



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA  
DE INGENIERÍA Y CIENCIAS SOCIALES Y  
ADMINISTRATIVAS

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

“Diseño Estratégico de la Cadena de Suministro  
de una Recicladora de PET en México”

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS  
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRESENTA  
DURÁN FLORES URIEL HUMBERTO

Director: M. en C. Juan Carlos Gutiérrez Matus





# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F siendo las 18:00 horas del día 15 del mes de Diciembre del 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de UPIICSA para examinar la tesis titulada:

"DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO"

Presentada por el alumno:

DURAN

FLORES

URIEL HUMBERTO

Apellido paterno

Apellido materno

Nombre(s)

Con registro: 

A	0	8	0	2	0	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

Director de tesis

M.G. JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MATUS

M.C. ISIDRO MARCO ANTONIO CRISTÓBAL VÁZQUEZ

M.C. GABRIEL BOCA URBINA

M.C. GUILLERMO PÉREZ VÁZQUEZ

DR. EDUARDO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ

### LA PRESIDENTA DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. MARÍA ELENA TAVERA CORTÉS

I. P. I. I. C. S. A  
SECCIÓN DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E  
INVESTIGACIÓN



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de México D.F., el día 27 del mes Enero del año 2010, el (la) que suscribe Uriel Humberto Durán Flores alumno (a) del Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Industrial con número de registro A080209, adscrito a la Sección de Estudios de Posgrado de la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas del Instituto Politécnico Nacional manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del M. en C. Juan Carlos Gutiérrez Matus y cede los derechos del trabajo intitulado "DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO", al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [humbertoduranf@gmail.com](mailto:humbertoduranf@gmail.com). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
Uriel Humberto Durán Flores  
Nombre y firma

## AGRADECIMIENTOS.

En toda mi vida académica he recibido apoyo de cualquier tipo, tanto moral, motivacional, económico, social, académico y de equipo. Gracias a todos estos apoyos he podido alcanzar una meta más que me propuse, el cual fue cursar una Maestría.

Mi primer agradecimiento va dirigido a Dios, por ser el Creador de todo lo que existe en este planeta. Le agradezco por acompañarme hasta la fecha, no solo con mis logros académicos, también los laborales y confío en que me seguirá apoyando y bendiciendo para mis siguientes metas profesionales.

Mi segundo agradecimiento se lo dedico a mi Madre, por ser un gran apoyo para mi persona, por educarme, inculcarme valores, por enseñarme a ser responsable y comprometido, a que nunca debo flojear y demostrar que no puedo demostrar incapacidad para realizar las cosas, por heredarme parte de su inteligencia que me ha ayudado a alcanzar mis metas, por darme mi espacio para estudiar cuando lo necesitaba, por cuidar de mi y contar con su respaldo como ambas figuras paternas simultáneamente. Te agradezco todo tu apoyo y comprensión.

Mi siguiente más que agradecimiento, es una dedicatoria para mi hermano, Ricardo Javier Duran Flores, tú hermano que siempre has sido mi motivo principal de estudio, mi razón para nunca rendirme y continuar estudiando para algún día cuidar de ti. Hoy que no estas en persona junto a mi, se que desde el Cielo me estas viendo y que me seguirás apoyando con tus bendiciones desde allá arriba, en todo lo que me proponga a futuro. Te dedico parte de esta tesis con la que me titulé de un nuevo nivel académico, con lo que espero puedas sentir que este logro no es solo mío, sino que va por los dos, ya que estoy seguro que tu también habrías alcanzado una meta como esta e incluso llegar mas allá de lo que yo he alcanzado. Te quiero mucho hermano y siempre te llevaré en mis pensamientos, mi memoria y mi corazón.

Mi tercer agradecimiento, se lo doy a mi Padre, por su apoyo económico, ya que para cualquier trámite es necesario pagar, en especial dentro de esta institución académica, la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas.

Mi cuarto agradecimiento, se lo dirijo a mis amigos y compañeros de Licenciatura y de Maestría. A mis amigos Alanís, Daniel, Jorge, Lucila, por los momentos compartidos a lo largo de la Licenciatura, por su gran amistad y consejos en mis momentos de tristeza y desilusión. Te agradezco en especial a ti Rocío Campos Ramírez, por apoyarme más de lo que te imaginas y formar parte de mí ser. A mi compañero de Maestría, Ricardo Cacique, ya que gracias al trabajo en equipo dentro de las materias cursadas, pude desarrollar parte de mi investigación. Así mismo, a mis profesores M. en C. Juan Carlos Gutiérrez Matus, por aceptar dirigirme en esta investigación y aconsejarme en la realización de la misma, y al profesor M. en C. Isidro Marco A. Cristóbal Vázquez, por tener la disponibilidad de compartirme sus conocimientos dentro y fuera del salón de clases, cuando los requería.

Finalmente, mi último agradecimiento es para el Instituto Politécnico Nacional, mi alma mater, ya que desde que entre en la Vocacional 11, Cecyt “Wilfredo Massieu”, donde curse la carrera de Procesos Industriales, encontré la base para cursar la carrera de Ingeniería Industrial. Así mismo, encontré el gran sentimiento y orgullo que se adquiere al formar parte de una institución como lo es el Politécnico. Y cito una frase que no se me olvida y que un día encontré dentro de las instalaciones de Esime Cualhuacán cuando cursé un semestre de Ingeniería Mecánica:

***“El color para vestir a los politécnicos solo es el blanco, porque el rojo ya lo llevamos en la sangre”.***

## RESUMEN.

El Poli-Etilen-Tereftalato, mejor conocido como PET, se ha convertido en un contaminante que no solo afecta en el impacto visual de una Sociedad, también contamina ríos y lagos, así como los drenajes de las ciudades. Todo lo anterior debido a la poca importancia que las autoridades de las entidades municipales y estatales le dan a la contaminación, apoyado en el descuido durante varios años de los productores de resinas para envases plásticos, cuya finalidad es la reducción de sus costos de producción, sin contemplar los residuos que se podrían generar en la población. Además, el poco interés del ciudadano mexicano, que al no percatarse de que al consumir cualquier producto contenido en un envase de PET, es responsable no solo de su contenido, sino del envase que lo porta. Esta situación provoca no solo el contaminar el Ambiente de una Sociedad, sino el desperdicio de un material que puede ser reutilizado en la fabricación de diversos productos, y que en los países más desarrollados cuentan con tecnologías, normatividades y sobre todo una concientización en su población, para aprovechar al máximo un material que en México aun no ha sido explotado.

En este estudio se pretende plantear una metodología para la creación de un proyecto de instalación de empresa con base en la cadena de suministro y un enfoque estratégico que pueda ser de utilidad para cualquier interesado en el impacto ambiental y en pensar en crear negocios interesados en una problemática que hoy en día no ha sido resuelta y en un Mercado donde faltan muchas aportaciones para crear oportunidades hacia el desarrollo sustentable de una nación, que cuenta con un insumo potencial de reutilización desperdiciado y poder generar una riqueza a la Sociedad no solo al abrir fuentes de empleo, sino al generar productos que son originados del Reciclaje y evitar así la explotación excesiva de los recursos naturales.

Algunas de las principales limitantes presentadas en el estudio, fue el poder adquirir una mayor base de información en instituciones públicas y privadas dedicadas a este sector. Dentro de la elaboración del estudio y en la investigación de campo, se pudo observar que existe mucha centralización de información. Las empresas existentes no permiten acceso a su forma de producción, venta y distribución. Solo con ayuda de portales de información de

algunas instituciones dedicadas a este rubro y gracias a la visita realizada a la empresa Tecnología de Reciclaje, empresa dedicada a la fabricación de productos de PET y preocupada por el poco interés en la sociedad para reciclar, se lograron plantear estrategias que pueden resolver situaciones que forman parte de un problemática que debe ser atendida como prioridad para el desarrollo y crecimiento en México.

La presente investigación puede ser ampliada con distintos enfoques en el tema, como puede ser el desarrollo exclusivo de propuestas de manufactura, marketing, financiamiento, comercialización y concientización. La ventaja del tema, es que permite enriquecer y concretar infinidad de aportaciones en distintas áreas, que dentro de un proyecto de instalación de negocio pueden mejorar a la propuesta y combinar de forma interdisciplinaria el desarrollo de ideas que mejoren a la rentabilidad del mismo proyecto.

## ABSTRACT.

The poly-ethylene terephthalate, better known as PET, has become a pollutant that affects not only the visual impact of a company, also pollutes rivers and lakes, and drains in the cities. All this because of the lack of importance that the authorities of municipal and state entities give pollution, supported by years of neglect for several producers of plastic packaging resin, which is aimed at reducing production costs, without considering the waste that could be generated in the population. Furthermore, the low interest of the Mexican citizen, who does not realize that by consuming any product in a package of PET, is responsible not only for its content but the packaging which bears it. This situation leads not only pollute the environment of a company, but the waste of a material that can be reused in the manufacture of various products, and in most developed countries have technology, policy and above all an awareness in the population , to maximize material that Mexico has not yet been exploited.

This study aims to propose a methodology for setting up a project installation company based in the supply chain and strategic approach that may be useful for anyone interested in the environmental and business stakeholders to consider creating a problems that today has not been resolved and in a market where it lacks many inputs to create opportunities towards sustainable development of a nation, with an input wasted potential for reuse and to generate wealth to the Company not only to open source employment, but to create products that are originated Recycling and avoid overexploitation of natural resources.

Some of the principal limitations presented in the study, was able to gain more information based on public and private institutions dedicated to this sector. In preparing the study and field research, it was noted that there is much centralization of information. Existing companies do not allow access to their form of production, sale and distribution. Only with the aid of information portals of some institutions dedicated to this area and thanks to the visit to the company's Recycling Technology, a company

dedicated to the manufacture of PET and concerned about the lack of interest in the company for recycling, were achieved raising strategies that can resolve situations that are part of a problem that must be addressed as a priority for development and growth in Mexico.

This research can be extended with different approaches on the topic, such as exclusive development of proposals for manufacturing, marketing, finance, marketing and awareness. The advantage of the topic is to enrich and carry out countless contributions in several areas, which in a business setup project can improve the proposal of an interdisciplinary and combine the development of ideas to improve the profitability of the project.

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

Resumen.....	6
Abstract.....	8
Índice De Contenido.....	10
Introducción.....	15
Capítulo I. El Reciclaje de PET en México.....	18
1.1 Clasificación de Polímeros.....	19
1.2 Reciclado.....	20
1.3 Proceso de Fabricación.....	25
1.4 Descripción de las Empresas de Reciclaje en México.....	28
1.4.1 Descripción de Empresas con Reciclaje Químico.....	28
1.4.2 Descripción de Empresas con Reciclaje Mecánico.....	30
1.5 Investigación Tecnológica Futura.....	33
Capítulo II. Sistema de Recolección, Mercado y Problemáticas del PET.....	35
2.1 Sistema de Recolección y Distribución Actual.....	36
2.2 El Mercado de Polímeros y el de Reciclaje.....	39
2.3 Consumo de PET en México.....	46
2.4 Mercado del PET Reciclado (RPET).....	48
2.5 El Mercado de RPET afectado por la crisis económica.....	51
2.6 Problemáticas.....	52
2.6.1 Impacto Ambiental.....	52
2.6.2 Cultura y Falta de Motivación.....	53
2.6.3 Acopio.....	55
2.6.4 Retos a los que se enfrenta la Industria Recicladora.....	57
2.6.5 Falta de Legislación.....	59
Capítulo III. Evaluación de las Áreas Estratégico – Logísticas.....	62
3.1 Planeación Estratégica.....	63
3.2 Estrategia de Operaciones.....	65
3.3 Introducción a la Cadena de Suministro.....	66
3.4 Producto.....	68
3.5 Transporte.....	69
3.6 Estrategia Logística.....	71
Capítulo IV. Desarrollo de la propuesta de Instalación de la Recicladora.....	73
4.1 Fase I. Planteamiento y Selección de Estrategias.....	74
4.2. Determinación de Oferta de PET para la Elaboración de Estrategias.....	75
4.3 Elaboración y Selección de las Estrategias Generales para el Diseño de la Cadena de Suministro y la Recicladora.....	83
4.3.1 Factores de Fortalezas.....	84
4.3.2 Factores de Debilidades.....	87
4.3.3 Factores de Oportunidades.....	90
4.3.4 Factores de Amenazas.....	93
4.4. Descripción de las Estrategias Obtenidas.....	101
4.4.1 Estrategias DO.....	101
4.4.2 Estrategias FO.....	102
4.4.3 Estrategias FA.....	106
4.4.4 Estrategias DA.....	113
4.5 Fase II. Configuración de las Instalaciones.....	114
4.5.1 Determinación de la Demanda del Insumo.....	114

4.6 Selección del Proceso de la Recicladora.....	118
4.6.1 Proceso de Reciclaje Mecánico.....	118
4.6.2 Proceso de Reciclaje Químico.....	122
4.6.3 Proveedores y Selección del Proceso.....	125
4.7 Fase III. Localización de la Recicladora.....	126
4.7.1 Modelo de Localización de Planta.....	127
4.8 Estrategias Logísticas. Fase IV. Modelo de Recolección del Insumo.....	130
4.9 Estrategias Logísticas. Fase V. Modelo de Distribución del Insumo.....	134
4.9.1 Producto, Mercado Ideal y Modelo de Distribución.....	134
Conclusiones.....	140
Bibliografía.....	142
Anexo A1: Residuos Sólidos Urbanos y Reciclaje en Sitios Controlados y No Controlados en Ciudades y por Entidad Federativa de 1998 – 2008 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).....	147
Anexo A2: Tablas de la Encuesta Industrial Mensual de Junio 2009 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).....	149
Anexo A3: Tablas de los Censos Económicos 2004, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).....	151
Anexo A4: Recomendaciones para Instalar un Centro de Acopio por APREPET.....	156
Anexo A5: Legislación Ambiental Mexicana existente con el tema de los Residuos Sólidos.....	157
Anexo A6: Marco Geo estadístico y Superficie de la República Mexicana por Estados del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2000 y Capacidad de Vehículos a utilizar.....	158
Anexo A7: Localidades mayores a 50,000 habitantes. Censo de Población y Vivienda INEGI, 1995.....	159
Anexo A8: Rutas desde la Localización de Planta a cada Localidad. Sistema de Rutas Punto a Punto de la SCT, 2009.....	162
Anexo A9: Rellenos de Tierra Controlados y Rellenos Sanitarios por Entidad Federativa. INEGI, 2006.....	165
Anexo B1: Oferta calculada por Localidad.....	166
Anexo B2: Estructura del Modelo de Transporte de Recolección.....	169
Anexo B3: Formulación y Solución del Modelo de Transporte de Recolección en Software Lingo.....	172
Anexo B4: Estructura del Modelo de Transporte de Distribución.....	181
Anexo B5: Formulación y Solución del Modelo de Transporte de Distribución en Software Lingo.....	184
Suplemento IA. Composición de las Matrices del Modelo de David, Matriz MEFÉ, MEFI, Perfil Competitivo, DOFA y MCPE.....	192
IA.1 Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE).....	192
IA.2 Matriz de Perfil Competitivo (MPC).....	193
IA.3 Matriz de Evaluación de Factores Internos (MEFI).....	194
IA.4 Matriz para formular Estrategias de las Amenazas, Oportunidades, Debilidades y Fortalezas (FODA).....	195
IA.5 Matriz Cuantitativa de la Planificación Estratégica (MCPE).....	196
Anexo C: Definición de las Estrategias 4R.....	199

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1.0.1, Ciclo de los materiales plásticos. Basado en (Pérez López & Montes De Oca Morán, 2004).	19
Ilustración 1.0.2, Clasificación de Residuos. Basado en (Campaña de Conciencia Ambiental, 2009)	23
Ilustración 1.0.3, Desechos de la Fabricación de Envases. Fuente: APREPET, 2001.	24
Ilustración 1.0.4, Reciclado Mecánico, Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).	25
Ilustración 1.0.5, Proceso de Metanólisis. Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).	26
Ilustración 1.0.6, Diagrama de Proceso Químico.	27
Ilustración 2.0.1, Ciclo de Actividades del Reciclaje. Basado en (Secretaría de Ecología. Dirección General de Normatividad y Apoyo Técnico, 2008).	38
Ilustración 2.0.2, Recolección y Distribución del PET. Elaboración Propia.	38
Ilustración 2.0.3, Producción y consumo de PET (grado botella) Fuente: ANIQ 2001.	41
Ilustración 2.0.4, Precios de Poliolefinas. Fuente: Revista Ambiente Plástico, 2008.	41
Ilustración 2.0.5, Empresas de Plástico. Fuente: Revista Ambiente Plástico, 2004.	42
Ilustración 2.0.6, Consumo de Plásticos. Fuente: Revista Ambiente Plástico, 2004.	43
Ilustración 2.0.7, Representación del consumo plástico. Fuente: IMPI, 2001.	44
Ilustración 2.0.8, Oferta y Demanda de Resinas Plásticas. Fuente: INFOPLAS, 2001.	45
Ilustración 2.0.9, Destino de Resinas Plásticas. Fuente: INFOPLAS, 2001.	45
Ilustración 2.0.10, Consumo en el año 2000. Fuente: APREPET, 2001.	46
Ilustración 2.0.11, Consumo de Embalaje. Fuente: APREPET, 2001.	47
Ilustración 2.0.12, Figura 2.12, Representación del Segmento. Fuente: APREPET, 2001.	47
Ilustración 2.0.13, Etapas de Clasificación del PET. Basado en (Frers, 2006).	54
Ilustración 2.0.14, Marco Legal en México. Basado en (García Olivares, 2006).	60
Ilustración 2.0.15, Diagrama Ishikawa para resumir las Problemáticas del Reciclaje de PET. Elaboración Propia.	61
Ilustración 3.0.1, Formulación de Estrategias. Basado en (R. David, 2003).	65
Ilustración 3.0.2, Proceso de Formulación de Estrategias, Basado en (R. Meredith, 1999).	66
Ilustración 3.0.3, Clasificación según el grado de destino. Basado en (Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, 2006)	68
Ilustración 3.0.4, Proceso Virgen del PET. Basado en (Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, 2006).	69
Ilustración 4.0.1, Desarrollo de la Propuesta. Elaboración Propia.	74
Ilustración 4.0.2, Generación de Residuos por Área Geográfica. Basado en (García Olivares, 2006)	77
Ilustración 4.0.3, Generación de Residuos por Entidad Federativa. Elaboración Propia.	79
Ilustración 4.0.4, Representación Grafica del Producto más consumido en Envase PET. Elaboración Propia.	104
Ilustración 4.0.5, Representación Grafica del consumo de RPET en Envases. Elaboración Propia.	104
Ilustración 4.0.6, Representación Grafica del consumo de RPET en Envases. Elaboración Propia.	105
Ilustración 4.0.7, Representación Grafica para no consumir RPET en Envases. Elaboración Propia.	105
Ilustración 4.0.8, Representación Grafica para motivar al reciclaje. Elaboración Propia.	107
Ilustración 4.0.9, Representación Grafica para difundir el reciclaje. Elaboración Propia.	108
Ilustración 4.0.10, Representación Grafica para acopio. Elaboración Propia.	108
Ilustración 4.0.11, Representación Grafica para la Separación en casa de la Basura. Elaboración Propia.	109
Ilustración 4.0.12, Comportamiento de Precios de RPET. Fuente: Thesis Consultores S.C., 2001	112
Ilustración 4.0.13, Diagrama Sinóptico del Proceso Mecánico. Elaboración Propia.	120
Ilustración 4.0.14, Esquema de la Programación de la Producción. Elaboración Propia.	121
Ilustración 4.0.15, Diagrama Sinóptico del Proceso Químico. Elaboración Propia.	123
Ilustración 4.0.16, Esquema de la Programación de la Producción. Elaboración Propia.	124
Ilustración 4.17, Mapa de Proceso de la Recicladora Propuesta. Elaboración Propia.	135

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.0.1 Composición de la Basura. Basado en (Ecología y Compromiso Empresarial. ECOCE A.C., 2007).....	22
Tabla 1.0.2, Características de los procesos de Reciclado (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).....	28
Tabla 2.0.1, Producción, Importación y exportación de Resinas Sintéticas. Fuente: ANIQ 2001. ....	40
Tabla 2.0.2, Participación de Mercado. Fuente: ANIQ 2001.....	40
Tabla 2.0.3, Tasa de Recuperación de PET. Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008). ....	44
Tabla 2.0.4, Mayor Demanda del Plástico. Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial, 2001.....	44
Tabla 2.0.5, Segmentos de Resina PET. Fuente: Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).....	47
Tabla 2.0.6, Participación de ECOCE. Basado en (Ecología y Compromiso Empresarial. ECOCE A.C., 2007). ....	49
Tabla 2.0.7, Destino de Fabricación Post-industrial. Basado en (NAPCOR, 2004). ....	49
Tabla 2.0.8, Sector de RPET. Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).....	49
Tabla 2.0.9, Características que solicitan las Recicladoras. Basado en (García Olivares, 2006).....	58
Tabla 4.0.1, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios Controlados. Elaboración Propia.....	76
Tabla 4.0.2, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios No Controlados. Elaboración Propia.....	76
Tabla 4.0.3, Oferta de PET Combinada (Miles de Toneladas). Elaboración Propia. ....	76
Tabla 4.0.4, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios Controlados. Elaboración Propia.....	78
Tabla 4.0.5, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios No Controlados. Elaboración Propia.....	78
Tabla 4.0.6, Oferta de PET Combinada (Miles de Toneladas). Elaboración Propia. ....	78
Tabla 4.0.7, Oferta de PET por Estratos. Elaboración Propia.....	80
Tabla 4.0.8, Oferta de PET Combinada por Estratos. Elaboración Propia.....	81
Tabla 4.0.9, Oferta de PET por Entidad Federativa. Elaboración Propia.....	82
Tabla 4.0.10, Matriz del Factor Interno de la Recicladora. Elaboración Propia.....	89
Tabla 4.0.11, Matriz del Factor Externo de la Recicladora. Elaboración Propia.....	97
Tabla 4.0.12, Matriz del Perfil Competitivo, con base al proceso Químico. Elaboración Propia.....	97
Tabla 4.0.13, Matriz de las Cinco Fuerzas de Porter para analizar la Industria. Elaboración Propia.....	98
Tabla 4.0.14, Matriz FODA para la selección de estrategias. Elaboración Propia.....	99
Tabla 4.0.15, Matriz para la Selección de Estrategias FODA con Fuerzas de Porter. Elaboración Propia.....	100
Tabla 4.0.16, Producto más consumido en Envase PET. Elaboración Propia.....	103
Tabla 4.0.17, Disposición a consumir envases de RPET. Elaboración Propia.....	104
Tabla 4.0.18, Disposición a consumir envases de RPET. Elaboración Propia.....	105
Tabla 4.0.19, Razones por las cuales no consumir envases de RPET. Elaboración Propia.....	105
Tabla 4.0.20, Razones para motivar el Reciclaje. Elaboración Propia.....	107
Tabla 4.0.21, Donde difundir el Reciclaje. Elaboración Propia.....	107
Tabla 4.0.22, Donde dejar el acopio. Elaboración Propia.....	108
Tabla 4.0.23, Separación en casa. Elaboración Propia.....	108
Tabla 4.0.24, Precios de RPET. Fuente: Thesis Consultores S.C., 2001.....	111
Tabla 4.0.25, Estadísticos de Precios de RPET. Fuente: Thesis Consultores S.C., 2001.....	112
Tabla 4.0.26, Características de Precios de RPET. Basado en Thesis Consultores S.C., 2001.....	112
Tabla 4.0.27, Variación de los precios de poliéster reciclado en comparación con el poliéster fabricado a partir del material virgen en Estados Unidos (centavos americanos por libra aproximados), Fuente: Reciclados Crisol, 2002. ....	113
Tabla 4.0.28, Obtención de Base de Calculo para la Demanda. Elaboración Propia.....	116
Tabla 4.0.29, Obtención de Demanda según Clase de Actividad. Elaboración Propia.....	117
Tabla 4.0.30, Capacidad de Máquinas de Producción. Elaboración Propia.....	119
Tabla 4.0.31, Capacidad de Máquinas de Producción. Elaboración Propia.....	122
Tabla 4.0.32, Proveedores de Proceso Mecánico. Elaboración Propia.....	125
Tabla 4.0.33, Proveedores de Proceso Químico. Elaboración Propia.....	125
Tabla 4.0.34, Criterios de Selección del proceso. Elaboración Propia.....	126
Tabla 4.0.35, Criterios de Selección de Localización de Planta. Elaboración Propia.....	127
Tabla 4.0.36, Desarrollo del Algoritmo de Weisfeld. Elaboración Propia.....	128

Tabla 4.0.37, Localización óptima de Planta. Elaboración Propia.....	129
Tabla 4.0.38, Ubicación Geográfica de la Planta. Elaboración Propia.....	129
Tabla 4.0.39, Rutas de Recolección, Parte I. Elaboración Propia.....	131
Tabla 4.0.40, Rutas de Recolección, Parte II. Elaboración Propia.....	132
Tabla 4.0.41, Costos de Adquisición de Flotilla Propia. Elaboración Propia.....	133
Tabla 4.0.42, Localidades con potencial de instalación de Centros de Acopio. Elaboración Propia.....	133
Tabla 4.0.43, Rutas de Distribución, Parte I. Elaboración Propia.....	137
Tabla 4.0.44, Rutas de Distribución, Parte II. Elaboración Propia.....	138
Tabla 4.45, Rutas de Distribución, Parte III. Elaboración Propia.....	139

## **ÍNDICE DE ECUACIONES.**

Ecuación 1, Cálculo de Producción de Hojuela. Elaboración Propia.....	119
Ecuación 2, Cálculo de Producción de Resina. Elaboración Propia.....	122
Ecuación 3, Coordenadas del Centro de Gravedad. Basado en (Cristobal Vázquez, 2008).....	128
Ecuación 4, Factor de Corrección del Algoritmo Weisfeld. Basado en (Cristobal Vázquez, 2008).....	128
Ecuación 5, Coordenadas del Algoritmo Weisfeld. Basado en (Cristobal Vázquez, 2008).....	128

## INTRODUCCIÓN.

La presente investigación tiene como finalidad presentar la situación actual en México sobre la industria del Reciclaje de PET. Existen en la actualidad diversidad de estudios realizados sobre este tema, el cual sin embargo, no ha podido contar con una visión más allá del desarrollo de un estudio de factibilidad para la creación del negocio. El objetivo que se pretende en el desarrollo de esta investigación, es el de plantear estrategias antes de proceder al desarrollo de factibilidad del negocio, analizar el mercado con base en herramientas de la planeación estratégica y dar un sustento logístico a dichas estrategias para la operación de la misma creación del proyecto. Además, identificar un proceso distinto de producción dentro del Reciclaje de PET, que hasta el momento es casi inexistente en México. la diferencia del presente estudio a comparación de los existentes, no solo se valdrá de la propuesta de un proceso distinto y que en los países más desarrollados y para las empresas más importantes del mercado global ya es utilizado y donde empieza a crecer la demanda del mismo, sino en establecer modelos logísticos que aporten a controlar a una empresa de reciclaje el insumo que utiliza y como poder crear un mayor interés en la Sociedad para motivar al reciclaje de PET.

El estudio se divide en cuatro capítulos donde se exhibe y se proponen estrategias con base a una metodología para enriquecer y crear valor al proyecto de instalación de una Recicladora de PET. En los Capítulos I y II, se establece el contexto que se tiene en la actualidad en México sobre el reciclaje de PET. Se recaba información importante para mostrar cuales son las aportaciones que puede tener el reciclaje de este insumo y cuál ha sido el impacto ambiental que ha ocasionado en el país. Así mismo, se exhiben las principales problemáticas de este material dentro del Mercado de Reciclaje, para las personas encargadas del acopio de dicho insumo, las características de las empresas instaladas en el país y el entorno en el que se desenvuelven los factores importantes que influyen para que este material no haya

sido detonado todavía en México, el cual forma parte de los primeros países en presentar una tasa de desperdicio importante de reciclaje a nivel mundial.

En el Capítulo III, se presenta un breve marco teórico, sobre la Planeación Estratégica y la Logística, áreas en las cuales el estudio se fundamenta para la creación de estrategias adecuadas y que pueden ser implementadas en cualquier proyecto de este tipo para obtener una ventaja competitiva dentro del mercado de reciclaje. Finalmente, en el Capítulo IV, se presenta el desarrollo de la propuesta de creación de valor con las herramientas logístico-estratégicas para ampliar más el campo de estudio que se ha analizado en este tema y abrir así un mayor interés de búsqueda de información y creación de proyectos, con base en un enfoque estratégico que debe ser pensado y planeado como una etapa inicial, antes de proceder a analizar la factibilidad de un proyecto de cualquier tipo de actividad.

Al final del estudio se presentan las conclusiones obtenidas con el mismo, las cuales se basan en la metodología planteada dentro de la investigación. Los resultados de aplicar un modelo de cinco fases para la elaboración de estrategias, modelos de investigación de operaciones para la recolección y distribución del insumo, y utilizar un algoritmo para la localización de planta, permiten diferenciar la presente investigación y enriquecerla a comparación de otros estudios existentes, basados en métodos tradicionales y sin ideas innovadoras para la investigación de este tema.

En la investigación, se presenta información adicional presentada en la sección de Anexos, que permiten realizar diversos cálculos y justificar el desarrollo de la propuesta dentro del Capítulo IV. La información presentada en dichos anexos, se obtuvo de organismos gubernamentales, como lo son el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Informática, (INEGI), la Secretaría de Comunicaciones y Transporte, (SCT) e Instituciones relacionadas al sector del reciclaje. Por último, se presenta la bibliografía analizada y citada dentro del presente estudio. Cabe destacar,

que existe muchísima información sobre el tema en estudio, y que seguirá creciendo y tomará más auge en México, ya que el reciclaje de PET, es una de las industrias menos explotadas en el país y que puede propiciar un marco competitivo con respecto a otras naciones.

Finalmente, se espera crear un interés en el lector de la presente investigación para aportar al enriquecimiento de ideas en el tema, o mínimo en concientizar en la importancia que tiene la industria del reciclaje de PET y que no forme parte de los ciudadanos que desperdician un material que podemos aprovechar en la fabricación de productos que utilizamos en nuestra vida cotidiana.

# CAPÍTULO I. EL RECICLAJE DE PET EN MÉXICO.



El siguiente capitulo se enfoca a los aspectos que intervienen en el Reciclaje de PET, desde su clasificación dentro de los polímeros, su reciclado, sus procesos de transformación, hasta mencionar a las empresas más importantes que participan en este sector industrial y las investigaciones tecnológicas que se están poniendo en marcha para la reducción de sus costos operativos y productivos.

## 1.1 CLASIFICACIÓN DE POLÍMEROS.

Los polímeros, están firmemente establecidos como principales materias primas para la industria y su importancia seguirá creciendo. Tienen en común con otros materiales como metales, papel y vidrio su uso generalizado, lo que da lugar a grandes cantidades de residuos que son potencialmente valiosos para el reciclado y la regeneración. Los polímeros se pueden dividir en tres grupos principales: termoplásticos, elastómeros (o termofraguantes) y resinas termoendurecibles. Los Termofraguantes se forman mediante calor con o sin presión, obteniéndose un producto permanentemente duro, al añadirle más calor a algunas sustancias químicas, experimentan el fenómeno conocido como Polimerización (Pérez López & Montes De Oca Morán, 2004). Esto significa que ese material no podrá ser reblandecido nuevamente. Los Termoplásticos se ablandan al calentarse, por lo que puede ser moldeado y enfriado para obtener la forma deseada. En principio, este proceso puede repetirse muchas veces y permite la reutilización de desechos de productos (Ljiljana Korugic-Karasz, 2007). Las resinas son enlaces de elastómeros cruzados durante la transformación (curado o endurecimiento), y a diferencia de los otros materiales no pueden ser ablandadas por el calor y procesadas de nuevo (Ljiljana Korugic-Karasz, 2007). El PET al ser termoplástico puede ser reprocesado.

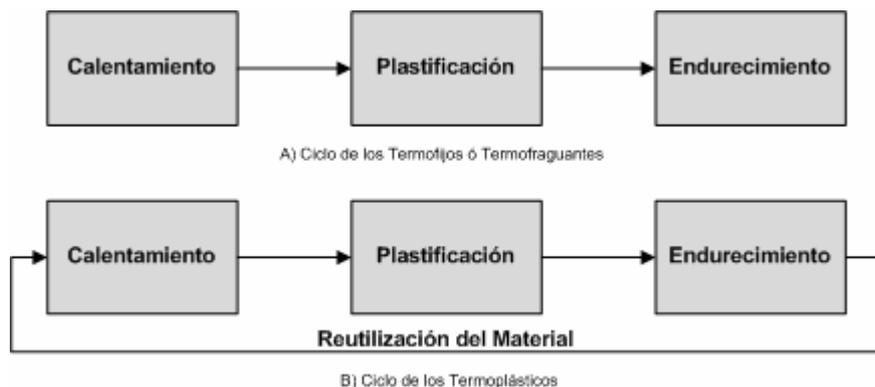


Ilustración 1.0.1, Ciclo de los materiales plásticos. Basado en (Pérez López & Montes De Oca Morán, 2004).

Los plásticos más comunes para la reutilización son seis, llamados “Comodities”, y se les identifica con un número dentro de un triángulo a los efectos de facilitar su clasificación para el reciclado. Estos son:

- ⇒ PET, Polietileno Tereftalato, identificado con el 1.
- ⇒ PEAD, Polietileno de Alta Densidad, identificado con el 2.
- ⇒ PVC, Cloruro de Polivinilo, identificado con el 3.
- ⇒ PEBD, Polietileno de Baja Densidad, identificado con el 4.
- ⇒ PP, Polipropileno, identificado con el 5.
- ⇒ PS, Poliestireno, identificado con el 6.

El PET es ampliamente utilizado en aplicaciones tan diversas como fibras textiles, películas, botellas y otros productos moldeados. La mayoría es para la producción de fibras sintéticas (por encima del 60%) y la producción de botellas que representa alrededor del 30% de la demanda mundial (Jankauskaité, Macijauskas, & Lygaitis, 2008). Su descubrimiento fue patentado como un polímero para fibra por J. R. Whinfield y J. T. Dickinson en 1941. Sin embargo, el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008). Las materias primas para producir PET son el etileno y el paraxileno (PX), los cuales a su vez, se utilizan para producir etilenglicol (EG) y ácido tereftálico, (TPA) respectivamente. Cuando éstos se hacen reaccionar entre sí bajo ciertas condiciones producen la resina PET en sus distintos grados (Conde, PET, El Súper Envase se impone, 2007). Las principales ventajas de este material son su precio, poco peso, facilidad de ser soplado en casi cualquier molde, entre otras características. Aunque el PET es un material reciclable, las industrias y los gobiernos están preocupados por su relación con el medio ambiente y sus impactos.

## **1.2 RECICLADO.**

El reciclado de cualquier material es importante para eliminar los residuos sólidos que contaminan al Medio Ambiente. Así mismo, el reciclado trata de aprovechar la “Basura”, en productos útiles para un aprovechamiento posterior.

The Global Environmental Management Initiative (Iniciativa GEMI) en México, (2002), señala que la contaminación es simplemente material que no logró convertirse en producto terminado. La conclusión entonces es lógica e inmediata, si se atacan las ineficiencias se reduce la contaminación y se gana en competitividad (Sosa, 2008).

El reciclado es un aspecto importante dentro de la cadena de suministro de las empresas de reciclaje en el país, entender bien este concepto ayudará a la adecuada recolección de la materia prima que se desee obtener. En México existen organismos dedicados a la recolección y reciclado de plásticos desde 1992, incluido el PET. Las organizaciones más importantes son:

- ⇒ APREPET, A.C., Asociación para Promover el Reciclaje del PET.
- ⇒ ANIPAC, Asociación Nacional de Industrias del Plástico, A.C.
- ⇒ AMEE, Asociación Mexicana de Envase y Embalaje.
- ⇒ CICEANA, Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica.
- ⇒ ECOCE, A.C. Ecología y Compromiso Empresarial, A.C.
- ⇒ EPA, Environment Protection Agency.
- ⇒ SUSTENTA, Compromiso Empresarial para el Manejo Integral de Residuos Sólidos.
- ⇒ INARE A.C., Instituto Nacional de Recicladores.

El éxito que ha tenido el PET en México se debe en gran parte a que en este país se consumen alrededor de 14 mil 600 millones de litros de bebidas carbonatadas (refrescos) que provocó un consumo de 740,000 toneladas de este plástico en el año 2006 (Conde, PET, El Súper Envase se impone, 2007).

Esto se debe a que los refrescos forman parte de la dieta de los mexicanos, puesto que la leche resulta más costosa.

Un ejemplo de esto se refleja en la ciudad de Monterrey, la cual ostenta el más alto récord en consumo per cápita de refresco con la cifra de 196 litros por persona al año. En promedio, en todo el país se consumen 160 litros per cápita (Conde, PET, El Súper Envase se impone, 2007).

La industria del reciclaje del PET ha logrado una tasa de recolección que puede ir del 7 al 13% anual y el mayor volumen de residuo plástico recuperado en el país, estimado entre 50,000 y 60,000 toneladas anuales. Los insumos dentro de la Cadena de Suministro, para la instalación de una Recicladora de PET, se refieren a la forma de recolectar botellas, cuyo objetivo inicial fue ser el envase de bebidas carbonatadas como los refrescos y agua, entre otros productos. Estos residuos se encuentran libres y presentan un impacto ambiental y desperdicio de un material con amplias

posibilidades de uso para la fabricación de otros productos. Para el análisis de la obtención de insumos en una empresa de reciclaje, se tiene que tomar en cuenta que la mayor cantidad de estos insumos se encuentran en la “Basura”. Sin embargo, se tiene que conocer cuáles son los materiales que podemos encontrar en esta basura y que pueden ser reutilizados para la transformación de un producto posterior. Para Ecología y Compromiso Empresarial (ECOCE), la basura se clasifica de la siguiente forma:

Residuo Sólido Urbano	Porcentaje de Composición presente en la Basura.
Papel y Cartón	14%
Plásticos	6%
Metales	3%
Vidrio	7%
Residuos de Alimentos	32%
Residuos de Jardinería	10%
Otros	28%

Tabla 1.0.1 Composición de la Basura. Basado en (Ecología y Compromiso Empresarial. ECOCE A.C., 2007).

Aunque el Instituto Nacional de Ecología (INE), la clasifica de la siguiente manera: 40% es orgánica, 15% papel y cartón, 8% vidrio, 5% plástico, 6% fierros, 5% aluminio, 4% materiales diversos, 4% trapos y ropa vieja, 3% pañales desechables y 6% de todo tipo de cosas. Esto materiales que son encontrados en estos porcentajes, dan opción a los emprendedores y empresarios que forman una empresa de transformación con estos insumos, dependiendo del tipo de material que dará vida a su proceso productivo. En este caso se requiere información de los plásticos que darán vida a la recicladora de PET. A pesar de tener esta información, estos materiales no se contemplan simplemente como basura, ya que tiene su propia clasificación para seleccionar el tipo de insumo y se conocen como residuos.

Un **RESIDUO** se debe entender como cualquier producto, objeto o sustancia generada a partir de la actividad humana de la que su poseedor se desprende bien porque ya no sirve para el uso por el que se creó o porque se agotó su vida útil (Universidad Autónoma Metropolitana. UAM, 2009).

Adaptando este concepto al ambiente del reciclaje, se puede obtener una nueva definición de residuo:

Cualquier material o sustancia generada a partir de la actividad humana, el cual puede volver a usarse para su fin inicial (Reutilizar), o bien convertirse en un nuevo producto de utilidad (Valorización) (Universidad Autónoma Metropolitana. UAM, 2009).

Este concepto, cabe perfectamente en el enfoque de una cadena de suministro cuyo soporte es el flujo de la obtención y distribución de un producto que se considera como un residuo. Además, el Instituto Nacional de Ecología, ha clasificado a los residuos de la siguiente forma:

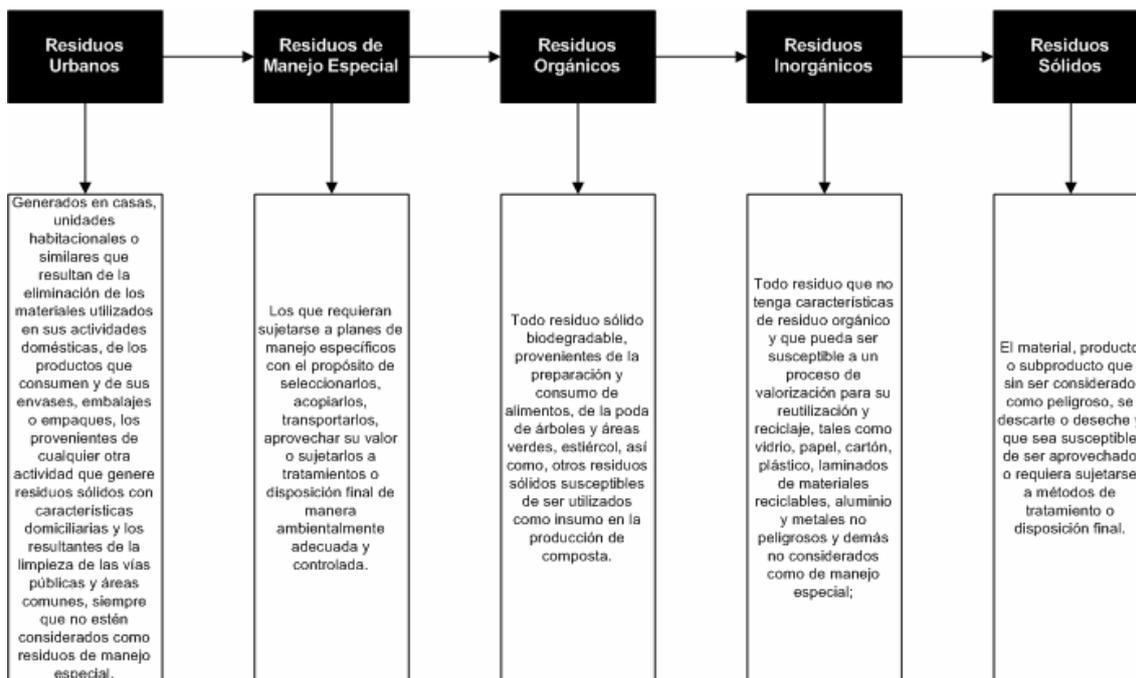


Ilustración 1.0.2, Clasificación de Residuos. Basado en (Campaña de Conciencia Ambiental, 2009)

En la cadena de suministro se debe contemplar esta clasificación en el bloque inicial donde empieza la cadena, ya que incluye la obtención y el manejo del residuo que va a circular dentro de la misma. Para la recicladora, estos residuos se limitan única y exclusivamente al PET, el cual es un tipo de plástico. Sin embargo, dentro de la basura o residuos se manejan porcentajes de plásticos y no exclusivamente del PET, por lo que se debe concretar cuáles son aquellos materiales plásticos que se pueden reutilizar conociendo que el 95% de ellos se pueden reciclar. En México se consumen más de 200,000 botellas de plástico cada hora, y las tendencias de empaques en bienes de consumo han provocado que esta cifra se incremente día a día. Algo importante a considerar, es que dentro de la recolección de la basura se van a encontrar compuestos químicos que irán mezclados con la misma, dentro de los

residuos sólidos urbanos (RSU), la clasificación de residuos depende de la composición de éstos. Fundamentalmente se encuentra: agua, materia combustible y materiales inertes, de la siguiente forma:

- ⇒ La cantidad de agua puede oscilar entre el 25% y el 60%.
- ⇒ La de materia combustible varía entre el 15% y el 50%.
- ⇒ Los materiales inertes suponen entre el 15% y el 40%.

Esto provoca otro análisis más dentro de la cadena de suministro para el momento de la recolección del insumo que dará vida al proceso productivo dentro de la recicladora. Por tal motivo, el concepto de las “4R”<sup>1</sup>, cabe perfectamente en la cadena, ya que estas 4 estrategias pueden definir el camino a seguir de la misma.

En México se producen 630 mil toneladas de PET al año, de las cuales la industria refresquera genera 365 mil toneladas de ese desecho (Universidad Autónoma Metropolitana. UAM, 2009).

Aquí se muestra el consumo de los plásticos más utilizados por la industria donde se destaca al PET:

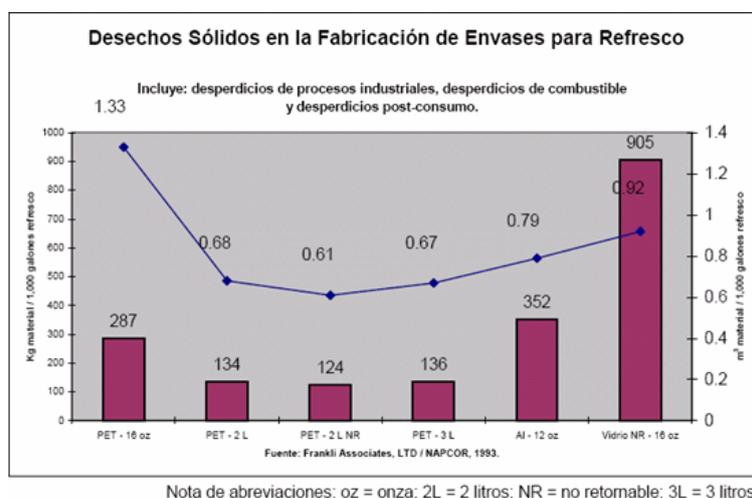


Ilustración 1.0.3, Desechos de la Fabricación de Envases. Fuente: APREPET, 2001.

Durante la producción de envases se generan residuos sólidos, y a este respecto, se puede apreciar en la gráfica anterior el comparativo de residuos generados, con otro tipo de materiales para envases.

<sup>1</sup> Ver Anexo C.

### 1.3 PROCESO DE FABRICACIÓN.

El proceso de fabricación va a depender del tipo de proceso a utilizar, en México el más empleado es el Reciclaje Mecánico.

La inversión promedio fluctúa dependiendo de la capacidad, para 1000kg/h el rango es de \$200,000 a \$300,000 dólares; si se requiere de 500kg/h varía entre \$100,000 a \$200,000 (Rémezc, 2006).

Esta decisión es importante dentro del análisis de creación de proyecto de la instalación de la Recicladora. Dentro del reciclado hay tres maneras de aprovechar los envases de PET una vez que terminó su vida útil: someterlos a un reciclado mecánico, a un reciclado químico, o a un reciclado energético empleándolos como fuente de energía. La descripción de cada uno de estos procesos es la siguiente:

1. **Reciclado mecánico.** Es la técnica más utilizada en la actualidad, consiste en la molienda, separación y lavado de los envases.

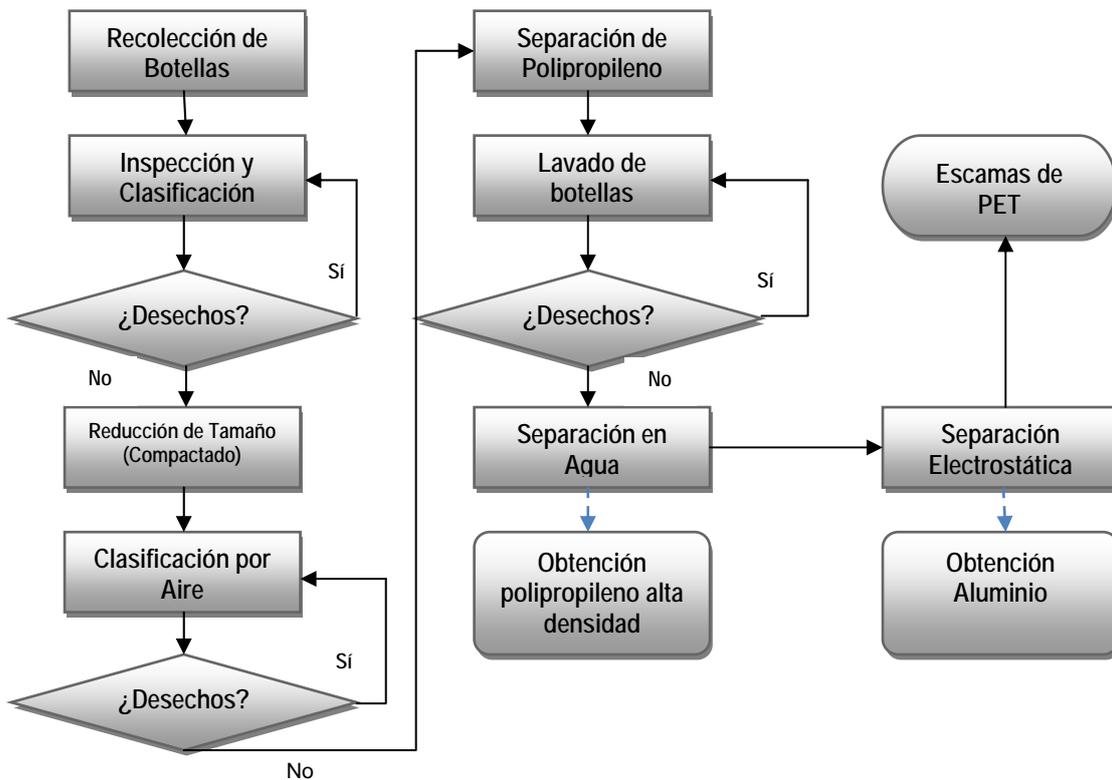


Ilustración 1.0.4, Reciclado Mecánico, Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

2. **Reciclado Químico.** Consiste en la separación de los componentes básicos de la resina y la síntesis de nueva materia virgen, permite el sustancial ahorro de gas y Petróleo, materias primas básicas del PET. Existen varios procesos, como son: metanólisis, glicólisis e hidrólisis.

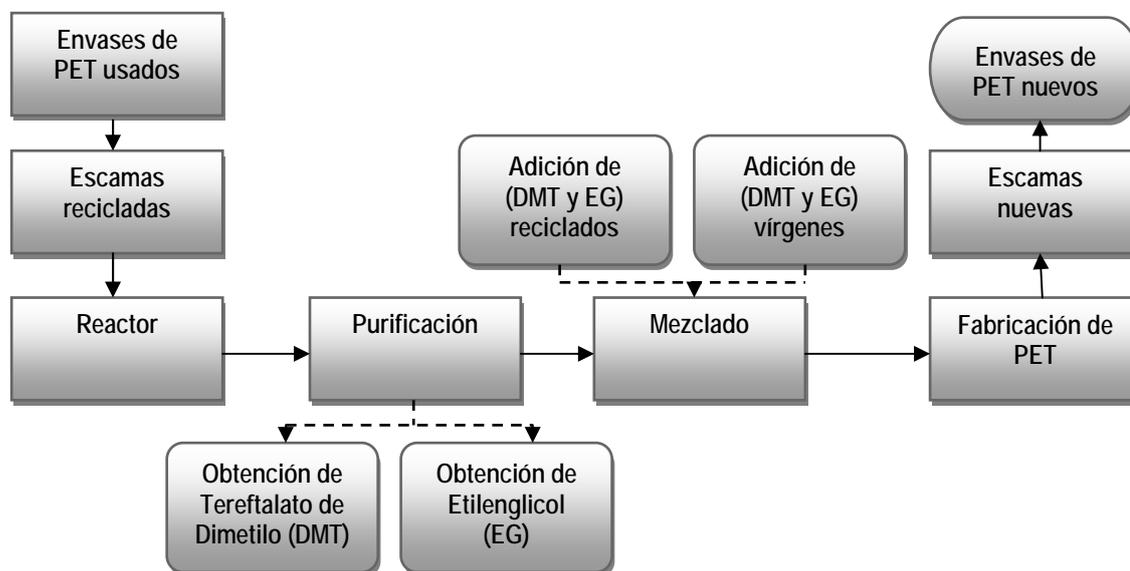


Ilustración 1.0.5, Proceso de Metanólisis. Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

Dentro de la glicólisis, se utilizan equipos de producción industrial en una planta para obtener una ruta a través de un reactor de esterificación y una dilución del mismo, todos los equipos tienen una capacidad máxima de 20000 kg. A partir de la glicólisis del producto de PET, se pueden formar cáscaras de arroz y resina de poliéster insaturado sintetizada (Ahmad, Abu Bakar, Siti, & Ram, 2007). Cuando la glicólisis se lleva a cabo utilizando el etilenglicol (EG) o propilenglicol (PG) los oligómeros obtenidos pueden ser utilizados en la síntesis de poliésteres no saturados (UP) por reacción con anhídrido maléico. Este proceso tiene dos claras ventajas. La primera es que los residuos de PET se convierten en un comercial producto con valor agregado, y la segunda es la producción del ácido tereftálico (TPA) basado en resinas. Otra tecnología de tratamiento de las partículas de PET y PVC son soluciones alcalinas seguidas de un proceso de flotación de espuma de PVC con surfactantes no iónicos desarrollados dentro de un laboratorio.

En esta tecnología, las condiciones experimentales adecuadas, se han optimizado a través de un examen detallado de todas las variables sobre eficiencia y selectividad de la separación de PVC y PET. Se demuestra que el uso de esta tecnología es de un 95 a 100% de recuperación del material (Drelich, Payne, Kim, & Miller, 1998).

Estas son algunos procesos que le dan valor agregado al PET.

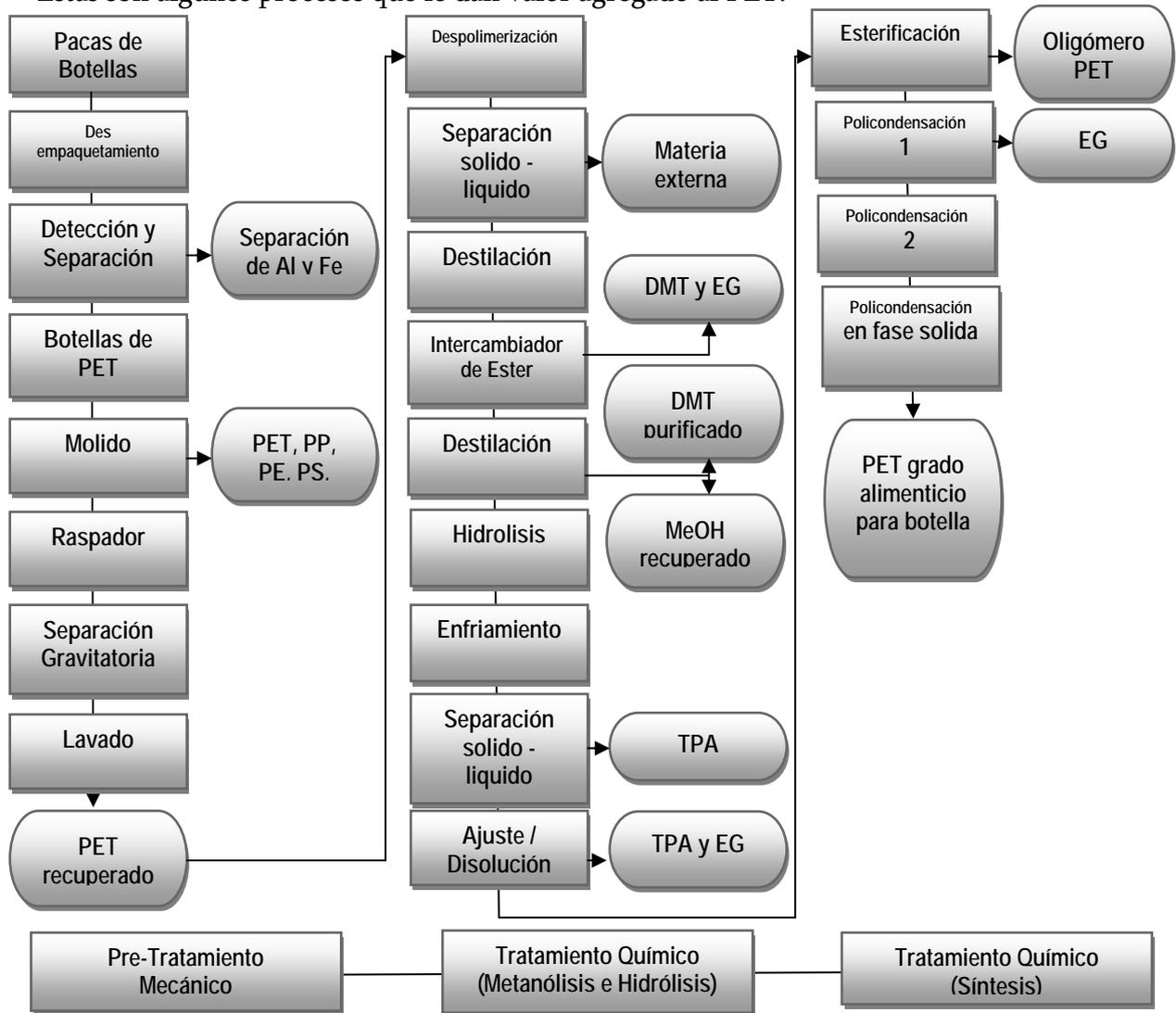


Ilustración 1.0.6, Diagrama de Proceso Químico.

**3. Aprovechamiento Energético.** Esta alternativa se aplica en varios países extranjeros como Suiza y Holanda. El PET es un polímero que está formado por átomos de Carbono e Hidrógeno, por lo cual al ser quemado se produce dióxido de carbono y agua ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) con desprendimiento de energía. Este proceso permite dar asistencia a escuelas, asilos y sectores de menores recursos para complementar su calefacción y agua caliente.

Para determinar cuál de estos métodos son convenientes a elegir, va a depender de la magnitud de la empresa, así como su estrategia de mercado, esta será una de las razones a evaluar dentro del proyecto de instalación de la recicladora. Sin embargo, APREPET, menciona las siguientes diferencias:

Características del Proceso	Reciclado	Reciclado Químico	
	Mecánico	Glicólisis	Metanólisis
Calidad del Desperdicio	Alta	Moderada	Amplio
Costo de Operación	Bajo	Moderada	Alto
Calidad de Producción	Moderada	Alta	“Virgen”
Mercado	Reducido	Muchos	Todos

Tabla 1.0.2, Características de los procesos de Reciclado (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

Una vez que se ha identificado el proceso y algunas aplicaciones tecnológicas que se dan al PET, se analizan las empresas que componen el sector.

#### 1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS EMPRESAS DE RECICLAJE EN MÉXICO.

Los competidores forman parte importante del desempeño estratégico y funcionamiento de la cadena de suministro de una nueva recicladora de PET. Esto debido, a que es el material que más se puede aprovechar y se encuentra en mayor volumen dentro de los residuos sólidos municipales, ya que ECOCE menciona que se encuentra del 7% al 10% en este rubro y del 1.5% al 2% en peso. Por tal razón las empresas existentes en México dedicadas a este mercado deben ser analizadas para determinar el nicho con nuevos productos con los que se puede competir. Las empresas más importantes dentro de la industria del reciclaje de PET, se pueden clasificar según el proceso de reciclaje.

##### 1.4.1 DESCRIPCIÓN DE EMPRESAS CON RECICLAJE QUÍMICO.

En México, el reciclaje químico es casi inexistente. Sin embargo, empresas de capital extranjero, ya empiezan a contemplar la adquisición de la tecnología necesaria para este proceso. Por tal razón, se realizara una breve descripción de las empresas que ya participan o planean participar a corto plazo, en este proceso.

#### **VORIDIAN COMPANY, INC.**

Es una división de Eastman Chemical Company, que es la empresa líder a nivel mundial en la producción de PET para el mercado de empaque y embalaje, Voridian se dedica a la producción y comercialización de Polietileno, Fibras de Acetato y PET. Ubicada en Cosoleacaque, Veracruz, la planta produce PET para abastecer al mercado sudamericano con capacidad de 140 mil toneladas anuales, (Medina, Apoyo tecnológico con ideas grandes, 2004). Hay que destacar, que esta empresa produce más resina virgen para la fabricación de sus productos que reciclada. Sin embargo, tratan de fabricar sus propias resinas. Eastman Chemical Company, realizará la fabricación de un nuevo grado de PET denominado ParaStar, para entrar al mercado denominado “B2B” o “Bottle to Bottle” con tecnología química.

#### **GRUPO MOSSI Y GHISOLFI DE MÉXICO S.A. de C.V.**

Ubicada en Altamira Tamaulipas, de capital italiano, esta empresa produce PET para el área de empaque y embalaje alimenticio. Altamira cuenta con capacidad de 400 mil toneladas al año (Medina, Mossi y Ghisolfi de México, 2005). Hay que destacar que esta empresa no se dedica a la fabricación de resina para botella, su mercado es solo el de embalaje y participa con el reciclaje químico con una resina llamada REPETE® MAX, que se vende a Estados Unidos y que se mezcla en 10% con resina virgen para la fabricación de empaques de grado alimenticio.

#### **INDUSTRIA MEXICANA DE RECICLAJE S.A. de C.V. (IMER)**

Es la primera planta de reciclado de plástico PET (grado alimenticio) en México y la de mayor capacidad en América Latina. Gracias a la suma de esfuerzos de Coca-Cola de México, Coca-Cola Femsa y Alpla, la planta de reciclaje IMER fue inaugurada en 2005. Desde entonces, más de 12 mil toneladas de PET han sido procesadas. Se encuentra ubicada en Toluca, Estado de México, cuenta con capacidad de 25 mil toneladas anuales, además de un software de logística inversa denominado Numetrix/3, con el cual monitorean el flujo de las botellas desde su creación inicial en las plantas refresqueras hasta su retorno a la planta de reciclaje.

### **PROMOTORA AMBIENTAL S.A de C.V. (PASA) – AVANGARD**

Probablemente sea el competidor más fuerte del momento a nivel nacional. Cotiza dentro de la Bolsa Mexicana de Valores, se dedican a la recolección de residuos industriales, comerciales y domiciliarios. Cuentan con estaciones de transferencia y rellenos sanitarios propios. A inicios de 2009 inauguraron su primera planta de reciclaje llamada PETSTAR para reciclaje mecánico, pero ya están buscando la adquisición de maquinaria europea para el reciclaje químico y vender resina grado alimenticio con valor agregado. Su principal proveedor es Avangard, quien tiene centros de acopio de PET a nivel nacional.

