaste
- Muy buen coeficiente de deslizamiento
- Buena resistencia química y térmica
- Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad.
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.

Los usos del PET son muy amplios:

- Fibras y cintas para tejidos de uso técnico
- Césped artificial y revestimientos
- Cintas para video y audio
- Empaques para alimentos
- Botellas para bebidas (refrescos, aguas, bebidas energéticas, infusiones)



Los productos elaborados con PET ó PETE (siglas en inglés) generalmente tienen un identificador (figura 4) que permite distinguirlos fácilmente para su reciclaje.

figura 4 Identificador del PET (ver tabla pág. 28)

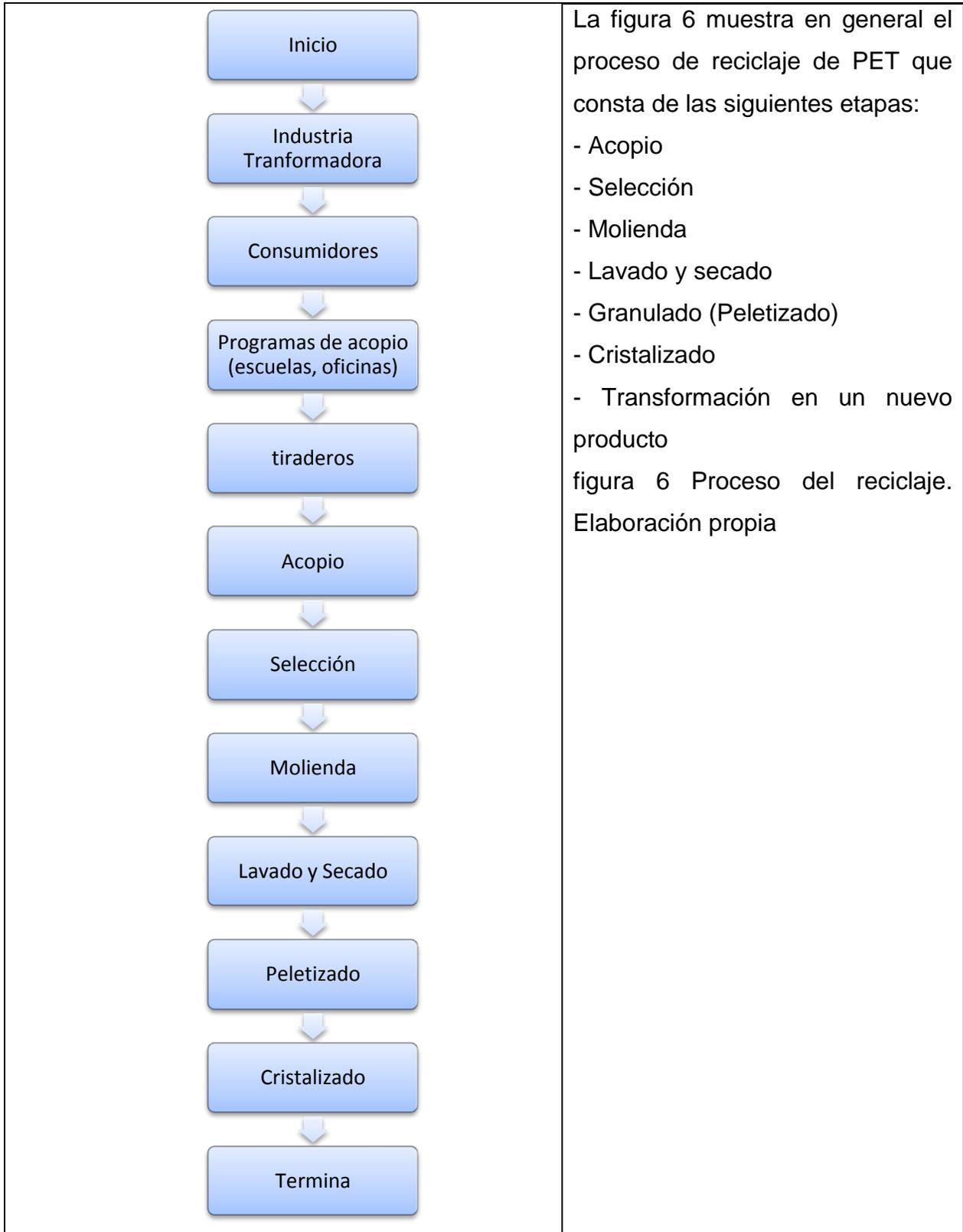
Para el reciclaje de PET, existen dos fuentes de suministro de PET para reciclaje: post-industrial y post-consumo. El primero se refiere a los residuos de las

empresas transformadoras, el segundo se refiere a los envases de bebidas, alimentos y otros productos que son desechos de casas, oficinas, restaurantes, mercados, escuelas parques y centros de diversión.



Desde hace unos años el reciclaje de PET post-consumo (figura5) ha ido en aumento debido a la creciente demanda de PET reciclado (RPET) sobre todo el proveniente de envases de bebidas (refrescos, aguas, infusiones).

figura 5 PET post-consumo (Foto: flickr.com)



## Descripción de las etapas de reciclaje de PET

### Acopio

El acopio es la etapa clave en el proceso de reciclado de PET, consiste en hacer llegar el material (en escuelas, oficinas, casas, unidades habitacionales, en las calles, deportivos, etc.) hasta el centro de acopio o planta de reciclaje.

Existen tres formas de obtener el PET post-consumo:

- a) A través de pepenadores, plantas de transferencia de residuos sólidos urbanos, tiraderos o basureros, depósitos de desperdicios.
- b) Recolección directa con grandes generadores como oficinas, escuelas, universidades. Si el material se va a enviar a una planta de reciclaje o centro de acopio más grande, se utiliza una compactadora-embaladora (figura 7) para obtener pacas y así facilitar el manejo del material y disminuir el costo del transporte ya que se disminuye el volumen, el producto que se obtiene son pacas de material. Figura 7. Compactadora tipo vertical para obtener pacas de PET (Foto: Martco)
- c) Desarrollar estrategias, como podría ser: construir alianzas con los actores participantes de las esferas de la cadena productiva, las refresqueras, el gobierno y la ciudadanía.



#### figura 7 Compactadora-embaladora

En el caso de que el material no haya sido procesado de ninguna forma, se le llama material a granel.

En este proceso de acopio se busca realizar una preselección que ayudará a reducir la merma, optimizar el manejo del material y evitar su contaminación con otros materiales o sustancias que dificulten el reciclaje.

Es deseable la separación de estos materiales por tipo de material, (PET, HDPE, PVC, LDPE, PE, PP, etc.) y por el color, (debido a que los materiales de colores claros son de mayor valor, los materiales de colores oscuros son de menos valor).

#### **Selección**

La selección consiste en separar del material que no será útil, es todo aquel agente nocivo para el proceso del reciclaje, como materiales de cartón, piedras, metales ó materia orgánica, éste paso tiene alta importancia para reciclaje ya que es donde se elimina la mayor cantidad de contaminantes que afectan al material.

Ya que, en algunos casos una mínima cantidad de contaminante en el material reciclado significa una baja calidad e incluso lo lleva al grado de hacerlo inservible, con el resultado de no generar ganancias sino pérdidas.

La selección de PET puede ser realizada en bandas horizontales (figura 8), esta forma de selección es realizada por personal capacitado que realizan con alto grado de eficiencia tendiendo las herramientas adecuadas, separan los materiales que representen un riesgo para el producto final y dejan pasar los envases incluyendo la tapa y la etiqueta.



figura 8 Banda horizontal de selección y proceso de selección (Foto: Recimex)

Es importante mencionar que el PET reciclado debe contener una cantidad mínima de otros materiales contaminantes que harán disminuir el precio del PET. En particular, si el PET reciclado contiene PVC su precio disminuirá considerablemente. La selección también se puede hacer de manera automatizada, tomando en cuenta que la inversión por estos equipos es superior.

### **Molienda**

El material seleccionado ahora puede ser triturado mediante un molino para obtener hojuelas o escamas.

El molino utilizado debe tener un diseño especial para molido de materiales voluminosos y de pared delgada (figura 9). Los tamaños más comunes de las hojuelas son 11mm (7/16”), 12.7mm (1/2”) y 14.2mm (9/16”).

figura 9 Molino para PET post-consumo (Foto: KIE, Recimex)



El PET proveniente de tiraderos o basureros y que se muele sin previo lavado desgasta rápidamente (en cuestión de horas) el filo de las cuchillas del molino. Así, deberá mantenerse siempre listo un juego de cuchillas afiladas mediante una afiladora de cuchillas (figura 10).<sup>18</sup>



**figura 10 Afiladora de cuchillas (Foto: KIE)**

### **Lavado y Secado**

El lavado y secado es un proceso delicado porque el reciclador se debe asegurar que el material resultante cumpla las condiciones mínimas que pide el mercado (mínima humedad, mínima contaminación de otros materiales como pegamento, PE, PP y particularmente PVC, granulometría regular)

El proceso de lavado se realiza ya sea con agua fría o con agua caliente dependiendo del uso que se le vaya a dar al PET reciclado. Con agua fría NO se eliminan todos los restos de pegamento y por tanto de etiquetas. Con agua caliente la limpieza del material resultante es mejor.

Existen diversos sistemas de lavado y secado para el PET pero todos tienen tres etapas básicas, algunas de ellas se repiten para incrementar el grado de limpieza.

- Separación de las tapas y etiquetas del PET
- Lavado

---

<sup>18</sup> Para ver este equipo funcionando visite <http://www.youtube.com/watch?v=Oz2-YEae0Y0>

- Secado

La separación se hace mediante un tanque (figuras 11a, 11b) y debido a la diferencia de densidades las etiquetas y tapas flotan mientras el PET se hunde y es arrastrado y recolectado mediante un tornillo sinfín, otro tornillo sinfín saca las hojuelas y las transporta hasta el siguiente proceso.



figura 10a Tanque de separación (Foto: KIE) Figura 11b. Tanque de separación (Foto: Pagani)

Para el lavado se utilizan la agitación dentro de un baño de agua (caliente o fría) como principio básico para eliminar otros contaminantes (figuras 9 y 10) que puede ser único (limpieza simple) o múltiple (limpieza profunda).



figura 11 Lavadora para hojuelas de PET (Foto: KIE)

figura 12 Lavadora

para hojuelas de PET, calienta el agua por fricción (Foto: Pagani)

Finalmente el material entra a una secadora (figuras 114a, 14b) para eliminar la humedad del material y pueda ser empacado en sacos



figura 13a Secadora centrífuga (Foto: KIE)

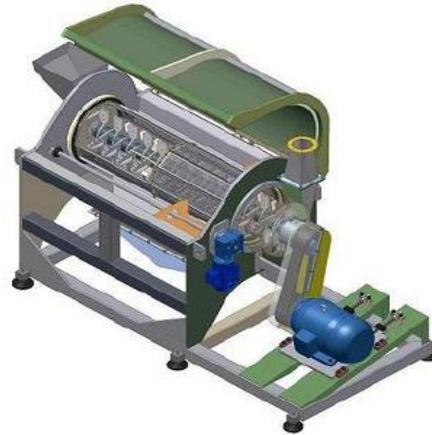


Figura 14b. Secadora centrífuga (Foto: Pagani)

### Sistemas de Reciclaje

Existen diversas configuraciones de sistemas de reciclaje de PET. Depende de las características de cada proyecto la selección de una u otra opción.

Un sistema de reciclaje para lavado en frío de la marca Pagani, la empresa mexicana líder en fabricación de equipo es la que se muestra en la figura 14.



figura 14 Sistema de reciclaje con lavado en frío (Foto: Pagani)

El sistema está formado por las siguientes máquinas y equipos:

- Banda inclinada de alimentación
- Molino con inyección de agua
- Tornillo sinfín para transportación de hojuelas y escurrimiento de agua residual
- Secadora centrífuga tipo vertical
- Ciclón
- Tanque de separación por flotación
- Secadora dinámica vertical
- Secadora estática vertical
- Extractor neumático
- Ciclón y silo
- Separador de finos sobre estructura para llenado de supersacos

Un sistema de reciclaje con lavado de hojuelas en frío de la marca brasileña KIE es el que se muestra en la figura 15.



figura 15 Sistema de reciclaje con lavado en frío (Foto: KIE)

El sistema está formado por las siguientes máquinas y equipos:

1. Banda horizontal de selección
2. Pre-lavadora de envases de PET
3. Banda inclinada para alimentación de molino

4. Molino con inyección de agua
5. Lavadora centrífuga
6. Tornillo sinfín para transportación de hojuelas
7. Tanque de separación por flotación
8. Secadoras centrifugas
9. Extractor neumático
10. Silo de almacenaje

Con ambos sistemas el producto final son hojuelas de PET limpias y secas (figura 16) que pueden ser envasadas en súper sacos.



figura 16 Hojuelas de PET limpias y secas (Foto: Recimex)

Los sistemas de lavado en frío son sistemas que no logran desprender el pegamento de las hojuelas y restos de etiqueta adheridos (figura 17) por eso es necesario realizar lavado profundo con agua caliente que produce hojuelas limpias sin etiquetas ni pegamento (figura 18). Para realizar lavado profundo con agua caliente es necesario un lavado en frío previo que elimine la mayor cantidad de contaminantes para permitir un mejor aprovechamiento del agua ocupada en el sistema de lavado con agua caliente.



Figura 17. Hojuelas de PET con lavado en frío figura 18 Hojuelas de PET con lavado en caliente

## PET Reciclado

Las hojuelas limpias y secas de PET pueden utilizarse para producir algunos productos o bien procesarlas aún más mediante una línea de granulado o peletizado (figura 19) para obtener materia prima de alta calidad.

figura 19 Sistema para granulado o peletizado (Foto: Plastimax)



Previo al proceso de extrusión las hojuelas de PET deben ser secadas en un equipo deshumidificador (figura 20).

figura 20 Deshumidificador (Foto: Shini)

Una vez obtenidos los gránulos de PET es necesario cristalizarlos antes de utilizarlos en algún proceso de transformación. Esto se realiza mediante un cristizador (figura 21) que hace que el PET pase de estado amorfo (figura 22) a estado cristalino (figura 23) lo cual aumenta la viscosidad intrínseca del PET que facilita su transformación en un nuevo producto.



figura 21 Cristizador para PET (Foto: Shini)



figura 22 Gránulos de PET amorfo (transparentes)



figura 23 Gránulos de PET cristalizado (opacos)

### Nuevo Producto

La última fase es la transformación del PET reciclado por procesos convencionales, principalmente extrusión, inyección y termoformado.

