

161
203



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANALISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLANTACION DE UNA PLANTA
REPROCESADORA DE PLASTICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA INDUSTRIAL

P R E S E N T A N:

DANIEL VELAZQUEZ SUAREZ

JUAN CARRILLO URIBE

LETICIA GUTIERREZ ZUÑIGA

DIRECTOR: M.I. ARMANDO ORTIZ PRADO

FACULTAD DE
INGENIERIA



MEXICO, D.F.

JUNIO 1984

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*Con gratitud al
Ing. Armando Ortíz Prado,
por dedicarnos un poco de su
tiempo libre que no tenía.*

Los Tres.

*A mis padres:
Nicolas Velázquez Valdívia y
Rosa Suárez de Velázquez,
por todo el amor y apoyo
que siempre me han brindado.*

*A mis hermanos:
Antonio, Javier, David,
Lourdes, Alfredo, Eduardo e Israel,
por la unidad que ha
fomentado mi superación.*

A Oli, con cariño.

Daniel.

A la Universidad, por la oportunidad.

A ti mamá, por tu apoyo.

A Eugenio, para que te motives a llegar a una meta parecida .

Te agradezco Daniel por compartir mis mismas aspiraciones .

A Dolores, por tu compañía.

Juan

*A mis Padres y
Hermanos por
el apoyo que
me dieron.*

*Te agradezco
a ti por el
amor y paciencia
que me tuviste.*

*Y a ustedes por
la confianza y
tiempo que me
brindaron.*

Letty

CONTENIDO

Cap.		Pág.
	Introducción	I
1	Generalidades de los Plásticos	1
2	Introducción al Reciclado de Plásticos	22
3	Pronóstico de Consumo de Plásticos	65
4	Tamaño de Planta	84
5	Maquinaria y Equipo	96
6	Localización y Distribución de Planta	107
7	Análisis Financiero	128
8	Conclusiones	178
	Anexo 1 - Diagramas de Bloques	185
	Anexo 2 - Disposiciones Legales	190
	Bibliografía	202

INTRODUCCIÓN

*"No basta con alcanzar la sabiduría
es preciso saber utilizarla".*

Marco Tulio Cicerón.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, todas las sociedades y conglomerados humanos han contribuido en mayor o menor grado al deterioro del medio ambiente.

Se ha identificado el carácter contradictorio de los modelos de desarrollo y del avance tecnológico, que han favorecido la satisfacción de necesidades humanas, pero por el contrario han generado la destrucción de numerosos espacios ecológicos, lo que compromete la supervivencia actual y futura de numerosos grupos humanos.

Frente a la situación de crisis que viven los pueblos del mundo y en específico el país, resulta indispensable llegar a ser los actores y diseñadores de nuestro propio futuro, de la superación de la pobreza, de la preservación y la conservación del ambiente.

Es preciso reconocer que las cuestiones ambientales no son únicamente problemas teóricos puros sino, ante todo, son problemas económicos y políticos en los que entran en juego los grandes intereses de la sociedad actual.

No se requiere buscar soluciones aisladamente a problemas específicos de contaminación, pérdidas de biodiversidad y agotamiento de recursos naturales, sino que es necesario elevar la calidad de vida de toda la población.

Hoy en día la modernidad ha aportado sus ventajas pero también una serie de males y ha puesto en tela de juicio la validez y el sentido de la noción misma del progreso. Oscilamos entre la admiración entre los progresos científicos, tecnológicos y productivos y la angustia ante la posibilidad de destrucción de la humanidad.

Si la ciencia y la tecnología son parcialmente responsables de la destrucción del entorno, la posible solución tendrá que venir precisamente de la ciencia y la tecnología para marcar las fronteras entre desarrollo y cuidado de la naturaleza.

El presente proyecto "**Reciclado de Plásticos**", es uno de miles métodos que existen y se pueden aplicar, para contribuir a solucionar el grave problema de la contaminación.

En México como en el resto de los países del mundo existen diversas formas de contaminación. Así como diferentes elementos que contribuyen en mayor o en menor grado a intensificar la misma.

Un elemento que se clasifica dentro de los desechos sólidos y que esta catalogado como de alta peligrosidad por sus características naturales indestructibles es el plástico.

El plástico es una de las principales fuentes de contaminación a nivel mundial y específicamente en los países capitalistas que por su estructura de consumismo a ultranza a incidido negativamente en el deterioro del medio ambiente.

Como consecuencias de las políticas neoliberales adoptadas en el país desde 1982, y por la intensa influencia de los países capitalistas y de los organismos financieros internacionales y más aún por la estrecha relación que guarda México respecto al vecino del norte, el problema del consumismo se ha intensificado en el país. A su vez con esto se ha incrementado la generación y proliferación en la vía pública y en cientos de tiraderos clandestinos de los Municipios, Entidades Federativas y de la propia Area Urbana del Distrito Federal, la existencia de un sin número de artículos desechados elaborados de plástico.

Los desechos plásticos son un problema de enormes dimensiones que las autoridades están lejos de resolver adecuadamente por muchos factores negativos entre los cuales destaca la falta de interés por inyectar recursos económicos a proyectos viables.

El presente trabajo tiene la intención de demostrar, que es viable y sobre todo costeable, el reciclado de plástico.

La implantación de este tipo de proyecto en el país contribuiría significativamente a eliminar uno de los miles de brazos con que cuenta la contaminación.

Con el objeto de que este trabajo contenga todos los elementos suficientes que permitan visualizar de manera objetiva la factibilidad del proyecto en estudio, se determinó conformarlo por los siguientes apartados:

***Generalidades de los Plásticos**, se enumeran los aspectos relativos a los antecedentes, definiciones, usos y propiedades, aplicaciones, clasificaciones y formas de obtención de los plásticos.*

***Introducción al Reciclado de Plásticos**, se enuncia en forma detallada las estadísticas de generación de basura en México y el Mundo, así como los diferentes sistemas de tratamiento de la misma, haciendo un énfasis especial a lo relacionado al proceso de reciclado de plásticos.*

***Pronóstico de Consumo de Plásticos**, por medio de un análisis se determina por tipo de plástico la cantidad estimada de consumo por año hasta fin de siglo, con base en parámetros estadísticos tales como la población, el producto interno bruto, etc.*

Tamaño de Planta, se revisa y analiza el conjunto de factores de influencia para la determinación óptima de la capacidad instalada de una planta de reciclado de plásticos.

Maquinaria y Equipo, se enumeran y analizan brevemente los diferentes equipos disponibles en el mercado para reprocesar plásticos.

Localización y Distribución de Planta, se presentan todos los aspectos relacionados a la localización y distribución de una planta de reciclado de plástico, así como un análisis minucioso de la óptima localización y distribución de la misma.

Análisis Financiero, se mencionan los aspectos relativos a la inversión y recuperación de capital de la implantación de la planta de reprocesado de plásticos, haciendo mención de las posibles formas de financiamiento.

Conclusiones, se determina la viabilidad del proyecto en estudio y sus condiciones.

Anexo 1 - Diagramas de Bloques, para hacer más representativas los procesos de transformación de material de deshecho, se presentan diagramas de bloque las fases de cada equipo que se enumeró en el Capítulo de Maquinaria y Equipo.

Anexo 2 - Disposiciones Legales, se enumera todo lo concerniente a la normatividad legal para la implantación de la planta recicladora de plástico.

CAPITULO I GENERALIDADES DE LOS PLÁSTICOS

*"Las ciencias tienen las raíces amargas,
pero muy dulces los frutos".*

Aristóteles.

I. GENERALIDADES DE LOS PLÁSTICOS

A través del tiempo el hombre ha llamado *Plástico* a los materiales de tipo orgánico pero que incluyen sustancias inorgánicas, que bajo la influencia de presión, de temperatura o de ambos factores, son capaces de ser moldeados y una vez transformados conservan la forma obtenida.

La mayor parte de los plásticos son productos de la química orgánica, es decir, su componente principal es el carbono C (junto con nitrógeno N, hidrogeno H, oxígeno O y azufre S).

Los polímeros se comenzaron a emplear desde hace cientos de años, cuando se encontró que con ciertas resinas naturales se podían hacer diversos objetos de uso práctico . Estas resinas se extraían de algunos árboles como el betún que proporciona la goma laca y el ámbar.

Al transcurrir el tiempo se tuvo la necesidad de modificar estos polímeros para una mayor diversificación, surgiendo así los materiales *semi-sintéticos* que se producen mediante un tratamiento químico y/o físico de la resina natural, aumentando así sus propiedades originales.

La investigación en la química de los polímeros comenzó con un estudio de los posibles sustitutos de la madera, la cerámica, el cuero, las fibras naturales, el caucho natural y los metales.

Un resultado fue la creación, en 1904, de la resina fenólica, en 1922 de la resina úreica y entre 1930 a 1940 del poliestireno, el cloruro de polivilo, el metacrilato de metilo, la melamina y las resinas poliamidas.

El primer polímero semi-sintético fue el hule vulcanizado descubierto por Charles Goodyear en 1838 al reaccionar azufre con hule natural caliente. El producto que se obtuvo fue más resistente a los cambios de temperatura y a los esfuerzos mecánicos.

A partir del siglo XX, los industriales encuentran que los plásticos sintéticos ofrecen una gran gama de propiedades, con las que se pueden hacer materiales idóneos a las necesidades requeridas y que pueden sustituir a materiales como el vidrio, madera y a ciertos metales.

Antes de la Segunda Guerra Mundial las resinas termofijas, en especial las fenólicas eran empleadas especialmente como materiales aislantes dieléctricos.

Después de la Guerra, la aceptación de los termoplásticos aumentó y las tres resinas que pasaron a adquirir mayor importancia fueron el polietileno, el poliestireno y el cloruro de polivinilo. Su poco peso, su fácil elaboración y bajo costo explican la utilización de estos productos en una gran variedad de artículos tales como materiales para embalaje, envases, materiales de construcción, elementos mecánicos, fibras y muchas otras diversas aplicaciones.

Actualmente los plásticos tienen una gran demanda en el mercado ya que son lo suficientemente maleables para satisfacer un sin número de necesidades, además de proporcionar una solución óptima tanto técnicamente como económicamente. Esta aceptación en el mercado a sido tal que en casi todos los sectores de producción podemos encontrar aplicaciones de los plásticos.

En resumen los plásticos son sustancias sintéticas y naturales, conocidos también como polímeros, en general se trata de materiales orgánicos, es decir; su elemento básico es el carbono. Esta definición es el concepto de polimerización, o sea, el proceso por el cual moléculas de una misma sustancia o de dos o más se enlazan entre sí para producir macromoléculas que son nuevas entidades químicas en forma de cadenas libres termoplásticas, o de redes termofijas.

Marco Histórico de la Industria del Plástico en México

Año	Suceso
1935	Se inicia la industria del plástico con bajos recursos para la transformación y todas las materias primas son adquiridas del exterior.
1945	El mercado nacional se diversifica con la producción de nuevos materiales.
1955	Empieza la fabricación de algunas resinas de polivinilo (PVC) y poliestireno (PS). Aunque los monómeros de partida son importados.
1965	Se fabrican equipos y moldes para plástico. Petróleos Mexicanos impacta con la producción de resina de polietileno de baja densidad.
1975	La industria del plástico crece a un ritmo de 13% anual y se inicia la exportación.
1980	Se amplía la capacidad de la industria petrolera teniendo como consecuencia que aumente la exportación de plásticos.
1982 a 1988	Se ofertan productos que cubren las necesidades domésticas, obteniéndose un crecimiento de la industria pequeña y mediana.

Antes de seguir adelante es conveniente mencionar ciertos términos que van a ser comunes a lo largo de éste trabajo.

Definiciones

Monómero

Es un compuesto químico no saturado, cuyas moléculas contienen carbono y en donde los átomos de carbono están unidos por un doble enlace. Esta molécula es de estructura sencilla y de bajo peso molecular, además de no estar mezclada con ningún otro componente.

Homopolímero

Es un polímero obtenido de un monómero único con ayuda de agentes llamados iniciadores (peróxidos orgánicos).

Copolímero

Es cuando hay una polimerización entre dos o más monómeros de diferente tipo, mejorándose así las propiedades del polimerizado puro.

Polímero

Es un compuesto orgánico, natural o sintético que tiene una estructura muy grande y por tanto tiene un peso molecular muy alto. Está constituido por la unidad repetitiva llamada monómero; las propiedades del polímero dependen de su tamaño. Se dividen en plásticos, hules, fibras, recubrimientos y adhesivos.

Resina

Es también un compuesto orgánico, natural y sintético, generalmente de alto peso molecular. La mayor parte de las resinas son polímeros, que tienen una presentación de líquido viscoso o espeso y polvo muy soluble.

Plástico

Material que contiene como elemento esencial, una sustancia orgánica de gran peso molecular y el cual es sólido en su estado final, ha tenido o puede haber tenido en alguna etapa de su manufactura diferentes formas, generalmente por la aplicación de presión y/o calor. Plástico es el nombre genérico por el cual se conoce a estos materiales, pero químicamente forma parte de la familia de los polímeros.

Obtención de los Plásticos

En la actualidad los plásticos son producidos predominantemente del petróleo y del gas natural.

Otras alternativas para la producción de plásticos se presentan en los materiales naturales como son el carbón y la madera; y a nivel de laboratorio a partir de desechos orgánicos tales como caña de azúcar y productos vegetales. Estas fuentes no se han explotado a nivel industrial ya que se requieren grandes cantidades de materia prima y proporcionan una mínima cantidad de producto terminado.

En términos generales se consideran al etileno, propileno y butadieno como materias primas básicas para la fabricación de una extensa variedad de monómeros. Cabe aclarar que el propileno y butadieno se pueden obtener a partir del etileno y considerarlos como subproductos de éste.

Después de haber obtenido etileno, propileno o butadieno considerados dentro del grupo de los petroquímicos básicos, se adicionan diferentes compuestos a cada uno de ellos dando lugar a los monómeros de partida de diferentes plásticos, como se muestra en la siguiente tabla.

Material	+ Compuesto	+ Compuesto	= Plástico
Etileno	Catalizador Ziegler Natta	Peróxidos Orgánicos	Polietileno (PE)
	Cloro	Cloruro de Vinilo	Cloruro de Polivinilo (PVC)
	Benceno	Estireno	Poliestireno (PS)
	Oxígeno	Oxido de Etileno	Polieteres y Poliesteres
Propileno	Catalizador Ziegler Natta		Polipropileno (PP)
	Amoniaco	Acilonitrilo	Fibra Acrílica, Polimetil Metacrilato
	Oxígeno	Oxido de Propileno	Poliuretano (PUR)
	Benceno	Cumeno	Resinas Fenolicas (PF)
Butadieno			Polibutadieno
	Estireno		Hule SBR
	Cloro	Cloropreno	Hule Neopreno
	Amoniaco	Hexametilen Diamina	Nylon 6/6 (PA 6/6)

Clasificación de los Plásticos

Existe actualmente una gran variedad de plásticos en el mundo y es por eso que su comportamiento y características son determinantes para su uso.

La principal forma de clasificación de los plásticos es por su estructura química, ya que es la forma en que es posible determinar las propiedades inherentes de cada plástico para un fin determinado.

1. Comportamiento al Calor

A) Termoplásticos

Estos materiales son los que se reblandecen y fluyen por la aplicación de calor y presión. Así la mayoría de los termoplásticos pueden remodelarse varias veces.

Los materiales termoplásticos tienen estructura lineal que puede ser no ramificada o ramificada. Debido a este tipo de estructura tienen uniones muy débiles y cuando se les aplica calor fluyen fácilmente.

Algunos ejemplos de plásticos de este tipo son: polietilenos, polipropilenos, vinilos, nylon y acrílicos.

B) Termofijos

Son aquellos materiales que no se reblandecen con la aplicación de calor cuando ya han sido transformados. A diferencia de los termoplásticos, estos materiales ya no pueden remodelarse porque al aplicarles calor se destruyen.

Los materiales termofijos tienen uniones muy fuertes entre moléculas (cadenas entrecruzadas) y es por esto que al aplicarles calor no fluyen.

Dentro de este grupo se encuentran: resinas fenólicas, poliésteres, epóxicas, uréicas, poliuretano y silicon.

2. *Cristalinidad*

Otra característica importante que influye en los plásticos, está determinada por el acomodo de sus moléculas en las cadenas del polímero y con base a esto se clasifican en:

A) Amorfos (Transparentes)

Tienen las moléculas en completo desorden, por lo que dejan pasar la luz entre los huecos que se forman y por lo tanto son plásticos transparentes.

Algunos materiales que tienen estructura amorfa son: policarbonato, polimetil metacrilato, poliestireno y PVC.

B) Cristalinos (Opacos)

Tienen sus moléculas parcialmente ordenadas por lo que el paso de la luz se dificulta, dando como resultado materiales translúcidos u opacos.

Algunos materiales que poseen esta estructura son: poliamida, acetales y poliestireno ultra alto peso molecular.

En la siguiente tabla se muestran algunos polímeros en donde se observa que grado de transparencia con respecto a su cristalinidad.

Polímero	Cristalinidad	Transparencia
Poliacetal	Muy Alta	Baja
Poliamida	Media a Alta	Baja
Poliétileno	Media a Alta	Baja
PVC	Media	Baja
Polipropileno	Media	Media
Policarbonato	Baja	Alta
Polimetil Metacrílico	Muy Alta	Alta
Poliestireno	Muy Alta	Alta

3. Presencia de Monómeros

Cuando se introdujeron los polímeros sintéticos en la industria del plástico, todos ellos se polimerizaban con un solo tipo de monómero, pero conforme se fue avanzando en la producción de plásticos sintéticos se encontró que la mezcla de dos o más monómeros diferentes modificaban las características de los polímeros, haciéndolas distintas o superiores a las que ofrecían los polímeros duros.

Actualmente los plásticos se polimerizan con monómeros de la misma especie, o de tipos diferentes.

Cuando se tiene la presencia de una sola clase de monómero, recibe el nombre de *monopolímero*, ejemplo de ellos son: polietileno, polipropileno y poliestireno.

Cuando dos o más monómeros diferentes se polimerizan conjuntamente, el polímero resultante es llamado *copolímero* o heteropolímero. En este caso los monómeros pueden acomodarse en distintas formas como al azar, en bloque, alternadamente y en injerto.

Dependiendo de la posición que los monómeros tomen a lo largo de las cadenas, serán las propiedades resultantes del plástico.

Algunos ejemplos de copolímeros basados en dos monómeros son: copolímeros de polipropileno y propileno - etileno.

Cabe aclarar que la copolimerización entre dos monómeros ha sido objeto de muchos estudios, mientras que la mezcla de tres o más compuestos polimerizables, provoca grandes dificultades debido al número de variables que presenta. Sin embargo, también se producen termopolímeros (a partir de tres monómeros); un ejemplo de esto es el Acrilonitrilo - Butadieno - Estireno mejor conocido como ABS.

4. Tacticidad

Este tipo de clasificación también influye en forma directa en cuanto a cristalinidad y comportamiento final del acomodo de las moléculas. En este caso se han establecido tres configuraciones:

A) Isotáctica

Es aquella en la que la configuración en el carbono ramificado es tal que los grupos se encuentran del mismo lado. Estos polímeros son sumamente cristalinos (opacos).

B) Sindiotáctica

En la que los grupos ramificados alternan de manera regular en la cadena.

C) Atáctica

En los que los grupos ramificados se disponen al azar a lo largo del polímero.

Existen otros materiales llamados elastómeros, aunque también son plásticos se han manejado en forma independiente debido a que su mercado esta canalizado a sustituciones de hule natural. Los elastómeros son aquellos plásticos que al someterse a un esfuerzo modifican su forma, recuperándola cuando se retira este esfuerzo.

5. Origen

A partir de su origen, los plásticos pueden ser:

A) Naturales. Son compuestos orgánicos (que provienen de organismos vivos).

B) **Artificiales.** Que no ocurren en la naturaleza, pero que están compuestos a partir de polímeros naturales y han sido modificados artificialmente. Nitrocelulosa, acetato de celulosa.

C) **Sintéticos.** Creados totalmente por el hombre a partir de diferentes monómeros. Polietileno, poliestireno, etc.

Composición de los Materiales Plásticos

Todo compuesto plástico esta formado de los siguientes ingredientes:

1) *Aglomerante.* Es muy importante debido a que es el que permite que el compuesto se mantenga unido.

2) *Relleno.* Imparte varias propiedades físicas al compuesto tales como sus características eléctricas y su resistencia al impacto y al calor.

3) *Materia colorante.* Pigmentos o tintas, la cantidad varía de acuerdo con la resina base, las resinas fenólicas, por ejemplo, se emplean generalmente en colores oscuros, como el negro, café o verde.

4) *Lubricante*. Previene que se pegue o adhiera el material a la maquinaria y a los moldes, disminuye el tiempo de curado. Controla la velocidad de la reacción química.

5) *Acelerador o inhibidor*. Se usa con los termofijos para incrementar o hacer decrecer el tiempo de curado. Controla la velocidad de la reacción química.

6) *Plastificante*. Determina las características del flujo y viscosidad. Algunas resinas no requieren de lubricante. Los compuestos claros no requieren de pigmentos.

Usos y Propiedades de los Plásticos

Usos

Existe un gran número de aplicaciones de los plásticos, en envases para productos alimenticios, artículos médicos, bolsas para empaque y película para la agricultura.

Los plásticos tienen una gran funcionalidad ya que actualmente tienden a reemplazar a los metales, vidrio y otros materiales convencionales.

Propiedades

A) Ligereza de peso. La mayor parte de los plásticos son más ligeros que el Magnesio, el más ligero de los metales estructurales.

B) Aislante eléctrico. Los plásticos encuentran una gran competencia en el campo de aislamiento eléctrico donde se encuentra la porcelana, la goma, y otros diversos materiales moldeables los cuales son recomendados y utilizados a medida que nos acercamos al campo de las altas frecuencias, en donde la competencia empieza a descender. La expansión del radar y la televisión han fomentado la creación de nuevos plásticos como estirenos y polietilenos que sustituyeron a la baquelita.

C) Aislante de calor. La baja conductividad térmica en los plásticos se ha usado ventajosamente en aplicaciones semejantes como mangos de planchas y una gran variedad de pequeñas herramientas, como soldadores.

D) Resistencia a la corrosión atmosférica. Aunque los plásticos no se corroen expuestos a ambientes exteriores, su duración en ciertas condiciones es variable. Algunos resisten a las condiciones atmosféricas, en tanto no absorban humedad en tal grado que lleguen a deteriorarse.

E) Configuración. Los materiales plásticos pueden ser moldeados, extruídos, formados y maquinados en una infinidad de formas, a bajo costo.

F) Resistencia a la abrasión. Hay plásticos que resisten el desgaste mejor que la mayoría de los metales, en muchas aplicaciones.

G) Propiedades mecánicas. Los materiales termoestables tienden a ser frágiles cuando se preparan sin cargas, aunque puede obtenerse los valores de resistencia al impacto con los laminados.

H) Posibilidades de fabricación. Los plásticos son mecanizables, pero algunos laminables termoestables, especialmente aquellos en que la fibra de vidrio sirve como material de laminación, son abrasivos y requieren el uso de herramientas duras.

La posibilidad de mecanizado no es tan importante en los plásticos como en los metales ya que en su mayor parte estos se moldean.

El moldeo es el método de fabricación más importante usado en los plásticos. Se puede utilizar prensas de alta velocidad de moldeo, pero los intervalos de funcionamiento están limitados por la necesidad de retener la prensa hasta que la mezcla se ha enfriado suficientemente para mantener su forma después de haberle quitado el molde.

l) Apariencia agradable. Es evidente que a esta cualidad se le da una gran importancia; incluye características como el acabado de la superficie y el color. A la mayor parte de los plásticos se les puede dar brillo con un sencillo tratamiento de disolventes químicos pero normalmente las operaciones de moldeo producen buen resultado con un acabado suficiente para no requerir pulido posterior. Si se desea, los plásticos pueden metalizarse.

Perspectiva Nacional del Plástico

La importancia del sector fabricante de resinas y el transformador de plásticos en México es significativa, dado que el crecimiento mostrado por estos en los últimos años es mayor que el registrado en promedio en el país.

La participación de la industria de plásticos en relación al producto manufacturero aumento de 4.4% en 1976 a 5.5.% en 1987.