Las empresas anteriores participan en un determinado porcentaje con el reciclaje químico del PET. Esto debido a que se necesita de una gran inversión para su implementación, pero las ventajas que puede ofrecer son mucho mayores a las ofrecidas por el reciclaje mecánico, cuyo mercado es más limitado y donde más de 3500 empresas se ubican.

#### **1.4.2 DESCRIPCIÓN DE EMPRESAS CON RECICLAJE MECÁNICO.**

Estas empresas son de tipo formal e informal, y en el caso de que la Recicladora propuesta elija tomar el reciclado mecánico como su opción de operación, las empresas formales, formarían parte de su competencia. La siguiente descripción, se enfoca a analizar aquellas empresas que se podrían considerar como las más importantes dentro del Mercado, utilizando el proceso mecánico. Esto debido a su presencia dentro del sector del reciclaje, sus capacidades de producción y su diversidad de productos.

### **TECNOLOGÍA DE RECICLAJE S.A. de C.V.**

Ubicada en Tecámac, Estado de México, transforma alrededor de 1000 toneladas al mes de desechos de PET. Cuentan con tres procesos de transformación, el primero es el denominado “planta de hojuela”, con producción aproximada de 800 toneladas al

mes. El segundo proceso es el de “Fibra”, con producción aproximada de 700 toneladas mensuales. El último proceso donde se producen cerca de 120 toneladas cada mes, es el de “telas punzonadas o geotextiles no tejidos”, que combinan propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas, con el objetivo de realzar las propiedades requeridas del suelo.

#### **ESSA RECICLADOS S.A. de C.V. (RECIMEX)**

Ofrece un servicio a las personas que desean iniciar con una empresa de reciclaje de plásticos y también para las empresas que ya están operando. Realizan estudios de pre-factibilidad para quienes empiezan desde cero, pero también apoyan parcialmente en la realización de proyectos cuando así lo requieren. Son distribuidores autorizados de maquinaria para reciclaje de plásticos. También cuentan con convenios en laboratorios que realizan pruebas del material reciclado para verificar su calidad. Cuentan con capacitación al personal de esta industria y en general para la industria del plástico.

#### **TRANSPAC MEXICO S.A. de C.V.**

Esta empresa participa en el proyecto de construir 10 plantas de segregación de residuos en el país en los próximos 5 años, inaugurando en febrero de 2006 la 1ª de ellas en el municipio de Torreón, Coahuila. Tienen capacidad instalada para comercializar 15,000 toneladas de materiales reciclados mensuales. Cuenta actualmente con 4 Centros de Acopio propios y tiene alianzas con otros 4 más en la zona metropolitana de la Cd. de México y el interior del país. Se encuentra ubicada en el Distrito Federal y su planta de Residuos Sólidos Municipales en Durango.

#### **RECYPET S.A. de C.V.**

Cuenta con una planta de reciclado en el estado de Morelos y oficinas en el Distrito Federal. Cuenta con pacas de 250 Kg. ya sea con material mixto o separado por colores. Recypet cuenta con PET molido lavado o sucio. Acopian de basureros las botellas de plástico PET para su prensado, molienda y posterior comercialización a

nivel nacional (Recypet S.A. de C.V., 2007). Cuentan con una capacidad mensual de 80 toneladas y mantiene alianzas con países como: China, Corea, Venezuela y Colombia.

#### **RECICLADORA VAFIR S.A. de C.V.**

Recicla de todo tipo de materiales. Se encuentra en Puebla y se dedica a compactar BOPP, Pelletizar BOPP y Moler y Lavar PET. Del PET tienen alrededor de 25,000 kilos por semana, cristal, lavado y molido.

#### **RECIPLAGS S.A. de C.V.**

Se ubica en Aguascalientes. Sus productos están divididos en dos ramas: Plásticos Post consumo y Plásticos Post industrial. Entre sus principales clientes están: Nissan, Texas Instruments y Flextronics Industria.

#### **RECIPLAST S.A. de C.V.**

Se ubica en Cancún, Quintana Roo. Instaló contenedores en los sitios más convenientes de Cancún, con lo que logran que la sociedad participe en el cuidado del medio ambiente. Este programa se realiza gracias a la eficiente operación de Servicios Públicos Municipales. Los contenedores han sido donados por empresas socialmente responsables.

Además de las empresas que participan dentro del país, se debe considerar la competencia internacional al realizar la exportación de los productos de la Recicladora Propuesta, ya que dentro del mercado global pueden representar una amenaza para el crecimiento de la misma. Algunas son:

#### **KRONES, AG DE NEUTRAUBLING (ALEMANIA)**

Ofrece una planta compacta de reciclaje de PET botella a botella. Produce material reciclado apto para uso alimentario (Ambiente Plástico, 2006). La planta de reciclaje

de PET ha sido dimensionada para obtener de 500 kg/h a 1000 kg/h de material reciclado.

### **NOVAPET (ESPAÑA)**

Participa en el reciclado de PET para fabricación de preformas. Ha invertido más de 70 millones de euros en nuevas instalaciones con capacidad total de producción de 250.000 toneladas anuales de resinas de PET, y de algo más de 500 millones de preformas producidas en la misma planta.

### **1.5 INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA FUTURA.**

Esta sección se enfoca a todas aquellas investigaciones dentro del reciclaje de PET, que pueden crear un nicho de mercado posteriormente. El objetivo que persigue esta sección, es identificar los avances tecnológicos que se realizan en México, con la finalidad de poder adquirir o participar con dichos avances dentro del proyecto de instalación de la Recicladora, reduciendo costos y poder penetrar el Mercado. Uno de los avances concernientes al proceso químico, se realizó en la Universidad Iberoamericana, en la Ciudad de México. Han desarrollado el proceso “Afinity” para reciclar el PET y reducirlo a su materia prima original, una innovación tecnológica única en el país, utilizado para fabricar envases y textiles (Revista Mundo Plástico, 2008). Esta tecnología realiza el proceso químico mediante el cual el PET puede degradarse en forma de polvo y volverlo a utilizar como si fuera la primera vez. Afinity reduce los costos del proceso al 95%. La Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), ha desarrollado una alternativa para poder procesar el plástico reciclado de PET y convertirlo en material nanocompuesto.

Se usan pequeñas partículas de arcilla provenientes de cenizas volcánicas que confieren propiedades al PET para poder ser reprocesado. Cuando las partículas de arcilla se rompen, en el procesamiento con el PET reciclado, se obtienen millones de pequeñas placas reforzantes que restituyen las propiedades del plástico para poder ser reprocesado (Sánchez Sólis & Manero Brito, 2006).

La simulación, también ha sido empleado como otro avance tecnológico. La importancia de la simulación (en contraposición a un análisis de regresión), permite observar el comportamiento del mercado de PET hasta 10 años. Basándose en la información proporcionada por la simulación, las empresas pueden desarrollar sus estrategias para ser más competitivas. El modelo de simulación utiliza datos de varios subconjuntos de mercados.

Tres tipos de estadísticas se relacionan con el Mercado: en primer lugar, la demanda histórica de PET para cada mercado, en segundo lugar, la tasa de crecimiento de cada mercado durante los últimos años y las previsiones de tasas de crecimiento para los próximos años y, por último, el crecimiento del PET dentro de la cuota de cada mercado (Romero-Hernández, Romero Hernández, Muñoz, Datta-Silveira, Palacios-Brun, & Laguna, 2008).

Los resultados reflejan que el consumo de PET seguirá aumentando de gran forma los años siguientes. Los refrescos se mantendrán como el principal submercado de botellas de PET. Sin embargo, el agua es el submercado que crecerá con mayor ritmo. Aunque el volumen total de PET recopilado está en constante aumento, las tasas de reciclado (kg recogidos / kg producido) eventualmente van a disminuir. Esto se debe al hecho de que la tasa de producción de PET será superior a la tasa de recolección de PET. Esto da valor al proyecto de instalación de una nueva recicladora.

## CAPÍTULO II. SISTEMA DE RECOLECCIÓN, MERCADO Y PROBLEMÁTICAS DEL PET



El siguiente capítulo se enfoca a los factores que influyen en la recolección del insumo, los actores que intervienen en la misma. Así mismo, se menciona el mercado de polímeros y del RPET, sus características y consideraciones futuras. Finalmente, se abordan las principales problemáticas que se derivan de la contaminación del PET y del sector industrial que participa del mismo material.

## 2.1 SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL.

De acuerdo con la investigadora del Instituto Politécnico Nacional, Rosa Laura Meraz, en México hay tres tipos de sitios para disposición final de desechos: el basurero a cielo abierto sin ningún control; el basurero controlado, que es un banco de materiales donde se compacta y cubre la basura con tierra; y el relleno sanitario, obra de ingeniería con sistemas de captación de biogas y lixiviados (líquidos producto de la basura orgánica). Según reportes de autoridades estatales, recabados por la Secretaría de Medio Ambiente (SEMARNAT), existen 650 tiraderos a cielo abierto y alrededor de 200 sitios controlados, de los cuales sólo nueve casi cubren el cumplimiento de la norma ambiental: Monterrey, Torreón, Tlalnepantla, Mérida, Querétaro, Nuevo Laredo, San Juan del Río, Nogales y Durango. De 32 entidades federativas que conforman el territorio nacional 23 no han realizado la adecuada "selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial", que exige la NOM-083-SEMARNAT-2003, por lo que corren el riesgo de, eventualmente, padecer conflictos logísticos y sociales derivados de un mal tratamiento de su basura. En todo el país el 63% de los desechos a nivel nacional se generan en la zona centro, integrada por los estados de: Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala, Veracruz y el Distrito Federal. La actividad del reciclaje implica varias etapas. Principalmente son:

- ⇒ Recuperación de los residuos.
- ⇒ Procesamiento intermedio.
- ⇒ Almacenamiento.
- ⇒ Transporte.
- ⇒ Procesamiento final.

**La primera etapa**, se lleva a cabo a través de la “pepena”.

Esta actividad consiste en personas que 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 (García Olivares, 2006).

Existe también la recolección efectuada por personal de los camiones de basura. Algunos municipios estatales, realizan la adaptación de camiones, para depositar este material en la correspondiente sección. Sin embargo, rápidamente estos camiones llenan su capacidad adaptada para los plásticos, dejando espacios del camión semi-vacíos en las otras secciones destinadas para otros residuos. Otra alternativa de recolección se deriva de programas escolares, estos programas consisten en establecer contenedores para que alumnos, profesores y empleados, coloquen las botellas. Un ejemplo de esta actividad se puede ver en la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas del IPN. La distribución del material reciclado se da en los centros de acopio, que enfocan ciertas cantidades a empresas de reciclaje para cubrir su demanda. **La segunda etapa**, se realiza en centros de acopio.

Las actividades son:

- ⇒ La separación por características de los materiales, los cuales vienen revueltos;
- ⇒ La limpieza;
- ⇒ La compactación, para manejar mayor cantidad de material y ocupar menos espacio;
- ⇒ La trituración, para materiales como el plástico.

**La tercera etapa**, se realiza por estos mismos centros, dependiendo de su capacidad. Sin embargo, este almacenamiento dura poco tiempo. **La cuarta etapa**, es uno de los problemas más importantes del reciclaje, debido a las grandes distancias que en ocasiones se tienen que cubrir entre los centros de acopio y las industrias procesadoras. En esta etapa, los materiales con poco peso como son los plásticos, si no son compactados o amarrados, su costo de transporte es elevado. **La quinta etapa**, consiste en preparar a los materiales reciclados a cumplir con ciertas especificaciones que se requieren en el proceso, para fabricar productos de consumo final. En este proceso se requiere un porcentaje de materia virgen.

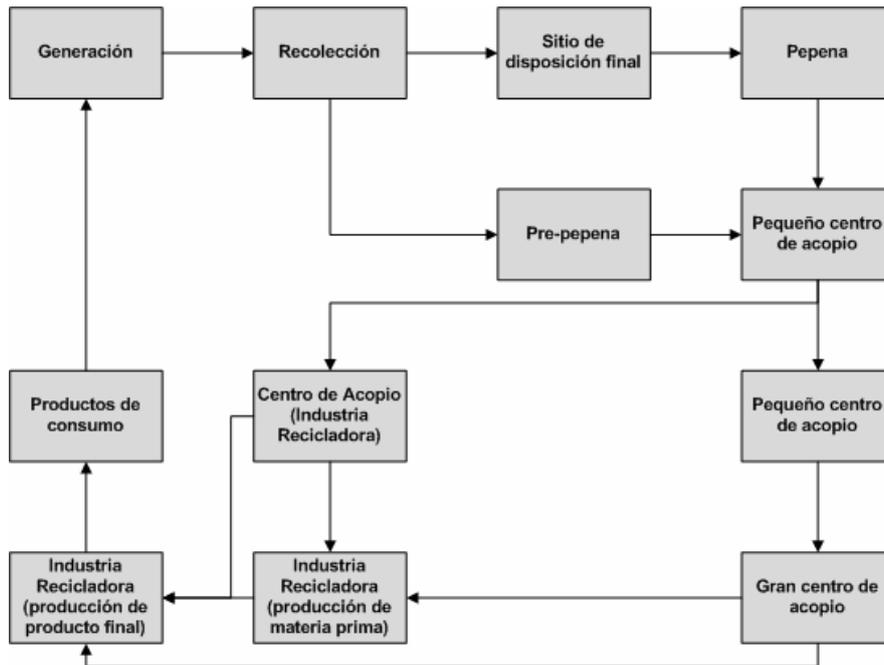


Ilustración 2.0.1, Ciclo de Actividades del Reciclaje. Basado en (Secretaría de Ecología. Dirección General de Normatividad y Apoyo Técnico, 2008).

Una comparativa del ciclo de actividades del reciclaje con lo que informan los organismos encargados en acopiar y apoyar a las empresas recicladoras, se da con Ecología y Compromiso Empresarial, que combinando sus actividades con los procesos de fabricación de las empresas, se puede obtener el sistema de recolección y distribución actual en México.

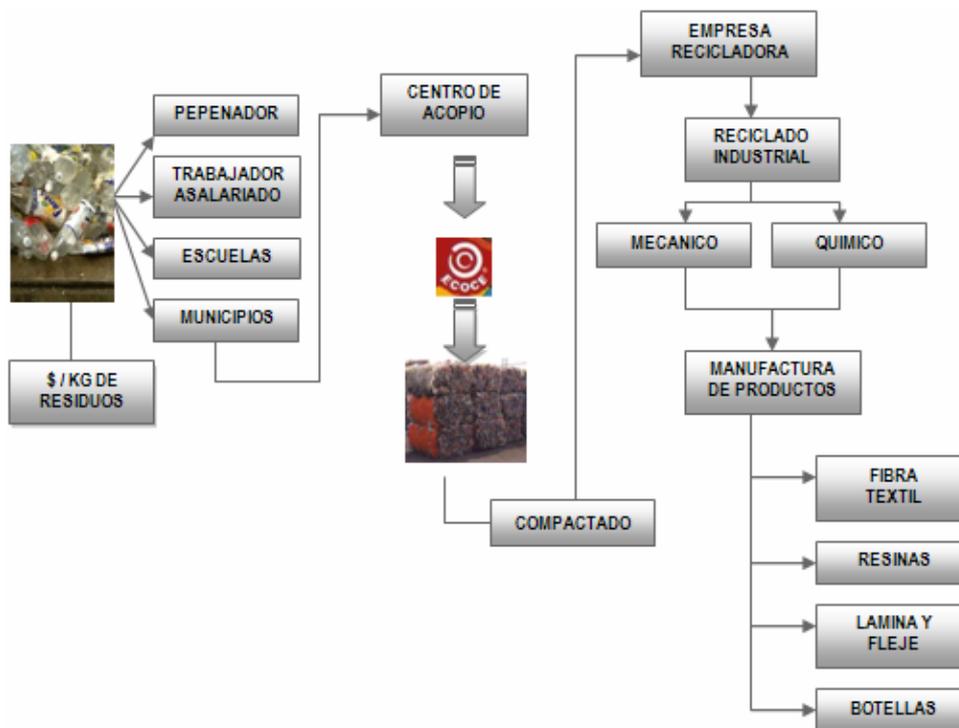


Ilustración 2.0.2, Recolección y Distribución del PET. Elaboración Propia.

Este es uno de los aspectos importantes a evaluar para el desarrollo de propuesta de instalación de la nueva recicladora. ECOCE ha promovido la creación de 17 plantas procesadoras de residuos, con las cuales se cubre prácticamente el 100% de la República Mexicana.

Además de la labor de recuperación de envases, se han realizado campañas de comunicación y acopio de tipo educativo, en las cuales se ha intentado llevar conciencia a los ciudadanos sobre la importancia de depositar los residuos correctamente (Ecología y Compromiso Empresarial. ECOCE A.C., 2007).

Sus Plantas de Procesamiento de Residuos de Envases de PET, abreviados PREP's, tienen un radio de acción de aproximadamente 200 km. Se ubican en: Tijuana, Hermosillo, Ciudad Juárez, Culiacán, Torreón, Monterrey, San Luis Potosí, Altamira, Guadalajara, Querétaro, Xalostoc en el Estado de México, Acapulco, Jalapa, Oaxaca, Chiapas, Mérida y Cancún. Además de ECOCE, existe otro organismo encargado de la recolección de PET y otros materiales a nivel nacional, se trata de Promotora Ambiental, AVANGARD. APREPET, A.C., se encarga de vincular a las empresas de reciclaje afiliadas y el gobierno, a través de licitaciones para ganar proyectos de reciclaje. El INARE, A.C., otorga información estadística y realiza ferias de tecnología para preparar a las empresas ante los requerimientos del mercado.

## **2.2 EL MERCADO DE POLÍMEROS Y EL DE RECICLAJE.**

El crecimiento anual de la demanda de este material es de 13.1%. El porcentaje más alto, 52.8%, corresponde al envasado de refresco, seguido de agua purificada, 14.9%, y el de aceite comestible, 14.5%, (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008). La producción de resinas sintéticas en 2001 alcanzó aproximadamente 2.5 millones de toneladas.

Producción, importación y exportación de resinas sintéticas			
Año	Resinas termoplásticas	Resinas termoestables	Total
	(Ton)	(Ton)	
<b>Producción</b>			
1997	1,622,976	388,352	2,011,328
1998	1,761,946	418,377	2,180,323
1999	1,897,765	457,649	2,355,414
2000	1,964,734	460,97	2,425,704
<b>Importación</b>			
1997	719,169	22,579	741,748
1998	913,791	25,638	939,429
1999	1,172,587	24,631	1,197,218
2000	1,267,549	30,26	1,297,809
<b>Exportación</b>			
1997	448,3	33,732	482,032
1998	473,186	35,237	508,423
1999	523,69	42,573	566,263
2000	480,744	46,536	527,28
<b>Consumo aparente</b>			
1997	1,893,845	377,199	2,271,044
1998	2,202,551	408,778	2,611,329
1999	2,546,662	439,707	2,986,369
2000	2,751,539	444,694	3,196,233

Tabla 2.0.1, Producción, Importación y exportación de Resinas Sintéticas. Fuente: ANIQ 2001.

Participación relativa en el mercado de resinas sintéticas en México				
Resina	Consumo aparente (Ton)			
	1997	1998	1999	2001
<b>Resinas termoplásticas</b>	<b>1 893 845</b>	<b>2 202 551</b>	<b>2 546 662</b>	<b>2 566 599</b>
Policloruro de vinilo (PVC)	269, 705	293, 832	333,214	337, 679
Poliestireno (PS)	216, 131	240, 756	257,926	153, 346
Polipropileno (PP)	367, 939	443, 827	489, 165	575, 616
Poliétileno alta densidad (PEAD)	418, 839	472, 193	507, 506	552, 915
Poliétileno baja densidad (PEBD)	515, 300	585, 070	727, 675	649,852
Poliétilen-tereftalato (PET)	105, 931	166, 873	231, 176	297,191
<b>Resinas termoestables</b>	<b>377 198</b>	<b>408 778</b>	<b>439 707</b>	<b>447 809</b>
Breas esterificadas	6, 511	7,75	8, 861	8, 400
Diocitilftalato (DOP)	53,15	59,51	60, 453	60, 617
Emulsiones PVA y acrílicas	85, 026	89, 933	97, 290	88, 527
Poliuretano	60, 992	65,091	74, 099	69, 152
Resinas alcídicas	30,5	34, 404	37, 892	38, 352
Resinas fenol formaldehído	17 499	19,023	19, 808	21,141
Resinas fumáricas	768	1, 027	1, 121	1, 067
Resinas melamina formaldehído	9, 212	9, 743	10, 485	12, 192
Resinas maléicas	3, 661	3, 894	4, 391	6, 242
Resinas poliéster	35,2	40, 565	42, 724	53, 536
Resinas urea formaldehído	74, 679	77, 838	82, 583	88, 583
<b>Total</b>	<b>2, 271, 043</b>	<b>2, 611, 329</b>	<b>2, 986,369</b>	<b>3, 014, 408</b>

Tabla 2.0.2, Participación de Mercado. Fuente: ANIQ 2001.

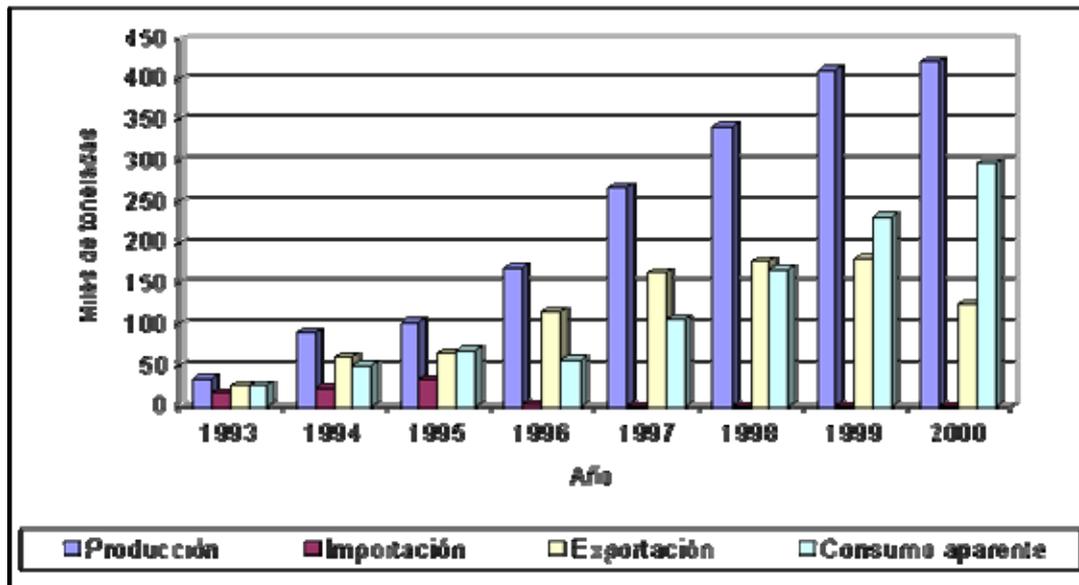


Ilustración 2.0.3, Producción y consumo de PET (grado botella) Fuente: ANIQ 2001.

Por otra parte, se requiere de 18.7 toneladas de Petróleo para fabricar 3.74 toneladas de plástico. Las variables que afectan los precios de los polímeros, son la oferta y la demanda, los precios de fibras textiles, del Petróleo crudo y la tasa de cambio peso-dólar, ya que México exporta principalmente sus resinas a Estados Unidos.

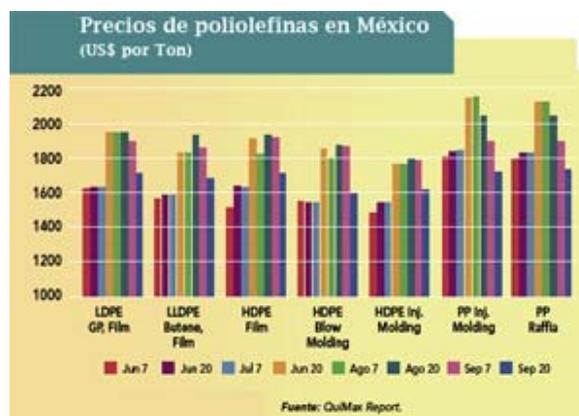


Ilustración 2.0.4, Precios de Poliolefinas. Fuente: Revista Ambiente Plástico, 2008.

En México, se han realizado estudios donde se encuesta a los industriales del plástico, para conocer cuáles son las principales problemáticas a los que se enfrenta su mercado. En las síntesis obtenidas de esos estudios se derivan principalmente los siguientes problemas:

- ⇒ **Falta de Capacitación**, con un impacto del 35%.
- ⇒ **Rentabilidad restringida**, con un impacto del 30%.
- ⇒ **Escasa cultura en reciclaje**, con un impacto del 15%.

Otros problemas mencionados que pudieran también ser consecuencia de los anteriores, son la Falta de Competitividad Internacional, Competencia Desleal y Falta de Apoyos Gubernamentales. Cabe aclarar que en esta encuesta nadie mencionó la falta de normalización de productos de plástico, lo cual confirma una vez más la ausencia de cultura. El Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI), en 2004, recabó información a nivel nacional de los principales estados que producen plásticos. Este dato puede funcionar como una consideración a tomar dentro de la localización de planta de una empresa de reciclaje, ya que aunque las empresas que se mostrarán en los siguientes gráficos, son productoras de polímeros vírgenes, se debe percibir que estados tienen mayor valor en producción generada a comparación del número de empresas plásticas que participan dentro de los mismos, por ende la cantidad de desechos industriales que podrían ser utilizados para el reciclaje.

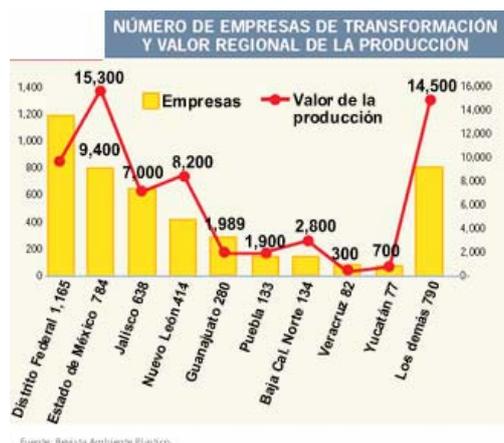


Ilustración 2.0.5, Empresas de Plástico. Fuente: Revista Ambiente Plástico, 2004.

En esta gráfica se puede observar que el valor de la producción de tres estados, como son: Estado de México, Nuevo León y Baja California Norte, es mayor al número de empresas instaladas dentro de sus entidades. Otra de las razones por las cuales se puede suponer que el mercado de reciclaje podrá subsistir derivado del mercado de polímeros vírgenes, es que la demanda de estos insumos seguirá creciendo a nivel mundial, y mucho más en países sub desarrollados como es el caso de México. He aquí la importancia de destacar que en el 2004, el Consumo Mundial de Plásticos fue de 210 millones de toneladas.

Estados Unidos es el país de mayor consumo, con 54.6 millones de toneladas; China ocupa el segundo lugar, con 25 millones de toneladas presentando un índice de crecimiento anual del

12%; Alemania se mantiene en el tercer lugar, con 16 millones de toneladas, muy cerca de Japón, con 15 millones de toneladas; México, ocupa la posición número 12 en el mundo, con 4.5 millones de toneladas, y es el segundo país en consumo de Latinoamérica, después de Brasil que alcanza los 7 millones de toneladas de consumo de plásticos (Conde, Mercado de la Industria del Plástico, 2004).



Ilustración 2.0.6, Consumo de Plásticos. Fuente: Revista Ambiente Plástico, 2004.

Esto muestra perfectamente, porque el mercado mexicano se enfoca más en los países de China y Estados Unidos, desde el 2004 hasta la fecha. Cabe mencionar, que la crisis económica mundial actual, está afectando al sector industrial, elevando los costos de la fabricación de las materias primas vírgenes, he aquí donde los recicladores pueden ser los ganadores, ya que ante los altos precios de materias primas vírgenes, las empresas de reciclaje han incrementado sus márgenes de utilidad. El PET es el plástico con mayor tasa de crecimiento, y está alcanzando las 812 mil toneladas de consumo. Con todo lo anterior se tiene que relacionar la industria de la producción de plásticos con resinas vírgenes, y que da paso a la industria post industrial o de reciclaje, para obtener su propia demanda del producto. Para esto se deben conocer los sectores de mercado que más ocupan estas resinas, y en especial, el PET, que es el objeto de estudio. Algunos datos se muestran a continuación:

DISTRITO FEDERAL		ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO		A NIVEL NACIONAL	
Demanda de PET	55,800 t/año	Demanda de PET	124,000 t/año	Demanda de PET	413,000 t/año
Envases de PET recuperados	20,500 t/año	Envases de PET recuperados	48,000 t/año	Envases de PET recuperados	71,3 t/año
Porcentaje recuperado para reciclaje	36.7%	Porcentaje recuperado para reciclaje	38.7%	Porcentaje recuperado para reciclaje	17.3%

Tabla 2.0.3, Tasa de Recuperación de PET. Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

Consumo Nacional Aparente por Sector de Destino 2001 (Miles de Toneladas)		Mayor Demanda del Plástico	
Envase	1,290	2,220	74%
Consumo	510		
Construcción	420		
Uso Industrial (incluye eléctrico 5% y automotriz 3%)	390	780	26%
Muebles	180		
Juguetes	60		
Otros	150		
<b>Total</b>	<b>3,000</b>		<b>100%</b>

Tabla 2.0.4, Mayor Demanda del Plástico. Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial, 2001

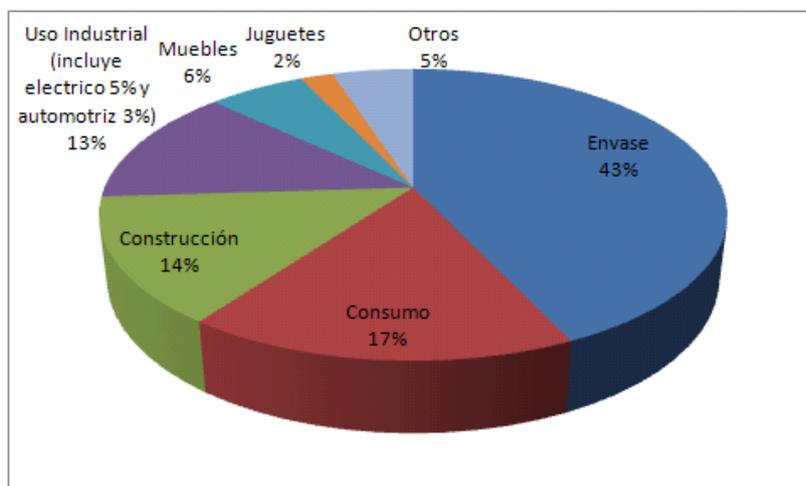


Ilustración 2.0.7, Representación del consumo plástico. Fuente: IMPI, 2001.

**BALANCE OFERTA-DEMANDA NACIONAL DE RESINAS**  
(miles de toneladas, 2001)

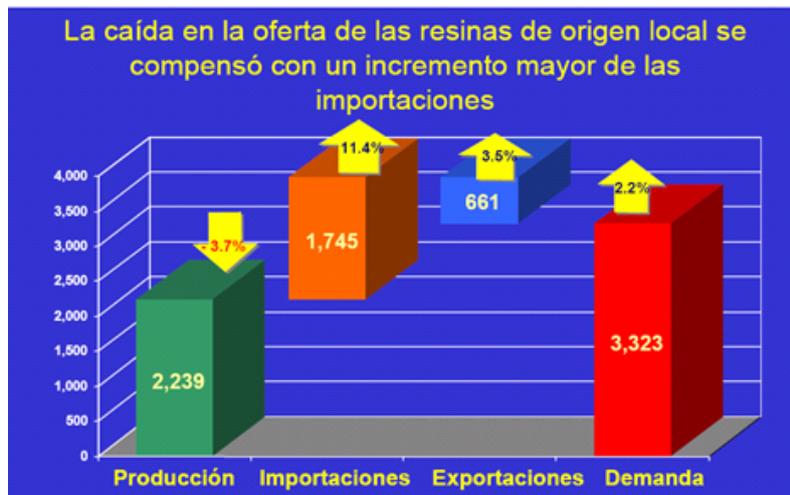


Ilustración 2.0.8, Oferta y Demanda de Resinas Plásticas. Fuente: INFOPLAS, 2001.

**DESTINO DE LA PRODUCCION DE RESINAS EN 2001**

(miles de toneladas)

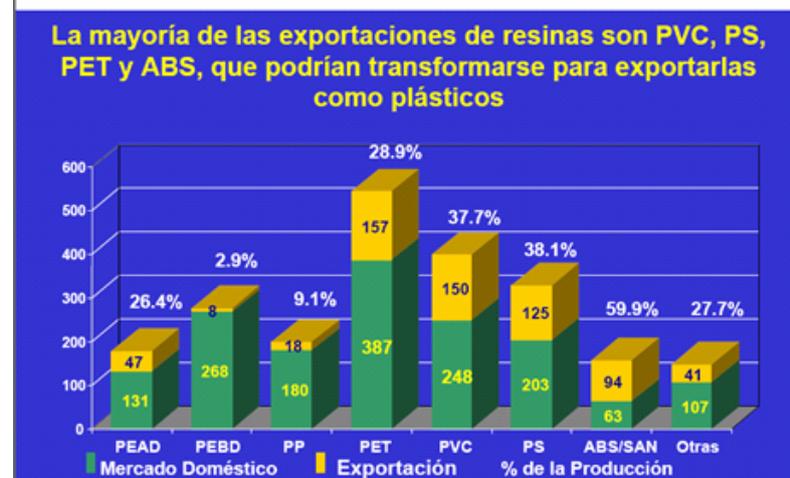


Ilustración 2.0.9, Destino de Resinas Plásticas. Fuente: INFOPLAS, 2001.

Se puede observar que el PET, es una de la principales resinas en cuanto a su fabricación y que es demandada en los sectores industriales y doméstico, por sus características fisicoquímicas, su bajo costo, o presentación, y seguirá creciendo la demanda de este insumo y por ende la capacidad de explotar su desecho, dentro de la industria del reciclaje.

### 2.3 CONSUMO DE PET EN MÉXICO.

El consumo del PET, representa realizar un análisis de la resina virgen antes de comprender el segmento de la resina reciclada.

La industria mexicana de refrescos y aguas carbonatadas representa el 10.5% del PIB del grupo de alimentos, bebidas y tabacos, y el 0.6% del PIB nacional (Schwansee, 2007).

Estas cifras son importantes para observar como la industria generadora de resina PET, con aplicaciones en envase crece, lo que ocasiona más residuos sólidos urbanos.

El 75% de los refrescos se vende al menudeo en tiendas de abarrotes, misceláneas, puestos de comida y hogares; el 22% en restaurantes, clubes, lugares de entretenimiento, hoteles, escuelas y solo el 3%, en supermercados (Schwansee, 2007).

Los datos anteriores adquieren importancia si se considera que, de acuerdo con datos referidos en la Revista del Consumidor por la Procuraduría Federal del Consumidor en junio de 2002, los mexicanos gastan en promedio \$1,200.00 por persona al año en refrescos, lo que significa que cada consumidor bebe unos 160 litros anuales de éste liquido; mientras que en leche sólo gastan \$545.00 por persona al año<sup>2</sup>. Por otra parte, la industria del empaque y embalaje participa con el 1.16% del PIB nacional y el 10.3% del PIB manufacturero. Los materiales comúnmente utilizados para el empaque y embalaje son el vidrio, metal, papel, cartón y plástico, el cuál ocupa un lugar importante dentro de la industria (844 mil toneladas anuales, 8.9 Kg/persona), por las características mencionadas en el Capitulo I.

Consumo de los principales Plásticos en el México, durante el año 2000

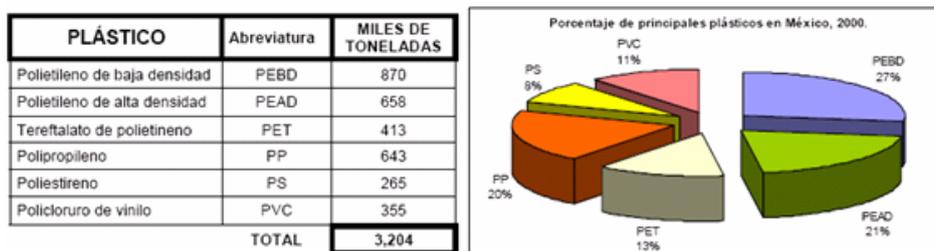


Ilustración 2.0.10, Consumo en el año 2000. Fuente: APREPET, 2001.

APREPET menciona que el 52.48% de estos materiales plásticos fueron destinados a la fabricación de embalaje.

<sup>2</sup> La Organización Mundial de la Salud menciona que se deben consumir 80 litros de leche por persona al año.

Consumo de los principales Plásticos en el México para la fabricación de embalaje durante el año 2000

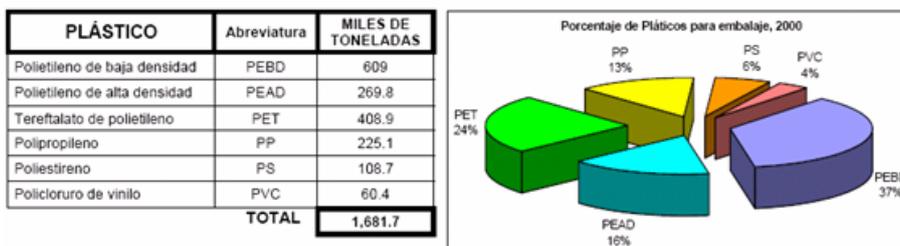


Ilustración 2.0.11, Consumo de Embalaje. Fuente: APREPET, 2001.

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

SEGMENTO	PORCENTAJE DE MERCADO (AÑO 2000)
Refrescos	52.8%
Agua purificada	14.9%
Aceite	14.5%
Alimentos	7.0%
Cuidado personal	2.2%
Agroquímicos	1.4%
Licores	0.3%
Otros Envases	1.5%
Otras Aplicaciones	2.4%
Preforma Exportada	5.0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Tabla 2.0.5, Segmentos de Resina PET. Fuente: Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

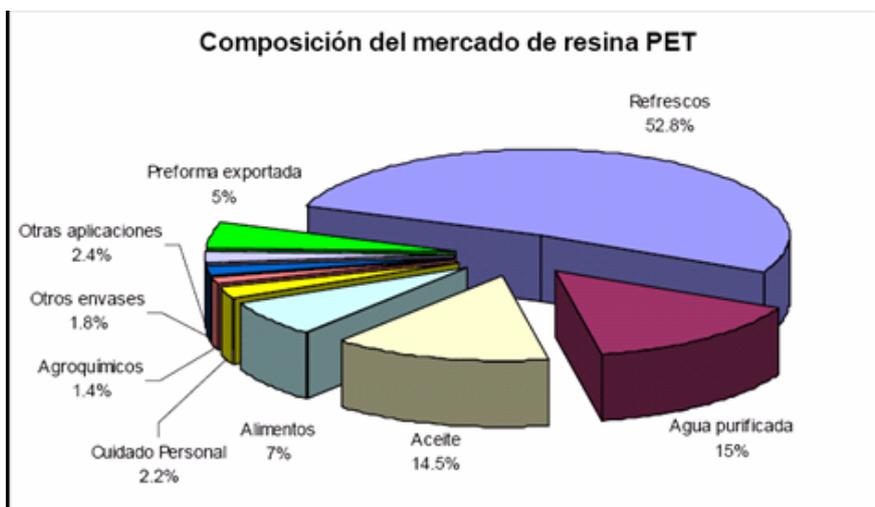


Ilustración 2.0.12Figura 2.12, Representación del Segmento. Fuente: APREPET, 2001.

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

## 2.4 MERCADO DEL PET RECICLADO (RPET)

China está comprando cerca del 80% de la materia secundaria de polímeros a nivel mundial a precios extraordinarios. Según PET Recycling Europe (Petcore), menciona que la entrega de PET a centros de acopio europeos aumento en 2001 a 20% (344,000 toneladas) y se duplicó a 700,000 toneladas el 2006. Alemania vende un 80% de PET a China. La demanda china fue de 6 Millones de toneladas de polímeros secundarios en 1999 y aumentó a 99 Millones en 2002, lo que representa un área de oportunidad para México. El precio del kilogramo del PET en pacas es sumamente inestable por los factores mencionados anteriormente. Cuando el precio por tonelada es alto, la demanda interna y externa de este material residual aumenta inmediatamente.

El precio actual en los mercados internacionales de la tonelada de PET en pacas es de 20 centavos de dólar, puesto en puerto o bodega final (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

A pesar de lo anterior se debe de entender y conocer lo más concreto la situación del mercado de reciclaje de PET en México. El acopio no siempre es un buen negocio, algunas razones son:

- ⇒ Los plásticos ante la Globalidad y como derivados del Petróleo, tienen en su valor una influencia importante de precios internacionales.
- ⇒ En México no hay suficiente demanda nacional de productos con materiales reciclados.
- ⇒ El recuperar los residuos de envases de PET y darles un tratamiento para reciclarlos, en ciertos períodos tiene un costo más alto, que el precio al que se pueden vender a nivel nacional o internacional.
- ⇒ Nadie sabe cuando se retirarán los actores SPOT (oportunistas intermediarios no industriales)

PANORAMICA DE ECOCE A.C., 2008	
DEMANDA NACIONAL DE PET (estimada)	765 KTONS
CONSUMO DE PET DE LOS ASOCIADOS A ECOCE	466 KTONS
ENVASE RETORNABLE RECUPERADO POST-INDUSTRIAL	26 KTONS
BASE DE PET POSTCONSUMO	440 KTONS
RECUPERACION POR ECOCE	100 KTONS
<b>PARTICIPACION EN EL TOTAL DE LA BASURA</b>	
EN PESO	1.5 - 2.0%
EN VOLUMEN COMPACTADO EN RELLENO SANITARIO	7.0 - 10.0%
<b>DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS DE ENVASES DE PET</b>	
RECUPERADO PARA APROVECHAMIENTO POR ECOCE	22.70%
RECUPERADO PARA APROVECHAMIENTO POR OTROS	3.30%
EN RELLENOS SANITARIOS Y TIRADEROS	60.60%
DISPERSO EN EL AMBIENTE (CONTAMINACIÓN VISUAL)	0.30%
<b>DE LO ACOPLADO POR ECOCE SE VALORIZA Y COMERCIALIZA EN:</b>	
MÉXICO	20%
EXPORTACION (China, USA, India, Singapur y Otros)	80%

Tabla 2.0.6, Participación de ECOCE. Basado en (Ecología y Compromiso Empresarial. ECOCE A.C., 2007).

De estos datos, lo que cabe destacar para la cadena de suministro se da en el transporte, por el problema del poco peso y amplio volumen, otra estrategia integral a analizar dentro de esta propuesta. Se tiene que conocer cuál debe ser el ciclo virtuoso del PET y sus principales productos una vez reciclada esta resina. Los porcentajes de los productos más utilizados son:

Fibra Poliéster	Envases para Alimentos	Correas	Contenedores	Hojas y Films	Resina	Otros
54.50%	14.40%	13.20%	7.20%	6.60%	1.40%	2.70%

Tabla 2.0.7, Destino de Fabricación Post-industrial. Basado en (NAPCOR, 2004).

Estos porcentajes pueden ayudar a proporcionar el diseño de distribución de la cadena de suministro a los clientes. Después de ser reunido, limpiado y seleccionado, los envases de PET pueden ser reutilizados en muchos productos nuevos. El uso del RPET en México se muestra como sigue:

USOS	PORCENTAJE (%)	TONELADAS
Fibra poliéster	16.7	11,500
Fleje	1.5	1,000
Otros	0.7	500
Exportación	81.1	13,000
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>69,000</b>

Tabla 2.0.8, Sector de RPET. Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

Esta información nos permite a ver que el principal uso del PET reciclado, conocido como RPET, se enfoca al uso de fibra poliéster. A esta clasificación se le conoce como segmento de mercado. El consumo total de plásticos en 2006 fue de 4'650,000 toneladas, de los cuales 3'980,000 toneladas corresponden a los Plásticos Comodities, donde se recicló alrededor del 5.8% de los desechos consumidos ese año.

Esto significa que en promedio se han acumulado en la basura en los últimos 10 años cerca de 40 millones de toneladas de envases plásticos y alrededor de 20 de desechos que provienen de computadoras, enseres domésticos, juguetes, muebles y artículos para el hogar. Sólo Telmex, por razones de sustitución y actualización, sustituyó el año pasado 4,000 máquinas, y si consideramos 2 kilos de plástico en cada una, esto representa alrededor de 12 toneladas de desechos plásticos (Márquez & Conde, Reciclaje, 2007).

El PET presenta la mayor tasa de reciclaje, pero los esfuerzos siguen siendo insuficientes para su recolección. Otro mercado de gran interés es la lámina de PET para termoformado de diversos tipos de recipientes. Plásticos del Futuro (PLAFUSA) e Industrias Plásticas Internacionales (IPISA), son empresas ejemplo de este sector. La lámina es un producto que puede producirse con material de desperdicio industrial y post-consumo.

En México, también se importa lámina y productos elaborados con PET principalmente para el sector de restaurantes de comida rápida, por lo que también tiene un amplio potencial de crecimiento la producción de esta línea de productos (Conde, PET, El Súper Envase se impone, 2007).

La demanda de PET para fibra textil se mantiene sin crecimiento, pero para botella crece 10% cada año y la utilidad es mayor. Otro mercado que no se ha explotado es el de la construcción. Sin embargo, el esfuerzo consiste en la combinación con políticas industriales y oficiales y que la gente tenga conciencia en separar el PET. En ello confían empresas como Crisol que este año planea elevar su consumo de PET reciclado de 1,200 toneladas mensuales a 2,750 toneladas (Moncada, 2003). Actualmente están entrando empresas ante la posibilidad de hacer reciclado de botella a botella, con la visión de entrar al mercado cervecero.

México juega un papel importante al ser el tercer mayor consumidor de PET después de Estados Unidos (EU) y China, en un mercado global de PET que se expandirá 40% y valdrá 45,000 mdd para el año 2011 (Revista CNNExpansión.Com, 2007).

Tan sólo de enero de 2006 a diciembre de 2007 el crecimiento en el mercado mundial de PET pasó de 4 a 9%. Lo que se espera es que el precio asiático sea el que marque los precios globales. El crecimiento en botellas de agua será de 7%, aunque hay quienes lo ven en un 9% anual (Revista CNNExpansión.Com, 2007). Existen varios segmentos que representan una oportunidad para México.

## **2.5 EL MERCADO DE RPET AFECTADO POR LA CRISIS ECONÓMICA.**

Hasta el 2007, el PET alcanzó niveles históricos de incremento promedio de 10% en su demanda y consumo. Sin embargo, debido a la actual crisis económica, durante 2008 sólo se tuvo un crecimiento promedio de 3.8%. En el marco de la 6th LAPET (Latin America PET Packaging & Markets), se destacaron tres puntos para determinar la actual situación del PET: la afectación en la demanda por la situación económica, el peso cada vez más ligero de las botellas, y el incremento en el reciclaje del PET. Aunque también resulta una oportunidad si se toman en cuenta lo siguiente:

- ⇒ El bajo precio de las materias primas.
- ⇒ La industria de bebidas tiene productos elásticos.

Además, se proyectó un crecimiento mínimo para 2009 y para 2010 se espera un incremento. Actualmente existen 4.9 millones de toneladas de PET a nivel mundial que se pueden reciclar, y se irá incrementando, ya que el precio del PET virgen ha caído 50%; mientras que el PET reciclado es 70% más económico que el virgen. Esto puede provocar en el corto y largo plazo que se pierda valor para el reciclaje del PET, por lo que seguramente los recicladores reconsiderarán seguir haciéndolo.

En el caso de México, no se puede dejar de recolectar porque es un mandato legislativo, pero no será fácil conservar los programas porque no se pagará igual (Revista Énfasis Packaging Online, 2009).

Las tendencias indican que se busca sustentabilidad, eficiencia en equipos para producir más con menos, seguridad y diferenciación. Con todo lo anterior se tienen que examinar las problemáticas que envuelven el entorno del reciclaje en nuestro país.

## **2.6 PROBLEMÁTICAS.**

Estas problemáticas se pueden dividir en cinco grupos: Impacto Ambiental, cultura y falta de motivación, el acopio, los retos a los que se enfrentan las empresas de reciclaje y la falta de legislación. Todas estas problemáticas, influyen y deben ser contempladas para el análisis de instalación de la empresa de reciclaje de PET. Cabe destacar, que el objetivo de la creación de una empresa es el fomento al crecimiento de este mercado y para ello hay que analizar todas las variables que pueden impedirlo.

### **2.6.1 IMPACTO AMBIENTAL.**

El impacto ambiental es un problema de interés general tanto para la industria, la sociedad y el gobierno.

Existen varios acuerdos internacionales, como el Protocolo de Kioto que surgió en 1992, que promueve la protección del planeta a través de reducir a menos del 5% las emisiones de seis gases que provocan el calentamiento global en un período del 2008 al 2012 (Márquez & Conde, Reciclaje, 2007).

Cada año la fabricación de diversos envases plásticos para refrescos y aguas purificadas se incrementa en 50,000 toneladas, produciendo desechos.

De un total de 500,000 toneladas anuales de botellas usadas, más del 80% va a parar a basureros municipales y rellenos sanitarios, también se encuentran en calles, terrenos suburbanos, cauces de ríos, playas y los más apartados espacios campestres. Se trata de una montaña de basura plástica que cada año aumenta entre 8,000 y 12,000 millones de residuos. Su actual disposición no sólo representa un problema ecológico, sino también un dramático desperdicio de un material con gran potencial de reuso (Moncada, 2003).

En México, según señala el último censo de INEGI, la producción de basura fue de 35'383,000 toneladas en 2005, lo que representa una generación diaria per cápita de 0.91 kilogramos.

La entidad con mayor producción per cápita, 1.41, es el Distrito Federal, seguido por algunos estados que se encuentran en la frontera norte como Baja California, Sonora, Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas, donde la generación es de 1.05 kilogramos diarios por persona (Márquez & Conde, Reciclaje, 2007).

Una botella de PET puede tardar 500 años en degradarse dentro de un tiradero. Las empresas apoyadas en la falta de legislación y buscando reducir sus costos, sustituyen los envases de vidrio por los de plástico, generando que los residuos sólidos aumenten en el país, en particular las botellas.

En la actualidad, los diferentes grupos de Coca Cola que tienen una participación de 55% del mercado, y Pepsi, con el 45%, encaran una feroz competencia con un nuevo protagonista proveniente de Perú, Ajemex, ubicado en Puebla, con Big Cola, una marca genérica de cola envasada en botellas de 2.6 y 3.3 litros que ha desquiciado por completo los canales de distribución tradicionales, ya que vende directamente en fábrica a precios mucho más reducidos (Conde, PET, El Súper Envase se impone, 2007).

Este dato indica que el mercado de bebidas carbonatadas seguirá creciendo y entraran empresas de este rubro que a la postre generarán más desechos. Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, fundamentalmente en las grandes ciudades. Es una tarea costosa y compleja para los municipios encargados de la recolección y disposición final de los residuos ya que a la cantidad de envases se le debe sumar el volumen que representan.

## **2.6.2 CULTURA Y FALTA DE MOTIVACIÓN.**

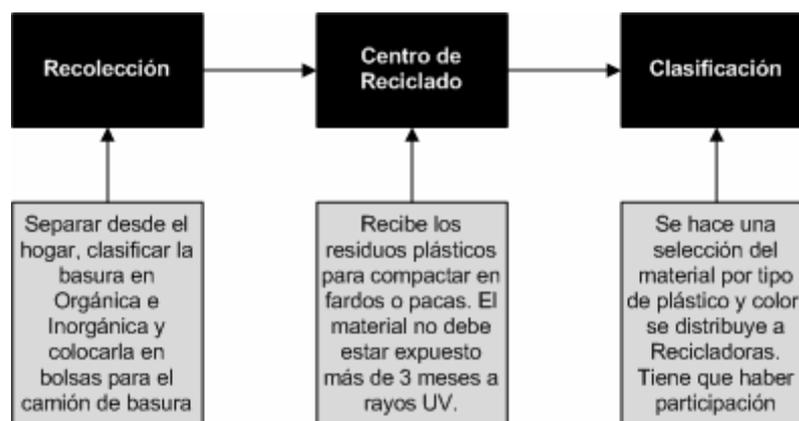
En la sociedad, la generación de plásticos viene desprendida de la fuente, lo que significa, diseño y planeación de destino del producto que se tiene desde el fabricante hasta que llega al usuario final.

La reducción en la fuente debe ser responsabilidad de la industria Petroquímica (fabricante de los plásticos), de la industria transformadora (que fabrica diferentes productos finales y que diseña el envase). Aunque podría decirse que al consumidor también le cabe una buena parte de la responsabilidad, ya que es el que decide entre elegir un producto concebido con criterio de reducción en la fuente y otro que derrocha materia prima y aumenta el volumen de los residuos. Minimizar el volumen y peso de los residuos es el primer paso para resolver el problema global de los mismos (Frers, 2006).

El reciclaje nacional del PET es una medida urgente, los beneficios se reflejan no solo con la limpieza pública, también con un manejo más eficaz de la gestión integral de residuos sólidos para evitar el rebose de los rellenos sanitarios y crear un mercado mucho más competitivo. Falta educación por parte de los consumidores en el tema de reciclaje, si se compra una bebida, se es responsable del líquido y el envase, sin embargo, el consumidor cree que puede tirar la botella donde sea. Esto no se sanciona en México, sin embargo, en otros países si es sancionado.

Se debe de educar a los consumidores desde que están en nivel preescolar, que se impulsen más campañas como las que llevan a cabo ECOCE y APREPET, y que, incluso, se apoye más a estos organismos (Instituto Mexicano de Plastico Industrial, IMPI, 2008).

Tomando en cuenta todo lo anterior, se desprenden tres etapas para la clasificación del PET, incluyendo a la sociedad y municipios como integrantes activos del reciclado.



**Ilustración 2.0.13, Etapas de Clasificación del PET. Basado en (Frers, 2006).**

Desde el punto de vista de la falta de motivación, las autoridades y empresas deben de buscar como promocionar al ciudadano a la cultura de reciclaje. Se han hecho

algunas campañas, pero falta más difusión para lograr motivar al consumidor a tener una conciencia ambiental.

### 2.6.3 ACOPIO.

Las características que le posibilitan al PET ser utilizado en la manufactura son las mismas que no le permiten que se pueda generar un *clúster* de reciclado. Como se mencionó con anterioridad, el acopio de PET se hace por medio de los pepenadores, y éstos tienen recursos limitados para sacar de la basura materiales que les permitan subsistir.

Si el PET alcanza un valor que les ayude, en sus 10 horas de trabajo al día, obtener lo suficiente para vivir, está bien, pero si su precio cae por debajo de cierto nivel, deja de interesarles y es que si trabajan todo el día y no sacan para comer, entonces se dedican a recoger otro material (Suárez Aguilar, 2006).

Actualmente se están creando programas entre el Gobierno y las empresas para el acopio de estos materiales, esto es a través de Centros de Acopio, los más grandes organismos encargados para realizar esta tarea son: ECOCE A.C., INARE A.C. y APREPET A.C., más como organismo para reunir a la empresa y el gobierno que como acopiador. ECOCE, A.C., es una asociación fundada en 2002 y administra un fondo creado por las empresas asociadas, con el cual opera el Primer Plan Nacional Voluntario de Manejo (ACOPIO) de los Residuos de Envases de PET de las empresas envasadoras agremiadas y que representan el 60% de los usuarios. Gran parte del material recolectado se exporta a China, ya que se obtiene mayor volumen del que se puede reciclar en México (Conde, PET, El Súper Envase se impone, 2007). Las fluctuaciones en el precio del PET han sido uno de los principales obstáculos para potenciar la industria recicladora nacional, ya que al no haber un suministro constante, si sube el precio hay poco material y si baja hay mucho, por estas razones no se ha podido establecer una industria formal. Lo anterior, motivó a los usuarios de envases de PET y a las industrias de refrescos y agua, a crear el plan de manejo, con el objetivo de garantizar que se recoja, de tal forma que si el precio del PET en el

mercado internacional desciende hasta cierto nivel, estas industrias lo subsidian para que el pepenador no lo deje de recolectar y si el precio es alto, ya no le dan apoyo. Sin embargo, al día de hoy, todavía no se detona un desarrollo en las empresas recicladoras que pueda demandar más producto y crear un mercado natural que aproveche todo lo que se acopia en México.

Acopiar consiste en recolectar, seleccionar y acumular, de los residuos sólidos, los materiales que puedan ser reutilizados. El acopio es uno de los pasos básicos hacia el reciclaje de los materiales e implica un elevado grado de responsabilidad y conocimiento (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

Depende de la cultura ecológica de la población y del compromiso con las autoridades para evitar más desperdicio de un material que debe ser concebido como materia prima, que al final será devuelta al consumidor en otro producto útil. Así mismo, APREPET menciona las características a tomar en cuenta al momento del acopio, las principales son:

- ⇒ Los plásticos no se deben mezclar. De lo contrario se corre el riesgo de contaminar lo que ya se ha acopiado y por consecuencia perder todo el esfuerzo de trabajo.
- ⇒ Los envases se deben compactar lo más posible. Las ideas para ello estarán en función del ingenio de cada acopiador, desde pisarlas (la menos favorable), pasarles un camión o auto por encima, hasta compactarlas con una prensa (la más recomendable en caso de que se trate de un volumen importante).

Es importante acopiar y reciclar, ya que además de evitar la contaminación, se emplean recursos que de otro modo se van a la basura y no se aprovechan.

Cada mexicano consume 7.2 kg de PET por año, y solo en México D.F. se generan cada año 63,000 toneladas de desechos de PET. Estos desechos son los únicos que se recuperan desde los grandes tiraderos, y se venden entre \$1-1.70 por kilo a los acopiadores, el primer tratamiento aumenta el precio para las botellas tiradas y recolectadas de \$1 (lo que se paga en el DF) a \$5.50 kg para la hojuela sucia y \$8.50 kg para la hojuela limpia (Schwansee, 2007).

Estas son buenas razones para empezar a acopiar este material.

#### 2.6.4 RETOS A LOS QUE SE ENFRENTA LA INDUSTRIA RECICLADORA.

Muchas empresas que entran al negocio del reciclaje suponen que hay mucho material para reciclar, pero no se dan cuenta de que no está disponible; este es el gran problema. La falla en el abasto ha sido el principal factor del fracaso de empresas recicladoras, a nivel mundial existen políticas que han forzado el uso de material reciclado.

Desafortunadamente, en México esto no existe, por lo que muchas empresas se dedican al reciclaje a pequeña escala y de forma improvisada, sin contar con una infraestructura adecuada, por lo que no logran crecer el mercado de estos productos y ser más competitivos a nivel mundial. Para lograr esto se requiere de mucha tecnología. Sin embargo, los beneficios económicos, para un país en desarrollo como México, hace que el reciclaje cree un número significativo de empleos, particularmente en el sector manufacturero (García Olivares, 2006).

Con este planteamiento se puede apreciar que una de las problemáticas principales que experimentan las empresas recicladoras se encuentra en su sistema logístico, la variación del precio, la capacidad de sus almacenes para concentrar el material e incluso el tipo de producto de RPET (PET Reciclado) que venden.

Desde 1992 se inicio el reciclado, los insumos llegaban en gran cantidad a los tiraderos municipales. Esto suponía hacer la colecta del desecho, lavarlo, molerlo y obtener la hojuela para venderla. Sin embargo, el negocio resultó mucho más complejo, ya que no existía el acopio. Una vez establecido, el pago por el kilogramo de envases colectados permaneció en el libre mercado (sujeto al precio internacional de las fibras sintéticas, constantemente a la baja), lo cual propició fluctuaciones que desmotivaron la recolección (Moncada, 2003).

Existe otra problemática particular, las exigencias de compra.

Las empresas recicladoras exigen que los plásticos recuperados tengan características de presentación bien definidas (limpios, sin polvos, del mismo tipo de código, sin etiquetas, gomas, etc.), ello ocasiona que los centros de acopio también se enfrenten a vender o comprar 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 padecería o rebaba, siendo materiales o desperdicios limpios (García Olivares, 2006).

Englobando este planteamiento se deduce que las empresas solicitan lo siguiente:

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

Tabla 2.0.9, Características que solicitan las Recicladoras. Basado en (García Olivares, 2006).

Otro problema es la contaminación que contienen las pacas en la recepción de las mismas dentro de las instalaciones de las empresas de reciclaje.

A veces llegan las pacas limpias, pero en ocasiones traen restos de comida, perros muertos, ropa, pedazos de madera, metal, aluminio, colores, polietileno, PVC, etcétera. Esto eleva los costos de operación, porque exige mayor selección, lavado con altas temperaturas el uso de químicos. Además, es necesario recoger las pacas diario y pagar en efectivo, sin factura de por medio (Moncada, 2003).

Debido a la faltas de políticas gubernamentales, las empresas lo hacen para obtener su materia prima.

El precio de la materia prima virgen es de \$20 por kilo, y el de los materiales reciclados de plástico representa 20% de esa cantidad, siendo el valor del mercado de los envases tirados a cielo abierto de \$2,200 millones de pesos (Suárez Aguilar, 2006).

Al no existir una demanda constante de la hojuela de PET, no se tiene estabilidad en el precio y es muy difícil que la gente invierta en un negocio. Otro de los problemas para el reciclado de PET es la escasez de empresas o agrupaciones que se encarguen de su acopio.

La razón de este desinterés comercial se debe a que el precio del material ha descendido mundialmente (por 25 botellas se pagan 50 centavos, mientras que por 30 latas de aluminio se pagan cerca de ocho pesos), de ahí que se vea menos aluminio tirado en la vía pública (Guillén, 2003).

En síntesis, hay tres factores principales que se deben considerar en la industria del reciclaje. La recolección de los residuos, el propio proceso de reciclado, y si existe o no un mercado del producto final del reciclaje. La mayoría de los recicladores que permanecen en el mercado mexicano deben su supervivencia a contar con procesos industriales más amplios. Ante la posibilidad de hacer reciclado de botella a botella,

se puede incrementar el Mercado del Reciclaje de PET y poder ver algún día cerveza envasada en este material, siendo transportada junto con el camión de los refrescos.