Las principales aplicaciones del PET reciclado son:

- Envases
- Fleje
- Fibras textiles
- Láminas
- Fibras y cerdas
- Cintas

Ejemplo: figura 24 Moto W233 Rene (Motorola)



Motorola dio a conocer su nuevo celular Moto W233 Renew (figura 25), producido con plástico reciclado de botellas. Renew es el primer teléfono en el mundo hecho con este material y obtuvo la certificación "libre de carbono" de la organización ambientalista CarbonFund, una vez que el fabricante comprobó que compensa la energía necesaria para fabricar, distribuir y hacer funcionar el teléfono con inversiones en fuentes de energía renovables y reforestación.

Para el mercado norteamericano, se incluye un sobre con sello postal pagado para facilitar la devolución de su teléfono celular para reciclarlo al término de su vida útil sin costo para el consumidor.

Ejemplo 2:

Ecoaid, empresa mexicana dedicada a la creación de bolsas con textiles hechos 100% de pet reciclado, Se producen aproximadamente 1.80 metros de tela tejida con material obtenido del reciclaje de sólo 18 botellas de 500 ml, para una bolsa se necesitan 7 botellas de 500 ml de pet<sup>19</sup>



figura 25 Bolsa de textil RPET



<sup>19</sup>ECHOAID, Bolsas Inteligentes < <http://ecoaid.com.mx/> > (10 de marzo de 2011)

## Capítulo 3

### La organización “PETCUN”

En éste capítulo se presentan los requerimientos para implementar un negocio de reciclaje de PET, los aspectos financieros y técnicos, así como los requisitos para la creación de la empresa, su identidad y lo necesario para la exportación de este producto en específico, dando como resultado el aprovechamiento de los recursos y la factibilidad del proyecto.

### 3.1. Implementación de la empresa

El gobierno federal promueve la apertura rápida y fácil de los negocios para el fomento de la creación de empresas y por lo tanto de apertura de empleos, se puede tener más información en el portal de internet:

<http://www.apertura.df.gob.mx>.

Se debe obtener el RFC<sup>20</sup>, puesto que tanto las personas morales como las personas físicas que realicen actividades lucrativas, están obligadas a pagar impuestos al gobierno federal, en el artículo 27 del Código Fiscal de la Federación establece la obligación de estar inscrito en el Registro Federal de Contribuyentes (RFC).

En relación con las empresas (entidades) privadas, la inscripción al RFC podrá ser en dos modalidades:

a) Como persona física con actividad empresarial: Es necesario presentar la solicitud de inscripción al RFC, acompañada entre otros, de los siguientes documentos: fotocopia de Constancia de la Clave Única de Registro de Población (CURP), en caso de tenerla; original y fotocopia de identificación oficial; acta de nacimiento en copia certificada o en copia fotostática certificada por un funcionario público competente o fedatario público y fotocopia; original y copia de comprobante de domicilio.

b) Como persona moral con fines lucrativos: La Ley General de Sociedades Mercantiles, reconoce las siguientes especies:

Sociedad en Nombre Colectivo; Sociedad en Comandita Simple; Sociedad de Responsabilidad Limitada; Sociedad Anónima; Sociedad en Comandita por Acciones; y Sociedad Cooperativa. La más frecuente para constituir una empresa es la Sociedad Anónima, cuyos requisitos más importantes son los siguientes:

---

<sup>20</sup> El trámite para inscribirse en el RFC se realiza en las Administraciones Locales de Recaudación SHCP

- Tener dos socios como mínimo,
- Contar con un capital social mínimo de \$50,000 pesos (moneda nacional),
- Constituir la empresa ante notario público y
- Registrar el nombre de la empresa en la Secretaría de Relaciones Exteriores.<sup>21</sup>

Ya teniendo el registro ante las autoridades, quedando para estos fines como Amigos del ambiente S.A. de C.V. (forma hipotética), continuaré con la descripción del negocio.

### 3.2. Descripción del negocio

La organización:

Se ha elegido el nombre de **Amigos del ambiente S.A. de C.V.** empresa mexicana, siendo la propuesta de creación de una organización preocupada por la conservación del ambiente, y que encuentra en el reciclado de PET, el medio para reutilizar productos que aparentemente han terminado su ciclo de vida útil y de esta manera, integrarse a la cadena productiva en la industria del reciclado de productos terminados.

Con esta actividad empresarial se busca la disminución de residuos del plástico, aprovechando los desechos para convertirlos en materia prima, disminuyendo la contaminación del suelo, dando como resultado la creación de empleos.

Con la recolección, transportación y transformación de residuos del PET en hojuelas, se pretende generar una cultura del reciclaje, en este caso, PET, para el beneficio de la humanidad, proyectando a largo plazo un impacto positivo en la conciencia de proteger al medio ambiente que es donde vivimos.

---

<sup>21</sup> Es importante tener presente lo dispuesto en el artículo 27 del Código Fiscal de la Federación y, en el supuesto de existir dudas consultar el Portal del Servicio de Administración Tributaria: [www.sat.gob.mx](http://www.sat.gob.mx).

### 3.2.1.1. Análisis FODA

#### Fortalezas

- Existe en el mercado oferta suficiente de botellas para reciclar PET
- Proteger y conservar el medio ambiente a través de la fabricación de productos innovadores a partir de materia prima reciclable
- Reducción de costos y disposición final de desechos
- Diversidad de mercados , innovación constante de productos donde se obtiene PET para su reciclado
- Existen varias empresas que ya se dedican al reciclado
- Ofrecer materia prima nacional e internacional a partir de lo reciclado
- Ser un Eco-negocio
- Generación de empleo y materias primas
- Con la recuperación de reciclables se ayuda al medio ambiente
- Generar bienestar económico y oportunidades de empleo
- Participación en la cadena de fabricación de productos exportables de reciclados de PET
- Interés para promover el adecuado uso de los desechos de PET
- Búsqueda en la calidad en las hojuelas de PET reciclado
- Se genera conciencia social en el reciclaje
- Contribuir a reducir el material reciclable de PET en lugares como rellenos sanitarios
- Generación de conciencia ambiental, que permite la recolección más cercana en el punto de generación y disminución de los costos
- La competencia favorece el mercado de reciclaje
- Añadir un valor agregado contribuyendo a la disposición final de los desechos del plástico PET
- Contar con personal y/o fuerza de trabajo especializado con experiencia en la transformación de materiales reciclables

## Oportunidades

- Accesibilidad de diversos productos fabricados con PET a gran escala
- La creación de tiendas de venta de productos PET para su acopio
- Obtener materia prima nacional a partir del PET desechado
- Existencia de demanda para la hojuela de PET reciclado en el exterior
- Existe conciencia sobre la gran producción de desechos sólidos contaminantes
- Existencia de oportunidades de negocio: ayudando a preservar el medio ambiente
- Alta demanda del producto tanto nacional como internacional plástico PET
- Contar con una imagen corporativa
- Obtención de ingresos extra al reciclar
- Crear alianzas con proveedores importantes
- Obtener materia prima al darse a conocer
- Necesidad de mejorar el medio ambiente y crecimiento en el sector empresarial
- Tendencia de aumento hacia la conciencia ecológica en México
- Crear conciencia ecológica a través de la educación
- Buenos precios para productos reciclables
- Demanda creciente de productos sustitutos o similares reciclados para reducir costos
- Alto nivel de desempleo
- Se cuenta con muchos artículos para reciclar PET
- Obtener ganancias económicas
- Reducción del volumen en la basura
- Oportunidad de ingreso para sectores y aprovechar desechos en materia prima

- Crear un laboratorio para realizar pruebas de calidad en las hojuelas de exportación del PET
- Búsqueda de financiamientos que permitan la implementación de programas que favorezcan la cultura y el crecimiento del mercado del reciclaje de PET

#### Debilidades

- Altos costos de recolección, transporte, y separación (procesos) del plástico PET
- Alto volumen y bajo peso del material para reciclar
- Incapacidad de recolección del material de reciclaje
- Falta de inversionistas para recolectar y separar
- Existen pocos centros de acopio o planta de transferencia para la separación adecuada
- Reducción de márgenes (competencia, intermediarios)
- Cultura: Falta de conocimiento del proceso de reciclaje y sus beneficios al ambiente.
- Desconocimiento de las oportunidades internas y externas
- Poseer una sola tienda para el de acopio
- Falta de comunicación y educación en la fuente generadora
- Material que se puede reciclar no es acopiado
- Falta de educación ambiental
- Capacidad instalada para reciclar y que no se cumpla con los mínimos de producción
- Falta de una divulgación del reciclaje
- Existen Redes de recuperación establecidas y en crecimiento (recolectores y pepenadores) que complican la recolección del PET

## Amenazas

- Organización viciada de recolección por pepenadores y recolectores
- La falta aplicación de la Ley que Norma el marcaje en las botellas de plástico para el mercado de reciclaje para su fácil identificación.
- Bajo nivel de conciencia en el proceso de recolección y separación
- Falta de interés de la población por el reciclaje
- Poca participación ciudadana
- Bajo apoyo a empresas recicladoras
- Pobre educación ambiental en las escuelas
- Incremento de las empresas en la industria del reciclaje
- Variabilidad de los precios
- Partidas arancelarias inadecuadas o inexistentes que obligan a tratar de manera diferente los producto reciclables (confusión en las autoridades)
- No existen mecanismos que obliguen el reciclaje en las empresas
- Poca o nula aplicación de las leyes ambientales
- Los incentivos en la industria del reciclaje son limitados
- Altos costos de fletes y transporte
- Incremento en gasolina
- Limitaciones para recuperar en la fuente de producción de los reciclajes
- La falta de continuidad en la innovación para el reciclaje
- La dependencia de otros países para ubicar nuestro reciclaje
- Falta de conciencia con relación al reciclaje general a todo nivel

## Recomendaciones FODA

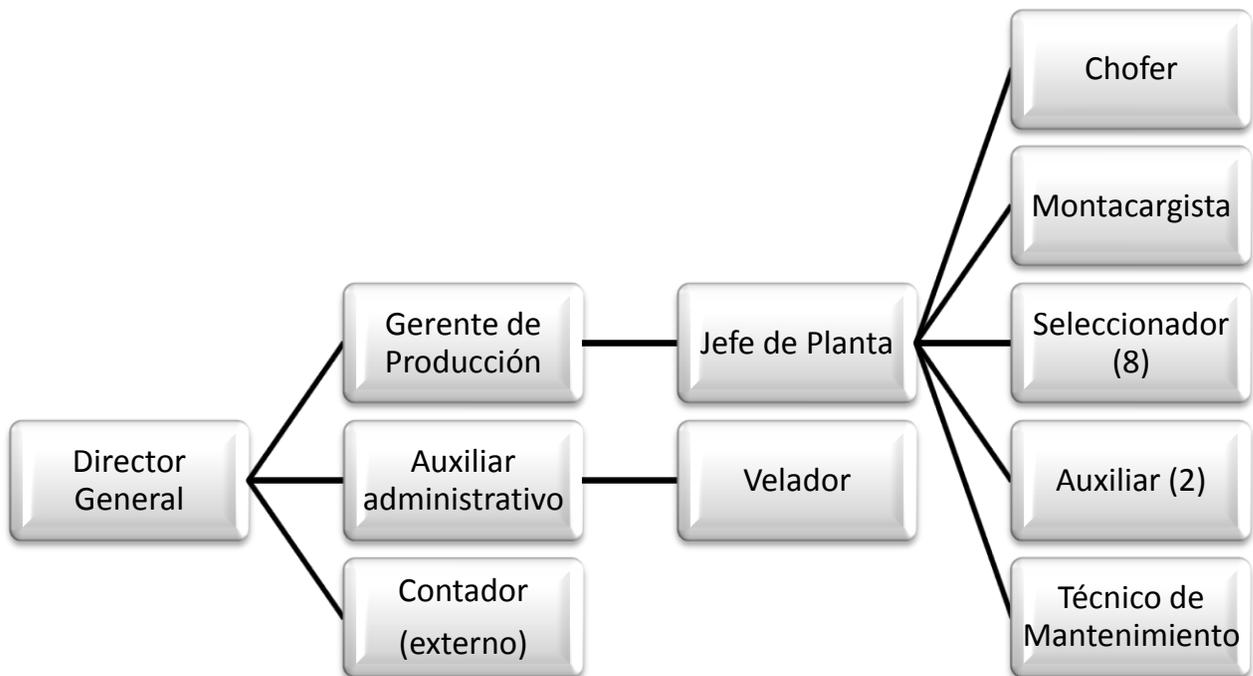
- Creación de Centros de Acopio , con la modalidad de establecer tiendas con venta de productos con botellas de PET, donde se depositen los materiales separados obteniendo un beneficio de intercambio, al comprar un producto nuevo y entregar uno para reciclar y de esta manera, ser

recogidos por las empresas recicladoras, inclusive implementar un sistema de sociedad de cooperativa

- Campañas educativas por sectores y por tipo de material de interés
- Obligar a que las empresas generadoras del desperdicio paguen arancel por su recuperación.
- Obligar a los generados de desechos mecanismos de entrega de materiales separados en empresas recicladoras.
- Crear mayores convenios entre empresa-gobierno o escuelas sobre recolección de sólidos
- Coordinación de esfuerzos para fomentar la educación de la población en la separación de los desechos
- Que la secretaría del Medio ambiente cumpla con la aplicación de leyes y reglamentos, en el mal manejo de los desechos sólidos en todo el país
- Divulgar las ventajas del reciclaje
- Que apoyen a las empresas que se dediquen al reciclaje con incentivos de tipo fiscal a la importación de maquinaria para reciclaje, o exportación de productos terminados con PET reciclado.
- Incentivo fiscal a la exportación de desperdicios y desechos de materiales reciclables
- Establecer íntima y estrecha coordinación con empresas y organismos interesados que promuevan el manejo integral de los desechos
- Fortalecer un proceso educativo con la población a fin de concienciar sobre reciclaje
- Creación de un marco legal que pueda brindar apoyo a las empresas que deseen dar tratamiento a su material reciclable
- Promover a microempresas recolectoras o como red de reciclaje
- Promover y divulgar a las empresas recicladoras

### 3.2.1. Organigrama

La empresa cuenta con poco personal, en total son 9, distribuidos de la siguiente forma y en donde el operador y el empacador ocupan el mayor número de empleados; desde luego que esto irá cambiando y adecuándose a las necesidades de crecimiento de la empresa.