Esta aproximación da una idea del crecimiento y futuro que representa la industria del plástico en nuestro país, tanto para poder abastecer el mercado interno, como la sustitución de importaciones y la generación de exportaciones manufactureras.

En la actualidad se ha observado que la microindustria en el sector de plásticos ha ido aumentando ya que en diferentes artículos se han venido substituyendo los materiales tradicionales por el plástico.

CAPÍTULO 2 INTRODUCCIÓN AL RECIKLADO DE PLÁSTICOS

*"Lo malo de la ignorancia es que va adquiriendo
confianza a medida que se prolonga".*

Anónimo.

II. INTRODUCCIÓN AL RECICLADO DE PLÁSTICOS

Las sociedades modernas imponen formas de vida en las que el consumo de materias primas se incrementa peligrosamente, muy especialmente las materias primas plásticas.

La industrialización, producción y venta de toda clase de productos, muchas veces innecesarios, ha traído como consecuencia la basura y contaminación del medio ambiente.

Por otro lado, durante los últimos años, se ha hecho cada vez más evidente que las materias primas no son inagotables. Este hecho incide cada vez más sobre la necesidad de economizarlas, convirtiéndose esto en el objetivo primordial, consecuentemente, cada vez será más necesaria la recolección y reutilización de los desechos plásticos generados por las industrias fabricantes y transformadoras así como por el consumidor final.

"Es urgente hacer conciencia de que el cuidado del medio ambiente debe ser parte de nuestra cultura".

Generación de Basura en México y el Mundo

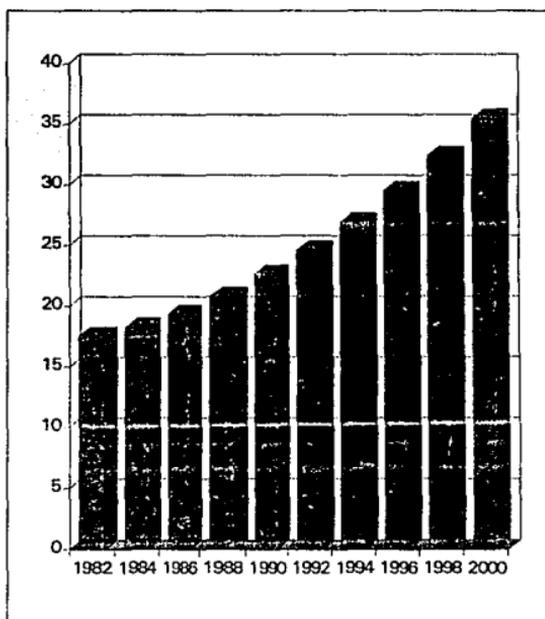
En México como en el mundo, no sólo se produce maquinaria, bienes de inversión y de consumo, sino también residuos y desechos que conjuntamente a estos beneficios producen el desequilibrio ecológico del que hoy padecemos y la escasez de recursos renovables y no renovables, ya que muchos de los satisfactores producidos se usan momentáneamente y después pasan a formar grandes cantidades de basura.

Existen ciertas causas para que la basura se acumule, puede ser por incultura, hábito o simple irresponsabilidad, pero hasta la fecha ni en México ó algún otro país se ha dado la solución efectiva.

La basura no es nada más un problema por la contaminación que produce ó por ser fuente de enfermedades diversas. También es una carga para toda la sociedad por el costo económico que representa su manejo.

A continuación se muestran algunas gráficas de generación de basura en México y el mundo.

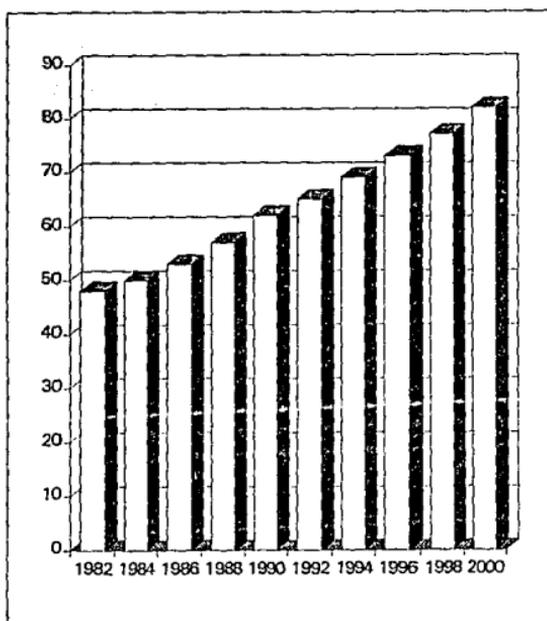
Generación de Basura en México (Millones de Toneladas)



* Años 1992-2000: Pronóstico calculado en base a la Población y a la Actividad Económica Esperada.

* Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial.

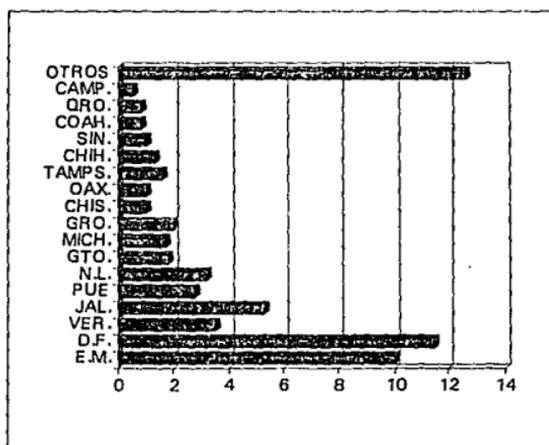
Generación de Basura en México por Día (Millones de Toneladas)



* Años 1992-2000: Pronóstico calculado en base a la Población y a la Actividad Económica Esperada.

* Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial.

Generación de Basura Diaria en México por Estado en 1990 (Millones de Toneladas)

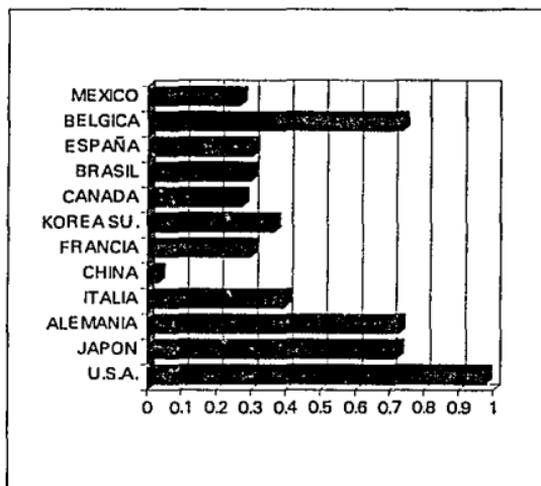


* Total = 62000 Ton/Día.

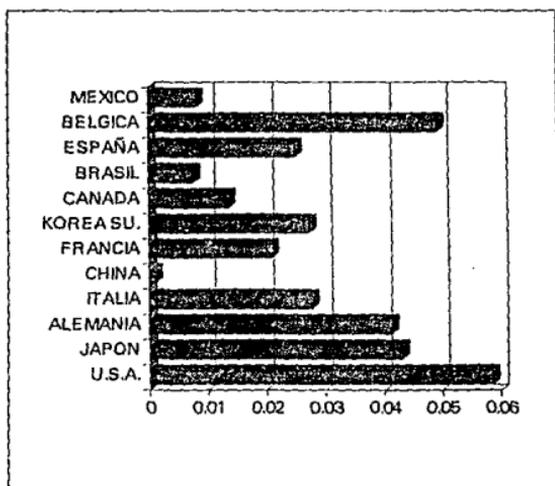
* 0,7 Kg/Hab-Día, 85 Millones de Habitantes.

* Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial.

Generación de Basura Mundial por Habitante al Año (Toneladas)



**Generación de Desechos Plásticos en el
Mundo por Habitante al Año
(Toneladas)**



Sistemas para Tratamiento de Basura

En la actualidad en México y el resto del mundo se padece de enfermedades y contaminación de aguas, aire y suelo debido a tratamiento inadecuado que se le da a los grandes volúmenes de basura que diariamente se producen.

Atendiendo a la problemática del tratamiento de basura se busca la forma de aprovechar al máximo las técnicas aplicadas a la disposición final de residuos sólidos, analizando las ventajas y desventajas que presenta cada una de ellas y que a continuación se describen.

1. Relleno Sanitario

Lamentablemente este es el método más utilizado, pero en realidad poco eficiente.

Se define como un lugar legalmente autorizado donde se depositan las basuras municipales, para su posterior entierro.

La realidad es que debido a la gran existencia de tiraderos incontrolados es seguramente el principal origen de la degradación ambiental, sobre todo en la periferia de las ciudades. Cabe señalar que este tipo de sistema de tratamiento de basura puede contaminar incluso aguas subterráneas.

Existen dos tipos de relleno sanitario:

A. Relleno Sanitario Mecánico.

B. Relleno Cubierto Rústico.

En ambas formas de relleno los residuos se distribuyen en capas de 20 a 30 cm. de grueso y se compactan formando una celda que deberá recubrirse con una capa de tierra entre 15 y 20 cm., esparcida y compactada igual que los residuos, por lo menos una vez al término de la jornada de trabajo.

En caso de que el terreno destinado para relleno se sature, se debe cubrir la superficie con una capa de tierra de 40 a 60 cm., la cual recibe el nombre de cubierta final; esto se hace con el fin de:

- Soportar el tránsito de vehículos.
- Permitir la siembra de vegetación.
- Facilitar la instalación de canales superficiales.
- Permitir la realización de nivelaciones del terreno con el paso del tiempo.

2. Pepena

La pepena es un sistema de clasificación mecánica y/o manual de la basura en sus diferentes componentes, tales como vidrio, metales, plásticos y otros; realizada en los llamados tiraderos a cielo abierto. Esta técnica requiere de grandes equipos, de una camión recolector que no compacte la basura para poderla seleccionar fácilmente, y otro para transportar los desperdicios clasificados a las industrias recicladoras; además de un área que quede inutilizada por mucho tiempo y que no se encuentre lejos de los centros de producción.

La pepena no es una técnica eficiente debido a que en 30% de la basura producida se queda en barrancas, ríos, calles, etcétera y del 70% que llega a los tiraderos sólo es recuperable un 40% debido a que no es posible separar materiales destruidos y en vías de putrefacción.

3. Compactación

Es un método de tratamiento de residuos sólidos que reduce el volumen que estos ocupan, con la aplicación de altas presiones ejercidas sobre ellas.

4. Incineración

Es una técnica de tratamiento que consiste en eliminar la mayor parte del volumen de los residuos mediante su combustión a través de la cual se transforman los desechos en gases, cenizas y escorias, con el fin de reducir el volumen y aprovechar la energía producida de esta.

La eliminación de residuos por esta técnica requiere de una planta de tratamiento adecuada a la cantidad producida. Su costo es elevado por lo que solo se recomienda a industrias farmacéuticas y hospitales, ya que las bacterias e insectos se destruyen en forma rápida.

5. Composteo

Mediante la fermentación de las materias orgánicas contenidas en los residuos sólidos, se produce la composta, en presencia de aire por la acción de gran cantidad de bacterias ofreciendo propiedades para la agricultura.

La composta tiene carácter de abono, ya que es un producto que contiene diversos elementos fertilizantes como nitrógeno, fósforo, potasio, que aunque sus porcentajes son bajos, existen en una proporción equilibrada; además presenta un buen elemento regenerador de suelos.

Existen dos procedimientos para producción de composta:

A. Terminación Natural.

Después de molidos y regados con agua, los residuos se colocan en pilas de dos metros de altura durante tres meses. Durante el primer mes se remueven cada diez días y una sola vez al mes durante los dos meses siguientes.

B. Fermentación Acelerada.

Los residuos se almacenan en torres ó cilindros donde se inyecta aire y los residuos se ponen en movimiento. Con la aplicación de este proceso, la fase de fermentación se reduce a 15 días.

6. Químico

Pirólisis se llama a la descomposición de los elementos orgánicos contenidos en los residuos sólidos, realizado a altas temperaturas y en ausencia de oxígeno, durante el proceso de descomposición la materia orgánica se convierte en líquidos, gases y demás residuos que representan la mitad del volumen inicial.

La ventaja de esta técnica es que posibilita el control de gases emitidos además de la recuperación de los subproductos que es posible obtener.

El proceso de la pirólisis requiere de reactores diseñados especialmente para tratar los residuos.

7. Degradación

En la actualidad, en muchas comunidades el principal método utilizado en el tratamiento de basura es el relleno sanitario ó entierro. Una opinión común es que si el plástico fuera degradable éste simplemente desaparecería y minimizaría el problema de los desechos sólidos. Desafortunadamente, ésta es sólo una suposición.

Existe una confusión acerca del desarrollo del plástico degradable ó cualquier otro tipo de material para envase, en cuanto a su generación así como el de los rellenos sanitarios. Estudios recientes muestran que las películas plásticas representan menos del 4% del total de desechos sólidos generados, por lo tanto es difícil de creer que el problema de los desechos sólidos se resolvería haciendo degradables a los plásticos.

La degradación de hecho, es un proceso complejo y lento y para que éste se lleve a cabo, la materia degradable debe estar expuesta a la luz, calor, aire, agua y bacterias.

Bajo las condiciones de los rellenos sanitarios muchos de los materiales genéricamente considerados como degradables, sufren un deterioro lento ó inclusive incompleto.

A causa de la ignorancia se considera que los tiraderos son un problema causado por los plásticos, más que por la misma acción de los consumidores.

Las envolturas plásticas son ciertamente una parte visible en los tiraderos, por lo que las envolturas degradables pueden ser de gran ayuda para reducir el problema de los tiraderos.

Como resultado se han impuesto diversas legislaciones para el desarrollo de plásticos degradables, principalmente en algunos países de Europa y Estados Unidos lo cual a su vez a propiciado el desarrollo de tecnologías para la fabricación de plásticos degradables.

Los resultados obtenidos actualmente se basan en la adición de ciertas sustancias al plástico que provoquen su desintegración distinguiéndose de acuerdo al medio que la ocasiona, de tal forma que existen dos tipos de degradación:

A. Fotodegradación.

Se apoya en la luz ultravioleta del sol, la cual rompe la estructura química del plástico.

Los aditivos utilizados son sustancias altamente oxidantes y denominadas fotoactivas, por ejemplo las Sales de Cobre.

Para que la fotodegradación ocurra con mayor facilidad se recomienda el uso de pigmentos oscuros para incrementar el rango de absorción de radiaciones.

Se utilizan en proporciones del 5 al 10% en la formulación.

B. Biodegradación.

Este proceso implica el rompimiento y consumo del material plástico mediante organismos vivos.

Los plásticos biodegradables se clasifican en dos tipos:

- Sistemas basados en aditivos.
- Polímeros de origen natural.

Los aditivos para los primeros están basados en sustancias como glucosa y almidones, los cuales logran el rompimiento de la estructura cuando son consumidos por los microorganismos.

Los polímeros de origen natural actualmente tienen un alto costo de fabricación.

Se deben tener muchas precauciones con ambos métodos de degradación. En los envases para productos alimenticios puede provocarse contaminación al producto a causa de una degradación prematura durante su comercialización ó consumo.

Los plásticos degradables pueden detener el reciclado, y el medio ambiente prefiere una solución directa al problema de la crisis de los desechos sólidos. Muchas de las aplicaciones del reciclado de plásticos, dependen de la dureza y durabilidad de los materiales, propiedades que no son tomadas en cuenta para los productos degradables en términos prolongados de uso. Los plásticos bio ó fotodegradables, no podrán ser mezclados con plásticos sin ningún tratamiento para el reciclamiento, sin que las cualidades del plástico final reciclado se vean afectadas.

Los métodos para el tratamiento de plásticos degradables son de mayor importancia en relación a las necesidades del desarrollo del reciclamiento, pero al final, ambas sólo incrementarán el costo del reciclado, deteniendo el crecimiento.

8. Reciclado

Después de analizar los métodos que se utilizan para el tratamiento y manejo de basura, como conclusión se define como única solución el "no hacer basura", para lo cual afortunadamente en algunos países como Estados Unidos, Japón, Alemania, Canadá e Italia se han implementado diversos sistemas de reciclado con éxito, basándose en la recolección diferenciada y separación de materiales reciclables como son el vidrio, papel, metales y plásticos para transformarlos en productos útiles nuevamente.

Reciclar significa que todos los desechos y desperdicios que se generan se vuelvan a integrar a un ciclo natural, industrial ó comercial mediante un proceso cuidadoso que permita llevarlo a cabo de manera adecuada y limpia.

La problemática de la recuperación de los materiales aprovechables de la basura en México y en particular de los plásticos contenidos en las mismas, ha de abordarse mediante la íntima colaboración del Gobierno a través de sus Secretarías (SEDESOL, SECOFI, SSA, DDF) con asociaciones de Fabricantes de Materias Primas, de Transformadores, Escuelas y Universidades quienes deberán tomar medidas sobre los puntos siguientes:

A. Legislación. Se deben actualizar todas las normas y leyes existentes sobre recolección, aprovechamiento y eliminación de basuras urbanas para adecuarlas a las existentes países desarrollados.

B. Informar y Motivar a la Población. Mediante la utilización de todos los medios educativos, de comunicación y publicitarios, con el fin la comprensión y colaboración de toda la población para aprender a clasificar y separar los diferentes desperdicios.

C. Actuar. Instalando centros de acopio y la recolección diferenciada de los domicilios, creando empresas especializadas en reciclado de materiales, controlar los tiraderos a cielo abierto, etcétera.

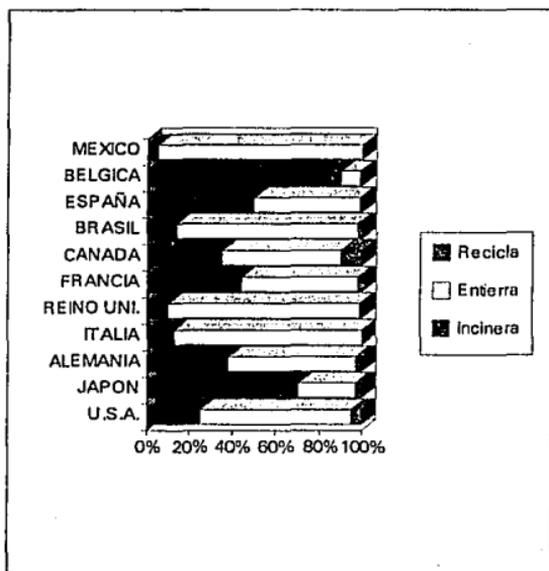
El reciclado de materiales no representa una tarea fácil en su etapa inicial sin embargo, en el área de reciclado de plásticos se puede ser completamente optimista ya que además se contribuye en gran escala a la reducción del volumen de la basura, se convierte en una oportunidad para la creación de negocios de alta rentabilidad.

Para que un negocio de reciclado de plástico sea factible se requieren de los siguientes cuatro aspectos:

- A. Abasto.
- B. Liquidez.
- C. Tecnología de Vanguardia.
- D. Mercado.

El reciclado de plásticos esta en su primera etapa en México y América Latina, afortunadamente se ha desarrollado con éxito en algunos países como muestra la gráfica siguiente.

Tratamiento de Desechos Sólidos en el Mundo en 1990



* Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial.

Sistema de Codificación Para Envases Plásticos

Para asegurar el abasto de materiales plásticos lo más limpios posibles y de la misma especie facilitando su recolección y reciclaje, en Estados Unidos y en la mayoría de los países Europeos ha sido acoplado un Sistema de Codificación para envases desarrollado por la Sociedad de la Industria del Plástico (SPI, Inc. USA).

Este sistema ayuda a identificar en los envases, botellas, contenedores y recipientes en general, el tipo de plástico usado para su fabricación.

El sistema basado en una simbología simple permite a los seleccionadores durante el proceso de recolección y reciclaje, identificar y separar los diferentes productos. Se compone de tres flechas que forman un triángulo con un número en el centro y letras en la base.

El triángulo de flechas (símbolo universal del reciclaje) fue adoptado para aislar o distinguir el código numérico de otras marcas en el envase. El número y las letras indican la resina usada para la fabricación del envase, según la siguiente precisión:

1. PET (Tereftalato de Polietileno).
2. PEAD (Polietileno de Alta Densidad).
3. PVC (Policloruro de Vinilo).
4. PEBD (Polietileno de Baja Densidad).
5. PP (Polipropileno).
6. PS (Poliestireno).
7. Otros.

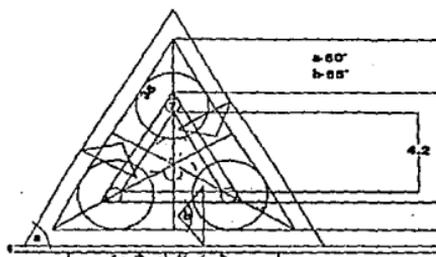
El código es moldeado mediante un inserto o grabado en el fondo, o lo más cerca de éste, de la botella o del envase, según lo permita la geometría del artículo. El tamaño mínimo recomendado es de 2.5 cm. (1 Pulgada), para lograr su reconocimiento rápido. Los envases con bases pequeñas pueden llevar el símbolo en un tamaño proporcional.

De acuerdo con la experiencia de otros países, la meta es que los fabricantes de productos plásticos decidan voluntariamente utilizar el sistema a corto plazo.

El procedimiento de insertos en los moldes permite un fácil cambio de los códigos, de acuerdo con el tipo de resina utilizada.

El código indica únicamente la resina de que está hecho el envase y no tiene relación alguna con el tamaño contenido o apariencia del mismo.

Estructura del Símbolo de Reciclado Plástico



Códigos de Identificación en Envases Plásticos para Reciclaje

Número de Identificación	Tipo de Plástico
1	Tereftalato de Polietileno PET
2	Polietileno de Alta Densidad PEAD
3	Policloruro de Vinilo PVC
4	Polietileno de Baja Densidad PEBD
5	Polipropileno PP
6	Poliestireno PS
7	Otros Plásticos

Volumen de Desperdicios por Tipo de Plástico

Debido a que el consumo de plásticos esta orientado en México principalmente al sector de envase ocupando este el 47%, el cual a su vez tiene un período de utilización muy corto (menos de un año), por lo que en la actualidad en él se centran los mayores problemas.

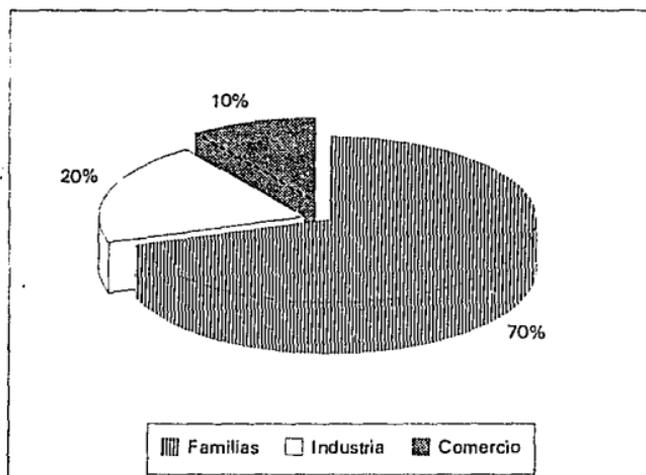
En México, como en otras partes de mundo la principal fuente de desechos plásticos lo aportan las familias con un 70%, en segundo lugar las industrias con un 20% y finalmente comercios e instituciones con el 10% sumando en total 625,000 Ton.

Analizando el consumo total de plásticos, que es de 1,270,000 Ton se puede observar que el 49% de este se convierte en Basura quedando en vida útil el 51% en aplicaciones de sectores como el de la construcción, eléctrico-electrónico, muebles y automotriz.

En el año de 1990 únicamente se registro un reciclaje de materiales plásticos en general de 140,000 Ton que equivalen al 11% del consumo total y cuyas fuentes principales provienen de los propios transformadores de plásticos.