### **2.6.5 FALTA DE LEGISLACIÓN.**

La Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Cámara de Diputados, asegura que en materia de leyes de acopio y reciclaje de PET falta mucho por hacer.

Dentro de la Ley de Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos, se propone responsabilizar a los productores, hay algunos apartados que tocan el asunto, aunque de manera muy general (Suárez Aguilar, 2006).

Esta falta de legislación afecta no solo a que las empresas productoras de estas resinas no tomen conciencia ambiental, sino a que no exista un mercado de reciclaje en un país que puede convertirse en potencia en esta materia, debido a la gran cantidad de residuos sólidos que no son recolectados para un posterior uso. En 2002, la SEMARNAT anunció la publicación de una norma oficial de emergencia para el manejo de residuos, la cual proponía de forma obligada que todas las empresas manufactureras de esta resina virgen, la reciclaran. Esto puso en alerta a los productores y usuarios de envases y botellas de PET, y ejerció una molestia entre los empresarios.

Así mismo, llamó la atención la disposición de un esquema de depósito o reembolso para el consumidor final y evitar así que el desecho proliferara en la vía pública, así como una sanción de 50 centavos por cada envase no recuperado (Guillén, 2003).

El IMPI manifestó que castigar a la industria del plástico, en particular del PET, por los desechos que se encuentran tirados equivale a tomar medidas en contra de la industria bananera cuando se encuentren cáscaras, y así con el resto de las industrias cuyos productos generen basura. La solución puede existir más en realizar campañas de conciencia ambiental que castigando a las empresas productoras de este material.

SUSTENTA A.C., señala que es completamente irreal establecer obligatoriamente el reciclado del PET al 100%. Alemania, el país que más recicla en el mundo, sólo somete a ese proceso al 35% de sus plásticos (Guillén, 2003).

Para el fomento de acciones tendientes a un adecuado manejo de los residuos sólidos, se han incluido en el Código Financiero para el Distrito Federal, instrumentos económicos aplicables para las labores de aprovechamiento de los residuos sólidos donde se menciona que las personas que realicen actividades empresariales de reciclaje, que coadyuven a combatir el deterioro ecológico, tendrán derecho a una reducción equivalente al 50%, respecto del Impuesto sobre Nóminas. Además indica que las empresas o instituciones que apoyen programas de mejoramiento de condiciones ambientales, tendrán derecho a una reducción equivalente al 50%, respecto del Impuesto sobre Nómina, lo cual puede ser un incentivo atractivo para la implementación y la participación en los programas de manejo adecuado de los residuos.

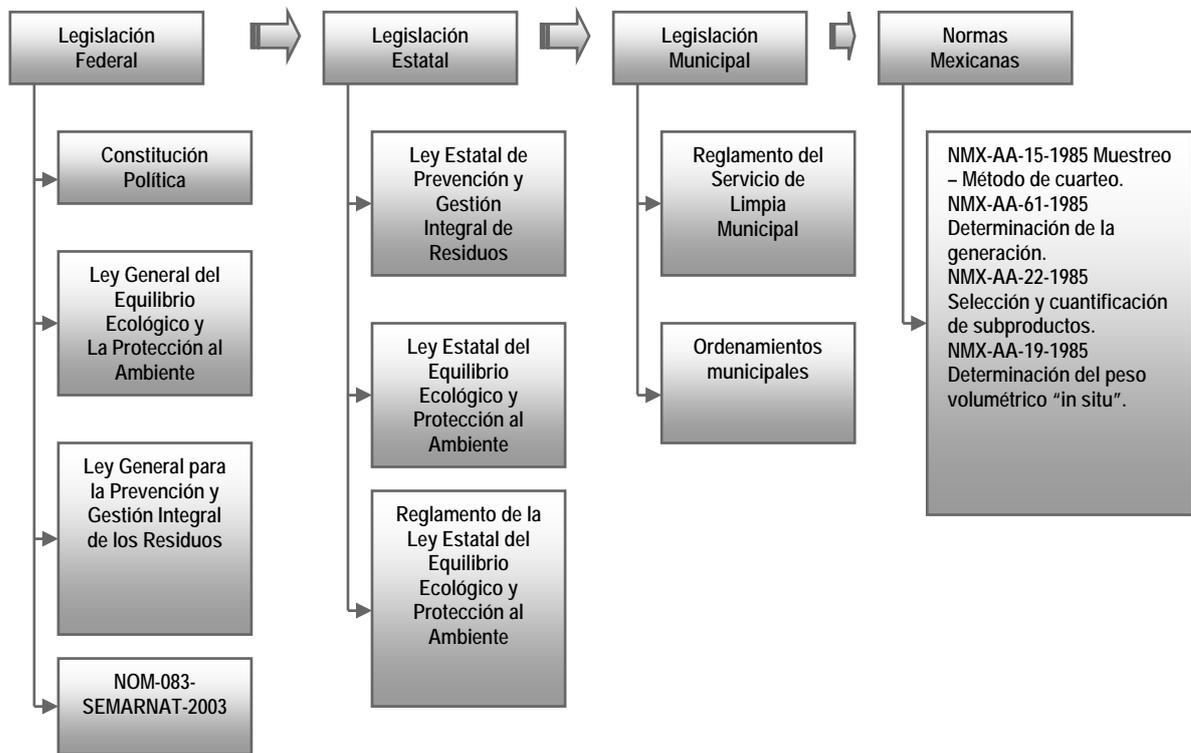


Ilustración 2.0.14, Marco Legal en México. Basado en (García Olivares, 2006).

Estas problemáticas se pueden esquematizar en el siguiente diagrama:

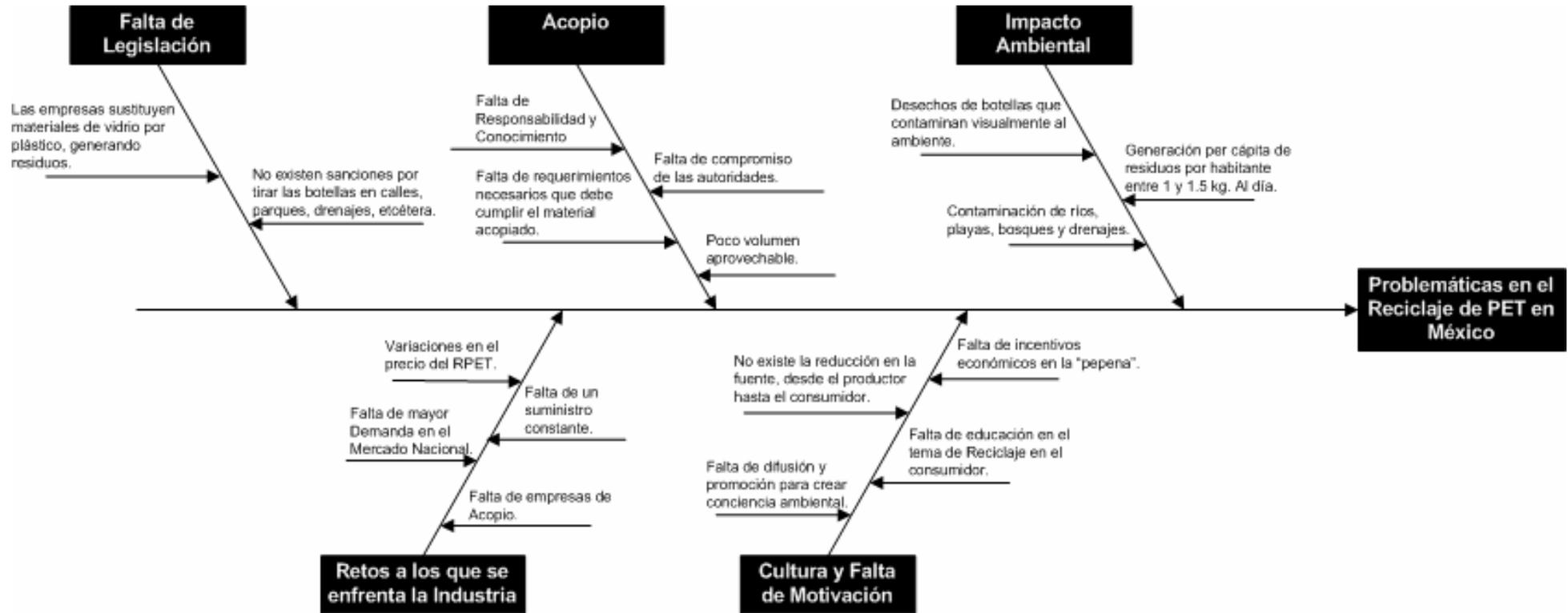


Ilustración 2.0.15, Diagrama Ishikawa para resumir las Problemáticas del Reciclaje de PET. Elaboración Propia.

Como resultado de todas las problemáticas mencionadas anteriormente, el verdadero enriquecimiento para la instalación de una nueva recicladora, estará en innovar su sistema logístico, así como mejorar su estrategia competitiva, que aporte a combatir dichas problemáticas a las que el país se enfrenta actualmente en el sistema de reciclaje.

## CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DE LAS ÁREAS ESTRATÉGICO – LOGÍSTICAS



En este capítulo se evaluará la teoría correspondiente al estudio del diseño de cadena de suministro para la instalación de una planta recicladora de PET en México. Se abordarán los puntos teóricos más importantes que se refieren a las dos áreas principales para un nuevo enfoque de negocio, es decir, la Planeación Estratégica y la Cadena de Suministro.

### 3.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.

Diversos autores han investigado este campo. Sin embargo, antes de entrar en el concepto de PE, se tiene que entender que es la planeación y posteriormente que es la estrategia.

La planificación es formalmente definida como un proceso de fijación de "objetivos" y decidir cómo llevarlos a cabo. Los objetivos son los resultados concretos que se desean alcanzar. Planificación, por lo tanto, es un proceso especial de los resultados orientado a la toma de decisiones. Identifica objetivos importantes y lo que hay que hacer para lograrlos. Esto establece la etapa de gestión para seguir los esfuerzos en la organización (Schermerborn Jr. & Wiley, 1993).

De esta definición se observa una palabra muy importante que tiene que ver con la instalación de un nuevo negocio, los objetivos. Los objetivos representan los resultados que la empresa espera obtener, son fines por alcanzar, establecidos cuantitativamente y determinados para realizarse transcurrido un tiempo específico (Münch Galindo & García Martínez, 2003). Al igual que la resolución de problemas, la planificación puede ser pensada como una serie de pasos que pueden seguirse sistemáticamente. Este proceso menciona claramente cómo debe de existir un vínculo entre el exterior de la organización y su interior, en relación de los objetivos que se pretenden en la empresa. Toda esta secuencia de pasos está basada en el Proceso Administrativo, que fue propuesto por Henri Fayol, donde se establece la Planificación, Organización, Dirección y Control. Ahora después de analizar la planeación, se tiene que mencionar la estrategia, ya que esta es la que determinará si un negocio es exitoso o no lo es. Para los fines de la instalación de una Recicladora de PET, la estrategia será el motor que hará llegar al éxito a un nuevo negocio. Se tiene que entender claramente lo que es una estrategia.

Si los animales son de diferentes especies, pueden sobrevivir y persistir en conjunto. Si ellos son de la misma especie, no podrán. Esta observación dio lugar al principio de exclusión competitiva: No hay dos especies que puedan coexistir, que hacen su vida de la misma manera (D. Henderson, 1989).

Con esta observación, se deja ver como el comercio y la competencia biológica siguen el mismo patrón de cambio evolutivo gradual, salvo para una cosa. Los estrategias de negocios pueden utilizar su imaginación y su capacidad de razonar a nivel local para acelerar los efectos de la competencia y la tasa de cambio. Pero la imaginación y la lógica son sólo dos de los factores que determinan los cambios en el equilibrio competitivo. Estrategia requiere también la capacidad de comprender la compleja red de competencia natural.

Estrategia es una búsqueda deliberada de un plan de acción que va a desarrollar un negocio de la ventaja competitiva y sus compuestos. Para cualquier empresa, la búsqueda es un proceso iterativo que comienza con el reconocimiento del lugar donde estás y lo que tienes ahora. Sus competidores más peligrosos son aquellos que son más como tú (D. Henderson, 1989).

A menos que una empresa tenga una ventaja única sobre sus rivales, no tiene razón de existir. Por desgracia, muchas empresas compiten en importantes esferas en las que operan en una situación de desventaja a menudo con gran costo, hasta que inevitablemente, están quebrados. Por esta razón, es importante definir claramente la estrategia que se implantará en un nuevo negocio y para el diseño de una Recicladora de PET, esta no es la excepción. Vinculando la parte de los objetivos del proceso de planeación y la estrategia, se llega a una Gestión Estratégica. La gestión estratégica implica el análisis de entornos internos y externos de una empresa, a fin de maximizar la utilización de los recursos en relación con los objetivos (Bracker, 1980). De esta definición, obtenemos que la gran importancia de la gestión estratégica sea que da a las organizaciones un marco para el desarrollo de capacidades para anticipar y hacer frente a los cambios. En consecuencia, una estrategia viene a ser una combinación de fines y de medios, las orientaciones de cómo llegar a esos fines. Toda estrategia debe contener un conjunto de decisiones congruentes, dirigidas a mejorar y fortalecer la posición que una organización tiene en relación a su competencia, a su mercado y a su medio. Por lo que la PE, se va a encargar de administrar los recursos necesarios de una organización, con base en sus objetivos para establecer planes de acción y establecer la estrategia adecuada para poder competir en un segmento de mercado que la diferencie de sus competidores. Esta

será la finalidad que la PE le otorgará al diseño de instalación de una nueva Recicladora de PET en México. La estrategia es una forma de razonar a largo plazo, ya que el tiempo es indispensable para el estratega (De Bodinat). Para un enfoque de negocio, se puede usar el Modelo de Fred R. David, basado en: La formulación de la estrategia, la ejecución de la estrategia y la evaluación de la estrategia.

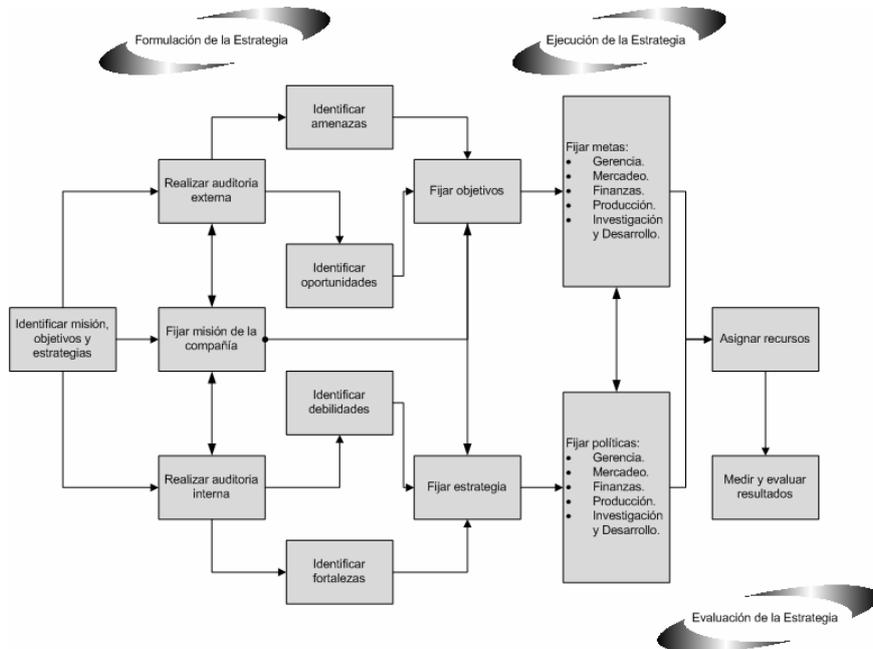


Ilustración 3.0.1, Formulación de Estrategias. Basado en (R. David, 2003).

Con estas tres consideraciones se puede esquematizar cuales son las características que la Recicladora de PET debe tomar al momento de pensar en su creación.

### 3.2 ESTRATEGIA DE OPERACIONES.

Esta es una de las áreas de interés para la vinculación de la Estrategia del Negocio con sus operaciones, en este caso logísticas.

Una estrategia de la función de operaciones es un conjunto de objetivos, planes y políticas, que describe en qué forma apoya la función de operaciones a la estrategia de negocios de la organización (R. Meredith, 1999).

La *estrategia* de la organización conocida como estrategia de negocios provee la información necesaria para diseñar un sistema de producción a fin de que la empresa alcance sus metas. Todas estas combinaciones darán como resultado el eficiente

manejo de las operaciones de la organización, con base a la formulación de su propia estrategia, en nivel externo e interno.

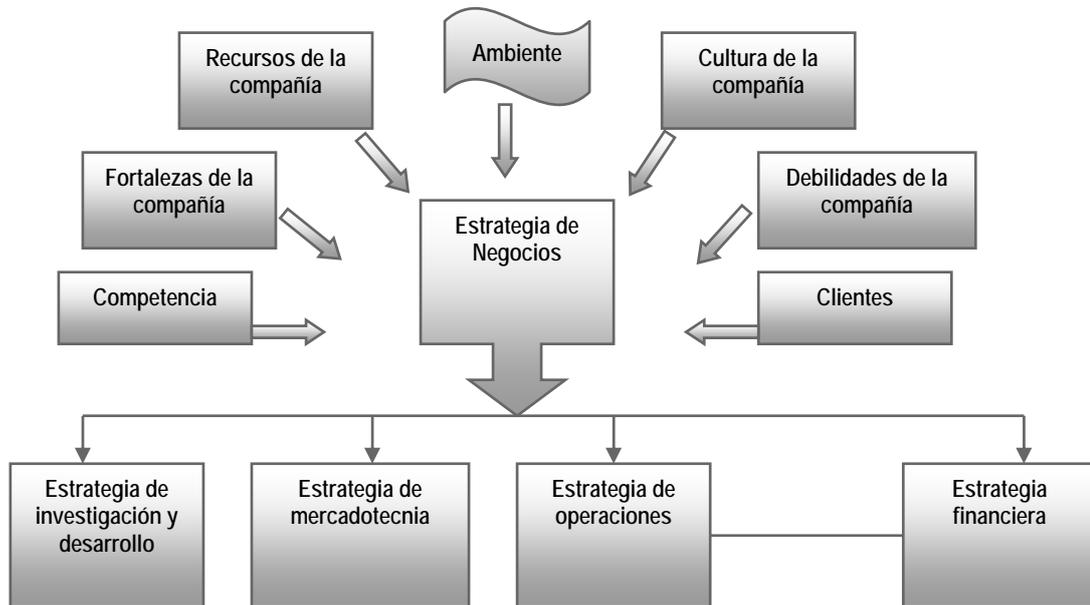


Ilustración 3.0.2, Proceso de Formulación de Estrategias, Basado en (R. Meredith, 1999).

A partir de estos niveles, se podrán desarrollar los detalles de la estrategia de *operaciones* y las tareas que habrá que enfrentar al ponerla en práctica, en el diseño de propuesta de instalación de una Recicladora de PET. Desarrollar una buena estrategia es difícil, pero se hace más fácil si se ha definido bien la meta o la misión. La estrategia es el plan diseñado por la organización para alcanzar su meta. Cada área funcional tiene su estrategia para cumplir su meta y ayudar a la organización a alcanzar la meta global. Las estrategias sacan provecho de las oportunidades y de los recursos, neutralizan los peligros y evitan los puntos débiles (Heizer & Render, 2001). A través de este concepto, se sugiere que las empresas alcancen sus metas a través de tres enfoques: singularización, primacía del costo y respuesta rápida. Cada una de estas tres estrategias empresariales, posibilita a la organización poseer una ventaja competitiva.

### 3.3 INTRODUCCIÓN A LA CADENA DE SUMINISTRO.

La Administración de la Cadena de Suministros (SCM en inglés), es una nueva forma de establecer negocios, así como de relaciones.

La SCM es la integración de la llave de los negocios, a partir de la atención al usuario o consumidor a través de los proveedores que van a abastecer los productos o servicios, y la información que le va a agregar valor para los clientes y otros interesados (M. Lambert & C. Cooper, 1998).

Así mismo, dentro de la SCM hay que contar con un buen monitoreo del proceso logístico, así como de establecer un adecuado lenguaje de negocios. Sin embargo, para tener un buen entendimiento de la SCM, primeramente se tiene que entender el concepto de logística.

Una parte del proceso de la cadena de suministros que planea, implementa y controla el eficiente y efectivo flujo y almacenamiento hacia delante y en reversa de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de satisfacer los requerimientos del cliente (Council of Environmental Quality).

Otra definición otorgada es:

Logística se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la propia cadena de suministros como un todo (H. Ballou, 2004).

La cadena de suministros incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. El objetivo de una cadena de suministro debe ser maximizar el valor total generado. Este valor es la diferencia entre lo que vale el producto final para el cliente y los costos en que la cadena incurren para cumplir la petición de este. Para la mayoría de las SCM, el valor está estrechamente correlacionado con la rentabilidad de la misma (también conocida como superávit de la SCM), que es la diferencia entre los ingresos generados por el cliente y el costo total de la cadena de suministro. Esta distribución se tendrá que analizar en el diseño de propuesta de la recicladora, ya que será importante definir el canal por el que el PET reciclado (RPET), entrará la empresa y llegará al cliente.

### 3.4 PRODUCTO.

El tipo de producto es una de las consideraciones principales dentro de la SCM, en el caso de la Industria del Reciclaje, el producto se describe como un material que se reprocesará para un proceso posterior a comparación del uso original para el que fue creado, en este caso el PET o mejor conocido como RPET, debido a que se trata de una material reciclable. El ciclo de vida es una característica ventajosa del material, ya que su degradación puede tardar más de 500 años, por lo que se le puede obtener beneficio al ser reprocesado por ser material termoplástico. Sin embargo, hoy en día el ciclo de vida del PET, es una responsabilidad que se empieza a agregar al productor de esta resina, tanto virgen como reciclada. Cabe mencionar, que este material se clasifica de tres formas según su grado o fin de producción.

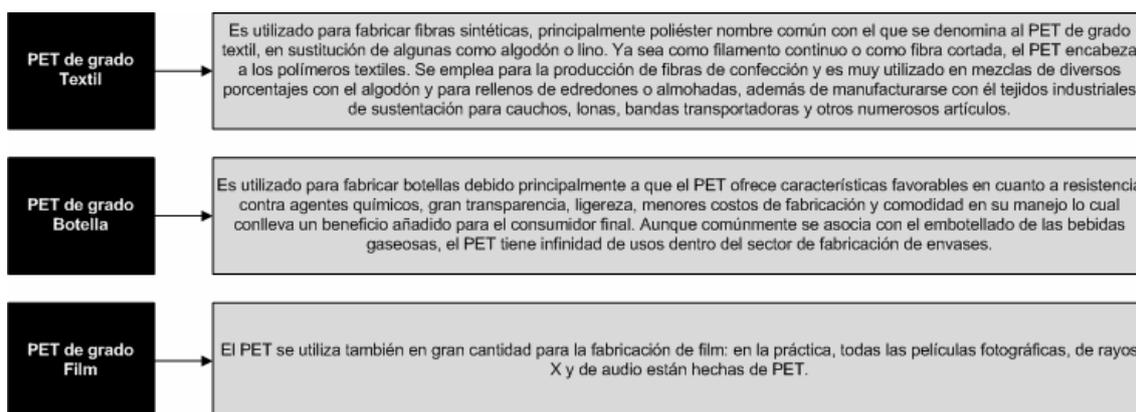


Ilustración 3.0.3, Clasificación según el grado de destino. Basado en (Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, 2006)

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. La fabricación de este insumo virgen se esquematiza de la siguiente forma:

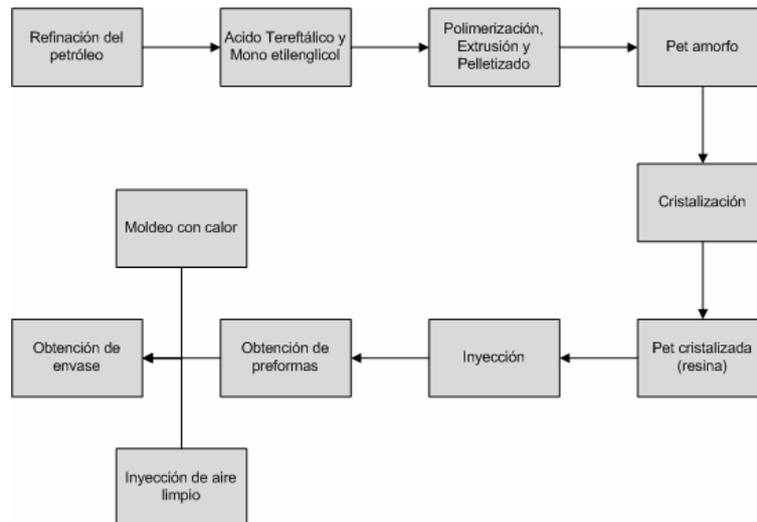


Ilustración 3.0.4. Proceso Virgen del PET. Basado en (Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, 2006).

Es importante conocer este proceso inicial de fabricación, ya que dependiendo del tipo de proceso de reciclado que se utiliza va a depender la utilización de algunas materias primas adicionales.

### 3.5 TRANSPORTE.

Por medio del transporte, los productos se mueven a lo largo de las diferentes etapas de la cadena de suministro. El transporte ha tenido gran impacto tanto en la capacidad de respuesta como en la eficiencia. Dos premisas fundamentales para el transporte son:

- ⇒ Diseño de una red de transporte. Este es un conjunto de modos de transporte, ubicaciones y rutas que se usan para enviar un producto. Una compañía debe decidir si el transporte será directo al punto de demanda o pasará por puntos de consolidación intermedios.
- ⇒ Elección de modos de transporte. Es la forma en la que el producto se mueve de un sitio a otro en la red de transporte. Las compañías escogen entre aire, camión, tren, barco y tuberías como medios de transporte. El Internet en la actualidad también es un transporte de información.

El transporte es también un factor en la creación de tiempo de utilidad, porque determina la rapidez y la forma coherente de los productos al pasar de un punto a

otro. El transporte incrementa la satisfacción del cliente, un componente importante del concepto de marketing (R. Stock & M. Lambert, 2001). En este enfoque, el transporte influye en lo siguiente:

- ⇒ Producto.
- ⇒ Precio.
- ⇒ Mercados objetivo.
- ⇒ Compras - Adquisiciones.
- ⇒ Ubicación de la instalación.

Así mismo, hay características que influyen en la selección del tipo de transportista que se requiere. Estas son:

- 1) Los transportistas comunes.
- 2) Los Transportistas de contrato.
- 3) Transportistas Exentos.
- 4) Los transportistas privados.

Otras opciones de transporte son:

- ⇒ Transitorios.
- ⇒ Asociaciones de Cargadores o Cooperativas.
- ⇒ Corredores de Transporte.
- ⇒ empresas de cargadores o agentes.
- ⇒ Logística de terceros proveedores de servicios. (Third-Party Logistics Service Providers, 3<sup>th</sup>PL).
- ⇒ Pequeños transportistas de paquetes.

Las estrategias de los transportistas y los cargadores están muy interrelacionadas. Dentro del transporte la documentación juega un rol importante para el transportista y el cliente. El estudio de viabilidad debe comenzar con una evaluación de la situación actual del transporte, junto con las empresas sobre posibles objetivos de la expansión del mercado. Los objetivos deberían incluir una declaración de los niveles de servicio deseados, así como un examen del entorno empresarial, tales como

restricciones legales y la evolución económica general. Hay tres tipos generales de costos que deben ser considerados:

- ⇒ Costos asignados.
- ⇒ Costos Semivariantes.
- ⇒ Gastos de bolsillo.

Otra forma muy importante para la toma de decisiones, y que influye bastante en el transporte es la programación lineal (PL), se menciona como una referencia de apoyo que podrá ser utilizada en el diseño de la propuesta de la cadena de suministro para evaluar diversos modelos planteados como parte de las problemáticas de este tipo de negocios. La programación lineal trata del uso eficiente de los recursos. Es una de las técnicas matemáticas más usadas. Su aplicación puede ir desde el transporte de mercancías, la programación de grupos de trabajo y de equipo, la ubicación de plantas y la coordinación de operaciones de producción a gran escala (K. Hodson, 1996). Para el modelo de programación lineal, se tienen que tomar en cuenta los siguientes aspectos: Definir las variables, definir la Función Objetivo y definir las Restricciones.

### 3.6 ESTRATEGIA LOGÍSTICA.

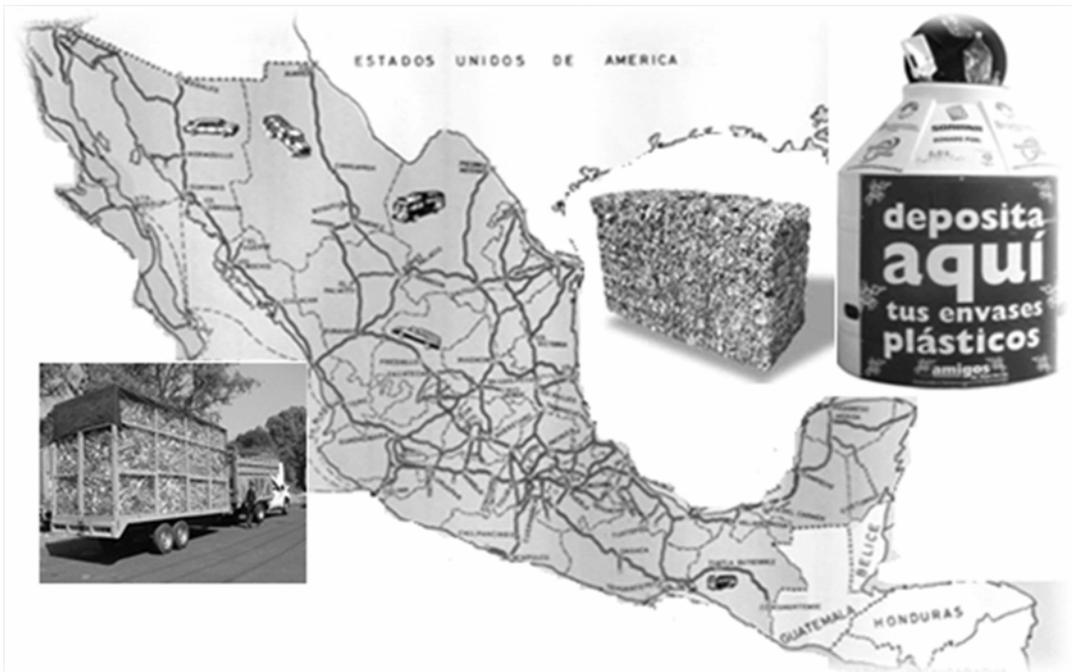
Una vez evaluados todos los puntos teóricos de los factores a considerar en el diseño, se toma en cuenta la relación entre la estrategia de operaciones y la estrategia logística para el desarrollo de un nuevo negocio que genere valor.

Un unificado y amplio proceso de planificación integrada para lograr una ventaja competitiva mediante el aumento de valor y servicio al cliente, lo que se traduce en la satisfacción superior del cliente (donde queremos estar), por la previsión de la demanda futura de servicios de logística y gestión de los recursos de toda la cadena de suministro (cómo llegar). Esta planificación se realiza en el contexto del objetivo de la empresa en general y su plan (R. Stock & M. Lambert, 2001).

En esta definición se puede destacar que existen básicamente dos tipos de planes: **el plan operativo**, que abarca un período de uno o dos años, y **el plan estratégico**, que abarca un período de cinco años o más. El plan estratégico, puede ser pensado como

un conjunto de pautas que mantienen el plan de explotación en el camino a alcanzar los objetivos. El plan operativo, es el que debe ser programado en detalles para demostrar cómo los objetivos serán alcanzados y para justificar los gastos del presupuesto. El plan estratégico de la logística debe constar de lo siguiente: *una visión general de gestión*, describiendo la estrategia de la logística en general y en lo que se refiere a su relación con las otras grandes funciones de la empresa. *Una declaración de los objetivos de logística*, relacionados con el costo y el servicio para ambos productos y clientes. *Una descripción de la persona de servicio al cliente, inventario, almacenamiento, el orden, la transformación, transporte y estrategias* necesarias para apoyar el plan global. *Una previsión* de la interface necesaria y los requisitos de capital. *A la logística de los estados financieros*, detallando los gastos de funcionamiento, los requisitos de capital, y el flujo de caja. Un esbozo de los principales *programas de la logística o los planes operacionales*, que se describen en suficiente detalle como los planes de documento, los gastos conexos, el calendario, y su impacto sobre las empresas. *Una descripción del impacto de la empresa, de la estrategia logística*, en términos de los beneficios empresariales, servicio al cliente, el rendimiento y el impacto sobre otras funciones de la empresa.

## CAPÍTULO IV. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE LA RECICLADORA.



En esta sección se desarrolla la propuesta estratégica para la instalación de la Recicladora de PET. El modelo establecido para su creación se parte en cuatro etapas fundamentales, donde se mezclan las herramientas de Planeación Estratégica para la selección de estrategias y las estrategias logísticas, para obtener una ventaja competitiva ante los competidores.

#### 4.1 FASE I. PLANTEAMIENTO Y SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS.

Para el desarrollo de la propuesta de instalación, se establece una metodología para definir y analizar factores, que van a permitir elaborar y seleccionar estrategias para la operación dentro de un proyecto de instalación de negocio. El modelo se compone principalmente de 5 fases, de las áreas evaluadas en el Capítulo III. La Fase I, corresponde a las estrategias elaboradas con herramientas de la planeación estratégica. Para su determinación, se necesita analizar la Industria y determinar la Oferta Nacional principalmente. La Fase II, se enfoca a la Configuración de las Instalaciones, donde se analizan los factores de capacidad de planta, proceso, demanda y selección del proceso. La Fase III, se enfoca a la localización de la Recicladora, punto de partida clave para las estrategias logísticas posteriores. Finalmente, las Fases IV y V, contribuyen al sistema logístico que le puede dar valor agregado al proyecto.

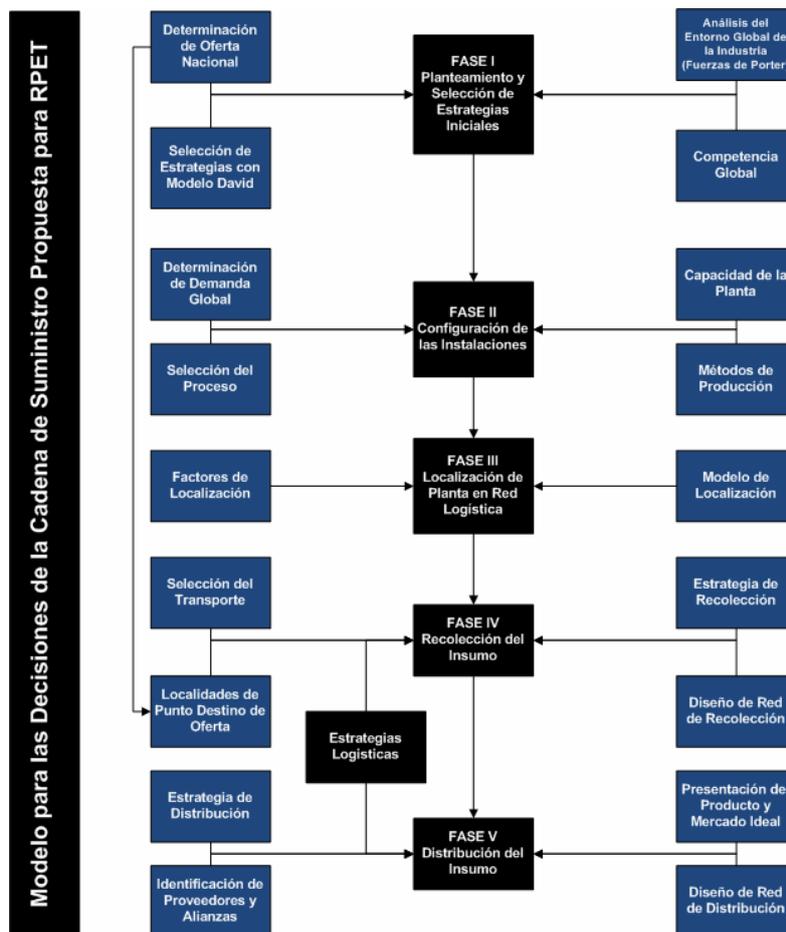


Ilustración 4.0.1. Desarrollo de la Propuesta. Elaboración Propia.

El esquema anterior representa este modelo personalizado de desarrollo y del cual se parte el desglose de cada etapa para el alcance del objetivo planteado dentro de la investigación.

#### **4.2. DETERMINACIÓN DE OFERTA DE PET PARA LA ELABORACIÓN DE ESTRATEGIAS.**

A continuación se determina uno de los factores primordiales para la elaboración de estrategias, la Oferta. Cabe mencionar, que el desarrollo para determinar Oferta, se basa en la cantidad de toneladas de PET clasificado como residuo, es decir, dentro de la basura. Esto se debe principalmente, a que el insumo que alimenta a una empresa de este tipo, se encuentra disponible dentro de los Residuos y no depende del CNA (Consumo Nacional Aparente), por lo que su cálculo se origina de otro tipo de información. Como se estableció en el objetivo de investigación, se planea constituir una empresa de reciclaje en México, realizando su análisis estratégico. Por tal razón, se tienen que tomar a los 32 estados que conforman la República Mexicana, para la elaboración de estrategias. Como se mencionó anteriormente, la oferta va a depender de la cantidad de residuos encontrados en cada entidad federativa, el INEGI, cuenta con bases de datos estadísticas de la disposición de estos residuos, clasificándolos de dos formas:

- ⇒ Sitios Controlados. Se refiere a lugares que concentran los Residuos formalmente, como son los Rellenos Sanitarios, Tiraderos y Estaciones de Transferencia.
- ⇒ Sitios No Controlados. Aquellos sitios donde los residuos son de difícil captura de información, ya que se encuentran en calles, ríos, playas, etcétera.

En el **Anexo A1**, se presenta la información para sitios controlados y no controlados. Posteriormente se toma como base de cálculo el 1.5% en peso para el cálculo de las toneladas de PET, encontradas en los Residuos.

Año	Estados Unidos Mexicanos	Zonas metropolitanas	Ciudades medias	Ciudades pequeñas	Rurales o semiurbanas
1998	253.26	179.81	70.71	2.49	0.26
1999	254.04	180.08	71.16	2.55	0.27
2000	253.68	181.83	69.26	2.25	0.35
2001	279.06	192.23	83.72	2.78	0.35
2002	288.17	188.24	96.29	3.29	0.36
2003	316.97	202.98	108.05	4.50	1.44
2004	334.58	203.60	123.71	5.79	1.49
2005	343.97	207.54	127.49	7.34	1.61
2006	352.85	210.53	130.89	9.80	1.64
	<b>2676.56</b>	<b>1746.81</b>	<b>881.25</b>	<b>40.77</b>	<b>7.74</b>
		<b>65%</b>	<b>33%</b>	<b>2%</b>	<b>0%</b>

Tabla 4.0.1, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios Controlados. Elaboración Propia.

Año	Estados Unidos Mexicanos	Zonas metropolitanas	Ciudades medias	Ciudades pequeñas	Rurales o semiurbanas
1998	204.99	8.00	100.65	28.17	68.18
1999	210.24	30.17	89.81	27.57	62.70
2000	207.30	21.29	87.87	34.98	63.17
2001	193.26	15.45	76.82	36.53	64.47
2002	194.45	25.58	69.11	82.07	17.70
2003	176.78	17.66	55.65	33.02	70.46
2004	184.46	31.77	45.75	33.96	72.98
2005	186.78	32.69	37.43	38.39	78.29
2006	189.18	35.48	41.91	37.01	74.79
	<b>1747.43</b>	<b>218.06</b>	<b>604.98</b>	<b>351.68</b>	<b>572.72</b>
		<b>12%</b>	<b>35%</b>	<b>20%</b>	<b>33%</b>

Tabla 4.0.2, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios No Controlados. Elaboración Propia.

Año	Estados Unidos Mexicanos	Zonas metropolitanas	Ciudades medias	Ciudades pequeñas	Rurales o semiurbanas
1998	458.25	187.80	171.36	30.66	68.43
1999	464.28	210.24	160.97	30.12	62.97
2000	460.98	203.12	157.13	37.23	63.51
2001	472.32	207.68	160.53	39.30	64.82
2002	482.61	213.81	165.39	85.35	18.06
2003	493.74	220.64	163.70	37.52	71.90
2004	519.03	235.37	169.46	39.75	74.46
2005	530.75	240.23	164.91	45.72	79.89
2006	542.03	246.00	172.80	46.80	76.43
	<b>4423.98</b>	<b>1964.87</b>	<b>1486.23</b>	<b>392.45</b>	<b>580.46</b>
		<b>44%</b>	<b>34%</b>	<b>9%</b>	<b>13%</b>

Tabla 4.0.3, Oferta de PET Combinada (Miles de Toneladas). Elaboración Propia.

Se puede observar en cada tabla, los porcentajes de las ciudades que más residuos de PET acumulan desde 1998 hasta el 2006. Estos porcentajes pueden propiciar información valiosa para la elaboración de estrategias posteriormente. A continuación, se realiza un análisis similar con la diferencia de que se tomarán a los 32 estados que conforman a la República Mexicana desde 1998 hasta el 2008. El objetivo es determinar las toneladas de PET generadas en cada estado para la elaboración de la red logística, las tablas se observan en el Anexo A1.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), estima que el 64% de los residuos se dispone en rellenos sanitarios y sitios controlados, esto se presenta más en la zona centro del país como se puede observar.



Ilustración 4.0.2. Generación de Residuos por Área Geográfica. Basado en (García Olivares, 2006)

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía Informática (INEGI), cuenta con bases de datos donde se puede corroborar esta estimación. Este desarrollo se parte de cada estado y no por estratos como en algunos estudios se maneja.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Año	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila de Zaragoza	Colima	Chiapas	Chihuahua	Distrito Federal	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	México	Michoacán de Ocampo	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro Arteaga	Quintana Roo	San Luis Potosí	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz de Ignacio de la Llave	Yucatán	Zacatecas
1998	3.59	11.94	0.60	2.16	7.04	1.20	1.56	11.61	63.32	9.89	3.53	0.53	1.23	26.64	41.88	0.93	0.86	0.00	21.20	0.00	10.05	4.71	3.36	4.38	6.11	4.46	0.00	6.20	2.84	3.62	3.89	0.00
1999	3.62	11.99	0.56	1.29	6.92	1.17	1.70	11.51	65.27	3.95	3.51	0.53	1.32	26.51	41.61	0.90	0.83	0.00	21.24	0.00	10.13	4.70	3.42	4.55	6.03	4.44	0.00	6.02	2.87	3.56	3.99	0.00
2000	3.56	11.90	0.54	0.87	6.62	1.16	1.64	11.28	65.27	3.89	10.61	0.48	1.25	25.49	39.87	0.87	0.78	0.00	21.06	0.00	9.93	4.64	3.38	4.44	5.63	4.32	0.00	5.58	3.00	1.88	3.84	0.00
2001	3.65	12.20	0.59	0.87	6.78	1.20	1.68	11.76	65.27	3.99	10.92	4.26	1.29	26.15	51.44	0.90	1.25	0.00	21.68	0.00	11.87	4.82	2.52	4.58	5.76	4.47	0.00	5.76	3.09	6.45	3.95	0.00
2002	4.11	12.71	0.65	0.87	6.93	1.23	1.74	12.21	65.27	4.07	13.97	4.34	1.32	26.72	45.29	1.77	1.28	1.61	22.23	0.00	12.20	4.98	2.72	4.68	9.38	4.59	0.00	6.63	3.18	6.56	4.04	0.96
2003	4.49	15.41	1.76	0.89	7.80	1.26	1.79	12.72	65.70	4.16	14.90	4.44	1.37	27.54	49.44	5.21	1.67	2.00	22.83	0.00	15.90	5.18	2.93	4.82	9.59	5.55	2.91	6.86	3.26	9.68	4.16	0.98
2004	4.71	16.25	1.97	0.90	8.51	1.31	1.97	13.65	67.50	4.65	15.92	4.64	1.46	29.03	51.09	5.88	1.77	2.30	24.11	0.00	16.47	5.51	3.14	5.00	10.37	5.40	3.12	7.50	3.51	10.61	4.49	1.92
2005	4.91	16.89	1.97	1.07	8.52	1.34	4.59	13.85	68.45	5.21	16.01	5.45	1.98	29.51	52.91	5.60	1.83	1.80	25.02	0.18	16.70	5.63	3.23	5.01	10.26	5.27	3.09	7.74	3.57	9.99	4.46	1.71
2006	5.01	17.52	2.09	1.10	8.72	1.37	4.70	14.30	68.99	5.30	16.32	5.51	2.01	30.08	53.97	5.69	1.86	1.82	26.10	0.18	18.89	5.79	3.41	5.12	10.46	5.42	3.17	7.98	3.63	10.11	4.58	1.73
2007	5.37	17.81	2.27	1.17	9.14	1.43	4.85	13.98	70.47	5.61	17.10	5.69	2.37	32.12	52.08	5.82	3.23	2.13	27.27	0.18	20.19	6.08	4.47	5.70	10.53	5.81	3.18	11.10	3.74	11.06	4.79	2.64
2008	5.55	18.48	2.36	1.64	9.35	1.46	4.92	15.36	71.18	5.72	17.87	5.69	2.66	32.94	53.22	6.62	2.40	2.36	28.02	0.18	20.97	6.21	4.74	6.20	10.67	5.99	3.24	11.66	3.84	11.33	4.88	2.91
suma	48.54	163.07	15.32	12.81	86.30	14.10	31.11	142.22	736.65	50.40	140.63	41.52	18.24	mmmm	532.79	40.17	17.73	14.00	mmmm	0.72	163.28	58.22	37.29	54.45	94.76	55.70	18.71	83.01	36.51	84.81	47.03	12.84

**Tabla 4.0.4, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios Controlados. Elaboración Propia.**

Año	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila de Zaragoza	Colima	Chiapas	Chihuahua	Distrito Federal	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	México	Michoacán de Ocampo	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro Arteaga	Quintana Roo	San Luis Potosí	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz de Ignacio de la Llave	Yucatán	Zacatecas
1998	0.51	0.59	1.29	1.32	3.11	0.99	11.54	2.51	0.00	2.30	16.92	11.60	6.35	6.90	33.71	13.55	5.81	3.54	0.87	10.13	9.59	1.08	0.29	4.44	5.75	5.31	7.76	5.94	0.42	23.51	2.58	4.88
1999	0.53	0.66	1.37	2.24	3.33	1.05	11.54	2.76	0.00	2.31	17.16	11.73	6.35	7.37	34.76	13.71	5.90	3.59	1.04	10.23	9.71	1.16	0.26	4.37	5.94	5.43	7.83	6.26	0.44	23.84	2.54	4.94
2000	0.59	2.22	1.49	1.97	3.63	1.14	11.61	3.63	0.00	2.12	9.96	11.00	6.42	7.04	34.73	13.59	6.11	3.45	1.40	10.28	10.29	1.61	0.66	4.25	5.76	5.58	7.82	7.19	0.45	24.00	2.73	4.67
2001	0.63	2.58	1.52	2.00	3.72	1.19	11.96	3.69	0.00	2.12	10.17	7.50	6.57	7.17	25.79	13.83	5.84	3.51	1.43	10.55	8.93	1.67	1.77	4.32	5.88	5.67	8.04	7.41	0.47	19.88	2.79	4.73
2002	0.30	2.70	1.55	2.03	3.81	1.22	12.27	3.72	0.00	2.13	7.59	7.65	6.71	7.29	34.38	13.20	5.99	1.97	1.46	10.80	9.15	1.73	1.80	4.38	2.48	5.75	8.24	6.92	0.47	20.15	2.85	3.81
2003	0.00	0.69	0.50	2.07	3.21	1.26	12.62	3.77	0.00	2.15	7.17	7.83	6.86	7.23	32.69	10.02	5.73	1.62	1.49	10.95	6.00	1.79	1.85	4.44	2.52	5.01	5.52	7.11	0.47	17.43	2.91	3.84
2004	0.00	0.74	0.50	2.39	3.27	1.28	13.53	3.87	0.00	2.19	7.41	7.97	7.08	7.38	34.55	10.28	6.12	1.65	1.52	11.60	6.09	1.83	1.91	4.47	2.55	6.11	5.75	7.67	0.48	18.09	2.96	3.29
2005	0.00	0.74	0.56	2.34	3.53	1.32	11.24	4.14	0.00	1.65	7.76	7.43	6.81	7.73	35.63	10.79	6.26	2.21	1.26	11.70	6.51	1.92	2.06	4.68	2.82	6.50	5.96	7.83	0.54	18.92	3.18	3.48
2006	ND	0.77	0.57	2.39	3.57	1.34	11.51	4.22	ND	1.67	7.88	7.53	6.92	7.85	36.81	10.91	6.36	2.24	0.83	11.87	5.01	1.98	2.13	4.74	2.88	6.63	6.09	8.04	0.56	19.19	3.26	3.53
2007	0.00	0.81	0.57	2.39	3.60	1.37	11.81	4.20	0.00	1.56	7.70	7.31	6.99	7.70	38.31	10.55	4.85	2.01	0.80	11.78	4.77	2.16	1.64	4.85	2.64	6.45	6.11	4.97	0.56	19.11	3.48	2.76
2008	ND	0.86	0.57	2.03	3.63	1.40	12.06	3.20	ND	1.56	7.38	7.38	6.87	7.71	39.32	9.89	5.84	1.83	0.69	11.87	5.07	2.22	1.64	4.52	2.64	6.50	6.18	4.77	0.57	19.22	3.56	2.54
suma	2.55	13.34	10.46	23.13	38.40	13.53	131.66	39.69	0.00	21.74	107.09	94.91	73.91	81.35	380.61	130.29	64.77	27.60	12.25	121.73	81.11	19.13	15.98	49.44	41.85	64.92	75.27	74.09	5.40	223.31	32.82	42.44

**Tabla 4.0.5, Oferta de PET Generada (Miles de Toneladas) en Sitios No Controlados. Elaboración Propia.**

Año	Aguascalientes	Baja California	Baja California Sur	Campeche	Coahuila de Zaragoza	Colima	Chiapas	Chihuahua	Distrito Federal	Durango	Guanajuato	Guerrero	Hidalgo	Jalisco	México	Michoacán de Ocampo	Morelos	Nayarit	Nuevo León	Oaxaca	Puebla	Querétaro Arteaga	Quintana Roo	San Luis Potosí	Sinaloa	Sonora	Tabasco	Tamaulipas	Tlaxcala	Veracruz de Ignacio de la Llave	Yucatán	Zacatecas
1998	4.10	12.53	1.89	3.48	10.14	2.19	13.10	14.12	63.32	6.18	20.45	12.12	7.58	33.54	75.59	14.48	6.66	3.54	22.07	10.13	19.64	5.79	3.65	8.82	11.85	9.77	7.76	12.14	3.26	27.12	6.47	4.88
1999	4.14	12.65	1.92	3.53	10.25	2.22	13.23	14.27	65.27	6.26	20.67	12.26	7.67	33.87	76.37	14.61	6.72	3.59	22.28	10.23	19.83	5.85	3.68	8.91	11.97	9.87	7.83	12.27	3.30	27.39	6.53	4.94
2000	4.14	14.12	2.03	2.84	10.25	2.30	13.25	14.91	65.27	6.00	20.57	11.48	7.67	32.52	74.60	14.46	6.89	3.45	22.46	10.28	20.22	6.24	4.04	8.69	11.39	9.90	7.82	12.77	3.45	25.88	6.57	4.67
2001	4.28	14.78	2.10	2.87	10.50	2.39	13.64	15.45	65.27	6.11	21.09	11.76	7.86	33.32	77.22	14.73	7.08	3.51	23.10	10.55	20.79	6.48	4.29	8.90	11.64	10.14	8.04	13.17	3.56	26.33	6.74	4.73
2002	4.41	15.41	2.19	2.90	10.74	2.45	14.01	15.93	65.27	6.20	21.56	11.99	8.03	34.01	79.67	14.97	7.26	3.57	23.69	10.80	21.35	6.71	4.52	9.06	11.85	10.34	8.24	13.55	3.65	26.70	6.89	4.77
2003	4.49	16.10	2.25	2.96	11.01	2.52	14.40	16.49	65.70	6.30	22.07	12.27	8.22	34.77	82.13	15.23	7.40	3.62	24.32	10.95	21.90	6.96	4.77	9.26	12.11	10.56	8.43	13.97	3.72	27.11	7.07	4.82
2004	4.71	16.98	2.46	3.29	11.78	2.58	15.50	17.52	67.50	6.84	23.33	12.60	8.54	36.41	85.64	16.16	7.89	3.95	25.62	11.60	22.56	7.34	5.04	9.47	12.92	11.51	8.87	15.17	3.99	28.70	7.44	5.21
2005	4.91	17.63	2.52	3.41	12.05	2.66	15.83	17.99	68.45	6.86	23.76	12.87	8.79	37.23	88.53	16.38	8.09	4.01	26.28	11.88	23.21	7.55	5.28	9.69	13.08	11.76	9.05	15.57	4.11	28.91	7.64	5.19
2006	5.01	18.29	2.66	3.48	12.29	2.70	16.20	18.51	68.99	6.96	24.20	13.04	8.93	37.92	90.78	16.59	8.22	4.05	26.93	12.05	23.90	7.77	5.54	9.86	13.34	12.05	9.26	16.02	4.19	29.30	7.83	5.25
2007	5.37	18.62	2.84	3.56	12.74	2.79	16.65	18.18	70.47	7.17	24.80	12.99	9.36	39.81	90.39	16.37	8.07	4.14	28.07	11.96	24.96	8.24	6.11	10.55	13.17	12.26	9.29	16.07	4.29	30.17	8.27	5.40
2008	5.55	19.34	2.93	3.66	12.98	2.85	16.98	18.56	70.47	7.28	25.25	13.07	9.53	40.65	92.54	16.50	8.24	4.19	28.71	12.05	26.04	8.43	6.38	10.71	13.31	12.48	9.42	16.43	4.41	30.54	8.43	5.45
suma	51.69	176.40	25.77	35.94	124.70	27.83	162.77	181.91	735.95	72.14	247.71	136.43																				

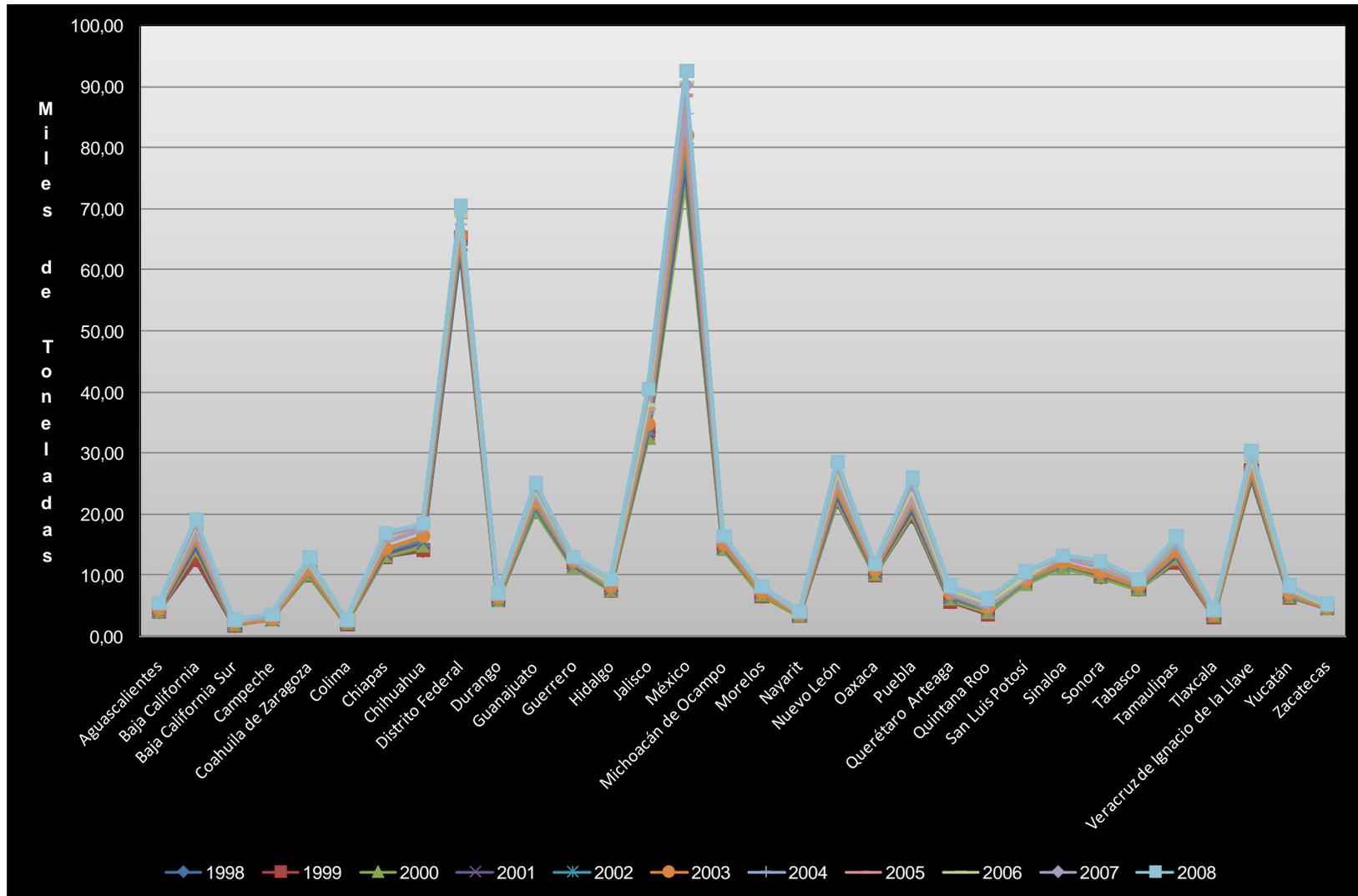


Ilustración 4.0.3. Generación de Residuos por Entidad Federativa. Elaboración Propia.

Para comparar la información que indica la SEMARNAT, se puede hacer un breve resumen de estratos, con base en la información calculada y validar los porcentajes que cada estrato generan como residuos de PET. Estos estratos son los siguientes:

En terminos del 2008						
Estratos	SITIOS CONTROLADOS		OFERTA DEL ESTRATO %	SITIOS NO CONTROLADOS		OFERTA DEL ESTRATO %
	Estados que lo componen	OFERTA (%)		Estados que lo componen	OFERTA (%)	
Centro	Aguascalientes	1	64	Aguascalientes	ND	56
	Colima	0		Colima	1	
	Guanajuato	5		Guanajuato	4	
	Hidalgo	1		Hidalgo	4	
	Jalisco	9		Jalisco	4	
	Estado de Mexico	14		Estado de Mexico	21	
	Michoacan	2		Michoacan	5	
	Morelos	1		Morelos	3	
	Puebla	6		Puebla	3	
	Queretaro	2		Queretaro	1	
	Tlaxcala	1		Tlaxcala	0	
	Veracruz	3		Veracruz	10	
	Distrito Federal	19		Distrito Federal	ND	
	Fronterizo	Baja California Norte		5	16	
Coahuila		2	Coahuila	2		
Chihuahua		4	Chihuahua	2		
Sonora		2	Sonora	4		
Tamaulipas		3	Tamaulipas	3		
Norte	Baja California Sur	1	16	Baja California Sur	0	5
	Durango	2		Durango	1	
	Nayarit	1		Nayarit	1	
	Nuevo Leon	7		Nuevo Leon	0	
	Sinaloa	3		Sinaloa	1	
	San Luis Potosi	2		San Luis Potosi	2	
Sur	Campeche	0	6	Campeche	1	25
	Chiapas	1		Chiapas	7	
	Guerrero	1		Guerrero	4	
	Oaxaca	0		Oaxaca	6	
	Quintana Roo	1		Quintana Roo	1	
	Tabasco	1		Tabasco	3	
	Yucatan	1		Yucatan	2	
	Zacatecas	1		Zacatecas	1	

Tabla 4.0.7, Oferta de PET por Estratos. Elaboración Propia.

Se puede observar que el 64% se genera en zona centro del país, con lo que se comprueba parcialmente la información de SEMARNAT. Sin embargo, gracias a la

base de datos de INEGI, este dato solo se enfoca a los sitios controlados y no a los sitios no controlados, por lo que es mejor evaluar en el diseño de red y más para la localización de planta, a cada estado por separado y no mezclarlos en estratos. Como una referencia se han marcado de color a cada estado que genera más residuos de PET (Oferta), dependiendo si se trata de sitios controlados o no lo son, esto solo como una posible guía de cual sería la mejor ubicación para localizar una planta, pero se puede caer en el error de escoger una mala ubicación con base a estas dos opciones, ya que dependiendo de éstas, existen estados que se hacen más atractivos de un estrato y otros que no lo son.

En terminos del 2008			
Estratos	Estados que lo componen	OFERTA (%)	OFERTA DEL ESTRATO %
Centro	Aguascalientes	1	61
	Colima	1	
	Guanajuato	4	
	Hidalgo	2	
	Jalisco	7	
	Estado de Mexico	16	
	Michoacan	3	
	Morelos	1	
	Puebla	6	
	Queretaro	1	
	Tlaxcala	1	
	Veracruz	6	
	Distrito Federal	12	
Fronterizo	Baja California Norte	3	13
	Coahuila	2	
	Chihuahua	3	
	Sonora	2	
	Tamaulipas	3	
Norte	Baja California Sur	1	13
	Durango	1	
	Nayarit	1	
	Nuevo Leon	6	
	Sinaloa	2	
	San Luis Potosi	2	
Sur	Campeche	1	13
	Chiapas	3	
	Guerrero	2	
	Oaxaca	2	
	Quintana Roo	1	
	Tabasco	2	
	Yucatan	1	
	Zacatecas	1	

Tabla 4.0.8, Oferta de PET Combinada por Estratos. Elaboración Propia.