Ejemplo de descripción de puestos simple, con el puesto de Jefe de Producción, esto debe hacerse con cada uno de los puestos que tendremos en la organización.

Tabla 4 Descripción de puesto

<b>Jefe de Producción</b>	
Cargo	Jefe de Producción
Área	Producción
Jefe Directo	Director General
Funcione Principal	Coordinar los recursos humanos y técnicos para lograr los objetivos de producción establecidos por la gerencia.
Funciones Específicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asignar las actividades a los obreros</li> <li>- Supervisar continuamente el trabajo de los obreros</li> <li>- Verificar el cumplimiento de las tareas</li> <li>- Comunicar al jefe de producción cualquier evento que pueda alterar la producción objetivo</li> </ul>
Ubicación	
Ubicación/horario	Planta de reciclaje / Lunes a Sábado 9 a 18 horas.
Requisitos /perfil	
Estudios	Estudios de Bachillerato
Experiencia	En el reciclado de PET
Edad/sexo/Estado Civil	25 a 50 años /indistinto/ casado
Personalidad	Responsable Honesto Extrovertido Don de mando
Salario	10,000.00 MXN mensual
Forma de Contratación	A prueba por 3 meses, después del periodo de prueba, contratación definitiva.
Número de plaza	1

### 3.2.2. Misión, visión y valores de la empresa

En esta sección es importante mencionar que los colaboradores a cualquier nivel de trabajo, se les debe de transmitir el compromiso de cuidar e implementar la misión, visión y valores de la empresa para tener una congruencia con la organización.

**Misión:** Facilitar, promover y hacer práctico el reciclaje de envases de PET para su reutilización proyectando a largo plazo un impacto positivo en la conciencia del cuidado y del medio ambiente, otorgando alternativa en el suministro de plásticos creando riqueza y bienestar a cada uno de nuestros empleados.

**Visión:** Ser reconocidos como empresa líder en el mercado del reciclaje de PET cumpliendo con las necesidades y expectativas de servicio, asegurando rentabilidad orientada a la excelencia con el bienestar de la comunidad y gracias a la calidad de nuestros productos y costos competitivos.

**Valores:** Honestidad, Integridad, Éxito, Servicio.

### 3.2.2.1. Creación de marca y logotipo

La marca y logotipo son de suma importancia para la creación de un empresa ya que diferencian el producto, lo cual conlleva a una imagen en la mente del consumidor que se exterioriza a través de un conjunto de actividades y sentimientos; debe ser breve, fácil de escribir, fácil de pronunciar, sin connotaciones desfavorables y evocar el origen del producto, por lo que PETCUN se adecúa a estos lineamientos ya que es el conjunto del tipo producto PET, y el lugar donde inicialmente se establecería la empresa, Cancún, para formar el nombre de la marca PETCUN “Amigos del ambiente”.



El logotipo fue diseñado con el propósito de que el consumidor relacione a la marca con calidad y confiabilidad. El color azul simula el mar, la imagen de una botella de PET para establecer una relación directa con el producto, el color verde en las flechas que aparecen alrededor de la botella para

resaltar la importancia del reciclaje.

Además se utilizó el color negro para resaltar la palabra PET y por último, el nombre de la empresa, que se escribe en la parte de inferior, para lograr una identificación rápida por parte del cliente.<sup>22</sup>

### 3.2.2.2. Descripción del producto

Molido (hojuelas) de botellas de PET

El material es 100% hojuelas PET

Características: sin etiquetas, tapas, ni anillos.

Color: transparente / azul o verde

Medidas: tamaño 11mm (de acuerdo a las especificaciones que sean requeridas por el comprador), empacadas en costales de 50 kg.

Calidad: humedad 1%, PVC 250-300PPM, 100%



figura 26 Producto

---

<sup>22</sup>Comentarios de Aideé Ceballos, diseñadora del logotipo

### 3.3. Operación de exportación

Fracción Arancelaria para exportar<sup>23</sup>:

**Tabla 5 Fracción Arancelaria**

<b>39</b>	<b>Plástico y sus manufacturas</b>	
	<b>3907</b>	Poliacetales, los demás poliésteres y resinas epoxi, en formas primarias; policarbonatos, resinas alcídicas, poliésteres alílicos y demás poliésteres, en formas primarias.
	<b>390760</b>	<b>- Poli(tereftalato de etileno).</b>
	39076099	Los demás.

#### 3.3.1. Análisis del Mercado Meta de Exportación

##### 3.3.1.1. Descripción de la industria: Mercado mundial

De acuerdo con la Asociación por el Reciclaje del PET (APREPET 2006) se produjeron 520 mil toneladas de PET en el mundo en 2003, pero sólo 40 mil fueron recicladas. El mercado mundial de PET importa actualmente 17 millones de toneladas al año, el 60% llega al comercio en forma de fibras de poliéster, restando por lo tanto, cerca de 7 millones de toneladas de PET como materia prima para envases.

Actualmente existen 4.9 millones de toneladas de PET a nivel mundial que se pueden reciclar, y esta tendencia se irá incrementando el precio del PET virgen ha caído 50%; mientras que el PET reciclado es 70% más económico que el virgen.<sup>24</sup>

<sup>23</sup> Ley de los impuestos generales de importación y exportación. DOF 18-01-2002

<sup>24</sup> Énfasis packaging on line, *Disminuye demanda mundial de PET*, Consultado en <http://www.packaging.enfasis.com/notas/11230-disminuye-demanda-mundial-del-pet>

Pero el uso del PET en el mundo ha cambiado su perspectiva, antes se pensaba únicamente en utilizarlo para hacer nuevamente botellas, en la siguiente tabla se presentan las nuevas tendencias en el uso del PET en el mundo.

Tabla 6 **Destino final de las hojuelas de PET**

Producto	2006	2005	2004	2003	2002
Fibra textil	422	463	479	296	344
Botellas para bebidas y alimentos	139	115	126	106	86
Flejes o cintas de lijar o atar	132	131	116	77	83
Películas, láminas	74	71	58	32	18
Botellas para otros usos	49	63	63	24	43
Otras aplicaciones	30	13	24	7	4

Fuente: elaboración propia con base en datos de NAPCOR, National Association for PET Container Resources, California, año 2011.

### 3.3.1.2. Descripción de la región o país seleccionado

La República Popular China, con una superficie de 9.6 millones de km<sup>2</sup> es el cuarto país más extenso del mundo, sólo después de Rusia, Canadá y Estados Unidos. China es, junto a Rusia, el país con más fronteras terrestres del mundo (14 fronteras).

Sus ciudades más importantes son: Pekín (Beijing), Shanghai y Hong Kong. Es cinco veces más grande que México, que cuenta con 1.9 millones de km<sup>2</sup>. China representa el 20% de la población mundial con aproximadamente 1,327 millones de habitantes. El idioma oficial del país es el chino mandarín y su moneda es el remminbi o yuan.

#### Puertos en China

El **puerto de Shanghai** es el más importante de China, por detrás del puerto de Singapur (esta estadística varía según hablemos de TEU o carga) y, por tanto, un

lugar de referencia en las importaciones y exportaciones de China. Situada en la desembocadura del río Yangtse, Shanghai es un enclave estratégico para el suministro de productos hacia el interior del país, pues el río es navegable por buques transatlánticos hasta Wuhan (provincia de Hubei) a 1000 km de la costa y a distancias mayores si hablamos de buques de menor calado. Los fabricantes de provincias como Hubei, Henan, Jiangsu y provincias más interiores (Shaanxi, Chongqing, etc.) utilizan este puerto preferentemente.

El **puerto de Hong Kong** es el segundo puerto de China y el tercero del mundo. Aunque su volumen se haya estancado y el crecimiento de China lo dirija hacia un posible segundo plano, el puerto de Hong Kong (igual que el de Singapur) ha sabido reinventarse para servir como una parada intermedia entre Asia y occidente. Con una legislación extremadamente distinta a los puertos chinos, Hong Kong es un punto clave donde enviar productos cuya documentación puede crear conflictos entre China y el país destino y viceversa.

El **puerto de Shenzhen** es el tercer puerto de China y el cuarto más importante del mundo. La ciudad de Shenzhen, desconocida para muchos, es la ciudad más moderna de China y la ciudad con el crecimiento poblacional más alto de la historia de la humanidad, pues hablamos de una ciudad que hace 30 años era un pueblo de pescadores y en estos momentos cuenta con 10 millones de habitantes (censados). El motivo de este crecimiento no es otro que estar situada en la frontera natural entre China y Hong Kong, en la desembocadura del río Perla. Su crecimiento parece mayor que el resto de puertos chinos, y seis nuevas zonas portuarias ya se están construyendo entre Shenzhen y Hong Kong. Paralelamente, esta proyectada la construcción de otras veinte nuevas zonas portuarias que provocarían la unión natural de Shenzhen y Hong Kong, colocando a Shenzhen en el número 1 del ranking mundial en un futuro cercano.

El **puerto de Guangzhou** situado en el número 6 en el ranking mundial y el 5 de los puertos más importantes de China. Guangzhou, como capital de Guangdong (región más industrializada de China), ha sido y es un referente en las exportaciones de China. En los últimos años, su crecimiento moderado lo ha dejado en un segundo plano debido a la gran competencia existente en el delta del río Perla, sobretodo por parte del puerto de Shenzhen. Aun así, hablamos de uno de los 10 mayores puertos del mundo y su importancia es clave.

El **puerto de Ningbo** se sitúa en el centro de la costa de China, justo debajo del puerto de Shanghai. Goza de unas condiciones naturales únicas lo que le permite ser uno de los puertos más importantes chinos (ocupa el octavo puesto en el ranking mundial). Ha servido para descongestionar el puerto de Shanghai además de ser el puerto de referencia para las mercancías que se exportan desde la provincia de Zhejiang (la segunda más importante del país), de donde salen la mayoría de productos que encontramos en los bazares de occidente.

El **puerto de Qindao** es quizá uno de los puertos desconocidos de China pese a ser el sexto puerto de China y formar parte, también, del top-10 mundial. Situado en la provincia de Shangdong cubre la zona costera entre Shanghai y las ciudades del norte.

El **puerto de Tianjin** es el puerto artificial más grande de China. Es la puerta de entrada a Beijing y a Tianjin. Pese a no tener la importancia de los puertos del sur y centro de China (el norte de China no esta tan industrializado) es el puerto referencia para las importaciones de las mega-urbes Tianjin-Beijing (mas de 30 millones de habitantes) y las provincias colindantes.

El **puerto de Xiamen** esta situado en la provincia de Fujian (posiblemente la tercera región del país) entre Guangdong y Zhejiang. Se encuentra ubicado en la isla de Xiamen, justo en frente de Taiwan.

Top 20 World Container Ports: 2000 and 2009  
(Thousands of loaded and unloaded TEUs)

Rank en 2000	Rank en 2009	Nombre del Puerto	País	2000	2009
2	1	Singapore	Singapore	17,040	25,866
6	2	Shanghai	China	5,613	25,002
1	3	Hong Kong	China	18,098	20,983
11	4	Shenzhen	China	3,994	18,250
3	5	Busan	South Korea	7,540	11,955
38	6	Guangzhou	China	1,430	11,190
13	7	Dubai	United Arab Emirates	3,059	11,124
65	8	Ningbo	China	902	10,503
24	9	Qingdao	China	2,120	10,260
5	10	Rotterdam	Netherlands	6,280	9,743
32	11	Tianjin	China	1,708	8,700
4	12	Kaohsiung	Taiwan	7,426	8,581
12	13	Port Klang	Malaysia	3,207	7,310
10	14	Antwerp	Belgium	4,082	7,310
9	15	Hamburg	Germany	4,248	7,010
7	16	Los Angeles	United States	4,879	6,749
113	17	Tanjung Pelepas	Malaysia	418	6,000
8	18	Long Beach	United States	4,601	5,068
49	19	Xiamen	China	1,085	4,680
25	20	Laem Chabang	Thailand	2,105	4,622

Nota: TEUs = Unidad de equivalencia. Un contenedor de 20 pies equivale a un TEU, y uno de 40 pies equivale a dos TEUs.

NOTE: Numbers in parenthesis are the 2009 port rankings.

SOURCES: 2000: U.S. Department of Transportation, Research and Innovative Technology Administration, Bureau of Transportation Statistics, based on data from various sources. 2009: Maritime Administration, special tabulations and Containerisation International Online, [www.ci-online.co.uk](http://www.ci-online.co.uk), as of Sept. 17, 2010.



Imagen con referencia a la tabla anterior extraída en el 2011

### 3.3.2. Segmentación demográfica

Después de realizar un análisis de diversos países para seleccionar el mejor mercado para el PET en hojuelas se seleccionó China, PETCUN eligió dicho país como el primero al que realizará exportaciones, la razón principal es que en aquel país se localiza un importante número de empresas del ramo textil. Con una producción cercana a 30% del consumo global de textiles y vestido, China es el primer exportador del sector.

El mercado al que se dirige PETCUN es el mercado industrial, es proveedora de materia prima para las empresas exportadoras de textiles en China. Según la Centro de Estudios Textiles de España (CETEX 2004) el número de empresas textiles chinas estatales 1274 y privadas 3519.<sup>25</sup> Es muy difícil estimar cuantas toneladas se requieren en la industria textil pero una fábrica de tamaño medio

<sup>25</sup> CEPAL Naciones Unidas, Oportunidades de la relación económica y comercial entre China y México, 2007

consume al menos 200 toneladas al día, en China existen alrededor de 100 fábricas de este tipo,<sup>26</sup> éste es el mercado meta para PETCUN.