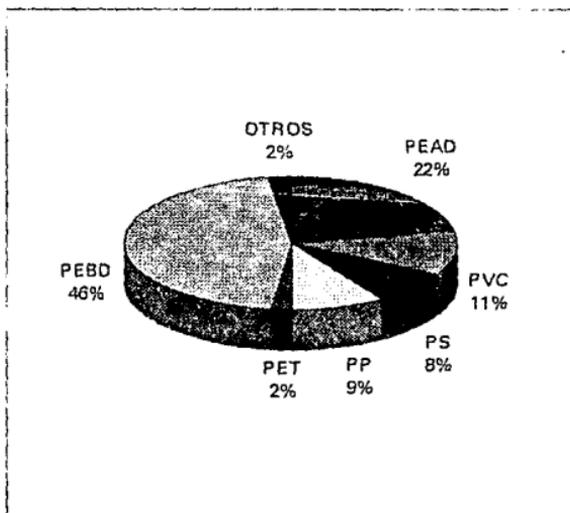
En general, los desperdicios plásticos están básicamente formados por Polietileno de Baja Densidad, Polietileno de Alta densidad, PVC, Polipropileno, Poliestireno y PET. Para cada uno de estos se presenta a continuación un análisis de generación y recuperación de desperdicios, además se presentan algunas gráficas y tablas de referencia.

Contribución de Desechos Plásticos por Sector



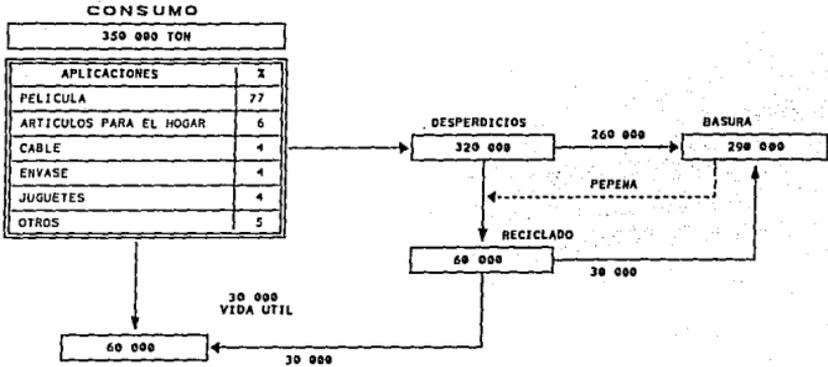
* Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial.

Porcentaje Global de los Plásticos en la Basura

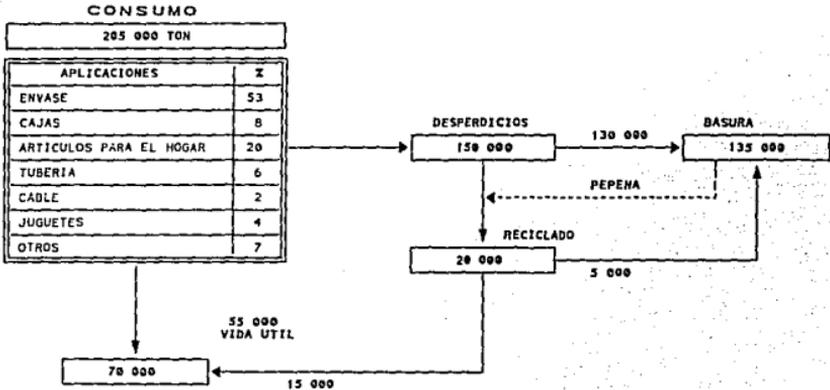


* Fuente: Instituto Mexicano del Plástico Industrial.

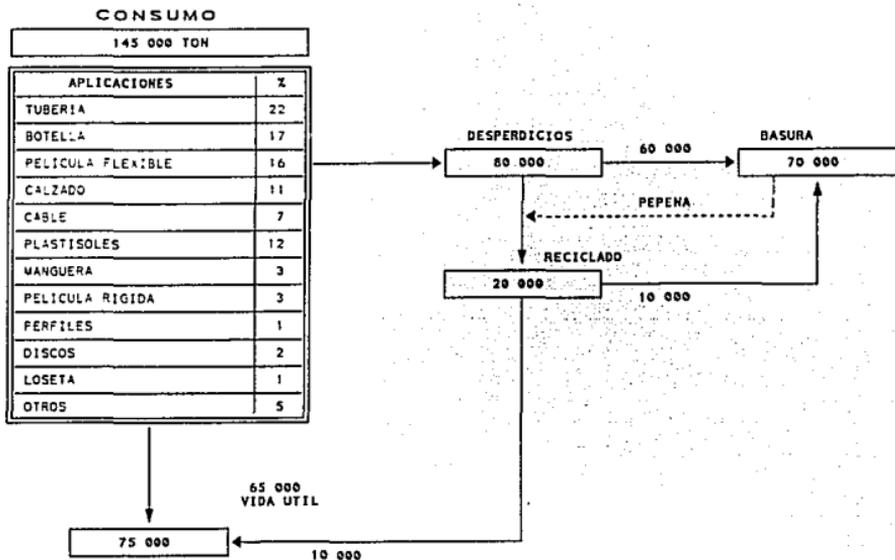
POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)



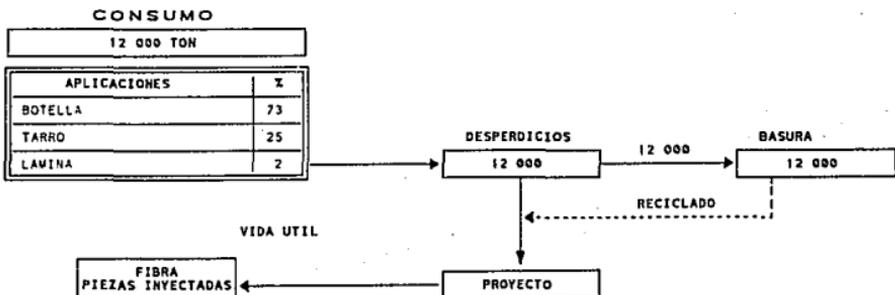
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)



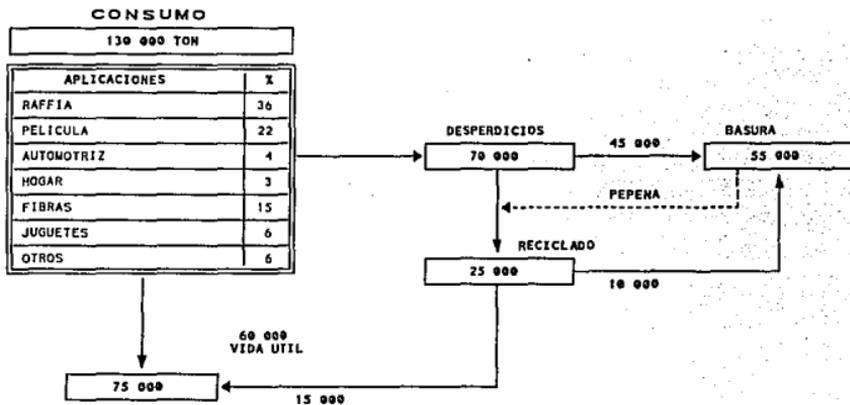
CLORURO DE POLIVINILO (PVC)



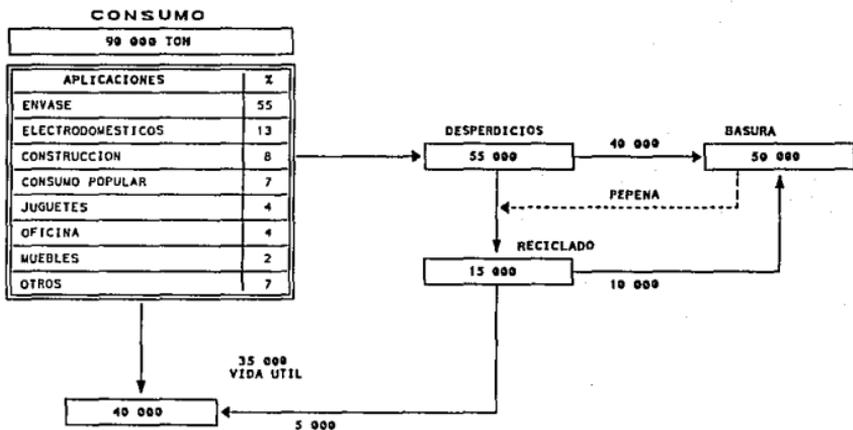
TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)



POLIPROPILENO (PP)

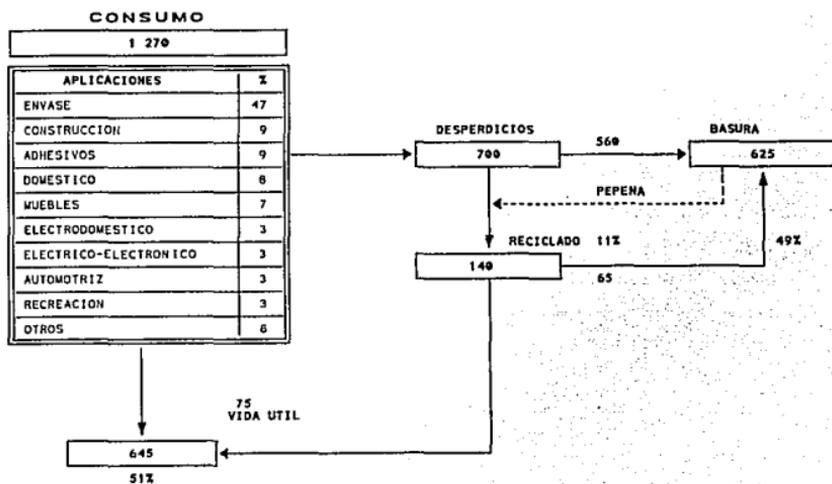


POLIESTIRENO (PS)



TOTAL DE PLÁSTICOS

MILES DE TONELADAS



Consumo y Tendencia del Reciclado por Plástico Estados Unidos (Miles de Toneladas)

Tipo	1990	2000	% Anual
Poliiolefinas	450	1 760	14.6
PVC	55	430	23.5
PET	75	330	16.0
Poliestirenos	60	315	18.0
Poliamidas	30	55	10.0
Técnicos	7	90	9.0
Total	677	2 980	16.0

Relación del Consumo Mundial de Reciclados Plásticos (Miles de Millones de Toneladas)

Año	Consumo Plásticos	Consumo Reciclado	% CR / CP
1990	100	1.5	1.5
2000	141	6.5	4.6

Consumo y Tendencia Mundial del Reciclado por Sector (Miles de Toneladas)

Producto	1990	2000	% Anual
Material Empaque	670	2 900	16
Prod. Construcción	245	1 080	16
Piezas Industriales	130	780	20
Consumo Popular	175	600	13
Automotriz	55	330	20
Partes Eléctricas	35	180	18
Otros	190	630	13
Total	1 500	6 500	16

Reciclado Químico

El reciclado químico consiste en la ruptura de residuos plásticos en fracciones utilizables para su transformación en polímeros, monómeros, fuel o productos químicos. La idea básica no es nueva, sin embargo fue hasta hace poco que industrias como Goodyear y la Hoechst Celanese construyeron instalaciones de glicólisis y metanólisis para lograr el proceso contrario al utilizado para fabricar PET, dando lugar a monómeros de cadena corta virtualmente idénticos a los monómeros virgen utilizados para fabricar botellas para bebidas carbonatadas.

La tendencia iniciada al principio de los noventas indica que para el siglo que entra esta tecnología va a tener un gran auge dados los esfuerzos mostrados por las industrias más poderosas (como Bayer AG y Du Pont).

El interés del método químico radica en la necesidad de soluciones creativas para eliminar los residuos incómodos. Otros alicientes son las limitaciones que se han encontrado al realizar la tecnología de recuperación-reutilización, en la cual etapas físicas y térmicas son utilizadas para moler termoestables y utilizarlos como cargas o bien la reextrusión de termoplásticos para su utilización en mezclas o en mercados de menor demanda. Los proyectos de reciclado químico se engloban dentro de:

1. Realizar el reciclado en refinería que transforma las mezclas de plásticos en hidrocarburos.
2. Iniciar la pirólisis de residuos sólidos ricos en plásticos para su conversión en fracciones de crudo.
3. Promover la licuefacción de mezclas de plásticos para desarrollar reservas de materias primas para su conversión en gasolinas.

La idea básica del reciclado químico surge de la siguiente situación: Si actualmente al eliminar plásticos se rompen al azar sus cadenas ya sea en el vertedero o en el incinerador, ¿por qué no controlar la ruptura en una instalación química para dar lugar a fracciones de bajo peso molecular que son recuperables como gases, monómeros, anticongelantes, nuevos polímeros, fracciones de crudo, plastificantes, etc. El primer impedimento lo representa la diferente facilidad de ruptura que presenta cada polímero.

Los polímeros que presentan una menor dificultad de despolimerización son los de tipo condensación (PET, nylon) y las resinas del tipo de reacción (PUR). Al aplicar la presión y la temperatura adecuada (en presencia de un reactivo) da cadenas más cortas. Estas tecnologías como hidrólisis, glicólisis y metanólisis han sido ya comprobadas y son económicamente viables. La metanólisis del PET ya ha sido aprobada en E.U. para usarlo en una mezcla para obtener botellas para Coca-Cola.

Los materiales más difíciles de reciclar químicamente son los termoestables puesto que los entrecruzamientos presentes tienden a resistir los métodos de reciclado químico que no sea la pirólisis.

La despolimerización de los polímeros del tipo de adición (poliefinas, estirénicos, vinílicos) atrae un interés especial, dado el proceso catalítico que se requiere. A nivel de laboratorio se ha logrado despolimerizar por medio de pirólisis para después convertir al monómero en un polímero virgen para aplicaciones de envasado.

Algunas industrias químicas, como la Mobil, la Amoco y la Chevron investigan el uso de refinerías de crudo para transformar las mezclas de plásticos en hidrocarburos idénticos a aquellos que provienen de la transformación del crudo. Amoco se concentró en instalaciones para cracking catalítico, donde el único medio posible para dichas unidades es el líquido, de forma que los plásticos deben ser inicialmente disueltos en flujos en caliente. Se mantienen proyectos como éste porque los plásticos pueden presentar una fuente atractiva de materias primas debido a su alta relación hidrógeno/carbono.

Por su parte, la Chevron y la Mobil están más involucrados con el coquizador, dado que consideran que sus unidades son capaces de admitir flujos más contaminados, siendo los residuos alimentados en forma de una mezcla caliente.

La Fuji está tratando el proceso de reciclado en refinería, que implica unidades de licuefacción de plásticos. El proceso consiste en la selección de fracciones de hidrocarburos que dan lugar al fuel ligero.

La Dupont Co. tiene como objetivo cambiar los residuos a productos ecológicamente aceptables, recuperando y manejando las distintas fracciones que se desprenden de la desintegración de los polímeros en hidrógeno y monóxido de carbono, como cloro, fragmentos metálicos, aditivos y patógenos (para destruirlos).

Otro intento comercial lo representa la tecnología electrocinética, que consiste en lo siguiente: el arco eléctrico transforma los plásticos en gases en una unidad especial; una sexta parte es utilizada para su propio funcionamiento de la unidad, y el resto se emplea en la generación de electricidad.

Los distintos esfuerzos dentro del reciclado químico son aún muy jóvenes, deben de madurar. Se deben tener en consideración las disposiciones legales para emprender la empresa en grande dimensiones. El aspecto económico se ha presentado viable a los niveles que se ha llegado por el momento. Cada proyecto se encuentra en distinto nivel, intentándose que todos lleguen a ser comerciales.

A continuación se presentan los diferentes procesos que se manejan en la actualidad, junto con ciertas características propias de cada uno.

Despolimerización

Procesos para romper moléculas largas de alto peso molecular que se encuentran en los desechos plásticos en cadenas más cortas y de menor peso molecular para su reutilización en bloques para polímeros vírgenes.

Polímeros de Condensación/Reacción o Hidrólisis

Por parte de la General Motors Detroit,MI, consistente en la extrusión de dos husillos que convierte las espumas de poliuretano en polioli; se encuentra a nivel experimental.

Glicólisis

Ruptura parcial en presencia de un glicol de polímeros de condensación o de reacción en monómeros, los cuales a su vez pueden volverse a polimerizar, llevado a nivel comercial por la Goodyear Akron,OH mediante la ruptura parcial de tereftalato de polietileno (botellas de PET) en monómeros para su reutilización.

A nivel experimental se encuentran trabajando la empresa Mobay (Pittsburg,PA) y el Institute of Technology (Aalen,Alemania).

El primero fabrica polioli a partir de espumas de poliuretano para su reutilización en sustitución de un 10 a 20 % del contenido virgen; el instituto maneja asientos de automóvil (mezclas de polímeros) glicolizados en polioles de alta viscosidad para su uso en espuma de PUR rígida.

Metanólisis

Ruptura total en presencia de metanol de polímeros de condensación o de reacción para dar monómeros que pueden ser transformados de nuevo, en Du Pont (Willmington,DE), llevan a cabo en planta de demostración con mezclas de PET la ruptura total de PET en monómero para su reutilización. La Eastman (Kingsport,TN) lleva a cabo la investigación para una metanólisis innovativa de coste más eficaz a nivel de demostración. A nivel comercial, la Hoechst Celanese (Charlotte,NC) realiza la ruptura total de PET en monómero para su reutilización, a partir de botellas de PET.

Transesterificación (variante de glicólisis)

Se realiza a partir de mezclas de PET. La Oxid (Houston,TX) reduce el PET en monómero para su repolimerización en polioles utilizados en espuma de polisocianurato, esto ya a nivel comercial. La Synergistics Industries (St-Remi,QUE) degrada el PET en unidades convencionales de esterificación para producir plastificantes para PVC, esto a nivel de planta piloto.

Polímeros del Tipo de Adición

En los laboratorios Batelle (Columbus,OH), las unidades de demostración de procesos especiales rompen las cadenas que forman los plásticos en monómeros para su reutilización en "ciclo cerrado". La Solar Energy Research Institute (Golden,CO) lleva a cabo demostraciones de procesos especiales que despolimerizan los desechos plásticos de mezclas de termoplásticos para la recuperación de monómeros. A nivel experimental en el Tokio Institute of Technology (Tokio, Japón) mediante lechos fluidificados de sílice dan lugar a un 80% de gases de metano y etileno combustibles.

Reciclado en Refinería

La Amoco Chemicals (Chicago,IL) lleva a cabo a partir de mezclas de termoplásticos cracking en refinería: conversión de residuos plásticos en hidrocarburos (a nivel de planta piloto). En la Chevron Chemical and Mobay Chemical (Houston,TX) se realiza la coquificación en refinería, que es la conversión de residuos plásticos en hidrocarburos. Ya a nivel comercial, la Fuji Recycle (Aloi, Japón) utiliza poliolefinas en su unidad de procesado y catalizador para dar lugar al crudo.

Hidrogenación

Consiste en la adición de hidrógeno a las fracciones hidrocarbonatadas con objeto de obtener productos químicos de valor añadido.

Ya se han desarrollado algunas aplicaciones a nivel de planta piloto por la UK-Wesseling (Colonia, Alemania) mediante el cracking de alta presión de plásticos en hidrocarburos, usando como materia prima mezclas de termoplásticos.

Gasificación Electrocinética

Teniendo como materia prima mezclas de PET, la Mid-Ohio Technologies (Toledo, Ohio), utilizan un método de demostración en el que arcos eléctricos activan radicales libres, que separan el polímero en fracciones de gas industrial.

Baño de Metal Fundido

El Molten Metal Tech (Cambridge, MA) utiliza residuos poliméricos (plásticos incómodos como residuos médicos, cables e hilos, productos conteniendo metales pesados) inyectados en baños con metal fundido para dar gases, productos químicos y mezclas. Este método ya se encuentra a nivel comercial.

Pirólisis Avanzada

El Wayne Tech (Victor, NY) lleva a cabo a nivel de demostración la transformación, de los residuos sólidos municipales (ricos en material plástico) en crudo. Por su parte en la SMC Automotive Alliance/SPI (Washington, DC) los residuos de compuestos para moldeo en lámina son pirolizados en gas, combustible y carbón; se utilizan termoestables a nivel demostración.

Disolución de Polímeros (fraccionamiento con disolventes)

Los laboratorios Argonne (Chicago, IL) realizan a nivel demostración la separación de plásticos presentes en los residuos triturados procedentes del automóvil, y nuevas aleaciones. En Rensselaer Institute of Technology (Troy, NY) se llevan a cabo demostraciones de fraccionamiento de mezclas de termoplásticos por disolución en xileno, y la recombinación en compuestos. En la Politech Univ. (Brooklyn, NY) se realiza la solubilización y reprocesado de resinas epoxi curadas a partir de termoestables a nivel experimental.

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE CONSUMO DE PLÁSTICOS

"Dios no sólo juega a los dados. A veces también echa los dados donde no puedan ser vistos".

Stephen Hawking.

III. PRONÓSTICO DE CONSUMO DE PLÁSTICOS

Para llevar a cabo exitosamente la implantación de una planta reprocesadora de plástico es necesario conocer el consumo de plásticos que se espera hasta finales del siglo, para ello se realizó un modelo de estimación estructurado con información estadística.

El desarrollo del modelo de estimación de consumo de plástico permite conocer, con alto nivel de confianza, los volúmenes de consumo de cada tipo de plástico por año.

El primer paso para elaborar dicho modelo fue recopilar información de una serie de fuentes que posteriormente se mencionarán.

En función de la información existente se eligieron como variables independientes del modelo los siguientes parámetros:

A. Población Total (POB)

B. Población Económicamente Activa (PEA)

C. Producto Interno Bruto Total (PIBT)

D. Producto Interno Bruto de la Industria Manufacturera (PIBM)

Software

Para efectuar el pronóstico fue necesario hacer uso de un *software* para computadora personal llamado *Micro TSP*, mediante el cual se determina la ecuación para calcular el comportamiento estimado de una serie de variables dependientes.

Micro TSP (Time Series Processor) es una serie de herramientas que manipula datos en series de tiempo, con la que se puede desarrollar una relación estadística a partir de los datos con los que se cuente y después utilizar la relación para pronosticar futuros valores de los datos. La base matemática de las regresiones lineales o múltiples, a partir de las cuales se generan las ecuaciones, son el método de mínimos cuadrados o polinomios.

Desarrollo

La metodología para la determinación del consumo de plásticos es la siguiente:

1. Se definen la variables de las cuales se quiere conocer su comportamiento en años futuros (variables dependientes).

2. Se definen las variables que se relacionan directamente con las anteriores y que determinan su comportamiento (variables independientes).
3. Se obtienen los valores numéricos de todas las variables involucradas en el análisis abarcando por lo menos los últimos doce años.
4. Una vez obtenidos los resultados del punto anterior se proponen relaciones, es decir, se sugiere una ecuación colocando la variable dependiente, una constante y las variables independientes factibles.
5. Se realiza la corrida del programa y se verifican los valores de 2-TAIL (mide el excedente de ajuste de los valores observados) y R2 (mide la proximidad del ajuste de la ecuación de regresión de la muestra a los valores observados), de acuerdo al comportamiento de estos valores se realizan más corridas, cambiando las variables independientes posibles.
6. Se elige la combinación de variables que determinen un valor de 2-TAIL más cercano a cero y de R2 más cercano a 1.0. Por otra parte es importante mencionar que es necesario observar que los datos generados sean los más próximos a los reales, especialmente en los últimos años, ya que así se obtiene un pronóstico óptimo.

Los modelos propuestos dan como resultado una ecuación del siguiente tipo:

$$Y = C + bX + dZ + \dots$$

donde,

Y = Variable Dependiente

C = Constante

X, Z = Variables Independientes

b, d = Constantes de las Variables Independientes

El valor de las constantes b y d, se obtuvo de los valores de los coeficientes que se generaron en las corridas para la constante C y para cada variable independiente X y Z.

Resultados Obtenidos

Una vez determinadas las ecuaciones de comportamiento (por medio de TSP) se procede a utilizar una hoja de cálculo para colocar en ella las ecuaciones con los coeficientes obtenidos.

El primer intento se realizó basándose en las ecuaciones obtenidas con los datos de población, dado que ésta a corto plazo no presenta mucha dificultad para estimar sus valores. Posteriormente se elaboró un panorama optimista dentro de los valores del PIB y a partir de ello se generaron los valores de consumo de los diferentes plásticos para los siguientes años.

Cabe hacer mención que las crisis económicas de los últimos 10 años influyen decisivamente en los resultados del modelo, por lo que dentro de este marco económico existen altas probabilidades de que los pronósticos se vayan a quedar cortos. Con esto se quiere decir que si se mantiene la estabilidad que se ha mostrado estos años recientes en el país el consumo de plásticos va a resultar mayor que el que se ha pronosticado.