Combinando la información se puede observar como realmente en la zona centro se genera el 61% de residuos de PET. Además, de incluir estados que pueden ser atractivos para la localización de planta, razón por la cual posiblemente muchos estudios, elijan a los estados de: Puebla, México y el Distrito Federal, para su análisis. En esta investigación, se propondrá una localización con base a otros modelos y al análisis de cada estado, para garantizar la mejor estrategia logística y que de valor agregado al proyecto. Finalmente, el cálculo de la oferta por cada entidad federativa, contemplando aquellos organismos que acopian material, se muestra a continuación:

Estados	Oferta Total (Miles de Toneladas) 2008	Oferta Controlada	Oferta No Controlada	Ubicación de Centros de Acopio de ECOCE	Otros Centros de Acopio	Ubicación de Centros de Acopio de Avangard	Oferta Recolectada (Miles de Toneladas)	Oferta No Recolectada (Miles de Toneladas)
Aguascalientes	5,55	5,55	ND	0,00	0,00	3,13	3,13	2,43
Baja California	19,34	18,48	0,86	0,19	0,03	3,13	3,35	15,99
Baja California Sur	2,93	2,36	0,57	0,13	0,02	2,00	2,15	0,78
Campeche	3,66	1,64	2,03	0,46	0,07	3,13	3,65	0,01
Coahuila de Zaragoza	12,98	9,35	3,63	0,82	0,12	3,13	4,07	8,91
Colima	2,85	1,46	1,40	0,32	0,05	2,00	2,36	0,49
Chiapas	16,98	4,92	12,06	2,74	0,40	3,13	6,26	10,72
Chihuahua	18,56	15,36	3,20	0,73	0,11	3,13	3,96	14,60
Distrito Federal	70,47	71,18	ND	0,00	0,00	3,13	3,13	67,35
Durango	7,28	5,72	1,56	0,35	0,05	3,13	3,53	3,74
Guanajuato	25,25	17,87	7,38	1,68	0,24	3,13	5,04	20,20
Guerrero	13,07	5,69	7,38	1,68	0,24	3,13	5,04	8,02
Hidalgo	9,53	2,66	6,87	1,56	0,23	3,13	4,91	4,61
Jalisco	40,65	32,94	7,71	1,75	0,25	3,13	5,13	35,52
México	92,54	53,22	39,32	8,92	1,30	5,38	15,60	76,94
Michoacán de Ocampo	16,50	6,62	9,89	2,24	0,33	3,13	5,70	10,80
Morelos	8,24	2,40	5,84	1,32	0,19	3,13	4,64	3,59
Nayarit	4,19	2,36	1,83	0,42	0,06	3,13	3,60	0,58
Nuevo León	28,71	28,02	0,69	0,16	0,02	3,13	3,30	25,41
Oaxaca	12,05	0,18	11,87	2,69	0,39	3,13	6,21	5,84
Puebla	26,04	20,97	5,07	1,15	0,17	3,13	4,44	21,60
Querétaro Arteaga	8,43	6,21	2,22	0,50	0,07	3,13	3,70	4,73
Quintana Roo	6,38	4,74	1,64	0,37	0,05	3,13	3,55	2,82
San Luis Potosí	10,71	6,20	4,52	1,02	0,15	3,13	4,30	6,41
Sinaloa	13,31	10,67	2,64	0,60	0,09	3,13	3,81	9,49
Sonora	12,48	5,99	6,50	1,47	0,21	3,13	4,81	7,67
Tabasco	9,42	3,24	6,18	1,40	0,20	3,13	4,73	4,69
Tamaulipas	16,43	11,66	4,77	1,08	0,16	3,13	4,37	12,06
Tlaxcala	4,41	3,84	0,57	0,13	0,02	3,13	3,27	1,14
Veracruz de Ignacio de la Llave	30,54	11,33	19,22	4,36	0,63	3,13	8,12	22,42
Yucatán	8,43	4,88	3,56	0,81	0,12	3,13	4,05	4,38
Zacatecas	5,45	2,91	2,54	0,58	0,08	3,13	3,78	1,66
32	563,28	380,54	183,45	41,64	6,05	100,00	147,70	415,58
TOTAL		68%	32%	22,7%	3,3%	18%	26%	74%
				26%				

Tabla 4.0.9, Oferta de PET por Entidad Federativa. Elaboración Propia<sup>3</sup>.

En la tabla anterior se observa que el 26% de los residuos generados en México son acopiados y utilizados por el sector de Reciclaje. El 74% restante no se recolecta y se encuentra dispuesto en sitios controlados y no controlados, de los cuales el 68% de

<sup>3</sup> Nota: Se marco de color gris a la ubicación de los centros de acopio más grandes del país.

los residuos generados a nivel nacional está en rellenos sanitarios y tiraderos y el 32% restante se puede encontrar como impacto ambiental, calles, ríos, lagos, etcétera, o como recolección post-industrial y post-municipal para su reutilización. Derivado de esta información, las estrategias del negocio se pueden enfocar a la Oferta del 74% que se encuentra dispersa y equivale a 415,583 toneladas.

#### **4.3 ELABORACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y LA RECICLADORA.**

Esta sección se enfoca a la elaboración de estrategias con ayuda de las herramientas de planeación estratégica. El objetivo principal que se persigue es la formulación de estrategias con ayuda de las matrices del modelo de Fred. R. David, y compararlas con el análisis de la Industria, utilizando el modelo de Michael Porter. Al final se obtendrán las estrategias “iniciales”, que el proyecto con enfoque de negocio puede utilizar. Sin embargo, se destaca que se mencionan como estrategias iniciales, debido a que posteriormente se compararán con las estrategias logísticas, para el adecuado funcionamiento de la cadena de suministro y las estrategias de la Recicladora. La elaboración de estrategias para la Recicladora se genera utilizando las siguientes matrices: MEFI (Matriz de Evaluación del Factor Interno), donde se analizan las posibles fortalezas y debilidades de la Recicladora; MEFE (Matriz de Evaluación del Factor Externo), donde se analizan las amenazas y oportunidades de la misma; MPC (Matriz del Perfil Competitivo), donde se analizan los principales competidores. En el **suplemento IA**, se muestra en que consiste la elaboración de cada una de estas matrices. La primer matriz a desarrollar es la de fortalezas y debilidades, MEFI. Se compone de 17 factores, de los cuales se enuncian 10 fortalezas que podría tener la Recicladora al momento de su instalación y operación, así como 7 debilidades que pueden influir en la instalación de la misma. Se puede observar que el factor “Red logística para la recolección del insumo del 74% libre”, tiene el peso mayor con 0.15. Lo que significa, que con la información analizada en la determinación de la Oferta, la Recicladora se puede enfocar al porcentaje que no es recolectado por la

competencia y ganar así un mayor mercado. La calificación de 4 para este factor, representa el buen desempeño que puede tener la Recicladora, manejando su propia red de recolección. Este factor, se analiza dentro de las estrategias logísticas posteriormente. Todos los factores que se colocan en la matriz, presentan su justificación dentro de la misma con el análisis que se desarrolla en las siguientes secciones.

#### **4.3.1 FACTORES DE FORTALEZAS.**

Los factores que presentan una fortaleza que puede utilizar la Recicladora en operación son los siguientes:

- ⇒ **Centros de Acopio Propios.** Analizando la información de los Capítulos I y II, se plantea que establecer Centros de Acopio propios, puede evitar la intermediación de proveedores que pueden estar aliados a Competidores. Además, con base en que China se lleva cerca del 80% del insumo acopiado y que éste viene principalmente de Centros de Acopio, así como de organismos importantes como ECOCE A.C, este factor tiene su justificación, en obtener las botellas PET, de forma independiente, reduciendo costos y sobretodo evitar “mafias” dentro de la recolección del insumo.
- ⇒ **Proceso de Reciclaje Químico.** El proceso de fabricación determina la oportunidad para un nuevo proyecto. En el caso de una Recicladora, se analiza la información correspondiente a la tabla 1.2 del Capítulo I. así mismo, la sección del Mercado de RPET, del Capítulo II. Esta información permite conocer los distintos segmentos de mercado que puede ocupar un producto reciclado. Se plantea que el producto de venta, sean pellets de PET. Por lo que la información de estos capítulos permiten plantear como una fortaleza este proceso, con una visión de crecimiento y áreas de oportunidad, que hasta el momento son poco exploradas en México y que permita un mayor valor agregado a comparación del proceso mecánico.

⇒ **Red Logística para la Recolección del Insumo.** Este factor se plantea como fortaleza, derivado al cálculo de la Oferta a nivel nacional. En la tabla 4.9, se puede observar como se realiza la recolección. La oferta no controlada, es el principal factor de reciclaje de los centros de Acopio existentes, tal es el caso de ECOCE A.C., cuya tasa de recolección es del 22.7%, los centros de acopio independientes recolectan solo el 3.3%. La mayor oferta se encuentra en los sitios controlados, con el 68%. Además, considerando que los centros de acopio de Avangard, recolectan el 18% que puede provenir de sitios controlados y no controlados. Se plantea el diseño de una red de recolección que permita a la Recicladora obtener su propio insumo con flotilla propia y evitar enfocarse solo al 26% de oferta como lo realizan principalmente los Centros de Acopio establecidos, que venden el insumo a las empresas de reciclaje y atacar el 74% libre de oferta que no es considerado por ningún competidor.

⇒ **Capacidad de producción superior en 21% a las empresas de proceso mecánico.** Considerando el proceso químico, se desarrolla el cálculo de operación mensual, presentado en la sección 4.2. Aquí se observa que la Recicladora puede producir alrededor de 1512 toneladas mensuales. Con base en la descripción de las empresas de reciclaje mecánico del Capítulo I, se observa que hay empresas cuya capacidad puede llegar a 1000 toneladas/mes, tal es el caso de Tecnología de Reciclaje. Estimando empresas que puedan llegar hasta una capacidad de 1200 toneladas/mes se realiza la siguiente operación:

$$\frac{(V_{Teo.} - V_{Exp.})}{V_{Teo.}} = \frac{(1512 - 1200)}{1512} = 21\%$$

Lo que representa una capacidad mayor de la Recicladora en comparación con Competidores de proceso mecánico.

⇒ **Promoción y Publicidad para fomentar el Reciclaje de Pet.** Este factor se encamina hacia una estrategia de Marketing. La finalidad es crear campañas de concientización y motivación para estimular en la Sociedad el Reciclaje y poder obtener el insumo dentro de la Cadena de Suministro de forma independiente a organismos de acopio.

- ⇒ **Investigación y Desarrollo para la fabricación de Contenedores de Recolección.** Contemplando el factor anterior, esta fortaleza se dirige a que la empresa innove en la forma de recolectar el insumo creando contenedores y colocarlos en lugares donde la Sociedad pueda realizar la actividad de reciclaje de tal forma, que se pueda reducir en costos de transporte para el negocio.
- ⇒ **Control de Proveedores.** Este factor se relaciona con los factores de establecer Centros de Acopio propios y diseñar una red de recolección, el proveedor principal se enfoca en la adquisición de flotilla propia para manejar el flujo del insumo dentro de la Cadena, mejorando la eficiencia de la misma y creando un mayor valor agregado al negocio.
- ⇒ **Calidad del Producto al obtenerse “Virgen”.** Derivado del proceso químico, el producto final obtenido es un pellet cuyas propiedades químicas lo hacen reutilizable en la fabricación de envases y empaques de grado alimenticio. Esto crea mayor valor agregado al negocio en comparación de una hojuela obtenida con proceso mecánico, cuyas propiedades químicas no son purificadas y no permiten su uso en éste segmento de mercado.
- ⇒ **Mano de Obra Calificada.** Esta fortaleza se enfoca en el reclutamiento y capacitación de personal, que contribuyan con ideas e innovación dentro de un área como puede ser Ingeniería del Producto o Marketing. El objetivo es encontrar mejoras al proceso y al producto, con la finalidad de reducir costos operativos y apoyar a la promoción y publicidad, con diseños de contenedores sencillos, llamativos o interesantes, que puedan contribuir a la concientización del reciclaje en la Sociedad.
- ⇒ **Exportación del producto a Europa y Asia.** Este factor se enfoca a una estrategia cuya visión, permita al proyecto de negocio exportar el producto a países de estos continentes. La razón principal es el alto consumo de este insumo para la fabricación de diversos productos que son consumidos en estos países.

Estos son 10 factores de posibles fortalezas que pueden crear una ventaja competitiva a un nuevo proyecto de negocio. Ahora se analizarán los factores que pueden ser las principales debilidades en la creación del mismo proyecto de negocio.

#### **4.3.2 FACTORES DE DEBILIDADES.**

Dentro del análisis de las debilidades internas que puede tener un nuevo proyecto de negocio en su instalación, se establecen los siguientes:

- ⇒ **Falta de Capital de Inversión.** Este factor se puede convertir en la principal debilidad para establecer una Recicladora de este tipo. Se debe contar con una inversión considerable para adquirir un proceso químico y tenerlo en operación. Sin embargo, se cuenta con información referente en la investigación tecnológica, mencionada en el Capítulo I, que puede aportar a reducir los costos operativos y crear una rentabilidad al manejar este proceso.
- ⇒ **Diseño de Sistemas de Información.** En la actualidad las tecnologías de información permiten crear y manejar de forma eficiente el producto de un negocio. Al inicio es probable que el negocio no cuente con este tipo de sistemas debido a la inversión que se necesita para adquirirlos. Sin embargo, si se cuenta con un adecuado sistema logístico, puede contribuir a la operación correcta del negocio y considerar a futuro, la adquisición de software especial, para manejar de mejor forma dicho sistema.
- ⇒ **Falta de una Planta de Separación de Residuos Sólidos.** Existen competidores importantes que cuentan con plantas de separación de residuos. Promotora Ambiental PASA, es un ejemplo de que al contar con plantas de separación de residuos, les permite obtener mayores ingresos, ya que venden distintos materiales clasificados en estas plantas a diversos sectores de reciclaje, además les permite obtener insumos de PET, más limpios, en la entrada de su proceso, evitando así contaminantes que pueden venir en la compra de pacas de otros acopiadores.

- ⇒ **Falta de Rellenos Sanitarios Propios.** Relacionado con el factor anterior, establecer rellenos sanitarios en diversos estados del país, permite contar con almacenes más amplios para la adquisición y venta de diversos insumos. Este factor puede ser importante, ya que como se mostró en el cálculo de la Oferta, el 68% se encuentra en sitios controlados, siendo los rellenos sanitarios los principales sitios. Promotora Ambiental PASA, obtiene mayores ingresos y ventajas al contar con sus propios rellenos sanitarios.
- ⇒ **Flotilla propia limitada.** Para contar con una mayor recolección y distribución del insumo, se requiere de una cantidad de unidades vehiculares considerable para concentrar el 74% de oferta libre. Sin embargo, en la instalación de un nuevo proyecto y derivado de la inversión limitada, se debe de adquirir la flotilla mínima necesaria para recolectar la mayor cantidad de este insumo.
- ⇒ **Adquisición de Maquinaria de Importación causando mayor atención al Mantenimiento.** La adquisición de maquinaria es fundamental para instalar una Recicladora, ambos procesos, mecánico y químico pueden requerir adquirir maquinaria extranjera. Sin embargo, en el caso del reciclaje químico en México, debido a la escases de maquinaria para el mismo, se debe depender más de la importación. Un problema que se puede presentar, es al momento de dar mantenimiento a la maquinaria, debido a que al no conocer las especificaciones o la funcionalidad del equipo, los encargados de mantenimiento pueden realizar ajustes o correcciones, derivados más de la intuición que del conocimiento del equipo. Esto causa poner mayor atención al mantenimiento de las máquinas del proceso para evitar tiempos muertos y poca productividad.
- ⇒ **Costos de operación del Reciclaje Químico.** Para instalar este proceso se deben conocer los costos de operación del mismo. La cantidad de energía eléctrica, mantenimiento de máquinas, contratación y capacitación de personal, etcétera. Pueden elevar los gastos del negocio, por lo que es importante contar con un buen sistema logístico y estrategias de marketing, para garantizar un punto de equilibrio, donde el negocio perciba mayores ingresos en relación a los gastos del

proceso. Si no se maneja bien este factor puede afectar considerablemente a la recicladora, una vez instalada y en operación.

Estos factores son evaluados en la matriz MEFI. Los pesos ponderados y calificaciones asignadas, se relacionan en la metodología de la matriz presentada en el **Suplemento IA**. Cabe mencionar, que estos factores son considerados como posibles fortalezas y debilidades de la empresa, para analizar su instalación, así como su operación una vez instalada.

Factores determinantes del Éxito	Peso	Calificación	Peso Ponderado
<b><i>Fortalezas internas</i></b>			
1. Centros de Acopio propios.	0.1	4	0.4
2. Proceso de Reciclaje Químico.	0.1	3	0.3
3. Red Logística para la Recolección del insumo (Oferta del 74% libre)	0.15	4	0.6
4. Capacidad de producción superior a las Empresas de Reciclaje Mecánico del 21%	0.06	3	0.18
5. Promoción y Publicidad para fomentar el Reciclaje de Pet.	0.06	3	0.18
6. Investigación y Desarrollo para la Fabricación de Contenedores de Recolección.	0.04	3	0.12
7. Control de Proveedores.	0.05	4	0.2
8. Calidad del Producto al obtenerse "Virgen".	0.03	3	0.09
9. Mano de Obra Calificada.	0.03	3	0.09
10. Exportación del producto a Europa y Asia.	0.03	3	0.09
<b><i>Debilidades internas</i></b>			
1. Falta de Capital de Inversión.	0.1	1	0.1
2. Diseño de sistemas de información.	0.05	1	0.05
3. Falta de una Planta de Separación de residuos sólidos.	0.025	2	0.05
4. Falta de Rellenos Sanitarios propios.	0.025	2	0.05
5. Flotilla propia limitada a un cierto número de unidades para la Recolección y Distribución.	0.08	1	0.08
6. Adquisición de Maquinaria de Importación causando mayor atención al Mantenimiento.	0.02	2	0.04
7. Costos de Operación del Reciclaje Químico más elevados.	0.05	2	0.1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>2.72</b>

Tabla 4.0.10, Matriz del Factor Interno de la Recicladora. Elaboración Propia.

El total ponderado de 2.72, representa que la Recicladora puede aprovechar de mejor forma sus fortalezas ante sus debilidades, obteniendo una mayor ventaja competitiva en el Mercado. Una vez elaborada la matriz MEFI, se procede a elaborar la matriz de evaluación de oportunidades y amenazas, MEFE. Se determinan los factores que determinan el éxito dentro de la misma y se presenta su justificación dentro del siguiente análisis.

### 4.3.3 FACTORES DE OPORTUNIDADES.

Las oportunidades se analizan con base en la información presentada en los Capítulos I y II. Se determinan 11 factores que pueden generar estrategias competitivas al proyecto de instalación. El análisis es el siguiente:

- ⇒ **Creación de políticas gubernamentales para el Consumo de Productos Biodegradables y Reciclables.** En la actualidad, las entidades federales, estatales y municipales, se empiezan a interesar por el Impacto ambiental. Debido a esto, se empiezan a crear iniciativas donde los fabricantes de productos que contribuyen a dicho impacto se empiecen a comprometer con el Medio Ambiente. Así mismo, se busca que la Sociedad empiece a concientizar en la clasificación de su basura domiciliaria. Esto puede generar una oportunidad al negocio, ya que al facilitar la clasificación de la basura permite obtener el insumo de mejor forma en términos de separación, limpieza y volumen.
- ⇒ **Lanzamiento de convocatorias de los Municipios para la Recolección de RSM y RSU en zonas comerciales, industriales y domesticas.** Las licitaciones son la clave para permitir el acceso de flotilla propia de empresas de reciclaje dentro de las comunidades. El poder ganar las convocatorias de licitación, permite recolectar este insumo en colonias donde se garantiza que solo la flotilla vehicular de esa empresa recolecte los residuos de ese sector.
- ⇒ **Crecimiento de la Demanda Mundial de Envases de PET del 7 al 13% anual.** Como se mostró en el Capitulo II, dentro del mercado de RPET. El segmento de mercado que más crece año con año, es el de botellas. La oportunidad del reciclaje químico, permite obtener mayores ingresos en este segmento y explotar esta oportunidad, otorga una mayor ventaja competitiva al proyecto de instalación del negocio.

- ⇒ **Solo se recolecta entre el 20 y 26% a nivel nacional.** Como se mostró en el cálculo de la oferta. Existe mucho material pero poca efectividad para su recolección. La oportunidad de diseñar una red logística, que permita recolectar el insumo de mejor forma, apoya no solo a la creación de valor del negocio, también a la reducción de residuos cuyo potencial de reutilización es importante.
- ⇒ **El Mercado de Envases (alrededor del 15%) empieza a utilizar del 10 al 25% de resina reciclada por envase dentro de sus procesos de fabricación.** Con base en la información presentada en el Mercado dentro del Capítulo II y que dentro de la Industria del envase, las botellas de PET, ya contienen entre un 10 y un 25% de resina reciclada. La oportunidad de crear pellets de PET, con proceso químico en un país donde es casi inexistente, permite crear una mayor ventaja competitiva a la creación de negocio de la Recicladora.
- ⇒ **El Reciclaje Químico es casi inexistente en México.** Relacionado al factor anterior, la oportunidad de ser una de las primeras empresas con este tipo de proceso, permite posicionarse en el Mercado de mejor forma. Considerando que la mayoría de las empresas en la actualidad utilizan solo proceso mecánico y que tarde o temprano se darán cuenta de que deberán ajustarse a este proceso debido a la tendencia que presenta, permite al proyecto de negocio, configurar sus instalaciones de forma adecuada, para competir y ganar mayor mercado.
- ⇒ **La mayoría de la competencia son empresas informales y pequeñas que laboran de forma improvisada.** En la actualidad existen empresas de tipo formal e informal. Sin embargo, muchas de las que son de tipo informal, terminan siendo absorbidas o desaparecen del Mercado, debido a sus limitaciones de capacidad, así como de capital de inversión. Lo anterior debido a que se instalan pensando en participar dentro del mismo proceso mecánico, el cual ya ha sido bastante explotado y no genera un mayor crecimiento. Instalarse con proceso químico, permite entrar al Mercado con

una mayor visión y genera una mejor ventaja, por lo que la competencia no se convertiría en una limitación para participar en la Industria de Reciclaje.

⇒ **Carencia de un sistema logístico adecuado.** Como se observa en el cálculo de la oferta, existe bastante material para recolectar, no así una adecuada gestión logística para su recolección. Diseñar una red logística, puede generar la oportunidad de recolectar de mejor forma este insumo y ganar en competitividad.

⇒ **Posibilidad de un clúster de Reciclaje en México.** El contar con un sistema logístico, permite a futuro ampliar la cadena de suministro de la Industria de Reciclaje. La oportunidad se puede presentar, si la visión de los organismos gubernamentales y el sector que participa en la Industria Recicladora, promueve la creación de clústeres, donde se demande más los productos derivados del RPET. De esta forma, se garantiza seguir reciclando y procesando PET. Además de contar, con todos los beneficios que se derivan de los mismos clústeres, como la creación directa e indirecta de empleos y el crecimiento de la economía nacional.

⇒ **México ocupa el 2º a nivel mundial en el consumo de refrescos cuyo envase es de PET.** Este factor es determinado en relación a la información presentada en el Capítulo II. La oportunidad de instalar un negocio de reciclaje, se basa en que las tendencias de consumo de refrescos y agua, cuyo envase es PET, crecerán en los siguientes años. Además, es probable, que la Industria Cervecera, pueda incluir esta presentación, dentro de sus marcas en el futuro. Este factor justifica, la oportunidad de crear el negocio y no solo agregar una empresa más al Mercado.

⇒ **Apoyo en la reducción del 50% de impuestos sobre nóminas a proyectos o empresas que combatan el deterioro ecológico.** Este es un incentivo que promueve la creación de negocios de este tipo. Este factor se determina, con base en la información presentada en las problemáticas del Capítulo II, referentes a la falta de legislación. Reducir la contaminación ambiental y

ganar como empresa, forma parte del llamado Desarrollo Sustentable, la estrategia se basa en el “*pensamiento ganar-ganar*”, el cual puede propiciar un mejor entendimiento con las entidades gubernamentales.

Los factores anteriores, permiten analizar y elaborar estrategias para aprovechar las oportunidades dentro de la creación de un nuevo proyecto de negocio. Sin embargo, se deben considerar de igual forma, las amenazas posibles que afecten al mismo.

#### **4.3.4 FACTORES DE AMENAZAS.**

A continuación se enlistan 8 factores que representan las amenazas que pueden afectar la instalación del negocio. El análisis de cada factor y su justificación, se presenta de la siguiente forma:

- ⇒ **Falta de Cultura Ambiental.** Dentro de las problemáticas mencionadas en la Capítulo II. La falta de cultura ambiental en la Sociedad puede representar una amenaza, para el análisis de instalación de un nuevo negocio de reciclaje. El formular las mejores estrategias para promover la concientización y poder obtener así el insumo de forma independiente a los organismos acopiadores ya existentes, desempeña un factor importante de análisis.
- ⇒ **La exportación de RPET cubre un 80% para abastecer a países como China y Estados Unidos.** Como se mencionó en el Capítulo II. China es uno de los países que más compra PET en México. por lo que se debe considerar a este país como otro competidor más del Mercado, quizá el más importante debido a sus alianzas con organismos acopiadores importantes, como es el caso de ECOCE A.C., el cual vende la mayor parte de su material acopiado a este país. La importancia de formular adecuadas estrategias logísticas, obtendrá su valor en la obtención del insumo, al no permitir que países como China, “dominen” la compra del material reciclado, evitando así, detonar el mercado del reciclaje en México.
- ⇒ **Variación en el precio de RPET debido a los precios de: petróleo, fibras sintéticas, Tasa de Cambio peso - dólar y resinas vírgenes.** Dentro de las

problemáticas del Capítulo II, se presenta información sobre este factor. La amenaza más importante para instalar un nuevo negocio de este tipo, se ve en los precios de venta de su producto final. Las variaciones de precio de petróleo, fibras sintéticas y la tasa de cambio, son factores que no se pueden controlar en el nuevo negocio. Se deben establecer acciones que encaminen al mismo a obtener una rentabilidad, considerando estas variaciones para obtener competitividad.

- ⇒ **El Mercado de Fibras Textiles consume alrededor de un 54.5% de RPET.** Como se mostró en el Mercado de RPET, dentro del Capítulo II. La industria Textil, es el mayor consumidor de esta resina reciclada. La resina química también puede ser utilizada por este sector. Puede influir en el mercado, si establecen alianzas con otros organismos de acopio para afectar dentro del sistema logístico del nuevo negocio.
- ⇒ **Empiezan a entrar al Mercado "Grandes Competidores" con miras al reciclaje químico.** Como se mostró en el Capítulo I, existen 4 empresas de reciclaje, que participan ó intentan participar en México, con el reciclaje químico. Estos competidores se pueden convertir en una amenaza importante, debido a que son empresas que ya cuentan con un Capital de Inversión suficiente, para adquirir la tecnología necesaria e impedir el crecimiento de un nuevo negocio, a través de alianzas con proveedores y clientes del insumo.
- ⇒ **Control de los Proveedores por la Competencia.** Relacionado al factor anterior y la información de las problemáticas del Capítulo II. Las empresas de reciclaje que ya cuentan con alianzas con organismos acopiadores, pueden impedir la recolección de este insumo, para una nueva empresa. He aquí la importancia de diseñar un sistema logístico propio, para evitar esta amenaza y obtener valor agregado.
- ⇒ **Falta de Incentivos económicos para motivar a la recolección a través de la "pepena".** Como se mostró en el Capítulo II. Una de las principales fuentes del insumo, se da a través de la "pepena". Sin embargo, no existe una motivación

mayor para que estas personas, sigan recolectando más este material en comparación de los compuestos por aluminio y fierro. Este factor se puede convertir en una amenaza considerable, ya que si se llega al punto en que el pepenador ya no decida recolectar más este material, afecte el sistema logístico, no solo de un nuevo negocio, sino de las empresas ya existentes.

⇒ **Falta de Acopio y de cumplimiento de las características del material acopiado.** Este factor se relaciona con el análisis de la información presentada en las problemáticas del Capítulo II. Las características en la que se decide comprar botellas PET, son muy definidas y rigurosas. La falta de recolección, así como de las características del mismo material acopiado, elevan los costos de un nuevo negocio.

Los factores anteriores, se deben analizar para elaborar estrategias que permitan aprovechar de mejor forma las oportunidades ante las amenazas. Los pesos ponderados son asignados, con base en el grado de importancia que se considera el factor analizado. Las calificaciones, representan el aprovechamiento de la oportunidad del negocio en relación a las amenazas del mismo, considerando cada factor. La metodología de asignación de estos pesos y calificaciones, con base en el modelo de la matriz, se presenta en el **Suplemento IA**. Otra herramienta de análisis más, se presenta con la Matriz del Perfil Competitivo, MPC. En esta herramienta se establecen factores que se comparan entre el nuevo proyecto de negocio y las empresas competidoras, consideradas como las más importantes. Dentro de la MPC, se determinan 10 factores a comparar, los cuales son:

- ⇒ Participación en el Mercado.
- ⇒ Posición Financiera.
- ⇒ Calidad del Producto.
- ⇒ Sistema Logístico.
- ⇒ Tecnología de Proceso.
- ⇒ Convenios con Organismos como ECOCE Y APREPET.
- ⇒ Marketing.

- ⇒ Experiencia en el Control de Residuos Sólidos.
- ⇒ Numero de Instalaciones y Centros de Acopio.
- ⇒ Innovación tecnológica en sistemas de información.

Los factores anteriores son determinados, con la información analizada en los Capítulos I y II. Estos factores, se consideran como los más importantes para determinar el posicionamiento de mercado que puede ocupar un nuevo negocio de reciclaje químico, en relación a empresas que ya participan con dicho proceso. La metodología de asignación de pesos y calificaciones, es similar a las planteadas en las matrices MEFÉ y MEFI. El análisis de cada una de estas matrices y los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas.

Factores determinantes del Éxito	Peso	Calificación	Peso Ponderado
<b>Oportunidades</b>			
1. Creación de políticas gubernamentales para el Consumo de Productos Biodegradables y Reciclables.	0.08	2	0.16
2. Lanzamiento de convocatorias de los Municipios para la Recolección de RSM y RSU en zonas comerciales, industriales y domesticas.	0.06	2	0.12
3. Crecimiento de la Demanda Mundial de Envases de PET del 7 al 13% anual.	0.075	3	0.225
4. Solo se recolecta entre el 20 y 26% a nivel nacional.	0.10	3	0.3
5. El Mercado de Envases (alrededor del 15%) empieza a utilizar del 10 al 25% de resina reciclada por envase dentro de sus procesos de fabricación.	0.025	3	0.075
6. El Reciclaje Quimico es casi inexistente en México.	0.08	4	0.32
7. La mayoría de la competencia son empresas informales y pequeñas que laboran de forma improvisada.	0.035	3	0.105
8. Carencia de un sistema logístico adecuado.	0.035	4	0.14
9. Posibilidad de un <i>clúster</i> de Reciclaje en México.	0.035	2	0.07
10. México ocupa el 2° a nivel mundial en el consumo de refrescos cuyo envase es de PET.	0.035	3	0.105
11. Apoyo en la reducción del 50% de impuestos sobre nóminas a proyectos o empresas que combatan el deterioro ecológico.	0.02	4	0.08
<b>Amenazas</b>			
1. Falta de Cultura Ambiental.	0.05	2	0.1
2. La exportación de RPET cubre un 80% para abastecer a países como China y Estados Unidos.	0.06	3	0.18
3. Variación en el precio de RPET debido a los precios de: petróleo, fibras sintéticas, Tasa de Cambio peso - dólar y resinas vírgenes.	0.07	3	0.21
4. El Mercado de Fibras Textiles consume alrededor de un 54.5% de RPET.	0.02	2	0.04
5. Empiezan a entrar al Mercado "Grandes Competidores" con miras al reciclaje químico.	0.035	2	0.07
6. Control de los Proveedores por la Competencia.	0.065	2	0.13
7. Falta de Incentivos económicos para motivar a la recolección a través de la "pepena".	0.075	2	0.15
8. Falta de Acopio y de cumplimiento de las características del material acopiado.	0.045	2	0.09

TOTAL 1 2.67

Tabla 4.0.11, Matriz del Factor Externo de la Recicladora. Elaboración Propia.

Factores determinantes del Éxito	Recicladora de PET Propuesta			Promotora Ambiental (PASA - Avangard)		Industria Mexicana de Reciclaje (IMER)		Grupo Mossi & Ghisolfi de México	
	Peso	Calificación	Peso Ponderado	Calificación	Peso Ponderado	Calificación	Peso Ponderado	Calificación	Peso Ponderado
Participación en el Mercado	0.1	2	0.2	3	0.3	3	0.3	3	0.3
Posición Financiera	0.25	2	0.5	4	1	3	0.75	4	1
Calidad del Producto	0.1	2	0.2	2	0.2	2	0.2	4	0.4
Sistema Logístico	0.15	4	0.6	4	0.6	3	0.45	3	0.45
Tecnología de Proceso	0.1	3	0.3	3	0.3	2	0.2	4	0.4
Convenio con ECOCE y APREPET	0.02	1	0.02	3	0.06	3	0.06	2	0.04
Marketing	0.08	3	0.24	1	0.08	2	0.16	3	0.24
Experiencia en control de RSU	0.05	2	0.1	3	0.15	2	0.1	1	0.05
Número de Instalaciones y Centros de Acopio	0.09	3	0.27	4	0.36	2	0.18	1	0.09
Innovación Tecnológica en sistemas de Información	0.06	3	0.18	3	0.18	4	0.24	3	0.18
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>2.61</b>		<b>3.23</b>		<b>2.64</b>		<b>3.15</b>

Tabla 4.0.12, Matriz del Perfil Competitivo, con base al proceso Químico. Elaboración Propia.

Los resultados de la matriz MEFE, reflejan que el negocio puede capitalizar mejor sus oportunidades ante sus amenazas, considerando su instalación. La matriz MPC, permite observar, que de inicio y con los factores considerados, los competidores cuentan con mayor ventaja que el nuevo negocio. Sin embargo, se debe considerar que estas empresas ya existen en el mercado y cuentan con experiencia dentro de la Industria de Reciclaje. El objetivo, es establecer estrategias que permitan crear valor agregado al negocio a largo plazo y poder mejorar su calificación en relación a la competencia. Con ayuda de estas matrices se puede elaborar una matriz FODA, para la elaboración de estrategias. Posteriormente, se procede a realizar una matriz donde se evalúa a la industria del Reciclaje de PET en México. Para este análisis se usa el modelo de las CINCO FUERZAS DE PORTER, para determinar el nivel en el que se encuentra la industria en cada fuerza. Finalmente, se elabora una MCPE (Matriz Cuantitativa de la Planificación Estratégica), con la excepción de que en vez de utilizar otras matrices del modelo David, como son: la matriz BCG (Boston Consulting Group), Posición Estratégica, entre otras, se compara el análisis del modelo de Porter, con las estrategias obtenidas en la Matriz de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (FODA), para seleccionar las estrategias que le pueden dar valor agregado al proyecto de instalación de la Recicladora y la forma general sobre como instalarse. La combinación del modelo de Porter y el Modelo de

David, permite seleccionar estrategias relacionadas al análisis de la Industria, lo que enriquece la elaboración de las mismas y contribuye a generar valor al nuevo proyecto de instalación.

Fuerza Competitiva	Característica en la Industria	Nivel	Observación
<b>FUERZA A</b> Carácter de la Rivalidad entre Competidores.	FA1: Realizan alianzas con organismos de Acopio para que les surtan a ellos, cerrando así los canales de suministro.	<b>Alto</b>	Existe respeto entre los competidores grandes para segmentar su mercado y su acopio.
	FA2: China compra alrededor del 75 al 80% del producto a precios motivadores, bloqueando así la permanencia del insumo para su fabricación en México.		
	FA3: El alto Capital de las grandes empresas para la compra de tecnología dentro de sus procesos y competir de mejor forma.		
<b>FUERZA B</b> Amenaza de Nuevos Participantes.	FB1: Se requiere de gran inversión dependiendo del tipo de proceso de reciclado.	<b>Bajo</b>	Se necesita gran capital para su creación. Además, en un inicio aparentemente entran varias empresas, pero al trabajar de forma improvisada e informal terminan desapareciendo o fusionándose con los "Grandes". Se necesita conocimiento y mayor apoyo legislativo.
	FB2: Las empresas y organismos existentes bloquean la información, dificultando el conocimiento técnico y administrativo para instalar un nuevo proyecto.		
	FB3: Se debe contar con un producto de transformación de PET adicional para poder competir y subsistir.		
	FB4: Se deben afiliarse a ECOCE, INARE o APREPET para el conocimiento de convocatorias de licitación, información de mercado, etcétera.		
	FB5: Tener flotilla propia o un buen entendimiento con proveedores del insumo, que en la mayoría son pepenadores.		
<b>FUERZA C</b> Amenaza de Productos o Servicios Sustitutos.	FC1: No hay sustitutos a precios competitivos.	<b>Bajo</b>	El RPET no es sustituible por otro material ya que es obtenido de los desechos para sustituir insumos más costosos.
	FC2: El RPET es un producto que empieza a tener crecimiento en México. (En Europa y Asia ya ha sido comprobado su éxito)		
	FC3: Tiene bastantes aplicaciones dentro de la industria de transformación.		
<b>FUERZA D</b> Poder Negociador de los Proveedores.	FD1: Se debe comprar el insumo al proveedor (pepenador) a un precio favorable, ya que de no ser así, éste irá con un competidor.	<b>Intermedio</b>	Lo principal es incentivar económicamente a los pepenadores para que siga existiendo y aumente la recolección del insumo.
	FD2: Los centros de acopio deben recolectar este material cumpliendo los requerimientos de las empresas si desean subsistir.		
	FD3: La falta de Legislación propicia el lanzamiento de convocatorias para el manejo de los residuos sólidos a nivel nacional.		
<b>FUERZA E</b> Poder Negociador de los Compradores.	FE1: No existe una "fidelidad" a una sola empresa de reciclaje.	<b>Intermedio</b>	Lo principal es detonar la demanda del RPET en otros mercados para hacer más interesante la cadena del Reciclaje.
	FE2: El mayor Mercado es el de Fibras Textiles, al cual la mayoría de las empresas les venden, propiciando así una baja en sus precios de venta.		
	FE3: Falta ampliar la Demanda del Insumo.		

Tabla 4.0.13, Matriz de las Cinco Fuerzas de Porter para analizar la Industria. Elaboración Propia.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

<b>MATRIZ DOFA DE LA RECICLADORA DE PET PROPUESTA</b>	<b>DEBILIDADES</b>		<b>FORTALEZAS</b>		
		1. Falta de Capital de Inversión.		1. Red Logística para la Recolección del insumo (Oferta del 74% libre)	
		2. Flotilla propia limitada a un cierto número de unidades para la Recolección y Distribución.		2. Centros de Acopio propios.	
		3. Adquisición de Maquinaria de Importación causando mayor atención al Mantenimiento.		3. Proceso de Reciclaje Químico.	
		4. Diseño de sistemas de información.		4. Promoción y Publicidad para fomentar el Reciclaje de Pet.	
		5. Falta de una Planta de Separación de residuos sólidos.		5. Mano de Obra Calificada.	
		6. Falta de Rellenos Sanitarios propios.		6. Calidad del Producto al obtenerse "Virgen".	
		7.- Falta de Experiencia en el Manejo de RSU.		7. Investigación y Desarrollo para la Fabricación de Contenedores de Recolección.	
<b>OPORTUNIDADES</b>		<b>ESTRATEGIAS DO</b>		<b>ESTRATEGIAS FO</b>	
1. Solo se recolecta alrededor de un 20 a 25% a nivel nacional.	<b>D5-02:</b> Meter el insumo de forma directa al proceso químico ya que éste no necesita una separación tan detallada.	<b>F1 – 01:</b> Localizar la planta dentro de la red donde mayor oferta se pueda obtener con base en el 75% no recolectado para reducir los costos de transporte.			
2. El Reciclaje Químico es inexistente en México.	<b>O1-O5-D2-D7:</b> Concentrarse en la mayor Oferta posible, con base a municipios cuyos habitantes sean mayores a 30,000 y adquirir experiencia	<b>F3 – 02:</b> Detonar el Mercado del Reciclaje, ampliando la diversificación de aplicaciones del insumo químico a comparación del proceso mecánico, que es más limitado.			
3. Creación de políticas gubernamentales para el Consumo de Productos Biodegradables y Reciclables.	<b>D1-O7-04:</b> Buscar las ventas de la Escama química en el sector del envase y promover su exportación dentro del mercado cervicero para tener mayor rentabilidad y utilidad.	<b>F2-F4-F7-O3:</b> Realizar campañas de promoción y fomento al reciclaje, con base a contenedores, y el uso del Internet en los primeros 2 años, para posteriormente lanzar "slogans" publicitarios en T.V. en el tercer año			
4. Crecimiento de la Demanda Mundial de Envases de PET del 7 al 13% anual.	<b>D1 – 02:</b> Buscar Financiamientos que apoyen al gasto operativo de la empresa para la adquisición de flotilla y maquinaria del proceso.	<b>F2 – 05:</b> Ubicar Centros de Acopio para la recepción de los RSU y RSM, cuya función sea la adquisición y distribución de las botellas no mezcladas con otros productos. Así mismo, realizar una separación a pequeña escala de aquellos insumos que no sean de PET para su venta a granel			
5. Lanzamiento de convocatorias de los Municipios para la Recolección de RSM y RSU en zonas comerciales, industriales y domesticas.		<b>F5-05:</b> Realizar una separación en la colecta de los RSU y RSM al recibirse en las adaptaciones de los camiones para reducir al máximo la mezcla de los residuos.			
6. El Mercado de Envases (alrededor del 15%) empieza a utilizar del 10 al 25% de resina reciclada por envase dentro de sus procesos de fabricación.					
7. En países desarrollados las empresas cerveceras empiezan a utilizar PET para su producto.					
<b>AMENAZAS</b>		<b>ESTRATEGIAS DA</b>		<b>ESTRATEGIAS FA</b>	
1. Falta de Incentivos económicos para motivar a la recolección a través de la "pepena".	<b>D2-A6-A7:</b> Realizar las adaptaciones a los camiones de recolección de RSU e inspeccionar que sean separados en Orgánicos e Inorgánicos para garantizar las características mínimas requeridas a su llegada al Centro de Acopio.	<b>F1-F2-A3-A4:</b> Establecer Centros de Acopio dentro de la Red, para el control de proveedores propios y asegurar un suministro constante del insumo			
2. Variación en el precio de RPET debido a los precios de: petróleo, fibras sintéticas, Tasa de Cambio peso - dólar y resinas vírgenes.	<b>D1-A4-A2:</b> Diversificarse con la fabricación de escobas y cepillos de fibra sintética a pequeña escala, para reducir inventarios y mantener ingresos.	<b>F4-A1:</b> Pagar un 50% más sobre los precios de compra de Kg/Pet a los "pepenadores" para su motivación			
3. Control de los Proveedores por la Competencia.	<b>D2-A3-A4:</b> Enfocarse al 75% no recolectado a nivel nacional para evitar las "mafias" entre proveedores existentes y su alianza con China	<b>F3-F6-A4:</b> Promover mercados a nivel nacional y de exportación por la calidad y diversificación en la transformación del insumo			
4. La exportación de RPET cubre un 80% para abastecer a países como China y Estados Unidos.		<b>F7-F4-A5:</b> Segmentar el mercado por tipo de consumidor y canalizar aquel cuyo consumo sea mayor en la industria refresquera y de agua con diseño de contenedores y publicidad atractiva.			
5. Falta de Cultura Ambiental.					
6. Falta de Acopio y de cumplimiento de las características del material acopiado.					
7.- Falta de Normatividad Legal en el manejo de RSU.					

Tabla 4.0.14, Matriz FODA para la selección de estrategias. Elaboración Propia.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Matriz Cuantitativa de la Planificación Estratégica (MCPE)			ESTRATEGIAS DO				ESTRATEGIAS FO					ESTRATEGIAS FA				ESTRATEGIAS DA																		
Factores Críticos para el éxito de Fred R. David (Característica de la Industria)	Importancia del Factor	Peso	Estrategia D5-O2		Estrategia D1-O5-D2-D7		Estrategia D1-O7-04		Estrategia D1-02		Estrategia D1-02		Estrategia F3-02		Estrategia F2-F4-F7-O3		Estrategia F2-05		Estrategia F5-O5		Estrategia F1-F2-A3-A4		Estrategia F4-A1		Estrategia F3-F6-A4		Estrategia F7-F4-A5		Estrategia D2-A6-A7		Estrategia D1-A4-A2		Estrategia D2-A3-A4	
			CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA	CA	TCA
Carácter de la Rivalidad entre Competidores	FA1	0.10	NI	NI	3	0.3	NI	NI	NI	NI	4	0.4	NI	NI	4	0.4	NI	NI	NI	NI	4	0.4	3	0.3	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	4	0.4	
	FA2	0.20	NI	NI	3	0.6	NI	NI	NI	NI	4	0.8	2	0.4	1	0.2	NI	NI	NI	NI	4	0.8	4	0.8	1	0.2	NI	NI	NI	NI	1	0.2	4	0.8
	FA3	0.10	3	0.3	NI	NI	2	0.2	3	0.3	3	0.3	3	0.3	2	0.2	1	0.1	NI	NI	2	0.2	1	0.1	1	0.1	NI	NI	NI	NI	1	0.1	1	0.1
Amenaza de Nuevos Partícipantes	FB1	0.15	4	0.6	NI	NI	NI	NI	4	0.6	3	0.5	4	0.6	4	0.6	3	0.5	NI	NI	3	0.5	3	0.5	3	0.5	NI	NI	NI	NI	2	0.3	2	0.3
	FB2	0.10	NI	NI	NI	NI	NI	NI	3	0.3	1	0.1	1	0.1	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	1	0.1	NI	NI	NI	NI	1	0.1	
	FB3	0.05	NI	NI	NI	NI	2	0.1	2	0.1	NI	NI	2	0.1	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	2	0.1	NI	NI	NI	NI	3	0.2	1	0.1	
	FB4	0.05	NI	NI	2	0.1	2	0.1	3	0.15	NI	NI	2	0.1	2	0.1	NI	NI	1	0.1	3	0.2	2	0.1	2	0.1	4	0.2	NI	NI	NI	NI	1	0.1
	FB5	0.15	NI	NI	4	0.6	NI	NI	NI	NI	2	0.3	NI	NI	NI	NI	2	0.3	2	0.3	3	0.5	4	0.6	NI	NI	NI	NI	3	0.5	NI	NI	3	0.5
Amenaza de Productos o Servicios Sustitutos	FC1	0.10	4	0.4	NI	NI	4	0.4	NI	NI	NI	NI	3	0.3	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	3	0.3	NI	NI	NI	NI	1	0.1	NI	NI	
	FC2	0.05	2	0.1	NI	NI	2	0.1	2	0.1	NI	NI	2	0.1	2	0.1	NI	NI	3	0.2	NI	NI	NI	NI	3	0.2	2	0.1	NI	NI	2	0.1	NI	NI
	FC3	0.05	3	0.2	NI	NI	4	0.2	3	0.15	NI	NI	2	0.1	NI	NI	NI	NI	3	0.2	NI	NI	NI	NI	3	0.2	2	0.1	NI	NI	2	0.1	NI	NI
Poder Magacinar de los Proveedores	FD1	0.15	NI	NI	4	0.6	NI	NI	NI	NI	3	0.5	NI	NI	1	0.2	2	0.3	NI	NI	3	0.5	4	0.6	NI	NI	NI	NI	3	0.5	2	0.3	3	0.5
	FD2	0.10	2	0.2	3	0.3	NI	NI	NI	NI	2	0.2	NI	NI	2	0.2	3	0.3	4	0.4	3	0.3	NI	NI	NI	NI	NI	NI	4	0.4	2	0.2	3	0.3
	FD3	0.10	NI	NI	3	0.3	NI	NI	2	0.2	3	0.3	NI	NI	NI	NI	NI	NI	4	0.4	4	0.4	NI	NI	NI	NI	3	0.3	4	0.4	NI	NI	4	0.4
Poder Magacinar de los Compradores	FE1	0.05	2	0.1	NI	NI	1	0.05	1	0.05	NI	NI	1	0.1	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	1	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1	1	0.1
	FE2	0.10	2	0.2	NI	NI	2	0.2	2	0.2	NI	NI	1	0.1	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	2	0.2	2	0.2	NI	NI	1	0.1	NI	NI
	FE3	0.10	4	0.4	NI	NI	4	0.4	4	0.4	NI	NI	4	0.4	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	4	0.4	3	0.3	NI	NI	1	0.1	NI	NI	
				2.45		2.80		1.75		2.55		3.30		2.65		1.95		1.45		1.45		3.60		2.95		2.20		1.35		1.75		1.80		3.45

	<b>Rango de Calificación del Atractivo:</b>		<i>Nota:</i> Las Estrategias a seleccionar se toman con un criterio mayor a 2.50 TCA, con base al promedio de los TCA obtenidos.
<b>CA - Calificación del Atractivo</b>	1 - No es Atractiva ó no es Aceptable.	3 - Bastante Atractiva ó probablemente Aceptable	<i>Mínimo:</i> 1.35
<b>TCA - Total de calificaciones del Atractivo</b>	2 - Algo Atractiva ó posiblemente Aceptable.	4 - Muy Atractiva ó la más Aceptable.	<i>Máximo:</i> 3.6
	NI - No Infiere el factor en la elección de la Estrategia.		<i>Promedio:</i> 2.475

Tabla 4.0.15, Matriz para la Selección de Estrategias FODA con Fuerzas de Porter. Elaboración Propia.

Los resultados de la matriz MCPE, permiten seleccionar las estrategias cuya calificación sea mayor a 2.50 TCA. Con estas herramientas se llega a la obtención de siete estrategias iniciales que le pueden dar a la Recicladora valor agregado.

#### **4.4. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS OBTENIDAS.**

Una vez obtenidas las estrategias se procede a detallar cada una de ellas. Las estrategias obtenidas con herramientas de planeación estratégica serán sometidas a un análisis posterior, la finalidad es compararlas con las estrategias logísticas y determinar que estrategias finalmente se pueden implantar en el proyecto de instalación del negocio.

##### **4.4.1 ESTRATEGIAS DO.**

Con base en la Matriz Cuantitativa de Planificación Estratégica, se seleccionan dos estrategias que concentran las debilidades de la empresa y las oportunidades que puede experimentar. El desarrollo para la aplicación de estas estrategias se presenta a continuación:

⇒ **Concentrarse en la mayor oferta posible con base a municipios cuyos habitantes sean mayores a 50,000 habitantes y adquirir experiencia.**

Para esta estrategia, se puede basar en el cálculo de la oferta por ciudades, dentro del sistema logístico de recolección, mostrado anteriormente, y buscar en INEGI, aquellos municipios cuyos habitantes sean mayores a 50,000 habitantes, concentrándose en los estados de la República que den el suministro adecuado en el diseño de la red, estos estados se obtendrán posteriormente en el diseño de la red logística, posteriormente, monitorear las rutas de transporte encargadas a la recolección de estos residuos, para esto se participa en licitaciones y se adquiere experiencia en inicios en pocas zonas, para posteriormente participar en licitaciones de recolección de residuos de municipios más grandes. Solo para comparar, Promotora Ambiental, se enfoca a municipios mayores a 50,000 habitantes para el

crecimiento de su negocio. El objetivo de esta estrategia es adquirir experiencia en el manejo de residuos.

⇒ **Buscar Financiamientos que apoyen al gasto operativo de la empresa para la adquisición de flotilla y maquinaria del proceso.**

Naturalmente, todo inicio de proyecto requiere de una inversión por parte de los accionistas y un financiamiento, para cubrir aquellos gastos que no alcanzan a ser sostenidos con el capital social. Esta estrategia, se basa en el desarrollo de un Estudio Económico inicial, para la adquisición de maquinaria de proceso y de flota vehicular. Posteriormente, en el diseño de red, se analizará el número de vehículos necesarios y sus capacidades, para el inicio de operaciones, por lo que la estrategia se fundamenta en el desarrollo de este estudio, que dentro del objetivo de investigación de este proyecto, no se elabora. Sin embargo, se hace la referencia del alcance posterior de este estudio para su desarrollo.

#### **4.4.2 ESTRATEGIAS FO.**

Al igual que en las estrategias DO, se obtienen dos estrategias generales para el desarrollo del proyecto de instalación. Estas estrategias son:

⇒ **Localizar la planta dentro de la red donde mayor oferta se pueda obtener con base en el 74% no recolectado para reducir los costos de transporte.**

Como se mencionó en la elaboración de las matrices, una de las fortalezas internas de la empresa, es crear su propia red logística. El diseño de esta red debe ayudar al adecuado flujo del insumo, tanto recolectado como distribuido, con base en los 32 estados de la República Mexicana. Posteriormente se desarrollara en la sección del Transporte el diseño de esta red, que además, tenga como objetivo ubicar la localización de planta y cumplir con las capacidades de producción del proceso. En los cálculos anteriores de la oferta, se conoce que el 74% de los residuos de PET, se encuentran disponibles a nivel nacional, esto dato genera como planteamiento enfocarse a las toneladas generadas de PET y capturar la cantidad necesaria diaria para el crecimiento de la empresa.

⇒ Detonar el Mercado del Reciclaje, ampliando la diversificación de aplicaciones del insumo químico a comparación del proceso mecánico, que es más limitado.

Como se mencionó anteriormente en el Capítulo II, el mercado del chip o pellet de RPET, obtenido con el proceso químico, se puede aplicar a casi todas las manufacturas de transformación. Sin embargo, la principal demanda en que la empresa participaría sería para el mercado de envases, es decir, obtener botellas nuevas a través de botellas recicladas, conocido en inglés como “Bottle to Bottle o B2B”, para esto se necesita de la creación de una área de **Marketing**, la cual elabore encuestas de mercado, calcule la demanda y observe las tendencias de las preferencias del cliente y del usuario final del producto. Para esta estrategia, se realizó un pequeño sondeo a 51 personas para conocer que tan eficaz puede ser esta estrategia y proceso seleccionado. Cabe mencionar, que esta no es una encuesta de investigación de mercado, ya que el diseño de la misma, requiere de otro tipo de cálculos y determinación de la muestra, así como de la población donde se aplique. El objetivo de este breve sondeo, es solo dar una representación visual de lo que probablemente el consumidor o usuario final del mercado de envases prefiere y conocer así que tanto éxito podría tener esta estrategia si se elabora con más detalle dentro de las operaciones de la Recicladora. Los resultados de este sondeo se muestran de la siguiente forma: Se coloca un listado de las sustancias o producto que se envasan más con botellas de PET. La finalidad del sondeo respecto de este listado es saber cual se consume más. El listado y los resultados son los siguientes:

Producto	Preferencia en el consumo
a) Mayonesa	0%
b) Refresco.	19%
c) Shampoo.	21%
d) Aceite.	9%
e) Agua.	36%
g) Alcohol.	3%
f) Beb. rehidratantes	12%

Tabla 4.0.16, Producto más consumido en Envase PET. Elaboración Propia.

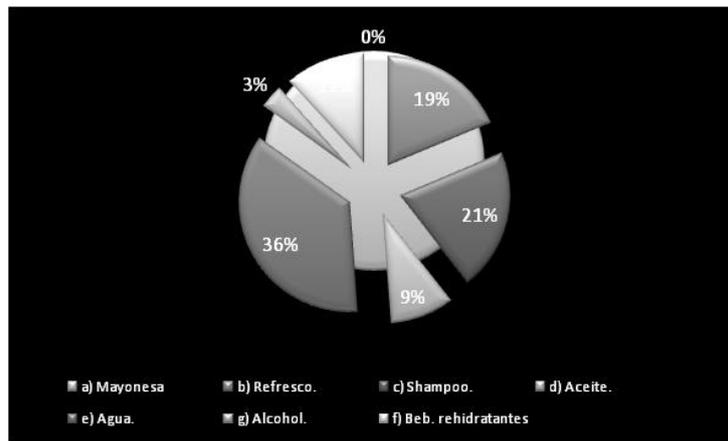


Ilustración 4.0.4, Representación Grafica del Producto más consumido en Envase PET. Elaboración Propia.

De igual forma se desea conocer en forma parcial si las personas estarían dispuestas a consumir productos cuyo envase tiene un porcentaje de resina reciclada. Los resultados son los siguientes:

Dispuesto a Consumir Envase con RPET	Preferencia en el consumo
a) Sí	73%
b) No	2%
c) Tal vez	25%

Tabla 4.0.17, Disposición a consumir envases de RPET. Elaboración Propia.

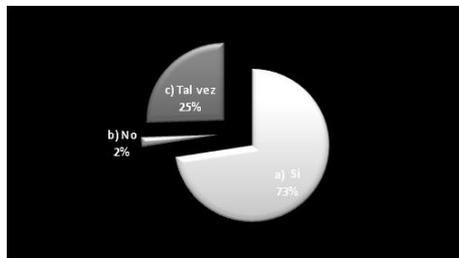


Ilustración 4.0.5, Representación Grafica del consumo de RPET en Envases. Elaboración Propia.

Finalmente, se ha mencionado anteriormente, que en países como Bolivia, la industria cervecera ya empieza a embotellar su producto en envase de PET. En México, esto todavía no existe, principalmente a los convenios que se tienen establecidos con las empresas de vidrio y por el desconocimiento del consumidor, aun así, Grupo Modelo dentro de su simulador anual, Beertual Challenge, donde participan estudiantes manejando una empresa cervecera dentro de dicho simulador de negocios, incluye el envase PET. Así mismo, la Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma, trata de elaborar iniciativas para utilizar dicho envase. El futuro puede

ser muy alentador, y más para la fabricación de resina de RPET. El sondeo muestra la siguiente reacción, en el consumidor:

Dispuesto a Consumir cerveza con Envase de PET	Preferencia en el consumo
a) Sí	37%
b) No	27%
c) Tal vez	35%

Tabla 4.0.18, Disposición a consumir envases de RPET. Elaboración Propia.

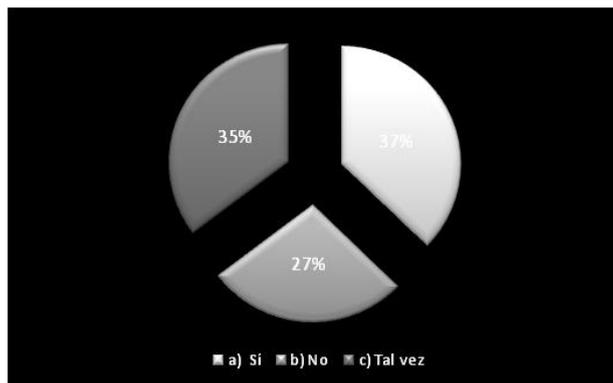


Ilustración 4.0.6, Representación Grafica del consumo de RPET en Envases. Elaboración Propia.

Dentro del 27% que dijo que no, tienen las siguientes razones por las cuales no consumirían cerveza en este envase.

Razón por la cual no consumirían cerveza en PET	Preferencia en el consumo
a) Pérdida en el Sabor	71%
b) Calidad del Envase	7%
c) No beben y no les interesa	21%

Tabla 4.0.19, Razones por las cuales no consumir envases de RPET. Elaboración Propia.

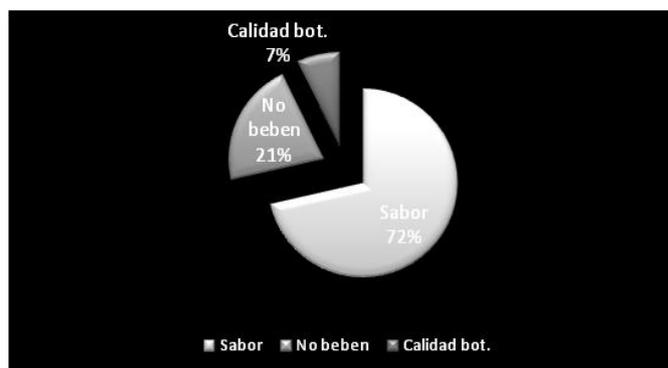


Ilustración 4.0.7, Representación Grafica para no consumir RPET en Envases. Elaboración Propia.

Este sondeo es solo una pequeña imagen del impacto que puede tener en el mercado de envases la resina de RPET. Probablemente, después se pueda plantear como visión de la Recicladora, el adquirir máquinas de inyección y soplado para la propia

elaboración de botellas, todo sujeto a un análisis más profundo y en operaciones en marcha para considerar dicha visión.

#### **4.4.3 ESTRATEGIAS FA.**

A continuación se presentan dos estrategias obtenidas para competir en la industria de Reciclaje. Estas estrategias parten del análisis de las fortalezas y las amenazas de la Recicladora. El análisis es el siguiente:

⇒ **Establecer Centros de Acopio dentro de la Red, para el control de proveedores propios y asegurar un suministro constante del insumo.**

Ligada a la fortaleza interna de la empresa en el desarrollo de una red logística, esta estrategia considera el análisis de otra clasificación de estrategias, en este caso la **INTEGRACION HACIA ATRÁS**, permite el control de proveedores para el insumo, una forma de aprovechar la red logística y minimizar los costos de transporte, es ubicando centros de acopio, cuya flota vehicular recolecte residuos de dos fuentes principales: Rellenos sanitarios y del Consumidor. Esto genera otros planteamientos para conseguir el insumo de estas dos fuentes. Para conocer como influir y concientizar al consumidor, el objetivo de la Recicladora es crear un área de **Marketing**, que elabore la investigación de mercado pertinente. Con base a un sondeo y aplicado a 51 personas para conocer, a manera de referencia, cuáles podrían ser las preferencias de un consumidor, dejando posteriormente la elaboración de una encuesta para conocer más a detalle dichas preferencias, se tiene lo siguiente:

Consideraciones por las cuales el consumidor se puede motivar para reciclar botellas de PET	Preferencia en el consumo
a) Realizar más difusión en campañas de reciclaje.	53%
b) Que se le pague con dinero cada kilo que recolecte.	22%
c) Que se le premie con obsequios cada vez que recolecte un gran número de botellas.	10%
d) Nada, solo no le interesa.	14%
e) Otro.	2%

Tabla 4.0.20, Razones para motivar el Reciclaje. Elaboración Propia.