El mercado al que se dirige PETCUN como se mencionó es el industrial, en el sector primario o de materias primas que se ha segmentado de acuerdo a los siguientes criterios:

**Tabla 7** Segmentación del mercado de PETCUN

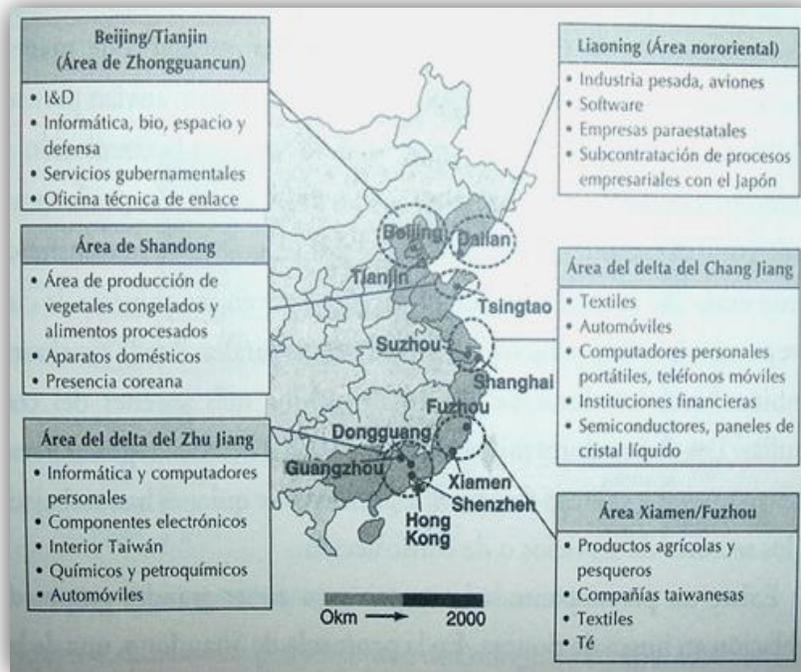
Base de segmentación	Categoría
Según la aplicación del producto	Será empleado para fabricar tela de poliéster que a su vez puede ser utilizada en diversas prendas
Según el uso final del producto	Industria textil
Tamaño de la empresa	Mediana o grande
Tipo de corporación	Privada
Tipo de objeto social	Lucrativa
Ubicación	Shanghai, China
Promedio tamaño del pedido	40 tons/mes
Frecuencia de la compra	Mensuales

Fuente: elaboración propia con base en la segmentación sugerida en el texto de Clotilde Hernández Garnica y Claudio Alfonso Maubert Viveros, *Fundamentos de Marketing*, 2009.

### 3.3.2.1. Ubicación geográfica en un mapa

El desarrollo industrial en China no se realizó en todo el país, sino en zonas determinadas por el propio Gobierno (ZEE), normalmente situadas junto a la costa, pues gran parte de su producción se orientaba a la exportación.

<sup>26</sup> Argueta Amador. Proyecto de Inversión en una planta recicladora de PET en el estado de Puebla 2006



Fuente: Vicente Camarasa, *China ya es la fábrica del mundo*, <http://vicentecamarasa.wordpress.com/page/10/?archives-list=1>

PETCUN Amigos del Ambiente se enfocará en las empresas grandes y medianas que producen alguna prenda textil de poliéster, que requieran un producto de calidad y que conozcan o hayan tenido experiencia con algún proveedor mexicano.

### 3.3.2.2. Perfil psicográfico del consumidor meta

El tipo de empresa al que se desea llegar es a las de textiles, que se ubican tal como se mostró en el mapa en el área delta Chang Jiang, dentro de este sector se encuentran empresas que fabrican ropa deportiva, algunas establecidas en China como: Nike, Adidas, Reebok, Fila, Puma, Umbro, Kappa, Lotto y New Balance.

Se seleccionó como ejemplo del grupo textil a las empresas deportivas debido a que muchas de sus prendas son fabricadas con poliéster y requieren materia prima de alta calidad como la que PETCUN ofrece.

El consumidor final de estas prendas son hombres y mujeres de entre 15 y 64 años de edad, que representan el 72% de la población en China, (hombres 491,513,378/mujeres 465,020,030)<sup>27</sup> con un nivel socioeconómico alto y que están interesados en su aspecto físico, en la calidad de la prenda y que ésta cumpla con las tendencias de la moda.

Incoterm como política de precios en el país de venta,

Incoterm C & F (costo y flete) México- Hong Kong, se eligió para facilitar el comercio, si así lo desea el cliente puede adquirir un seguro que respalde la mercancía desde el lugar de origen, para de esta manera minimizar los costos y responsabilidad por parte de PETCUN.

Entender que cada cliente tiene actitudes y necesidades distintas y que por tanto, los precios serán diferentes es clave para PETCUN, se debe tomar en cuenta el tipo de mercado y la estrategia de promoción que se eligió para llegar al cliente. PETCUN está comprometida con cada cliente y su responsabilidad será proporcionarle al cliente la mercancía donde lo requiera, es fundamental estar pendiente de la fluctuación de precios y elegir la política de precios adecuada a cada situación así como el Incoterm.

Considerando el envío de 38 toneladas a un precio de \$ 7.13 dólares por kilo, en un contenedor de 40 pies, el valor factura tal como se mostró en la tabla siete es

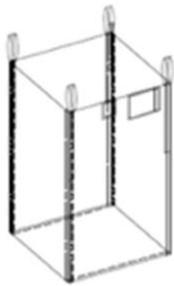
---

<sup>27</sup> De acuerdo con información de [CIA World Factbook](https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/), consultado en <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

de \$21,094.00 dls, más los costos logísticos de \$ 2,600 dls, (Incoterm 2010 C&F) el costo de la mercancía en el puerto destino por un total de \$23,694.00.

### 3.3.3. Materiales para el envase, empaque y/o embalaje de exportación

El proceso envase y embalaje en la cadena de exportación consta de:



Envase: se refiere a cualquier recipiente o envoltura en el cual está contenido el producto para su venta al consumidor, en este caso se implementan costales cosidos a los extremos con rafia, de 500 kilos cada uno y con la etiqueta del idioma del mercado meta, en este caso en el idioma chino (en caso de que se pacte con el comprador de esa manera o si lo prefiere en costales de 50 kg).



Son definidos como **Super Saco** o **Big Bag** es un contenedor con capacidad de carga de 500 kg hasta 2000 kg fabricado con tela de polipropileno. Es utilizado para almacenar y transportar material a granel como arena, fertilizantes, cementos, plásticos, polvos, químicos, entre otros.

#### Ventajas de utilizar el Super Saco

- Eficiencia para manejar materiales a semi-granel: en lugar de utilizar sacos de 50 kg o cajas de 500 y 1000 kg, el Super Saco puede cargar hasta 2000 kg.
- Reduce los tiempos ya que puede adecuarse a cualquier equipo de llenado.
- El Super Saco puede transportarse fácilmente con montacargas, patín y grúas (polipasto).



figura 27 Curso de RECIMEX

- Facilidad al estibar, produciendo así una mejor utilización del espacio en los almacenes.
- Mejora los tiempos de carga y descarga en el transporte.
- Versatilidad. Se puede hacer el diseño de acuerdo a las especificaciones o necesidades de cada usuario.<sup>28</sup>

Embalaje se refiere al material que envuelve; contiene y protege los productos para efecto de su almacenamiento y transporte, en el caso de el PET en hojuelas será transportado vía marítima en contenedor de 40´ pies.



Medida estándar de las tarimas: 1.00x1.20x1.05 metros (alturas variables) Carga: 1200 kg, representando 24 costales por tarima .Esta forma de embalaje facilita la logística ya que hace más eficiente el espacio en contenedor (doble estiba), facilita el cruce de andén y permite el almacenaje óptimo.



O como nos muestra la figura, los super sacos de 500 kg estibados dentro del contenedor marítimo para su transporte.

---

<sup>28</sup> Empresa Rafypak, dedicada a la fabricación de costales

<[http://www.rafypak.com.mx/producto\\_supersacos\\_calidad\\_rafipack.php](http://www.rafypak.com.mx/producto_supersacos_calidad_rafipack.php)> consultado el 02 de septiembre de 2011

### 3.3.4. Logística Internacional

Documentos necesarios para la exportación

- Documento que ampare el valor de los bienes, lista de empaque, carta de instrucciones
- Conocimiento de embarque (marítimo)
- Pedimento o declaración de aduanas
- Manifiesto de importación (importador en China)
- Licencia del importador en China
- Autorizaciones, permisos, licencias (si aplican)

#### **Desarrollo de la ruta de envío que contemple desde el lugar de acopio**

PETCUN “amigos del ambiente” ubicada en el Distrito Federal ha seleccionado a China como el primer destino para realizar exportaciones. La exportación se efectuará a través del puerto de Manzanillo. La ruta doméstica que se utilizará en su mayor parte en tramos de autopista de cuatro carriles con una longitud total aproximada a los 750 km (tránsito de 36 hrs); las secciones de la ruta México-Guadalajara (Méx-15) y Guadalajara- Manzanillo (Méx-110).

Dependiendo de la disponibilidad de tiempo y bajo la responsabilidad del proveedor logístico, (ocasionalmente, el tramo doméstico se realiza por ferrocarril; en este caso, la distancia se incrementa a 947 km y tránsito de 18 hrs).

### Ruta de envío Distrito Federal – Manzanillo carretero o ferrocarril

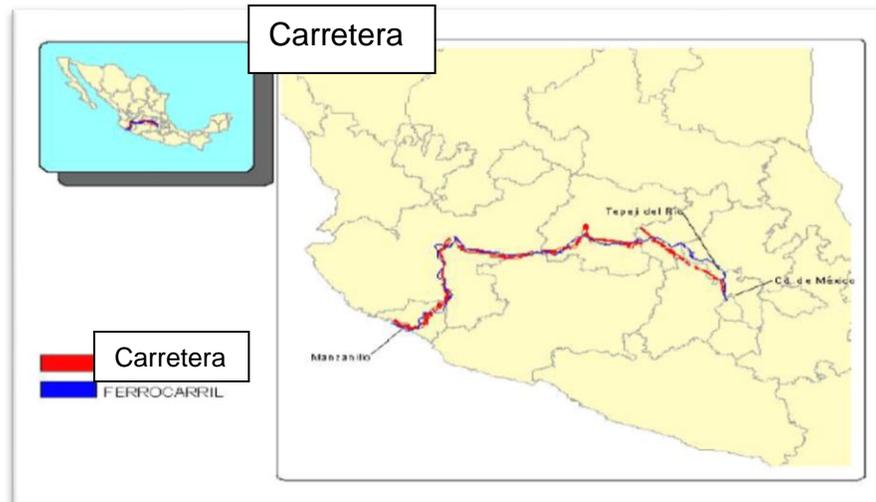


figura 28 Fuente: Instituto Mexicano del Transporte

Para los embarques transcontinentales se utilizan los servicios de un operador logístico; de esta manera es este tercero, quien de acuerdo con el exportador se encarga de gestionar la contratación del transporte y agente aduanal, las maniobras en sitios de transferencia y los procesos aduanales en puerto. Previo existe un intercambio de información para conocer fechas de arribo y salida de almacén.

El proceso formal de documentación para consumir la exportación comienza desde que el exportador le envía al operador logístico por fax o correo electrónico la documentación que respalda la exportación.

El operador logístico se encarga de distribuir la información al resto de los actores de la cadena para que consideren que la mercancía está en tránsito. Es importante que el operador logístico desde el inicio del transporte lleve documentos originales de la carta de instrucciones, de la lista de empaque, del certificado de origen, de la factura comercial, de la carta de porte y del conocimiento previo de embarque para la realización de los trámites de

exportación en el puerto por parte de agente aduanal mexicano. Con los datos de los documentos recibidos, el agente aduanal elabora el pedimento de exportación, realiza el pago de derechos y libera la carga para su transferencia modal.

El tiempo generalmente asignado por el exportador para el transporte doméstico (camión) es de un día. Aunque los trámites aduanales y maniobras en puerto consumen poco tiempo, la línea naviera exige unos días de holgura para asegurarse una buena programación de las actividades vinculadas a la carga del buque. De este modo, la estancia promedio en puerto de los embarques asciende a cinco días, incluido el periodo de documentación del embarque y liberalización de la carga por parte de las autoridades aduanales.

El tiempo de estancia máxima en puerto es de quince días. Los tiempos de travesía marítima señalados varían ligeramente, dependiendo del servicio, la ruta y el destino. El menor tiempo reportado es de veintiún días a China, en servicio directo o con una variación de 3 días sino es directo<sup>29</sup>.

Localización geográfica en un mapa de la ruta de envío, informando tiempo de espera, de embarque y de traslado.

---

<sup>29</sup> Según datos proporcionados por la naviera APL

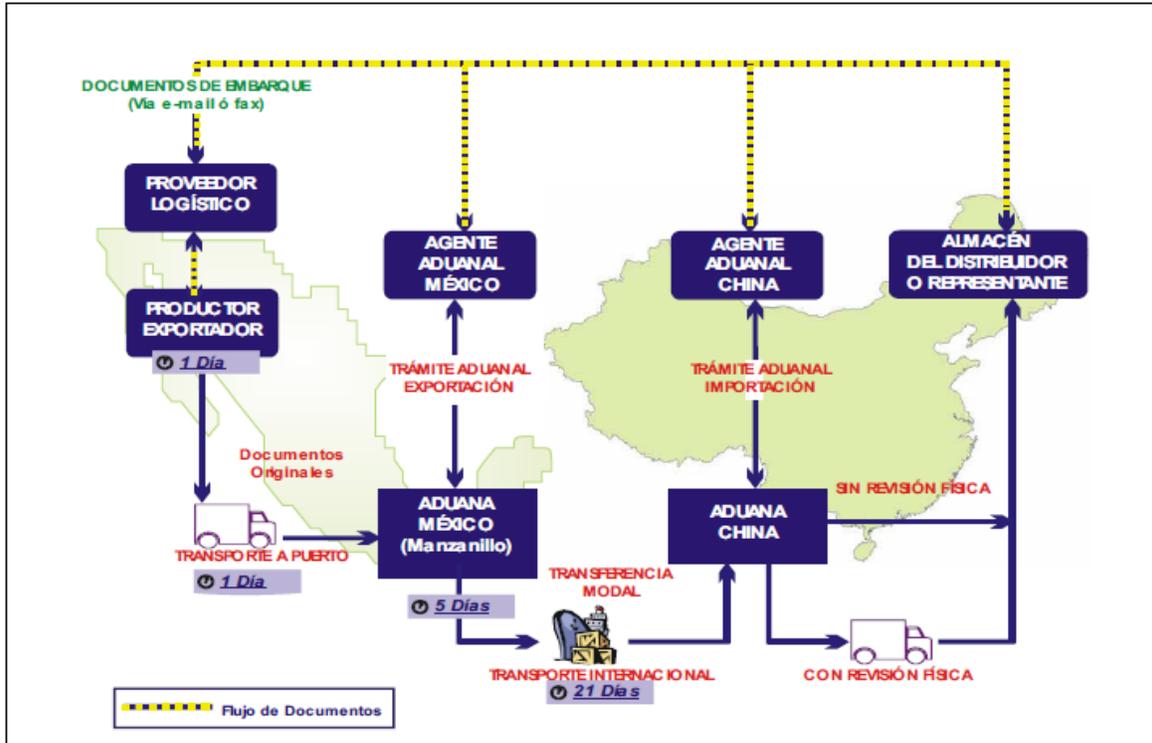


figura 29 Fuente: Elaboración de los datos del Instituto Mexicano del Transporte.