Para hacer más representativo el objetivo de este Capítulo, se muestra a continuación una tabla que concentra la información utilizada para llevar a cabo las estimaciones del consumo de plástico que se espera hasta fin de siglo, así como también se muestran los resultados obtenidos (datos sombreados), las unidades de medición y las fuentes de información; además subsecuentemente se incluyen las corridas obtenidas de la utilización del TSP y las gráficas representativas de la información anteriormente descrita.

Concentrado de Información Recopilada y Pronosticada

AÑO	PET	PVC	PS	PELD	PEHD	PEA	POB	PIBM	PIBT
1977		59892	49831	147776	45374	2051	61269471	772528	3423780
1978		79754	53360	152098	59671	2133	63128647	847907	3730446
1979		108715	82300	170451	73123	2291	64987823	934544	4092231
1980		127431	85380	222531	92896	2441	66847000	988900	4470077
1981		137157	91735	265935	96747	2557	68287264	1052660	4862219
1982		128815	94112	259391	103475	2505	69727529	1023811	4831689
1983		127080	81906	269500	145936	2326	71167793	943549	4628937
1984		131700	78121	228668	102923	2374	72608058	990856	4796050
1985	59	148651	80511	292417	115220	2451	74048322	1051109	4920430
1986	6094	120770	98238	326417	164359	2404	75488587	995848	4735721
1987	5101	126992	91756	282104	134477	2430	76928851	1024736	4814700
1988	5678	129758	87415	338403	157214	2427	78369116	1055658	4878784
1989	8240	148402	103297	379435	209169	2428	79809380	1118636	5024226
1990	5136	150827	112932	345532	226492	2437	81249645	1185441	5276684
1991	11836	147305	128733	351975	250049	2439	82689909	1252246	5468560
1992	19155	176592	131434	372877	277932	2442	84130174	1319246	5685870
1993	22987	188697	141395	417809	328202	2447	85570438	1388248	5932875
1994	23180	198615	148468	450368	335007	2540	87010703	1438248	6094263
1995	22311	198056	149858	456879	327573	2590	88450867	1448246	6123862
1996	22018	201558	152745	469903	327346	2640	89891232	1468246	6195131
1997	22580	208141	157873	492894	337932	2690	91331498	1503246	6329457
1998	24429	219225	168287	529811	384375	2740	92771761	1580248	6555855
1999	28903	232684	176381	574092	398746	2790	94212025	1628246	6829891
2000	27762	240025	182194	600139	412936	2840	95852290	1668246	6980109
2001	29198	249395	189515	632898	434333	2890	97092554	1718246	7171311
	TON	TON	TON	TON	TON	MILES	PERSONAS	MILLONES DE PESOS '80	
FUENTE	*	*	*	*	*	&	@	&	&

* Anuario de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ)

& INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México

@ SPP, La Población de México, INEGI, CONAPO, CELADE

Pronóstico Propio

PEA : Población Económicamente Activa

POB : Población Total

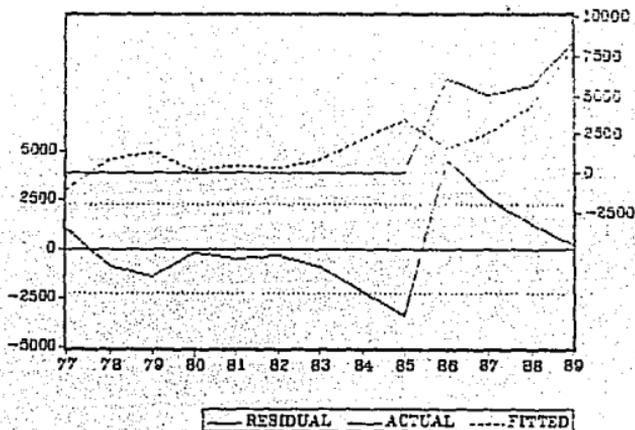
PIBM : Producto Interno Bruto de la Industria Manufacturera

PIBT : Producto Interno Bruto Total

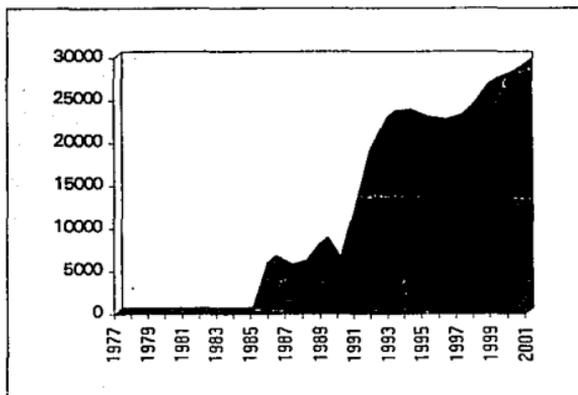
LS 7, Dependent Variable is PET
 Date: 8-30-1993 / Time: 10:47
 SMPL range: 1977 - 1989
 Number of observations: 13

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. Error	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	15723.902	12901.539	1.2206727	0.251
PIBM	0.0576314	0.0168206	3.425e271	0.000
PEA	-29.904780	10.982703	-2.7220611	0.025

R-squared	0.358098	Mean of dependent var	1306.927
Adjusted R-squared	0.481718	S.D. of dependent var	3089.311
S.E. of regression	2104.051	Sum of squared resid	27264000
Durbin-Watson stat	0.360085	F-statistic	6.376714
Log likelihood	-116.9029		

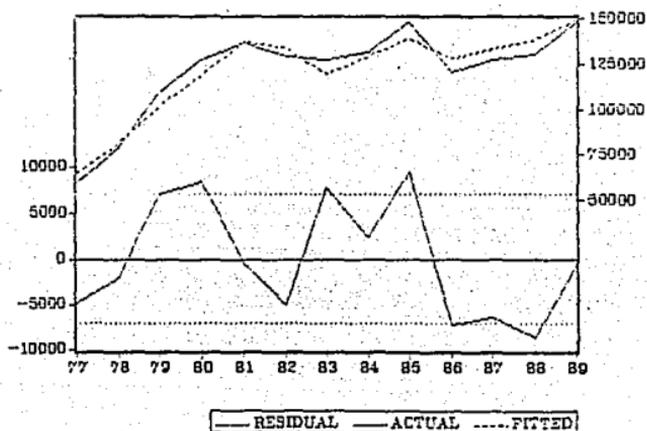


**Pronóstico de Consumo de Tereftalato de Polietileno
(Toneladas)**

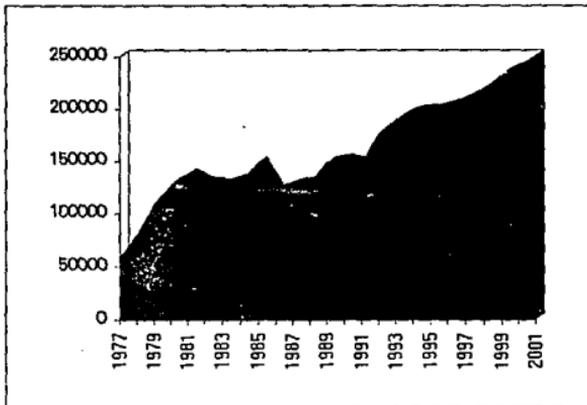


LS // Dependent Variable is PVC
 Date: 8-30-1993 / Time: 16:37
 SMPL range: 1977 - 1989
 Number of observations: 13

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	-119371.32	22540.732	-5.310008	0.000
PIBT	0.0311408	0.0130724	2.3814487	0.043
PIBn	0.1005827	0.0723053	1.3906001	0.190
R-squared	0.936364	Mean of dependent var	121201.7	
Adjusted R-squared	0.923607	S.D. of dependent var	25379.81	
S.E. of regression	7013.126	Sum of squared resid	4.918E+03	
Durbin-Watson stat	1.563037	F-statistic	70.20127	
Log likelihood	-131.8623			



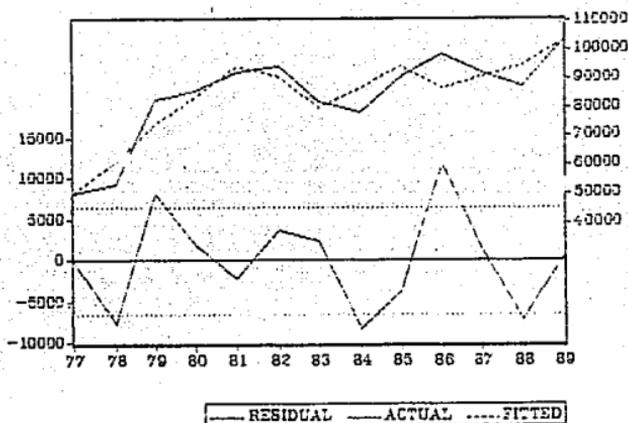
Pronóstico de Consumo de Policloruro de Vinilo (Toneladas)



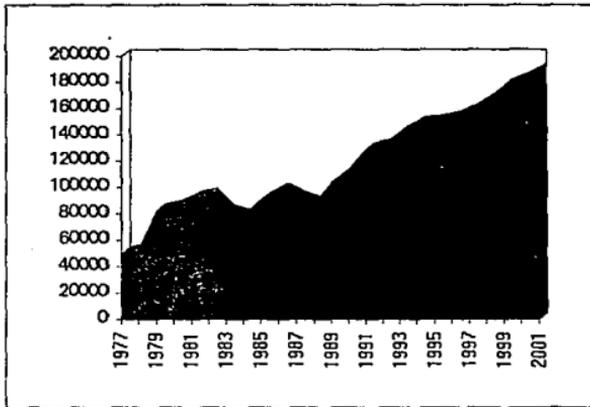
LS // Dependent Variable is PE
 Date: 8-30-1993 / Time: 16:39
 SMPL range: 1977 - 1989
 Number of observations: 13

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	-67064.564	21067.182	-3.1807667	0.010
PIST	0.0080502	0.0125917	0.6309201	0.529
PIBM	0.1144531	0.0678787	1.6957752	0.111

R-squared	0.250794	Mean of dependent var	10057.45
Adjusted R-squared	0.1026158	S.D. of dependent var	15811.76
S.E. of regression	2074.578	Sum of squared resid	412094.01
Durbin-Watson stat	1.074431	Probability	21.91583
Log likelihood	-1.004836		



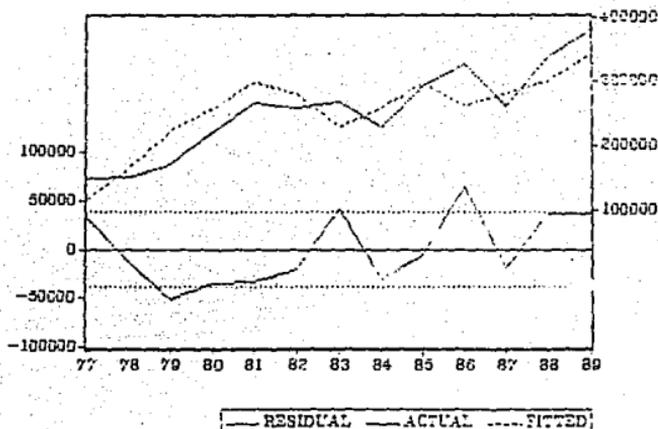
**Pronóstico de Consumo de Poliestireno
(Toneladas)**



LS // Dependent Variable is PELD
 Date: 8-30-1993 / Time: 16:46
 SMPLE range: 1977 - 1989
 Number of observations: 13

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	-386158.76	119308.95	-3.2368900	0.008
PIB	0.6511795	0.1206729	5.3962368	0.000

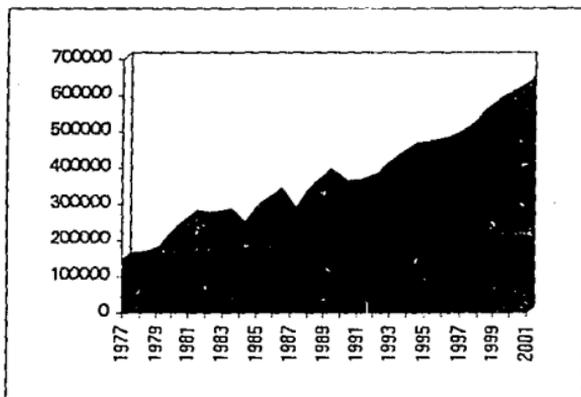
R-squared	0.728618	Mean of dependent var	231009.7
Adjusted R-squared	0.700893	S.D. of dependent var	209411.1
S.E. of regression	2075.65	Sum of squared resid	1358610
Durbin-Watson stat	1.701347	Probability > F	0.000000
Log likelihood	-104.7120		



ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

PRONÓSTICO DE CONSUMO DE PLÁSTICOS

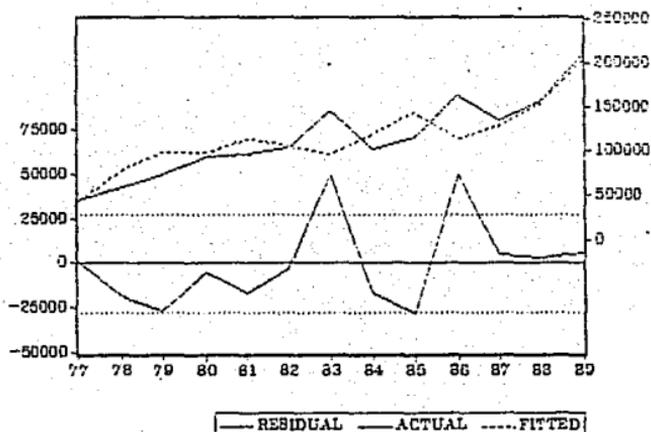
Pronóstico de Consumo de Polietileno de Baja Densidad (Toneladas)



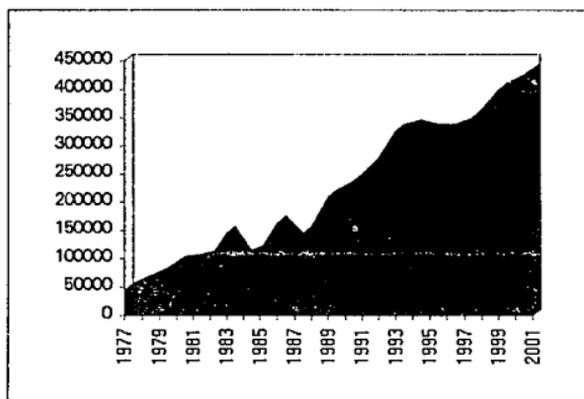
LS // Dependent Variable is PEHD
 Date: 8-30-1993 / Time: 15:44
 SMPL range: 1977 - 1989
 Number of observations: 13

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	42160.806	138726.65	0.2656139	0.796
PEA	-292.84771	135.12145	-2.1672926	0.035
PIBM	0.7794451	0.2069829	3.7657461	0.004

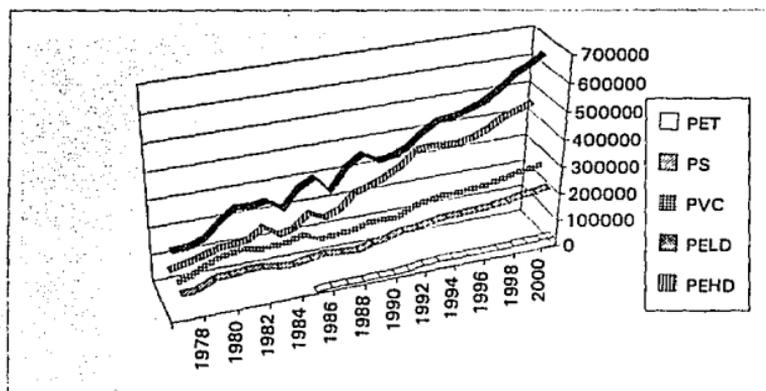
R-squared	0.702693	Mean of dependent var	13419.6
Adjusted R-squared	0.643231	S.D. of dependent var	43410.64
S.E. of regression	17062.76	Sum of squared resid	7.463E+07
Durbin-Watson stat	2.229485	F-statistic	11.81761
Log likelihood	-149.5610		



Pronóstico de Consumo de Polietileno de Alta Densidad (Toneladas)



Consumo de Plásticos Estimado (Toneladas)



Conclusión del Pronóstico

Como es posible observar en la información mostrada anteriormente el consumo de plásticos, por lo menos hasta fin de siglo, va a continuar con una tendencia de aumento considerable. Por esta razón podemos concluir que la industria de reciclado plástico debe crecer en la misma medida, ya que a fin de cuentas el plástico es una materia prima de origen natural que algún día se acabará.

CARTULO 4 TAMAÑO DE PLANTA

"También el silencio es una opinión a veces".

Anónimo.

IV. TAMAÑO DE LA PLANTA

Se conoce como tamaño de una planta industrial la capacidad instalada de la producción de la misma. Esta capacidad se expresa en cantidad producida por unidad de tiempo, es decir, volumen, peso, valor o número de unidades de producto elaboradas por año, ciclo de operación, mes, día, turno, hora, etc. En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la capacidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia prima que entra al proceso.

Las plantas industriales generalmente no operan a su capacidad nominal o instalada, debido a factores ajenos al diseño de la misma, tales como limitada disponibilidad de materia prima, fluctuaciones en la demanda del producto, etc. Al ritmo de producción que efectivamente es posible operar la planta se le conoce como capacidad real de operación. Al cociente que resulta de dividir la capacidad real entre la instalada se le denomina nivel de aprovechamiento de la capacidad de la planta.

Factores Determinantes del Tamaño de un Planta

En general, los factores que influyen de manera predominante en la selección del tamaño de una planta industrial son los siguientes:

1. Características del Mercado de Consumo.

El primer paso en la selección del tamaño de una planta suele ser una revisión de los resultados de un estudio de mercado de consumo o de un pronóstico de consumo, tendiente a determinar si la dimensión del mercado potencial para el proyecto permite montar o no la planta industrial considerada, dependiendo ello de que dicho mercado potencial sea mayor o menor que la capacidad mínima de la planta que sea posible construir o adquirir.

La magnitud del futuro mercado potencial influirá en la determinación del tamaño de la planta que deba instalarse. La ampliación de ciertos equipos es muy costosa y en esos casos se suele instalar inicialmente equipos de mayor capacidad.

2. Características del Mercado de Abastecimiento.

Los volúmenes y las características de las materias primas, así como la localización de las áreas de producción de las mismas, son los siguientes factores que se toman en cuenta para ajustar el tamaño de la planta.

Si se prevé que el volumen disponible de materia prima no es suficiente para llenar los requerimientos de abastecimiento de la planta al nivel de capacidad pre-seleccionado, será necesario reducir dicho nivel para ajustarlo a la disponibilidad previsible de materia prima.

3. Economías de Escala.

Se conocen como economías de escala las reducciones en los costos de operación de una planta industrial debidas a incrementos en su tamaño, o a aumentos en su periodo de operación por diversificación de su producción o bien por extensión de sus actividades empresariales a través del uso de facilidades de organización, producción o comercialización de otras empresas.

La reducción en los costos unitarios de operación a través de las economías de escala tiende a ampliar los radios máximos de captación de materia prima y de distribución de productos, permitiendo en lo general ampliar el tamaño de la planta.

4. Disponibilidad de Recursos Financieros.

Indudablemente uno de los factores limitantes de la dimensión de un proyecto industrial es la disponibilidad de recursos financieros.

Los recursos financieros se requieren para hacer frente tanto a las necesidades de inversión de activo fijo, como para satisfacer los requerimientos de capital de trabajo.

Los recursos para cubrir las necesidades de un proyecto industrial de iniciativa privada pueden provenir de dos fuentes principales: a) del capital social suscrito y pagado por los accionistas de la empresa que se forme para adquirir, instalar y operar la planta y b) de los créditos que se puedan obtener de instituciones bancarias o financieras y de proveedores.

Un proyecto industrial no requiere que se disponga del monto total de los recursos financieros desde el inicio de su realización, ya que la adquisición, instalación y puesta en marcha de la planta requiere de un cierto período de tiempo, circunstancia que debe tomarse en cuenta antes de decidir si los recursos económicos disponibles obligan a reducir el tamaño de planta considerado.

Si la disponibilidad previsible de recursos económicos no es suficiente para la realización del proyecto en su dimensión prevista, conforme a las consideraciones de mercados de consumo y abastecimiento, y a las de economías de escala, es necesario considerar una reducción en la inversión fija requerida.

La reducción mencionada en el párrafo anterior se puede llevar a cabo ya sea mediante la adquisición de una instalación menos automatizada, o basada en un proceso intermitente en lugar de un proceso continuo, o mediante una reducción en el tamaño de la planta.

5. Características de la Mano de Obra.

Un factor limitante del tamaño de una planta industrial puede ser la legislación laboral que esté vigente en la zona donde se le piensa localizar, ya que podría resultar más conveniente reducir el tamaño de una planta que hacer frente a fuertes erogaciones para dotar de ciertos servicios sociales a los operarios de la misma, tales como servicios médicos, escuelas, facilidades de habitación, centros de esparcimiento, etc. Este factor unido a la falta de mano de obra calificada puede obligar a reconsiderar el tamaño de la planta.

6. Tecnología de Producción.

La selección del tamaño de una planta también debe tomar en cuenta las características de los procesos y equipos.

En algunas ocasiones para aumentar la capacidad instalada se requieren de grandes inversiones o de periodos muy largos de construcción o instalación, en los cuales es necesario disminuir o aún suspender la producción, por lo que resulta aconsejable la selección de un tamaño inicial de planta mayor que el determinado en función de otros factores.

En resumen, la determinación del tamaño de una planta industrial requiere de la revisión y análisis del conjunto de factores de influencia descritos en este capítulo, todos los cuales tienen repercusiones en el monto de las inversiones necesarias para instalar la planta, en los niveles de rentabilidad que habrán de obtenerse y en las perspectivas de crecimiento de la misma.

El tamaño más adecuado de una planta industrial será aquel que se obtenga optimizando la economía de la misma en función de los factores antes mencionados. La selección del tamaño de la planta se realiza haciendo una primera estimación de la misma en términos del factor que se juzga le impone la mayor restricción; que en los más de los casos es la dimensión y localización del mercado de consumo o el de abastecimiento. Posteriormente se efectúan ajustes al tamaño así estimado en función de los otros factores de influencia antes señalados.

Determinación del Tamaño de la Planta de Reciclado de Plásticos a Través del Análisis Económico de Alternativas

La determinación del tamaño inicial de una planta es un aspecto de suma importancia en la formulación de proyectos industriales, ya que influye en alto grado no solo en el monto de los recursos económicos que deben ser erogados, sino también en los niveles de rentabilidad que habrán de obtenerse y en las perspectivas futuras del tamaño de la empresa.

A continuación se presenta de una manera simplificada la determinación del tamaño de la planta de reciclado de plásticos que se pretende instalar en el área Metropolitana de la Cd. de México.

A. Mercado de Consumo

Al analizar los resultados obtenidos en el cálculo del consumo de plásticos para los próximos años realizado en el Capítulo anterior, se observa que presentan una tendencia ascendente, que podemos observar en la tabla siguiente.

Material	1991 (Real) Ton/Año	1994 Ton/Año	2001 Ton/Año
PET	11,836	23,180	29,198
PVC	147,305	196,615	249,395
PS	128,733	148,468	189,515
PELD	351,975	450,368	632,698
PEHD	250,049	335,007	434,333
Total	889,898	1,153,638	1,535,139

Dentro de ese consumo nacional se estima que la planta reprocesadora de plástico puede contribuir en un 0.1% de material del total esperado para 1994, es decir, producir 3 Ton/Día.

Esta estimación se considera por la restricción de que el volumen que ocupan los plásticos de deshecho a procesar es bastante considerable, debido a que en la mayoría de los casos se no se encuentran compactados (contienen mucho aire); además de que en el mercado de la industria del plástico en muchos de los casos no se podrá competir con materia prima virgen, por la razón de que los desechos plásticos en la mayoría de las veces se encuentran contaminados por otros materiales que demeritan la calidad del producto terminado.

B. Mercado de Abastecimiento

Actualmente la generación de desechos plásticos por habitante al día en México es de 0.022 Kg. y tan sólo en el Distrito Federal somos 8 235 744 habitantes, por lo que estas cifras aseguran una disponibilidad mínima de 180 toneladas diarias de materia prima disponible.

