

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



**POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL
MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL**



**RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO ECOLOGICO DE ENVASES DE
PLASTICO PARA ALIMENTOS.**

Análisis de su problemática ambiental.

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN DISEÑO INDUSTRIAL**

PRESENTA

ANA AURORA MALDONADO REYES

México, 2005



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Director de tesis:

Dr. Miguel Eguiluz Senior

Sinodales:

MDI. Ana Maria Losada Alfaro

ING. Ulrich Scharer Sauberli

MDI. Alejandro Rodea Chávez

Ing. Leonidas Solares Gerardo



DEDICATORIAS

Este trabajo esta dedicado a mi familia y de entre todo ellos a mi madre que aunque ella la no esta con nosotros fue el pilar que sostuvo siempre mi decisión de estudiar diseño Industrial, a ella con todo mi amor dedico este trabajo.

A mi padre que con su entereza y fuerza ha sido ejemplo invaluable de constancia y trabajo, sus consejos y enseñanzas han sido imprescindibles en la realización no solamente de esta tesis sino de mi vida entera gracias.

A mis hermanos Maria Luisa, Mariela y René con quienes he compartido mi vida y me han ofrecido la suya, con quienes este trabajo ha sido pretexto para las largas platicas, risas y debates que tanto aprecio.

A la comunidad de diseñadores Industriales, que este trabajo sea una pequeña aportación para el desarrollo de la disciplina y se tome en cuenta para el mejoramiento de los productos de diseño.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo tiene mucho que ver con el apoyo que recibí a lo largo de estos años de investigación de parte de muchas personas que me facilitaron, su conocimiento, experiencia y crítica, su paciencia y cariño; para todo ellos quiero dejar constancia de mi gratitud y espero que el resultado plasmado en este trabajo logre retribuir un poco de todo el apoyo que recibí.

Miguel Eguluz y Ana Losada gracias por el empeño que pusieron en la dirección de esta tesis sus consejos y experiencia fueron el eslabón principal sobre el que se articula este trabajo

Nora Castaños por haber compartido conmigo horas y horas de arduo trabajo que gracias a tu compañía se convirtieron no solo en fértiles y eficientes sino gratas, entretenidas y llenas de humor.

Cesar Castaños por apoyarme durante tantos años de idas y venidas, porque sin tu apoyo muchos autores extranjeros hubieran desaparecido de este trabajo. Te amo

A Mariela entre todas las demás razones que tengo para agradecerte en la vida, en esta ocasión agradezco el haberme ayudado a comprender innumerables conceptos de la química de alimentos, sin tu asesoría hubieran resultado insufribles.

A Rene mi querido hermano que en mis momentos de consternación siempre me ha dado apoyo ayudándome a centrar mi trabajo y dando estructura y orden a mis pensamientos

A Sandra, mi gran amiga, a Donají, a Claudia, a Enrique y todos aquellos que hicieron que este trabajo se hiciera una realidad mil gracias.