Tiempo estimado de trayecto de 28 días hasta el puerto de Hong Kong (con tres días más al destino final), con un total de 31 días y se espera que sin percances fortuitos.

**Tabla 8** Tiempos logísticos embarque de PET reciclado en hojuelas

**México, DF – Hong Kong, China**

Rubros de tiempo	Carretero/Marítimo (días)	%
1. Pre-transporte y empaque	1	3.6 %
2. Transporte al puerto	1	3.6 %
3. Procesos de aduana, cierre y embarque	5	17.9%
4. Transporte internacional a puerto de destino	21	75 %
Total (días)	28	100.00%

Fuente: elaboración propia con base en datos del Instituto Mexicano de Transporte

Costo del proceso logístico establecido en divisa

**Tabla 9** Costos logísticos de exportación de la empresa PETCUN

**Embarque de contenedor completo de 40 pies  
México, DF–Hong Kong, China**

Rubros de costo	Costo del embarque USD	Participación en el costo total %
1. COSTOS LOGISTICOS	2,600.00	100.0%
1.1 Transporte a Manzanillo	1,100.00	42.3%
1.2. Proceso de salida por puerto marítimo	700.00	26.9%
1.2.2. Maniobras en puerto	202.00	28.9%
1.2.2. Honorarios agente aduanal	330.00	47.1%
1.2.3. Honorarios operador logístico	150.00	21.4%
1.2.4. Derechos	18.00	2.6%
1.3 Transporte Manzanillo-Hong Kong	800.00	30.8%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Agente Aduanal Prida Consorcio. Tipo de cambio: 12.30 pesos mexicanos por dólar estadounidense

### 3.3.5. Análisis Técnico

Componentes requeridos para llevar a cabo el proceso para la producción de hojuelas limpias de PET, la maquinaria y equipo requerido en un escenario ideal son:

**Tabla 10** Sistema de Reciclaje

<b>SISTEMA DE RECICLAJE</b>				
No.	Descripción	Cantidad	Unitario (MXN)	Importe (MXN)
1	Banda de elevación 0.8 x 6m (de foso a banda de selección)	1	117,640.00	117,640.00
2	Quita etiquetas en húmedo	1	218,000.00	218,000.00
3	Banda horizontal de selección ABH-900 0.8x9m	1	92,500.00	92,500.00
4	Detector de metales Brapenta Bulk 85.25 (opcional)	0	156,250.00	0.00
5	Banda de elevación ABE-600 0.8x6m (de banda de selección a contenedor)	1	86,000.00	86,000.00
6	Contenedor ABC-15 15m3	1	50,500.00	50,500.00
7	Banda de elevación ABE-600 0.8x6m (de contenedor a molino)	1	98,000.00	98,000.00
8	Granulador 4090FA de 75HP	1	461,580.00	461,580.00
9	Arrancador molino 4090FA de 75HP	1	42,570.00	42,570.00
10	Adaptación para inyección de agua	1	55,130.00	55,130.00
11	Criba para molino 4090CH de 75HP	1	11,500.00	11,500.00
12	Juego adicional de cuchillas	1	26,100.00	26,100.00
13	Auger transportador	1	78,000.00	78,000.00
14	Secadora	1	275,000.00	275,000.00
15	Extractor Neumático Compact 7 de 7.5HP (con base)	1	67,620.00	67,620.00
16	Afiladora de cuchillas	1	72,500.00	72,500.00
17	Compactadora	1	180,000.00	180,000.00
		<b>Subtotal</b>		<b>1,932,640.00</b>
		<b>16 % IVA (MXN)</b>		<b>309,222.4000</b>
		<b>TOTAL (MXN)</b>		<b>2,241,862.4000</b>

Elaboración propia con datos obtenidos de la empresa RECIMEX en el curso de reciclaje de pet

**Tabla 11 Equipo Auxiliar del sistema de Reciclaje**

<b>EQUIPO AUXILIAR DEL SISTEMA DE RECICLAJE</b>				
No.	Descripción	Cantidad	Unitario (MXN)	Importe (MXN)
1	Estructura en Fosa No. 1	1	16,000.00	16,000.00
2	Portasacos	1	14,000.00	14,000.00
3	Tarima para seleccionadores	1	12,000.00	12,000.00
4	Guardas antiderrame de Material	1	16,000.00	16,000.00
5	Estructura en fosa No. 2	0	14,000.00	0.00

		<b>Subtotal</b>	<b>58,000.00</b>
		<b>16 % IVA (MXN)</b>	<b>9,280.0000</b>
		<b>TOTAL (MXN)</b>	<b>67,280.0000</b>

**Tabla 12 Tratamiento**

<b>TRATAMIENTO DE AGUA</b>				
No.	Descripción	Cantidad	Unitario (MXN)	Importe (MXN)
1	Filtro de solidos Recimex	1	82,000.00	82,000.00
2	Depositos de agua (cisternas)	1	28,000.00	28,000.00
3	Depositos de agua (tanques)	1	18,000.00	18,000.00
4	Bomba de sólidos	1	7,500.00	7,500.00
5	Bomba de agua	1	1,800.00	1,800.00
6	Tuberias y conexiones	1	22,000.00	22,000.00
7		1	0.00	0.00
8		1	0.00	0.00
9		1	0.00	0.00
10		1	0.00	0.00
		<b>Subtotal</b>		<b>159,300.00</b>
		<b>16 % IVA (MXN)</b>		<b>25,488.0000</b>
		<b>TOTAL (MXN)</b>		<b>184,788.0000</b>

En cuanto a las pruebas de calidad para el producto, se sugiere contar con dicho equipo para muestrear y conocer con exactitud la calidad con la que estamos entregando las hojuelas de PET, dicha prueba es solicitada por algunas empresas tanto nacionales como en el exterior. Como el proyecto es con la idea de exportar, se presta más conveniente para contar con el equipo. Ello nos ayudará a que el precio no se deteriore por la no apta calidad.

**Tabla 13 Equipo para Calidad**

<b>EQUIPO PARA CALIDAD</b>				
No.	Descripción	Cant.	Unit. (MXN)	Importe (MXN)
Equipos de Laboratorio de Calidad				
1	Horno	0	0.00	0.00
2	Densimetro	0	0.00	0.00

3	Bascula 2	0	0.00	0.00
4	Laboratorio de pruebas	1	60,000.00	60,000.00
		<b>Subtotal</b>		<b>60,000.00</b>
		<b>16 % IVA (MXN)</b>		<b>9,600.00</b>
		<b>TOTAL (MXN)</b>		<b>69,600.00</b>

**Tabla 14 Herramientas**

<b>HERRAMIENTAS</b>				
No.	Descripción	Cant.	Unit. (MXN)	Importe (MXN)
Herramientas				
1	Torquímetro	1	9,500.00	9,500.00
2	Bascula 1	1	12,000.00	12,000.00
3	Bascula 2	1	8,000.00	8,000.00
4	Karcher de lavado (hidrolavadora)	1	2,300.00	2,300.00
1	Pistola neumática	1	2,200.00	2,200.00
2	Juego de dados	1	800.00	800.00
3	Juego de llaves	1	300.00	300.00
4	Desarmadores	1	100.00	100.00
5	Martillo	1	50.00	50.00
6	Juego de pinzas	1	160.00	160.00
7	Calibrador	1	120.00	120.00
8	Multímetro	1	450.00	450.00
9	Extintores	4	560.00	2,240.00
10	Compresor	1	2,449.00	2,449.00
		<b>Subtotal</b>		<b>40,669.00</b>
		<b>16 % IVA (MXN)</b>		<b>6,507.0400</b>
		<b>TOTAL (MXN)</b>		<b>47,176.0400</b>

**Tabla 15 Equipo de Administración**

<b>EQUIPOS DE ADMINISTRACIÓN</b>				
No.	Descripción	Cant.	Unit. (MXN)	Importe (MXN)
	Herramientas			

1	Despachador agua	1	1,850.00	1,850.00
2	Cafetera	1	958.00	958.00
3	Aditamentos cafetería	1	1,500.00	1,500.00
4	Refrigerador	1	5,000.00	5,000.00
1	Computadora escritorio (AcerAspire AL5100)	1	7,400.00	7,400.00
2	Multifuncional (HP Deskjet F4280)	1	958.00	958.00
3	Fax (HP 1040)	1	1,299.00	1,299.00
4	Centro de Trabajo (Office Depot Soho Cerezo)	1	2,000.00	2,000.00
5	Silla (Office Depot Gales)	3	950.00	2,850.00
6	Horno de microondas	1	750.00	750.00
7	No-break (SolaBasic 480VA SR INET 480)	1	1,500.00	1,500.00
8	Archivero (Office Depot Sauder)	1	2,500.00	2,500.00
9	Catre velador	1	1,500.00	1,500.00
1	Otros equipos de trabajo	1	3,500.00	3,500.00
2	Caja fuerte	1	9,000.00	9,000.00
3	Circuito cerrado de seguridad	0	14,980.00	0.00
			<b>Subtotal</b>	<b>42,565.00</b>
			<b>16 % IVA (MXN)</b>	<b>6,810.40</b>
			<b>TOTAL (MXN)</b>	<b>49,375.40</b>

### Infraestructura y otros

La infraestructura y otros servicios requeridos para el arranque de la planta de reciclaje son los siguientes:

**Tabla 16 Adecuaciones y Remodelación**

ADECUACIONES Y REMODELACION				
No.	Descripción	Cant.	Unit. (MXN)	Importe (MXN)
Herramientas				
1	Pintura de nave y logo	1	32,000.00	32,000.00
2	Ampliación zona techada	1	0.00	0.00
3	Pavimentación	1	0.00	0.00
4	Puertas	2	3,500.00	7,000.00
1	Cerraduras y candados	5	3,500.00	17,500.00
2	Puertas de emergencia	1	6,000.00	6,000.00
3	Extractor, ventilador	2	5,000.00	10,000.00
4	Fosa	1	14,250.00	14,250.00

5	Canales sistema hidráulico	1	9,500.00	9,500.00
6	Líneas de layout	1	4,500.00	4,500.00
7	Letreros de seguridad	5	540.00	2,700.00
8	Infraestructura para captación agua pluvial	0	45,000.00	0.00
9		0	0.00	0.00
10		0	0.00	0.00
			<b>Subtotal</b>	<b>103,450.00</b>
			<b>16 % IVA (MXN)</b>	<b>16,552.00</b>
			<b>TOTAL (MXN)</b>	<b>120,002.00</b>

Tabla 17 Trámites

TRAMITES				
No.	Descripción	Cant.	Unit. (MXN)	Importe (MXN)
Herramientas				
1	Licencia de uso de suelo	1	500.00	500.00
2	Dictamen de impacto ambiental	1	500.00	500.00
3	Permiso Protección Civil	1	2,500.00	2,500.00
4	Otros trámites	1	15,000.00	15,000.00
5		0	0.00	0.00
			<b>Subtotal</b>	<b>18,500.00</b>
			<b>16 % IVA (MXN)</b>	<b>2,960.00</b>
			<b>TOTAL (MXN)</b>	<b>21,460.00</b>

Tabla 18 Contratos

CONTRATOS				
No.	Descripción	Cant.	Unit. (MXN)	Importe (MXN)
Herramientas				
1	Fianza de renta de nave	1	30,000.00	30,000.00
2	Contrato de toma de agua industrial	0	2,500.00	0.00
3	Contrato de teléfono/Internet	1	1,000.00	1,000.00
4	Contrato servicios bancarios	1	3,000.00	3,000.00
5		0	0.00	0.00

		<b>Subtotal</b>	<b>34,000.00</b>
		<b>16 % IVA (MXN)</b>	<b>5,440.00</b>
		<b>TOTAL (MXN)</b>	<b>39,440.00</b>

**Tabla 19 Sueldos**

<b>Recursos Humanos (Sueldos)</b>						
<b>Cant.</b>	<b>Puesto</b>	<b>Salario</b>	<b>Importe Op</b>	<b>Importe Adm</b>	<b>Aportación al Seguro</b>	<b>Total (MXN)</b>
1	Jefe de Planta	18,000.00		18,000.00	6,300.00	24,300.00
1	Secretaria	5,000.00		5,000.00	1,750.00	6,750.00
1	Contador (Externo)	4,500.00		0.00	0.00	4,500.00
				0.00	0.00	0.00
5	Seleccionadores	3,500.00	17,500.00		6,125.00	23,625.00
1	Empacador 1	3,500.00	3,500.00		1,225.00	4,725.00
1	Empacador 12	3,500.00	3,500.00		1,225.00	4,725.00
1	Chofer	5,000.00	5,000.00		1,750.00	6,750.00
<b>Total</b>			<b>29,500.00</b>	<b>23,000.00</b>	<b>18,375.00</b>	<b>75,375.00</b>
	Total Operativos	39,825.00				
	Total Administrativos	35,550.00				

**Tabla 20 Materia Prima**

<b>Materia Prima</b>							
<b>Descripción</b>	<b>Unitario (\$)</b>	<b>Necesidad Diaria (Kg)</b>	<b>% merma</b>	<b>Necesidad Diaria Kg</b>	<b>Necesidad Diaria (\$)</b>	<b>Necesidad Mensual (Kg)</b>	<b>Necesidad Mensual (\$)</b>
<b>PET post-consumo a granel (kg)</b>	3	4,000	5%	4,200	12,600.00	84,000.00	252,000.00

**Tabla 21 Cálculo de costos**

<b>PETCUN 2011</b>	
<b>CALCULO DE COSTOS</b>	

**Costos directos o variables** = Costo de materiales directos + mano de obra directa

311,757.50	+	39,825.00	=	351,582.50
------------	---	-----------	---	------------