La materia prima disponible es bastante mayor que la que se pretende obtener como producto terminado, pero no hay que olvidar que esta materia prima no puede ser suministrada directamente a la maquinaria, previamente debe someterse a etapas de selección por tipo de plástico, de separación de materiales no plástico (madera, metales, etc.) y en algunos casos de lavado y secado (para eliminar polvos). Estas etapas provocan que el proceso de transformación de los desechos plásticos sea lento.

C. Economías de Escala

Los costos de operación difícilmente podrán ser disminuidos (en el esquema que se está concibiendo la implantación de la planta reprocesadora de plástico, como una empresa única), ya que se tiene considerado un proceso de producción continuo, además de que la maquinaria a utilizar es de tecnología actual.

Más sin embargo, existe la posibilidad de que los costos de operación sean disminuidos un futuro cercano creando una planta independiente de recopilación, limpieza y selección de materiales plásticos que suministre materia prima lista para introducirse a la maquinaria de la planta reprocesadora; pero no es el objetivo de este trabajo llevar a cabo dicho análisis.

D. Recursos Financieros

Este factor no es limitante para el tamaño de la planta del caso en estudio, por la razón de que no se cuenta con un monto fijo de inversión. En el Capítulo 7 se tratará más a fondo todo lo relacionado a la inversión requerida, así como las posibles formas de financiamiento.

E. Mano de Obra

Debido a que se pretende establecer la planta reprocesadora de plástico en el área Metropolitana de la Cd. de México, no implica erogar capital alguno del destinado a la empresa a la creación de servicios sociales (porque se cuenta ya con ellos), por esta premisa no influye este factor de manera trascendente a la determinación del tamaño de la planta.

F. Tecnología de Producción

Como ya se ha mencionado el proceso de fabricación es del tipo continuo y la maquinaria a utilizar es de lo más reciente en el mercado. Cabe mencionar que no influye este factor en la determinación del tamaño de la planta por el hecho de que la elección de la maquinaria se realizará a partir de la determinación de la capacidad de instalada, para con ello elegir la maquinaria con un soporte de crecimiento a corto plazo.

Tomando en cuenta los factores estudiados y en particular los resultados de la proyección del mercado de consumo, se concluye que la planta que debe adoptarse es la de una capacidad de 3 toneladas por día. Cabe mencionar que conviene en algún momento dado hacer las erogaciones adicionales para la creación de otra planta de preparación de materia prima, previo estudio de factibilidad.

CAPITULO 5 MAQUINARIA Y EQUIPO

*"Las ideas, al igual que las uvas,
crecen en racimos".*

Anónimo.

V. MAQUINARIA Y EQUIPO

Para satisfacer las necesidades de producción obtenidas a través de la determinación del *Tamaño de Planta* elaborado en el Capítulo anterior, se hace necesario realizar un análisis de la maquinaria indispensable para llevar a cabo exitosamente dicho propósito y que a continuación se presenta.

Recolección de Información

Esta tarea se realizó contactando a los diferentes proveedores y productores de maquinaria para reciclado plástico que se encuentran en el mercado a nivel nacional e internacional, realizando visitas a plantas de producción, contactando vía fax, y asistiendo a exposiciones del ramo.

Enlistamos enseguida las distintas empresas contactadas y su nacionalidad:

Fabricantes

- EREMA, Engineering Recycling Maschinen und Anlagen. Linz, Austria.
- Pallmann Pulverizers Company, Inc. Florida, E.U.

- Friomold, S.A. de C.V. Edo. de México, México.
- Maretech Corp. Texas, E.U.
- Extrudaids, Ltd. Oxfordshire, England.
- Irwin. WA, E.U.
- Dow Química Mexicana, S.A. de C.V. D.F., México.
- Pagani Dycomet, S.A. de C.V. D.F., México.
- Adler. Besano, Italia.
- Tecnova. Verbano, Italia.
- Frago Industries. MA, E.U.
- Beutelspacher, S.A. de C.V. D.F., México.
- Magnetic Separation Systems, Inc. Tennessee, E.U.

Proveedores

- Reprocesado de Plásticos, S.A. de C.V. Jalisco, México.
- Grupo RLC. Edo. de México, México.
- Suministros Especiales, S.A. de C.V. Edo. de México, México.
- Koplast, S.A. de C.V. D.F., México.
- David Mazzalupo & Associates, Inc. Connecticut, E.U.
- Intercambio Comercial Europeo, S.A. de C.V. D.F., México.

La información proporcionada por estas empresas nos permite elaborar una tabla comparativa de las distintas máquinas utilizadas en el reprocesado de materiales plásticos. Cabe mencionar que se incluyen líneas completas de producción y equipo para actividades específicas.

No.	Fabricante o Proveedor	Descripción	Material	Costo (USD)	Capacidad (Kg/h)	Costo de Producción (USD/Kg)
1	Beutelspacher,	Línea de Reciclado (1)	PE	90,000.00	120 -140	¢ 10
			PP		120 -140	
			PVC		120 -140	
2	EREMA	Plastic Recycling Plant (2)	PE	240,000.00	150 - 200	-
			PS		150 - 200	
			PP		120 - 150	
3	TECNOVA	Lines for the Recycling of Plastic Material (3)	PE	600,000.00	450	-
			PP		450	
			PS		450	
			ABS		450	
4	Extrudaids, Inc.	Aqua Munchy 55 (4)	PE	80,000.00	50	¢ 10
			PP		50	
			PS		50	
			PET		50	
5	Extrudaids, Inc.	Aqua Munchy XL120 (5)	PE	350,000.00	500	¢ 10
			PP		500	
			PS		500	
			PET		500	
6	Frago Industries	TSK45 Compounder (6)	PE	200,000.00	120	-
			PP		120	

Características Constructivas de la Maquinaria

A continuación se presenta una descripción detallada del equipo descrito en la tabla anterior.

Referencia	Descripción del Equipo	Area Total necesaria (m ²)
1	<ul style="list-style-type: none"> • Extrusor de husillo cónico con alimentación manual y recirculado interno de agua • Filtro tipo malla rotatoria • Cortadora giratoria • Enfriadora • Tablero de Control 	24.5
2	<ul style="list-style-type: none"> • Banda Transportadora • Detector de metales • Cortador/compactador • Filtro • Granulador • Pantalla de enfriamiento y secado • Extrusor • Friomold • Sistema de transportación de pellets • Tablero de Control • Silo 	90.6
3	<ul style="list-style-type: none"> • Cortadora • Banda Transportadora • Silo • Tanques de lavado • Unidad de secado de hojas • Cambiador de filtros hidráulico • Extrusora • Tablero de Control 	• 66
4	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentador • Detector de Metales • Extrusora • Filtros • Peletizadora • Enfriadora de agua • Alimentador de silos 	27

Características Constructivas de la Maquinaria (Continuación)

Referencia	Descripción del Equipo	Area Total necesaria (m ²)
5	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentador • Detector de Metales • Extrusora • Filtros • Pelletizadora • Enfriadora de agua • Alimentador de silos 	35
6	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentador • Extrusora • Pelletizadora • Planta de recirculación de agua • Secador de pellets • Tablero de Control 	40

Justificación de la Elección de la Maquinaria

A continuación se presentan las principales razones por las cuales se escogieron dos de los seis equipos descritos anteriormente.

Máquina extrusora Beutellspacher (Bs)

- Sencillez de funcionamiento.
- Relación rendimiento/precio (129 kg/hr N\$ 280,000.00).
- Contacto directo con el diseñador, permitiendo mejoras específicas a la maquinaria.

- Facilidad y rapidez para conseguir refacciones.
- Facilidad para reparación.
- Tipos de plásticos manejables: LDPE, HDPE, PP, PVC.

Maquinaria Munchy 55

- Mejor calidad del producto terminado, se produce un pellet con las mismas propiedades del producto original.
- Diversidad de materiales que se pueden utilizar, LDPE, HDPE, LLDPE, PP, EVA, PS, ABS, PET, Coextrusiones, entre otros.
- Detector de metales.
- Tamaño compacto.
- Facilidad para distintos tipos de alimentación.
- Buen rendimiento (50 kg/hr).
- Precio accesible (US\$ 80000.00).

Estrategia de Utilización

De acuerdo a los factores que se describieron en el Capítulo 4 y elaborando cálculos para conocer la producción diaria estimada de los distintos tipos de plásticos, se presenta la siguiente tabla:

Material	Producción Ton/Día
PET	0.06
PVC	0.51
PS	0.39
PELD	1.17
PEHD	0.87
Total	3.00

Dentro de éste marco se propone comenzar las actividades de la planta utilizando los dos equipos seleccionados, bajo la premisa de que se tiene asegurado por algún medio el abasto de dicha cantidad de material.

El uso se dividiría aprovechando la capacidad de la Extrusora Bs para el manejo del LDPE, quedando la Munchy para el procesamiento de el HDPE. A conveniencia, se cambiará el LDPE de la Extrusora Bs por el PVC reunido durante el tiempo suficiente para alimentarla continuamente durante un día (aprox. cada semana), y a la Munchy se le cambiará de material a PET (aprox. cada mes).

La idea es que las máquinas estén en funcionamiento las 24 horas del día todos los días del año, así que si el proveedor comunica a la planta que tiene un cargamento de PS (por decir algún otro material diferente de los antes mencionados) por reciclar, y aún siendo que éste no fué de los 4 materiales seleccionados en primera instancia, no habrá objeción en recibir y procesar el material si el volúmen que se manda es lo suficientemente grande para justificar la interrupción del procesamiento del otro plástico.

Una alternativa más son los fabricantes que se dedican al plástico, en la cual se pondrá a disposición de ellos el servicio de reciclado de sus películas (productos) de desecho, sobrantes, materiales deteriorados, no vendidos, y en general cualquier tipo de material plástico limpio que pretendan o necesiten volver a tener en pellet. El fabricante enviará su material a la planta, para que por cierta cuota se le procese y pueda pasar en determinada fecha por su material en pellet.

Otra opción es reciclado en el camino (REEC) en la cual se aprovecha la conciencia ciudadana; el proceso es como sigue:

- El consumidor limpia y separa los plásticos.

- Un Contenedor de la compañía realiza su recorrido periódicamente para recoger el material.
- En camino el material es molido por separado.
- Al llegar a la planta se vierte directamente en la tolva de la extrusora.

Para lograr ésta opción de reciclado es indispensable el apoyo de los pobladores de las áreas seleccionadas, pues ellos serán directamente los encargados de llevar a cabo una eficaz clasificación y separación de los distintos tipos de plásticos; esta situación es benéfica puesto que un esfuerzo que de otra manera sería muy grande, será distribuido entre muchas personas.

Por último, cabe mencionar que es muy importante la participación de la industria del plástico en el sentido de respetar la inclusión del símbolo de reciclado plástico en sus productos para coadyuvar en la actividad descrita anteriormente.

CAPÍTULO 6 LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

*"Dadme un punto de apoyo
y levantaré el mundo".*

Arquímedes.

VI. LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Localización de Planta

En la localización de la planta los factores que inciden fuertemente son la localización del mercado de consumo y la localización de las fuentes de materias primas, siendo la premisa fundamental obtener un costo mínimo unitario de operación en el sitio determinado para ubicar la planta. Una buena elección de la zona y el terreno se reflejará en el oportuno abastecimiento de los insumos y una efectiva distribución de los productos terminados.

Además de estos dos factores existen otros que también deben de ser considerados, como la disponibilidad de transporte y vías de comunicación, la disponibilidad y características de la mano de obra, la disponibilidad y costo de energía eléctrica y combustibles, fuentes de suministro de agua, facilidades para la eliminación de desechos, las disposiciones legales, fiscales o de política económica, las condiciones climatológicas, el terreno disponible, actitud de la comunidad, entre otros.

Análisis de Factores que Influyen en la Localización

En general las materias primas pagan menores tarifas que los productos terminados; sin embargo, la cantidad de materia prima que se requiere para elaborar un volumen determinado de producto, puede originar que convenga instalar la planta en la zona de producción de las primeras.

En este caso, la materia prima se pretende que provenga principalmente de los tiraderos, o de orígenes post-consumo (de los desperdicios domésticos a la planta, sin pasar por el tiradero). De esta manera se abre la posibilidad a varios lugares para ubicar la planta, dada la localización de los principales tiraderos y las concentraciones poblacionales, para lo cual se presenta el siguiente panorama.

En 1959 la cantidad de desechos sólidos por habitante en la capital del país era de 370 g diariamente. En 1984 esta cifra asciende a 650 g, lo que produce un total de 10,381 toneladas de desechos domiciliarios al día, lo más alto en el país. A esta cifra deben agregarse 20,000 toneladas de desperdicios industriales, 2,000 más provenientes de sanitarios y hospitales y 2,000 de otro tipo de desperdicios municipales.

Esto equivale a 34,966 toneladas aproximadamente por día de basura. Para su disposición, dentro de los límites del Distrito Federal se localizan siete tiraderos de cielo abierto: Santa Cruz Meyehualco, Cerro de la Estrella, Santa Fe, Lomas de Tarango, Tláhuac, Xochimilco y Milpa Alta.

En el Estado de México y en la zona Metropolitana se ubican los siguientes tiraderos: San Mateo Nopala, Atizapán y Tlalnepantla, Huixquilucan, Coacalco, Ecatepec, Ciudad Nezahualcóyotl y la Paz. El resto de los municipios producen una muy baja cantidad de basura que se deposita en las orillas de los poblados y tiraderos.

A continuación se detallan las características de algunos de estos lugares.

XOCHIMILCO

La Delegación Xochimilco representa el 7.95% del área total del Distrito Federal. Colinda al norte con las delegaciones Tlalpan, Coyoacán, Iztapalapa y Tláhuac, al este con la Delegación Tláhuac, al sur con la Delegación Milpa Alta y al oeste con la Delegación Tlalpan.

Sus principales corrientes son los arroyos Tilapa , Tepepanlla y Santiago. Los cuerpos de agua con los que cuenta son El Toro, Texhuilo, Chinampas y la Presa San Lucas. El clima predominante en la delegación es clima templado subhúmedo con bajo grado de humedad, temperatura media anual de 16 °C y precipitación pluvial que varía de 700 a 900 mm anuales.

La división geoestadística está constituida por 2253 manzanas en 88 áreas geoestadísticas básicas de las cuales 4 son rurales.

La comunidad está constituida por 271650 habitantes aproximadamente hasta 1993.

TLAHUAC

La delegación Tláhuac representa el 6.74% del área total del Distrito Federal. Colinda al norte con la Delegación Iztapalapa, al este con los municipios de Ixtapalaca y Chalco del Estado de México, al sur con la Delegación Milpa Alta y al oeste con las Delegaciones Xochimilco e Iztapalapa.

Sus principales corrientes son los de Chalco, Guadalupeño, Atecuayac, Amecameca. El clima predominante en la delegación es templado subhúmedo con bajo grado de humedad, temperatura media anual de 16 °C y precipitación pluvial de 600 a 800 mm anuales.

La división geoestadística se constituye por 2044 manzanas distribuidas en 76 áreas geoestadísticas básicas de las cuales 72 son urbanas y 4 rurales.

La comunidad está constituida por 206720 habitantes aproximadamente hasta 1993.

MILPA ALTA

La delegación Milpa Alta representa el 19.18% del área del Distrito Federal. Colinda al norte con las Delegaciones Xochimilco y Tláhuac, al oeste con los municipios de Chalco, Tenengo del Aire y Juchitepec del Estado de México, al sur limita con los municipios de Tlalnepantla y Tepozotlán del Estado de Morelos y al oeste colinda con las Delegaciones Tlalpan y Xochimilco.

Su principal arroyo es el Cautzín. El clima predominante en la delegación es semifrío subhúmedo con una temperatura media anual que varía de 10 a 12 °C y precipitación pluvial de 1200 a 1500 mm anuales.

La división geoestadística se constituye por 831 manzanas distribuidas en 20 áreas geoestadísticas básicas de las cuales 3 son rurales.

La comunidad está constituida por 63675 habitantes aproximadamente hasta 1993.

ATIZAPAN

El municipio de Atizapan de Zaragoza se encuentra ubicado en la porción noroeste del Estado de México, encontrándose a una altitud media de 2280 metros sobre el nivel del mar, ocupa una extensión territorial de 89.88 Km² y colinda al norte y noroeste con el municipio de Cuautitlán Izcalli, al este con de Tlalnepantla, al sur y sureste con el de Naucalpan, al oeste con los de Isidro Fabela y Jilotzingo, y al noroeste con el de Nicolás Romero.

La comunidad está constituida por 5339 habitantes aproximadamente hasta 1993.

Sus principales recursos hidrológicos son el río Tlalnepantla que lo cruza en su parte sur, de suroeste a noroeste y la presa Madín que se localiza en los límites con Naucalpan.

El municipio esta regido por un clima templado subhúmedo, registrándose una temperatura media de 15 °C y una precipitación anual que fluctúa entre 700 y 800 mm.

El uso del suelo en la mayor parte del área municipal esta destinada al uso urbano e industrial, al sur y oeste existen algunas zonas dedicadas al uso pecuario extensivo. La agricultura de riego y de temporal se practica a muy pequeña escala.

Se cuenta con servicios de Correos, Telégrafos, Transporte Carretero, Transporte Aéreo, ISSSTE, IMSS, Hospital General, Clínicas y Consultorios.

En el ámbito educativo se tienen escuelas de educación Preescolar, Primaria, Secundaria, Bachillerato, Escuelas Técnicas y de Nivel Superior.

ECATEPEC

El municipio de Ecatepec se encuentra ubicado al noreste del Estado de México, ocupando una extensión territorial de 155.49 Km², limita al norte con el municipio de Tecamac, al sur con Nezahualcóyotl y Tlalnepantla, al este con Atenco y Acolman, y al oeste con Coacalco y el D.F.

La comunidad está constituida por 1218135 habitantes.

Se puede mencionar como el recurso hidrológico más importante el arroyo intermitente de San Andrés de la Cañada, localizado al suroeste del área municipal; además el municipio cuenta con canales de aguas negras entre los que destaca el Río de los Remedios y el Gran Canal de desagüe, al este se localiza el Canal de Sales que a su vez cuenta con represas a la altura de Sosa Texcoco.

Generalmente el municipio presenta dos tipos de clima, del centro hacia el este se extiende la zona de clima templado subhúmedo con lluvias en verano, del centro hacia el este se extiende la zona de clima semiseco con lluvias en verano.

El uso del suelo en la mayor parte de la superficie municipal esta destinada a uso urbano e industrial y a la agricultura de riego temporal.

Cuenta con servicios de Correos, Telégrafos, Transporte Carretero, Transporte Ferroviario, IMSS, ISSSTE, Hospitales, Consultorios y Clínicas.

En el sector educativo se cuenta con escuelas de educación Preescolar, Primaria, Secundaria, Telesecundaria, Bachillerato y Normal Superior.

CIUDAD NEZAHUALCOYOTL

El municipio de Nezahualcóyotl se localiza en la porción este del Estado de México, ocupando una extensión territorial de 63.44 Km², colinda al norte con el municipio de Ecatepec, al este con los de Atenco y Chimalhuacán, al oeste con el Distrito Federal.

La comunidad está constituida por 1256115 habitantes hasta 1993.

Los recursos hidrológicos más importantes son: al norte una porción del lago de Texcoco, sobresalen los cuerpos de agua Cola de Pato, al sureste el río la Compañía que nace en el Iztlacihuatl para vertir sus aguas al norte del municipio.

El municipio presenta un clima templado semiseco con lluvias en verano.

La mayor parte de este municipio esta cubierto por la mancha urbana, por lo que solamente quedan pequeñas porciones rurales, en la zona norte del municipio se localizan terrenos no aptos para el desarrollo de ningún tipo de agricultura, al sureste quedan pequeñísimas áreas de suelo con aptitud para la práctica de agricultura mecanizada.

Se cuenta con servicios de Correos, Telégrafos, Transporte Carretero, Transporte Ferroviario, IMSS, ISSSTE, Hospital, Clínicas y Consultorios.

En el sector educativo se cuenta con instalaciones para educación Preescolar, Primaria, Secundaria, Bachillerato, Normal Superior y Universidad.

TLALNEPANTLA

El municipio de Tlalnepantla se encuentra ubicado en la porción noreste del Estado de México, ocupando una extensión territorial de 93.48 Km², colinda al norte con los municipios de Cuautitlán Izcalli y Tultitlán, al sur con el Distrito Federal y el municipio de Naucalpan, al este con el de Ecatepec y al oeste con los de Naucalpan y Atizapán de Zaragoza.

El municipio manifiesta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media entre 12 y 16 °C, la mayor precipitación pluvial se registra en Junio y la mínima en Febrero.

El municipio es uno de los más densamente urbanizados y poblados del área metropolitana, dando por resultado que el poco terreno que aun queda sin urbanizar no es apto para la agricultura ni desarrollo forestal.

Se cuenta con servicios de Correos, Telégrafos, Transporte Carretero, Transporte Ferroviario, IMSS, ISSSTE, Hospitales, Clínicas y Consultorios.

El sector educativo cuenta con escuelas de educación Preescolar, Primaria, Secundaria, Bachillerato, Normal y Superior.

Propuesta para la Localización de la Planta Reprocesadora de Plástico

Una vez visto este panorama estamos en posición de añadir otros juicios de elección. Dadas las actuales disposiciones ecológicas que se han implantado para instalar plantas industriales dentro del Distrito Federal se prefirió buscar un lugar en los alrededores de la ciudad. Por otro lado las mayores concentraciones urbanas y fabriles tienden a estar en el norte de la ciudad; así queda una opción muy ventajosa si se ubica la planta en la zona norte.

La propuesta de ubicación de la planta tiene contemplada la zona de Cuautitlán, que a continuación se describe.

El municipio de Cuautitlán se localiza al norte de la Cd. de México, sobre el lado derecho de la autopista México - Querétaro (a la altura de la caseta de cobro) ocupa una extensión de 37.30 Km², esta formado por localidades y las más importantes son la cabecera municipal, Tlaltepan, San Mateo Ixtacalco y Colonia Nueva Españolito.

Hidrografía

El municipio es regado por el río Cuautitlán y el Hondo de Tepotzotlán. Cuenta con numerosos arroyos, entre los que se encuentra: El Huerto San Agustín y San Pablo, también cuenta con la presa Ángulo y la gran presa Guadalupe.

Clima

Es templado, subhúmedo, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 15 °C con una máxima de 36 °C y una mínima de 2.4 °C.

Clasificación y Uso del Suelo

La formación geológica del municipio esta compuesta por sedimentos arrancados de las montañas cercanas y por gran cantidad de cenizas volcánicas.

El uso del suelo esta distribuido en agrícola, urbano e industrial.

Se han construido varios parques industriales con el fin de fomentar la instalación de plantas productoras en ciertas zonas estratégicas.

Territorio

A partir de las consideraciones realizadas en términos de uso del suelo existentes, amplitud territorial, localización de las redes de infraestructura y evaluación de las tendencias de crecimiento del centro de población de Cuautitlán, se clasifica su territorio en tres grandes áreas:

Urbana

Urbanizable

No Urbanizable

Vivienda

La Administración continua con la simplificación de los procedimientos administrativos, para la autorización de la construcción de vivienda. Promueve la participación de organismos estatales que financien la construcción y mejoramientos de viviendas.

Sector Educativo

Cuenta con instituciones educativas que imparten enseñanza a nivel preescolar, primaria y secundaria. A nivel medio y superior se tienen algunas preparatorias incorporadas a la Secretaría de Educación Pública, Centros de Preparación Abierta, Escuela Superior de Comercio y la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, entre otras. Cuenta con una casa de cultura dotada de una biblioteca pública.

Sector Salud

El Municipio cuenta con cinco unidades medicas de consultorios, dos clínicas y dos hospitales.

Sector Comunicaciones

Cuenta con servicios de correos y telégrafos, existe el servicio telefónico, por su cercanía se reciben las señales de la radio difusoras y las transmisiones del D.F.

Sector Comercio

Existen varios establecimientos comerciales que se dedican al expendio de bienes de consumo básico, algunos centros comerciales, destacando molinos y tortillerías.

Sector Industrial

El Sector Industrial se dedica a la manufactura de productos alimenticios, textiles, productos metálicos y substancias químicas. Para ejemplificar este rubro pueden destacarse empresas como Alpura, Ford, Bacardí, Nissan, entre otras que se encuentran por este rumbo.

Sector Servicio

Cuenta con mercados, panteones, rastros, vialidades, transporte urbano, seguridad pública, gasolineras, vulcanizadoras, entre otras muchas.