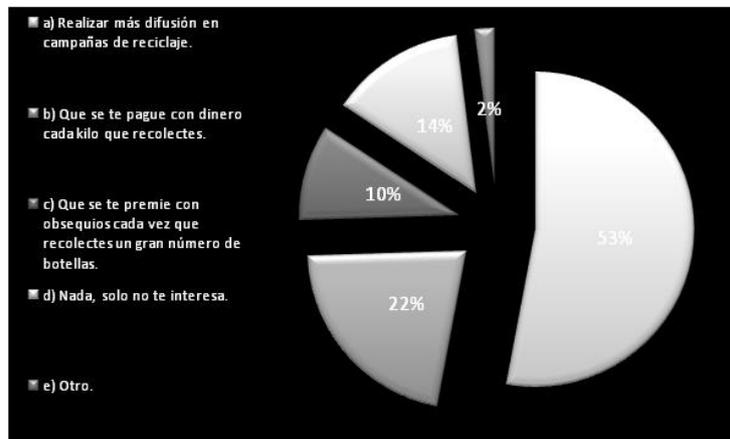


Ilustración 4.0.8, Representación Grafica para motivar al reciclaje. Elaboración Propia.

Donde realizar más difusión	Preferencia en el consumidor
a) Carteles y Contenedores con diseños innovadores.	27%
b) Conferencias o Exposiciones.	14%
c) Televisión.	29%
d) Radio.	6%
e) Internet.	24%

Tabla 4.0.21, Donde difundir el Reciclaje. Elaboración Propia.

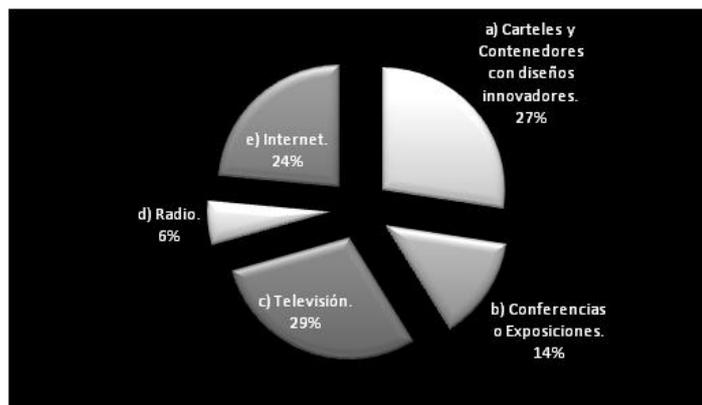


Ilustración 4.0.9, Representación Gráfica para difundir el reciclaje. Elaboración Propia.

Donde dejar el PET acopiado	Preferencia en el consumidor
a) Centros de Acopio.	27%
b) Camiones de Recolección.	25%
c) Contenedores ubicados en parques, escuelas, metro, etcétera.	47%

Tabla 4.0.22, Donde dejar el acopio. Elaboración Propia.

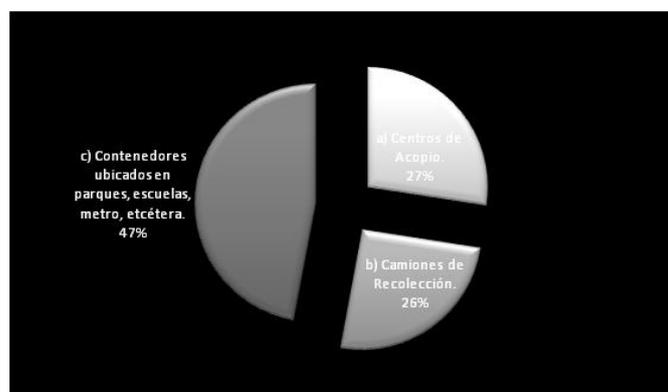


Ilustración 4.0.10, Representación Gráfica para acopio. Elaboración Propia.

Podría separar la Basura en Organica e Inorganica en Casa	Preferencia en el consumidor
a) Sí	92%
b) No	8%

Tabla 4.0.23, Separación en casa. Elaboración Propia.

Del 8% que dijo que no, presentan dos razones por las cuales no lo pueden hacer. Estas son: No conocer cuál es la basura orgánica e inorgánica y no tener tiempo en casa para clasificarla.

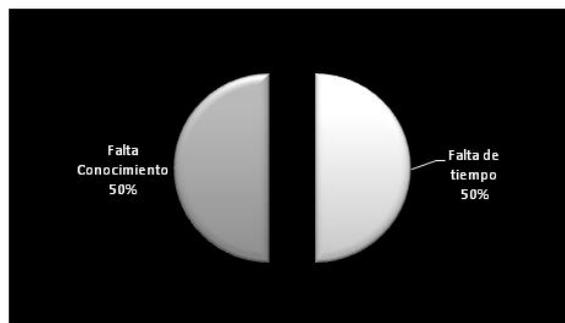


Ilustración 4.0.11, Representación Grafica para la Separación en casa de la Basura. Elaboración Propia.

Con ayuda de este sondeo parcial de la opinión del consumidor, se puede definir que la Recicladora debe de contar con un área de **Ing. Del Producto**, la cual realice diseños no solo en proceso y producto, sino en la fabricación de contenedores, compactadoras tanto en flota vehicular como en el mismo contenedor. Los esfuerzos de estas dos áreas, pueden hacer que gran parte de lo que se encuentra en el Impacto Ambiental, se reduzca y se gane en competitividad al tener un suministro propio. Finalmente, en esta etapa del consumidor, se pueden colocar contenedores en plazas comerciales, cines, estadios de futbol, estaciones de metro con mayor concurrencia, parques grandes y en eventos masivos. El diseño del contenedor no es la finalidad del objetivo de esta investigación. Sin embargo, se puede mencionar que parte de su elaboración debe tener incluida una compactadora, para que al momento de que el camión lo recoja, sea mínimo el peso y entre mayor capacidad al vehículo, por lo que la capacidad debe de ser de 30m<sup>3</sup>. Además, contar con un programa de apoyo escolar, donde se premie con material de computo entre otras necesidades a aquellas escuelas que puedan reunir más de 1 tonelada de PET, ya sea mensual o bimestralmente. Estos contenedores se ubicarían dentro de dichas escuelas que participen en el programa. El análisis de la segunda fuente, se enfoca a los rellenos sanitarios, tiraderos o estaciones de transferencia. Estos son los sitios controlados por las entidades estatales y municipales. Contienen toda la basura mezclada, por lo que se pueden establecer convenios con las autoridades, para que en la recolecta del material, sea haga posible un porcentaje de separación de PET, principalmente comprar a los pepenadores, que son los que separan los materiales reciclables de esta basura y con ayuda de la estrategia de recolección de flota vehicular propia,

minimizar el 68% que entran de residuos PET a los rellenos sanitarios, para aprovechar más este insumo. La finalidad de los centros de acopio es recibir el material de estas dos fuentes y mandarlas a la planta de reciclaje. Sin embargo, hay características con las cuales el Centro de Acopio debe de contar para recibir material y antes de enviar el mismo a la planta. Las funciones del Centro de Acopio serán:

- ⇒ Recibir el insumo de los vehículos que recojan los contenedores ubicados estratégicamente para el Consumidor.
- ⇒ Recibir el insumo de los vehículos que recolectan material en zonas domiciliarias, comerciales e industriales.
- ⇒ Recibir el insumo de los vehículos cuyo origen son los Sitios Controlados por las Autoridades Estatales y Municipales.
- ⇒ Separar botellas infladas y compactadas o trituradas.
- ⇒ Reducir parcialmente, con una separación manual, aquellos residuos que contaminen las botellas infladas.
- ⇒ Convertir en pacas de 250 a 300 kg. Botellas infladas, si es que estas ocupan más del 40% de espacio del Centro.
- ⇒ Comprar aquellas botellas que el consumidor, pepenador, u otro medio desee vender al Centro.
- ⇒ Monitorear las rutas de los vehículos, mantenimiento, servicio al cliente. Así mismo, apoyar en los problemas que se presenten en dichas unidades, para dar corrección y si es necesario enviar a la planta principal para mejora del vehículo.
- ⇒ Enviar las cantidades requeridas conforme la capacidad del centro y la capacidad de la planta.

Básicamente estas serian las políticas implantadas a la operación de los Centros de Acopio. Para las características de las operaciones de dichos Centros, se debe de tomar en cuenta otras consideraciones. Ecología y Compromiso Empresarial (ECOCE), y la Asociación para Promover el Reciclaje de PET (APREPET),

mencionan las consideraciones con las que debe de instalarse un centro de acopio. Estas características se muestran en el **Anexo A4**.

⇒ **Pagar un 50% más sobre los precios de compra de Kg/PET a los "pepenadores" para su motivación.**

En México, el consumo de PET alcanza los 7.2 kilogramos por persona por año (una tonelada se cubre con aproximadamente 20,000 botellas de PET de 50 gramos). La cuota estimada para el reciclaje de una lata de aluminio en todo el país está en 45%, mientras que la de las botellas de PET solo en 7%. Este fenómeno se explica por los precios: al acopiador mexicano se le paga alrededor de \$7 por cada kilogramo de aluminio y entre \$0.70-\$1.70 por cada kilo de PET. El primer tratamiento aumenta el precio para las botellas tiradas y recolectadas de \$1 promedio (lo que se paga en el DF) a \$5.50 kg para la hojuela sucia y \$8.50 kg para la hojuela limpia (Precio Avangard 12/2006). En esta condición sale un 80% del país para elaborarse en la industria plástica en China o en los Estados Unidos. Un procedimiento próximo para conseguir la materia secundaria que se aplica otra vez en la industria plástica es la granulación. El granulado virgen de PET está entre \$16-24 kg, el granulado secundario en \$12 kg. Es muy difícil que las empresas otorguen información sobre precios de resina reciclada recolectada y vendida como hojuela. Sin embargo se tienen algunos datos del año de 1999 y 2000, que presentan lo siguiente:

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

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

Tabla 4.0.24, Precios de RPET. Fuente: Thesis Consultores S.C., 2001

Con relación a esta tabla, se tiene información adicional que fue investigada por Thesis Consultores, S.C., recalando que esta información solo fue proporcionada por

una sola empresa que colaboró en su estudio, en este caso Avangard, por lo cual no puede analizarse este aspecto de forma más robusta.

Estadísticos descriptivos de los precios y volúmenes en el mercado de Pet recuperado

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

Tabla 4.0.25, Estadísticos de Precios de RPET. Fuente: Thesis Consultores S.C., 2001

Comportamiento histórico de precios y volúmenes en el mercado de Pet recuperado

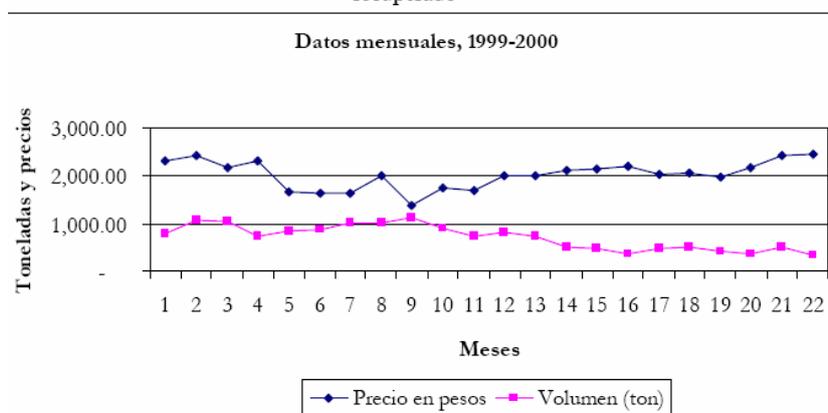


Ilustración 4.0.12, Comportamiento de Precios de RPET. Fuente: Thesis Consultores S.C., 2001

Thesis Consultores S.C., presenta otro análisis sobre los precios de PET:

Características de los Precios	
Precio del envase de Pet de 1L (Refresco)	\$7,50
Precio pagado por kg de envases de PET	\$2,40
Número de envases vacíos necesarios para obtener 1kg de PET	22
Número de envases vacíos necesarios para obtener \$1.00	10

Tabla 4.0.26, Características de Precios de RPET. Basado en Thesis Consultores S.C., 2001

Considerando esta valorización de los envases de cartón, se requerirían 22 envases vacíos para obtener \$2.40 pesos, es decir, se requieren 10 envases para obtener un peso. Con estos resultados investigados por Thesis Consultores S.C., se muestra una de las posibles razones por las cuales el consumidor no estaría dispuesto a acopiar este material a comparación de otros materiales que son más remunerados que el

PET, como son el caso del Aluminio y los metales ferrosos. Otra información de la variación de precios se muestra en la siguiente tabla:

MATERIAL	2001 (TERCER CUARTO)	2001 (CUARTO CUARTO)	2002 (HASTA MARZO)
Resina virgen de PET	59 a 68	56 a 68	53 a 63
Chip de fibra	56 a 58	54 a 56	54 a 56
Grapa de fibra	53 a 57	53 a 57	49-53
Hoja de APET	65 a 90	65 a 90	60 a 85
Correa	90 a 130	90 a 130	85 a 125
Variación del costo de resina de PET	41 a 45	38 a 42	38 a 42
Variación del costo del chip de fibra	37 a 41	34 a 48	34 a 38
Hojuela clara pos consumo	28 a 42	22 a 40	20 a 38
Botella doméstica embalada	10 a 16	8 a 16	6 a 10
Botellas embaladas de exportación	10 a 12	7 a 12	8 a 11
Chip de fibra fuera de especificación	24 a 29	22 a 27	20 a 25

Tabla 4.0.27, Variación de los precios de poliéster reciclado en comparación con el poliéster fabricado a partir del material virgen en Estados Unidos (centavos americanos por libra aproximados), Fuente: Recicladors Crisol, 2002.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Recicladores (INARE), señalan que en 1994 se pagaba entre 8 o 9 pesos por Kg de envases vacíos, pero en 1996 cayó drásticamente el precio a alrededor de 1 a 3 pesos por Kg, hasta alcanzar en la actualidad entre 1 y 2.20 pesos por Kg. Debido a lo anterior, contemplando que existen zonas donde llegan a pagar hasta \$3.00 por kilogramo de PET, esta estrategia busca pagar 50% más sobre este precio, es decir \$4.50 por kilogramo de PET, con la finalidad de motivar al pepenador y consumidor a la concientización y hacer atractivo el ciclo de acopio del PET.

#### 4.4.4 ESTRATEGIAS DA.

Finalmente, se selecciona una estrategia DA, para reducir el impacto de las Debilidades y Amenazas de la Recicladora. La estrategia es la siguiente:

⇒ **Enfocarse al 74% no recolectado a nivel nacional para evitar las "mafias" entre proveedores existentes y su alianza con China.**

Ligado a la primer estrategia, el objetivo que se persigue aquí es el de evitar que la competencia entorpezca el flujo del insumo dentro de la cadena de suministro de la Recicladora. Para esto, se conoce que existe una oferta no recolectada del 74%, razón

por la cual hay mucho insumo que recolectar sin la necesidad de buscar las mismas fuentes de ingreso de botellas PET, que utilizan los competidores. Además, con ayuda de las estrategias anteriores, se ha buscado que la Recicladora tenga sus propias fuentes de insumo, y que la compra de insumo con proveedores sea lo más limitado posible. Esta estrategia busca a su vez, recolectar material compitiendo con China, ya que en México, no solo se debe de tomar la competencia nacional, sino la internacional, como se ha mencionado con anterioridad ellos se llevan el 80% del material recolectado. Sin embargo, gracias a la oferta calculada, se puede observar que ese porcentaje es relativamente bajo a todo el potencial del insumo que puede ser aprovechado, y no solo por una, sino por muchas empresas de reciclaje que hoy en día buscan este nuevo nicho de oportunidad. Finalmente, estas siete estrategias serán sometidas al enfoque logístico, para determinar si sufren alguna modificación o se adaptan al sistema. La elaboración de las estrategias logísticas, se fundamentan en otras consideraciones importantes para cualquier negocio, la vinculación de las herramientas mostradas y las que se desarrollan en adelante, van a permitir la mejor competitividad del proyecto de instalación.

#### **4.5 FASE II. CONFIGURACIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Esta fase comprende la determinación de la demanda a la que se destinara el producto, la selección del proceso, la capacidad de planta y la programación de producción. El objetivo es determinar la estructura necesaria para instalar la recicladora, con la finalidad de adaptarse a los cambios futuros del Mercado.

##### **4.5.1 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DEL INSUMO.**

Una vez que se ha conocido la oferta del insumo, se tiene que conocer los sectores que demandan este producto. La demanda estará en función del tipo de proceso que utilice la empresa y el producto obtenido del mismo. Como se mencionó en el Capítulo I, existe un proceso mecánico y un proceso químico, cuyos productos son la

hojuela y la escama o resina respectivamente. El destino final de transformación de estos productos se analiza en el cálculo de la demanda y el mercado de destino que la requerirá. En el Capítulo II, se mencionó el tipo de mercado que utiliza este insumo, por lo que con ayuda del INEGI, se procede a concentrar información de los mercados que transforman el producto una vez que ha sido reciclado. Dentro de las bases de datos de INEGI, se encuentra información disponible a través de dos fuentes: los Censos Económicos y la Encuesta Industrial Mensual. Con ayuda de estas bases de datos, se puede localizar aquellos mercados que requieren del RPET. En el **Anexo A2**, se observan los cuatro bloques que destacan los mercados donde más se requiere el RPET. Sin embargo, existen otros sectores donde se utiliza, como la fabricación de muebles y las autopartes, pero debido a que INEGI, engloba todo tipo de materias primas y que el RPET, es utilizado en pequeños porcentajes en dichos mercados, se descartan para el cálculo de la demanda principal de la recicladora. En el **Anexo A3** se encuentran los Censos Económicos del INEGI, esta información se tiene que combinar con la Encuesta Industrial, para obtener porcentajes del poliéster en el total que compone cada serie, este cálculo se hace con la finalidad de obtener únicamente las toneladas de PET en cada sector de la rama y por entidad federativa.

Las bases de cálculos que se obtuvieron en la tabla siguiente, tienen como finalidad obtener las toneladas de cada mercado, que se manejan dentro del Censo de INEGI, esto debido principalmente a que la producción de dichos censos viene en miles de pesos, razón por la cual se tiene que convertir dichos valores en toneladas por cada entidad federativa. Finalmente el cálculo consiste en obtener cada valor de cada mercado en toneladas, para esto dentro de la Encuesta se obtienen los porcentajes que ocupa el poliéster del total de elementos que componen cada una de las ramas mostradas en las tablas anteriores, para posteriormente aplicar el valor de la columna “Base de Cálculo” y obtener así la Demanda de cada Estado.

SERIE INEGI	DESCRIPCIÓN	Base de cálculo para determinar Demanda	UNIDAD DEL FACTOR
313112	Preparación e hilado de fibras blandas		
	Hilados de fibras artificiales y/o sintéticas		
	de:		
	Poliéster	41203	\$/ tonelada
313113	Fabricación de hilos para coser y bordar		
	Hilos para coser, de fibras artificiales y/o sintéticas		
	de:		
	Poliéster	151842	\$/ tonelada
313210	Fabricación de telas anchas de trama		
	Telas acabadas de fibras artificiales y/o sintéticas		
	de:		
	Poliéster	88863	\$/ tonelada
313230	Fabricación de telas no tejidas		
	Telas no tejidas para uso:		
	Industrial	23876	\$/ tonelada
313240	Fabricación de telas de punto		
	Telas de punto de fibras artificiales y/o sintéticas		
	de:		
	Poliéster	65440	\$/ tonelada
	Telas de mezcla de fibras blandas principalmente de:		
	Poliéster	81392	\$/ tonelada
325211	Fabricación de resinas sintéticas		
	Resinas sintéticas poliméricas:		
	Poliéster	17436	\$/ tonelada
326191	Fabricación de artículos de plástico para el hogar		
	Muebles de plástico sin reforzar:		
	Mesas	11506667	\$/ tonelada
	Sillas	4080317	\$/ tonelada
326160	Fabricación de botellas de plástico		
	Frascos y botellas:		
	De hasta 1/8 litro	250311	\$/ tonelada
	De más de 1/8 hasta 1/4 litro	150661	\$/ tonelada
	De más de 1/4 hasta 1/2 litro	115352	\$/ tonelada
	De más de 1/2 hasta 1 litro	82363	\$/ tonelada
	De más de 1 hasta 4 litros	82465	\$/ tonelada
	Botellones y similares:		
	De más de 4 hasta 12 litros		
	De más de 18 hasta 30 litros	85105	\$/ tonelada
	Preformas:		
	Para botellas	462159	\$/ tonelada
326193	Fabricación de envases y contenedores de plástico		
	Contenedores de plástico:		
	Plataformas (tarimas)	21769	\$/ tonelada
	Botellas	158321	\$/ tonelada
339993	Fabricación de escobas, cepillos y similares		
	Escobas:		
	De fibra plástica	19329	\$/ tonelada
	Cepillos de fibra plástica:		
	Para limpieza en general	24664	\$/ tonelada

Tabla 4.0.28, Obtención de Base de Calculo para la Demanda. Elaboración Propia.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Estados	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	313210 Fabricación de telas anchas de trama	313230 Fabricación de telas no tejidas	313240 Fabricación de telas de punto A	313240 Fabricación de telas de punto B	325211 Fabricación de resinas sintéticas	326160 Fabricación de botellas de plástico 1/8 L	326160 Fabricación de botellas de plástico 1/4 L	326160 Fabricación de botellas de plástico 1/2 L	326160 Fabricación de botellas de plástico 1 L	326160 Fabricación de botellas de plástico 4 L	326160 Fabricación de botellas de plástico botellones de 4 a 12	326160 Fabricación de botellas de plástico botellones de 18 a 30	326160 Fabricación de botellas de plástico PREFORMAS	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar MFSAS	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar SILLAS	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico TARIMAS	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico BOTELLAS	DEMANDA TOTAL (toneladas)	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares A	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares B	DEMANDA ALTERNATIVA (toneladas)	
Aguascalientes	416	6	36	0	401	135	1899	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	52	2	2.952	3	2	2.957	
Baja California	0	1	0	0	0	0	0	7	25	48	768	271	44	75	81	72	510	39	2	1.943	9	5	1.957	
Baja California Sur	0	0	0	0	0	0	0	1	5	10	152	53	9	15	16	0	0	0	0	261	133	74	468	
Campeche	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	74	207	
Coahuila de Zaragoza	2	0	662	0	3411	1151	11	20	65	128	2033	716	116	199	213	189	1334	54	2	10.306	137	77	10.520	
Colima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	133	74	209	
Chiapas	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	5	7	4	16	
Chihuahua	13	0	0	0	0	0	441	4	15	29	462	163	26	45	48	10	70	27	1	1.354	32	18	1.404	
Distrito Federal	334	4401	429	5454	6239	2105	3745	47	156	305	4838	1705	275	474	507	1686	11887	1910	88	46.585	3562	1994	52.141	
Durango	5	0	0	0	0	0	899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	904	35	19	958	
Guanajuato	8	490	267	9303	109	37	1173	8	25	50	787	277	45	77	82	477	3362	283	13	16.873	53	30	16.956	
Guerrero	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	4	
Hidalgo	621	1539	2762	0	738	249	1341	34	114	223	3534	1246	201	346	370	419	2955	58	3	16.753	133	74	16.960	
Jalisco	607	110	298	146	24	8	4712	22	73	143	2271	801	129	223	238	738	5205	1274	58	17.080	574	321	17.975	
México	385	380	2578	5838	12436	4196	47578	261	867	1699	29963	9505	1535	2642	2827	2921	20595	2169	99	148.474	891	499	149.864	
Michoacán de Ocampo	22	0	203	670	1	81	1810	0	0	1	12	4	1	1	1	3	19	40	2	2.871	46	26	2.943	
Morelos	93	544	1079	318	400	82	0	10	34	68	1072	378	61	105	112	13	89	4	0	4.462	134	75	4.671	
Nayarit	0	0	0	0	91	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	134	74	301	
Nuevo León	67	886	181	139	141	48	8995	14	48	94	1491	525	85	146	156	641	4522	247	11	18.437	4113	2302	24.852	
Oaxaca	2	0	1	0	25	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	198	0	0	263	16	11	290	
Puebla	440	2181	2307	206	336	113	4416	2	6	11	175	62	10	17	18	210	1477	89	4	12.080	63	36	12.179	
Querétaro Arteaga	0	0	484	0	1221	412	7005	5	18	35	560	197	32	55	59	647	4563	262	12	15.567	576	322	16.465	
Quintana Roo	0	0	0	0	0	188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	188	0	0	188	
San Luis Potosí	9	1492	82	10052	558	0	7430	5	16	31	491	173	28	48	51	24	170	40	2	20.702	0	0	20.702	
Sinaloa	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	80	28	5	8	8	0	0	1	0	139	0	0	139	
Sonora	175	3	248	0	0	0	0	5	15	30	482	170	27	47	51	0	0	17	1	1.271	0	0	1.271	
Tabasco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	3	0	1	1	0	0	4	0	17	0	0	17	
Tamaulipas	9	0	273	0	0	0	124482	2	5	10	158	56	9	16	17	112	791	186	9	126.135	0	0	126.135	
Tlaxcala	562	2394	894	40	5	2	13578	1	4	8	132	47	8	13	14	0	0	16	1	17.719	0	0	17.719	
Veracruz de Ignacio de la Llave	0,34	0	54	0	0	0	9358	1	5	9	140	50	8	14	15	13	92	19	1	9.779	0	0	9.779	
Yucatán	12	44	0	0	0	0	0	52	172	337	5350	1886	305	524	561	12	87	42	2	9.386	0	0	9.386	
Zacatecas	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>																				Mas demanda que Oferta:	502.603			519.634

Tabla 4.0.29, Obtención de Demanda según Clase de Actividad. Elaboración Propia.

Cabe destacar, que esta tabla menciona el mercado donde se puede aplicar hojuela mecánica y escama química. La diferencia es que el de la hojuela mecánica es más limitado al mercado de insumos textiles, por lo que su demanda sería más reducida. La demanda a la que la recicladora se enfocará se analizará con base a la selección estratégica de su proceso.

#### **4.6 SELECCIÓN DEL PROCESO DE LA RECICLADORA.**

Esta sección se dedica a evaluar cual de los dos procesos le conviene más a la Recicladora de PET, con base a los datos de la oferta calculada y la demanda del insumo, se tiene que establecer que proceso puede ofrecer mayor ventaja competitiva al proyecto. En el Capítulo I, se mencionó los tres procesos principales del RPET, en esta sección solo se evaluarán dos, el Reciclaje Mecánico, cuyo producto final es la obtención de Hojuela, y un tipo de reciclaje químico, ya que existen diversos procesos y van a depender del tipo de producto y mercado al que se enfoquen, en este caso se evalúa un proceso cuyo producto obtenido es una escama química o “pellet” a granel.

##### **4.6.1 PROCESO DE RECICLAJE MECÁNICO.**

Como se ha mencionado con anterioridad, el reciclaje mecánico es el más utilizado en México. Su mayor mercado es el de fibras textiles, se necesita de una inversión considerable para la adquisición de máquinas y mano de obra, además de una separación bien definida del insumo, entre otros requisitos para poder procesarlo, como son: limpieza, tamaño y color. Las máquinas más empleadas para la elaboración de la hojuela y sus capacidades de producción, son las siguientes:

Equipo	Capacidad (Kg./h)	Cantidad
Banda Transportadora		2
Separador de etiquetas	1200	5
Trituradora	900	7
Pre lavadora	1200	5
Lavadora	3000	2
Secadora	3000	2
Silos de Almacenaje		

Tabla 4.0.30, Capacidad de Máquinas de Producción. Elaboración Propia.

Con lo que se puede calcular que para una jornada de 9 horas, laborando con una semana de seis días empezando el Lunes y terminando el Sábado, la producción estimada, con base en la máquina más lenta, sería de:

$$\begin{aligned}
 6000 \text{ kg} \times 9 \text{ horas} &= 54,000 \frac{\text{kg}}{\text{día}} \times 6 \text{ días} = 324,000 \frac{\text{kg}}{\text{semana}} \times 4 \text{ semanas} \\
 &= 1,296,000 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} \times 12 \text{ meses} = \mathbf{15,552 \text{ toneladas anuales}}
 \end{aligned}$$

Ecuación 1, Cálculo de Producción de Hojuela. Elaboración Propia.

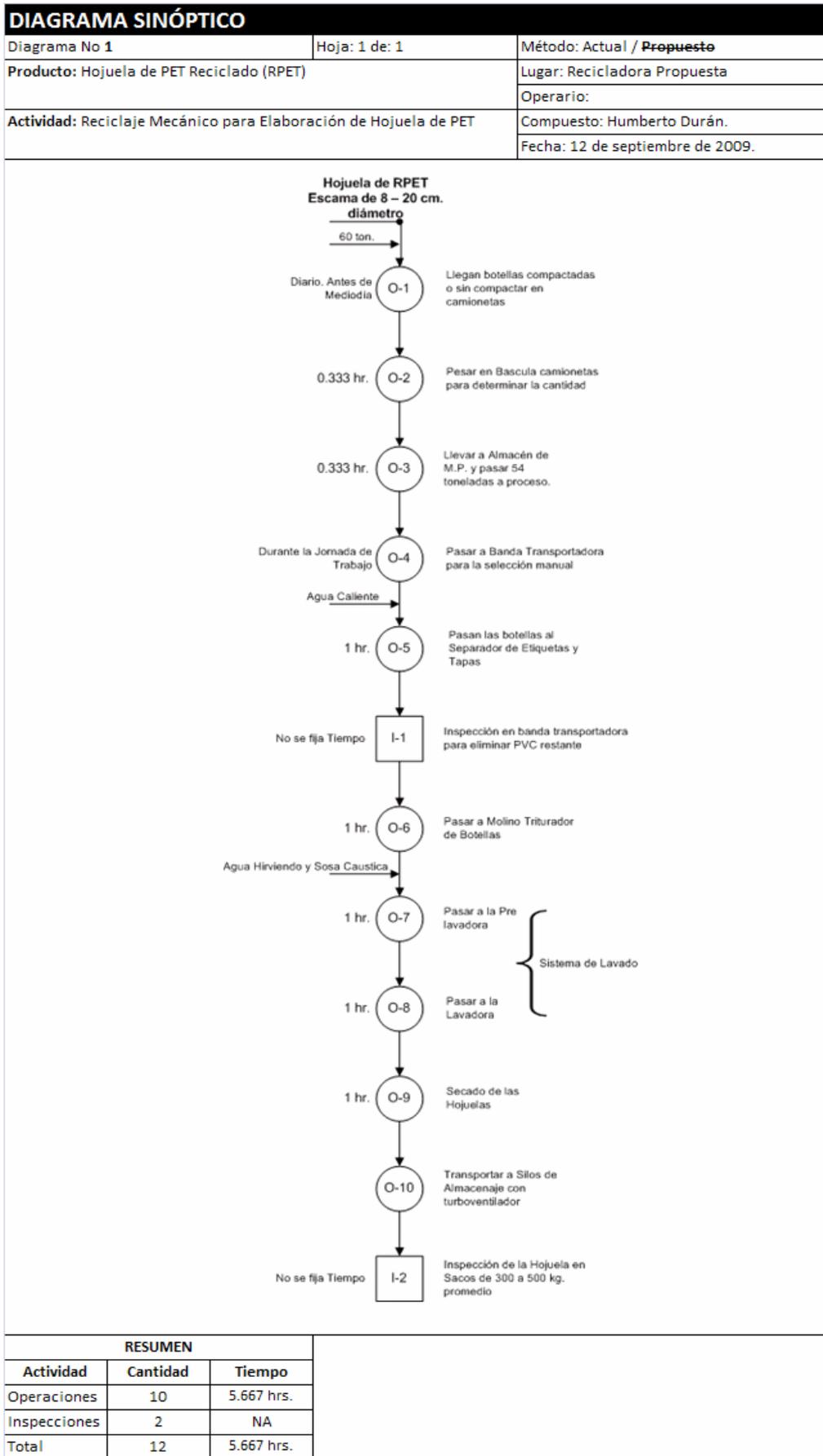


Ilustración 4.0.13, Diagrama Sinóptico del Proceso Mecánico. Elaboración Propia.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Día	Horas del Día	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida													
					Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Inventario del día (kg)									
<b>LUNES</b>	8:00	8:00	Separar Etiquetas y Tapas	9:00	9:00	Separar Etiquetas y Tapas	10:00	10:00	Separar Etiquetas y Tapas	11:00	11:00	Separar Etiquetas y Tapas	12:00	12:00	Separar Etiquetas y Tapas	13:00	6000
	9:00	9:00	Triturado de Botellas	10:00	10:00	Triturado de Botellas	11:00	11:00	Triturado de Botellas	12:00	12:00	Triturado de Botellas	13:00	13:00	Triturado de Botellas	14:00	6000
	10:00	10:00	Prelavado	11:00	11:00	Prelavado	12:00	12:00	Prelavado	13:00	13:00	Prelavado	14:00	14:00	Prelavado	15:00	6000
	11:00	11:00	Lavado	12:00	12:00	Lavado	13:00	13:00	Lavado	14:00	14:00	Lavado	15:00	15:00	Lavado	16:00	6000
	12:00	12:00	Secado	13:00	13:00	Secado	14:00	14:00	Secado	15:00	15:00	Secado	16:00	16:00	Secado	17:00	0
	13:00	Lote 1: 6000 kg			13:00	Secado	14:00	13:00	Lavado	14:00	13:00	Prelavado	14:00	13:00	Triturado de Botellas	14:00	6000
	14:00				Lote 2: 6000 kg			14:00	Secado	15:00	14:00	Lavado	15:00	14:00	Prelavado	15:00	6000
	15:00							Lote 3: 6000 kg			15:00	Secado	16:00	15:00	Lavado	16:00	6000
	16:00										Lote 4: 6000 kg			16:00	Secado	17:00	0
	17:00													Lote 5: 6000 kg			
<b>MARTES</b>	8:00	8:00	Separar Etiquetas y Tapas	9:00	8:00	Triturado de Botellas	9:00	8:00	Prelavado	9:00	8:00	Lavado	9:00	8:00	Secado	9:00	Lote 1: 6000 kg.
	9:00	9:00	Triturado de Botellas	10:00	9:00	Prelavado	10:00	9:00	Lavado	10:00	9:00	Secado	10:00	9:00	Separar Etiquetas y Tapas	10:00	Lote 2: 6000 kg.
	10:00	10:00	Prelavado	11:00	10:00	Lavado	11:00	10:00	Secado	11:00	10:00	Separar Etiquetas y Tapas	11:00	10:00	Triturado de Botellas	11:00	Lote 3: 6000 kg.
	11:00	11:00	Lavado	12:00	11:00	Secado	12:00	11:00	Separar Etiquetas y Tapas	12:00	11:00	Triturado de Botellas	12:00	11:00	Prelavado	12:00	Lote 4: 6000 kg.
	12:00	12:00	Secado	13:00	12:00	Separar Etiquetas y Tapas	13:00	12:00	Triturado de Botellas	13:00	12:00	Prelavado	13:00	12:00	Lavado	13:00	Lote 5: 6000 kg.
	13:00	13:00	Separar Etiquetas y Tapas	14:00	13:00	Triturado de Botellas	14:00	13:00	Prelavado	14:00	13:00	Lavado	14:00	13:00	Secado	14:00	6000
	14:00	14:00	Triturado de Botellas	15:00	14:00	Prelavado	15:00	14:00	Lavado	15:00	14:00	Secado	15:00	14:00	Separar Etiquetas y Tapas	15:00	6000
	15:00	15:00	Prelavado	16:00	15:00	Lavado	16:00	15:00	Secado	16:00	15:00	Separar Etiquetas y Tapas	16:00	15:00	Triturado de Botellas	16:00	6000
	16:00	16:00	Lavado	17:00	16:00	Secado	17:00	16:00	Separar Etiquetas y Tapas	17:00	16:00	Triturado de Botellas	17:00	16:00	Prelavado	17:00	6000
	17:00				Lote 9: 6000 kg			Lote 8: 6000 kg			Lote 7: 6000 kg			Lote 6: 6000 kg			0

Ilustración 4.0.14, Esquema de la Programación de la Producción. Elaboración Propia.

El esquema anterior muestra como para el primer día de apertura de la Recicladora se realizarían 5 lotes, pero posteriormente se obtendrían los 9 lotes que fueron calculados con base a la capacidad de la máquina más lenta, con lo que se justifica el número de máquinas a emplear y la producción diaria obtenida de 54 toneladas, cantidad razonable para poder competir con empresas que utilizan este tipo de proceso. El inventario sería nulo en proceso, debido a que cada día, en cada etapa del proceso restarían 6 toneladas, para procesarse inmediatamente a la primera hora del día siguiente, razón por la cual, en términos teóricos, siempre se obtendrían los 9 lotes del proceso.

#### 4.6.2 PROCESO DE RECICLAJE QUÍMICO.

Este proceso es casi desconocido en México, debido a sus altos costos de operación. Sin embargo, en Europa existen empresas que ya han comprobado el éxito de este proceso, ya que se enfoca principalmente a la obtención de una resina para volver a fabricar envases, aunque dicha resina puede ser empleada en la mayoría de los mercados. Las máquinas más empleadas para la elaboración de la escama y sus capacidades de producción, son las siguientes:

Equipo	Capacidad (Kg./h)	Cantidad
Banda Transportadora		
Trituración y Lavado	1000	1
Centrifuga Dinámica Secadora	1000	1
Extruder	1000	1
Reactor	1000	1
Maquina Centrifuga Horizontal	1000	1
Horno de Microondas	1000	1
Silos de Almacenaje		
Extrusora Peletizadora	1000	1

Tabla 4.0.31, Capacidad de Máquinas de Producción. Elaboración Propia.

$$7000 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} \times 9 \text{ horas} = 63,000 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} \times 6 \text{ días} = 378,000 \frac{\text{kg}}{\text{semana}} \times 4 \text{ semanas}$$

$$= 1,512,000 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} \times 12 \text{ meses} = 18,144 \text{ toneladas anuales.}$$

Ecuación 2, Cálculo de Producción de Resina. Elaboración Propia.

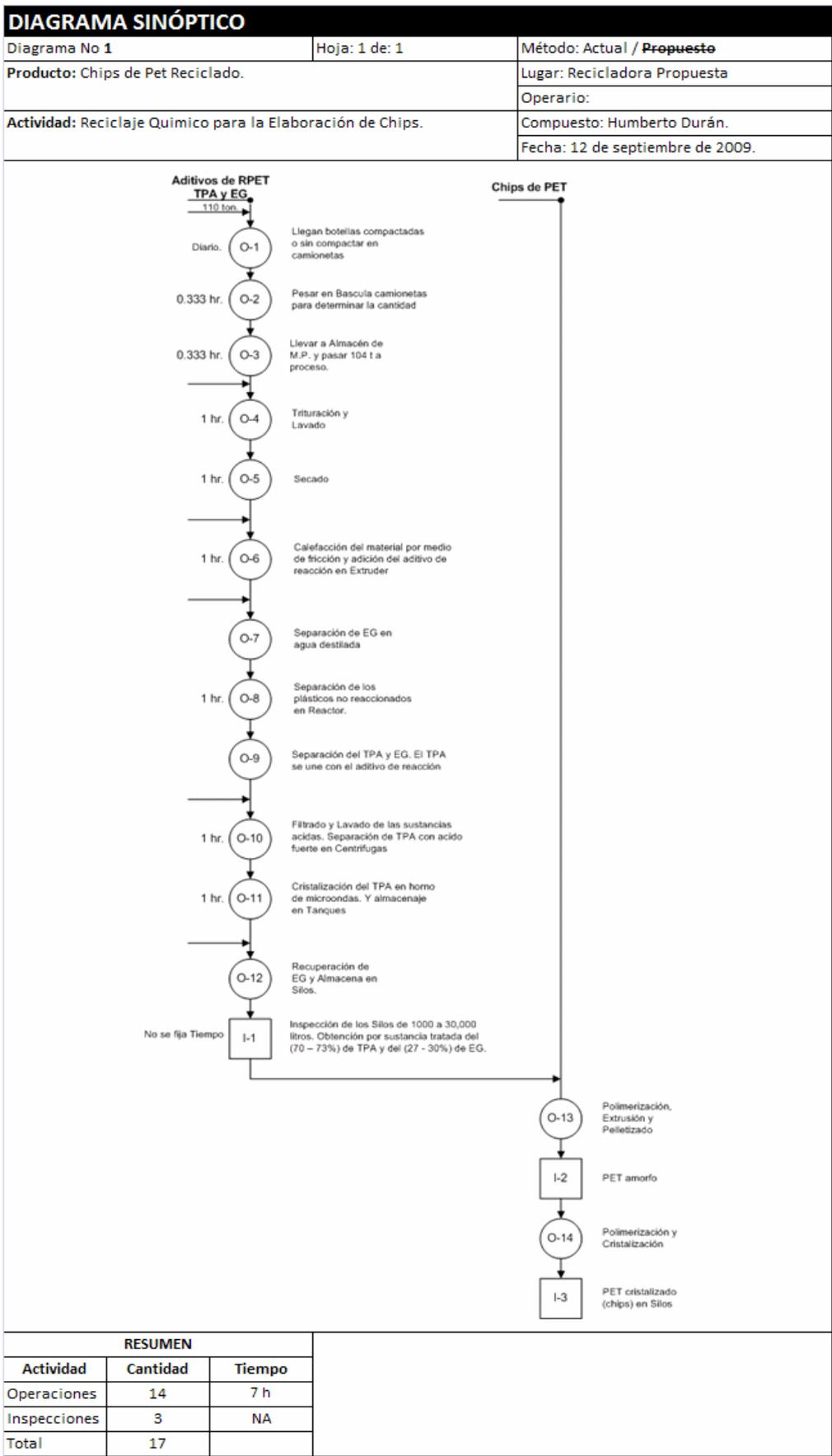


Ilustración 4.0.15, Diagrama Sinóptico del Proceso Químico. Elaboración Propia.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Día	Horas del Día	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida																			
	8:00	8:00	Triturado y Lavado	9:00	9:00	9:00	10:00	10:00	10:00	11:00	11:00	11:00	12:00	12:00	12:00	13:00	13:00	13:00	14:00	14:00	14:00	15:00	Inventario del día (kg)
LUNES	9:00	9:00	Secado	10:00	9:00	Triturado y Lavado	10:00	10:00	10:00	Triturado y Lavado	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	12:00	12:00	12:00	12:00	7 000	
	10:00	10:00	Extrusión	11:00	10:00	Secado	11:00	10:00	10:00	Triturado y Lavado	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	12:00	12:00	12:00	12:00	7 000	
	11:00	11:00	Reacción de Separación	12:00	11:00	Extrusión	12:00	11:00	11:00	Secado	12:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	12:00	12:00	12:00	12:00	7 000	
	12:00	12:00	Filtrado y Lavado	13:00	12:00	Reacción de Separación	13:00	12:00	12:00	Extrusión	13:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	13:00	13:00	13:00	13:00	7 000	
	13:00	13:00	Cristalización	14:00	13:00	Filtrado y Lavado	14:00	13:00	13:00	Reacción de Separación	14:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	14:00	14:00	14:00	14:00	7 000	
	14:00	14:00	Polimerización y Peletizado	15:00	14:00	Cristalización	15:00	14:00	14:00	Filtrado y Lavado	15:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	15:00	15:00	15:00	15:00	7 000	
	15:00	Lote 1: 7,000 kg			15:00	Polimerización y Peletizado	16:00	15:00	15:00	Cristalización	16:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	16:00	16:00	16:00	16:00	7 000	
	16:00	Lote 2: 7,000 kg			16:00	Polimerización y Peletizado	17:00	16:00	16:00	Polimerización y Peletizado	17:00	16:00	16:00	16:00	16:00	16:00	16:00	17:00	17:00	17:00	17:00	0	
	17:00	Lote 3: 7,000 kg																					
MARTES	Horas del Día	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Hora Entrada	Proceso	Hora Salida	Lotes del día (kg)
	8:00	8:00	Triturado y Lavado	9:00	8:00	Secado	9:00	8:00	Extrusión	9:00	8:00	Reacción de Separación	9:00	8:00	Filtrado y Lavado	9:00	8:00	Cristalización	9:00	8:00	Polimerización y Peletizado	9:00	Lote 1: 7 000 kg.
	9:00	9:00	Secado	10:00	9:00	Extrusión	10:00	9:00	Reacción de Separación	10:00	9:00	Filtrado y Lavado	10:00	9:00	Cristalización	10:00	9:00	Polimerización y Peletizado	10:00	9:00	Triturado y Lavado	10:00	Lote 2: 7 000 kg.
	10:00	10:00	Extrusión	11:00	10:00	Reacción de Separación	11:00	10:00	Filtrado y Lavado	11:00	10:00	Cristalización	11:00	10:00	Polimerización y Peletizado	11:00	10:00	Triturado y Lavado	11:00	10:00	Secado	11:00	Lote 3: 7 000 kg.
	11:00	11:00	Reacción de Separación	12:00	11:00	Filtrado y Lavado	12:00	11:00	Cristalización	12:00	11:00	Polimerización y Peletizado	12:00	11:00	Triturado y Lavado	12:00	11:00	Secado	12:00	11:00	Extrusión	12:00	Lote 4: 7 000 kg.
	12:00	12:00	Filtrado y Lavado	13:00	12:00	Cristalización	13:00	12:00	Polimerización y Peletizado	13:00	12:00	Triturado y Lavado	13:00	12:00	Secado	13:00	12:00	Extrusión	13:00	12:00	Reacción de Separación	13:00	Lote 5: 7 000 kg.
	13:00	13:00	Cristalización	14:00	13:00	Polimerización y Peletizado	14:00	13:00	Triturado y Lavado	14:00	13:00	Secado	14:00	13:00	Extrusión	14:00	13:00	Reacción de Separación	14:00	13:00	Filtrado y Lavado	14:00	Lote 6: 7 000 kg.
	14:00	14:00	Polimerización y Peletizado	15:00	14:00	Triturado y Lavado	15:00	14:00	Secado	15:00	14:00	Extrusión	15:00	14:00	Reacción de Separación	15:00	14:00	Filtrado y Lavado	15:00	14:00	Cristalización	15:00	Lote 7: 7 000 kg.
	15:00	15:00	Triturado y Lavado	16:00	15:00	Secado	16:00	15:00	Extrusión	16:00	15:00	Reacción de Separación	16:00	15:00	Filtrado y Lavado	16:00	15:00	Cristalización	16:00	15:00	Polimerización y Peletizado	16:00	Lote 8: 7 000 kg.
	16:00	16:00	Secado	17:00	16:00	Extrusión	17:00	16:00	Reacción de Separación	17:00	16:00	Filtrado y Lavado	17:00	16:00	Cristalización	17:00	16:00	Polimerización y Peletizado	17:00	16:00	Triturado y Lavado	17:00	Lote 9: 7 000 kg.
17:00	Inventario del día (kg)	7 000		7000		7000		7000		7000		7000		0		7000							

**Ilustración 4.0.16, Esquema de la Programación de la Producción. Elaboración Propia.**

El esquema anterior muestra que para el día de inicio de operaciones se obtendrían 3 lotes, posteriormente se ajusta en automático el programa y se obtendrían los 9 lotes, lo que justifica las 63 toneladas diarias y las máquinas utilizadas.

#### 4.6.3 PROVEEDORES Y SELECCIÓN DEL PROCESO.

Además del programa de producción y la capacidad de la planta, se tiene que contemplar los proveedores donde adquirir dichas máquinas y un costo estimado de las mismas.

Equipo	Cantidad	Capacidad (Kg./h)	Vida útil (años)	Proveedor
Banda Transportadora	2		7	EUROTECNO
Separador de etiquetas	5	1200	10	RECYMEX
Trituradora	7	900	10	EUROTECNO
Pre lavadora	5	1200	10	RECYMEX
Lavadora	2	3000	10	RECYMEX
Secadora	2	3000	10	RECYMEX
Silos de Almacenaje	10		10	NAVARINI

Tabla 4.0.32, Proveedores de Proceso Mecánico. Elaboración Propia.

Equipo	Cantidad	Capacidad (Kg./h)	Vida útil (años)	Proveedor
Banda Transportadora	1		7	EUROTECNO
Trituración y Lavado	1	1000	10	NAVARINI
Centrifuga Dinámica Secadora	1	1000	10	NAVARINI
Extruder	1	1000	10	NAVARINI
Reactor	1	1000	10	NAVARINI
Maquina Centrifuga Horizontal	1	1000	10	NAVARINI
Horno de Microondas	1	1000	10	NAVARINI
Silos de Almacenaje	10		10	NAVARINI
Extrusora Peletizadora	1	1000	10	PAGANI

Tabla 4.0.33, Proveedores de Proceso Químico. Elaboración Propia.

Finalmente se tiene que seleccionar el proceso que más convenga a la instalación de un nuevo proyecto de reciclaje de PET. Los criterios de selección de dicho proceso se comparan en ambos procesos, como ventajas y desventajas de utilizar cada uno. Los criterios se muestran a continuación:

Criterio de Selección	Reciclaje Mecánico	Reciclaje Químico
Inversión	Baja	Alta
Tecnología	Accesible	Alta (Accesible en Europa)
Costos operativos	Bajo	Moderado
Producto Obtenido	Hojuela	Resina
Contaminación ambiental del proceso	Sin contaminación	Sin contaminación
Exportación del Producto	Sí	Sí
Eliminación de tapas y etiquetas	Sí	No necesario
Obtención de otro producto dentro del proceso	No	Sí, TPA y EG
Mercado donde aplique el producto	Limitado	Todos
Calidad del producto	Moderado	"Virgen"
Cantidad de inversión estimada	\$500.000,00	\$2.000.000,00
Crecimiento de Mercado	No	Sí
Visión para el producto	No	Sí
Numero de Competidores	Muy Amplio	Solo 3
Utilidades obtenidas	Moderadas	Altas
Toneladas Anuales del Proceso	15,552	18,144
Cantidad necesaria acopiada/día	60	70
Porcentaje procesado de la Oferta	3.74%	4.36%
Número de Máquinas para adquirir	33	18

Tabla 4.0.34, Criterios de Selección del proceso. Elaboración Propia.

De los criterios anteriores, aparentemente se podría descartar al proceso químico, por su inversión inicial. Sin embargo, si se toma en cuenta todo lo mencionado en el Capítulo II, dentro del análisis del Mercado, se podrá observar que las utilidades y el crecimiento de dichos mercados para una resina son muchísimo más amplias, que la estacionalidad de una hojuela, que para ser competitiva, tiene que ser transformada adicionalmente, en fibra de poliéster, y llegar hasta telas no tejidas dentro de la misma manufactura de la empresa, lo que relativamente se puede acercar a la inversión de obtener una resina, cuya aplicación es a todos los mercados de poliéster, razón por la cual, y con base a una visión estratégica para ser líderes en un campo poco explorado en México, se decide seleccionar al reciclaje químico, como el mejor proceso para dar a la recicladora, diferenciación, valor agregado, y competitividad.

#### 4.7 FASE III. LOCALIZACIÓN DE LA RECICLADORA.

Existen varios modelos para la localización de planta, algunos de ellos son: Tasa-Volumen-Distancia, Punto de Equilibrio, Evaluación por Puntos, etcétera. En la

mayoría de los estudios, el método de evaluación por puntos es el más utilizado para localizar una nueva instalación. Sin embargo, desde el punto de vista logístico, existen otros modelos que pueden permitir dicha ubicación con mayor valor agregado. Además, de la ubicación de la planta, se planteará donde ubicar centros de acopio para la recopilación del insumo.

#### 4.7.1 MODELO DE LOCALIZACIÓN DE PLANTA.

Como se mostró en el cálculo de la oferta y planteando cual es el porcentaje que cada estado puede generar para el insumo de la planta, en la tabla 4,12, se observa que los estados con mayor oferta concentrada son 7: Distrito Federal, Estado de México, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Puebla y Veracruz. Con base en este criterio se toman dichos estados para la ubicación de la Recicladora. En el **Anexo A6**, se observa la ubicación geográfica de dichos estados dentro de la base de datos del INEGI para lo cual se obtienen las coordenadas de cada estado.

Entidad Federativa	Coordenadas		Pesos Ponderados (Porcentaje de Oferta)
	x	y	
Distrito Federal	99.16	19.33	12%
Estado de México	99.61	19.33	16%
Guanajuato	100.92	20.90	4%
Jalisco	103.59	20.84	7%
Nuevo León	99.83	25.50	6%
Puebla	97.90	19.35	6%
Veracruz	96.13	19.81	6%

Tabla 4.0.35, Criterios de Selección de Localización de Planta. Elaboración Propia.

El ALGORITMO WEISFELD, permite con base a iteraciones encontrar la mejor localización. El procedimiento de cálculo de este algoritmo consiste en encontrar una solución inicial basada en el método de Centro de Gravedad, con ayuda de las siguientes ecuaciones:

$$X^* = \frac{\sum_{i=1}^n w_i a_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad Y^* = \frac{\sum_{i=1}^n w_i b_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Ecuación 3, Coordenadas del Centro de Gravedad. Basado en (Cristobal Vázquez, 2008)

Una vez obtenidas estas coordenadas se procede a obtener una función iterativa, la cual consiste en obtener factores de corrección para ajustar estas coordenadas hasta llegar a un punto óptimo.

$$g_i(x, y) = \frac{w_i}{\sqrt{(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2}}$$

Ecuación 4, Factor de Corrección del Algoritmo Weisfeld. Basado en (Cristobal Vázquez, 2008)

Finalmente con esta función  $g_i$ , se vuelve a proceder a obtener las coordenadas X, Y, como sigue:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n a_i g_i(x, y)}{\sum_{i=1}^n g_i(x, y)} \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n b_i g_i(x, y)}{\sum_{i=1}^n g_i(x, y)}$$

Ecuación 5, Coordenadas del Algoritmo Weisfeld. Basado en (Cristobal Vázquez, 2008)

Con estas ecuaciones se realizan posteriormente iteraciones, donde se regresa a obtener la función  $g_i$ , y posteriormente las coordenadas X, Y, y así sucesivamente hasta encontrar las coordenadas óptimas. Los resultados son:

Entidad Federativa	x (ai)	y (bi)	Porcentaje de Oferta		
			(wi)	aiwi	biwi
Distrito Federal	99.16	19.33	12	1189.92	231.90
Estado de México	99.61	19.33	16	1593.76	309.20
Guanajuato	100.92	20.90	4	403.66	83.58
Jalisco	103.59	20.84	7	725.10	145.85
Nuevo León	99.83	25.50	6	598.98	152.97
Puebla	97.90	19.35	6	587.37	116.10
Veracruz	96.13	19.81	6	576.75	118.86
La suma de todos los pesos es de:			57	5675.54	1158.46

Tabla 4.0.36, Desarrollo del Algoritmo de Weisfeld. Elaboración Propia.

Con este primer desarrollo se encuentra una solución inicial correspondiente al método del Centro de Gravedad, la cual arroja las siguientes coordenadas: X, 99.57 y

para Y, 20.32. Ajustando este valor con el algoritmo y desarrollando 22 iteraciones, se encuentran las nuevas coordenadas para la localización de planta:

Entidad Federativa	Coordenadas	
	x	y
Distrito Federal	99.16	19.33
Estado de México	99.61	19.33
Guanajuato	100.92	20.90
Jalisco	103.59	20.84
Nuevo León	99.83	25.50
Puebla	97.90	19.35
Veracruz	96.13	19.81
<b>Sol. Inicial</b>	99.57	20.32
<b>Sol. Óptima</b>	<b>99.46</b>	<b>19.41</b>

Tabla 4.0.37, Localización óptima de Planta. Elaboración Propia.

Estas coordenadas corresponden a la latitud Norte de 19° 24' 36'' y la longitud Oeste de 99° 27' 36''. Con ayuda del Sistema Nacional de Nombres Geográficos de INEGI, se procede a buscar estas coordenadas, obteniendo los resultados siguientes:

No.	Nombre Geografico	Municipio	Estado	Latitud Norte	Longitud Oeste
1	Agua Bendita	Huixquilucan	México	19° 21' 41''	99° 22' 04''
2	Llano Grande	Huixquilucan	México	19° 21' 59''	99° 23' 06''

Tabla 4.0.38, Ubicación Geográfica de la Planta. Elaboración Propia.

Gracias a esta herramienta se puede observar que con las coordenadas calculadas, solo existen dos localidades, ambas pertenecientes al Municipio de Huixquilucan en el Estado de México, para la localización óptima de planta. Con base a que la capacidad de la empresa es de 1512 toneladas al mes, que se logran al recibir 63 toneladas diarias. Se pretende que la empresa recolecte la mayor cantidad de PET compactado y contar con una restricción de que reciba a lo más 168 toneladas de botellas sin compactar. Además, se debe de considerar las capacidades de los vehículos, los cuales se muestran en el **Anexo A6**. Ya que se ha determinado la capacidad de los vehículos, y se ha localizado la planta, dentro de las estrategias generales DO y FO, se realiza el diseño de la red de recolección, cuyas entradas y salidas se consideran igual en términos teóricos.

#### 4.8 ESTRATEGIAS LOGÍSTICAS. FASE IV. MODELO DE RECOLECCIÓN DEL INSUMO.

Se conoce la oferta por entidad federativa. Sin embargo, para obtener costos estimados de recorrer un punto a otro, se debe desglosar esta información por cada estado. Dentro de INEGI, se conocen cuales son las localidades mayores a 50,000 habitantes, por lo que apoyado en la estrategia DO, la red se puede enfocar a dichas localidades. Esta información se puede observar en el **Anexo A7**. Posteriormente, se calcula el porcentaje de habitantes que existen en cada localidad con respecto del total de población del estado, esto nos permitirá conocer la oferta para cada localidad o municipio. La información se muestra en el **Anexo B1**. Finalmente, con apoyo de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), y su sistema de Rutas Punto a Punto, se obtienen las distancias, tiempos y costos, desde la localización de planta hasta cada localidad. Esto se puede observar en el **Anexo A8**. En el **Anexo A9**, se presenta la información de INEGI, sobre la localización de sitios controlados a nivel nacional, esta información se debe vincular para determinar el tipo de vehículo que tomará la ruta, ya que para sitios controlados serán los camiones Roll Off, las Camionetas con Jaulas Remolque recolectaran botellas sin compactar en un área no mayor a 200 km desde la localización de planta y las Camionetas de 3 ½ recorrerán los puntos del consumidor con los contenedores de 30m<sup>3</sup>, que serán distancias más cortas. Con todo lo anterior planteado se procede a la formulación del modelo de red de recolección cuya estructura se muestra en el **Anexo B2**. El modelo formulado se presenta en el **Anexo B3**. Con el modelo anterior se conoce cuales son las rutas que más le convienen a la Recicladora para cumplir con su capacidad de producción. En la tabla siguiente se muestran las conclusiones del modelo, donde se puede observar que se recolectan 1, 511, 320 kilogramos de material compactado y 680 kilogramos de material sin compactar, lo que sumado dan las 1512 toneladas requeridas por la planta. El costo de recorrer desde la localización de planta a la localidad destino es de \$56,666, por lo que se logra el objetivo de recolección al mínimo costo planteado en el modelo.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Origen	Estado	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Tipo de Producto a Manejar	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	A	Ciudad Acuña	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	B	Monclova	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	C	Piedras Negras	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	D	Saltillo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	E	Torreón	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.036,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	A	Azacapatzalco	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	B	Coyoacán	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	C	Cuajimalpa de Morelos	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$53,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	D	Gustavo A. Madero	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$106,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	E	Iztacalco	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	F	Iztapalapa	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$106,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	G	Magdalena Contreras	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	H	Alvaro Obregón	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	I	Tláhuac	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	J	Tlalpan	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	K	Xochimilco	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	L	Benito Juárez	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	N	Miguel Hidalgo	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	O	Venustiano Carranza	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$106,00
9	Huixquilucan	Durango	A	Victoria de Durango	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$761,00
9	Huixquilucan	Durango	B	Gómez Palacio	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.036,00
9	Huixquilucan	Durango	C	Ciudad Lerdo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.036,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	A	Acámbaro	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$323,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	B	San Miguel de Allende	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$628,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	C	Celaya	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$783,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	D	Cortázar	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$783,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	E	Guanajuato	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	F	Irapuato	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	G	León de los Aldama	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	H	Salamanca	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$902,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	I	San Francisco del Rincón	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.035,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	J	Silao	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	K	Valle de Santiago	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$905,00
11	Huixquilucan	Guerrero	A	Acapulco de Juárez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.025,00
11	Huixquilucan	Guerrero	B	Chilpancingo de los Bravo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$588,00
11	Huixquilucan	Guerrero	C	Iguala de la Independencia	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$345,00
11	Huixquilucan	Guerrero	D	Zihuatanejo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.064,00
12	Huixquilucan	Hidalgo	A	Pachuca de Soto	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$201,00
12	Huixquilucan	Hidalgo	B	Tulancingo	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$158,00
13	Huixquilucan	Jalisco	C	Lagos de Moreno	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
13	Huixquilucan	Jalisco	D	Ocotlán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.001,00
13	Huixquilucan	Jalisco	I	Zapopan	Camiones Roll Off	Compactado	15320	\$1.144,00
14	Huixquilucan	México	A	Ciudad López Mateos	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	B	San Francisco Coacalco	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	C	Chalco de Díaz Covarrubias	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	D	Chicoloapan de Juárez	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	E	Chimalhuacán	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	F	Ecatepec de Morelos	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$63,00
14	Huixquilucan	México	G	Naucalpan de Juárez	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	H	Ixtapalca	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	I	Metepac	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	J	Ciudad Nezahualcóyotl	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$149,00
14	Huixquilucan	México	K	Ciudad Nicolás Romero	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	L	Los Reyes Acaquilpan	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	M	Ojo de Agua	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$200,00
14	Huixquilucan	México	N	Texcoco de Mora	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	O	Tlalnepantla	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	P	Toluca de Lerdo	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	Q	Buenavista	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	R	San Pablo de las Salinas	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	S	Cuautitlán Izcalli	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	T	Xico	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00

Tabla 4.0.39, Rutas de Recolección, Parte I. Elaboración Propia.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Origen	Estado	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Tipo de Producto a Manejar	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	A	Apatzingán de la Constitución	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$849,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	B	Ciudad Hidalgo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$486,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	C	Ciudad Lázaro Cárdenas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.118,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	D	Morelia	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$640,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	E	La Piedad de Cabadas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	F	Sahuayo de Morelos	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	G	Uruapan	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$742,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	H	Zamora de Hidalgo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00	
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	I	Heroica Zitácuaro	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00	
16	Huixquilucan	Morelos	A	Cuautla	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$341,00	
16	Huixquilucan	Morelos	B	Cuernavaca	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$261,00	
16	Huixquilucan	Morelos	C	Juistepec	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$261,00	
16	Huixquilucan	Morelos	D	Temixco	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$261,00	
18	Huixquilucan	Nuevo León	A	Ciudad Apodaca	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.138,00	
18	Huixquilucan	Nuevo León	B	San Pedro Garza García	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00	
18	Huixquilucan	Nuevo León	C	Ciudad General Escobedo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00	
18	Huixquilucan	Nuevo León	D	Guadalupe	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00	
18	Huixquilucan	Nuevo León	E	Monterrey	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00	
18	Huixquilucan	Nuevo León	F	San Nicolás de los Garza	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00	
18	Huixquilucan	Nuevo León	G	Ciudad Santa Catarina	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00	
19	Huixquilucan	Oaxaca	D	San Juan Bautista Tuxtepec	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$858,00	
20	Huixquilucan	Puebla	A	Atlixco	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$589,00	
20	Huixquilucan	Puebla	B	Heroica Puebla de Zaragoza	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$589,00	
20	Huixquilucan	Puebla	C	San Martín Texmelucan de Labastida	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$283,00	
20	Huixquilucan	Puebla	D	Cholula de Rivadabia	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$343,00	
20	Huixquilucan	Puebla	E	Tehuacán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$858,00	
20	Huixquilucan	Puebla	F	Teziutlán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$965,00	
21	Huixquilucan	Querétaro Arteaga	A	Santiago de Querétaro	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$568,00	
21	Huixquilucan	Querétaro Arteaga	B	San Juan del Río	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$568,00	
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	A	Ciudad Valles	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$324,00	
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	B	Matehuala	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00	
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	C	San Luis Potosí	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$628,00	
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	D	Soledad de Graciano Sánchez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$628,00	
27	Huixquilucan	Tamaulipas	B	Ciudad Madero	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$562,00	
27	Huixquilucan	Tamaulipas	C	Ciudad Mante	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00	
27	Huixquilucan	Tamaulipas	D	Heroica Matamoros	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00	
27	Huixquilucan	Tamaulipas	H	Tampico	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$562,00	
27	Huixquilucan	Tamaulipas	I	Ciudad Victoria	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00	
28	Huixquilucan	Tlaxcala	A	Apizaco	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$335,00	
28	Huixquilucan	Tlaxcala	B	Tlaxcala de Xicohténcatl	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$564,00	
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	D	Xalapa Enriquez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$796,00	
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	G	Poza Rica de Hidalgo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$326,00	
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	I	Túxpam de Rodríguez Cano	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$451,00	
31	Huixquilucan	Zacatecas	B	Guadalupe	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00	
					<b>Total de Viajes en Camiones Roll Off</b>	<b>73</b>	<b>Kg. Compactados</b>	<b>1511320</b>	<b>\$53.703</b>
					<b>Total de Viajes en Camionetas de 3.5</b>	<b>16</b>	<b>Kg. Sin Compactar</b>	<b>680</b>	<b>\$2.963</b>
					<b>Total de Viajes en Remolques Tipo Jaula</b>	<b>17</b>	<b>Total de kg.</b>	<b>1512000</b>	<b>\$56.666</b>

**Tabla 4.0.40, Rutas de Recolección, Parte II. Elaboración Propia.**

Con ayuda del modelo también se puede justificar la adquisición de la flota vehicular. Por lo que, considerando los viajes realizados al mes por cada vehículo, con base a 28 días laborables de cada mes, la inversión estimada se presenta de la siguiente forma:

Tipo de Vehículo	Costo	Cantidad	Costo Total
Camioneta de 3.5	\$47.000,00	1	\$47.000,00
Camiones Roll Off	\$95.000,00	3	\$285.000,00
Jaula KWR Remolque	\$48.000,00	1	\$48.000,00
<b>Total</b>			<b>\$380.000,00</b>

Tabla 4.0.41, Costos de Adquisición de Flotilla Propia. Elaboración Propia.