**Costos Fijos** = Suma de gastos

	=	74,900.00
--	---	-----------

**Costos totales** = Costos directos o variables + Costos indirectos o fijos

351,582.50	+	74,900.00	=	426,482.50
------------	---	-----------	---	------------

**Costo unitario variable** = Costos directos o variables / Número de unidades

99,582.50	/	60,000.00	=	1.66
-----------	---	-----------	---	------

**Costo unitario variable** = Costos directos o variables / Número de unidades

351,582.50	/	60,000.00	=	5.86
------------	---	-----------	---	------

**Costo unitario total** = Costos totales / Número de unidades

426,482.50	/	60,000.00	=	7.11
------------	---	-----------	---	------

**Precio de venta** = Costo unitario total / (1 – Porcentaje de utilidad)

Margen	15%			
7.11	/	0.85	=	8.3624

**Punto de equilibrio** = Costos fijos / (Precio de venta – Costo unitario variable)

74,900.00	/	2.50	=	29,927.75
-----------	---	------	---	-----------

Tabla 22 Estado de resultados

Estado de Resultados						
De enero de 2011 a diciembre de 2015						
Concepto	Año 0	1	2	3	4	5
Inversión Inicial Neta = IIN	2,869,752					
(+) Ingresos por Venta		7,526,162	7,526,162	7,526,162	7,526,162	7,526,162
(-) Costos de Producción		4,218,990	4,218,990	4,218,990	4,218,990	4,218,990
(=) Utilidad Bruta		3,307,172	3,307,172	3,307,172	3,307,172	3,307,172
(-) Gastos de Administración		898,800	898,800	898,800	898,800	898,800
(=) Utilidad de la Operación antes de I, I, D y A		2,408,372	2,408,372	2,408,372	2,408,372	2,408,372
(-) Depreciación y Amortización		245,050	245,050	245,050	245,050	245,050
(=) Utilidad de la Operación		2,163,322	2,163,322	2,163,322	2,163,322	2,163,322
(-) Gastos Financieros		0	0	0	0	0

(=) Utilidad antes de impuestos		2,163,322	2,163,322	2,163,322	2,163,322	2,163,322
(-) Impuestos (35% ISR, 16.5% IETU)		757,163	757,163	757,163	757,163	757,163
(-) Participación de Utilidades (10%)		216,332	216,332	216,332	216,332	216,332
(=) Utilidad Neta (después de impuestos)		1,189,827	1,189,827	1,189,827	1,189,827	1,189,827
Margen de Utilidades Netas		16%	16%	16%	16%	16%
(=) Flujo Neto de Efectivo = FNE		1,434,877	1,434,877	1,434,877	1,434,877	1,434,877
Flujo Neto de Efectivo Descontado = FNED	- 2,869,752	1,247,719	1,084,973	943,455	820,395	713,387
FNED Acumulado		1,247,719	2,332,692	3,276,147	4,096,542	4,809,929
<b>Evaluación Financiera</b>		<b>Estado</b>				
Tasa de descuento = TD (decimal)	0.15					
Tasa de descuento = TD (porcentaje)	15%					
Valor de salvamento = Vs	250,000					
Ingresos totales = $\Sigma \text{FNED}_{1-10}$	4,809,929					
Gastos totales = $\text{IIN} - \text{Vs} / (1+i)^5$	2,745,458					
Valor Presente Neto = VPN = Ingresos totales - Gastos totales	2,064,471	<b>Aceptado</b>				

## Directorio de Empresas Recicladoras

A continuación se presenta una lista de empresas dedicados a la compra-venta de plásticos reciclados y que por lo tanto se consideran compradores o proveedores potenciales.

### PETStar

Empresa dedicada al reciclado de PET post-consumo botella a botella para producir PET reciclado de alta calidad.

Carr. Libre Toluca Atlacomulco km.1.5 Lote 1

Parque Industrial San Cayetano C.P. 50200, Toluca de Lerdo, Estado de México

Sitio web: <http://www.avaicg.com>

### **Tecnología del Reciclaje S.A. de C.V.**

Empresa dedicada al reciclado de PET post-consumo, la fabricación de fibra corta y a la producción de geo-textiles con capacidades de 1000, 700 y 150 toneladas mensuales, respectivamente.

Av. Los Héroeos s/n Fraccionamiento Industrial Tecámac

55740, Tecámac, Estado de México

Tel. (55) 5836 7260

Sitio web: <http://www.tecnologiadereciclaje.com>

### **Morphoplast**

Empresa recicladora y fabricante de fibra corta y fleje de PET.

Boulevard Emilio Sánchez Piedras 605 Lote 24-1

Ciudad Industrial Xicohtencatl C.P. 90434, Tetla de Solidaridad, Tlaxcala

Tel. (241) 412 7037

Sitio web: <http://www.morphoplast.com>

### **Grupo Simplex**

Empresa dedicada al acopio, procesamiento y venta de material plástico reciclable, con la finalidad de transformarlos en materia prima para la utilización en nuevos procesos.

Av. La Estanzuela 102 Col. La Antigua Estanzuela C.P. 64237, Monterrey, N.L.

Tel. (81) 8104 0400

Sitio web: <http://www.gsimplex.com>

### **Alen**

Empresa fabricante de líquidos limpiadores que utiliza el PET reciclado para la fabricación de envases para sus productos.

Bld. Díaz Ordaz No. 1000 Col. Los Treviño, 66150, Sta. Catarina, N.L., México

Tel. (81) 8122 1000

Sitio web: <http://www.alen.com.mx>

### **CPR Mex**

Empresa recicladora que produce PET grado alimenticio.

Carr. Celaya-Salvatierra km. 14

Loc. Ojo Seco

38158, Celaya, Guanajuato, México

Tel. (461) 165 8646

Sitio web: <http://www.cprmex.net/>

### **Shanghai Plastics International**

Empresa subsidiaria de una empresa china dedicada al reciclaje de PET post-consumo. Todo el el material lo exporta a su matriz en China.

Camino a Calimaya s/n, San Antonio de la Isla C.P. 52280, Estado de México

Tel. (717) 1322 498

Sitio web: <http://shanghaiplastics.net>

### **Xinda México**

Subsidiaria de una empresa china recicladora de PET y fabricante de fibra poliéster.

Lote 3 Mza. 3 Zona 1, Corredor Ind. Quetzalcoatl

Col. San Baltazar Temaxcalac C.P. 74126, San Martín Texmelucan, Puebla.

Tel. (248) 1105 868

Sitio web: <http://www.xindacorp.com>

### **United Plastics Recycling**

Subsidiaria de una empresa norteamericana dedicada al reciclaje de PET en grandes volúmenes.

Carretera Monterrey-Colombia km. 10.9 C.P. 65500, Salinas Victoria, Nuevo León

Tel. (81) 8397 7540

Sitio web: <http://www.unitedplasticrecycling.com>

### **Grupo Mafer**

Empresa recicladora y comercializadora de todo tipo de plásticos reciclados.  
Calle 2 No. 111, Parque Industrial Toluca C.P. 52000, Toluca, Edo. de México,  
México. Tel. (722) 279 0075  
Sitio web: <http://www.grupomafer.com.mx>

### **Plásticos Reich**

Empresa recicladora de diversos plásticos, principalmente post-industriales.  
Rio Totolica #31. Col. Parque Industrial Naucalpan  
Naucalpan Estado de México C.P. 53470 Tel. (55) 5312-2324  
Sitio web: <http://www.plasticosreich.com>

### **Promechis**

Empresa recicladora de PET post-consumo  
Novena Poniente Sur 421 Centro, Tuxtla Gutierrez, Chiapas  
Tel. 961 11 7 74 72  
Sitio web: <http://promechisac.es.tl>

### **Reciplas**

Empresa recicladora de PET post-consumo.  
Carr. Panamericana km.129 Col. El Edén  
29140, Ocozo, cuautla de Espinosa, Chiapas.  
Tel. (961) 1215 045  
Sitio web: No tiene

### **Simemex**

Empresa recicladora de PET  
Calle Palma s/n Tultitlán, Estado de México  
Tel. (55) 5888 3324

Sitio web: <http://www.simemex.com.mx>

### **Eclipse Polímeros**

Empresa comercializadora de todo tipo de plásticos

Carr. Federal México Puebla km 81.5 Col. San Mateo Capultitlán C.P. 74160, Huejotzingo, Puebla Tel. (227) 276 9112

Sitio web: No tiene

### **KIMEX**

Empresa recicladora de PET y fabricante de textiles

Autopista México Querétaro km. 26.5 C.P. 54020, Tlalnepantla, Estado de México Tel. (55) 5366 9000

Sitio web: <http://www.kimex.com.mx>

### **IQ Recycling**

Empresa recicladora de PET

Ramal Aeropuerto km. 2.6 Huejotzingo, Puebla

Tel. (222) 239 3152

Sitio web: No tiene

### **Paktec**

Empresa fabricante de lámina y productos para termoformado y recicladora de PET.

Callejón San Roque 202, Fracc. San Roque C.P. 36580 Irapuato, Guanajuato, México Tel. (462) 635 98 20

Sitio web: <http://www.paktec.com.mx>

## Conclusiones

1. Se adquiere un panorama integral de creación de un modelo de negocio de reciclaje del pet, los diferentes aspectos que se deben tomar en cuenta, no solo el producto en si, sino la imagen de la empresa así como los requisitos para la exportación por mencionar algunos.
2. Los envases de PET para su reciclaje son un tipo de residuo plástico, generados en diferentes fuentes (domicilios, comercios, industrias, etc.), desde donde existe, en la mayoría de casos, una recuperación informal realizada por los basureros y pequeños pepenadores, para su posterior comercialización en depósitos intermediarios y empresas recicladoras que los aprovechan para elaborar scrap (hojuela) o pellet de plástico que son utilizados en la industria del plástico, para su reutilización.
3. Debido a que el envase de pet proviene principalmente de productos de consumo masivos como lo es de la industria refresquera, existe una oferta significativa para su obtención y su reciclaje en la ciudad de México ya que es una ciudad con consumo alto de bebida gaseosa, de esta manera la empresa de reciclaje se convierte en factible.
4. El principal obstáculo es obtener el PET lo menos contaminado posible puesto que se complica la calidad en el proceso de reciclaje y en el producto final, para ello se recomienda obtener alianzas constantes con los distintos actores en el reciclaje de PET, así como estrategias que nos faciliten el acopio de las botellas de PET.

5. Para la exportación de hojuelas de PET, es importante tomar en cuenta al país receptor en cuanto a sus costumbres de consumo, políticas internas, idioma y demás aspectos, éstos pueden llegar a ser una barrera fuerte para el comercio, para este punto se utilizará un bróker, que es un agente en aquel país que funge como intermediario y nos soluciona estos aspectos.
  
6. Entre más aspectos se tengan contemplados y resueltos para la creación de un negocio, lo llevará al éxito y la permanencia de este, es por ello que la hipótesis planteada de: A mayor difusión de los beneficios del reciclaje de PET, mayor acopio del producto y mayor equilibrio ambiental se comprueba,

En el caso de la segunda hipótesis: Es de esperarse que las empresas recicladoras de pet, no cuenten con los conocimientos adecuados para realizar la exportación de hojuelas de pet es también comprobada, ya que no se cuenta con un área específica para la exportación.

## Fuentes de Consulta

### Asociaciones

**ANIPAC** Asociación Nacional de Industrias del Plástico A.C  
Av. Parque Chapultepec # 66 Int. 301, Colonia El Parque Naucalpan  
Estado de México, [www.anipac.com.mx](http://www.anipac.com.mx)

**IMER** Industria Mexicana de Reciclaje  
<https://secure.fundacioncoca-cola.com.mx/ssldocs/empaques-reciclaje-texto.jsp>

**AMEE** Asociación Mexicana de Envases y Embalajes  
Homero # 538 Of. 101  
Col. Chapultepec Morales México D.F C.P. 11570  
Teléfono + 52(55) 5545-6258 Fax + 52(55) 5531-9856  
<http://www.amee.org.mx/sys/index.php>

**INARE** Asociación Nacional de Recicladores A.C.  
Retorno 8 de Fray Servando Teresa de Mier No. 4 Int. 3. Col. Jardin Balbuena,  
Delegación Venustiano Carranza C.P. 15900.  
Tel. (55) 57859160 Fax (55) - 57841279  
<http://www.inare.org.mx/>

**ANIQ** Asociación Nacional de la Industria Química  
Angel Urraza 505 col. Del valle  
Tel 52 3051 00  
[www.aniq.org.mx](http://www.aniq.org.mx)

**NAPCOR**, National Asociation for PET Container Resources, California EE.UU.

### Direcciones Electrónicas

Schwansee, Elvira. “El mexicano y su botella de PET”, en [www.ambienteplastico.com](http://www.ambienteplastico.com), 12 de enero de 2007. (Consultado el 29 de septiembre de 2010)

El reciclado de PET, opción para mejorar la calidad del ambiente Desarrollan en el Instituto de Investigaciones Materiales de la UNAM, tecnología para reciclar producto

<http://www.foroconsultivo.org.mx/innovacion.gaceta/component/content/article/12-innovadores/5-el-reciclado-de-pet-opcion-para-mejorar-la-calidad-del-ambiente>

Casas de plástico una alterativa para la vivienda. UNAM fomenta al uso del PET para construir casas de interés social

<http://noticias.universia.net.mx/ciencia-nn-tt/noticia/2011/07/20/848177/casas-plastico-alterativa-vivienda.html> (consultado el 20 de julio de 2011)

El PET y su situación actual en el Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del DF. <http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/04/01clave.pdf> (consultado el mayo 2009)

Las notas son extraídas de la Dirección de Proyectos de Agua, Suelo y Residuos. Folleto Informativo 2000.

ECO Aid, Bolsas Inteligentes < <http://ecoaid.com.mx/> > (10 de marzo de 2011)

Portal del Servicio de Administración Tributaria: [www.sat.gob.mx](http://www.sat.gob.mx).

Énfasis packaging on line, *Disminuye demanda mundial de PET*, Consultado en <http://www.packaging.enfasis.com/notas/11230-disminuye-demanda-mundial-del-pet>

Vicente Camarasa, *China ya es la fábrica del mundo*, <http://vicentecamarasa.wordpress.com/page/10/?archives-list=1>

De acuerdo con información de [CIA World Factbook](http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/), consultado en <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

Empresa Rafypak, dedicada a la fabricación de costales <[http://www.rafypak.com.mx/producto\\_supersacos\\_calidad\\_rafipack.php](http://www.rafypak.com.mx/producto_supersacos_calidad_rafipack.php)> consultado el 02 de septiembre de 2011

**Argueta** Amador. “Proyecto de Inversión en una planta recicladora de PET en el estado de Puebla” Tesis 2006

**Ayala**, Gustavo. “Desarrollan en Materiales la primera tecnología para reciclar PET en el país”, en Gaceta UNAM. Núm. 3962, del 19 de febrero de 2007. págs. 1 y 9.