Vialidad

Cuenta con una buena comunicación respecto a la vialidad, se tiene la autopista México-Querétaro, se dispone de carreteras pavimentadas, calles pavimentadas y carreteras revestidas.

Transporte

Se dispone de dos estaciones de Ferrocarriles Nacionales, que van a Guadalajara y a Ciudad Juárez.

Existe servicio de microbuses, autobuses y taxis de sitio.

Realizando un análisis general de la situación en la que se encuentra Cuautitlán para la instalación de la planta reprocesadora, se pueden mencionar de manera especial las ventajas que se encontraron:

- Zona adecuada para el desarrollo industrial dado que cuenta con todos los servicios establecidos.
- Bien comunicado con varios centros donde se encuentra la materia prima (tiraderos o poblaciones) tanto por carreteras como por ferrocarril.
- Cerca de posibles consumidores del producto final.
- Adecuado para contar con una buena distribución del producto.
- Disponibilidad de transporte.
- Facilidad para atraer a vecinos para que trabajen en la planta dado que por lo general no se requiere una gran especialización.
- Los empleados no estarán renuentes a trabajar en esta zona pues cuenta con todos los servicios públicos y posibilidades de vivienda.
- El clima no resulta ser factor adverso.

Distribución de Planta

La distribución de planta, es uno de los factores de mayor importancia, ya que representa un componente decisivo en la gestión económica y en la operación de la planta.

Dentro de la microindustria estudiada y como es en toda actividad humana, se deben plantear primeramente los objetivos de la distribución de la planta que son:

1. Facilitar el proceso de producción.
2. Minimizar el movimiento de materiales.
3. Mantener una flexibilidad adecuada. Esto quiere decir, que cualquier cambio dentro de la planta, ya sea en la cantidad (por expansión o aumento de volumen) o en calidad (cambio de diseño o productos fabricados), no deben afectar en gran manera el funcionamiento de ésta.
4. Minimizar la inversión de equipo.
5. Asegurar una alta rotación de material en proceso, con lo cual habrá una disminución de los inventarios, que significa menores activos y, por lo tanto, mayor rentabilidad de la inversión.
6. Utilización lo más racional posible del espacio disponible. Aquí se considera el espacio en tres dimensiones largo, ancho y alto.

7. Utilización más eficiente de la Mano de Obra.

Para lograr estos objetivos se debe definir el tipo de distribución a ser utilizada. Existen tres tipos, que a continuación se describen:

- A. En línea .- por producto o en serie; para altos volúmenes, optimización del manejo de materiales y empleo óptimo de espacio.
- B. Por proceso .- de una estación de trabajo a otra; para manejar sólo el volumen requerido y tener flexibilidad al cambio de dimensiones, estilos, modelos.
- C. Por componente fijo .- para obras únicas; se tiene alta calidad, bajos costos de inversión.

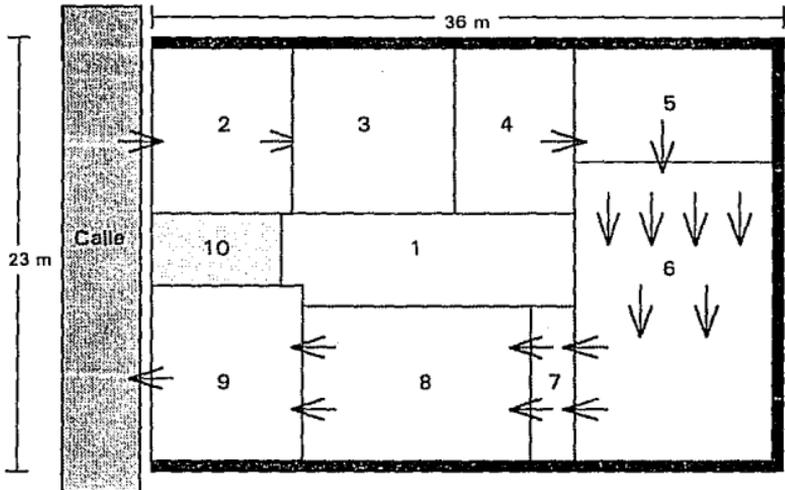
En el caso de la planta reprocesadora de material plástico se propone utilizar la distribución en línea, utilizando únicamente un nivel inicialmente. La edificación deberá permitir la construcción de un piso más para futuras ampliaciones, con la facilidad de utilizar la gravedad para mover el material entre la clasificación por tipo de material, el separado de metales, el molido y la extrusora.

A continuación se enlistan las partes de las que constará la planta reprocesadora de plásticos:

- Zona de recepción de materia prima.
- Zona de limpieza de material.
- Zona de secado de material.
- Zona de selección y separación de materia prima.
- Almacén de materia prima.
- Sección de máquinas.
- Almacén de producto terminado.
- Oficinas técnicas y administrativas.
- Zona de mantenimiento.

La distribución se realizó considerando una situación normal donde sólo se tenga acceso a la calle por un ala de la planta, buscando tener el máximo espacio disponible para el área de almacén.

A continuación se presenta el esquema de la distribución de la planta reprocesadora de plástico, señalando cada una de las áreas que la conforman.



Zona de la Planta	Área Requerida (m ²)
1.- Mantenimiento (almacén opcional).	88
2.- Recepción de materia prima.	72
3.- Limpieza de material.	81
4.- Secado de material.	72
5.- Selección y separación de materia prima.	66
6.- Almacén de materia prima.	187
7.- Detector de metales (opcional).	27
8.- Sección de máquinas.	117
9.- Almacén de producto terminado.	90
10.- Oficinas técnicas y administrativas.	28
Total de Área	828

CAPITULO 7 ANÁLISIS FINANCIERO

*"El pesimista se queja del viento;
el optimista espera que cambie;
el realista ajusta las velas".*

William George Ward.

VII. ANÁLISIS FINANCIERO

Estimación de la Inversión Fija y Capital de Trabajo

Para llevar a cabo la materialización del proyecto se requiere asignarle una cantidad de recursos que se pueden agrupar en dos grandes grupos:

- a) los que se requieren para la adquisición e instalación de la planta, y

- b) los que se requieren para la operación de la misma.

Los recursos necesarios para la adquisición e instalación de la planta constituyen la inversión fija del proyecto, y los que requiere la operación de la planta, una vez que se realiza el proyecto, integran el capital de trabajo.

A. Inversión Fija.

La inversión fija comprende el conjunto de bienes que no son motivo de transacciones corrientes por parte de la empresa. Se adquieren generalmente durante la etapa de instalación de la planta y se utilizan a lo largo de su vida útil.

Los rubros que integran la inversión fija se suelen clasificar en tangibles e intangibles; entre los primeros están la maquinaria y el equipo, que están sujetos a depreciaciones y a obsolescencia, y el terreno, que no lo está, mientras que entre los segundos se encuentran las patentes, y los gastos de organización, que se amortizan en plazos convencionales.

B. Capital de Trabajo.

Se llama capital de trabajo a los recursos económicos que utilizan las empresas para atender las operaciones de producción, distribución y venta de los productos elaborados.

En la industria manufacturera no basta contar con los equipos e instalaciones para tener producción, es preciso mantener un acopio de materias primas, repuestos y materiales diversos en almacén, así como productos en tránsito para distribución, recursos para financiar las cuentas por cobrar, y efectivo en caja para hacer frente a pagos y gastos de operación, todo lo cual representa el capital de trabajo.

La suma de la inversión fija y capital de trabajo representa la inversión total de capital de un proyecto industrial.

Nivel de Exactitud de las Estimaciones de Inversión Fija

Las estimaciones de inversión fija puede tener diversos grados de aproximación, desde estimaciones de orden de magnitud, basadas en un mínimo de información (la cual debe incluir necesariamente el tamaño de la planta y la naturaleza del proceso de elaboración), hasta estimaciones precisas, basadas en planos y especificaciones detalladas. Entre estos dos niveles de aproximación existen otras estimaciones cuya precisión depende fundamentalmente del grado de avance en el estudio del proyecto.

Métodos de Estimación de Inversión Fija

Enseguida se describen los métodos de estimación de la inversión fija empleados en la formulación de proyectos industriales.

1. Estimaciones de órdenes de magnitud de la inversión fija.

Dentro de este tipo de estimaciones se pueden presentar tres situaciones:

- a. Cuando se conoce la inversión fija de una planta similar a la proyectada, pero de diferente capacidad.

- b. Cuando se conoce el costo del equipo del proceso.
 - c. Cuando se conoce el desglose de la inversión fija en equipos, obra civil e indirectos, de una planta similar a la proyectada, pero de diferente capacidad.
2. Estimación de la inversión fija desglosada, mediante el uso de factores.

En este método se utiliza como base el costo total del equipo de proceso, el cual se multiplica por una serie de factores para estimar cada uno de los principales rubros de la inversión fija. El valor de estos factores depende del estado físico de las materias primas y productos que se manejan en la planta.

3. Estimación preliminar de la inversión fija.

Para aplicar este método es necesario disponer de todos los datos básicos de ingeniería, tales como las especificaciones de maquinaria, equipo y obra civil, para obtener cotizaciones y presupuestos para todos y cada uno de los rubros que componen el costo físico de la planta. Los costos indirectos se calculan como un porcentaje de este último. De esta manera se obtendrán los costos para rubros tales como:

- a. Maquinaria y equipo.
- b. Transportes, seguros, impuestos y derechos aduanales de la maquinaria y equipo.
- c. Instalación de maquinaria y equipo.
- d. Tubería y aislamiento.
- e. Instrumentación.
- f. Instalaciones eléctricas.
- g. Edificios y servicios.
- h. Terreno y su preparación.
- i. Servicios auxiliares e implementos de planta.

La suma del costo de estos rubros sería igual al costo físico de la planta, el cual adicionado de los valores asignables a los gastos de ingeniería y supervisión de la construcción, puesta en marcha e imprevistos, sería igual a la inversión fija.

Estimación del Capital de Trabajo

Los principales renglones que es necesario considerar para estimar el capital de trabajo son los siguientes.

1. Inventario de materias primas.

El valor de este inventario es función del precio y volumen de materia prima que es necesario tener en la planta para lograr una operación continua de la misma. Este volumen de materia prima dependerá de los siguientes factores:

- a. Capacidad de operación de la planta.
- b. Lapso de tiempo requerido para el suministro.
- c. Disponibilidad de materia prima por parte de los proveedores.
- d. Diversidad de fuentes de suministro.
- e. Capacidad de producción de los proveedores.
- f. Características de la materia prima.
- g. Volúmenes mínimos económicos de adquisición.
- h. Costo de almacenamiento en la planta.
- i. Periodo de disponibilidad anual de la materia prima.

Cuando no se dispone de elementos para cuantificar este volumen de materia prima, se le suele considerar equivalente al consumo de la planta durante un mes de operación.

2. Inventario de productos en proceso.

Para determinar el monto de este concepto se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- a. Tiempo de elaboración requerido por unidad de producto.
- b. Volumen de producción.
- c. Insumos que requiere la elaboración del producto.
- d. Costo unitario de los insumos.
- e. Ritmo de suministros de cada insumo.

Cuando no se dispone de elementos suficientes para efectuar la estimación del valor del inventario de producto en proceso, con base en los factores antes señalados, se puede obtener un orden de magnitud de este concepto multiplicando la capacidad mensual de producción por el costo unitario de manufactura del producto.

3. Inventario de producto terminado.

La cantidad de producto almacenado debe estar en armonía con el ritmo de ventas. En la determinación del volumen de producto que debe formar este inventario es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a. Las fluctuaciones en el nivel de ventas.
- b. Las características del producto.
- c. El costo de almacenamiento del producto.
- d. La diversidad de productos a elaborar en la planta.
- e. El costo de manufactura de los productos.

- f. La capacidad de producción de la planta.
- g. La capacidad financiera de la empresa.
- h. La dimensión del lote mínimo económico de producción.

En los estudios exploratorios sobre proyectos industriales, en ausencia de datos específicos, el valor del inventario del producto puede considerarse igual a un mes de la producción, valuado al costo de manufactura.

4. Efectivo en caja.

Todas las empresas requieren para su operación de dinero en efectivo, en caja o en cuenta corriente, para el pago de sueldos y salarios, y para cubrir gastos menores e imprevistos en servicios y materiales. La cantidad de dinero en efectivo que se requiere tener es función del tamaño de la planta, de la complejidad de la empresa, del número de empleados que tiene, la diversidad de productos que elabora, la diversidad y capacidad financiera de los proveedores que la abastecen y la forma de pago de los insumos.

En algunos casos el efectivo en caja se puede estimar de una manera preliminar considerando un mes de producción valuado al costo de manufactura.

5. Cuentas por cobrar.

Principalmente por razones de competencia en el mercado, las empresas venden sus productos dando un plazo a los compradores para efectuar sus pagos, lo que hace necesario incrementar el capital de trabajo para cubrir este concepto. La dimensión de estas cuentas por cobrar dependerá del nivel de ventas de la empresa, del precio de venta del producto y de los plazos de pago establecidos para el tipo de producto que pretenden elaborar.

6. Cuentas por pagar a proveedores.

El monto del capital de trabajo se reduce a través de financiamiento de la operación de la empresa por los proveedores de los insumos, lo cual generalmente no le representa costo adicional alguno por concepto de intereses. La magnitud de estas cuentas por pagar depende principalmente de los volúmenes de producción, los plazos de pago que le otorguen los proveedores a la empresa y la diversidad y capacidad financiera de los proveedores de los insumos.

En resumen, de lo anteriormente señalado, se deduce que el capital de trabajo de una planta industrial se determina sumando el valor de los inventarios en materias primas, productos en proceso, productos terminados, efectivo en caja y cuentas por cobrar, y restando a esta suma el monto de las cuentas por pagar.

La suma de la inversión fija y el capital de trabajo representa la inversión total que se habrá de requerir para llevar a cabo el proyecto. La inversión total es un dato básico para estimar el financiamiento del proyecto.

Estimación Preliminar de la Inversión Total Requerida por una Planta Reprocesadora de Plástico que se Instalaría en el Municipio de Cuautitlán del Estado de México

Para determinar la inversión total de la planta es necesario estimar por una parte la inversión fija y por la otra el capital de trabajo. Ello implica conocer previamente las especificaciones de la maquinaria y equipo, así como las correspondientes a la obra civil, para que con base en ellas solicitar las cotizaciones y presupuestos que permitan calcular la inversión fija, mientras que para estimar el capital de trabajo es necesario conocer los niveles de producción a que operará la planta y los precios de los insumos.

A continuación se ilustra la estimación de la inversión total requerida por la planta reprocesadora de plástico que se instalaría en el Estado de México. Se ha considerado que esta planta tendría una capacidad de 3 Ton/día.

Con base en las especificaciones de equipo que se presentaron en el capítulo 5, se obtuvieron los datos de costo de los equipos de proceso que se muestran en la Tabla I, además de contemplar los costos de los equipos de servicios auxiliares y accesorios necesarios para el funcionamiento de la maquinaria, en donde se observa que el costo total ascendió a N\$ 766,276.40.

Por otro lado, con base en el plano general que se adjunta y las especificaciones correspondientes, se obtuvo un presupuesto de para la obra civil que ascendió a N\$ 870,504 y a N\$ 95,220 para la compra del terreno, que además de contar con las áreas especificadas en la distribución mostrada en el capítulo 6, se consideró un área de 230 m² para utilizarse como patio de maniobras de carga y descarga de materiales.

Para estimar el costo físico de la planta se adicionó al costo de la maquinaria y equipo de servicios, el costo de la obra civil, los gastos presupuestados de montaje de maquinaria, el costo de la instalación eléctrica y el costo de los equipos de oficina y transporte. En esta forma se obtuvo un costo físico de la planta de N\$ 1,945,100.40.

Al adicionar al costo físico de la planta los gastos de ingeniería y supervisión de construcción, mismos que ascenderían previsiblemente a N\$ 109,050, se obtuvo que el costo directo de la planta ascendería a N\$ 2,054,150.40. Cuando a este costo se adicionó la previsión para contingencias estimada en N\$ 102,707.52 se obtuvo la inversión fija total para la planta, situada en un nivel de N\$ 2,156,857.92. Ver Tabla II.

Antes de determinar el capital de trabajo se hizo previamente una estimación del costo unitario de producción en la forma que se muestra en la Tabla III, obteniéndose un costo unitario de N\$ 1.76 por kilogramo, cuando el precio de la materia prima es de ¢20 por kilogramo y el rendimiento es de 99%.

Para el cálculo del capital de trabajo de la planta reprocesadora de plástico se consideró que este estaría integrado básicamente por el valor de los inventarios de materias primas y producto terminado, el monto de las cuentas por cobrar y el efectivo en caja.

Con respecto al inventario de materias primas (30,000 kilogramos) se consideró que sería el equivalente a 10 días de producción, porque el volumen que ocuparía sería considerable. Este inventario se valuó al costo de adquisición de ¢20 por kilogramo, por lo que alcanzo un valor de N\$ 6,000.

En relación al inventario de producto terminado (45,000 kilogramos) se consideró que sería equivalente a 15 días de producción. Este inventario se valuó al costo de manufactura de ¢10 por kilogramo, por lo que alcanzo un valor de N\$ 4,500.

Tomando en cuenta el tipo de producto de que se trata y las condiciones de venta vigentes para el mismo en las empresas de transformación en donde se colocaría, se estimo que las cuentas por cobrar serían equivalentes a dos semanas de producción (42,000 kilogramos) valuada al precio de venta estimado en N\$ 2.50 por kilogramo, de tal manera que ascenderían a N\$ 105,000.

Para la estimación de los fondos de caja se consideró que estos serían equivalentes a un mes de producción valuado al costo de manufactura, de tal manera que ascendería a aproximadamente N\$ 9,000.

La suma del monto de los rubros incluidos en la estimación del capital de trabajo dio un valor de N\$ 124,500, que sumados a la inversión fija estimada en N\$ 2,156,857.92 da un valor de N\$ 2,281,357.92 para la inversión total del proyecto.

Tabla I

**Estimación Preliminar del Costo del Equipo Para una Planta
Reprocesadora de Plástico con Capacidad de 125
Kilogramos por Hora**

Descripción	Costo (N\$)	Acumulado (N\$)
A. SECCIÓN DE DETECCIÓN DE METAL		
Detector de Metales		<u>5,250.00</u>
B. SECCIÓN DE MÁQUINAS		
Línea de Reciclado Beutelspacher	318,805.20	
Línea de Reciclado Aqua Munchy 55	310,371.20	<u>629,176.40</u>
C. SERVICIOS AUXILIARES		
Molino de Materiales Plásticos	21,000.00	
Enfriador de Líquido Friomold	11,550.00	
Transformador de 250 KVA	19,200.00	
Subestación Eléctrica Compacta	18,600.00	
Tablero de Distribución	17,000.00	
Planta Eléctrica de Emergencia	24,500.00	<u>111,850.00</u>
D. ACCESORIOS		
Accesorios para Subestación	12,000.00	
Tubería y Conexiones para Agua	8,000.00	<u>20,000.00</u>
Costo Total del Equipo:		<u>766,276.40</u>

Tabla II

Estimación de la Inversión Fija Requerida Para la Instalación de una Planta Reprocesadora de Plástico con Capacidad de 125 Kilogramos por Hora

Descripción	Costo (N\$)	Acumulado (N\$)
A. MAQUINARIA Y EQUIPO (1)		
Detector de Metales	5,250.00	
Líneas de Reciclado	629,176.40	
Molino de Materiales Plásticos	21,000.00	
Enfriador de Líquido Friomold	11,550.00	<u>666,976.40</u>
B. EQUIPO DE SERVICIOS (2)		
Transformador de 250 KVA	19,200.00	
Subestación Eléctrica Compacta	18,600.00	
Tablero de Distribución	17,000.00	
Planta Eléctrica de Emergencia	24,500.00	
Accesorios para Subestación	12,000.00	
Tubería y Conexiones para Agua	8,000.00	<u>99,300.00</u>
C. OBRA CIVIL		
Nave Industrial y Oficinas (3)	870,504.00	
Terreno (4)	95,220.00	<u>965,724.00</u>
D. INSTALACIÓN ELÉCTRICA (2)		<u>73,500.00</u>
E. EQUIPO DE TRASPORTE (5)		<u>107,600.00</u>

Tabla II (Continuación)

Estimación de la Inversión Fija Requerida Para la Instalación de una Planta Reprocesadora de Plástico con Capacidad de 125 Kilogramos por Hora

Descripción	Costo (N\$)	Acumulado (N\$)
F. EQUIPO DE OFICINA (6)		<u>20,000.00</u>
G. MONTAJE DE MAQUINARIA (7)		<u>12,000.00</u>
<i>Costo Físico de la Planta:</i>		1,945,100.40
H. INGENIERÍA Y SUPERVISIÓN		
Mecánica y Eléctrica	22,000.00	
Administración de Obra Civil	87,050.40	<u>109,050.00</u>
<i>Costo Directo de la Planta:</i>		2,054,150.40
I. CONTINGENCIAS (8)		<u>102,707.52</u>
Inversión Fija Total:		2,156,857.92

Tabla III

Estimación Preliminar del Costo de Producción de una Planta Reprocesadora de Plástico con Capacidad de 125 Kilogramos por Hora

Ritmo de Operación: 24 hrs-día/365 días del año.

Rendimiento de Materia Prima: 99%.

Base: 1,000 kilogramos de plástico por turno.

Descripción	Costo (N\$)
A. SUELDOS Y SALARIOS (9)	536.21
B. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (10)	792.00
C. GASTOS DE MANTENIMIENTO (11)	54.79
D. DEPRECIACIONES (12)	178.85
<i>Costo de Elaboración por Cada 1,000 Kg:</i>	<u>1,561.85</u>
E. COSTO DE LA MATERIA PRIMA	200.00
<i>Total por 1,000 Kg:</i>	<u>1,761.85</u>

Costo Unitario de Operación: N\$ 1.76 Kg

Consideraciones

1. Para estimar el costo de estos equipos se les hizo un cargo por concepto de fletes, seguros, derechos aduanales e impuestos de importación equivalente a un 15% del costo base para el equipo de importación y a un 5% para el equipo de fabricación nacional, con base en la información proporcionada por los proveedores.
2. Incluye el costo del equipo, los materiales y su instalación, según la cotización realizada por Instalaciones Profesionales para la Industria S.A. de C.V., Poniente 112 No. 357, Col. Panamericana, C.P. 07760, México D.F. Tel/Fax 567-47-11.
3. El área estimada de construcción es de 874 m², según especificaciones de GUIJASA Arquitectos S.A. de C.V. Ver plano anexo.
4. Se estimó un terreno de 1,058 m². El valor considera todos los permisos requeridos.
5. Dos camionetas General Motors Cheyene austeras 8 cilindros 1994.

6. La estimación incluye además del mobiliario y la papelería, una computadora Compaq 486SX/25, cuyo valor en el mercado es de N\$ 5,200.
7. Incluye el montaje de las dos líneas de reciclado, el detector de metales, el enfriador de líquido y el molino de materiales.
8. Estimado en 5% del costo directo de la planta.
9. Incluye el renglón de cuotas al IMSS y demás prestaciones de ley. La base del salario mínimo utilizado es de N\$ 15.25 (vigente en el Distrito Federal y Área Metropolitana al mes de mayo de 1994) y se aplicó al siguiente tabulador:

Puesto	Salarios Mínimos	Turnos	Plazas
Jefe de Planta	10	1	1
Contador	7	1	1
Mecánico de Mantenimiento	5	3	1
Vendedor	5	1	1
Comprador	4	1	1
Secretaría	4	1	1
Operador de Máquina para Plástico	4	3	2
Chofer	3	1	1
Almacenista	2	3	1
Separador de Plástico	2	3	2
Afanador	2	1	1

10. El consumo máximo de la planta se estima en 165 KWH. La cuota por KWH en alta tensión es de ¢60 según tarifa de la Comisión Federal de Electricidad.

11. Incluye mantenimiento de maquinaria, equipo y nave industrial; de acuerdo a la información proporcionada por los proveedores.

12. De acuerdo al Art. 44 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta, correspondiente a las tasas de depreciación de bienes: 10% Maquinaria y Equipo, 10% Nave Industrial y Oficinas, 10% Instalación Eléctrica, 20% Equipo de Transporte, 10% Equipo de Oficina y 25% Equipo de Cómputo.