Como se analizó en la estrategia FA, se pueden ubicar centros de acopio y valorar de qué forma conviene más la recolección, es decir, como se mostró en el modelo anterior, donde directamente de la ubicación de la Recicladora la flota se distribuye a los Estados de la República o si es más conveniente esta estrategia y ubicar Centros de Acopio. Una propuesta de posibles ubicaciones para la instalación de dichos centros de acopios, se considera en base a las localidades que presentan mayor oferta del insumo y las localidades próximas a poder recolectar el PET. Estas localidades son:

Localidad	Capacidad del Centro (kg)
Iztapalapa	100000
Ecatepec de Morelos	100000
Monterrey	100000
Puebla	100000
Guadalajara	100000

Tabla 4.0.42, Localidades con potencial de instalación de Centros de Acopio. Elaboración Propia.

Considerando las características que menciona APREPET para la instalación de un centro de acopio la capacidad no debe ser mayor a 100 toneladas mensuales. Sin embargo, la estrategia de Integración Hacia Atrás, se cumple sin la necesidad de establecer de inicio centros de acopio, ya que esto se sustituye con la adquisición de flotilla propia en conjunto con los esfuerzos de los Departamentos de Marketing e Ing. Del Producto para que con base a las estrategias planteadas anteriormente en la matriz de cuantificación estratégica, controlar la recolección del insumo. Esto evita los costos de operación de la creación de dichos centros de acopio, que son mayores a la estrategia logística planteada en el modelo de recolección. En conclusión, se puede

descartar la estrategia FA y sus características, a reserva de contemplarlas como una visión futura conforme el crecimiento de la empresa y su desarrollo de operación.

#### **4.9 ESTRATEGIAS LOGÍSTICAS. FASE V. MODELO DE DISTRIBUCIÓN DEL INSUMO.**

Para la distribución del insumo, a diferencia de la recolección, el cual debe contar con flotilla propia, en el caso de la distribución la Recicladora se debe auxiliar del Outsourcing, para mejorar el nivel de servicio en la entrega del producto. La estrategia de distribución se puede definir en la contratación de proveedores, esto debido principalmente a que existe una gran incertidumbre en la Demanda del producto, esto es que el crecimiento de la demanda puede crecer o disminuir con relación en el tiempo, sujeto a las variables mencionadas en el Capítulo I, sería necesario contar con un ambiente de simulación para poder realizar un pronóstico que se adecue a las características del mercado de RPET, por tal razón, contar con una flotilla propia para la distribución puede resultar más costosa y menos eficiente para una empresa y más dentro de un proyecto de análisis de instalación. Sin embargo, se puede definir un modelo el cual pueda ejemplificar la operación de distribución dentro de un sector o mercado al que se enfoque el producto de la empresa.

##### **4.9.1 PRODUCTO, MERCADO IDEAL Y MODELO DE DISTRIBUCIÓN.**

La presentación del producto es la venta a granel de pellets de RPET químico, estos pellets pueden ser almacenados en costales, contemplando que la hojuela mecánica es almacenada en costales con un contenido que varía en un rango de 800 a 850 kg, (ejemplo de esto se da en la empresa Tecnología de Reciclaje), una presentación que puede considerarse dentro de la Recicladora, es la de almacenar pellets en costales de 900 kg, en promedio para su venta. Sin embargo, existe otra ventaja al utilizar el proceso químico dentro de la Recicladora, y esta es la obtención de las sustancias ácidas como son: Acido Tereftálico y Etilenglicol, utilizados en las Industrias Químicas para la fabricación de Resinas. Cabe mencionar, que dichas sustancias no

son el objetivo principal al que se enfoca la Recicladora, pero existe como una alternativa de venta a granel para el Mercado que lo requiera.

Con las opciones de venta anteriormente descritas, se tienen dos opciones de distribución, proveedores que se encarguen de la distribución de los pellets y posibles proveedores que pueden ser contratados bajo los términos de **CONTRATOS DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS**, dichos contratos son utilizados en la actualidad por cualquier empresa que desee obtener una rentabilidad al prestar servicios determinados a un cliente específico, en este caso, como la venta de sustancias ácidas no es el producto de manufactura principal al que se enfoca la Recicladora, sino la obtención de un pre-producto para llegar al producto final, se tendría que analizar con el cliente la cantidad requerida a comprar y fijar un compromiso en términos anuales para que exista una rentabilidad para ambas partes. Por lo que en dichos contratos, se puede establecer si se usarán a proveedores externos contratados por parte del Cliente, o si el Cliente con su propia flotilla enviara a la localización de la Recicladora por el producto. Con lo que la operación de la empresa se puede dar de la siguiente forma:

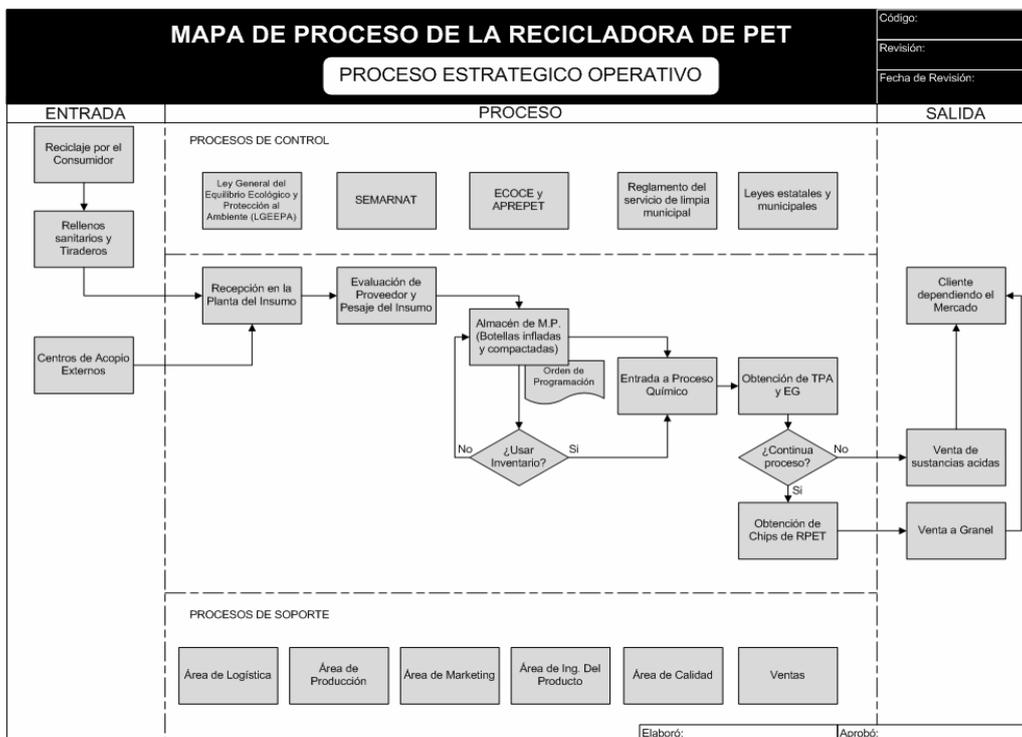


Ilustración 4.17, Mapa de Proceso de la Recicladora Propuesta. Elaboración Propia.

El esquema anterior muestra como sería el proceso estratégico operativo con las áreas internas y externas que intervendrían en el proceso de control. Sin embargo, como se mostró en el cálculo de la demanda, el mercado ideal para la distribución de los pellets de RPET químico, es el de la manufactura de envases.

Debido a que es la industria que en la actualidad está creciendo en su mercado, así como, en la demanda de insumos reciclables debido a las legislaciones municipales, estatales y nacionales. Esto complica más los parámetros para establecer un modelo de distribución, ya que va a variar conforme en la ubicación del cliente, y si éste es Cliente Nacional o Extranjero. Así mismo, los costos de distribución, van a variar conforme la localidad destino del Cliente. A diferencia del Modelo de Recolección, donde se contempla que la Oferta se da en las localidades con poblaciones grandes, ya que los sitios de disposición final no cambian de lugar.

En un modelo de distribución, enfocado a un proyecto de propuesta de instalación de una Recicladora, se desconocen los puntos exactos de venta. Por lo que solo se pueden establecer parámetros supuestos de la operación con la finalidad de ejemplificar como plantear una situación dentro de la etapa de implementación de la empresa. En el **Anexo B4**, se establece la estructura de un modelo de distribución con base en la selección de proveedores dentro de la República Mexicana.

El objetivo del modelo, es el de minimizar costos de transporte, sujeto a las Restricciones de la Capacidad de la Recicladora, la Demanda de los Estados y la Oferta de los Distribuidores para transportar el producto terminado en sus vehículos. En el **Anexo B5**, se muestra la formulación del modelo de distribución y cual sería la selección de dichos proveedores. En la tabla siguiente se puede observar los resultados obtenidos al formular el modelo.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Nombre del Distribuidor	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	A	Azcapotzalco	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	B	Coyoacán	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	C	Cuajimalpa de Morelos	Tráiler	20000	\$65
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	D	Gustavo A. Madero	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	E	Iztacalco	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	F	Iztapalapa	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	G	Magdalena Contreras	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	H	Álvaro Obregón	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	I	Tláhuac	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	J	Tlalpan	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	K	Xochimilco	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	L	Benito Juárez	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	M	Cuauhtémoc	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	N	Miguel Hidalgo	Tráiler	20000	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	O	Venustiano Carranza	Tráiler	20000	\$127
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	E	Victoria de Durango	Tráiler	20000	\$913
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	P	Acámbaro	Tráiler	20000	\$583
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	Q	San Miguel de Allende	Tráiler	20000	\$754
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	R	Celaya	Tráiler	20000	\$940
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	S	Cortázar	Tráiler	20000	\$940
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	I	Chilpancingo de los Bravo	Camioneta	42	\$706
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	J	Iguala de la Independencia	Camioneta	34	\$414
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	X	San Juan Bautista Tuxtepec	Tráiler	6310	\$1,030
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	C	Atlixco	Tráiler	20000	\$707
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	D	Heroica Puebla de Zaragoza	Tráiler	20000	\$707
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	E	San Martín Texmelucan de Labastida	Tráiler	20000	\$546
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	F	Cholula de Rivadabia	Tráiler	20000	\$707
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	G	Tehuacán	Tráiler	20000	\$1,030
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	I	Ciudad Valles	Tráiler	20000	\$389
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	J	Matehuala	Tráiler	20000	\$860
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	K	San Luis Potosí	Tráiler	20000	\$754
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	L	Soledad de Graciano Sánchez	Tráiler	20000	\$754
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	O	Tampico	Tráiler	20000	\$674
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	P	Ciudad Victoria	Tráiler	20000	\$860
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	T	Xalapa Enríquez	Tráiler	20000	\$955
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	W	Poza Rica de Hidalgo	Tráiler	20000	\$391
3	DAK AMERICAS S.A. DE C.V.	Y	Túxpam de Rodríguez Cano	Tráiler	20000	\$541

**Tabla 4.0.43, Rutas de Distribución, Parte I. Elaboración Propia.**

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Nombre del Distribuidor	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo
7	PARKINGMEX	A	Pachuca de Soto	Tráiler	20000	\$241
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	A	Tulancingo	Tráiler	20000	\$276
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	B	Ciudad López Mateos	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	C	San Francisco Coacalco	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	D	Chalco de Díaz Covarrubias	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	E	Chicoloapan de Juárez	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	F	Chimalhuacán	Tráiler	20000	\$179
7	PARKINGMEX	B	Ecatepec de Morelos	Tráiler	20000	\$76
7	PARKINGMEX	C	Naucalpan de Juárez	Tráiler	20000	\$179
7	PARKINGMEX	D	Ixtapaluca	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	G	Metepec	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	H	Ciudad Nezahualcóyotl	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	I	Ciudad Nicolás Romero	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	J	Los Reyes Acaquilpan	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	K	Ojo de Agua	Tráiler	20000	\$389
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	L	Texcoco de Mora	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	M	Tlalnepantla	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	N	Toluca de Lerdo	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	O	Buenavista	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	P	San Pablo de las Salinas	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	Q	Cuautitlán Izcalli	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	R	Xico	Tráiler	20000	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	S	Apatzingán de la Constitución	Tráiler	20000	\$1,019
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	T	Ciudad Hidalgo	Tráiler	20000	\$583
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	V	Morelia	Tráiler	20000	\$768
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	Y	Uruapan	Tráiler	20000	\$890
7	PARKINGMEX	F	Cuautla	Tráiler	20000	\$409
7	PARKINGMEX	G	Cuernavaca	Tráiler	20000	\$313
7	PARKINGMEX	H	Juitepec	Tráiler	20000	\$313
7	PARKINGMEX	I	Temixco	Tráiler	20000	\$313
7	PARKINGMEX	M	Ciudad General Escobedo	Tráiler	5614	\$1,036
7	PARKINGMEX	N	Guadalupe	Tráiler	20000	\$1,036
7	PARKINGMEX	O	Monterrey	Tráiler	20000	\$1,036
7	PARKINGMEX	P	San Nicolás de los Garza	Tráiler	20000	\$1,036
7	PARKINGMEX	Q	Ciudad Santa Catarina	Tráiler	20000	\$1,036
7	PARKINGMEX	R	Santiago de Querétaro	Tráiler	20000	\$682
7	PARKINGMEX	S	San Juan del Río	Tráiler	20000	\$682

**Tabla 4.0.44. Rutas de Distribución, Parte II. Elaboración Propia.**

Tipo de Ruta	Nombre del Distribuidor	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo
8	OMNI	G	Ciudad Madero	Tráiler	20000	\$674
8	OMNI	H	Ciudad Mante	Tráiler	20000	\$860
8	OMNI	I	Heroica Matamoros	Tráiler	20000	\$860
8	OMNI	K	Apizaco	Tráiler	20000	\$402
8	OMNI	L	Tlaxcala de Xicohténcatl	Tráiler	20000	\$677
					<b>1,512,000</b>	<b>\$36,823</b>

Tabla 4.45, Rutas de Distribución, Parte III. Elaboración Propia.

La tabla anterior muestra las localidades de punto de venta que demandan el producto terminado, pellets de RPET, y los proveedores seleccionados para cubrir las rutas de distribución. En este modelo, que ejemplifica como se puede implementar en la operación de la planta, una situación de transporte, el costo mínimo alcanzado es de \$36,823 al mes, cubriendo la capacidad de la planta, lo que logra, en condiciones ideales, que no exista inventario dentro del proceso productivo.

Finalmente, se observa que con los planteamientos anteriores se pueden otorgar estrategias que aporten a la creación de valor de una Recicladora, los modelos anteriores, cumplen la finalidad de mostrar cómo mejorar y crear competitividad para establecer un posicionamiento dentro del Mercado de Reciclaje y poder tener un crecimiento a futuro, con base en las estrategias y metodologías planteadas en este estudio.

## CONCLUSIONES.

El presente estudio de investigación ha mostrado las características principales de la industrial del reciclaje de PET en México. La información que se obtuvo dentro de la investigación, permitió establecer parámetros importantes para la creación y selección de estrategias que deben considerarse en la creación de instalación de un proyecto. El cálculo de la oferta ayudó a presentar las entidades donde la recicladora puede controlar el insumo y establecer estrategias que permitan posicionarse en el mercado a mediano plazo y no apoyarse en organismos que pueden perjudicar al crecimiento del negocio por intereses de competidores ya posicionados. Con ayuda de la investigación de operaciones se establecieron dos modelos distintos que pueden ayudar a la operación de la recicladora. El modelo de recolección, permite identificar las capacidades de flota propia, los distintos puntos de oferta y el costo mínimo de operación mensual, todo justificado en las estrategias obtenidas con las herramientas de planeación estratégica. El modelo de distribución, permite ejemplificar con algunas estimaciones, como la empresa puede plantear una selección de proveedores del producto terminado en la Recicladora y el costo mínimo de operación mensual, contemplando las localidades más grandes del país. El método utilizado para la localización de planta, permite mostrar una ubicación más adecuada de lo que se pudo haber obtenido con el método tradicional de evaluación por puntos, donde los factores de ponderación son subjetivos dentro del planteamiento del mismo método. Con ayuda de esta localización, se plantean los modelos de recolección y distribución que permitan mejorar la operación del negocio y crear valor agregado al mismo.

El proceso químico, a pesar de sus costos de operación, tiene una mayor diversificación dentro del campo de producción a comparación del producto obtenido en el proceso mecánico. Con miras a un crecimiento de mercado y competir en el mismo, las ventajas competitivas para la creación de un nuevo negocio de este tipo de industria ya no se pueden obtener del proceso mecánico. Hoy

en día, existen distintas aplicaciones y metodologías de procesos químicos que pueden garantizar una mayor explotación del insumo y a la postre permitir una reducción de costos significativa dentro del proceso de operación del negocio. Así mismo, establecerse como una de las primeras empresas en dicho procesos y detonar el mercado de reciclaje de PET con la infinidad de aplicaciones a las que se puede enfocar el pellet de RPET. Con todo lo anterior, se logra diferenciar el presente estudio de investigación de las distintas líneas temáticas y desarrollo de propuestas realizadas por otras instituciones e investigadores en México. No solo por el valor agregado que se maneja en el estudio con los modelos planteados y herramientas utilizadas, sino para abrir un interés mayor a todo aquel lector hacia la industria del reciclaje y la preocupación del entorno ambiental así como de la creación de nuevos negocios ambientales.

## BIBLIOGRAFÍA.

1. Acambiode.Com Empresas que Intercambian. (2007). *Recicladora Vafir S.A. de C.V.* Recuperado el 10 de Junio de 2007, de [http://mexico.acambiode.com/proveedor\\_279060062157545755514857514553.html](http://mexico.acambiode.com/proveedor_279060062157545755514857514553.html)
2. Ahmad, I., Abu Bakar, D. R., Siti, N. M., & Ram, A. (2007). Direct Usage of Products of Poly(ethylene terephthalate) Glycolysis for Manufacturing of Rice Husk/Unsaturated Polyester Composite. *16* (4), 233-239.
3. Ambiente Plástico. (5 de Junio de 2006). Material reciclado de PET recibe certificación para uso alimentario. *Ambiente Plástico*.
4. ANIPAC. (2009). *Asociación Nacional de Industrias del Plástico A.C.* Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.anipac.com.mx/anipac06/mail262.html>
5. Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET. (2008). *Portal Principal*. Recuperado el 3 de Abril de 2008, de [www.aprepet.org.mx](http://www.aprepet.org.mx)
6. B. Chase, R., F. Robert, J., & J. Alquilano, N. (2004). *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva* (Décima ed.). México: McGraw-Hill.
7. B. Chase, R., F. Robert, J., & Nicholas J., A. (2004). *Administración de la Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva* (Décima ed.). México: McGraw-Hill.
8. Baca Urbina, G., Baca Cruz, G., Cruz V., M., Cristóbal Vazquez, I. M., Gutiérrez Matus, J. C., Pacheco Espejel, A. A., y otros. (2007). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo Editorial Patria.
9. Barboza, E., Lopezb, D., Amicoa, S., & Fe, C. (2008). Determination of a recyclability index for the PET glycolysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 122-128.
10. Barrios, C. (2007). El Reciplast y el famoso PET. *Latitud 21. Lideres y Negocios en el Caribe Mexicano*, 5 (55).
11. Bernardi, S. (2008). *Universidad de las Americas*. Recuperado el 3 de Abril de 2008, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/siliceo\\_b\\_l/indice.html](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/siliceo_b_l/indice.html)
12. Bolsa Mexicana de Valores. (2009). *Reporte Anual PASA 2009*. Recuperado el 1 de Julio de 2009, de [http://www.bmv.com.mx/eventore/eventore\\_1808\\_1240499220000.html](http://www.bmv.com.mx/eventore/eventore_1808_1240499220000.html)
13. Bracker, J. (1980). *The Historical Development of the Strategic Management Concept* (Segunda ed., Vol. 5). Georgia, Estados Unidos: Academy of Management Review.
14. Business News Americas. (2009). *Consumo de PET reciclado aumenta en industria automovilística*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de [http://www.bnamericas.com/news/petroquimicos/Consumo\\_de\\_PET\\_reciclado\\_aumenta\\_en\\_industria\\_auto\\_movilistica](http://www.bnamericas.com/news/petroquimicos/Consumo_de_PET_reciclado_aumenta_en_industria_auto_movilistica)
15. CAJAPLAX S.A. de C.V. (2009). *Portal Principal*. Recuperado el 18 de Marzo de 2009, de <http://www.cajaplax.com.mx/empresa.htm>
16. Cámara de Comercio Hispano Finlandesa. (2009). *Huhtamaki presenta contenedores alimenticios hechos de PET reciclado*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de [http://www.camarafinlandesa.com/noticias/noticia/browse/3/article/huhtamaki-presenta-contenedores-alimenticios-hechos-de-pet-reciclado/?tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=7&cHash=f9b28b5e23](http://www.camarafinlandesa.com/noticias/noticia/browse/3/article/huhtamaki-presenta-contenedores-alimenticios-hechos-de-pet-reciclado/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=7&cHash=f9b28b5e23)
17. Campaña de Conciencia Ambiental. (2009). *¡Tómalo En Serio!* Recuperado el 1 de Septiembre de 2009, de <http://www.concienciaambiental.com.mx/cca/residuossolidos.html>
18. Centros de Medios Independientes. (2009). *Cuidado con el Agua en el Mundial*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://74.125.93.132/search?q=cache:1GLPDtf7t4cJ:ecuador.indymedia.org/es/2006/06/15024.shtml+cuanta+gente+consume+PET&cd=27&hl=es&ct=clnk&gl=mx>
19. Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro*. México: Pearson Prentice Hall.
20. Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro, Estrategia, Planeación y Operación* (Tercera ed.). México: Prentice-Hall.
21. Conde, M. (16 de Enero de 2007). Eastman Chemical Company. *Ambiente Plástico*.
22. Conde, M. (27 de Septiembre de 2007). Envases PET, Un Juego de Grandes Ligas. *Ambiente Plástico*.
23. Conde, M. (30 de Diciembre de 2004). Mercado de la Industria del Plástico. *Ambiente Plástico*.

24. Conde, M. (6 de Octubre de 2008). Nueva Planta de Reciclaje de PET. *Ambiente Plástico*.
25. Conde, M. (27 de Enero de 2007). PET, El Súper Envase se impone. *Ambiente Plástico*.
26. Conde, M., & Medina, T. (3 de Enero de 2005). INNOPACK. *Ambiente Plástico*.
27. Consumer Eroski. (2009). *Un europeo medio consume más de 100 kilos de plástico al año*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2008/09/27/180081.php](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2008/09/27/180081.php)
28. Council of Environmental Quality. (s.f.). *CLM*. (2003) Recuperado el 10 de Septiembre de 2008, de <http://ceq.eh.doe.gov/reports.htm>
29. Council of Environmental Quality. (1996). *CLM*. Recuperado el 21 de Mayo de 2008, de <http://ceq.eh.doe.gov/reports.htm>
30. Cristobal Vázquez, I. M. (2008). *Fundamentos de Logística*. Recuperado el 28 de Agosto de 2008, de <http://marco.cristobal.googlepages.com/fundlog>
31. D. Henderson, B. (1989). *The Origin of Strategy*. Harvard Business Review.
32. DAK AMERICAS S.A. (2009). *Portal Principal*. Recuperado el 16 de Marzo de 2009, de <http://www.dakamericas.com/spanish/index.html>
33. De Bodinat, H. (s.f.). *Strategie*.
34. dos Santos Dias, D., Spirandeli Crespi, M., & Ribeiro, C. A. (2008). NON-ISOTHERMAL DECOMPOSITION KINETICS OF THE INTERACTION OF POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE) WITH ALKYD VARNISH. *94*(2), 539-543.
35. Drelich, J., Payne, T., Kim, J. H., & Miller, J. D. (1998). Selective Froth Flotation of PVC From PVC/PET Mixtures for the Plastics Recycling Industry. *38*(9), 1378-1386.
36. Durán Flores, U. H. (2005). *Apuntes de Control de Calidad. Gráficos de Control*. México.
37. Ecología y Compromiso Empresarial. ECOCE A.C. (2007). *Portal Principal*. Recuperado el 4 de Abril de 2007, de [www.ecoce.org.mx](http://www.ecoce.org.mx)
38. EL UNIVERSAL. (2009). *Microbios devoran PET*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.eluniversal.com.mx/cultura/59656.html>
39. EnvaPack, Revista Online del Empaque y Embalaje. (2009). *La cerveza en PET entra en la era del consumo masivo*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.envapack.com/362/>
40. ESSA Reciclados de México S. A. de C. V., (RECIMEX). (2008). *Portal Principal*. Recuperado el 4 de Octubre de 2008, de <http://www.recimex.com.mx/index.html>
41. Frers, C. (2006). *ECOPORTAL*. Recuperado el 13 de Marzo de 2008, de [www.ecoport.net](http://www.ecoport.net)
42. Fundacion Coca Cola de México. (s.f.). *IMER*. Recuperado el 23 de Marzo de 2009, de <https://secure.fundacioncoca-cola.com.mx/ssldocs/empaques-reciclaje-texto.jsp>
43. García Olivares, A. A. (2006). *EUMED Libros*. (EUMED.NET, Ed.) Recuperado el 3 de Abril de 2008, de [www.eumed.net/libros/2006a/aago/index.htm](http://www.eumed.net/libros/2006a/aago/index.htm)
44. Gonzalez De La Riva, J. (2002). *Apuntes de la Asignatura de Modelos de aseguramiento de la Calidad*. México: UPIICSA.
45. GreenLife.Blog. (2009). *Mochilas y Bolsas hechas de PET reciclado*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://e-ntgreenlife.blogspot.com/2008/09/mochilas-y-bolsas-hechas-de-pet.html>
46. Guillén, R. (10 de Marzo de 2003). Una Industria a prueba de crisis. *Ambiente Plástico*.
47. H. Ballou, R. (2004). *Logística, Administración de la Cadena de Suministro* (Quinta ed.). México: Prentice-Hall.
48. Heizer, J., & Render, B. (2001). *Dirección de la Producción, Decisiones Estratégicas* (Sexta ed.). Madrid, España: Prentice Hall.
49. Helzer, J., & Render, B. (2001). *Dirección de la Producción, Decisiones Estratégicas* (Sexta ed.). Madrid, España: Prentice-Hall.
50. Industria Alimenticia para los Procesadores de Alimentos en Latinoamérica. (2009). *Provocar Emociones es la Clave del Éxito, El Mundo PET esta cambiando, entérese como*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de [http://www.industriaalimenticia.com/CDA/Articles/Boletines/BNP\\_GUID\\_9-5-2006\\_A\\_1000000000000606180](http://www.industriaalimenticia.com/CDA/Articles/Boletines/BNP_GUID_9-5-2006_A_1000000000000606180)
51. INEGI. (2009). *Sistema Nacional de Nombres Geográficos*. Recuperado el 15 de Octubre de 2009, de <http://mapserver.inegi.gob.mx/rnng/?c=730>

52. Instituto Mexicano de Plástico Industrial, IMPI. (2008). *Portal Principal*. Recuperado el 14 de Octubre de 2008, de [www.plasticodigital.com](http://www.plasticodigital.com)
53. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. (2009). *Portal Principal*. Recuperado el 2 de Abril de 2009, de <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx>
54. InterEmpresas.Net. (2009). *El PET deja una huella medioambiental más tenue que otros materiales de envasado*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.interempresas.net/Envase/Articulos/Articulo.asp?A=32577>
55. Jankauskaitė, V., Macijauskas, G., & Lygaitis, R. (2008). Polyethylene Terephthalate Waste Recycling and Application Possibilities: a Review. *14* (2).
56. K. Hodson, W. (1996). *Maynard, Manual del Ingeniero Industrial*, (Cuarta ed., Vol. IV). Estados Unidos: McGraw-Hill.
57. L. Berenson, M., & M. Levine, D. (1999). *Estadística Básica en Administración, conceptos y Aplicaciones* (Sexta ed.). México: Prentice-Hall.
58. Ljiljana Korugic-Karasz, A. T. (2007). RECYCLING POLYMERS.
59. M. Lambert, D., & C. Cooper, M. (1998). Supply Chain Management.
60. Márquez, L. (12 de Marzo de 2007). Tecnología de Reciclaje. *Ambiente Plástico*.
61. Márquez, L., & Conde, M. (12 de Marzo de 2007). Reciclaje. *Ambiente Plástico*.
62. Medina, T. (25 de Agosto de 2004). Apoyo tecnológico con ideas grandes. *Ambiente Plástico*.
63. Medina, T. (24 de Mayo de 2005). Mossi y Ghisolfi de México. *Ambiente Plástico*.
64. Moncada, G. (8 de Enero de 2003). Reciclaje de PET. *Manufactura, Soluciones Integrales para el profesional de la planta*.
65. Münch Galindo, L., & García Martínez, J. G. (2003). *Fundamentos de Administración* (Quinta ed.). México: Trillas.
66. NAPCOR. (2004). *Portal*. Recuperado el 17 de Septiembre de 2008
67. NAVARINI. (2005). *Instalaciones completas para el reciclaje de plasticos mezclados y productos agricolas*. Recuperado el 17 de Marzo de 2005, de [http://www.navarini.com/gesamtanlagen\\_sp.htm](http://www.navarini.com/gesamtanlagen_sp.htm)
68. Naviplastic S.A. de C.V. (2008). *Portal Principal*. Recuperado el 16 de Mayo de 2008, de <http://www.naviplastic.com>
69. NOVAPET, INC. (2006). *Portal Principal, Innovation in PET at the Service of Packing*. Recuperado el 7 de Octubre de 2006, de <http://www.novapet.es/empresa.do>
70. Observatorio del Plástico. (2009). *Oferta y Demanda PET*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de [http://www.observatorioplastico.com/generador.php?pag=paginas/buscador\\_descriptores.php&tipo=5&gl\\_id=2208](http://www.observatorioplastico.com/generador.php?pag=paginas/buscador_descriptores.php&tipo=5&gl_id=2208)
71. Peck, V. M. (2007). *Introducción al Análisis de Regresión Lineal*. CECOSA.
72. Pérez López, I. D., & Montes De Oca Morán, R. (2004). *Manual de Manufactura Industrial I*. México: UPIICSA-IPN.
73. Pérez Moreno, L. (10 de Marzo de 2003). De la farmacia al primer fabricante de PET. *Ambiente Plástico*.
74. Programas IPN. (2009). *Programa Institucional de Formación de Empresarios Niveles Licenciatura y Posgrado*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de [http://www.direval.ipn.mx/anuarioflash/2005\\_2006/linea3/tabla3\\_15.html](http://www.direval.ipn.mx/anuarioflash/2005_2006/linea3/tabla3_15.html)
75. PROMONEGOCIOS. (2007). *La pequeña Empresa*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2007, de <http://www.promonegocios.net/empresa/pequena-empresa.html>
76. Promotora Ambiental PASA S.A. de C.V. (2008). *Portal Principal*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2008, de [http://www.gen.tv/dir\\_pet.html](http://www.gen.tv/dir_pet.html)
77. Proyecto 11. (2009). *Página Principal*. Recuperado el 11 de Octubre de 2009, de <http://www.cpts.org/proyinvesti/PROYECTO11.pdf>
78. Proyectos Pet, C.A. (2009). *Portal Principal*. Recuperado el 12 de JULIO de 2009, de <http://www.proyectospet.com/>
79. Público.Es. (2009). *Ley seca' contra la botella de agua*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.publico.es/ciencias/060917/agua/botella>
80. Pulido, H., & De la Vara, R. (2008). *Análisis y Diseño de Experimentos*. McGraw-Hill.

81. Quijada, R. (24 de Marzo de 2008). La Disyuntiva de comprar Polímeros. *Ambiente Plástico*.
82. Quijada, R. (8 de Octubre de 2008). Las inclemencias del tiempo, la crisis de Estados Unidos y los precios de los plásticos. *Ambiente Plástico*.
83. QUIMINET.COM. (2009). *Listado de Proveedores de Pellets*. Recuperado el 10 de Octubre de 2009, de [http://www.quiminet.com.mx/principal/resultados\\_búsqueda.php?N=proveedores+de+pellets+de+plastico#tabla\\_proveedores](http://www.quiminet.com.mx/principal/resultados_búsqueda.php?N=proveedores+de+pellets+de+plastico#tabla_proveedores)
84. Quiminet.Com. (2009). *Selección de Proveedores*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.quiminet.com/pr1/EQUIPO%2BPARA%2BDESCRUDE%2BDE%2BTELAS.htm>
85. R. David, F. (2003). *Administración Estratégica* (Novena ed.). México: Pearson / Prentice Hall.
86. R. Meredith, J. (1999). *Administración de las Operaciones, Un énfasis Conceptual* (Segunda ed.). Limusa.
87. R. Stock, J., & M. Lambert, D. (2001). *Strategic Logistics Management* (Cuarta ed.). New York, USA: McGraw-Hill.
88. RECIPLAGS S.A. de C.V. (2008). *Portal Principal*. Recuperado el 25 de Agosto de 2008, de <http://www.reciplags.com/>
89. Recypet S.A. de C.V. (2007). *Portal Principal*. Recuperado el 25 de Agosto de 2007, de [www.recypet.com](http://www.recypet.com)
90. Rémezc, J. (13 de Marzo de 2006). Reciclaje de PET. *Ambiente Plástico*.
91. Revista CNNExpansión.Com. (2007). *Plásticos: Asia marca el paso*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2008, de <http://www.cnnexpansion.com/manufactura/noticias-del-ramo/2007/01/01/plasticos-a>
92. Revista Énfasis Packaging Online. (2009). *Disminuye demanda mundial del PET*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.packaging.enfasis.com/notas/11230-Disminuye-demanda-mundial-del-PET>
93. Revista La Nación. (2009). *Productos desechados de plástico y PET se convierten en placas, bloques y víguetas*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.eco2site.com/news/arqui.asp>
94. Revista Manufactura, Soluciones Integrales para el Profesional de la Planta. (2004). Toluca: Se agencia 55 mdd este año.
95. Revista Mundo Plástico. (2008). Ingenieros de la Ibero desarrollan Afinity tecnología para reciclar PET.
96. Revista Vanguardia. (2009). *Consumo industria alimentaria 75% de producción nacional de envases*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.vanguardia.com.mx/XStatic/vanguardia/template/content.aspx?se=nota&id=2488>
97. Romero-Hernández, O., Romero Hernández, S., Muñoz, D., Detta-Silveira, E., Palacios-Brun, A., & Laguna, A. (2008). Environmental implications and market analysis of soft drink packaging systems in Mexico. A waste management approach. *10*.
98. Sallenave, J. P. (1994). *La Gerencia Integral*. Colombia: Norma.
99. Sánchez Sólis, A., & Manero Brito, O. (2006). *NANOCOMPUESTOS DE PET, UNA ALTERNATIVA DE RECICLADO*. México: Instituto de Investigaciones en Materiales. Universidad Nacional Autónoma de México.
100. Schermerborn Jr., J. R., & Wiley, J. (1993). *Management for Productivity*. New York, Estados Unidos.
101. Schwanssee, E. (12 de Enero de 2007). Basura de PET. *Ambiente Plástico*.
102. Secretaría de Comunicaciones y Transporte. SCT. (2009). *Rutas Punto a Punto*. Recuperado el 17 de Octubre de 2009, de [http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac\\_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta](http://aplicaciones4.sct.gob.mx/sibuac_internet/ControllerUI?action=cmdEscogeRuta)
103. Secretaría de Ecología. Dirección General de Normatividad y Apoyo Técnico. (2008). *Reciclaje de los Residuos Sólidos Municipales*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2008
104. Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal. (2006). *Portal Principal*. Recuperado el 3 de Abril de 2008, de <http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/index.htm>
105. Sosa, A. (2008). Manejo de Inventarios en Busca de una Logística Verde. *Revista Énfasis Logística*.
106. Sosa, A. (2008). *Revista Énfasis Logística*. Recuperado el 3 de Abril de 2008, de [www.enfasis.com/logistica](http://www.enfasis.com/logistica)
107. Strat X. (2009). *Reto Labsag*. Recuperado el 16 de Marzo de 2009, de [www.labsagupicsa.com.mx](http://www.labsagupicsa.com.mx)
108. Suárez Aguilar, P. (4 de Enero de 2006). PET: ¿Rentabilidad absoluta? *Manufactura, Soluciones Integrales para el profesional de la planta*.
109. Tecnología de Reciclaje S.A. de C.V. (2008). *Portal Principal*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2008, de <http://www.tecnologiaderreciclaje.com>
110. Teichmann, D. (2007). Development of High Performance Sorting Process for Recycling. 122-127.

111. Total P.E.T. (2009). *Reciclando Todos Juntos!* Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://www.total-pet.com/index.php?id=20>
112. TRANSPAC S.A. de C.V. (2009). *Portal Principal*. Recuperado el 16 de Septiembre de 2007, de <http://www.transpacmexico.com/>
113. Universidad Autónoma Metropolitana. UAM. (2009). *Campaña de Conciencia Ambiental*. Recuperado el 1 de Septiembre de 2009, de <http://www.concienciaambiental.com.mx/cca/residuossolidos.html>
114. Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte. (2009). *Reciclaje*. Recuperado el 12 de Julio de 2009, de <http://mecatronica-uttn.blogspot.com/2009/03/reciclaje.html>
115. Velasco Flores, J. L. (2001). *Manual de Localización y Distribución de Planta*. México: UPIICSA.

Anexo A1: Residuos Sólidos Urbanos y Reciclaje en Sitios Controlados y No Controlados en Ciudades y por Entidad Federativa de 1998 – 2008 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Estados Unidos Mexicanos	16884	16936	16912	18604	19211	21131	22305	22931	23523
Zonas metropolitanas b/	11987	12005	12122	12815	12549	13532	13573	13836	14035
Ciudades medias c/	4714	4744	4617	5581	6419	7203	8247	8499	8726
Ciudades pequeñas d/	166	170	150	185	219	300	386	489	653
Rurales o semiurbanas e/	17	18	23	23	24	96	99	107	109

Tabla A.1, Residuos Sólidos Urbanos y Reciclaje en Sitios Controlados (Miles de Toneladas). Fuente: INEGI, 2009

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Estados Unidos Mexicanos	13666	14016	13820	12884	12963	11785	12297	12452	12612
Zonas metropolitanas b/	533	2011	1419	1030	1705	1177	2118	2179	2365
Ciudades medias c/	6710	5987	5858	5121	4607	3710	3050	2495	2794
Ciudades pequeñas d/	1878	1838	2332	2435	5471	2201	2264	2559	2467
Rurales o semiurbanas e/	4545	4180	4211	4298	1180	4697	4865	5219	4986

Tabla A.2, Residuos Sólidos Urbanos y Reciclaje en Sitios No Controlados (Miles de Toneladas). Fuente: INEGI, 2009<sup>4</sup>

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Estados Unidos Mexicanos	16884	16937	16914	18606	19211	21140	22305	22911	23522	24621	25369
Agascalientes	239	241	237	243	274	299	314	327	334	358	370
Baja California	796	799	793	813	847	1027	1083	1126	1168	1187	1232
Baja California Sur	40	37	36	39	43	117	131	131	139	151	157
Campeche	144	86	58	58	58	59	60	71	73	78	109
Coahuila de Zaragoza	469	461	441	452	462	520	567	568	581	609	623
Colima	80	78	77	80	82	84	87	89	91	95	97
Chiapas	104	113	109	112	116	119	131	306	313	323	328
Chihuahua	774	767	752	784	814	848	910	923	953	932	1024
Distrito Federal	4221	4351	4351	4351	4351	4380	4500	4563	4599	4698	4745
Durango	259	263	259	266	271	277	310	347	353	374	381
Guanajuato	235	234	707	728	931	993	1061	1067	1088	1140	1191
Guerrero	35	35	32	284	289	296	309	363	367	379	379
Hidalgo	82	88	83	86	88	91	97	132	134	158	177
Jalisco	1776	1767	1699	1743	1781	1836	1935	1967	2005	2141	2196
México	2792	2774	2658	3429	3019	3296	3406	3527	3598	3472	3548
Michoacán de Ocampo	62	60	58	60	118	347	392	373	379	388	441
Morelos	57	55	52	83	85	111	118	122	124	215	160
Nayarit	0	0	0	0	107	133	153	120	121	142	157
Nuevo León	1413	1416	1404	1445	1482	1522	1607	1668	1740	1818	1868
Oaxaca	0	0	0	0	0	0	0	12	12	12	12
Puebla	670	675	662	791	813	1060	1098	1113	1259	1346	1398
Querétaro Arteaga	314	313	309	321	332	345	367	375	386	405	414
Quintana Roo	224	228	225	168	181	195	209	215	227	298	316
San Luis Potosí	292	303	296	305	312	321	333	334	341	380	413
Sinaloa	407	402	375	384	625	639	691	684	697	702	711
Sonora	297	296	288	298	306	370	360	351	361	387	399
Tabasco	0	0	0	0	0	194	208	206	211	212	216
Tamaulipas	413	401	372	384	442	457	500	516	532	740	777
Tlaxcala	189	191	200	206	212	217	234	238	242	249	256
Veracruz de Ignacio de la Llave	241	237	125	430	437	645	707	666	674	737	755
Yucatán	259	266	256	263	269	277	299	297	305	319	325
Zacatecas	0	0	0	0	64	65	128	114	115	176	194

Tabla A.3, Residuos Sólidos Urbanos y Reciclaje en Sitios Controlados (Miles de Toneladas). Fuente: INEGI, 2009

<sup>4</sup> Nota: La clasificación de localidades presentada en este cuadro corresponde a criterios establecidos por la fuente. La suma de los tipos de disposición que se presentan equivale a la generación total de residuos sólidos urbanos.

Los cálculos de la generación para el año 2004, se hicieron con estricto apego a las proyecciones de población de CONAPO, que resultaron ser ligeramente superiores a los datos de población que se manejaron por la SEDESOL; razón por la que se podrá observar un ligero incremento más allá de las tendencias que se venían observando del 2000 al 2003.

a/ Incluye rellenos de tierra controlados.

b/ Ciudades integradas por más de un municipio con una población mayor a 1 000 000 habitantes (Tijuana, Cd. Juárez, ZMCM, León, Guadalajara, Monterrey y Puebla).

c/ Todas aquellas que formaron parte del Programa 100 ciudades por su importancia y las incluidas en el plan estratégico de los gobiernos de los estados.

d/ Aquellas mayores a 15 000 habitantes y no incluidas en las denominadas 100 ciudades.

e/ Aquellas cuya población es menor a 15 000 habitantes.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Estados Unidos Mexicanos</b>	<b>13667</b>	<b>14017</b>	<b>13821</b>	<b>12884</b>	<b>12962</b>	<b>11780</b>	<b>12297</b>	<b>12495</b>	<b>12613</b>	<b>12249</b>	<b>12230</b>
Aguascalientes	34	35	39	42	20	0	0	0	ND	0	ND
Baja California	39	44	148	172	180	46	49	49	51	54	57
Baja California Sur	86	91	99	101	103	33	33	37	38	38	38
Campeche	88	149	131	133	135	138	159	156	159	159	135
Coahuila de Zaragoza	207	222	242	248	254	214	218	235	238	240	242
Colima	66	70	76	79	81	84	85	88	89	91	93
Chiapas	769	769	774	797	818	841	902	749	767	787	804
Chihuahua	167	184	242	246	248	251	258	276	281	280	213
Distrito Federal	0	0	0	0	0	0	0	0	ND	0	ND
Durango	153	154	141	141	142	143	146	110	111	104	104
Guanajuato	1128	1144	664	678	506	478	494	517	525	513	492
Guerrero	773	782	733	500	510	522	531	495	502	487	492
Hidalgo	423	423	428	438	447	457	472	454	461	466	458
Jalisco	460	491	469	478	486	482	492	515	523	513	514
México	2247	2317	2315	1719	2292	2179	2303	2375	2454	2554	2621
Michoacán de Ocampo	903	914	906	922	880	668	685	719	727	703	659
Morelos	387	393	407	389	399	382	408	417	424	323	389
Nayarit	236	239	230	234	131	108	110	147	149	134	122
Nuevo León	58	69	93	95	97	99	101	84	55	53	46
Oaxaca	675	682	685	703	720	730	773	780	791	785	791
Puebla	639	647	686	595	610	400	406	434	334	318	338
Querétaro Arteaga	72	77	107	111	115	119	122	128	132	144	148
Quintana Roo	19	17	44	118	120	123	127	137	142	109	109
San Luis Potosí	296	291	283	288	292	296	298	312	316	323	301
Sinaloa	383	396	384	392	165	168	170	188	192	176	176
Sonora	354	362	372	378	383	334	407	433	442	430	433
Tabasco	517	522	521	536	549	368	383	397	406	407	412
Tamaulipas	396	417	479	494	461	474	511	522	536	331	318
Tlaxcala	28	29	30	31	31	31	32	36	37	37	38
Veracruz de Ignacio de la Llave	1567	1589	1600	1325	1343	1162	1206	1261	1279	1274	1281
Yucatán	172	169	182	186	190	194	197	212	217	232	237
Zacatecas	325	329	311	315	254	256	219	232	235	184	169

**Tabla A.4. Residuos Sólidos Urbanos y Reciclaje en Sitios No Controlados (Miles de Toneladas). Fuente: INEGI, 2009<sup>5</sup>**

<sup>5</sup> **Nota:** Los cálculos de la generación para el año 2004 y 2005, se hicieron con estricto apego a las proyecciones de población de CONAPO, que resultaron ser ligeramente superiores a los datos de población que se manejaron por la SEDESOL; razón por la que se podrá observar un ligero incremento más allá de las tendencias que se venían observando del 2000 al 2003.

La suma de los tipos de disposición que se presentan equivale a la generación total de residuos sólidos urbanos.

a/ Incluye rellenos sanitarios y rellenos de tierra controlados.

ND - No disponible.

Anexo A2: Tablas de la Encuesta Industrial Mensual de Junio 2009 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

CANTIDAD Y VALOR DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS SEGÚN SUBSECTOR, RAMA Y CLASE DE ACTIVIDAD (Valor en Miles de Pesos)								
DENOMINACIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	VARIABLE	2008 <sup>P</sup> JUNIO	2009 <sup>P</sup> MAYO	2009 <sup>P</sup> JUNIO	VARIACIÓN EN %		
						MES ANTERIOR	AÑO ANTERIOR	
313	FABRICACIÓN DE INSUMOS							
	TEXTILES		Valor	2 581 034	2 438 321	2 649 340	8,7	2,6
3131	Preparación e hilado de fibras textiles y fabricación de hilos		Valor	457 944	503 381	490 878	- 2,5	7,2
313112	Preparación e hilado de fibras blandas		Valor	297 952	326 534	303 870	- 6,9	2,0
	Hilados de fibras artificiales y/o sintéticas de:							
	Poliéster	Tonelada	Cant.	347	173	177	2,3	- 49,0
			Valor	13 428	7 134	7 293	2,2	- 45,7
313113	Fabricación de hilos para coser y bordar		Valor	159 992	176 847	187 008	5,7	16,9
	Hilos para coser, de fibras artificiales y/o sintéticas de:							
	Poliéster	Tonelada	Cant.	987	891	941	5,6	- 4,7
			Valor	119 299	134 287	142 883	6,4	19,8
313210	Fabricación de telas anchas de trama		Valor	1 269 527	1 169 563	1 319 404	12,8	3,9
	Telas acabadas de fibras artificiales y/o sintéticas de:							
	Poliéster	Tonelada	Cant.	1 768	938	995	6,1	- 43,7
			Valor	111 179	87 826	88 419	0,7	- 20,5
313230	Fabricación de telas no tejidas		Valor	212 816	210 505	223 842	6,3	5,2
	Telas no tejidas para uso:							
	Industrial	Tonelada	Cant.	3 944	4 326	4 589	6,1	16,4
			Valor	100 391	104 384	109 566	5,0	9,1
313240	Fabricación de telas de punto		Valor	313 038	247 904	260 464	5,1	- 16,8
	Telas de punto de fibras artificiales y/o sintéticas de:							
	Poliéster	Tonelada	Cant.	1 991	1 163	1 399	20,3	- 29,7
			Valor	122 979	85 650	91 551	6,9	- 25,6
	Telas de mezcla de fibras blandas principalmente de:							
	Poliéster	Tonelada	Cant.	529	479	472	- 1,5	- 10,8
			Valor	32 849	34 813	38 417	10,4	17,0
325	INDUSTRIA QUÍMICA							
3252	Fabricación de hules, resinas y fibras químicas		Valor	5 116 157	4 446 961	5 124 953	15,2	0,2
325211	Fabricación de resinas sintéticas		Valor	3 798 838	3 193 537	3 832 718	20,0	0,9
	Resinas sintéticas poliméricas:							
	Poliéster	Tonelada	Cant.	29 827	43 572	42 569	- 2,3	42,7
			Valor	542 842	740 037	742 213	0,3	36,7

Tabla A.5, Mercados donde se transforma la Resina de RPET, Parte I. Fuente: Encuesta Industrial de Junio, 2009<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Nota: La denominación se basa en claves o series de INEGI para su localización.

CANTIDAD Y VALOR DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS SEGÚN SUBSECTOR, RAMA Y CLASE DE ACTIVIDAD (Valor en Miles de Pesos)								
D E N O M I N A C I Ó N	UNIDAD DE MEDIDA	VARIABLE	2008 <sup>P</sup> JUNIO	2009 <sup>P</sup> MAYO	JUNIO	VARIACIÓN EN %		
						MES ANTERIOR	AÑO ANTERIOR	
326	INDUSTRIA DEL PLÁSTICO Y DEL HULE							
		Valor	8 890 466	7 929 654	8 125 891	2,5	- 8,6	
3261	Fabricación de productos de plástico							
		Valor	7 288 079	6 620 618	6 743 801	1,9	- 7,5	
326191	Fabricación de artículos de plástico para el hogar							
	Muebles de plástico sin reforzar:							
	Mesas	Mil piezas	Cant.	69	34	50	47,1	- 27,5
			Valor	12 005	6 482	8 630	33,1	- 28,1
	Sillas	Mil piezas	Cant.	439	370	420	13,5	- 4,3
			Valor	26 884	27 525	25 706	- 6,6	- 4,4
326160	Fabricación de botellas de plástico							
	Frascos y botellas:							
	De hasta 1/8 litro	Mil piezas	Cant.	37 367	35 673	44 032	23,4	17,8
			Valor	19 983	20 677	19 288	- 6,7	- 3,5
	De más de 1/8 hasta 1/4 litro	Mil piezas	Cant.	38 755	44 389	41 429	- 6,7	6,9
			Valor	21 032	23 531	21 846	- 7,2	3,9
	De más de 1/4 hasta 1/2 litro	Mil piezas	Cant.	62 959	58 479	59 173	1,2	- 6,0
			Valor	46 875	51 135	47 780	- 6,6	1,9
	De más de 1/2 hasta 1 litro	Mil piezas	Cant.	405 208	449 680	476 656	6,0	17,6
			Valor	415 641	441 026	490 733	11,3	18,1
	De más de 1 hasta 4 litros	Mil piezas	Cant.	71 314	77 574	87 643	13,0	22,9
			Valor	146 984	155 781	180 688	16,0	22,9
	Botellones y similares:							
	De más de 4 hasta 12 litros	Mil piezas	Cant.	4 629	5 014	4 939	- 1,5	6,7
			Valor	22 244	27 031	31 525	16,6	41,7
	De más de 12 hasta 30 litros	Mil piezas	Cant.	3 236	3 648	3 275	- 10,2	1,2
			Valor	123 927	150 696	121 450	- 19,4	- 2,0
	Preformas:							
	Para botellas	Mil piezas	Cant.	391 706	387 165	380 678	- 1,7	- 2,8
			Valor	267 353	287 226	290 291	1,1	8,6
326193	Fabricación de envases y contenedores de plástico							
	Contenedores de plástico:							
	Plataformas (f)	Mil piezas	Cant.	46	39	34	- 12,8	- 26,1
			Valor	27 867	14 940	16 283	9,0	- 41,6
	Botellas	Mil piezas	Cant.	7 668	5 459	6 211	13,8	- 19,0
			Valor	8 519	7 064	7 375	4,4	- 13,4
339	OTRAS INDUSTRIAS							
	MANUFACTURERAS							
		Valor	1 447 977	1 484 997	1 530 406	3,1	5,7	
3399	Otras industrias manufactureras							
		Valor	1 007 120	971 738	1 024 222	5,4	1,7	
339993	Fabricación de escobas, cepillos y similares							
		Valor	95 971	90 661	88 755	- 2,1	- 7,5	
339993	Fabricación de escobas, cepillos y similares							
	Escobas:							
	De fibra plást	Mil piezas	Cant.	1 156	1 626	1 166	- 28,3	0,9
			Valor	11 443	13 195	12 396	- 6,1	8,3
	Cepillos de fibra plástica:							
	Para limpieza	Mil piezas	Cant.	1 056	1 197	1 212	1,3	14,8
			Valor	9 169	9 204	8 968	- 2,6	- 2,2

Tabla A.6, Mercados donde se transforma la Resina de RPET, Parte II. Fuente: Encuesta Industrial de Junio, 2009<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Nota: La denominación se basa en claves o series de INEGI para su localización.