ÍNDICE

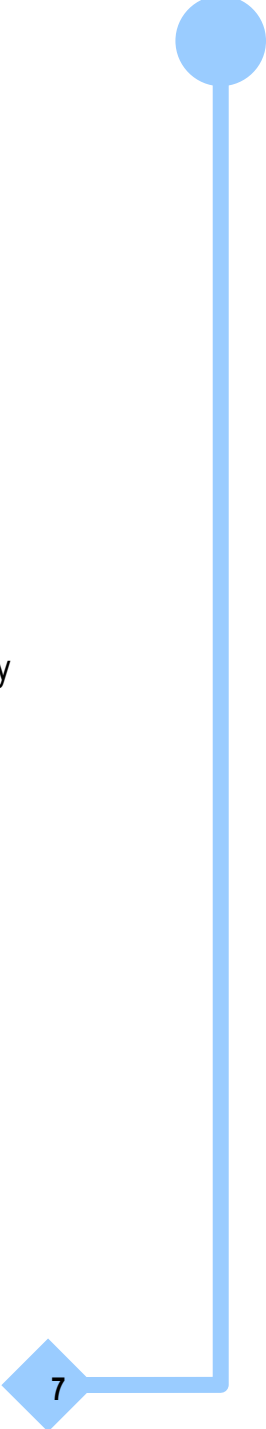

<u>INTRODUCCIÓN</u>	9
Los residuos sólidos municipales en México.	13
El sistema de envasado de alimentos	21
<u>CAPITULO 1: El manejo ecológico de los residuos sólidos de envase plástico</u>	29
1.1 Ciclo de vida	32
1.2 Métodos de manejo ecológico de Residuos Sólidos	36
<u>CAPITULO 2: Medidas Normativas adoptadas ante el impacto ambiental provocado por el RSM de envases</u>	61
2.1 Datos estadísticos de la industria del plástico en México	62
2.2. Consideraciones legislativas en México	68
2.3. Consideraciones legislativas en el ámbito internacional	73
<u>CAPITULO 3: La industria de los polímeros y su orientación ecológica</u>	83
3.1 Polímeros Sintéticos	88
3.2 Polímeros naturales	95
3.3 Biopolímeros	106
3.4 Polímeros biodegradables comercializados en el mundo	125

<u>CAPITULO 4: Estrategias para el diseño ecológico de envases plásticos</u>	145
4.1 Tendencias actuales	147
4.2 Criterios para el análisis del ciclo de vida de un envase	148
4.3 Estrategias para el diseño ecológico de envases	152
4.4 Recomendaciones para aplicación ecológica de polímeros en el diseño de envases	154
4.5 Ventajas de un envase eco diseñado	165
<u>Conclusiones</u>	169
<u>Lista de tablas</u>	178
<u>Glosario</u>	180
<u>Bibliografía</u>	213
<u>Anexos</u>	225
<u>Anexo 1: Cronología de los plásticos</u>	226
<u>Anexo 2: Características de plásticos existentes en el mercado.</u>	231
<u>Anexo 3: Métodos de procesamiento de plásticos.</u>	254
<u>Anexo 4: Normas Mexicanas de Envase y Embalaje</u>	294



6





“Restablecer la conexión con la trama de vida significa reconstruir y mantener comunidades sostenibles en las que podamos satisfacer nuestras necesidades y aspiraciones sin mermar las oportunidades de generaciones venideras”.

Fritjof Capra



INTRODUCCIÓN

La intención de este trabajo es hacer una revisión acerca del desarrollo de los envases plásticos para alimentos desde el punto de vista ecológico, para poder afirmar que, si bien se ha perfeccionado la conservación del alimento mediante la utilización de envases y procesos adecuados, no hemos tenido la visión completa del problema y nos ha faltado evaluar el deterioro del ecosistema, dicho de otra manera, se considera el desarrollo de los envases de alimentos como algo que es “conveniente” para la humanidad, pero como ha sucedido en otras áreas del conocimiento, no se ha visto ni evaluado la totalidad del campo; tratando de mejorar la conservación de alimentos y su higiene, se desarrollan productos que pasan a ser basura en un lapso impresionantemente corto y están dañando al ecosistema de una manera muy acelerada.

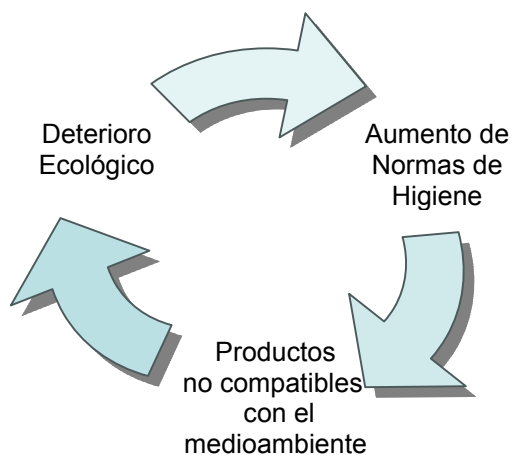


Ilustración 1: Ciclo de deterioro ecológico


Esto nos lleva a un círculo vicioso (ilustración 1), ya que en la medida que se deteriora el entorno ecológico se requiere cada vez de más técnica y tecnología normalizadas para su higiene, las cuales son resueltas en la mayoría de los casos con productos no compatibles con el medio ambiente y cada vez más complicados para desintegrarlos por medios naturales, dañando cada vez más el entorno.