Recuperación de la Inversión y Formas de Financiamiento

El estado financiero de la empresa constituye un resumen de información, expresada en términos financieros, relativa a las actividades operativas, directas o indirectas llevadas a cabo durante algún periodo predeterminado.

Se debe presentar información útil a los inversionistas y acreedores, presentes y potenciales, para sus decisiones de inversión y préstamo a la empresa; asimismo, deben ser entendibles para quienes poseen un conocimiento tanto de las actividades comerciales y económicas, como de contabilidad y que dispongan del tiempo y del esfuerzo necesarios para estudiarlos.

Se proporciona información que ayuda a establecer las posibilidades de recibir efectivo por dividendos, intereses y por la venta, entrega o vencimiento de valores o préstamos.

También se proporciona información acerca de los recursos económicos de la empresa, que son las fuentes potenciales de entradas de efectivo, acerca de sus obligaciones de transferir recursos a otros, que son las causas potenciales de salida de efectivo; y acerca de las ganancias, que son resultados de sus operaciones y de otras actividades que afectan a la empresa.

A continuación se presentan brevemente los aspectos que deben ser tomados en cuenta para el análisis de financiamiento.

A. Inversión.

La inversión comprende todos los fondos necesarios para fundar y mantener en marcha a una empresa. Se dice que es el capital comprendido en el negocio. Está representado por activos de varias denominaciones, tales como efectivo, valores, cantidades adeudadas por los deudores de la empresa, propiedades físicas o materiales de toda clase y otras posesiones de valor. Las propiedades de una empresa son la inversión neta, conocida como capital contable, que es el equivalente al total de activos o inversión bruta menos las cantidades que la empresa adeuda a sus acreedores.

La inversión esta formada por unos gastos fijos que son los que se realizaron para la construcción total puesta en marcha y adquisición de equipo, maquinaria, vehículos, mobiliario, etc. y otros costos denominados capital de trabajo correspondientes a existencia de moneda en bancos y caja, inventarios de materias primas y productos. Los precios y los costos son vigentes en el año en curso.

En el apartado anterior de este capítulo se estimó que la inversión total del proyecto ascendería a N\$ 2,281,357.92; de éstos N\$ 2,156,857.92 corresponden a la inversión fija y N\$ 124,500 son del capital de trabajo.

B. Ingeniería de Diseño.

Emprender cualquier proyecto de construcción necesariamente implica la inversión de grandes cantidades de dinero.

La naturaleza de las organizaciones es tal, que rara vez se poseen sumas de capital de una magnitud capaz de financiar sus proyectos propuestos.

Los organismos gubernamentales, instituciones, empresas comerciales, compañías de desarrollos urbanos así como otras semejantes tienen que pedir prestado fondos para construir. Para obtener estos fondos se dirigen a las organizaciones bancarias y de financiamiento, quienes requerirán una documentación sustancial que las convenza para decidirse a entregar préstamos tan importantes. El proyecto debe ser viable económicamente, que garantice los intereses sobre el préstamo, así como los reembolsos del capital inicial. Además, una organización comercial buscará también cierto nivel de utilidades para justificar los riesgos de la construcción y de operación de la nueva planta.

Las disposiciones para el reembolso del capital prestado es un asunto que requiere de un estudio serio y que gira alrededor de la política financiera de la organización.

C. Estimación Preliminar de Ingeniería.

Una vez tomada la decisión de pasar de la fase de planeación a la de diseño, se requiere elaborar una estimación más detallada. Se preparan planos preliminares para identificar los sistemas requeridos que conformarán el proyecto. Se preparan planos preliminares y esbozos de las especificaciones en una forma que sea esquemática. Luego se calcula la estimación preliminar de ingeniería basándose en el análisis cuantitativo de los sistemas diseñados. Cualquier forma de estimación cuantitativa tiene tres constituyentes esenciales: el proyecto que se estimará, las unidades (o sistemas) que se considerarán y la forma como se expresará el resultado.

Se incluyen los gastos que se derivan de estudios necesarios para el proyecto como son: el proyecto arquitectónico, proyecto de instalaciones eléctricas, el proyecto hidráulico, el proyecto sanitario.

Para realizar los planos arquitectónicos se tiene un costo aproximado de N\$ 5000, esta cantidad incluye todos los planos necesarios para la construcción.

D. Periodo de Recuperación.

El periodo de recuperación también es un método común para evaluar una inversión, se basa en una técnica sencilla para determinar qué tan rápidamente se puede recuperar el capital invertido para su uso en inversiones futuras. Se ignora la capacidad de ganancia de un proyecto que va más allá del periodo de recuperación puesto que los rendimientos sólo se consideran durante el tiempo de recuperación del capital.

El valor de la utilidad de este método de evaluación de inversión es evidente cuando el capital a ser invertido, está disponible para un período limitado y debe recuperarse en una fecha límite. También se ha utilizado en condiciones de riesgo, en donde se desea recuperar el capital invertido tan pronto como sea posible, ya que el riesgo aumenta mientras más tiempo esté inmovilizado el capital.

E. Inversión en Infraestructura.

En esta etapa deben estar disponibles para el estimador los planos y las especificaciones detalladas, junto con un programa cronológico de la construcción para establecer la duración de la obra.

Debe llevarse a cabo una inspección extensa del lugar para asegurarse de las implicaciones en términos de costo de cualesquiera condiciones únicas del mismo.

Habrà de consultarse a fondo a todo el personal clave que sea responsable de ejecutar el trabajo. Se documentará una estrategia previamente planeada para llevar a cabo el proyecto, y a partir de esto se debe hacer un análisis completo de los recursos requeridos.

El estimador o evaluador debe tener una buena comunicación con los proveedores y los subcontratistas.

Dentro de las cotizaciones se encontró que por honorarios de la construcción de la obra civil industrial actualmente se cobran N\$ 910.47 m². Este dato fue obtenido de BIMSA COMUNICACIONES S.A. DE C.V. para orientar a los ingenieros, arquitectos y constructores.

Teniendo un terreno construido de 874 m², el presupuesto para la obra civil se estimó en N\$ 870,504; dentro de esta cantidad se tiene contemplada incluso la construcción de un pequeño edificio donde se encontrarán las oficinas de la empresa (ver plano del proyecto civil).

F. Maquinaria.

Como se mencionó anteriormente se utilizarán dos tipos de máquinas: la primera (Beutelspacher) que tiene un costo de N\$ 318,805.20; la segunda (Munchy 55) que tiene un costo de N\$ 310,371.20.

G. Vehículos de Transporte.

Para el manejo de materia prima y productos terminados se contempla el uso de dos camionetas, que representan un costo de N\$ 107,600.

H. Muebles y Equipo de Oficina.

Esta relacionado con escritorios, estantes, sillas, archiveros, equipos de computo, etc. Por este rubro se estimó la cantidad de N\$20,000.

I. Gastos de Constitución de la Sociedad.

Se contempla los gastos por la constitución de la sociedad, permisos con un costo de N\$ 2000.

J. Materia Prima.

Los materiales son los factores básicos en el desarrollo del producto. En conexión con esto, nuestro interés aquí no está en el control del abasto de material en la producción, si no que se centra en la influencia de la selección de los materiales sobre las especificaciones del producto.

El personal de compras debe trabajar estrechamente con los encargados de producción. Es el comprador el que mantiene contacto con los proveedores de materiales. Una de sus funciones es la de mantener informados a los encargados de producción respecto a costos, nuevos materiales y las condiciones en que se encuentren estos.

Los proveedores que son especialistas en su campo hacen importantes contribuciones a la solución de los problemas del producto. En este caso en particular los proveedores resultarían ser muy variados, como se ha mencionado en capítulos anteriores: empresas especializadas en recolección y separación de basura, el Departamento de Limpieza de la ciudad, los pepenadores, los mismos habitantes de la ciudad en ciertas zonas controladas, entre otras opciones.

Se tomó en cuenta que en promedio se producirán 3 Toneladas diariamente de producto terminado, con un costo estimado de la materia prima de N\$ 219,000 al año.

K. Estudio de Mercado.

El estudio de mercado tiene como objetivo suministrar información valiosa para la decisión final de invertir o no en un proyecto.

Para esta decisión hay que tomar en cuenta los conceptos de un Estudio de Mercado, como son los siguientes:

1. EL MERCADO: Sitio donde converge la oferta y la demanda de un producto en que se establece un precio.
2. LA DEMANDA: Necesidad de adquirir un bien o un servicio unida a las posibilidades de adquirirlo.
3. EL CONSUMO: Demanda efectiva actual, equivale al volumen total de transacciones de un producto o servicio a un precio determinado, dentro de una área, en un momento dado.

4. LA OFERTA: Los productores están dispuestos a llevar al mercado de acuerdo de acuerdo con los precios que pueda alcanzar y teniendo en cuenta su capacidad real de producción.

5. EL PRECIO: Valor de intercambio que existen de los bienes y los servicios que se establece entre el comprador y el vendedor.

6. COMERCIALIZACION: Es el conjunto de las actividades que están relacionados con la transferencia de bienes y servicios desde los productores hasta el consumidor final.

Los conceptos ya mencionados nos guían hacia el Estudio de Mercado que preestablece ciertas bases que sirven para orientar el proyecto industrial de tal manera que el taller o planta proyectada tenga ventajas dentro de la competencia, haciendo hincapié en que no existen grandes antecedentes al respecto en el país. Esta orientación puede referirse a los aspectos tales como:

a. Las características , especificaciones y diseño comercial del producto.

- b. El precio máximo que puede alcanzar el producto.
- c. Los canales de distribución que deben emplearse para hacer llegar el producto al consumidor.
- d. El tipo de promoción que debe hacerse.
- e. El tipo de crédito que conviene ofrecer a los compradores.
- f. Los servicios que es necesario ofrecer para consolidar la venta del producto.

L. Precio Estimado para la Venta del Producto.

A fin de determinar un precio a nuestros productos, por medio de una investigación se averiguaron los precios a los que se cotizan actualmente los materiales en estado virgen que tenemos contemplado manejar. A continuación se presentan los resultados:

Material	Cantidad (Kg)	Precio (N\$)	Monto Total (N\$)
PEHD	870	2.60	2262.00
PELD	1170	2.83	3311.10
PET	60	4.78	286.80
PVC	510	2.60	1326.00
PS	390	6.60	2574.00
Total	3000		
	Precio Promedio	3.88	
		Ponderado	3.26

Con el fin de poder realizar una comparación, a partir de esta tabla se obtuvo un precio ponderado de N\$3.26 por kilogramo del material virgen de todos los materiales que se tienen contemplados. Bajo esta consideración del precio en el mercado se pretende manejar en términos generales un precio de venta de el plástico reciclado de N\$ 2.5 por kilogramo, haciendo hincapié en que en el transcurso del tiempo el precio aún manteniéndose al mismo nivel permitirá que las ganancias sigan incrementándose, al mejorarse los procesos y bajarse los costos de operación.

M. Presupuesto de Ingresos y Egresos.

El costo de producción, gastos de venta y de administración juegan un papel muy importante, pues con ellos además de obtener un estado de pérdidas y ganancias sirve para determinar el punto de equilibrio para diferentes niveles de producción, tener un horizonte financiero del futuro y de esta forma se pueden tomar decisiones de endeudamiento, vías internas de inversión, aumento o disminución de la producción y del precio de venta del producto, etc.

En las siguientes páginas se detallan estos aspectos del proyecto.

1. Ventas

El precio del producto producido debe ser competitivo, por lo tanto se fijarán varios precios probables del producto en el mercado nacional a partir del ya mencionado con anterioridad, posteriormente se evaluará el costo de producir una cierta cantidad de plástico reciclado y se comprobará si es factible desde el punto de vista económico llevar a cabo esta producción a un cierto precio de venta o en el caso de que no lo sea cual sería el costo de producción para obtener ganancias.

2. Costos

Una de las partes importantes es la determinación del punto de equilibrio, esto es conocer el nivel de producción para el cual no se tienen ganancias ni pérdida. Para tal fin es necesario conocer los costos fijos y costos variables en la producción.

Para conocer el punto de equilibrio en la producción de plástico reciclado se consideran los siguientes puntos:

Se supondrá que la planta llevará a cabo la producción en tres turnos y que no habrá aumento de equipo ni de personal en el tiempo en que se realice el análisis.

La producción máxima en el equipo descrito es de: 50 Kg/h para la Munchy 55 y 140 Kg/h para la Beutelspacher.

3. Tiempos de Fabricación

Considerando las dos máquinas utilizadas únicamente a dos terceras partes de su capacidad se tendría una producción de 125 Kg/hr en promedio, repartido entre los diversos materiales.

Es conveniente mencionar algunos aspectos que permitirán analizar con más claridad el punto de equilibrio que se presenta a continuación y que son:

Tiempo de trabajo efectivo: 24 hrs/día en 4 Semanas/Mes.

La producción diaria es de 3000 Kg.

La producción por semana es de 21000 Kg.

La producción por mes es de aproximadamente 90 000 Kg.

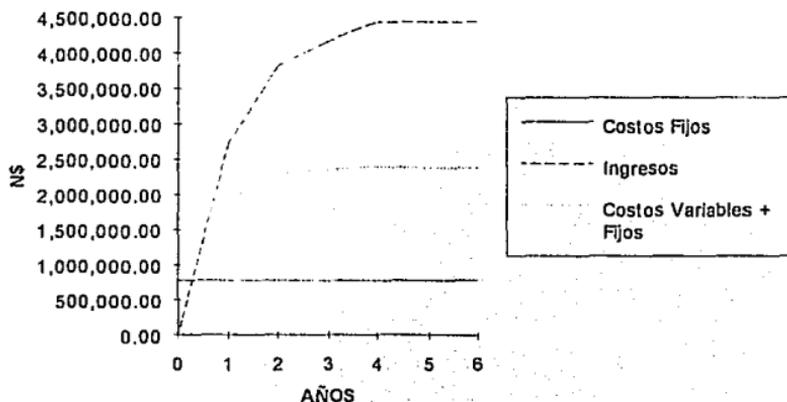
Finalmente tendríamos una producción de 1095 Ton/Año.

Por otra parte para obtener la gráfica del punto equilibrio fue necesario además de determinar los costos fijos y los costos variables, saber como se comportaban estos últimos en el transcurso del tiempo.

Finalmente cabe mencionar que se puede obtener el punto de equilibrio según el nivel de producción que se pretende y el precio que se le da al plástico reciclado en el mercado. Las cantidades utilizadas son las siguientes:

Año	0	1	2	3	4	5	6
Costos Fijos	782,990.70	782,990.70	782,990.70	782,990.70	782,990.70	782,990.70	782,990.70
Ingresos	0.00	2,737,500.00	3,822,918.75	4,177,425.00	4,445,700.00	4,445,700.00	4,445,700.00
Costos Var. + Fijos	782,990.70	1,931,415.75	2,295,121.96	2,358,629.87	2,398,250.53	2,381,598.37	2,381,598.37

Punto de Equilibrio



En la tabla anterior se presentan los flujos de ingresos y egresos que se estima tenga la planta en los primeros seis años de producción. El proyecto en sí comenzaría un año antes de lo que se aprecia en la gráfica, tiempo en el cual se debe de llevar a cabo la construcción de la planta.

La gráfica nos permite observar la capacidad de pago de la empresa a través del tiempo, partiendo de tres datos fundamentales: los ingresos, los costos fijos y los costos variables.

Para realizar la gráfica se tomaron en cuenta los datos más representativos mencionados al principio de este capítulo, como son sueldos, depreciaciones, costos de materia prima, servicios y mantenimiento, entre otros.

Se establecieron varias consideraciones, entre ellas:

- El nivel de producción aumentará progresivamente en los primeros tres años hasta llegar al 96% de la capacidad instalada de la empresa (así se absorberán ciertos imprevisto en la producción).

- Se estima otro incremento en los ingresos por el posible aumento del valor (precio) del producto, que se puede dar tanto por la mejora de su calidad, por su aceptación, por la apertura de nuevos mercados, por la mejora intrínseca de los procesos que genera baja en los costos, entre otras razones.

Como se puede observar se tienen ganancias desde el primer año de producción por aproximadamente N\$ 500,000 (descontando impuestos), subiendo a casi N\$ 1,000,000 en el segundo año y siguiendo su tendencia ascendente hasta establecerse en poco más de N\$ 1,300,000 en el cuarto año.

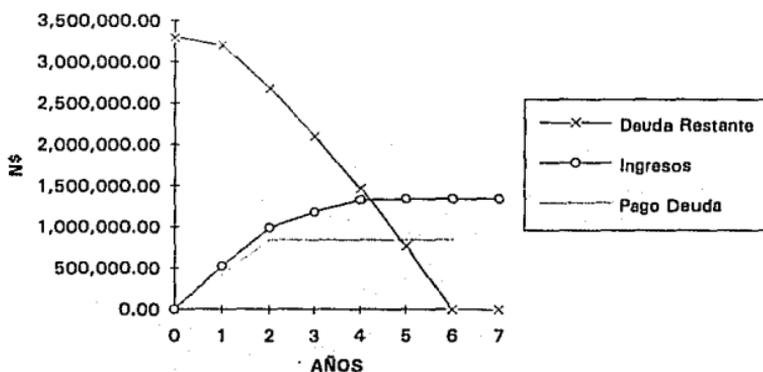
A partir de estas cifras se puede establecer el modo de pago de la deuda inicial de la empresa, a fin de cubrir los montos generados por la adquisición de infraestructura y capital de trabajo de la empresa. El tiempo del préstamo se trató de ajustar a lo que indican las bases de los préstamos hipotecarios que se manejan en el sistema bancario.

Se procuró comenzar a pagar desde un principio a los acreedores, a fin de evitar en lo posible la generación de más intereses; además, se mantuvo aún después de los pagos un balance favorable para poder cubrir ciertas diferencias que se pudieran presentar. En el primer año se pagan N\$ 420,000 quedando una entrada de N\$ 103,954 a las arcas de la empresa.

En la siguiente tabla se presentan las cifras que se manejan para llevar a cabo el pago de las deudas. Dada la información que en materia económica se ha dado últimamente en los medios de comunicación, se adoptó una tasa de interés de 10% sobre los préstamos que se pretenden adquirir.

Año	Entrada Neta	Pago de Deuda	Deuda Restante
0	0.00	-	3,292,484.41
1	523,954.76	420,000.00	3,201,732.85
2	993,067.91	844,609.06	2,677,297.08
3	1,182,216.84	844,609.06	2,100,417.72
4	1,330,842.15	844,609.06	1,465,850.44
5	1,341,666.06	844,609.06	767,826.42
6	1,341,666.06	844,609.06	0.00
7	1,341,666.06	-	-

Pago de Deudas



Con el fin de facilitar la visualización de los pagos, se optó por realizar los pagos de deudas a partir del segundo año en anualidades uniformes pagando capital e intereses al mismo tiempo, para un periodo de cinco años, teniéndose que pagar anualmente poco más de N\$ 842,000; de esta manera las entradas netas al segundo año son de N\$ 148,458.85, pasando por N\$ 337,607.77 al tercero hasta llegar a casi N\$ 500,000 al cuarto año. En este rango queda hasta el sexto año, tiempo en el cual se concluyen los pagos de deudas, dando esto por resultado que al séptimo año se tengan entradas netas de N\$1,341,666.06 sin tener un sólo adeudo.

Fuentes de Financiamiento

Las fuentes de financiamiento son personas físicas y morales a las que se puede recurrir una empresa con el propósito de poder obtener bienes o dinero necesario para el desarrollo normal de sus operaciones. Las fuentes de financiamiento desde el punto de vista de donde se obtengan pueden agruparse en internas y externas.

Fuentes Internas de Financiamiento

Dentro de este tipo se consideran aquellos recursos que se originan dentro de la propia empresa y también los medios de que se vale para hacer uso el mayor tiempo posible del dinero que obtuvo a través de ventas, créditos o aportaciones de socios.

Fuentes Externas de Financiamiento

Son las personas físicas o morales de donde se pueden obtener recursos para destinarlos a las operaciones de una empresa, tratando de obtener de ellos el máximo rendimiento.

Dentro de estas fuentes se encuentran los proveedores, Instituciones Bancarias y Sector Público con la creación de fondos mediante los cuales se logra el desarrollo económico del país.

También se pueden considerar en función del margen del tiempo que ofrecen. Los créditos pueden ser a plazo menor de un año (crédito a corto plazo); dentro de este tipo de financiamiento figuran generalmente los créditos de proveedores, particulares, accionistas o bancos, con excepción de los créditos de avío y refaccionarios.

A más de un año y menos de tres años (crédito a mediano plazo) y a más de tres años (crédito a largo plazo), las fuentes que lo ofrecen son los proveedores de maquinaria, los bancos a través de créditos refaccionarios y de avío; las financieras por crédito hipotecario industrial, directo de avío y refaccionario, arrendadoras y por último mediante emisión de obligaciones.

Opciones en el Mercado de Capitales

Dentro de esta clasificación se tiene a la venta de acciones y a las obligaciones financieras.

Las acciones, como ya se mencionó, son fuentes internas de financiamiento, pues al emitirlas se comparte la propiedad y el control de la empresa con quienes aporten los recursos financieros para realizar el proyecto. Las acciones representan títulos de propiedad de la empresa, pueden ser ordinarias o preferentes, y en conjunto representan el capital social de la empresa.

Las acciones preferentes otorgan a sus propietarios prioridad en cuanto al reparto de dividendos, o en cuanto al reparto de activos al disolverse la empresa.

La forma externa de hacerse de recursos en el mercado de capitales es el emitir obligaciones financieras. Estas, a diferencia de las acciones no confieren a sus poseedores facultad alguna sobre el control de la empresa, a menos de que dejen de pagarse los intereses. Las obligaciones son una opción parcial de financiamiento a un tipo de interés menor al que se pagaría emitiendo acciones preferentes u obteniendo créditos de otro tipo.

La obligación, como instrumento de crédito, da a su poseedor prioridad sobre los activos y sobre las utilidades de la empresa, aún por encima de las acciones preferentes.

Dependiendo del caso, la obligación puede tener una fecha de reembolso, aunque se puede dar la situación de que se emita sin vencimiento fijo y que rinda determinado interés por tiempo indefinido.

Modalidades de Créditos Bancarios a Empresas

Las modalidades que presentan los créditos bancarios que se dirigen a empresas se encuentran clasificados en el Catálogo de Cuenta de Instituciones de Banca Múltiple en el Capítulo 13 bajo el rubro "Cartera de Créditos".

A. Descuento.

Se define el descuento como la operación mediante la cual, la institución acreditante adquiere en propiedad un título de crédito no vencido (letra de cambio o pagaré), anticipando al acreditado su valor, menos la comisión y los intereses respectivos entre la fecha de transacción y el vencimiento del documento.

Este tipo de crédito se otorga a personas dedicadas al comercio, a la producción, a la distribución y prestación de servicios, con el objeto de fortalecer el capital de trabajo. Es a corto plazo y está en función del título de crédito descontado sin exceder de 180 días.

Las ventajas de los descuentos son que el usuario se despreocupa de tramitar el cobro de los documentos, mejorando su capacidad de pago y compra al convertir en efectivo antes de vencimiento los títulos de crédito a su favor, derivados de ventas de plazo.

El costo de este crédito es el de cubrir una comisión por el manejo de los documentos y el interés respectivo de acuerdo al plazo por transcurrir al vencimiento del documento y que generalmente se hace al momento de la operación. La amortización de capital no existe.

B. Préstamo Prendario.

Es una operación de crédito mediante la cual, el banco presta a un cliente una determinada cantidad de dinero y éste garantiza el pago, firmando un pagaré y entregando facturas, títulos de crédito u otros documentos que representan mercancías o valores sobre los que se constituye.

El plazo de este crédito generalmente no excede de 180 días y las renovaciones hasta 360 días. El costo de este crédito son los intereses de saldos insolutos que son pagados mensualmente. La amortización de capital se hace conforme las necesidades de la empresa de ir despidorando poco a poco el crédito en forma mensual.

C. Crédito Simple o Cuenta Corriente.

El crédito simple es aquel en virtud del cual el banco abre crédito a su cliente hasta por una cantidad determinada para que disponga de ella mediante cheques a su cargo que se registran en una cuenta especial a su nombre.

El plazo es de 360 días renovables por otro igual, el usuario deberá efectuar entregas o remesas a fin de que cuando menos el 50% de su adeudo se liquide dentro de períodos de 180 días.