**Ceballos**, Aideé Diseñadora gráfica (entrevista personal), México D.F. 15 de octubre de 2010

**CEPAL** Naciones Unidas, Oportunidades de la relación económica y comercial entre China y México, 2007

**García** Arnuldo. A. “Logística Inversa. Estudio de caso en la Industria de Reciclaje de plásticos”. Ed, Eumed.net pág.250 pp

**González** Escárcega, Oscar, “Hallan en reciclaje una mejora económica” *El Universal*, México, 23 de agosto de 2011. Pág. 8

**Hernández** Barrios Claudia Wehenpohl Günther. Guía en elaboración de planes maestros para la gestión de los residuos sólidos municipales (PMGIRSM), SEGEM-GTZ, México 2002.

**Hernández** Garnica Clotilde y Maubert Viveros Claudio Alfonso, “Fundamentos de Marketing”, 2009.

**Recimex**, Reciclados de México S.A. de C.V., empresa de capacitación para negocios de reciclaje de plásticos. 2010

Ley de los impuestos generales de importación y exportación. DOF 18-01-2002

**Rodríguez** Valencia, Joaquín. “introducción a la administración con enfoque de sistemas”, México, Thomson Editores S.A. de C.V. 2006, (4ta ed), 540pp.

**Sánchez** Solís Antonio; Manero Brito, Octavio. “Nano compuestos poliméricos”: ¿a quién le interesan?, en Entorno. Año 20, núm. 234. Febrero de 2008. pág. 26-27.

### **Páginas de internet sugeridas**

VDMA, Plastics and Rubber Machinery Association, [www.kug.vdma.1.org](http://www.kug.vdma.1.org), Frankfurt am Main, Alemania

2. Erema, Engineering Recycling, Maschinen und Anlagen Ges.m.b.H., Austria, [www.erima.at](http://www.erima.at)

3. Starlinger, Recycling Technology, Austria, [www.starlinger.com](http://www.starlinger.com)

4. Sorema, Plastic Recycling System, Italia, [www.sorema.it](http://www.sorema.it)
5. Tecnofer, Plastic Recycling Plants, Italia, [www.tecnofer.biz](http://www.tecnofer.biz)
6. Revista Kunststoffe y Revista Plastverarbeiter, Alemania
7. Daniel Garraín, Pilar Martínez, et. al., *LCA of thermoplastics recycling*, AIMPLAS, Technological Institute of Plastics, Valencia, España, 2007
8. J. Schumacher and M. Yoneyama. *Polyethylene Terephthalate (PET) Solid State Resin*. SRI Consulting (2004).
9. Acoplásticos, *Plásticos en Colombia 2007 ? 2008*, Colombia
10. Kreyenborg Group, [www.kreyenborg.com](http://www.kreyenborg.com)
11. Tecnova s.r.l, [www.tecnova-srl.it](http://www.tecnova-srl.it)
12. Yei Machinery Factory, [www.yei.com.tw](http://www.yei.com.tw)

#### Fuentes de sustentabilidad

- Gómez-Lobo, Andrés. ¿Qué entendemos por desarrollo sustentable?. En: <http://www.sustentable.cl/portada/Andres/358.asp> . Extraído en abril de 2004.-
- Nebel, Bernard J. y Wright, Richard T. (1999). *Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible*. 6ª. ed. Versión en español. Pearson Educación. México. p. 14.
- Goodland, Robert; Daly, Herman; El Serafy, Salah; Von Droste, Bernd (editores) (1992). *Medio ambiente y desarrollo sostenible. Más allá del Informe Brundtland*. Ed. Trotta. Madrid. p. 14, 15.
- Geisse G., Guillermo (2001). "Pongámonos de acuerdo". En: *Revista Ambiente y Desarrollo*. Vol. XVII, N°3, septiembre 2001. CIPMA. pp. 4-5.
- *Conceptos básicos sobre medio ambiente y desarrollo sustentable*. Colección Educar para el ambiente. Manual para el docente. Proyecto INET/GTZ. Buenos Aires, julio de 2003. pp. 24, 51-52.

- Banco Mundial. Desarrollo sustentable en el siglo XXI. En: <http://Inweb18.worldbank.org/ESSD/sdvext.nsf/43ByDocName/SustainableDevelopmentinthe21stCentury> Extraído en abril de 2004.

# ANEXOS

## Anexo 1 Glosario

**Basura.** Residuos sólidos putrescibles que contienen materiales residuales mezclados.

**Demanda.** Es la cantidad de determinado bien o servicio que el mercado requiere.

**Material reciclable.** Sustancia con potencial de valor renovable conocido, que se ha desviado o separado del flujo de residuos, para su venta.

**Oferta.** Cantidad de un producto que se ofrece en el mercado para su venta a determinado precio.

**PET.** Polietileno Tereftalato. Se produce a partir del Ácido Tereftálico y Etilenglicol, por poli condensación; existiendo dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos. Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios (mayonesa, salsas, etc.). Películas transparentes, fibras textiles, laminados de barrera (productos alimenticios), envases al vacío, bolsas para horno, bandejas para microondas, cintas de video y audio, geotextiles (pavimentación /caminos); películas radiográficas.

**Polímeros.** Molécula grande constituida por una cadena de subunidades (monómeros) enlazadas químicamente.

**Reciclable.** Materia cuyas propiedades físicas y químicas, después de servir a su propósito original, todavía son útiles y por lo tanto se pueden reutilizar, convirtiéndolos en productos útiles nuevamente.

**Reciclado.** Formado por materiales que han sido procesados y utilizados de nuevo.

**Reciclaje.** Separación -del flujo de residuos- de determinada materia residual, procesándola para que pueda ser utilizada de nuevo como materia útil para productos que pueden o no ser similares al original.

**Reducción de volumen.** Procesamiento de residuos para disminuir el espacio que ocupan.

**Relleno sanitario.** Método ingenieril para eliminación de residuos sólidos en la tierra, de tal manera que se protegen la salud pública y el ambiente. El residuo se esparce en capas finas, compactándolo al volumen práctico más pequeño, y tapándolo con tierra u otro material apto, al final de la jornada.

**Separación.** División de residuos en grupos de materia similar: subproductos de papel, vidrio, residuos de alimentos, metales, etc. Selección adicional de materias en categorías más específicas: vidrio transparente, vidrio oscuro, etc.

## Anexo 2 Marco Normativo ambiental en México

Las disposiciones federales existentes en materia de control de deterioro ambiental son:

**Artículo 27 de la Constitución** párrafo tercero: *"Se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejora y crecimiento de los centros de población para preservar y restaurar el equilibrio ecológico..."*.

Cabe resaltar en este punto que con el fin de preservar y proteger el medio ambiente del país y sus recursos naturales, las autoridades tienen el derecho de adoptar sobre las tierras y las aguas de la nación las modalidades que dicte el interés público. Esta disposición autoriza al Estado a vigilar la protección integral del ambiente.

**Artículo 73 de la Constitución fracción XXIX** que faculta al Congreso de la Unión a: *"...expedir las leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico"*.

En esta fracción se descentraliza la protección del ambiente obligando a las entidades y municipios a participar en la prevención y restauración del ambiente, tareas que antes de la reforma eran responsabilidad de la federación.

Después de la Constitución, el principal ordenamiento en materia ambiental a nivel federal es sin duda la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), que entró en vigor el 1º de marzo de 1988, en la que se

establece y define la distribución de competencias entre la federación, los estados, municipios y el Distrito Federal para la gestión integral de los residuos.

También define los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo donde se consideran: la operación de los sistemas de limpieza y disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios y la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos, industriales y peligrosos, así como las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.

### **Disposiciones ambientales en el Distrito Federal**

Con fundamento en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, queda establecido que el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales quedará sujeto a la autorización del Distrito Federal conforme a las leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas aplicables.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define a un residuo como *"cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó"*, así mismo un residuo peligroso lo define como: *" todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente"*.

Dentro de estos residuos se encuentran los no peligrosos (empaques de cartón, papel, plástico, residuos de oficinas, orgánicos, etc.)

El Distrito Federal es regulado además por la Ley Ambiental del Distrito Federal, en la que resalta como prioridad, el establecimiento del manejo adecuado de los

residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos. Con el propósito de promover el desarrollo sustentable y prevenir y controlar la contaminación del suelo y de los mantos acuíferos, la ley faculta a la Secretaría del Medio Ambiente, con la participación de la sociedad, el fomento y desarrollo de programas y actividades para la minimización, separación, reutilización y reciclaje de residuos sólidos, industriales no peligrosos y peligrosos.

El 1989 fue publicado el Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal, en el cual se establece que corresponde al Gobierno del Distrito Federal: *“...la prestación del servicio de limpia y la aplicación de las normas técnicas ecológicas vigentes para la recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos no peligrosos.”*

Dentro de este reglamento, se define que el servicio de limpia comprende: “...el barrido de vías públicas y áreas comunes, la recolección de residuos sólidos y el diseño, instrumentación y operación de sistemas de almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento y disposición final de dichos residuos.”

Durante la presidencia de Ernesto Zedillo (en 1997) se emite el Reglamento de la Ley Ambiental del Distrito Federal en donde se contemplan algunos de los elementos para desarrollar programas de separación, con el fin de disminuir los volúmenes que se confinan y para elevar los niveles de reciclaje.

En octubre de 2004, en el Distrito Federal, entró en operación una nueva Ley de Residuos Sólidos, cuya finalidad era minimizar el problema de escasez de áreas de disposición final, a través del aprovechamiento de recursos orgánicos y el reciclaje de los inorgánicos, para ello establece que los capitalinos deberán separar su basura en desechos orgánicos e inorgánicos, el incumplimiento a esta disposición es causal de multas administrativas. Se señala en dicha ley que por tirar basura en las calles, las multas serán de 430 pesos a 6 mil 500 pesos.

Y es que la Ley de Residuos Sólidos se ha convertido en letra muerta, ya que la mayoría de los capitalinos no separan su basura señalando que los empleados del camión vuelven a juntarla y no existe autoridad alguna que obligue ni a los choferes ni a la ciudadanía al cumplimiento de dicha ley, a través de la aplicación de las sanciones que la misma establece. Cabe señalar que la separación de basura se aplica de manera exitosa en un par de delegaciones, entre ellas: Miguel Hidalgo y algunas zonas de la Cuauhtémoc, para lo cual se sigue alguno de los dos procedimientos siguientes: dos camiones que pasan juntos, uno recolecta residuos orgánicos y otro inorgánicos, o bien, en días específicos se recolecta orgánica y en los restantes, residuos inorgánicos. A varios años de la puesta en marcha de esta ley, los resultados no son favorables. Sin embargo, la ley aún puede ser un éxito si cada uno de los actores que participan en el ciclo de la basura toma conciencia del enorme problema y asume su responsabilidad.

**En México no existe una legislación específica que trate sobre el reciclaje de residuos sólidos de tipo municipal y las medidas de prevención, control y restauración que se deben implementar en caso de que propicien impactos adversos sobre el ambiente, no obstante la legislación actual si contempla leyes, reglamentos y normas ambientales que son aplicables para la prevención y control de la contaminación en los recursos naturales, suelo o ecosistemas y pueden ser aplicables que son las siguientes (Alejandro, 2007):**

**1.- LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (Alejandro, 2007)**

**El gobierno federal en su artículo 39** menciona que las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la

formación cultural de la niñez y la juventud. Asimismo, el artículo 41 indica que el gobierno federal, las entidades federativas y los municipios con arreglo a lo que dispongan las legislaturas locales, fomentarán investigaciones científicas y promoverán programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento racional de los recursos y proteger los ecosistemas

**La Ley en su capítulo IV** sobre prevención y control de la contaminación del suelo, en **su artículo 134** señala lo siguiente:

I Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

**III Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.**

**El artículo 138** señala que la Secretaría promoverá la celebración de acuerdos de coordinación y asesoría con los gobiernos estatales y municipales para (fracciones I y II), la implantación y mejoramiento de sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales, y la identificación de alternativas de **reutilización** y □ disposición final de residuos sólidos municipales, incluyendo la elaboración de inventarios de los mismos y sus fuentes generadoras.

**La Secretaría en su artículo 141** indica que se coordinará con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y Secretaría de Salud (SS) para expedir normas oficiales mexicanas para la fabricación y utilización de empaques y envases para todo tipo de productos, cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos. Asimismo, dichas Dependencias promoverán ante los organismos nacionales de normalización respectivos, la emisión de normas mexicanas en las materias a las que se refiere este precepto.

**Finalmente el artículo 158**, fracción V establece que se impulsará el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de la realización de acciones

conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de desechos. Para ello, la Secretaría podrá, en forma coordinada con los Estados y Municipios correspondientes, celebrar convenios de concertación con comunidades urbanas y rurales, así como con diversas organizaciones sociales.

## **2.- LEY DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL ESTADO DE MÉXICO**

**La Ley de Protección al Ambiente para el Desarrollo Sustentable del Estado de México, en su Capítulo II, artículo 6, fracción XII,** establece que el Ejecutivo Estatal regulará los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos que no estén considerados como peligrosos; estableciendo las normas y criterios a que se deben sujetar, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos.

- **El artículo 7, fracción IV** de las facultades de las autoridades municipales, indica que regularán la prevención y control de la transportación, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos domiciliarios e industriales que no estén considerados como peligrosos, observando las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Técnicas Estatales.

Dentro del apartado de educación y cultura ambiental, el artículo 9, menciona que el Ejecutivo Estatal promoverá ante las instituciones de enseñanza media y superior o de investigación científica y tecnológica, desarrollen planes y programas de educación ambiental, incorporando criterios y metas de desarrollo sustentable.