Anexo A3: Tablas de los Censos Económicos 2004, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Entidad federativa	Código	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	269	6494135
01 Aguascalientes	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	714667
05 Coahuila de Zaragoza	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	3463
08 Chihuahua	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	22750
09 Distrito Federal	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	16	573552
10 Durango	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	8448
11 Guanajuato	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	13262
12 Guerrero	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	755
13 Hidalgo	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	1065275
14 Jalisco	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	1042021
15 México	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	22	660739
16 Michoacán de Ocampo	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	37785
17 Morelos	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	159518
19 Nuevo León	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	115628
20 Oaxaca	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	2697
21 Puebla	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	45	754806
24 San Luis Potosí	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	15582
26 Sonora	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	299853
28 Tamaulipas	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	15676
29 Tlaxcala	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	965418
30 Veracruz Llave	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	60
31 Yucatán	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	21439
32 Zacatecas	313112 Preparación e hilado de fibras blandas	*	741

Tabla A.7, Producción de Fibras Blandas. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

Entidad federativa	Código	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	326160 Fabricación de botellas de plástico	232	12587044
02 Baja California	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	186105
03 Baja California Sur	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	36733
05 Coahuila de Zaragoza	326160 Fabricación de botellas de plástico	6	492369
07 Chiapas	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	504
08 Chihuahua	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	111916
09 Distrito Federal	326160 Fabricación de botellas de plástico	78	1172032
11 Guanajuato	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	190595
13 Hidalgo	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	856005
14 Jalisco	326160 Fabricación de botellas de plástico	25	550230
15 México	326160 Fabricación de botellas de plástico	30	6531599
16 Michoacán de Ocampo	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	2920
17 Morelos	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	259730
19 Nuevo León	326160 Fabricación de botellas de plástico	21	361077
21 Puebla	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	42350
22 Querétaro de Arteaga	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	135687
24 San Luis Potosí	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	118832
25 Sinaloa	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	19450
26 Sonora	326160 Fabricación de botellas de plástico	7	116716
27 Tabasco	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	1820
28 Tamaulipas	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	38379
29 Tlaxcala	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	32007
30 Veracruz Llave	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	34028
31 Yucatán	326160 Fabricación de botellas de plástico	*	1295960

Tabla A.8, Producción de Botellas. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Entidad federativa	Codigo	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	111	2876083
00 Nacional	313210 Fabricación de telas anchas de trama	422	17026844
01 Aguascalientes	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	1116
01 Aguascalientes	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	47652
02 Baja California	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	180
05 Coahuila de Zaragoza	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	877752
07 Chiapas	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	110
09 Distrito Federal	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	24	874720
09 Distrito Federal	313210 Fabricación de telas anchas de trama	42	568823
10 Durango	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	55
11 Guanajuato	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	12	97423
11 Guanajuato	313210 Fabricación de telas anchas de trama	20	354371
12 Guerrero	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	152
13 Hidalgo	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	305908
13 Hidalgo	313210 Fabricación de telas anchas de trama	11	3663104
14 Jalisco	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	21956
14 Jalisco	313210 Fabricación de telas anchas de trama	8	395224
15 México	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	12	75595
15 México	313210 Fabricación de telas anchas de trama	49	3419496
16 Michoacán de Ocampo	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	0
16 Michoacán de Ocampo	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	269780
17 Morelos	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	108105
17 Morelos	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	1431577
18 Nayarit	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	40
19 Nuevo León	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	176097
19 Nuevo León	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	239440
20 Oaxaca	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	6
20 Oaxaca	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	884
21 Puebla	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	28	433370
21 Puebla	313210 Fabricación de telas anchas de trama	75	3060075
22 Querétaro de Arteaga	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	641681
24 San Luis Potosí	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	296579
24 San Luis Potosí	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	109205
26 Sonora	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	555
26 Sonora	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	328278
28 Tamaulipas	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	361970
29 Tlaxcala	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	475774
29 Tlaxcala	313210 Fabricación de telas anchas de trama	159	1186007
30 Veracruz Llave	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	71111
31 Yucatán	313113 Fabricación de hilos para coser y bordar	*	8659
32 Zacatecas	313210 Fabricación de telas anchas de trama	*	97

Tabla A.9, Producción de Hilos para Coser y Telas de trama. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

Entidad federativa	Código	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	313230 Fabricación de telas no tejidas	43	1568849
00 Nacional	313240 Fabricación de telas de punto	116	4865908
01 Aguascalientes	313240 Fabricación de telas de punto	*	74565
05 Coahuila de Zaragoza	313240 Fabricación de telas de punto	*	635051
07 Chiapas	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	16
09 Distrito Federal	313230 Fabricación de telas no tejidas	12	266005
09 Distrito Federal	313240 Fabricación de telas de punto	31	1161448
11 Guanajuato	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	453750
11 Guanajuato	313240 Fabricación de telas de punto	*	20252
13 Hidalgo	313240 Fabricación de telas de punto	14	137465
14 Jalisco	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	7101
14 Jalisco	313240 Fabricación de telas de punto	16	4468
15 México	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	284738
15 México	313240 Fabricación de telas de punto	*	2315301
16 Michoacán de Ocampo	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	32691
16 Michoacán de Ocampo	313240 Fabricación de telas de punto	*	236
17 Morelos	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	15490
17 Morelos	313240 Fabricación de telas de punto	*	60
18 Nayarit	313240 Fabricación de telas de punto	*	1200
19 Nuevo León	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	6790
19 Nuevo León	313240 Fabricación de telas de punto	*	26227
20 Oaxaca	313240 Fabricación de telas de punto	*	4739
21 Puebla	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	10038
21 Puebla	313240 Fabricación de telas de punto	*	62596
22 Querétaro de Arteaga	313240 Fabricación de telas de punto	*	227297
24 San Luis Potosí	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	490298
24 San Luis Potosí	313240 Fabricación de telas de punto	*	103851
29 Tlaxcala	313230 Fabricación de telas no tejidas	*	1932
29 Tlaxcala	313240 Fabricación de telas de punto	*	943

Tabla A.10, Producción de Telas No Tejidas y de Punto. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Entidad federativa	Codigo	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	325211 Fabricación de resinas sintéticas	110	21920866
01 Aguascalientes	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	174290
05 Coahuila de Zaragoza	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	964
08 Chihuahua	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	40459
09 Distrito Federal	325211 Fabricación de resinas sintéticas	13	343639
10 Durango	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	82457
11 Guanajuato	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	107645
13 Hidalgo	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	123045
14 Jalisco	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	432430
15 México	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	4366131
16 Michoacán de Ocampo	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	166068
19 Nuevo León	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	825430
21 Puebla	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	405287
22 Querétaro de Arteaga	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	642830
24 San Luis Potosí	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	681870
28 Tamaulipas	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	11423529
29 Tlaxcala	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	1246015
30 Veracruz Llave	325211 Fabricación de resinas sintéticas	*	858777

Tabla A.11, Producción de Resinas. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

Entidad federativa	Codigo	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	313	7090676
01 Aguascalientes	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	453
02 Baja California	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	5	62395
05 Coahuila de Zaragoza	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	163239
08 Chihuahua	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	8518
09 Distrito Federal	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	101	1455002
11 Guanajuato	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	12	411543
12 Guerrero	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	27
13 Hidalgo	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	10	361729
14 Jalisco	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	43	637128
15 México	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	65	2520852
16 Michoacán de Ocampo	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	2282
17 Morelos	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	10875
19 Nuevo León	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	29	553521
20 Oaxaca	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	24250
21 Puebla	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	180825
22 Querétaro de Arteaga	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	558509
24 San Luis Potosí	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	20789
26 Sonora	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	0
28 Tamaulipas	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	96879
30 Veracruz Llave	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	11318
31 Yucatán	326191 Fabricación de artículos de plástico para el hogar	*	10542

Tabla A.12, Producción de Artículos Plásticos. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Entidad federativa	Codigo	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	293	4960660
01 Aguascalientes	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	37741
02 Baja California	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	28485
05 Coahuila de Zaragoza	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	39331
06 Colima	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	800
08 Chihuahua	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	19695
09 Distrito Federal	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	100	1386144
11 Guanajuato	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	205635
12 Guerrero	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	540
13 Hidalgo	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	42109
14 Jalisco	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	48	924243
15 México	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	57	1574207
16 Michoacán de Ocampo	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	28936
17 Morelos	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	3264
19 Nuevo León	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	179540
21 Puebla	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	8	64637
22 Querétaro de Arteaga	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	189780
24 San Luis Potosí	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	28718
25 Sinaloa	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	856
26 Sonora	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	12114
27 Tabasco	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	2985
28 Tamaulipas	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	10	135319
29 Tlaxcala	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	11335
30 Veracruz Llave	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	13949
31 Yucatán	326193 Fabricación de envases y contenedores de plástico	*	30297

Tabla A.13, Producción de Envases y Contenedores. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

Entidad federativa	Codigo	Unidades Económicas	Producción bruta total (Miles de pesos)
00 Nacional	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	512	1507455
01 Aguascalientes	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	415
02 Baja California	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	1300
03 Baja California Sur	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	4
04 Campeche	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	21
05 Coahuila de Zaragoza	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	32	18965
07 Chiapas	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	931
08 Chihuahua	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	8	4398
09 Distrito Federal	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	27	491782
10 Durango	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	9	4783
11 Guanajuato	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	9	7314
12 Guerrero	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	225
14 Jalisco	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	41	79266
15 México	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	16	123083
16 Michoacán de Ocampo	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	16	6315
17 Morelos	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	168
18 Nayarit	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	96
19 Nuevo León	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	76	567810
20 Oaxaca	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	1649
21 Puebla	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	199	8767
22 Querétaro de Arteaga	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	79508
23 Quintana Roo	339993 Fabricación de escobas, cepillos y similares	*	0

Tabla A.14, Producción de Escobas de Fibra Sintética. Basado en (Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI, 2009).

Anexo A4: Recomendaciones para Instalar un Centro de Acopio por APREPET.

RECOMENDACIONES PARA LA INSTALACION DE UN CENTRO O PROGRAMA DE ACOPIO		
ELEMENTOS NECESARIOS	CENTRO DE ACOPIO NEGOCIO	PROYECTO EDUCACIONAL
1) Volumen mínimo de operación mensual	80 a 100 ton.	1.5 ton./viaje
2) Distancia máxima al comprador	100 Km.	50 Km.
3) Número de participantes en el proyecto	500,000 habitantes	1000 alumnos mínimo
4) Cantidad mínima a acopiar para que lo recoja el acopiador	2,000 Kg./viaje	2,000 Kg./viaje
5) Cantidad mínima para vender y entregar en instalaciones acopiador	500 Kg.	500 Kg.
6) Volumen ocupado por 1 ton. de botellas infladas de:		
2 litros (50 gr.)	40 m <sup>2</sup>	40 m <sup>2</sup>
600 ml. (28 gr.)	72 m <sup>2</sup>	72 m <sup>2</sup>
7) Volumen ocupado por 1 ton. de botellas aplastadas de:		
2 litros (50 gr.)	15 m <sup>2</sup>	15 m <sup>2</sup>
600 ml. (28 gr.)	25 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>
8) Número de botellas en 1 ton. de peso promedio de:		
2 litros (50 gr.)	20	20
600 ml. (28 gr.)	35,714	35,714
9) Espacio techado recomendado para acumular cantidad mínima	20m x 25m = 500 m <sup>2</sup>	3.5m x 10m = 35 m <sup>2</sup>
10) Equipo adicional		
	2 prensas para pacas de 200 Kg., si se tiene montacargas	No necesita prensa al ser a granel y puesto en súper sacos de 1 m <sup>2</sup> aprox. con peso que va de 30 a 50 Kg.
	Montacargas o polipasto	Lona o letrero indicando que es lugar de acopio
	2 molinos de 20 a 25 hp con cámara volumétrica adecuada	Es preferible el acopio un día al mes
	3 camionetas de 3.5 ton. con una estructura tipo mueblería y malla ciclónica y con un remolque de igual tipo, ambos con lona	Aplastarlo es recomendable porque se ocupa menos espacio en almacén y transporte
	Encargado y 10 agentes	
11) Inversión estimada	De \$550,000 a \$650,000	Tiempo y participación
12) Otras recomendaciones		
	No urgencia de tiempo	No urgencia de tiempo
	Acceso adecuado a vehículos	Aplastarlo
	Es importante considerar que se pueden recibir otros materiales	Puede usarse una esquina o una bodega o espacio vacío
	Hay que reducir el volumen para optimizar espacio y transporte	Acopiar un sólo día donde todos lleven su material
	Visitar industrias, tiraderos cercanos al centro de acopio	Visitar industrias, tiraderos cercanos al centro de acopio

Tabla A.15, Recomendaciones para Instalar un Centro de Acopio. Basado en (Asociación para Promover el Reciclaje del PET. APREPET, 2008).

**Anexo A5: Legislación Ambiental Mexicana existente con el tema de los Residuos Sólidos.**

<b>MARCO LEGAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)</b>	Establece y define la distribución de competencias entre la Federación, los Estados, Municipios y el Distrito Federal para la gestión integral de los residuos.
<b>Ley Ambiental del Distrito Federal</b>	Considera que para evitar y controlar la contaminación del suelo, al medio ambiente en general y a la salud pública, es primordial establecer el manejo adecuado de los residuos sólidos municipales e industriales no peligrosos.
<b>Reglamento de la Ley Ambiental del Distrito Federal</b>	Contempla 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.
<b>Reglamento para el Servicio de Limpia del Distrito Federal</b>	Establece que corresponde al Departamento: (1) la prestación del servicio de limpia y (2) la aplicación de las normas técnicas ecológicas vigentes para la recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos no peligrosos.
<b>Normas Oficiales Mexicanas (NMX)</b>	Son principalmente utilizadas para muestreos y no fijan límites máximos de elementos que pudieran estar presentes en los residuos sólidos.
<b>Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004</b>	Establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal, y que menciona que la generación de residuos sólidos urbanos en el Distrito Federal es del orden de 12,000 ton/día, actualmente son depositados en el Relleno Sanitario de Bordo Poniente Etapa IV.
<b>Procedimiento para la Instrumentación de la Separación de los Residuos Sólidos en Unidades Habitacionales</b>	Con el objeto de obligar a la realización de acciones ambientalmente responsables que garanticen el manejo de los residuos sólidos en la Ciudad de México.
<b>Procedimiento para la Separación y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos en Mercados Públicos y Concentraciones del Distrito Federal</b>	Se encuentran los diseños de los carteles informativos que está utilizando la SMA para promover la campaña de separación de residuos sólidos, para ser colocados en los sitios de mayor afluencia, así como en los sitios que se destinan para la instalación de los contenedores de basura, los que deberán estar señalizados para la disposición adecuada en orgánicos e inorgánicos.
<b>Programa de Manejo de Residuos Sólidos en Edificios Públicos</b>	Para la separación y responsabilidad de los residuos sólidos.
<b>Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal</b>	En su Artículo 69.

Tabla A.16, Normatividad Legal. Elaboración Propia.

Anexo A6: Marco Geo estadístico y Superficie de la República Mexicana por Estados del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2000 y Capacidad de Vehículos a utilizar.

Entidad Federativa	Coordenadas			
	Latitud en Grados		Longitud en Grados	
	Norte	Sur	Este	Oeste
Distrito Federal	19,36	19,03	98,57	99,22
Estado de México	20,17	18,22	98,36	100,37
Guanajuato	21,52	19,55	99,41	102,09
Jalisco	22,45	18,55	101,28	105,42
Nuevo León	27,49	23,11	98,26	101,14
Puebla	20,5	17,52	96,43	99,04
Veracruz	22,28	17,09	93,36	98,39

Tabla A.17, Ubicación Geográfica de Estados. Elaboración Propia.

Tipo de Vehículo	Características	Volumen	Costo	Proveedor
Camioneta.	De 3.5 toneladas, motor seminuevo, con equipo de gas y gasolina. Seminueva.	103,04	\$47.000,00	Contactos con MundoAnuncio.com.mx
Camiones Roll Off	Thorton para contenedores de hasta 22 mts. de largo, 8 mts. de ancho y 5mts. de alto. Capacidad de 20 toneladas. Carga Trasera y Carga Frontal.	880	\$95.000,00	Remolques y Carroceria Monclova
Jaula Remolque KWR	Un Eje, Doble rodado, capacidad de 3 toneladas, enganche perno tipo quinta rueda: 12 mts. De largo, 2.3 de ancho y 3.2 mts. De alto	88,32	\$48.000,00	Contactos con Tianguiscamionero.com

Tabla A.18, Características para la Adquisición de Flota Propia. Elaboración Propia.

Anexo A7: Localidades mayores a 50,000 habitantes. Censo de Población y Vivienda INEGI, 1995.

Municipios con mas de 50,000 habitantes		
Estados	Localidad	Poblacion
Baja California	Ensenada	192550
	Mexicali	505016
	Tijuana	966097
Baja California Sur	La Paz	154314
Campeche	Campeche	178160
	Ciudad del Carmen	114360
Coahuila de Zaragoza	Ciudad Acuña	79221
	Frontera	60434
	Monclova	188850
	Piedras Negras	114384
	Saltillo	510131
Colima	Torreón	481493
	Colima	110977
	Manzanillo	80568
	Tecomán	68847
Chiapas	Ciudad de Villa de Alvarez	63982
	Comitán de Domínguez	62292
	San Cristóbal de las Casas	99254
	Tapachula de Córdoba y Ordoñez	163253
Chihuahua	Tuxtla Gutiérrez	378079
	Cuauhtémoc	80428
	Chihuahua	613722
	Delicias	94001
	Hidalgo del Parral	96267
Distrito Federal	Juárez	995770
	Azcapotzalco	455131
	Coyoacán	653489
	Cuajimalpa de Morelos	136873
	Gustavo A. Madero	1256913
	Iztacalco	418982
	Iztapalapa	1696609
	Magdalena Contreras	211898
	Alvaro Obregón	676930
	Tláhuac	255891
	Tlalpan	552516
	Xochimilco	332314
	Benito Juárez	369956
	Cuauhtémoc	540382
Miguel Hidalgo	364398	
Venustiano Carranza	485623	
Durango	Victoria de Durango	397687
	Gómez Palacio	192888
	Ciudad Lerdo	54570
Guanajuato	Acámbaro	54523
	San Miguel de Allende	52966
	Celaya	251724
	Cortazar	51617
	Guanajuato	69970
	Irapuato	299604
	León de los Aldama	941626
	Salamanca	135874
	San Francisco del Rincón	64577
Silao	58457	
Valle de Santiago	56517	

Tabla A.19, Población de Localidades, Parte I. Elaboración Propia.

Municipios con mas de 50,000 habitantes		
Estados	Localidad	Poblacion
Guerrero	Acapulco de Juárez	592528
	Chilpancingo de los Bravo	123475
	Iguala de la Independencia	98276
	Zihuatanejo	54537
Hidalgo	Pachuca de Soto	209996
	Tulancingo	87458
Jalisco	Ciudad Guzmán	81720
	Guadalajara	1633053
	Lagos de Moreno	75220
	Ocotlán	70537
	Puerto Vallarta	121844
	Tepatitlán de Morelos	65930
	Tlaquepaque	434710
	Tonalá	250058
México	Zapopan	850315
	Ciudad López Mateos	427192
	San Francisco Coacalco	202778
	Chalco de Díaz Covarrubias	96978
	Chicoloapan de Juárez	70959
	Chimalhuacán	410031
	Ecatepec de Morelos	1455909
	Naucalpan de Juárez	915992
	Ixtapaluca	153138
	Metepec	147360
	Ciudad Nezahualcóyotl	1233681
	Ciudad Nicolás Romero	192534
	Los Reyes Acaquilpan	178534
	Ojo de Agua	65106
	Texcoco de Mora	89524
	Tlalnepantla	708013
	Toluca de Lerdo	368384
	Buenavista	160596
Michoacán de Ocampo	San Pablo de las Salinas	126659
	Cuautitlán Izcalli	401119
	Xico	286839
	Apatzingán de la Constitución	89834
	Ciudad Hidalgo	55225
	Ciudad Lázaro Cárdenas	63723
	Morelia	512169
	La Piedad de Cabadas	72041
Morelos	Sahuayo de Morelos	57612
	Uruapan	215449
	Zamora de Hidalgo	121181
	Heroica Zitácuaro	74824
Nayarit	Cuautla	128781
	Cuernavaca	311095
	Juitepec	125148
	Temixco	82441
Nuevo León	Tepic	254551
	Ciudad Apodaca	212118
	San Pedro Garza García	120868
	Ciudad General Escobedo	174486
	Guadalupe	618610
	Monterrey	1088023
	San Nicolás de los Garza	487924
Ciudad Santa Catarina	201233	

Tabla A.20, Población de Localidades, Parte II. Elaboración Propia.

Municipios con mas de 50,000 habitantes		
Estados	Localidad	Poblacion
Oaxaca	Juchitán de Zaragoza	62065
	Oaxaca de Juárez	242247
	Salina Cruz	71464
	San Juan Bautista Tuxtepec	77467
Puebla	Atlixco	79556
	Heroica Puebla de Zaragoza	1157625
	San Martín Texmelucan de Labastida	65855
	Cholula de Rivadabia	62259
	Tehuacán	172510
Querétaro Arteaga	Teziutlán	50415
	Santiago de Querétaro	469542
Quintana Roo	San Juan del Río	84532
	Chetumal	115152
San Luis Potosí	Cancún	297183
	Ciudad Valles	102226
	Matehuala	60726
	San Luis Potosí	586585
Sinaloa	Soledad de Graciano Sánchez	147188
	Los Mochis	188349
	Culiacán Rosales	505518
	Guasave	57581
	Mazatlán	302808
Sonora	Guamúchil	56091
	Agua Prieta	54681
	Ciudad Obregón	244028
	Heroica Guaymas	90964
	Hermosillo	504009
	Navojoa	94837
Tabasco	Heroica Nogales	131578
	San Luis Río Colorado	115596
Tamaulipas	Cárdenas	72739
	Villahermosa	301238
	Miramar	51462
	Ciudad Madero	171091
	Ciudad Mante	81128
	Heroica Matamoros	323794
	Nuevo Laredo	273797
	Reynosa	320458
Tlaxcala	Ciudad Río Bravo	74913
	Tampico	278933
Veracruz de Ignacio de la Llave	Ciudad Victoria	230304
	Apizaco	50593
	Tlaxcala de Xicohtécatl	63335
	Veracruz	505015
	Coatzacoalcos	222027
	Córdoba	132091
	Xalapa Enríquez	324081
	Minatitlán	145795
Orizaba	114341	
Yucatán	Poza Rica de Hidalgo	153585
	San Andrés Tuxtla	54043
Zacatecas	Túxpam de Rodríguez Cano	74692
	Mérida	612261
	Fresnillo	89338
Zacatecas	Guadalupe	65726
	Zacatecas	109109

Tabla A.21, Población de Localidades, Parte III. Elaboración Propia.

Anexo A8: Rutas desde la Localización de Planta a cada Localidad. Sistema de Rutas Punto a Punto de la SCT, 2009.

Estado Origen	Ciudad Origen	Estado Destino	Ciudad Destino	Longitud (Kilometros)	Tiempo (Horas)	Camión 4 Ejes	Autómobil Remolque 2 Ejes
México	Huixquilucan	Baja California	Ensenada	2853,36	27:56:00	\$3.951,00	\$4.376,00
México	Huixquilucan	Baja California	Mexicali	2597,79	25:25:00	\$3.406,00	\$3.940,00
México	Huixquilucan	Baja California	Tijuana	2751,51	26:56:00	\$3.884,00	\$4.316,00
México	Huixquilucan	Baja California Sur	La Paz	4249,36	45:20:00	\$3.951,00	\$4.376,00
México	Huixquilucan	Campeche	Campeche	1169,56	12:15:00	\$2.314,00	\$1.933,00
México	Huixquilucan	Campeche	Ciudad del Carmen	962,05	9:49:00	\$2.053,00	\$1.718,00
México	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	Ciudad Acuña	1310,81	13:30:00	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	Monclova	1029,81	10:29:00	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	Piedras Negras	1256,81	12:48:00	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	Saltillo	854,81	8:29:00	\$863,00	\$618,00
México	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	Torreón	1000,9	10:45:00	\$1.036,00	\$725,00
México	Huixquilucan	Colima	Colima	715,01	6:44:00	\$1.436,00	\$1.583,00
México	Huixquilucan	Colima	Manzanillo	820	7:52:00	\$1.737,00	\$1.790,00
México	Huixquilucan	Colima	Tecomán	763	7:20:00	\$1.436,00	\$1.583,00
México	Huixquilucan	Colima	Ciudad de Villa de Alvarez	719	6:50:00	\$1.436,00	\$1.583,00
México	Huixquilucan	Chiapas	Comitán de Domínguez	1021,05	10:40:00	\$2.118,00	\$1.812,00
México	Huixquilucan	Chiapas	San Cristóbal de las Casas	950,05	9:27:00	\$2.185,00	\$1.886,00
México	Huixquilucan	Chiapas	Tapachula de Córdoba y Ordoñez	1213,56	12:03:00	\$2.159,00	\$1.857,00
México	Huixquilucan	Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	882,05	8:43:00	\$2.118,00	\$1.812,00
México	Huixquilucan	Chihuahua	Cuauhtémoc	1545,77	15:40:00	\$2.098,00	\$1.572,00
México	Huixquilucan	Chihuahua	Chihuahua	1441,77	14:41:00	\$1.920,00	\$1.483,00
México	Huixquilucan	Chihuahua	Delicias	1356,77	13:50:00	\$1.920,00	\$1.483,00
México	Huixquilucan	Chihuahua	Hidalgo del Parral	1296,57	13:17:00	\$1.483,00	\$1.265,00
México	Huixquilucan	Chihuahua	Juárez	1793,27	18:06:00	\$2.420,00	\$1.691,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Azcapotzalco	ND	ND	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Coyoacán	ND	ND	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Cuajimalpa de Morelos	20,6	0:14:00	\$54,00	\$53,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Gustavo A. Madero	ND	ND	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Iztacalco	47,1	0:43:00	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Iztapalapa	60,4	1:03:00	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Magdalena Contreras	ND	ND	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Alvaro Obregón	ND	ND	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Tláhuac	ND	ND	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Tlalpan	62	0:52:00	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Xochimilco	65	1:02:00	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Benito Juárez	ND	ND	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Cuauhtémoc	45,9	0:47:00	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Miguel Hidalgo	40,3	0:33:00	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Distrito Federal	Venustiano Carranza	46,9	0:48:00	\$106,00	\$107,00
México	Huixquilucan	Durango	Victoria de Durango	907,8	9:42:00	\$761,00	\$480,00
México	Huixquilucan	Durango	Gómez Palacio	992,9	10:37:00	\$1.036,00	\$725,00
México	Huixquilucan	Durango	Ciudad Lerdo	987,9	10:32:00	\$1.036,00	\$725,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Acámbaro	215,5	2:09:00	\$486,00	\$323,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	San Miguel de Allende	275,85	2:43:00	\$628,00	\$400,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Celaya	271,85	2:36:00	\$783,00	\$444,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Cortázar	289,85	2:54:00	\$783,00	\$444,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Guanajuato	369,6	3:39:00	\$998,00	\$564,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Irapuato	331,6	3:12:00	\$998,00	\$564,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	León de los Aldama	394,6	3:51:00	\$998,00	\$564,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Salamanca	307,6	3:00:00	\$902,00	\$508,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	San Francisco del Rincón	419,54	4:01:00	\$1.035,00	\$622,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Silao	361,6	3:28:00	\$998,00	\$564,00
México	Huixquilucan	Guanajuato	Valle de Santiago	313,82	2:56:00	\$905,00	\$646,00
México	Huixquilucan	Guerrero	Acapulco de Juárez	429,92	4:26:00	\$1.025,00	\$1.143,00

Tabla A.22, Rutas de Localidades Parte I<sup>8</sup>, Basado en (Secretaría de Comunicaciones y Transporte. SCT, 2009).

<sup>8</sup> ND. Información No Disponible.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Estado Origen	Ciudad Origen	Estado Destino	Ciudad Destino	Longitud (Kilómetros)	Tiempo (Horas)	Camión 4 Ejes	Autómovil Remolque 2 Ejes
México	Huixquilucan	Guerrero	Chilpancingo de los Bravo	316	3:12:00	\$588,00	\$614,00
México	Huixquilucan	Guerrero	Iguala de la Independencia	213,84	2:36:00	\$345,00	\$289,00
México	Huixquilucan	Guerrero	Zihuatanejo	633,24	6:09:00	\$1.064,00	\$948,00
México	Huixquilucan	Hidalgo	Pachuca de Soto	138,3	1:27:00	\$201,00	\$148,00
México	Huixquilucan	Hidalgo	Tulancingo	165,55	1:46:00	\$230,00	\$158,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Ciudad Guzmán	647,01	6:08:00	\$1.290,00	\$1.387,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Guadalajara	522,01	4:53:00	\$1.144,00	\$1.191,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Lagos de Moreno	423,6	4:16:00	\$998,00	\$564,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Ocotlán	444,82	4:10:00	\$1.001,00	\$981,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Puerto Vallarta	851,51	8:34:00	\$1.560,00	\$1.743,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Tepatitlán de Morelos	534,52	4:56:00	\$1.188,00	\$1.244,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Tlaquepaque	ND	ND	\$1.144,00	\$1.191,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Tonalá	508,01	4:41:00	\$1.144,00	\$1.191,00
México	Huixquilucan	Jalisco	Zapopan	531,01	5:04:00	\$1.144,00	\$1.191,00
México	Huixquilucan	México	Ciudad López Mateos	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	San Francisco Coacalco	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Chalco de Díaz Covarrubias	75,45	1:11:00	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Chicoloapan de Juárez	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Chimalhuacán	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Ecatepec de Morelos	66,35	0:44:00	\$63,00	\$76,00
México	Huixquilucan	México	Naucalpan de Juárez	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Ixtapaluca	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Metepec	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Ciudad Nezahualcóyotl	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Ciudad Nicolás Romero	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Los Reyes Acaquilpan	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Ojo de Agua	97,35	0:59:00	\$324,00	\$200,00
México	Huixquilucan	México	Texcoco de Mora	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Tlalnepantla	35	0:27:00	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Toluca de Lerdo	41	0:31:00	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Buenavista	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	San Pablo de las Salinas	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Cuatitlán Izcalli	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	México	Xico	ND	ND	\$149,00	\$138,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Apatzingán de la Constitución	469,13	4:38:00	\$849,00	\$732,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Ciudad Hidalgo	211,5	2:13:00	\$486,00	\$323,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Ciudad Lázaro Cárdenas	628,74	6:17:00	\$1.118,00	\$1.000,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Morelia	278,06	2:39:00	\$640,00	\$518,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	La Piedad de Cabadas	400,48	3:48:00	\$867,00	\$802,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Sahuayo de Morelos	470,48	4:44:00	\$867,00	\$802,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Uruapan	387,38	3:51:00	\$742,00	\$612,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Zamora de Hidalgo	399,48	3:46:00	\$867,00	\$802,00
México	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	Heroica Zitácuaro	138	1:54:00	\$867,00	\$802,00
México	Huixquilucan	Morelos	Cuatla	159,5	1:46:00	\$341,00	\$374,00
México	Huixquilucan	Morelos	Cuernavaca	128,34	1:33:00	\$261,00	\$278,00
México	Huixquilucan	Morelos	Juitepec	ND	ND	\$261,00	\$278,00
México	Huixquilucan	Morelos	Temixco	ND	ND	\$261,00	\$278,00
México	Huixquilucan	Nayarit	Tepic	723,63	6:56:00	\$1.503,00	\$1.785,00
México	Huixquilucan	Nuevo León	Ciudad Apodaca	926,81	9:02:00	\$1.138,00	\$971,00
México	Huixquilucan	Nuevo León	San Pedro Garza García	ND	ND	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Nuevo León	Ciudad General Escobedo	ND	ND	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Nuevo León	Guadalupe	ND	ND	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Nuevo León	Monterrey	904,81	9:06:00	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Nuevo León	San Nicolás de los Garza	ND	ND	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Nuevo León	Ciudad Santa Catarina	ND	ND	\$863,00	\$682,00
México	Huixquilucan	Oaxaca	Juchitán de Zaragoza	775,05	8:45:00	\$1.691,00	\$1.347,00
México	Huixquilucan	Oaxaca	Oaxaca de Juárez	510,44	5:16:00	\$1.203,00	\$786,00
México	Huixquilucan	Oaxaca	Salina Cruz	843,55	9:16:00	\$1.906,00	\$1.510,00
México	Huixquilucan	Oaxaca	San Juan Bautista Tuxtepec	414,53	5:08:00	\$858,00	\$510,00
México	Huixquilucan	Puebla	Atlixco	192,16	2:27:00	\$589,00	\$343,00
México	Huixquilucan	Puebla	Heroica Puebla de Zaragoza	172,16	2:09:00	\$589,00	\$343,00
México	Huixquilucan	Puebla	San Martín Texmelucan de Labastida	137,16	1:47:00	\$455,00	\$283,00
México	Huixquilucan	Puebla	Cholula de Rivadabia	167,16	2:06:00	\$589,00	\$343,00
México	Huixquilucan	Puebla	Tehuacán	293,53	3:11:00	\$858,00	\$510,00

Tabla A.23, Rutas de Localidades. Parte II.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Estado Origen	Ciudad Origen	Estado Destino	Ciudad Destino	Longitud (Kilometros)	Tiempo (Horas)	Camión 4 Ejes	Autómovil Remolque 2 Ejes
México	Huixquilucan	Puebla	Teziutlán	317,72	3:25:00	\$965,00	\$594,00
México	Huixquilucan	Querétaro Arteaga	Santiago de Querétaro	221,35	2:09:00	\$568,00	\$324,00
México	Huixquilucan	Querétaro Arteaga	San Juan del Río	170,35	1:39:00	\$568,00	\$324,00
México	Huixquilucan	Quintana Roo	Chetumal	1365,35	14:39:00	\$1.995,00	\$1.626,00
México	Huixquilucan	Quintana Roo	Cancún	1640,18	17:10:00	\$3.218,00	\$2.609,00
México	Huixquilucan	San Luis Potosí	Ciudad Valles	456,35	6:28:00	\$324,00	\$200,00
México	Huixquilucan	San Luis Potosí	Matehuala	595,61	5:52:00	\$717,00	\$482,00
México	Huixquilucan	San Luis Potosí	San Luis Potosí	415,85	4:03:00	\$628,00	\$400,00
México	Huixquilucan	San Luis Potosí	Soledad de Graciano Sánchez	ND	ND	\$628,00	\$400,00
México	Huixquilucan	Sinaloa	Los Mochis	1428,19	13:40:00	\$2.728,00	\$3.130,00
México	Huixquilucan	Sinaloa	Culiacán Rosales	1230,39	11:55:00	\$2.398,00	\$2.889,00
México	Huixquilucan	Sinaloa	Guasave	1370,19	13:06:00	\$2.728,00	\$3.130,00
México	Huixquilucan	Sinaloa	Mazatlán	1005,89	9:38:00	\$2.034,00	\$2.449,00
México	Huixquilucan	Sinaloa	Guamúchil	1342,69	12:54:00	\$2.528,00	\$2.991,00
México	Huixquilucan	Sonora	Agua Prieta	1987,1	20:39:00	\$3.054,00	\$2.295,00
México	Huixquilucan	Sonora	Ciudad Obregón	1658,19	15:50:00	\$3.015,00	\$3.474,00
México	Huixquilucan	Sonora	Heroica Guaymas	1781,89	17:03:00	\$3.112,00	\$3.594,00
México	Huixquilucan	Sonora	Hermosillo	1908,39	18:09:00	\$3.165,00	\$3.646,00
México	Huixquilucan	Sonora	Navojoa	1590,39	15:09:00	\$2.918,00	\$3.354,00
México	Huixquilucan	Sonora	Heroica Nogales	2197,19	21:05:00	\$3.294,00	\$3.806,00
México	Huixquilucan	Sonora	San Luis Río Colorado	2519,79	23:28:00	\$3.356,00	\$3.883,00
México	Huixquilucan	Tabasco	Cárdenas	743,35	7:26:00	\$1.925,00	\$1.590,00
México	Huixquilucan	Tabasco	Villahermosa	792,35	7:55:00	\$1.925,00	\$1.590,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Miramar	ND	ND	\$1.925,00	\$1.590,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Ciudad Madero	567,09	7:09:00	\$562,00	\$383,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Ciudad Mante	720,61	7:46:00	\$717,00	\$482,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Heroica Matamoros	1058,61	11:50:00	\$717,00	\$482,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Nuevo Laredo	1125,91	10:54:00	\$1.317,00	\$1.267,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Reynosa	1131,82	10:56:00	\$1.474,00	\$1.451,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Ciudad Río Bravo	1148,82	11:08:00	\$1.474,00	\$1.451,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Tampico	561,09	7:00:00	\$562,00	\$383,00
México	Huixquilucan	Tamaulipas	Ciudad Victoria	742,61	7:51:00	\$717,00	\$482,00
México	Huixquilucan	Tlaxcala	Apizaco	206,25	2:12:00	\$335,00	\$278,00
México	Huixquilucan	Tlaxcala	Tlaxcala de Xicohténcatl	166,44	2:01:00	\$564,00	\$379,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Veracruz	448,05	4:50:00	\$1.447,00	\$996,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Coatzacoalcos	643,05	6:31:00	\$1.771,00	\$1.451,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Córdoba	336,05	3:41:00	\$1.237,00	\$689,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Xalapa Enriquez	363,43	4:19:00	\$796,00	\$482,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Minatitlán	621,05	6:17:00	\$1.771,00	\$1.451,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Orizaba	310,38	3:29:00	\$1.148,00	\$642,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Poza Rica de Hidalgo	313,25	3:53:00	\$326,00	\$271,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	San Andrés Tuxtla	564,05	5:58:00	\$1.565,00	\$1.160,00
México	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	Túxpam de Rodríguez Cano	364,59	4:27:00	\$451,00	\$326,00
México	Huixquilucan	Yucatán	Mérida	1326,78	14:20:00	\$2.314,00	\$1.933,00
México	Huixquilucan	Zacatecas	Fresnillo	692,29	6:51:00	\$1.372,00	\$1.005,00
México	Huixquilucan	Zacatecas	Guadalupe	622,39	6:06:00	\$1.311,00	\$977,00
México	Huixquilucan	Zacatecas	Zacatecas	633,39	6:13:00	\$1.311,00	\$977,00

**Tabla A.24, Rutas de Localidades. Parte III.**

## Anexo A9: Rellenos de Tierra Controlados y Rellenos Sanitarios por Entidad Federativa. INEGI, 2006.

Entidad federativa	Rellenos sanitarios	Rellenos de tierra controlados
Estados Unidos Mexicanos	104	23
Aguascalientes	1	0
Baja California	2	1
Baja California Sur	1	1
Campeche	1	ND
Coahuila de Zaragoza	5	ND
Colima	2	ND
Chiapas	3	ND
Chihuahua	3	ND
Distrito Federal	1	ND
Durango	3	1
Guanajuato	6	1
Guerrero	2	1
Hidalgo	2	ND
Jalisco	2	4
México	3	5
Michoacán de Ocampo	1	2
Morelos	3	ND
Nayarit	2	ND
Nuevo León	13	ND
Oaxaca	ND	1
Puebla	15	1
Querétaro	6	ND
Quintana Roo	2	ND
San Luis Potosí	2	ND
Sinaloa	3	1
Sonora	4	ND
Tabasco	1	ND
Tamaulipas	4	1
Tlaxcala	6	ND
Veracruz de Ignacio de la Llave	4	1
Yucatán	1	ND
Zacatecas	ND	2

Tabla A.25, Localización de Sitios Controlados<sup>9</sup>. Fuente: INEGI. Con base en SEDESOL. DGOT. Subdirección de Asistencia Técnica a Organismos Operadores Urbanos Regionales.

<sup>9</sup> NOTA: Se tiene registrado que 130 municipios depositan en rellenos sanitarios, lo que significa que sumando las 16 delegaciones del Distrito Federal, se cuenta con disposición adecuada en 263 municipios y delegaciones.  
ND. No Disponible.

Anexo B1: Oferta calculada por Localidad.

Localidad	Oferta (kg)
Ensenada	1457521
Mexicali	3822756
Tijuana	7312943
La Paz	319318
Campeche	2496
Ciudad del Carmen	1602
Ciudad Acuña	324570
Monclova	773722
Piedras Negras	468634
Saltillo	2090017
Torreón	1972687
Colima	110743
Manzanillo	80398
Tecomán	68702
Ciudad de Villa de Alvarez	63847
Comitán de Domínguez	186262
San Cristóbal de las Casas	296783
Tapachula de Córdoba y Ordoñez	488149
Tuxtla Gutiérrez	1130508
Cauhtémoc	420316
Chihuahua	3207306
Delicias	491248
Hidalgo del Parral	503091
Juárez	5203885
Azcapotzalco	3610646
Coyoacán	5184260
Cuajimalpa de Morelos	1085841
Gustavo A. Madero	9971344
Iztacalco	3323868
Iztapalapa	13459540
Magdalena Contreras	1681029
Alvaro Obregón	5370222
Tláhuac	2030035
Tlalpan	4383221
Xochimilco	2636314
Benito Juárez	2934935
Cauhtémoc	4286959
Miguel Hidalgo	2890843
Venustiano Carranza	3852545
Victoria de Durango	1039946
Gómez Palacio	504399
Ciudad Lerdo	142700
Acámbaro	249949
San Miguel de Allende	242812
Celaya	1153977
Cortázar	236627
Guanajuato	320763
Irapuato	1373473
León de los Aldama	4316690
Salamanca	622886
San Francisco del Rincón	296040
Silao	267984
Valle de Santiago	259091

Tabla B.1, Oferta por localidad, Parte I. Elaboración Propia.

Localidad	Oferta (kg)
Acapulco de Juárez	1629542
Chilpancingo de los Bravo	339575
Iguala de la Independencia	270274
Zihuatanejo	149985
Pachuca de Soto	458667
Tulancingo	191023
Ciudad Guzmán	484495
Guadalajara	9681913
Lagos de Moreno	445958
Ocotlán	418194
Puerto Vallarta	722379
Tepatlán de Morelos	390880
Tlaquepaque	2577274
Tonalá	1482524
Zapopan	5041279
Ciudad López Mateos	2807260
San Francisco Coacalco	1332540
Chalco de Díaz Covarrubias	637284
Chicoloapan de Juárez	466302
Chimalhuacán	2694488
Ecatepec de Morelos	9567396
Naucalpan de Juárez	6019372
Ixtapaluca	1006335
Metepec	968365
Ciudad Nezahualcóyotl	8107041
Ciudad Nicolás Romero	1265223
Los Reyes Acaquilpan	1173223
Ojo de Agua	427839
Texcoco de Mora	588300
Tlalnepantla	4652654
Toluca de Lerdo	2420808
Buenavista	1055344
San Pablo de las Salinas	832330
Cuautitlán Izcalli	2635923
Xico	1884941
Apatzingán de la Constitución	250776
Ciudad Hidalgo	154164
Ciudad Lázaro Cárdenas	177886
Morelia	1429747
La Piedad de Cabadas	201106
Sahuayo de Morelos	160827
Uruapan	601438
Zamora de Hidalgo	338283
Heroica Zitácuaro	208875
Cuautla	320734
Cuernavaca	774793
Juitepec	311685
Temixco	205322
Tepic	165783
Ciudad Apodaca	1517999
San Pedro Garza García	864979
Ciudad General Escobedo	1248690
Guadalupe	4427014
Monterrey	7786317

Tabla B.2, Oferta por localidad, Parte II. Elaboración Propia.

Localidad	Oferta (kg)
San Nicolás de los Garza	3491774
Ciudad Santa Catarina	1440102
Juchitán de Zaragoza	112159
Oaxaca de Juárez	437769
Salina Cruz	129144
San Juan Bautista Tuxtepec	139992
Atlixco	371547
Heroica Puebla de Zaragoza	5406413
San Martín Texmelucan de Labastida	307560
Cholula de Rivadabia	290766
Tehuacán	805667
Teziutlán	235451
Santiago de Querétaro	1775320
San Juan del Río	319612
Chetumal	462385
Cancún	1193318
Ciudad Valles	297793
Matehuala	176900
San Luis Potosí	1708769
Soledad de Graciano Sánchez	428771
Los Mochis	737191
Culiacán Rosales	1978578
Guasave	225370
Mazatlán	1185179
Guamúchil	219538
Agua Prieta	200996
Ciudad Obregón	896997
Heroica Guaymas	334365
Hermosillo	1852633
Navojoa	348601
Heroica Nogales	483654
San Luis Río Colorado	424907
Cárdenas	194995
Villahermosa	807542
Miramar	245568
Ciudad Madero	816419
Ciudad Mante	387130
Heroica Matamoros	1545093
Nuevo Laredo	1306515
Reynosa	1529174
Ciudad Río Bravo	357473
Tampico	1331023
Ciudad Victoria	1098973
Apizaco	65078
Tlaxcala de Xicohténcatl	81468
Veracruz	1680479
Coatzacoalcos	738813
Córdoba	439544
Xalapa Enriquez	1078406
Minatitlán	485145
Orizaba	380479
Poza Rica de Hidalgo	511067
San Andrés Tuxtla	179833
Túxpam de Rodríguez Cano	248544
Mérida	1723164
Fresnillo	111029
Guadalupe	81684
Zacatecas	135601
Aguascalientes	136000

Tabla B.3, Oferta por localidad, Parte III. Elaboración Propia.

**Anexo B2: Estructura del Modelo de Transporte de Recolección.**

Tipo de Ruta	Origen	Estado	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Tipo de Producto a Manejar	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo
1	Huixquilucan	Baja California	A	Ensenada	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.951,00
1	Huixquilucan	Baja California	B	Mexicali	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.406,00
1	Huixquilucan	Baja California	C	Tijuana	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.884,00
2	Huixquilucan	Baja California Sur	A	La Paz	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.951,00
3	Huixquilucan	Campeche	A	Campeche	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.314,00
3	Huixquilucan	Campeche	B	Ciudad del Carmen	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.053,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	A	Ciudad Acuña	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	B	Monclova	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	C	Piedras Negras	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	D	Saltillo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
4	Huixquilucan	Coahuila de Zaragoza	E	Torreón	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.036,00
5	Huixquilucan	Colima	A	Colima	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.436,00
5	Huixquilucan	Colima	B	Manzanillo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.737,00
5	Huixquilucan	Colima	C	Tecomán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.436,00
5	Huixquilucan	Colima	D	Ciudad de Villa de Alvarez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.436,00
6	Huixquilucan	Chiapas	A	Comitán de Domínguez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.118,00
6	Huixquilucan	Chiapas	B	San Cristóbal de las Casas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.185,00
6	Huixquilucan	Chiapas	C	Tapachula de Córdoba y Ordoñez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.159,00
6	Huixquilucan	Chiapas	D	Tuxtla Gutiérrez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.118,00
7	Huixquilucan	Chihuahua	A	Cuauhtémoc	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.098,00
7	Huixquilucan	Chihuahua	B	Chihuahua	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.920,00
7	Huixquilucan	Chihuahua	C	Delicias	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.920,00
7	Huixquilucan	Chihuahua	D	Hidalgo del Parral	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.483,00
7	Huixquilucan	Chihuahua	E	Juárez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.420,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	A	Azcapotzalco	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	B	Coyoacán	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	C	Cuajimalpa de Morelos	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$53,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	D	Gustavo A. Madero	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$106,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	E	Iztacalco	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	F	Iztapalapa	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$106,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	G	Magdalena Contreras	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	H	Alvaro Obregón	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	I	Tláhuac	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	J	Tlalpan	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	K	Xochimilco	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	L	Benito Juárez	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	M	Cuauhtémoc	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$2.098,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	N	Miguel Hidalgo	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$107,00
8	Huixquilucan	Distrito Federal	O	Venustiano Carranza	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$106,00
9	Huixquilucan	Durango	A	Victoria de Durango	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$761,00
9	Huixquilucan	Durango	B	Gómez Palacio	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.036,00
9	Huixquilucan	Durango	C	Ciudad Lerdo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.036,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	A	Acámbaro	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$323,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	B	San Miguel de Allende	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$628,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	C	Celaya	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$783,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	D	Cortázar	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$783,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	E	Guanajuato	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	F	Irapuato	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	G	León de los Aldama	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	H	Salamanca	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$902,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	I	San Francisco del Rincón	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.035,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	J	Silao	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
10	Huixquilucan	Guanajuato	K	Valle de Santiago	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$905,00

**Tabla B.4. Información para Estructurar el Modelo de Transporte, Parte I. Elaboración Propia.**

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Origen	Estado	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Tipo de Producto a Manejar	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo
11	Huixquilucan	Guerrero	A	Acapulco de Juárez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,025,00
11	Huixquilucan	Guerrero	B	Chilpancingo de los Bravo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$588,00
11	Huixquilucan	Guerrero	C	Iguala de la Independencia	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$345,00
11	Huixquilucan	Guerrero	D	Zihuatanejo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,064,00
12	Huixquilucan	Hidalgo	A	Pachuca de Soto	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$201,00
12	Huixquilucan	Hidalgo	B	Tulancingo	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$158,00
13	Huixquilucan	Jalisco	A	Ciudad Guzmán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,290,00
13	Huixquilucan	Jalisco	B	Guadalajara	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,144,00
13	Huixquilucan	Jalisco	C	Lagos de Moreno	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$998,00
13	Huixquilucan	Jalisco	D	Ocotlán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,001,00
13	Huixquilucan	Jalisco	E	Puerto Vallarta	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,560,00
13	Huixquilucan	Jalisco	F	Tepatitlán de Morelos	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,188,00
13	Huixquilucan	Jalisco	G	Tlaquepaque	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,144,00
13	Huixquilucan	Jalisco	H	Tonalá	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,144,00
13	Huixquilucan	Jalisco	I	Zapopan	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,144,00
14	Huixquilucan	México	A	Ciudad López Mateos	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	B	San Francisco Coacalco	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	C	Chalco de Díaz Covarrubias	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	D	Chicoloapan de Juárez	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	E	Chimalhuacán	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	F	Ecatepec de Morelos	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$63,00
14	Huixquilucan	México	G	Naucalpan de Juárez	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	H	Ixtapaluca	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	I	Metepec	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	J	Ciudad Nezahualcóyotl	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$149,00
14	Huixquilucan	México	K	Ciudad Nicolás Romero	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	L	Los Reyes Acaquilpan	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	M	Ojo de Agua	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$200,00
14	Huixquilucan	México	N	Texcoco de Mora	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	O	Tlalnepantla	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	P	Toluca de Lerdo	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	Q	Buenavista	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	R	San Pablo de las Salinas	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
14	Huixquilucan	México	S	Cuatitlán Izcalli	Camioneta de 3.5	Compactado	3500	\$138,00
14	Huixquilucan	México	T	Xico	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$138,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	A	Apatzingán de la Constitución	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$849,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	B	Ciudad Hidalgo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$486,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	C	Ciudad Lázaro Cárdenas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,118,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	D	Morelia	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$640,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	E	La Piedad de Cabadas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	F	Sahuayo de Morelos	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	G	Uruapan	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$742,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	H	Zamora de Hidalgo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00
15	Huixquilucan	Michoacán de Ocampo	I	Heroica Zitácuaro	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$867,00
16	Huixquilucan	Morelos	A	Cuautila	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$341,00
16	Huixquilucan	Morelos	B	Cuernavaca	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$261,00
16	Huixquilucan	Morelos	C	Juitepec	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$261,00
16	Huixquilucan	Morelos	D	Temixco	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$261,00
17	Huixquilucan	Nayarit	A	Tepic	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,503,00
18	Huixquilucan	Nuevo León	A	Ciudad Apodaca	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,138,00
18	Huixquilucan	Nuevo León	B	San Pedro Garza García	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
18	Huixquilucan	Nuevo León	C	Ciudad General Escobedo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
18	Huixquilucan	Nuevo León	D	Guadalupe	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
18	Huixquilucan	Nuevo León	E	Monterrey	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
18	Huixquilucan	Nuevo León	F	San Nicolás de los Garza	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
18	Huixquilucan	Nuevo León	G	Ciudad Santa Catarina	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
19	Huixquilucan	Oaxaca	A	Juchitán de Zaragoza	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,691,00
19	Huixquilucan	Oaxaca	B	Oaxaca de Juárez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,203,00
19	Huixquilucan	Oaxaca	C	Salina Cruz	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,906,00
19	Huixquilucan	Oaxaca	D	San Juan Bautista Tuxtepec	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$858,00
20	Huixquilucan	Puebla	A	Atlixco	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$589,00
20	Huixquilucan	Puebla	B	Heroica Puebla de Zaragoza	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$589,00
20	Huixquilucan	Puebla	C	San Martín Texmelucan de Labastida	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$283,00
20	Huixquilucan	Puebla	D	Cholula de Rivadabia	Remolque tipo Jaula	Sin Compactar	40	\$343,00
20	Huixquilucan	Puebla	E	Tehuacán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$858,00
20	Huixquilucan	Puebla	F	Teziutlán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$965,00
21	Huixquilucan	Querétaro Arteaga	A	Santiago de Querétaro	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$568,00
21	Huixquilucan	Querétaro Arteaga	B	San Juan del Río	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$568,00
22	Huixquilucan	Quintana Roo	A	Chetumal	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1,995,00
22	Huixquilucan	Quintana Roo	B	Cancún	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3,218,00

**Tabla B.5, Información para Estructurar el Modelo de Transporte, Parte II. Elaboración Propia.**

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Origen	Estado	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Tipo de Producto a Manejar	Capacidad del Vehículo (Kg)	Costo
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	A	Ciudad Valles	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$324,00
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	B	Matehuala	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	C	San Luis Potosí	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$628,00
23	Huixquilucan	San Luis Potosí	D	Soledad de Graciano Sánchez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$628,00
24	Huixquilucan	Sinaloa	A	Los Mochis	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.728,00
24	Huixquilucan	Sinaloa	B	Culliacán Rosales	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.398,00
24	Huixquilucan	Sinaloa	C	Guasave	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.728,00
24	Huixquilucan	Sinaloa	D	Mazatlán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.034,00
24	Huixquilucan	Sinaloa	E	Guamúchil	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.528,00
25	Huixquilucan	Sonora	A	Agua Prieta	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.054,00
25	Huixquilucan	Sonora	B	Ciudad Obregón	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.015,00
25	Huixquilucan	Sonora	C	Heroica Guaymas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.112,00
25	Huixquilucan	Sonora	D	Hermosillo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.165,00
25	Huixquilucan	Sonora	E	Navojoa	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.918,00
25	Huixquilucan	Sonora	F	Heroica Nogales	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.294,00
25	Huixquilucan	Sonora	G	San Luis Río Colorado	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$3.356,00
26	Huixquilucan	Tabasco	A	Cárdenas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.925,00
26	Huixquilucan	Tabasco	B	Villahermosa	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.925,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	A	Miramar	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.925,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	B	Ciudad Madero	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$562,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	C	Ciudad Mante	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	D	Heroica Matamoros	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	E	Nuevo Laredo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.317,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	F	Reynosa	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.474,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	G	Ciudad Río Bravo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.474,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	H	Tampico	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$562,00
27	Huixquilucan	Tamaulipas	I	Ciudad Victoria	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$717,00
28	Huixquilucan	Tlaxcala	A	Apizaco	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$335,00
28	Huixquilucan	Tlaxcala	B	Tlaxcala de Xicohténcatl	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$564,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	A	Veracruz	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.447,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	B	Coatzacoalcos	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.771,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	C	Córdoba	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.237,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	D	Xalapa Enríquez	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$796,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	E	Minatitlán	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.771,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	F	Orizaba	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.148,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	G	Poza Rica de Hidalgo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$326,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	H	San Andrés Tuxtla	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.565,00
29	Huixquilucan	Veracruz de Ignacio de la Llave	I	Túxpam de Rodríguez Cano	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$451,00
30	Huixquilucan	Yucatán	A	Mérida	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$2.314,00
31	Huixquilucan	Zacatecas	A	Fresnillo	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.372,00
31	Huixquilucan	Zacatecas	B	Guadalupe	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$863,00
31	Huixquilucan	Zacatecas	C	Zacatecas	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.311,00
32	Huixquilucan	Águascalientes	A	Águascalientes	Camiones Roll Off	Compactado	20000	\$1.251,00

**Tabla B.6, Información para Estructurar el Modelo de Transporte, Parte III. Elaboración Propia.**

## Anexo B3: Formulación y Solución del Modelo de Transporte de Recolección en Software Lingo.

### ! Definición de Variables;

!Xij, donde i (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32) son el tipo de ruta de origen a j(A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T) la opción ciudad del Estado destino;

### ! Función Objetivo;

#### ! Minimizar Costo de Ruta;

Min = 3951\*X1A + 3406\*X1B + 3884\*X1C + 3951\*X2A + 2314\*X3A + 2053\*X3B + 863\*X4A + 863\*X4B + 863\*X4C + 863\*X4D + 1036\*X4E + 1436\*X5A + 1737\*X5B + 1436\*X5C + 1436\*X5D + 2118\*X6A + 2185\*X6B + 2159\*X6C + 2118\*X6D + 2098\*X7A + 1920\*X7B + 1920\*X7C + 1483\*X7D + 2420\*X7E + 107\*X8A + 107\*X8B + 53\*X8C + 106\*X8D + 107\*X8E + 106\*X8F + 107\*X8G + 107\*X8H + 107\*X8I + 107\*X8J + 107\*X8K + 107\*X8L + 2098\*X8M + 107\*X8N + 106\*X8O + 761\*X9A + 1036\*X9B + 1036\*X9C + 323\*X10A + 628\*X10B + 783\*X10C + 783\*X10D + 998\*X10E + 998\*X10F + 998\*X10G + 902\*X10H + 1035\*X10I + 998\*X10J + 905\*X10K + 1025\*X11A + 588\*X11B + 345\*X11C + 1064\*X11D + 201\*X12A + 158\*X12B + 1290\*X13A + 1144\*X13B + 998\*X13C + 1001\*X13D + 1560\*X13E + 1188\*X13F + 1144\*X13G + 1144\*X13H + 1144\*X13I + 138\*X14A + 138\*X14B + 138\*X14C + 138\*X14D + 138\*X14E + 63\*X14F + 138\*X14G + 138\*X14H + 138\*X14I + 149\*X14J + 138\*X14K + 138\*X14L + 200\*X14M + 138\*X14N + 138\*X14O + 138\*X14P + 138\*X14Q + 138\*X14R + 138\*X14S + 138\*X14T + 849\*X15A + 486\*X15B + 1118\*X15C + 640\*X15D + 867\*X15E + 867\*X15F + 742\*X15G + 867\*X15H + 867\*X15I + 341\*X16A + 261\*X16B + 261\*X16C + 261\*X16D + 1503\*X17A + 1138\*X18A + 863\*X18B + 863\*X18C + 863\*X18D + 863\*X18E + 863\*X18F + 863\*X18G + 1691\*X19A + 1203\*X19B + 1906\*X19C + 858\*X19D + 589\*X20A + 589\*X20B + 283\*X20C + 343\*X20D + 858\*X20E + 965\*X20F + 568\*X21A + 568\*X21B + 1995\*X22A + 3218\*X22B + 324\*X23A + 717\*X23B + 628\*X23C + 628\*X23D + 2728\*X24A + 2398\*X24B + 2728\*X24C + 2034\*X24D + 2528\*X24E + 3054\*X25A + 3015\*X25B + 3112\*X25C + 3165\*X25D + 2918\*X25E + 3294\*X25F + 3356\*X25G + 1925\*X26A + 1925\*X26B + 1925\*X27A + 562\*X27B + 717\*X27C + 717\*X27D + 1317\*X27E + 1474\*X27F + 1474\*X27G + 562\*X27H + 717\*X27I + 335\*X28A + 564\*X28B + 1447\*X29A + 1771\*X29B + 1237\*X29C + 796\*X29D + 1771\*X29E + 1148\*X29F + 326\*X29G + 1565\*X29H + 451\*X29I + 2314\*X30A + 1372\*X31A + 863\*X31B + 1311\*X31C + 1251\*X32A;

### ! Restricciones;

#### ! Capacidad de la Recicladora;

X1A + X1B + X1C + X2A + X3A + X3B + X4A + X4B + X4C + X4D + X4E + X5A + X5B + X5C + X5D + X6A + X6B + X6C + X6D + X7A + X7B + X7C + X7D + X7E + X8A + X8B + X8C + X8D + X8E + X8F + X8G + X8H + X8I + X8J + X8K + X8L + X8M + X8N + X8O + X9A + X9B + X9C + X10A + X10B + X10C + X10D + X10E + X10F + X10G + X10H + X10I + X10J + X10K + X11A + X11B + X11C + X11D + X12A + X12B + X13A + X13B + X13C + X13D + X13E + X13F + X13G + X13H + X13I + X14A + X14B + X14C + X14D + X14E + X14F + X14G + X14H + X14I + X14J + X14K + X14L + X14M + X14N + X14O + X14P + X14Q + X14R + X14S + X14T + X15A + X15B + X15C + X15D + X15E + X15F + X15G + X15H + X15I + X16A + X16B + X16C + X16D + X17A + X18A + X18B + X18C + X18D + X18E + X18F + X18G + X19A + X19B + X19C + X19D + X20A + X20B + X20C + X20D + X20E + X20F + X21A + X21B + X22A + X22B + X23A + X23B + X23C + X23D + X24A + X24B + X24C + X24D + X24E + X25A + X25B + X25C + X25D + X25E + X25F + X25G + X26A + X26B + X27A + X27B + X27C + X27D + X27E + X27F + X27G + X27H + X27I + X28A + X28B + X29A + X29B + X29C + X29D + X29E + X29F + X29G + X29H + X29I + X30A + X31A + X31B + X31C + X32A = 1512000;

#### ! Oferta de las Localidades;

X1A <= 1457521;  
 X1B <= 3822756;  
 X1C <= 7312943;  
 X2A <= 319318;  
 X3A <= 2496;  
 X3B <= 1602;  
 X4A <= 324570;  
 X4B <= 773722;  
 X4C <= 468634;  
 X4D <= 2090017;  
 X4E <= 1972687;  
 X5A <= 110743;  
 X5B <= 80398;  
 X5C <= 68702;  
 X5D <= 63847;  
 X6A <= 186262;  
 X6B <= 296783;  
 X6C <= 488149;  
 X6D <= 1130508;  
 X7A <= 420316;  
 X7B <= 3207306;  
 X7C <= 491248;  
 X7D <= 503091;

X7E <= 5203885;  
X8A <= 3610646;  
X8B <= 5184260;  
X8C <= 1085841;  
X8D <= 9971344;  
X8E <= 3323868;  
X8F <= 13459540;  
X8G <= 1681029;  
X8H <= 5370222;  
X8I <= 2030035;  
X8J <= 4383221;  
X8K <= 2636314;  
X8L <= 2934935;  
X8M <= 4286959;  
X8N <= 2890843;  
X8O <= 3852545;  
X9A <= 1039946;  
X9B <= 504399;  
X9C <= 142700;  
X10A <= 249949;  
X10B <= 242812;  
X10C <= 1153977;  
X10D <= 236627;  
X10E <= 320763;  
X10F <= 1373473;  
X10G <= 4316690;  
X10H <= 622886;  
X10I <= 296040;  
X10J <= 267984;  
X10K <= 259091;  
X11A <= 1629542;  
X11B <= 339575;  
X11C <= 270274;  
X11D <= 149985;  
X12A <= 458667;  
X12B <= 191023;  
X13A <= 484495;  
X13B <= 9681913;  
X13C <= 445958;  
X13D <= 418194;  
X13E <= 722379;  
X13F <= 390880;  
X13G <= 2577274;  
X13H <= 1482524;  
X13I <= 5041279;  
X14A <= 2807260;  
X14B <= 1332540;  
X14C <= 637284;  
X14D <= 466302;  
X14E <= 2694488;  
X14F <= 9567396;  
X14G <= 6019372;  
X14H <= 1006335;  
X14I <= 968365;  
X14J <= 8107041;  
X14K <= 1265223;  
X14L <= 1173223;  
X14M <= 427839;  
X14N <= 588300;  
X14O <= 4652654;  
X14P <= 2420808;  
X14Q <= 1055344;  
X14R <= 832330;  
X14S <= 2635923;  
X14T <= 1884941;  
X15A <= 250776;

X15B <= 154164;  
X15C <= 177886;  
X15D <= 1429747;  
X15E <= 201106;  
X15F <= 160827;  
X15G <= 601438;  
X15H <= 338283;  
X15I <= 208875;  
X16A <= 320734;  
X16B <= 774793;  
X16C <= 311685;  
X16D <= 205322;  
X17A <= 165783;  
X18A <= 1517999;  
X18B <= 864979;  
X18C <= 1248690;  
X18D <= 4427014;  
X18E <= 7786317;  
X18F <= 3491774;  
X18G <= 1440102;  
X19A <= 112159;  
X19B <= 437769;  
X19C <= 129144;  
X19D <= 139992;  
X20A <= 371547;  
X20B <= 5406413;  
X20C <= 307560;  
X20D <= 290766;  
X20E <= 805667;  
X20F <= 235451;  
X21A <= 1775320;  
X21B <= 319612;  
X22A <= 462385;  
X22B <= 1193318;  
X23A <= 297793;  
X23B <= 176900;  
X23C <= 1708769;  
X23D <= 428771;  
X24A <= 737191;  
X24B <= 1978578;  
X24C <= 225370;  
X24D <= 1185179;  
X24E <= 219538;  
X25A <= 200996;  
X25B <= 896997;  
X25C <= 334365;  
X25D <= 1852633;  
X25E <= 348601;  
X25F <= 483654;  
X25G <= 424907;  
X26A <= 194995;  
X26B <= 807542;  
X27A <= 245568;  
X27B <= 816419;  
X27C <= 387130;  
X27D <= 1545093;  
X27E <= 1306515;  
X27F <= 1529174;  
X27G <= 357473;  
X27H <= 1331023;  
X27I <= 1098973;  
X28A <= 65078;  
X28B <= 81468;  
X29A <= 1680479;  
X29B <= 738813;  
X29C <= 439544;

X29D <= 1078406;  
X29E <= 485145;  
X29F <= 380479;  
X29G <= 511067;  
X29H <= 179833;  
X29I <= 248544;  
X30A <= 1723164;  
X31A <= 111029;  
X31B <= 81684;  
X31C <= 135601;  
X32A <= 136000;