El costo son los intereses que se cobran sobre saldos deudores diarios que arroje la cuenta en cuestión. La amortización de este crédito se condiciona únicamente a que el acreditado debe efectuar entregas o remesas. En caso de extinción de crédito, deberá cubrir el acreditado el saldo deudor.

D. Préstamo Hipotecario Industrial, Agrícola o Ganadero.

Es aquel en virtud del cual la institución acreditante presta una determinada cantidad de dinero a un cliente para el fomento y explotación de su empresa y cuyo importe queda garantizado por la hipoteca sobre la unidad industrial, agrícola o ganadera.

Se destina a la adquisición, reparación y mejoras de la unidad industrial, agrícola o ganadera y en general, al fomento y explotación de la misma. Su plazo es generalmente 7 años, pero puede llegar hasta 15 años para los industriales.

El costo son los intereses sobre saldos insolutos. La amortización del capital es mensual, trimestral o semestral según la capacidad de pago del acreditado.

E. Préstamo Quirografario.

El préstamo quirografario o directo es un financiamiento que se otorga a personas físicas o morales sin más garantía que su solvencia económica y moral, con una sola firma y en ocasiones con la de un aval. Se utiliza para hacer frente a problemas transitorios de caja. El plazo va en función de las necesidades del solicitante pero en ningún caso deberá exceder de 180 días renovables una o más veces sin exceder de 360 días a contar desde la fecha de otorgamiento. El costo de este crédito son los intereses, que se cobran anticipadamente. La amortización de capital se hace en un sólo pago al vencimiento del pagaré suscrito por el acreditado.

F. Crédito de Habilitación o Avío.

Es un convenio por el cual, el acreditante se obliga a poner una suma de dinero a disposición del acreditado, quien a su vez, queda obligado a invertir el importe de el crédito, en la adquisición de materias primas y materiales, en el pago de jornales, salarios y gastos directos de explotación indispensables para los fines de la empresa: quedando garantizado el crédito con las materias y materiales adquiridos y con los productos que se obtengan.

Sólo pueden otorgarse para el fomento de una empresa que esté trabajando o a punto de funcionar, siendo posible que la empresa opere a partir del primer acto de disposición. Está destinado a integrar el capital de trabajo de la empresa. El plazo del crédito se determina con base al ciclo de producción y capacidad de pago del solicitante, sin exceder de trece años. El costo de este crédito son los intereses sobre saldos insolutos pagaderos mensualmente a partir del otorgamiento del crédito.

La amortización del capital puede ser mensual o trimestral, aceptándose de tres a seis meses de gracia a partir de la fecha en que se firme el contrato respectivo. Las ventajas son la obtención de financiamiento para la adquisición de insumos, pagos de salarios y gastos de exportación, refuerzan el activo circulante y las tasas de interés son preferenciales.

CAPITULO 8 CONCLUSIONES

*"Cuando no hay humildad,
las personas se degradan".*

Agatha Christie.

VIII. CONCLUSIONES

Los signos actuales de la economía y la forma en que se viene desarrollando la competencia mundial hacen necesario encontrar una fórmula que sirva a México, y en concreto a la microempresa, para hacer frente a la nueva economía globalizada, cuyos protagonistas han estado marcando el ritmo a nivel internacional. Lo anterior da inicio a la búsqueda de nichos que no han sido debidamente explotados, búsqueda que redunde en un beneficio integral para México; en este marco es que se inicia el desarrollo de la industria del reciclado de plástico.

Los datos obtenidos durante la investigación de la presente tesis dan una panorámica favorable hacia el establecimiento de una empresa reprocesadora de plásticos. A continuación se detallan los aspectos más relevantes que se hallaron en el desarrollo del trabajo.

Se encontró que existe la tecnología necesaria para implementar este tipo de industria a varias escalas. Se optó por crear una pequeña industria para el reciclado mecánico del plástico dada la naturaleza de la producción del plástico: la indispensable continuidad de producción para mejorar el desempeño de la empresa.

Bajo esta premisa se evaluaron las cantidades de material para reciclar con los que se tiene la seguridad de contar, cifra que permitió una primera aproximación del tamaño de la planta. Se estimó que la captación será suficiente para tener una producción diaria de tres toneladas. El consumo per cápita de plástico no es tan alto como en los países más desarrollados; sin embargo, los desperdicios que se generan son canalizados a tiraderos generando problemas de una magnitud impresionante. Cabe mencionar que si los volúmenes de producción se incrementan las ganancias de la empresa crecerán en un grado aún mayor; este aumento de producción se podrá dar si una vez ya en funcionamiento la planta se ve que se cuenta con un abasto continuo, seguro, fijo y con un mayor grado de limpieza y selección que al principio de la labores de la empresa. En la industria del plástico existe maquinaria que está diseñada específicamente para volúmenes muy grandes de plástico para reciclado.

Los criterios de elección de materiales a ser reciclados determinaron cinco productos principales: PET, PVC, PS, LDPE Y HDPE. Se eligieron estos materiales por su facilidad de reprocesamiento, por la conservación de sus propiedades originales y por su abundancia en los desperdicios; por otra parte, el conjunto de estos materiales se pueden reprocesar con maquinaria similar y los procesos de recuperación no son muy largos.

Un obstáculo que se encontró en la mejora de la calidad de los productos se presenta en la propia educación del consumidor. Varios veces y por diversos medios se han difundido las ventajas de la separación de los residuos domésticos a fin de mejorar la disposición final de los mismos; sobra decir que los efectos en la población han sido muy poco notorios. Para mejorar éste aspecto es necesaria la promoción de la separación de los plásticos; se puede empezar en zonas seleccionadas y posteriormente en regiones más grandes. Si el material llegase limpio y separado a las instalaciones de la planta se simplificaría mucho el proceso de reciclado, dando como resultado una mayor calidad del producto.

Lo anterior nos lleva a ver que la empresa que se pretende instalar es de naturaleza flexible: tanto se pueden obtener los desechos de los basureros municipales como de industrias que deseen se les recicle un producto específico, o también directamente de las personas que producen los desechos plásticos. También por el lado del producto terminado es flexible: se tiene la opción de vender libremente el pellet reciclado, o devolvérselo a la fábrica que solicitó su reciclado, o hasta el producir una diversidad de productos terminados que al final de cuentas representa la reintroducción del material al mercado.

En el punto de que la propia planta elabore productos terminados, se tiene una diversidad de opciones. Se tiene la ventaja que si el material llega en buenas condiciones se puede elaborar cualquier producto, que de otra forma se haría con el material virgen, a un precio menor. Por otro lado, si el material bajara de propiedades, se pueden elaborar productos como: lambrín, relleno arquitectónico, jardineras, bardas, estructuras ornamentales, rejas de PVC, asientos de estadios, jardineras, bordes de estacionamiento, fondos impermeables para cuerpos de agua o lugares donde se quiera evitar filtraciones, casas para perros, tanques de gasolina, bolsas de basura, guardapolvos, tarimas, alfombras, cintas para delimitar zonas de seguridad, embalajes, cajas para transporte, anuncios, paneles, placas, además de un gran número de coextrusiones en las que el material reprocesado tendrá la función de relleno.

En términos económicos el proyecto es atractivo para el inversionista : en el sexto año de producción (séptimo de vida del proyecto) se logra pagar la totalidad de las deudas que se generaron, teniéndose una utilidad anual de aproximadamente 500 mil nuevos pesos . Si el inversionista desea retirarse al año siguiente, tiene ya en propiedad el terreno, la maquinaria, la construcción, más unas utilidades en ese año de aproximadamente la mitad de su inversión inicial.

Consideramos que el presente trabajo deja las bases para la elaboración de otros estudios complementarios: uno referente al mercado del material, uno relativo a los métodos de recolección de desperdicios plásticos, entre otros estudios.

El área del reciclado de plásticos es un espacio tecnológico aún joven y en pleno desarrollo, por lo que resulta muy conveniente continuar estudios en estos aspectos. Además llegará un momento en el que no exista más lugar para depositar la basura, o en el que empiece a escasear el petróleo, por lo que este tipo de investigaciones serán de orden prioritario para el buen desenvolvimiento de la sociedad; este aspecto se cumplirá mediante la contribución a la reducción del volumen de basura (con el ahorro respectivo de su disposición final), mediante el mejor aprovechamiento de los recursos naturales, convirtiéndose así en una oportunidad para la creación de negocios de alta rentabilidad.

Ahora es momento de aprovechar los desperdicios de plástico que representan una gran riqueza, así como pensar en su adecuada administración otorgándole un valor agregado para que permanezcan en vida útil el mayor tiempo posible, además de buscar nuevos canales de distribución y mercado.

Finalmente, podemos decir que ya probada la eficiencia este tipo de proyectos deberían de multiplicarse a lo largo del país, de ésta manera se reflejará más claramente el impacto en la vida de la sociedad de plantas industriales con los alcances de la presentada en el presente documento, mejorando la interrelación del hombre con el medio ambiente, generando cambios benéficos a nivel económico, creando nuevas fuentes de empleo, mejorando el aprovechamiento de los recursos con que contamos, así como muchos otros aspectos en los que se implique un avance respecto a la situación que se vive actualmente en México.

ANEXO J

DIAGRAMAS DE BLOQUES

*"Aunque a todos les está permitido pensar,
muchos se lo ahorran".*

Curt Goetz.

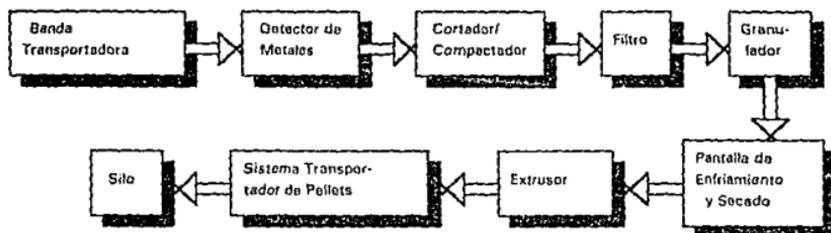
DIAGRAMAS DE BLOQUES

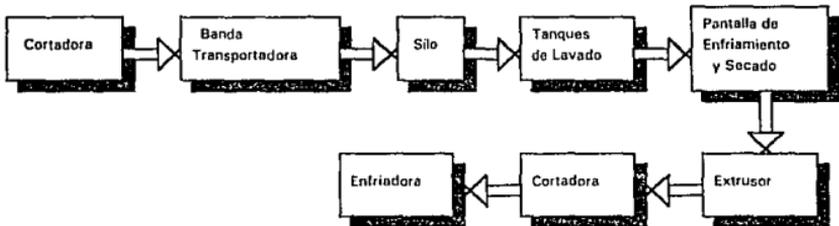
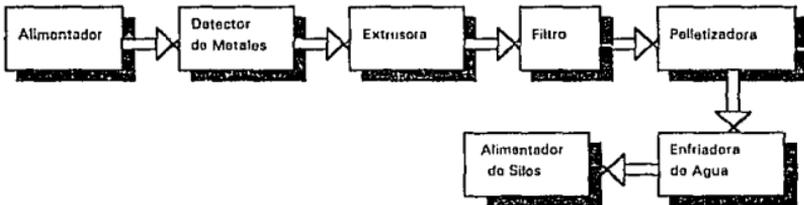
A continuación se presentan los diagramas de bloques que ilustran de manera sencilla el funcionamiento general de cada uno de los equipos considerados en el Capítulo 6 de este trabajo y que se utilizaron para realizar un análisis comparativo que permitió la elección de la maquinaria útil para los fines de la planta reprocesadora de plástico.

Línea de Reciclado Beutelspacher



Planta Recicladora de Plásticos EREMA



Línea para el Reciclado de Material Plástico Tecnova*Aqua Munchy 55 de Extrudaids, Inc.*

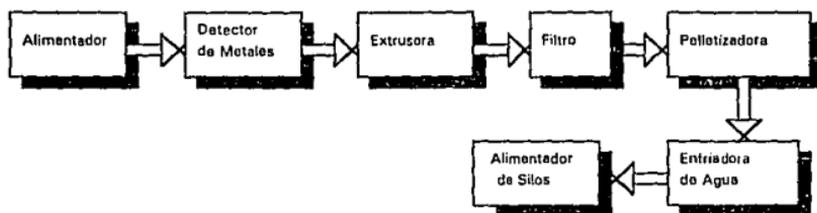
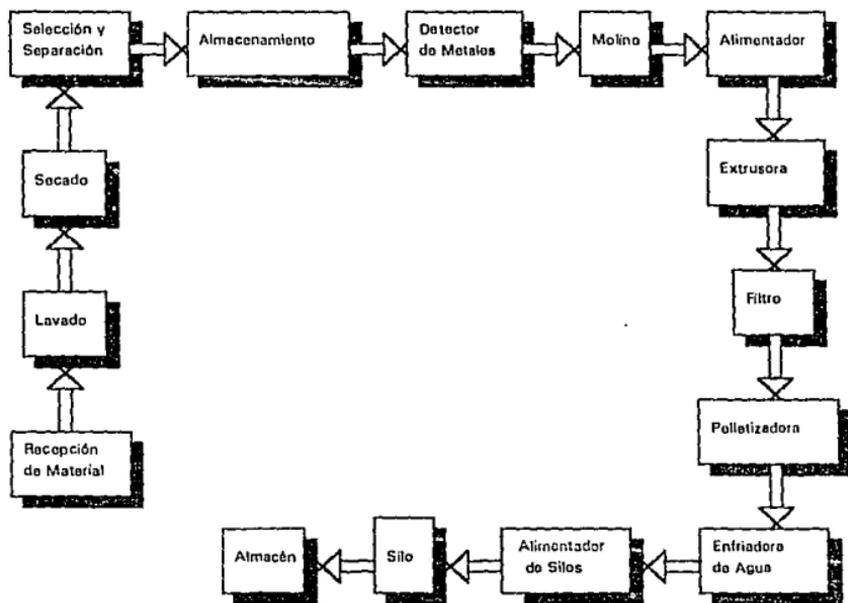
Aqua Munchy XL120 de Extrudaids, Inc.*TSK45 Compounder de Frago Industries*

Diagrama de un Proceso Completo de Reciclado de Plásticos

ANEXO 2 DISPOSICIONES LEGALES

*"Cuanto más se sabe,
menos se asegura".*

Proverbio italiano.

DISPOSICIONES LEGALES

Procedimiento: Solicitud de Inscripción en el Padrón Nacional de la Microindustria (Personas Físicas)

1. Responsables: Interesado.

1.1. Solicita información para obtener la solicitud del padrón.

2. Responsable: Ventanilla del Padrón Nacional de la Microindustria.

2.1. Entrega solicitud e indica documentación que deberá anexar, siendo ésta: acta de nacimiento y croquis de ubicación.

2.2. Informa que al estar inscrito en el padrón contará con la cédula de la Microindustria (MI), lo cual hace acreedor a diversos beneficios.

2.3. Orienta respecto de la totalidad de los trámites que debe gestionar ante las diversas dependencias.

Forma que entrega: Solicitud de inscripción ante el padrón.

3. Responsable: Interesado.

3.1. Recibe, requisita solicitud, anexa documentación requerida y entrega en la ventanilla.

4. Responsable: Ventanilla del Padrón Nacional de la Microindustria.

- 4.1. Recibe, revisa solicitud y documentación, detectando posibles impedimentos de giro y ubicación.

Existen Impedimentos

- 4.2. Informa al interesado las causas del impedimento y proporciona la orientación necesaria para que el interesado adopte las medidas que más le convengan.

No Existen Impedimentos

- 4.3. Otorga cédula y orienta al interesado para que su empresa se formalice ante las dependencias involucradas.

Forma que entrega: Cédula de MI.

5. Responsable: Interesado.

- 5.1. Recibe cédula de MI y realiza trámites subsecuentes, ante las demás dependencias y organismos involucrados, debiendo presentar según corresponda la documentación correspondiente.

NOTA: El orden en que se enlistan los trámites no necesariamente es el que se sigue, ya que algunos pueden realizarse en forma simultánea.

SEDESOL

- Solicitud de licencia de establecimiento.
- Solicitud de descarga de aguas residuales.
- Plano de ubicación.
- Lista de materias primas (grado de toxicidad).
- Productos de fábrica mensualmente.

Forma que entrega: Licencia de establecimiento.

NOTA: La dependencia eximirá a la gran mayoría de las MI de éste requisito. Esta acción abarca a 54 de los 71 giros industriales contenidos en el catálogo establecido.

DDF

- Solicitud de autorización de uso de suelo.
- Croquis de localización.
- Pago de derecho.

Forma que entrega: Autorización de uso de suelo.

- Solicitud de autorización de operaciones.
- Alineamiento y número oficial.

Autorización de uso de suelo.

Licencia de construcción.

Pago de derechos.

DDF (Tesorería Local)

Solicitud de registro en el padrón de causantes de IVA.

Copia de RFC.

Copia del acta constitutiva o de nacimiento.

Comprobante de propiedad (boleta de predio).

Autorización de uso de suelo.

Pago de derechos.

Forma de entrega: Registro en el padrón causantes de IVA.

Sector Salud

Solicitud de licencia sanitaria.

Copia del RFC.

Copia del acta constitutiva o de nacimiento.

Forma que entrega: Licencia sanitaria.

SHCP

Solicitud para el registro federal de contribuyentes.

Acta de nacimiento o constitutiva.

Libros contables.

Forma que entrega: RFC.

Solicitud de aviso de manifestación estadística.

Forma que entrega: Manifestación estadística INEGI.

Cámaras Industriales

Solicitud de registro en la cámara industrial correspondiente.

Copia del RFC.

Pago de inscripción.

Forma que entrega: Registro de cámara.

SECOFI

Esta dependencia eximirá a toda la MI de trámite de autorización de instalaciones eléctricas y de gas. La sola presentación de la cédula de la MI vigente será suficiente para la contratación de dichos energéticos.

6. Responsable: Dependencias y organismos involucrados.

6.1. Otorga licencias, permisos, autorizaciones y/o registros correspondientes e informa mediante oficio o en su caso vía computadora, a la ventanilla del Padrón Nacional de la MI.

7. Responsable: Interesado.

7.1. Recibe licencias, permisos, autorizaciones y/o registros y precede a instalarse e iniciar operaciones.

8. Responsable: Ventanilla del Padrón Nacional de la MI.

8.1. Registra las autoridades enviadas por las dependencias y organismos involucrados.

Procedimiento: Solicitud de Inscripción en el Padrón Nacional de la Microindustria (Personas Morales)

NOTA: Para el caso de las empresas que ya estén constituidas formalmente como personas morales bajo cualquier tipo de sociedad, se remite al punto 1 del procedimiento de personas físicas.

Empresa de Nueva Creación

1. Responsables: Interesado.

1.1. Solicita información para obtener la solicitud de inscripción en el padrón.

2. Responsable: Ventanilla de el Padrón Nacional de la MI.

2.1. Orienta al interesado sobre los trámites y requisitos a cubrir dependiendo de tipo de sociedad que desee formar.

No Desea Formar una Sociedad de Responsabilidad Limitada

2.2. Entrega al interesado la solicitud de inscripción ante el padrón e indica los trámites a realizar ante las instancias competentes y le señala que cuando obtenga su acta constitutiva debidamente protocolizada, regrese a la ventanilla.

Forma que entrega: Solicitud de inscripción ante el padrón.

3. Responsable: Interesado.

3.1. Acude a la secretaría de relaciones exteriores a solicitar la autorización para constituirse como persona moral.

4. Responsable: SRE.

4.1. Recibe la solicitud y le indica la cantidad a pagar por concepto de derechos.

5. Responsable: Interesado.

5.1. Realiza el pago de derechos y lo entrega.

Forma que entrega: Pago de derechos

6. Responsable: SRE.

6.1. Recibe pago de derechos y expide autorización para constituirse como sociedad.

7. Responsable: Interesado.

7.1. Recibe autorización y acude a la notaría pública.

8. Responsable: Notaría Pública.

8.1. Recibe autorización e indica la cantidad a pagar.

9. Responsable: Interesado.

9.1. Realiza el pago correspondiente y entrega comprobante.

Forma que entrega: Comprobante de pago

10. Responsable: Notaría Pública.

10.1. Recibe comprobante de pago, protocoliza el acta constitutiva y otorga la sanción judicial.

Forma que entrega: Acta protocolizada y sanción judicial.

11. Responsable: Interesado.

11.1. Recibe acta protocolizada y sanción judicial y acude al Registro Público de la Propiedad.

12. Responsable: Registro Público de la Propiedad.

12.1. Recibe acta protocolizada y autorización de la SRE e inscribe en el Registro Público de la Propiedad.

13. Responsable: Interesado.

13.1. Recibe inscripción del Registro Público de la Propiedad, requisita solicitud de inscripción ante el padrón y continua el trámite como se indica en el punto 4.1. del procedimiento referente a personas físicas.

NOTA: El notario público podrá gestionar, si el interesado así lo desea, desde la autorización para constituirse como persona moral, ante la SRE, la protocolización del acta constitutiva, así como la inscripción en el Registro Público de la Propiedad (RPP).

Desea Formar una Sociedad de Responsabilidad Limitada

14. Responsable: Ventanilla del padrón de la MI.

14.1. Entrega al interesado la solicitud de inscripción ante el padrón, así como el modelo de contrato social, indicándole que una vez que requisió éste último lo presente ante la ventanilla.

15. Responsable: Interesado.

15.1. Recibe y requisita de contrato social y entrega a la ventanilla.

16. Recibe contrato social, otorga el Vo.Bo. a este y lo entrega al interesado.

Forma que entrega: Contrato social sancionado.

17. Responsable: Interesado.

17.1. Recibe contrato social sancionado y acude ante el personal autorizado del Registro Público de la Propiedad.

18. Responsable: RPP.

18.1. Recibe contrato social sancionado y lo inscribe.

Forma que entrega: Inscripción en el RPP.

19. Responsable: Interesado.

19.1. Recibe inscripción del RPP, requisita solicitud de inscripción ante el padrón y continúa el trámite como se indica en el punto 4.1. del procedimiento referente a personas físicas.

BIBLIOGRAFÍA

*"La mayoría de las personas tienen miedo a la muerte,
porque no han hecho algo de su vida".*

Peter Ustinov.

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Anuario Estadístico de la Industria Química, Edición 1986.
ANIQ.

- ◆ Anuario Estadístico de la Industria Química, Edición 1991.
ANIQ.

- ◆ Anuario Estadístico de la Industria Química, Edición 1992.
ANIQ.

- ◆ Revista de Plásticos Modernos.
Número 396, Junio de 1989.

- ◆ Revista de Plásticos Modernos.
Número 407, Mayo de 1990.

- ◆ Revista de Plásticos Modernos.
Número 408, Junio de 1990.

- ◆ Revista de Plásticos Modernos.
Número 423, Septiembre de 1991.

- ◆ Revista de Plásticos Modernos.
Número 427, Enero de 1992.

- ◆ Reciclado de Plásticos.
Memorias del Seminario "La Era del Plástico", IMPI.

- ◆ Revista Tecnología del Plástico.
Número 16, Diciembre 1987 - Enero 1988.

- ◆ Revista Empaque Performance.
Volumen II, Número 13, Septiembre de 1992.

- ◆ Revista Empaque Performance.
Volumen III, Número 26, Octubre de 1993.

- ◆ Macplas International.
Revista Técnica para la Industria de los Materiales Plásticos
y del Caucho.
Septiembre, 1993.

- ◆ Dr. Arroyo, Miguel.
Reciclado de Plásticos.
Curso de Capacitación para Personal de la Industria, CIQA.

- ◆ La Formulación y Evaluación Técnico - Económica de
Proyectos Industriales.
Seminario de la Economía de la Producción.

- ◆ Resultados Definitivos del XI Censo General de Población y Vivienda, 1990.
INEGI.
- ◆ Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, 1991.
INEGI.
- ◆ La Economía Mexicana en Cifras, 1990.
Nacional Financiera.
- ◆ Mecamétrica de 80 Ciudades Mexicanas, 1993.
Mecamétrica Ediciones, S.A. de C.V.
- ◆ Blank, Leland y Tarquin, Anthony.
Ingeniería Económica.
Ed. Mc. Graw Hill , 1989.
- ◆ Ureta Barrón, Ernesto.
Polímeros. Estructura, Propiedades y Aplicaciones.
Ed. Limusa, 1989.