- **El capítulo IV sobre protección y control de la contaminación del suelo, en su artículo 98, fracción II** indica que los residuos sólidos deben ser controlados desde su origen, reduciendo y previniendo su generación, así como su ubicando, sea de fuentes industriales, municipales o domésticas, por lo tanto, se deben incorporar técnicas y métodos para su

**reuso y reciclaje**, así como su manejo y disposición final. Asimismo, en el artículo 99, fracción III, se menciona que se establecerán los métodos y parámetros que deberán sugerirse para la prevención de la contaminación del suelo, así como en la expedición de permisos, autorizaciones y licencias en materia de manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos municipales y domésticos.

**Para la prevención, restauración y control de la contaminación del suelo, el artículo 102**, señala que las autoridades estatales y municipales de la entidad deberán regular y vigilar la racionalización de la generación de residuos sólidos; la separación de los residuos sólidos para facilitar su **reuso y/o reciclaje**; los sistemas de manejo y disposición final de residuos sólidos en los centros de población.

- **El artículo 103 fracción III**, indica que “La Secretaría de Ecología promoverá en los municipios de la entidad la identificación de alternativas de **reutilización, reciclaje** y disposición final de residuos sólidos municipales y domésticos, incluyendo su inventario y la identificación de las fuentes generadoras”. Enfatizando, el artículo 105 menciona que “La Secretaría promoverá la implementación de programas de **reuso y reciclaje** de los residuos generados por la actividad material en todas las oficinas públicas de órganos del Gobierno del Estado”. El Capítulo V sobre generación, manejo, transporte, tratamiento, reuso, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos municipales, domésticos e industriales no peligrosos, señala en su artículo 107 sobre la facultad de los municipios de la entidad prestar, autorizar, licenciar o concesionar, de conformidad con las NOM y los criterios y normas técnicas ambientales estatales que se expidan al efecto, los siguientes servicios, en su fracción II, la instalación y operación de centros de acopio de residuos sólidos municipales y domésticos, orgánicos o inorgánicos, para su **reuso, tratamiento y reciclaje**.

La Ley señala, en su artículo 109, que los municipios podrán celebrar convenios o acuerdos de coordinación, colaboración y asesoría con la intervención de “La Secretaría de Ecología o cualquier entidad pública de la entidad, así como con instituciones públicas y privadas de enseñanza superior para (fracción II) promover el uso y la fabricación de empaques y envases de toda clase de productos, cuyos materiales permitan minimizar la generación de residuos sólidos y faciliten su **reuso y reciclaje** y determinará la disposición final de residuos sólidos municipales y doméstico, incluyendo su inventario y la identificación de las fuentes generadoras”.

- **La Ley, en su artículo 110**, menciona que “La Secretaría de Ecología llevará en el sistema estatal de información ambiental y recursos naturales, un registro de almacenes, rellenos sanitarios, **centros de acopio**, transportistas, licenciarios o permisionarios, que en territorio de la entidad se relacionen con **residuos sólidos municipales, domésticos** e industriales no peligrosos, así como el de las fuentes generadoras...”. Finalmente, “El Gobierno Estatal (artículo 159) por conducto de la Secretaría y las demás dependencias públicas, deberá promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución y evaluación de la política ambiental y de recursos naturales, la cual deberá fomentar, de forma fundamental, la protección al ambiente y el equilibrio de los ecosistemas. Para tal efecto, concertará acciones e inversiones con los sectores social y privado y con las instituciones académicas, grupos y organizaciones sociales y personas interesadas para la protección del ambiente, la preservación y restauración del equilibrio de los ecosistemas”.

### 3.- LEY AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL

**La Ley Ambiental del Distrito Federal en su título IV** respecto de la prevención y control de la contaminación ambiental en su artículo 93 señala que en materia de residuos y en los términos de las normas oficiales las personas están obligadas a:  
I Prevenir su generación;

- II Minimizar la generación de los residuos que no puedan prevenirse;
- III **Reciclar o reusar** los que se generen;
- IV Tratarlos previamente a su disposición final, cuando no puedan **reciclarse o reusarse**, a fin de eliminar o minimizar su peligrosidad y volumen, y
- V Disponer finalmente de los residuos tratados.

#### 4.- **NORMATIVIDAD**

En lo que se refiere a normatividad la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) publicó una serie de normas donde especifica las técnicas recomendadas a seguir para la determinación de las características físicoquímicas de los residuos municipales, asimismo, se anexa la actual simbología para la identificación de los materiales plásticos, Ver Anexo de Normas.

- NOM-AA-22-1985 "Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Selección y Cuantificación de Subproductos"
- NOM-AA-16-1984 "Contaminación del Suelo –Residuos Sólidos Municipales Determinación de Humedad-"
- NOM-AA-33-1985 "Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Determinación del Poder Calorífico Superior"
- NMX-E-232-SCFI-1999. Industria del plástico - reciclado de plásticos - simbología para la identificación del material constitutivo de artículos de plástico – nomenclatura.

Nota:

Las Normas Oficiales Mexicanas son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40 de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio, o método de producción u operación así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

- NOM.- Norma Oficial Mexicana
  - AA.- Métodos de prueba de protección ambiental.
  - NMX.- Norma Mexicana
  - E.- Plásticos.
- SCFI .- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial

## Anexo 3 Proveedores de Maquinaria

### México

Pagani

Maquinaria para reciclaje de plásticos: molinos, sistemas de reciclaje, aglutinadores, secadoras, separadores de finos.

<http://www.pagani.com.mx>

Martco

Compactadoras para plásticos y otros materiales.

<http://www.compactadorasmartco.com>

Beutelspacher

Extrusoras para plástico

<http://www.beutelspacher.com>

Montequipo

Compactadoras y prensas hidráulicas

<http://www.montequipo.com>

Compactor

Compactadoras y prensas hidráulicas

<http://www.compactor.com.mx>

Fluidica

Compactadoras y prensas hidráulicas

<http://www.fluidica.com>

Titanic Remolques

Remolques para transportar plásticos

[remtitanic@administracioncyc.com](mailto:remtitanic@administracioncyc.com)

Cargo Remolques

Remolques para transportar plásticos

<http://www.cargoremolques.com>

Tor-rey  
Básculas  
<http://www.basculas-torrey.com>

Poise  
Básculas  
<http://www.basculaspoise.com>

### **América**

KIE  
Maquinaria para reciclaje de plásticos: molinos, sistemas de reciclaje, aglutinadores, secadoras, separadores de finos, extrusoras.  
<http://www.kie.com.br>

**Seibt**  
Maquinaria para reciclaje de plásticos: molinos, sistemas de reciclaje, aglutinadores, secadoras, separadores de finos.  
<http://www.seibt.com.br>

**Plastimax**  
Maquinaria para reciclaje de plásticos: molinos, sistemas de reciclaje, aglutinadores, secadoras, separadores de finos, extrusoras.  
<http://www.plastimaxmaquinas.com.br>

Pallman  
Molinos  
<http://www.pallmanindustries.com>

Herbold  
Molinos  
<http://www.herboldusa.net>

URRC  
Sistemas de purificación de PET  
<http://www.urrc.net>

UOP  
Sistemas de purificación de PET  
<http://www.uop.com>

### **Europa**

Navarini

<http://www.navarini.com>

Erema

<http://www.erema.com>

Sorema

<http://www.sorema.it>

Starlinger

<http://www.starlinger.com>

Amut

<http://www.amut.it>

Krones

<http://www.krones.de>

Ecomation

<http://www.ecomation.com>

Redoma

<http://www.redoma.com>

PTI Recycling Systems

<http://www.ptirecyclingsystems.com>

Promeco

<http://www.promeco.it>

**Asia**

Beier Machinery

<http://www.beierpm.com>

Boretech

<http://www.bo-re-tech.com>

For-Dah

<http://www.fordah.com.tw>

www.ecoaid.com.mx (55)5520-6848  
 Listado de acopiadores y recicladores  
 Cortesía de:

<p><b>1. Antonio Becerra Estrada</b>                  Chilpancingo No. 31 Vergel de Guadalupe                  57150 Nezahualcóyotl, Edo de México                  (55) 57 66 91 85</p>	<p><b>17. Dong Bu, S. A. de C. V.</b>                  Carretera Federal Mex-Cuautla, Km. 33.5                  56530 Amecameca de Juárez,                  Edo de México                  (59) 79 78 42 08                  Ellos transforman a base de material                  reciclado usando HDPE.</p>
<p><b>2. Avangard México, S. A. de C. V.</b>                  Henry Ford No. 298 Bondonjito 07850                  Gustavo A. Madero, Distrito Federal                  (55) 57 51 59 99                  (55) 57 71 83 00</p>	<p><b>18. Envases plásticos del centro</b>                  Republica de Colombia No. 410                  San Francisco, 78435                  Soledad de Graciano Sánchez, SLP.                  (444) 81 65 353</p>
<p><b>3. Carso Eficentrum</b>                  Insurgentes Sur 3500                  Peña Pobre                  14060 Tlalpan, D. F.                  (55) 54 24 52 22</p>	<p><b>19. Formas Plásticas</b>                  Prolongación M. Juárez No. 1089-6                  Lindavista                  22129 Tijuana, Baja California Norte                  (66) 46 87 32 37  <a href="http://www.plastix.com">www.plastix.com</a></p>
<p><b>4. Cartonera de Tlalmanalco y poliducto</b>                  Luis Cabrera No. 7                  Ejidos La Cebada                  16010 Xochimilco, Distrito Federal                  (55) 55 55 20 00                  (55) 79 75 43 63</p>	<p><b>20. Glezco Intercontinental S. A. de C. V.</b>                  Callejón del mármol S/N                  Industria Termolita                  66350 Santa Catarina, Nuevo León                  (81) 80 59 10 00  <a href="http://glezcocorp.com.mx">http://glezcocorp.com.mx</a></p>
<p><b>5. CICLAMEX</b>                  Bosques de Rhodesia No. 93                  Bosques de Aragón                  57170 Nezahualcóyotl, Estado de México                  (55) 57 66 40 31</p>	<p><b>21. Global Plastics de México S. A. de C. V.</b>                  Benito Juárez No. 617-B                  Santa María Aztahuacán                  09570 Iztapalapa, Distrito Federal                  (55) 56 93 58 49  <a href="http://www.globalplastics.com.mx">http://www.globalplastics.com.mx</a></p>
<p><b>6. CIPLASTIC</b>                  Av. Eje 5 No. 10 entre Rojo Gómez y Canal                  Río Churubusco                  Central de Abasto</p>	<p><b>22. GMC Plásticos</b>                  Herrera y Cairo No. 375, San Pedro                  45500 Tlaquepaque, Jalisco                  (33) 334 32 068 y (33) 334 32 067</p>

06490 México D. F.	Selección y molienda de materiales plásticos
<b>7. Comercializadora Folgueiras S. A. de C. V.</b> Refinerías Azcapotzalco No. 33 Altos Petrolera Taxqueña (55) 56 89 14 64	<b>23. Grupo Gysapol S. A. de C. V.</b> Baja California No. 91 Roma Sur 06760 Cuauhtémoc, Distrito Federal (55) 55 74 59 08 <a href="http://www.gysapol.com">http://www.gysapol.com</a>
<b>8. Compañía Internacional de reciclados S. A. de C. V.</b> Bolulevard Bernardo Quintana No. 524-5 Arboledas Querétaro, Querétaro (442) 2240781	<b>24. Grupo Industrial Tecumi</b> Francisco I Madero S/N San Pablo de las Salinas 54930 Tultitlán, Edo de México (55) 58 98 38 78
<b>9. Compra y Venta de Desperdicio de Plástico</b> 5to Cjon. Del 57 No. 6 Lote 1-A Barrió San Pedro Iztapalapa, Distrito Federal (55) 56 85 74 20	<b>25. Grupo Linver, S. A.</b> Privada del Panteón No. 100 San Felipe del Agua 68020 Oaxaca, Oaxaca (95) 15 20 06 68 <a href="http://www.grupolinver.com.mx">www.grupolinver.com.mx</a>
<b>10. Compromiso Ecológico de México</b> Puerta Grande No. 69 Región San Ángel 27105 Torreón, Coahuila (87) 12 13 54 33	<b>26. Grupo Simplex, S. A. de C. V.</b> Metalúrgica No. 107 – A Parque Industrial Escobedo 66061 Escobedo Nuevo León (81) 81 54 53 59 <a href="http://www.gsimplex.com">http://www.gsimplex.com</a>
<b>11. Consorcio Plastronix, S. de R. L. de C. V.</b> Independencia No. 800 San Francisco 52100 San Mateo Atenco, Edo de México (72) 82 88 06 29	<b>27. High Sis S. A. de C. V.</b> Calle 46, Prolongación Tulúm. Mza. 4, Lt. 6 Región 90 77510 Cancún, Quintana Roo (99) 88 88 48 47
<b>12. Conversión de termoplásticos</b> Alonso Espino No. 508 Los Fresnos, 37450 León Guanajuato (447) 770 92 50	<b>28. Industria Mexicana del Reciclaje, S. A. de C. V.</b> Carr. Toluca Naucalpan No. 1401 50200 San mateo Xacatipan, Edo. De México (72) 22 49 68 04

<p><b>13. CYCOSA Plásticos</b> Calle Alfareros No. 163 Lomas de Tonalá 45400 Guadalajara Jalisco (33) 36 83 47 54</p>	<p><b>29. Industrias del Paraíso S. A. de C. V.</b> Av. Universidad No. 1474 Arboleda 58677 Zacapu, Michoacán (43) 63 63 49 87</p>
<p><b>14. Derplas S. A. de C. V.</b> Gobernador Alfredo del Mazo No. 49 Ahuzotla 53370 Naucalpan, Edo. De México (55) 55 76 09 54</p>	<p><b>30. Industrias Feranza, S. A. de C. V.</b> Industria del Agave No. 94 Industrial Zapopan Norte 45130 Zapopan Jalisco (33) 63 34 46 82</p>
<p><b>15. Distribuidora Comercial de Plásticos</b> Villa Frati Mz 59 Lote 1 Desarrollo Urbano Quetzalcoalt, Barrió Santa Cruz Meyehualco Iztapalapa, Distrito Federal (55) 54 28 01 67</p>	<p><b>31. Tecnología del Reciclaje S. A. de C. V.</b> Av. Los Heroes s/n Fracc. Industrial Tecámac Edo de México, CP 55740 Tel.: 5836 7260 5836 7269</p>
<p><b>16. Distribuidora de Plásticos</b> Geometría 74 Nezahualcoyolt 57420 Nezahualcoyolt, Estado de México (55) 57 92 83 49</p>	