**! Capacidad de la Flota;**

X1A <= 20000;  
X1B <= 20000;  
X1C <= 20000;  
X2A <= 20000;  
X3A <= 20000;  
X3B <= 20000;  
X4A <= 20000;  
X4B <= 20000;  
X4C <= 20000;  
X4D <= 20000;  
X4E <= 20000;  
X5A <= 20000;  
X5B <= 20000;  
X5C <= 20000;  
X5D <= 20000;  
X6A <= 20000;  
X6B <= 20000;  
X6C <= 20000;  
X6D <= 20000;  
X7A <= 20000;  
X7B <= 20000;  
X7C <= 20000;  
X7D <= 20000;  
X7E <= 20000;  
X8A <= 3500;  
X8B <= 3500;  
X8C <= 3500;  
X8D <= 20000;  
X8E <= 3500;  
X8F <= 20000;  
X8G <= 3500;  
X8H <= 3500;  
X8I <= 3500;  
X8J <= 3500;  
X8K <= 3500;  
X8L <= 3500;  
X8M <= 3500;  
X8N <= 3500;  
X8O <= 20000;  
X9A <= 20000;  
X9B <= 20000;  
X9C <= 20000;  
X10A <= 40;  
X10B <= 20000;  
X10C <= 20000;  
X10D <= 20000;  
X10E <= 20000;  
X10F <= 20000;  
X10G <= 20000;  
X10H <= 20000;  
X10I <= 20000;  
X10J <= 20000;  
X10K <= 20000;  
X11A <= 20000;

X11B <= 20000;  
X11C <= 20000;  
X11D <= 20000;  
X12A <= 20000;  
X12B <= 40;  
X13A <= 20000;  
X13B <= 20000;  
X13C <= 20000;  
X13D <= 20000;  
X13E <= 20000;  
X13F <= 20000;  
X13G <= 20000;  
X13H <= 20000;  
X13I <= 20000;  
X14A <= 40;  
X14B <= 40;  
X14C <= 40;  
X14D <= 40;  
X14E <= 40;  
X14F <= 20000;  
X14G <= 3500;  
X14H <= 3500;  
X14I <= 40;  
X14J <= 20000;  
X14K <= 40;  
X14L <= 40;  
X14M <= 40;  
X14N <= 40;  
X14O <= 3500;  
X14P <= 3500;  
X14Q <= 40;  
X14R <= 40;  
X14S <= 3500;  
X14T <= 40;  
X15A <= 20000;  
X15B <= 20000;  
X15C <= 20000;  
X15D <= 20000;  
X15E <= 20000;  
X15F <= 20000;  
X15G <= 20000;  
X15H <= 20000;  
X15I <= 20000;  
X16A <= 20000;  
X16B <= 20000;  
X16C <= 20000;  
X16D <= 20000;  
X17A <= 20000;  
X18A <= 20000;  
X18B <= 20000;  
X18C <= 20000;  
X18D <= 20000;  
X18E <= 20000;  
X18F <= 20000;  
X18G <= 20000;  
X19A <= 20000;  
X19B <= 20000;  
X19C <= 20000;  
X19D <= 20000;  
X20A <= 20000;  
X20B <= 20000;  
X20C <= 40;  
X20D <= 40;  
X20E <= 20000;  
X20F <= 20000;  
X21A <= 20000;

X21B <= 20000;  
 X22A <= 20000;  
 X22B <= 20000;  
 X23A <= 20000;  
 X23B <= 20000;  
 X23C <= 20000;  
 X23D <= 20000;  
 X24A <= 20000;  
 X24B <= 20000;  
 X24C <= 20000;  
 X24D <= 20000;  
 X24E <= 20000;  
 X25A <= 20000;  
 X25B <= 20000;  
 X25C <= 20000;  
 X25D <= 20000;  
 X25E <= 20000;  
 X25F <= 20000;  
 X25G <= 20000;  
 X26A <= 20000;  
 X26B <= 20000;  
 X27A <= 20000;  
 X27B <= 20000;  
 X27C <= 20000;  
 X27D <= 20000;  
 X27E <= 20000;  
 X27F <= 20000;  
 X27G <= 20000;  
 X27H <= 20000;  
 X27I <= 20000;  
 X28A <= 20000;  
 X28B <= 20000;  
 X29A <= 20000;  
 X29B <= 20000;  
 X29C <= 20000;  
 X29D <= 20000;  
 X29E <= 20000;  
 X29F <= 20000;  
 X29G <= 20000;  
 X29H <= 20000;  
 X29I <= 20000;  
 X30A <= 20000;  
 X31A <= 20000;  
 X31B <= 20000;  
 X31C <= 20000;  
 X32A <= 20000;

**! Botella Sin Compactar;**

X10A + X12B + X14A + X14B + X14C + X14D + X14E + X14I + X14K + X14L + X14M + X14N + X14Q + X14R + X14T + X20C + X20D <= 168000;

Global optimal solution found at step: 64  
 Objective value: 0.1038910E+10

Variable	Value	Reduced Cost
X1A	0.0000000	2807.000
X1B	0.0000000	2262.000
X1C	0.0000000	2740.000
X2A	0.0000000	2807.000
X3A	0.0000000	1170.000
X3B	0.0000000	909.0000
X4A	20000.00	0.0000000
X4B	20000.00	0.0000000
X4C	20000.00	0.0000000
X4D	20000.00	0.0000000

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

X4E	20000.00	0.0000000
X5A	0.0000000	292.0000
X5B	0.0000000	593.0000
X5C	0.0000000	292.0000
X5D	0.0000000	292.0000
X6A	0.0000000	974.0000
X6B	0.0000000	1041.000
X6C	0.0000000	1015.000
X6D	0.0000000	974.0000
X7A	0.0000000	954.0000
X7B	0.0000000	776.0000
X7C	0.0000000	776.0000
X7D	0.0000000	339.0000
X7E	0.0000000	1276.000
X8A	3500.000	0.0000000
X8B	3500.000	0.0000000
X8C	3500.000	0.0000000
X8D	20000.00	0.0000000
X8E	3500.000	0.0000000
X8F	20000.00	0.0000000
X8G	3500.000	0.0000000
X8H	3500.000	0.0000000
X8I	3500.000	0.0000000
X8J	3500.000	0.0000000
X8K	3500.000	0.0000000
X8L	3500.000	0.0000000
X8M	0.0000000	954.0000
X8N	3500.000	0.0000000
X8O	20000.00	0.0000000
X9A	20000.00	0.0000000
X9B	20000.00	0.0000000
X9C	20000.00	0.0000000
X10A	40.00000	0.0000000
X10B	20000.00	0.0000000
X10C	20000.00	0.0000000
X10D	20000.00	0.0000000
X10E	20000.00	0.0000000
X10F	20000.00	0.0000000
X10G	20000.00	0.0000000
X10H	20000.00	0.0000000
X10I	20000.00	0.0000000
X10J	20000.00	0.0000000
X10K	20000.00	0.0000000
X11A	20000.00	0.0000000
X11B	20000.00	0.0000000
X11C	20000.00	0.0000000
X11D	20000.00	0.0000000
X12A	20000.00	0.0000000
X12B	40.00000	0.0000000
X13A	0.0000000	146.0000
X13B	0.0000000	0.0000000
X13C	20000.00	0.0000000
X13D	20000.00	0.0000000
X13E	0.0000000	416.0000
X13F	0.0000000	44.00000
X13G	0.0000000	0.0000000
X13H	0.0000000	0.0000000
X13I	15320.00	0.0000000
X14A	40.00000	0.0000000
X14B	40.00000	0.0000000
X14C	40.00000	0.0000000
X14D	40.00000	0.0000000
X14E	40.00000	0.0000000
X14F	20000.00	0.0000000
X14G	3500.000	0.0000000
X14H	3500.000	0.0000000

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

X14I	40.00000	0.0000000
X14J	20000.00	0.0000000
X14K	40.00000	0.0000000
X14L	40.00000	0.0000000
X14M	40.00000	0.0000000
X14N	40.00000	0.0000000
X14O	3500.000	0.0000000
X14P	3500.000	0.0000000
X14Q	40.00000	0.0000000
X14R	40.00000	0.0000000
X14S	3500.000	0.0000000
X14T	40.00000	0.0000000
X15A	20000.00	0.0000000
X15B	20000.00	0.0000000
X15C	20000.00	0.0000000
X15D	20000.00	0.0000000
X15E	20000.00	0.0000000
X15F	20000.00	0.0000000
X15G	20000.00	0.0000000
X15H	20000.00	0.0000000
X15I	20000.00	0.0000000
X16A	20000.00	0.0000000
X16B	20000.00	0.0000000
X16C	20000.00	0.0000000
X16D	20000.00	0.0000000
X17A	0.0000000	359.0000
X18A	20000.00	0.0000000
X18B	20000.00	0.0000000
X18C	20000.00	0.0000000
X18D	20000.00	0.0000000
X18E	20000.00	0.0000000
X18F	20000.00	0.0000000
X18G	20000.00	0.0000000
X19A	0.0000000	547.0000
X19B	0.0000000	59.00000
X19C	0.0000000	762.0000
X19D	20000.00	0.0000000
X20A	20000.00	0.0000000
X20B	20000.00	0.0000000
X20C	40.00000	0.0000000
X20D	40.00000	0.0000000
X20E	20000.00	0.0000000
X20F	20000.00	0.0000000
X21A	20000.00	0.0000000
X21B	20000.00	0.0000000
X22A	0.0000000	851.0000
X22B	0.0000000	2074.000
X23A	20000.00	0.0000000
X23B	20000.00	0.0000000
X23C	20000.00	0.0000000
X23D	20000.00	0.0000000
X24A	0.0000000	1584.000
X24B	0.0000000	1254.000
X24C	0.0000000	1584.000
X24D	0.0000000	890.0000
X24E	0.0000000	1384.000
X25A	0.0000000	1910.000
X25B	0.0000000	1871.000
X25C	0.0000000	1968.000
X25D	0.0000000	2021.000
X25E	0.0000000	1774.000
X25F	0.0000000	2150.000
X25G	0.0000000	2212.000
X26A	0.0000000	781.0000
X26B	0.0000000	781.0000
X27A	0.0000000	781.0000

## DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.

---

X27B	20000.00	0.0000000
X27C	20000.00	0.0000000
X27D	20000.00	0.0000000
X27E	0.0000000	173.0000
X27F	0.0000000	330.0000
X27G	0.0000000	330.0000
X27H	20000.00	0.0000000
X27I	20000.00	0.0000000
X28A	20000.00	0.0000000
X28B	20000.00	0.0000000
X29A	0.0000000	303.0000
X29B	0.0000000	627.0000
X29C	0.0000000	93.00000
X29D	20000.00	0.0000000
X29E	0.0000000	627.0000
X29F	0.0000000	4.000000
X29G	20000.00	0.0000000
X29H	0.0000000	421.0000
X29I	20000.00	0.0000000
X30A	0.0000000	1170.000
X31A	0.0000000	228.0000
X31B	20000.00	0.0000000
X31C	0.0000000	167.0000
X32A	0.0000000	107.0000

Anexo B4: Estructura del Modelo de Transporte de Distribución.

Tipo de Ruta	Nombre del Distribuidor	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Capacidad del Vehículo (Kg)	Demanda de la Localidad (kg)	Costo
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	A	Ensenada	Traíler	20000	177131	\$4.741
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	B	Mexicali	Traíler	20000	464574	\$4.087
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	C	Tijuana	Traíler	20000	888732	\$4.661
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	D	La Paz	Traíler	20000	107261	\$4.741
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	A	Ciudad Guzmán	Traíler	20000	232972	\$2.777
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	B	Guadalajara	Traíler	20000	4655604	\$2.464
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	E	Ciudad Acuña	Traíler	20000	375592	\$1.036
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	F	Monclova	Traíler	20000	895349	\$1.036
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	G	Piedras Negras	Traíler	20000	542302	\$1.036
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	H	Saltillo	Traíler	20000	2418562	\$1.036
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	I	Torreón	Traíler	20000	2282788	\$1.243
2	BAZARMEX	A	Comitán de Domínguez	Traíler	20000	87	\$2.542
2	BAZARMEX	B	San Cristóbal de las Casas	Traíler	20000	138	\$2.622
2	BAZARMEX	C	Tapachula de Córdoba y Ordoñez	Traíler	20000	228	\$2.591
2	BAZARMEX	D	Tuxtla Gutiérrez	Traíler	20000	527	\$2.542
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	J	Cuauhtémoc	Traíler	20000	38983	\$2.518
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	K	Chihuahua	Traíler	20000	297465	\$2.304
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	L	Delicias	Traíler	20000	45561	\$2.304
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	M	Hidalgo del Parral	Traíler	20000	46660	\$1.780
1	ORGIL DE MÉXICO S.A. DE C.V.	N	Juárez	Traíler	20000	482640	\$2.904
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	C	Atlixco	Traíler	20000	207820	\$707
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	D	Heroica Puebla de Zaragoza	Traíler	20000	3024007	\$707
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	E	San Martín Texmelucan de Labastida	Traíler	20000	172030	\$546
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	F	Cholula de Rivadabia	Traíler	20000	162636	\$707
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	G	Tehuacán	Traíler	20000	450639	\$1.030
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	H	Teziutlán	Traíler	20000	131697	\$1.158
2	BAZARMEX	E	Chetumal	Traíler	20000	30771	\$2.394
2	BAZARMEX	F	Cancún	Traíler	20000	79414	\$3.862
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	I	Ciudad Valles	Traíler	20000	961613	\$389
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	J	Matehuala	Traíler	20000	571234	\$860
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	K	San Luis Potosí	Traíler	20000	5517851	\$754
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	L	Soledad de Graciano Sánchez	Traíler	20000	1384559	\$754
2	BAZARMEX	G	Cárdenas	Traíler	20000	707	\$2.310
2	BAZARMEX	H	Villahermosa	Traíler	20000	2928	\$2.310
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	M	Reynosa	Traíler	20000	15993559	\$1.769
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	N	Ciudad Río Bravo	Traíler	20000	3738791	\$1.769
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	O	Tampico	Traíler	20000	13921111	\$674
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	P	Ciudad Victoria	Traíler	20000	11494114	\$860
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	Q	Veracruz	Traíler	20000	733012	\$1.736
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	R	Coatzacoalcos	Traíler	20000	322265	\$2.125
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	S	Córdoba	Traíler	20000	191726	\$1.484
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	T	Xalapa Enriquez	Traíler	20000	470393	\$955
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	U	Minatitlán	Traíler	20000	211617	\$2.125
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	V	Orizaba	Traíler	20000	165962	\$1.378
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	W	Poza Rica de Hidalgo	Traíler	20000	222923	\$391
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	X	San Andrés Tuxtla	Traíler	20000	78442	\$1.878
3	DAK AMERICAS S.A DE C.V.	Y	Túxpam de Rodríguez Cano	Traíler	20000	108413	\$541
2	BAZARMEX	I	Mérida	Traíler	20000	3691764	\$2.777
2	BAZARMEX	J	Ciudad Victoria	Traíler	20000	11494114	\$1.646
2	BAZARMEX	K	Reynosa	Traíler	20000	15993559	\$1.573
2	BAZARMEX	L	San Luis Potosí	Traíler	20000	5517851	\$1.573

Tabla B.7, Información para Estructurar el Modelo de Transporte, Parte I. Elaboración Propia.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Nombre del Distribuidor	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Capacidad del Vehículo (Kg)	Demanda de la Localidad (kg)	Costo
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	A	Colima	Trailer	20000	455	\$1.723
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	B	Manzanillo	Trailer	20000	330	\$2.084
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	C	Tecomán	Trailer	20000	282	\$1.723
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	D	Ciudad de Villa de Alvarez	Trailer	20000	262	\$1.723
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	A	Azacapotzalco	Trailer	20000	2497616	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	B	Coyoacán	Trailer	20000	3586142	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	C	Cuajimalpa de Morelos	Trailer	20000	751116	\$65
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	D	Gustavo A. Madero	Trailer	20000	6897543	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	E	Iztacalco	Trailer	20000	2299241	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	F	Iztapalapa	Trailer	20000	9310456	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	G	Magdalena Contreras	Trailer	20000	1162830	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	H	Alvaro Obregón	Trailer	20000	3714779	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	I	Tláhuac	Trailer	20000	1404249	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	J	Tlalpan	Trailer	20000	3032034	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	K	Xochimilco	Trailer	20000	1823635	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	L	Benito Juárez	Trailer	20000	2030202	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	M	Cuauhtémoc	Trailer	20000	2965446	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	N	Miguel Hidalgo	Trailer	20000	1999702	\$127
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	O	Venustiano Carranza	Trailer	20000	2664946	\$127
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	E	Victoria de Durango	Trailer	20000	251098	\$913
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	F	Gómez Palacio	Trailer	20000	121789	\$1.243
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	G	Ciudad Lerdo	Trailer	20000	34455	\$1.243
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	P	Acámbaro	Trailer	20000	208772	\$583
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	Q	San Miguel de Allende	Trailer	20000	202810	\$754
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	R	Celaya	Trailer	20000	963866	\$940
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	S	Cortázar	Trailer	20000	197644	\$940
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	T	Guanajuato	Trailer	20000	267919	\$1.198
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	U	Irapuato	Trailer	20000	1147201	\$1.198
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	V	León de los Aldama	Trailer	20000	3605540	\$1.198
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	W	Salamanca	Trailer	20000	520269	\$1.082
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	X	San Francisco del Rincón	Trailer	20000	247269	\$1.242
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	Y	Silao	Trailer	20000	223835	\$1.198
5	RECYMEX S.A. DE C.V.	Z	Valle de Santiago	Trailer	20000	216407	\$1.086
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	H	Acapulco de Juárez	Trailer	20000	203	\$1.230
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	I	Chilpancingo de los Bravo	Camioneta	3500	42	\$706
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	J	Iguala de la Independencia	Camioneta	3500	34	\$414
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	K	Zihuatanejo	Camioneta	3500	19	\$1.277
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	L	Ciudad Guzmán	Trailer	20000	232972	\$1.548
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	M	Guadalajara	Trailer	20000	4655604	\$1.373
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	N	Lagos de Moreno	Trailer	20000	214442	\$1.198
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	O	Ocotlán	Trailer	20000	201091	\$1.201
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	P	Puerto Vallarta	Trailer	20000	347360	\$1.872
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	Q	Tepatitlán de Morelos	Trailer	20000	187957	\$1.426
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	R	Tlaquepaque	Trailer	20000	1239297	\$1.373
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	S	Tonalá	Trailer	20000	712880	\$1.373
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	T	Zapopan	Trailer	20000	2424128	\$1.373
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	U	Juchitán de Zaragoza	Trailer	20000	5055	\$2.029
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	V	Oaxaca de Juárez	Trailer	20000	19732	\$1.444
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	W	Salina Cruz	Trailer	20000	5821	\$2.287
4	TIPSA - TÉCNICA INDUSTRIAL DE POLÍMEROS S.A. DE C.V.	X	San Juan Bautista Tuxtepec	Trailer	20000	6310	\$1.030

**Tabla B.8, Información para Estructurar el Modelo de Transporte, Parte II. Elaboración Propia.**

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

Tipo de Ruta	Nombre del Distribuidor	Opciones	Destino	Tipo de Vehículo	Capacidad del Vehículo (Kg)	Demanda de la Localidad (kg)	Costo
7	PARKINGMEX	A	Pachuca de Soto	Trailer	20000	1665377	\$241
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	A	Tulancingo	Trailer	20000	693587	\$276
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	B	Ciudad López Mateos	Trailer	20000	5417415	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	C	San Francisco Coacalco	Trailer	20000	2571520	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	D	Chalco de Díaz Covarrubias	Trailer	20000	1229822	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	E	Chicoloapan de Juárez	Trailer	20000	899863	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	F	Chimalhuacán	Trailer	20000	5199789	\$179
7	PARKINGMEX	B	Ecatepec de Morelos	Trailer	20000	18463042	\$76
7	PARKINGMEX	C	Naucalpan de Juárez	Trailer	20000	11616110	\$179
7	PARKINGMEX	D	Ixtapaluca	Trailer	20000	1942012	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	G	Metepc	Trailer	20000	1868739	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	H	Ciudad Nezahualcóyotl	Trailer	20000	15644868	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	I	Ciudad Nicolás Romero	Trailer	20000	2441611	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	J	Los Reyes Acaquilpan	Trailer	20000	2264071	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	K	Ojo de Agua	Trailer	20000	825639	\$389
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	L	Texcoco de Mora	Trailer	20000	1135294	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	M	Tlalnepantla	Trailer	20000	8978634	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	N	Toluca de Lerdo	Trailer	20000	4671645	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	O	Buena Vista	Trailer	20000	2036591	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	P	San Pablo de las Salinas	Trailer	20000	1606220	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	Q	Cuautitlán Izcalli	Trailer	20000	5086772	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	R	Xico	Trailer	20000	3637535	\$179
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	S	Apatzingán de la Constitución	Trailer	20000	66634	\$1.019
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	T	Ciudad Hidalgo	Trailer	20000	40963	\$583
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	U	Ciudad Lázaro Cárdenas	Trailer	20000	47266	\$1.342
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	V	Morelia	Trailer	20000	379899	\$768
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	W	La Piedad de Cabadas	Trailer	20000	53436	\$1.040
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	X	Sahuayo de Morelos	Trailer	20000	42733	\$1.040
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	Y	Uruapan	Trailer	20000	159808	\$890
6	MOLIENDAS Y PELETIZADOS DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.	Z	Zamora de Hidalgo	Trailer	20000	89885	\$1.040
7	PARKINGMEX	E	Heroica Zitácuaro	Trailer	20000	55500	\$1.040
7	PARKINGMEX	F	Cuautla	Trailer	20000	398306	\$409
7	PARKINGMEX	G	Cuernavaca	Trailer	20000	962184	\$313
7	PARKINGMEX	H	Juitepec	Trailer	20000	387069	\$313
7	PARKINGMEX	I	Temixco	Trailer	20000	254981	\$313
7	PARKINGMEX	J	Tepic	Trailer	20000	26400	\$1.804
7	PARKINGMEX	K	Ciudad Apodaca	Trailer	20000	1101604	\$1.366
7	PARKINGMEX	L	San Pedro Garza Garcia	Trailer	20000	627710	\$1.036
7	PARKINGMEX	M	Ciudad General Escobedo	Trailer	20000	906168	\$1.036
7	PARKINGMEX	N	Guadalupe	Trailer	20000	3212661	\$1.036
7	PARKINGMEX	O	Monterrey	Trailer	20000	5650489	\$1.036
7	PARKINGMEX	P	San Nicolás de los Garza	Trailer	20000	2533962	\$1.036
7	PARKINGMEX	Q	Ciudad Santa Catarina	Trailer	20000	1045074	\$1.036
7	PARKINGMEX	R	Santiago de Querétaro	Trailer	20000	5845262	\$682
7	PARKINGMEX	S	San Juan del Río	Trailer	20000	1052327	\$682
7	PARKINGMEX	T	Los Mochis	Trailer	20000	10793	\$3.274
7	PARKINGMEX	U	Culiacán Rosales	Trailer	20000	28968	\$2.878
7	PARKINGMEX	V	Guasave	Trailer	20000	3300	\$3.274
7	PARKINGMEX	W	Mazatlán	Trailer	20000	17352	\$2.441
7	PARKINGMEX	X	Guamúchil	Trailer	20000	3214	\$3.034
7	PARKINGMEX	Y	Agua Prieta	Trailer	20000	33325	\$3.665
7	PARKINGMEX	Z	Ciudad Obregón	Trailer	20000	148719	\$3.618
8	OMNI	A	Heroica Guaymas	Trailer	20000	55437	\$3.734
8	OMNI	B	Hermosillo	Trailer	20000	307161	\$3.798
8	OMNI	C	Navojoa	Trailer	20000	57797	\$3.502
8	OMNI	D	Heroica Nogales	Trailer	20000	80188	\$3.953
8	OMNI	E	San Luis Río Colorado	Trailer	20000	70448	\$4.027
8	OMNI	F	Miramar	Trailer	20000	2568388	\$2.310
8	OMNI	G	Ciudad Madero	Trailer	20000	8538885	\$674
8	OMNI	H	Ciudad Mante	Trailer	20000	4048972	\$860
8	OMNI	I	Heroica Matamoros	Trailer	20000	16160054	\$860
8	OMNI	J	Nuevo Laredo	Trailer	20000	13664781	\$1.580
8	OMNI	K	Apizaco	Trailer	20000	1014179	\$402
8	OMNI	L	Tlaxcala de Xicohténcatl	Trailer	20000	1269603	\$677
8	OMNI	M	Aguascalientes	Trailer	20000	350	\$1.501

**Tabla B.9, Información para Estructurar el Modelo de Transporte, Parte III. Elaboración Propia.**

## Anexo B5: Formulación y Solución del Modelo de Transporte de Distribución en Software Lingo.

! Modelo de Distribución;

! Definición de Variables;

! Xij, Proveedor i a la localidad j;

! Minimizar Costo de Transporte;

Min = 4741\*X1A + 4087\*X1B + 4661\*X1C + 4741\*X1D + 2777\*X3A + 2464\*X3B + 1036\*X1E + 1036\*X1F + 1036\*X1G + 1036\*X1H + 1243\*X1I + 1723\*X4A + 2084\*X4B + 1723\*X4C + 1723\*X4D + 2542\*X2A + 2622\*X2B + 2591\*X2C + 2542\*X2D + 2518\*X1J + 2304\*X1K + 2304\*X1L + 1780\*X1M + 2904\*X1N + 127\*X5A + 127\*X5B + 65\*X5C + 127\*X5D + 127\*X5E + 127\*X5F + 127\*X5G + 127\*X5H + 127\*X5I + 127\*X5J + 127\*X5K + 127\*X5L + 127\*X5M + 127\*X5N + 127\*X5O + 913\*X4E + 1243\*X4F + 1243\*X4G + 583\*X5P + 754\*X5Q + 940\*X5R + 940\*X5S + 1198\*X5T + 1198\*X5U + 1198\*X5V + 1082\*X5W + 1242\*X5X + 1198\*X5Y + 1086\*X5Z + 1230\*X4H + 706\*X4I + 414\*X4J + 1277\*X4K + 241\*X7A + 276\*X6A + 1548\*X4L + 1373\*X4M + 1198\*X4N + 1201\*X4O + 1872\*X4P + 1426\*X4Q + 1373\*X4R + 1373\*X4S + 1373\*X4T + 179\*X6B + 179\*X6C + 179\*X6D + 179\*X6E + 179\*X6F + 76\*X7B + 179\*X7C + 179\*X7D + 179\*X6G + 179\*X6H + 179\*X6I + 179\*X6J + 389\*X6K + 179\*X6L + 179\*X6M + 179\*X6N + 179\*X6O + 179\*X6P + 179\*X6Q + 179\*X6R + 1019\*X6S + 583\*X6T + 1342\*X6U + 768\*X6V + 1040\*X6W + 1040\*X6X + 890\*X6Y + 1040\*X6Z + 1040\*X7E + 409\*X7F + 313\*X7G + 313\*X7H + 313\*X7I + 1804\*X7J + 1366\*X7K + 1036\*X7L + 1036\*X7M + 1036\*X7N + 1036\*X7O + 1036\*X7P + 1036\*X7Q + 2029\*X4U + 1444\*X4V + 2287\*X4W + 1030\*X4X + 707\*X3C + 707\*X3D + 546\*X3E + 707\*X3F + 1030\*X3G + 1158\*X3H + 682\*X7R + 682\*X7S + 2394\*X2E + 3862\*X2F + 389\*X3I + 860\*X3J + 754\*X3K + 754\*X3L + 3274\*X7T + 2878\*X7U + 3274\*X7V + 2441\*X7W + 3034\*X7X + 3665\*X7Y + 3618\*X7Z + 3734\*X8A + 3798\*X8B + 3502\*X8C + 3953\*X8D + 4027\*X8E + 2310\*X2G + 2310\*X2H + 2310\*X8F + 674\*X8G + 860\*X8H + 860\*X8I + 1580\*X8J + 1769\*X3M + 1769\*X3N + 674\*X3O + 860\*X3P + 402\*X8K + 677\*X8L + 1736\*X3Q + 2125\*X3R + 1484\*X3S + 955\*X3T + 2125\*X3U + 1378\*X3V + 391\*X3W + 1878\*X3X + 541\*X3Y + 2777\*X2I + 1646\*X2J + 1573\*X2K + 1573\*X2L + 1501\*X8M;

! Restricciones;

! Oferta de la Recicladora;

X1A + X1B + X1C + X1D + X3A + X3B + X1E + X1F + X1G + X1H + X1I + X4A + X4B + X4C + X4D + X2A + X2B + X2C + X2D + X1J + X1K + X1L + X1M + X1N + X5A + X5B + X5C + X5D + X5E + X5F + X5G + X5H + X5I + X5J + X5K + X5L + X5M + X5N + X5O + X4E + X4F + X4G + X4H + X4I + X4J + X4K + X7A + X6A + X4L + X4M + X4N + X4O + X4P + X4Q + X4R + X4S + X4T + X6B + X6C + X6D + X6E + X6F + X7B + X7C + X7D + X6G + X6H + X6I + X6J + X6K + X6L + X6M + X6N + X6O + X6P + X6Q + X6R + X6S + X6T + X6U + X6V + X6W + X6X + X6Y + X6Z + X7E + X7F + X7G + X7H + X7I + X7J + X7K + X7L + X7M + X7N + X7O + X7P + X7Q + X4U + X4V + X4W + X4X + X3C + X3D + X3E + X3F + X3G + X3H + X7R + X7S + X2E + X2F + X3I + X3J + X3K + X3L + X7T + X7U + X7V + X7W + X7X + X7Y + X7Z + X8A + X8B + X8C + X8D + X8E + X2G + X2H + X8F + X8G + X8H + X8I + X8J + X3M + X3N + X3O + X3P + X8K + X8L + X3Q + X3R + X3S + X3T + X3U + X3V + X3W + X3X + X3Y + X2I + X2J + X2K + X2L + X8M = 1512000;

! Oferta de los Distribuidores;

X1A <= 20000;

X1B <= 20000;

X1C <= 20000;

X1D <= 20000;

X3A <= 20000;

X3B <= 20000;

X1E <= 20000;

X1F <= 20000;

X1G <= 20000;

X1H <= 20000;

X1I <= 20000;

X4A <= 20000;

X4B <= 20000;

X4C <= 20000;

X4D <= 20000;

X2A <= 20000;

X2B <= 20000;

X2C <= 20000;

X2D <= 20000;

X1J <= 20000;

X1K <= 20000;

X1L <= 20000;

X1M <= 20000;

X1N <= 20000;

X5A <= 20000;

X5B <= 20000;

X5C <= 20000;

X5D <= 20000;

X5E <= 20000;

X5F <= 20000;

X5G <= 20000;

X5H <= 20000;

X5I <= 20000;

X5J <= 20000;

X5K <= 20000;

X5L <= 20000;  
X5M <= 20000;  
X5N <= 20000;  
X5O <= 20000;  
X4E <= 20000;  
X4F <= 20000;  
X4G <= 20000;  
X5P <= 20000;  
X5Q <= 20000;  
X5R <= 20000;  
X5S <= 20000;  
X5T <= 20000;  
X5U <= 20000;  
X5V <= 20000;  
X5W <= 20000;  
X5X <= 20000;  
X5Y <= 20000;  
X5Z <= 20000;  
X4H <= 20000;  
X4I <= 3500;  
X4J <= 3500;  
X4K <= 3500;  
X7A <= 20000;  
X6A <= 20000;  
X4L <= 20000;  
X4M <= 20000;  
X4N <= 20000;  
X4O <= 20000;  
X4P <= 20000;  
X4Q <= 20000;  
X4R <= 20000;  
X4S <= 20000;  
X4T <= 20000;  
X6B <= 20000;  
X6C <= 20000;  
X6D <= 20000;  
X6E <= 20000;  
X6F <= 20000;  
X7B <= 20000;  
X7C <= 20000;  
X7D <= 20000;  
X6G <= 20000;  
X6H <= 20000;  
X6I <= 20000;  
X6J <= 20000;  
X6K <= 20000;  
X6L <= 20000;  
X6M <= 20000;  
X6N <= 20000;  
X6O <= 20000;  
X6P <= 20000;  
X6Q <= 20000;  
X6R <= 20000;  
X6S <= 20000;  
X6T <= 20000;  
X6U <= 20000;  
X6V <= 20000;  
X6W <= 20000;  
X6X <= 20000;  
X6Y <= 20000;  
X6Z <= 20000;  
X7E <= 20000;  
X7F <= 20000;  
X7G <= 20000;  
X7H <= 20000;  
X7I <= 20000;  
X7J <= 20000;  
X7K <= 20000;  
X7L <= 20000;  
X7M <= 20000;  
X7N <= 20000;  
X7O <= 20000;  
X7P <= 20000;  
X7Q <= 20000;  
X4U <= 20000;  
X4V <= 20000;

X4W <= 20000;  
X4X <= 20000;  
X3C <= 20000;  
X3D <= 20000;  
X3E <= 20000;  
X3F <= 20000;  
X3G <= 20000;  
X3H <= 20000;  
X7R <= 20000;  
X7S <= 20000;  
X2E <= 20000;  
X2F <= 20000;  
X3I <= 20000;  
X3J <= 20000;  
X3K <= 20000;  
X3L <= 20000;  
X7T <= 20000;  
X7U <= 20000;  
X7V <= 20000;  
X7W <= 20000;  
X7X <= 20000;  
X7Y <= 20000;  
X7Z <= 20000;  
X8A <= 20000;  
X8B <= 20000;  
X8C <= 20000;  
X8D <= 20000;  
X8E <= 20000;  
X2G <= 20000;  
X2H <= 20000;  
X8F <= 20000;  
X8G <= 20000;  
X8H <= 20000;  
X8I <= 20000;  
X8J <= 20000;  
X3M <= 20000;  
X3N <= 20000;  
X3O <= 20000;  
X3P <= 20000;  
X8K <= 20000;  
X8L <= 20000;  
X3Q <= 20000;  
X3R <= 20000;  
X3S <= 20000;  
X3T <= 20000;  
X3U <= 20000;  
X3V <= 20000;  
X3W <= 20000;  
X3X <= 20000;  
X3Y <= 20000;  
X2I <= 20000;  
X2J <= 20000;  
X2K <= 20000;  
X2L <= 20000;  
X8M <= 20000;  
! Demanda de las Localidades;  
X1A <= 177131;  
X1B <= 464574;  
X1C <= 888732;  
X1D <= 107261;  
X3A + X4L <= 232972;  
X3B + X4M <= 4655604;  
X1E <= 375592;  
X1F <= 895349;  
X1G <= 542302;  
X1H <= 2418562;  
X1I <= 2282788;  
X4A <= 455;  
X4B <= 330;  
X4C <= 282;  
X4D <= 262;  
X2A <= 87;  
X2B <= 138;  
X2C <= 228;  
X2D <= 527;  
X1J <= 38983;

X1K <= 297465;  
X1L <= 45561;  
X1M <= 46660;  
X1N <= 482640;  
X5A <= 2497616;  
X5B <= 3586142;  
X5C <= 751116;  
X5D <= 6897543;  
X5E <= 2299241;  
X5F <= 9310456;  
X5G <= 1162830;  
X5H <= 3714779;  
X5I <= 1404249;  
X5J <= 3032034;  
X5K <= 1823635;  
X5L <= 2030202;  
X5M <= 2965446;  
X5N <= 1999702;  
X5O <= 2664946;  
X4E <= 251098;  
X4F <= 121789;  
X4G <= 34455;  
X5P <= 208772;  
X5Q <= 202810;  
X5R <= 963866;  
X5S <= 197644;  
X5T <= 267919;  
X5U <= 1147201;  
X5V <= 3605540;  
X5W <= 520269;  
X5X <= 247269;  
X5Y <= 223835;  
X5Z <= 216407;  
X4H <= 203;  
X4I <= 42;  
X4J <= 34;  
X4K <= 19;  
X7A <= 1665377;  
X6A <= 693587;  
X4N <= 214442;  
X40 <= 201091;  
X4P <= 347360;  
X4Q <= 187957;  
X4R <= 1239297;  
X4S <= 712880;  
X4T <= 2424128;  
X6B <= 5417415;  
X6C <= 2571520;  
X6D <= 1229822;  
X6E <= 899863;  
X6F <= 5199789;  
X7B <= 18463042;  
X7C <= 11616110;  
X7D <= 1942012;  
X6G <= 1868739;  
X6H <= 15644868;  
X6I <= 2441611;  
X6J <= 2264071;  
X6K <= 825639;  
X6L <= 1135294;  
X6M <= 8978634;  
X6N <= 4671645;  
X6O <= 2036591;  
X6P <= 1606220;  
X6Q <= 5086772;  
X6R <= 3637535;  
X6S <= 66634;  
X6T <= 40963;  
X6U <= 47266;  
X6V <= 379899;  
X6W <= 53436;  
X6X <= 42733;  
X6Y <= 159808;  
X6Z <= 89885;  
X7E <= 55500;  
X7F <= 398306;

X7G <= 962184;  
 X7H <= 387069;  
 X7I <= 254981;  
 X7J <= 26400;  
 X7K <= 1101604;  
 X7L <= 627710;  
 X7M <= 906168;  
 X7N <= 3212661;  
 X7O <= 5650489;  
 X7P <= 2533962;  
 X7Q <= 1045074;  
 X4U <= 5055;  
 X4V <= 19732;  
 X4W <= 5821;  
 X4X <= 6310;  
 X3C <= 207820;  
 X3D <= 3024007;  
 X3E <= 172030;  
 X3F <= 162636;  
 X3G <= 450639;  
 X3H <= 131697;  
 X7R <= 5845262;  
 X7S <= 1052327;  
 X2E <= 30771;  
 X2F <= 79414;  
 X3I <= 961613;  
 X3J <= 571234;  
 X3K + X2L <= 5517851;  
 X3L <= 1384559;  
 X7T <= 10793;  
 X7U <= 28968;  
 X7V <= 3300;  
 X7W <= 17352;  
 X7X <= 3214;  
 X7Y <= 33325;  
 X7Z <= 148719;  
 X8A <= 55437;  
 X8B <= 307161;  
 X8C <= 57797;  
 X8D <= 80188;  
 X8E <= 70448;  
 X2G <= 707;  
 X2H <= 2928;  
 X8F <= 2568388;  
 X8G <= 8538885;  
 X8H <= 4048972;  
 X8I <= 16160054;  
 X8J <= 13664781;  
 X3M + X2K <= 15993559;  
 X3N <= 3738791;  
 X3O <= 13921111;  
 X3P + X2J <= 11494114;  
 X8K <= 1014179;  
 X8L <= 1269603;  
 X3Q <= 733012;  
 X3R <= 322265;  
 X3S <= 191726;  
 X3T <= 470393;  
 X3U <= 211617;  
 X3V <= 165962;  
 X3W <= 222923;  
 X3X <= 78442;  
 X3Y <= 108413;  
 X2I <= 3691764;  
 X8M <= 350;

Global optimal solution found at step: 182  
 Objective value: 0.6851791E+09

Variable	Value	Reduced Cost
X1A	0.0000000	3705.000
X1B	0.0000000	3051.000
X1C	0.0000000	3625.000
X1D	0.0000000	3705.000
X3A	0.0000000	1741.000
X3B	0.0000000	1428.000

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

X1E	5614.000 <sup>10</sup>	0.0000000
X1F	20000.00	0.0000000
X1G	20000.00	0.0000000
X1H	0.0000000	0.0000000
X1I	0.0000000	207.0000
X4A	0.0000000	687.0000
X4B	0.0000000	1048.000
X4C	0.0000000	687.0000
X4D	0.0000000	687.0000
X2A	0.0000000	1506.000
X2B	0.0000000	1586.000
X2C	0.0000000	1555.000
X2D	0.0000000	1506.000
X1J	0.0000000	1482.000
X1K	0.0000000	1268.000
X1L	0.0000000	1268.000
X1M	0.0000000	744.0000
X1N	0.0000000	1868.000
X5A	20000.00	0.0000000
X5B	20000.00	0.0000000
X5C	20000.00	0.0000000
X5D	20000.00	0.0000000
X5E	20000.00	0.0000000
X5F	20000.00	0.0000000
X5G	20000.00	0.0000000
X5H	20000.00	0.0000000
X5I	20000.00	0.0000000
X5J	20000.00	0.0000000
X5K	20000.00	0.0000000
X5L	20000.00	0.0000000
X5M	20000.00	0.0000000
X5N	20000.00	0.0000000
X5O	20000.00	0.0000000
X4E	20000.00	0.0000000
X4F	0.0000000	207.0000
X4G	0.0000000	207.0000
X5P	20000.00	0.0000000
X5Q	20000.00	0.0000000
X5R	20000.00	0.0000000
X5S	20000.00	0.0000000
X5T	0.0000000	162.0000
X5U	0.0000000	162.0000
X5V	0.0000000	162.0000
X5W	0.0000000	46.00000
X5X	0.0000000	206.0000
X5Y	0.0000000	162.0000
X5Z	0.0000000	50.00000
X4H	0.0000000	194.0000
X4I	42.00000	0.0000000
X4J	34.00000	0.0000000
X4K	0.0000000	241.0000
X7A	20000.00	0.0000000
X6A	20000.00	0.0000000
X4L	0.0000000	512.0000
X4M	0.0000000	337.0000
X4N	0.0000000	162.0000
X4O	0.0000000	165.0000
X4P	0.0000000	836.0000
X4Q	0.0000000	390.0000
X4R	0.0000000	337.0000
X4S	0.0000000	337.0000
X4T	0.0000000	337.0000
X6B	20000.00	0.0000000
X6C	20000.00	0.0000000
X6D	20000.00	0.0000000
X6E	20000.00	0.0000000
X6F	20000.00	0.0000000
X7B	20000.00	0.0000000
X7C	20000.00	0.0000000
X7D	20000.00	0.0000000
X6G	20000.00	0.0000000

<sup>10</sup> Nota: Se realizó el modelo en dos paquetes de cómputo distintos para validar el resultado, estos fueron Excel y Lingo, el único valor que varía de un paquete con respecto a otro se da en las variables X1E de Lingo y la variable X7M de Excel, ya que presentan la misma cantidad a surtir y el mismo costo de \$1036, lo que significa que la Recicladora puede decidir si enviar a la localidad de Cd. Gral. Escobedo (variable X7M) o a Cd. Acuña (variable X1E) con los proveedores correspondientes a dichas localidades.

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

X6H	20000.00	0.0000000
X6I	20000.00	0.0000000
X6J	20000.00	0.0000000
X6K	20000.00	0.0000000
X6L	20000.00	0.0000000
X6M	20000.00	0.0000000
X6N	20000.00	0.0000000
X6O	20000.00	0.0000000
X6P	20000.00	0.0000000
X6Q	20000.00	0.0000000
X6R	20000.00	0.0000000
X6S	20000.00	0.0000000
X6T	20000.00	0.0000000
X6U	0.0000000	306.0000
X6V	20000.00	0.0000000
X6W	0.0000000	4.0000000
X6X	0.0000000	4.0000000
X6Y	20000.00	0.0000000
X6Z	0.0000000	4.0000000
X7E	0.0000000	4.0000000
X7F	20000.00	0.0000000
X7G	20000.00	0.0000000
X7H	20000.00	0.0000000
X7I	20000.00	0.0000000
X7J	0.0000000	768.0000
X7K	0.0000000	330.0000
X7L	0.0000000	0.0000000
X7M	0.0000000	0.0000000
X7N	0.0000000	0.0000000
X7O	0.0000000	0.0000000
X7P	20000.00	0.0000000
X7Q	20000.00	0.0000000
X4U	0.0000000	993.0000
X4V	0.0000000	408.0000
X4W	0.0000000	1251.0000
X4X	6310.000	0.0000000
X3C	20000.00	0.0000000
X3D	20000.00	0.0000000
X3E	20000.00	0.0000000
X3F	20000.00	0.0000000
X3G	20000.00	0.0000000
X3H	0.0000000	122.0000
X7R	20000.00	0.0000000
X7S	20000.00	0.0000000
X2E	0.0000000	1358.000
X2F	0.0000000	2826.000
X3I	20000.00	0.0000000
X3J	20000.00	0.0000000
X3K	20000.00	0.0000000
X3L	20000.00	0.0000000
X7T	0.0000000	2238.000
X7U	0.0000000	1842.000
X7V	0.0000000	2238.000
X7W	0.0000000	1405.000
X7X	0.0000000	1998.000
X7Y	0.0000000	2629.000
X7Z	0.0000000	2582.000
X8A	0.0000000	2698.000
X8B	0.0000000	2762.000
X8C	0.0000000	2466.000
X8D	0.0000000	2917.000
X8E	0.0000000	2991.000
X2G	0.0000000	1274.000
X2H	0.0000000	1274.000
X8F	0.0000000	1274.000
X8G	20000.00	0.0000000
X8H	20000.00	0.0000000
X8I	20000.00	0.0000000
X8J	0.0000000	544.0000
X3M	0.0000000	733.0000
X3N	0.0000000	733.0000
X3O	20000.00	0.0000000
X3P	20000.00	0.0000000
X8K	20000.00	0.0000000
X8L	20000.00	0.0000000
X3Q	0.0000000	700.0000

**DISEÑO ESTRATÉGICO DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE UNA RECICLADORA DE PET EN MÉXICO.**

---

X3R	0.000000	1089.000
X3S	0.000000	448.0000
X3T	20000.00	0.0000000
X3U	0.0000000	1089.000
X3V	0.0000000	342.0000
X3W	20000.00	0.0000000
X3X	0.0000000	842.0000
X3Y	20000.00	0.0000000
X2I	0.0000000	1741.000
X2J	0.0000000	610.0000
X2K	0.0000000	537.0000
X2L	0.0000000	537.0000
X8M	0.0000000	465.0000

## Suplemento IA. Composición de las Matrices del Modelo de David, Matriz MEFE, MEFI, Perfil Competitivo, DOFA y MCPE.

### IA.1 Matriz de Evaluación de Factores Externos (MEFE)

La matriz de evaluación de los factores externos, permite resumir y evaluar información económica, social, cultural, demográfica, ambiental, política, gubernamental, jurídica, tecnológica y competitiva. La elaboración consta de cinco pasos:

1. Haga una lista de los factores críticos o determinantes para el éxito identificados en el proceso de la auditoria externa. Abarque un total de entre diez y veinte factores, incluyendo tanto oportunidades como amenazas que afectan a la empresa y su industria. En esta lista, primero anote las oportunidades y después las amenazas. Sea lo más específico posible, usando porcentajes, razones y cifras comparativas en la medida de lo posible.
2. Asigne un peso relativo a cada factor, de 0.0 (no es importante) a 1.0 (muy importante). El peso indica la importancia relativa que tiene ese factor para alcanzar el éxito en la industria de la empresa. Las oportunidades suelen tener pesos más altos que las amenazas, pero éstas, a su vez, pueden tener pesos altos si son especialmente graves o amenazadoras. Los pesos adecuados se pueden determinar comparando a los competidores que tienen éxito con los que no lo tienen o analizando el factor en grupo y llegando a un consenso. La suma de todos los pesos asignados a los factores debe sumar 1.0.
3. Asigne una calificación de 1 a 4 a cada uno de los factores determinantes para el éxito con el objeto de indicar si las estrategias presentes de la empresa están respondiendo con eficacia al factor, donde 4 = una respuesta superior, 3 = una respuesta superior a la media, 2 = una respuesta media y 1 = una respuesta mala. Las calificaciones se basan en la eficacia de las estrategias de la empresa. Así pues, las calificaciones se basan en la empresa, mientras que los pesos del paso 2 se basan en la industria.
4. Multiplique el peso de cada factor por su calificación para obtener una calificación ponderada.

5. Sume las calificaciones ponderadas de cada una de las variables para determinar el total ponderado de la organización.

Independientemente de la cantidad de oportunidades y amenazas clave incluidas en la matriz MEFE, el total ponderado más alto que puede obtener la organización es 4.0 y el total ponderado más bajo posible es 1.0. El valor del promedio ponderado es 2.5<sup>11</sup>. Un promedio ponderado de 4.0 indica que la organización está respondiendo de manera excelente a las oportunidades y amenazas existentes en su industria. En otras palabras, las estrategias de la empresa están aprovechando con eficacia las oportunidades existentes y minimizando los posibles efectos negativos de las amenazas externas. Un promedio ponderado de 1.0 indica que las estrategias de la empresa no están capitalizando las oportunidades ni evitando las amenazas externas.

La matriz MEFE, considera que el factor más importante que afecta a la industria analizada, es la que presenta el mayor peso. Si la empresa está siguiendo estrategias que capitalizan muy bien dicha oportunidad, se señala con la calificación de 4. Cabe señalar que entender a fondo los factores que se usan en la matriz MEFE es, de hecho, más importante que asignarles los pesos y las calificaciones.

## **IA.2 Matriz de Perfil Competitivo (MPC)**

La matriz del perfil competitivo identifica a los principales competidores de la empresa, así como sus fuerzas y debilidades particulares, en relación con una muestra de la posición estratégica de la empresa. Los pesos y los totales ponderados de una MPC o una MEFE tienen el mismo significado. Sin embargo, los factores de una MPC incluyen cuestiones internas y externas; las calificaciones se refieren a las fuerzas y a las debilidades. Existen algunas diferencias importantes entre una MEFE y una MPC. En primer término, los factores críticos o determinantes para el éxito en una MPC son más amplios, no incluyen datos específicos o concretos, e incluso se pueden concentrar en cuestiones internas. En esta matriz el factor crítico de mayor importancia para el éxito, obtiene el mayor peso. La calificación de la compañía, se analiza sobre el esfuerzo y aprovechamiento sobre dicho factor y en relación a la Competencia. El total ponderado mayor, permite conocer como se desempeña la compañía en relación a la Competencia.

Una aclaración en cuanto a la interpretación: sólo porque una empresa obtenga una calificación mayor que otra en una matriz del perfil competitivo, no quiere decir que

---

<sup>11</sup> **Nota:** Este es el promedio de calificación, por lo que para considerar que una empresa plantea estrategias lo mínimo aceptables, debe sumar este promedio, lo recomendable es obtener un promedio mayor, para obtener mejores resultados.

la primera empresa sea mejor que la segunda. Las cifras revelan la fuerza relativa de la empresa, pero la precisión implícita es sólo una ilusión. Las cifras no son mágicas. El propósito no es obtener una única cifra mágica, sino más bien asimilar y evaluar la información de manera sensata que sirva para tomar decisiones.

### **IA.3 Matriz de Evaluación de Factores Internos (MEFI)**

Este instrumento para formular estrategias resume y evalúa las fuerzas y debilidades más importantes dentro de las áreas funcionales de un negocio y además ofrece una base para identificar y evaluar las relaciones entre dichas áreas. Al elaborar una matriz MEFI es necesario aplicar juicios intuitivos, por lo que el hecho de que esta técnica tenga apariencia de un enfoque científico no se debe interpretar como si la misma fuera del todo contundente. Es bastante más importante entender a fondo los factores incluidos que las cifras reales. La matriz MEFI, es similar a la matriz MEFÉ y se desarrolla siguiendo cinco pasos:

1. Haga una lista de los factores de éxito identificados mediante el proceso de la auditoría interna. Use entre diez y veinte factores internos en total, que incluyan tanto fuerzas como debilidades. Primero anote las fuerzas y después las debilidades. Sea lo más específico posible y use porcentajes, razones y cifras comparativas.
2. Asigne un peso entre 0.0 (no importante) a 1.0 (absolutamente importante) a cada uno de los factores. El peso adjudicado a un factor dado indica la importancia relativa del mismo para alcanzar el éxito de la empresa. Independientemente de que el factor clave represente una fuerza o una debilidad interna, los factores que se consideren que repercutirán más en el desempeño de la organización deben llevar los pesos más altos. El total de todos los pesos debe de sumar 1.0.
3. Asigne una calificación entre 1 y 4 a cada uno de los factores a efecto de indicar si el factor representa una debilidad mayor (calificación = 1), una debilidad menor (calificación = 2), una fuerza menor (calificación = 3) o una fuerza mayor (calificación = 4). Así, las calificaciones se refieren a la compañía, mientras que los pesos del paso 2 se refieren a la industria.
4. Multiplique el peso de cada factor por su calificación correspondiente para determinar una calificación ponderada para cada variable.

5. Sume las calificaciones ponderadas de cada variable para determinar el total ponderado de la organización entera.

Sea cual fuere la cantidad de factores que se incluyen en una matriz MEFI, el total ponderado puede ir de un mínimo de 1.0 a un máximo de 4.0, siendo la calificación promedio de 2.5. Los totales ponderados muy por debajo de 2.5 caracterizan a las organizaciones que son débiles en lo interno, mientras que las calificaciones muy por arriba de 2.5 indican una posición interna fuerte. La cantidad de factores no influye en la escala de los totales ponderados porque los pesos siempre suman 1.0.

#### **IA.4 Matriz para formular Estrategias de las Amenazas, Oportunidades, Debilidades y Fortalezas (FODA)**

La matriz FODA es un instrumento de ajuste importante que ayuda a desarrollar cuatro tipos de estrategias: estrategias de fuerzas y debilidades, estrategias de debilidades y oportunidades, estrategias de fuerzas y amenazas y estrategias de debilidades y amenazas. Observar los factores internos y externos clave es la parte más difícil para desarrollar la matriz y requiere juicios sólidos, además de que no existe una serie mejor de adaptaciones.

##### **a) Las estrategias FO**

Usan las fuerzas internas de la empresa para aprovechar la ventaja de las oportunidades externas. Cuando una empresa tiene debilidades importantes, luchará por superarlas y convertirlas en fuerzas. Cuando una organización enfrenta amenazas importantes, tratará de evitarlas para concentrarse en las oportunidades.

##### **b) Las estrategias DO**

Pretenden superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas. En ocasiones existen oportunidades externas clave, pero una empresa tiene debilidades internas que le impiden explotar dichas oportunidades.

##### **c) Las estrategias FA**

Aprovechan las fuerzas de la empresa para evitar o disminuir las repercusiones de las amenazas externas. Esto no quiere decir que una organización fuerte siempre deba enfrentar las amenazas del entorno externo. Las empresas rivales que imitan ideas, innovaciones y productos patentados son una amenaza grave en muchas industrias.

d) Las estrategias DA

Son tácticas defensivas que pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno. Una organización que enfrenta muchas amenazas externas y debilidades internas de hecho podría estar en una situación muy precaria. En realidad, esta empresa quizá tendría que luchar por supervivencia, fusionarse, atrincherarse, declarar la quiebra u optar por la liquidación.

### IA.5 Matriz Cuantitativa de la Planificación Estratégica (MCPE)

Además de clasificar las estrategias para obtener una lista de prioridades, sólo existe una técnica analítica en la literatura diseñada para determinar el atractivo relativo de las acciones alternativas viables. Esta técnica es la matriz cuantitativa de la planificación estratégica (MCPE) que sirve para formular estrategias. Esta técnica indica, en forma objetiva, cuáles son las mejores estrategias alternativas. La MCPE usa la información obtenida de los análisis de la matriz MEFE, la matriz MEFI, la matriz del perfil competitivo, sumadas a la matriz FODA, el análisis PEEA, la matriz del BCG, la matriz IE y la matriz de la gran estrategia que ofrecen la información necesaria para armar una MCPE. La MCPE es un instrumento que permite a los estrategas evaluar las estrategias alternativas en forma objetiva, con base en los factores críticos para el éxito, 'internos y externos, identificados con anterioridad. Como los otros instrumentos analíticos para formular estrategias, la MCPE requiere que se hagan buenos juicios intuitivos. En términos conceptuales, la MCPE determina el atractivo relativo de diversas estrategias, basándose en el grado en que exista la posibilidad de capitalizar o mejorar los factores clave críticos para el éxito, externos e internos. En una MCPE se puede incluir cualquier cantidad de series de estrategias alternativas y una serie puede estar compuesta por cualquier cantidad de estrategias. Sin embargo, sólo las estrategias comprendidas en una serie dada son evaluadas en una relación mutua.

La matriz MCPE se compone de factores clave, las alternativas estratégicas, los pesos, las calificaciones del atractivo, las calificaciones del atractivo total y el total de la suma de calificaciones del atractivo. Los tres términos nuevos recién presentados - (1) las calificaciones del atractivo, (2) las calificaciones del atractivo total y (3) el total de la suma de calificaciones del atractivo - se definen y explican a continuación en forma de los seis pasos necesarios para elaborar una MCPE.

1. Haga una lista de las oportunidades/amenazas externas y las fuerzas/debilidades internas clave de la empresa en la columna izquierda de la MCPE. Esta

información se debe obtener directamente de la matriz MEFE y la matriz MEFI. La MCPE debe incluir cuando menos diez factores externos críticos para el éxito y diez factores internos críticos para el éxito.

2. Adjudique pesos a cada uno de los factores críticos para el éxito, internos y externos. Estos pesos son idénticos a los de la matriz MEFE y la matriz MEFI. Los pesos se presentan en una columna contigua, a la derecha, de los factores internos y externos críticos para el éxito.
3. Estudie las matrices y después identifique las estrategias alternativas cuya aplicación debería considerar la organización. Registre estas estrategias en la hilera superior de la MCPE. De ser posible, agrupe las estrategias en series excluyentes.
4. Determine las calificaciones del atractivo (CA) definidas como valores numéricos que indican el atractivo relativo de cada estrategia dentro de una serie dada de alternativas. Las calificaciones del atractivo se determinan analizando cada factor crítico para el éxito, interno o externo, de uno en uno, formulando la pregunta: "¿Afecta este factor la elección de la estrategia?" Si la respuesta a esta pregunta es Sí, entonces las estrategias se deben comparar en relación con ese factor clave. Concretamente, se debe asignar una calificación del atractivo a cada estrategia para indicar su atractivo relativo en comparación con otras, considerando ese factor particular. La escala de las calificaciones del atractivo es 1 = no es atractiva, 2 = algo atractiva, 3 = bastante atractiva y 4 = muy atractiva. Si la respuesta a la pregunta anterior es NO, que indica que el factor crítico para el éxito respectivo no tiene repercusiones para la elección concreta que se está considerando, entonces no se adjudican calificaciones del atractivo a las estrategias de esa serie.
5. Calcule las calificaciones del atractivo total. Las calificaciones del atractivo total se definen como el resultado de multiplicar los pesos (paso 2) por las calificaciones del atractivo (Paso 4) de cada hilera. Las calificaciones del atractivo total indican el atractivo relativo de cada una de las estrategias alternativas, considerando sólo el impacto del factor adyacente crítico para el éxito, interno o externo. Cuanto mayor es la calificación del atractivo total, tanto más atractiva será la alternativa estratégica (considerando sólo el factor adyacente crítico para el éxito).
6. Calcule el total de la suma de calificaciones del atractivo. Sumar las calificaciones del atractivo total de cada columna de estrategias de la MCPE. La suma de las

calificaciones del atractivo total revela cuál es la estrategia que resulte más atractiva de cada una de las series de alternativas. Las calificaciones más altas indican estrategias más atractivas, considerando todos los factores relevantes, internos y externos, que podrían afectar esas decisiones estratégicas. La magnitud de la diferencia entre el total de la suma de calificaciones del atractivo en una serie dada de alternativas estratégicas indica la idoneidad relativa de una estrategia en comparación con otra.

Un rasgo positivo de la MCPE es que permite analizar series de estrategias en secuencia o en forma simultánea. Por ejemplo, primero se podrían evaluar las estrategias a nivel corporativo, después las estrategias a nivel de divisiones y por último las estrategias a nivel de funciones. La cantidad de estrategias que se pueden evaluar de una sola vez usando una MCPE no tiene límite, como tampoco lo tiene la cantidad de series de estrategias.

Otra característica positiva de la MCPE es que requiere que los estrategas integren factores pertinentes, internos y externos, al proceso de decisión. Al elaborar una MCPE, es menos probable que se pasen por alto factores clave o que se ponderen indebidamente. Una MCPE concentra la atención en las relaciones importantes que afectan las decisiones estratégicas. Aunque la elaboración de una MCPE requiere una serie de decisiones subjetivas, el hecho de tomar decisiones menores a lo largo del camino aumenta la probabilidad de que las estrategias que se elijan al final sean las más convenientes para la organización. La MCPE se puede adaptar a las necesidades de organizaciones grandes o pequeñas, lucrativas y no lucrativas y se puede aplicar prácticamente a cualquier tipo de organización.

## Anexo C: Definición de las Estrategias 4'R.

### A. PRIMERA "R", REDUCIR:

Se refiere a cambiar nuestros hábitos de consumo, es decir si estamos acostumbrados a comprar más de lo que consumimos, lo recomendable es comprar sólo lo esencial, pues generalmente los sobrantes se tiran a la basura. Cuando compramos un producto y lo sacamos de su empaque o su envase, estos se vuelven basura. Así mismo, es recomendable utilizar los duraderos y no comprar desechables. Al disminuir el consumo excesivo de productos mejoramos nuestra economía.

REDUCIR es:

- Evitar los excesos de empaquetado y embalaje
- Disminuir el peso, volumen y toxicidad en envases y embalajes de los productos que consumimos diariamente
- Usar de nuevo un objeto con otro fin distinto al que se compró
- Reducir el consumo de energía, agua, materiales y productos tóxicos.
- Minimizar la compra de productos de "usar y tirar".

### B. SEGUNDA "R", REUSAR / REUTILIZAR:

Es usar nuevamente todos los objetos que generalmente se van a la basura o adaptarlos como sustitutos de otros objetos que podemos necesitar. Por ejemplo, algunos recipientes de plástico se pueden convertir en macetas, cajas para lápices, botones, clips y hasta en alhajeros si lo decoramos. Lo importante es, no desperdiciar aquello que ha costado a la naturaleza y al hombre en términos de cultivo, cosecha, transporte, manufactura y envasado.

REUSAR/REUTILIZAR es:

- Darle la máxima utilidad a las cosas sin necesidad de destruirlas o deshacernos de ellas, ahorrando la energía que se hubiera destinado para hacer dicho producto.

### C. TERCERA "R", RECICLAR:

Muchos de los materiales de los que están hechos los productos y envases pueden volver a ser usados si se separan en lugar de tirarlos. Por ejemplo, plásticos, papeles, cartones pueden ser reciclados (siempre y cuando no se hayan mezclado con la basura orgánica), así mismo, vidrio, latas de metal y aluminio así como, baterías de automóvil, etcétera. Existen centros de acopio, en donde estos materiales pueden ser comprados.

### D. RECOMPRA:

Consiste en consumir productos hechos preferentemente de materiales reciclados.