Como ejemplo de este círculo vicioso podemos poner a los envases de sopas instantáneas, ya que dada la complejidad de la mezcla, se busca un envase que sea resistente al polvo de jitomate que es muy ácido y que pueda mantenerlo alejado de la humedad. Si esta mezcla no tuviera este polvo o bien se planteara otro manejo, se podría utilizar un envase más amable al medio ambiente, pero el proceso resulta diferente y más difícil al que la industria utiliza, así que lo elaboran a partir de multilaminados, y de esta manera se proponen normas mucho más exigentes para dichos envases.

En este trabajo se planteará el estado actual de los envases para alimentos desde el punto de vista de la ecología¹, la problemática que estos envases causan en relación a la cantidad de desechos sólidos que producen y la impostergable necesidad de plantear una solución a esto.

En el primer capítulo se indagará sobre la incursión de los plásticos en la industria de los alimentos, para establecer la importancia que tienen en la actualidad estos materiales y las industrias que los producen; así como el daño que están causando al medio ambiente y las alternativas que se siguen a nivel mundial para dar solución al problema, como es el caso de los métodos ecológicos de manejo de Residuos Sólidos Municipales en México

¹ Se entiende por Ecología la definición que da Jaime Urtudia en *Estilos y Desarrollo y Medio Ambiente en América Latina*. "La ecología es el estudio de los ecosistemas... el flujo y ciclaje total de los elementos (*en la naturaleza*)... todos los efectos de las actividades del hombre sobre los ciclos, flujos y poblaciones biológicas y cómo estos a su vez determinan un sistema ...(*de interacciones*) en el cual el hombre, reconociendo las leyes que lo rigen, deberá orientar y adaptar el desarrollo integral ...(*del entorno*)" Urtudia Jaime, *Ecología y Desarrollo, Evolución y perspectiva del pensamiento ecológico*. De. O. Surkel y N. Gligo., Fondo de Cultura Económica, México. 1980



En el segundo capítulo se presentan lineamientos específicos que norman la aplicación de los envases con una visión ecológica, con el fin de reducir los desechos sólidos que produce esta industria; se hace especial énfasis en los polímeros para envases de alimentos.

En el tercer capítulo se profundiza en el estudio de los materiales poliméricos haciendo un análisis de los polímeros tradicionales, los polímeros naturales y los biopolímeros, con una visión ecológica y hacia el desarrollo de envases. Se incluye una revisión sobre los avances de polímeros ecológicos (biopolímeros) utilizados para envases, este apartado nos permite ver las mejoras que han tenido durante la década de 1990 los polímeros para envase, y nos hará notar la diferencia entre ocupar un polímero tradicional y un polímero desarrollado a partir de una visión ecológica; se examinarán también los adelantos en cuanto a los polímeros biodigeribles y observaremos algunos ejemplos de envases que están desarrollados a través de estos biopolímeros

El cuarto capítulo es una propuesta basada en los capítulos anteriores, se plantea una serie de recomendaciones para el diseño de envases plásticos de alimentos, con una visión ecológica y tomando en cuenta los avances que en materia de polímeros se han desarrollado, demostrando que, en la medida en que se considere para el diseño de envases de alimentos, una visión integral de cuatro factores - el alimento, sus procesos de conservación, el envase y el medio ambiente - se tendrá la posibilidad de diseñar un producto con un menor impacto al medioambiente y así mejorar la calidad del ecosistema.

Finalmente se integran una serie de conclusiones que como resultado de este trabajo, se enfocan a proponer mejoras en el diseño de envases plásticos de alimentos y a hacer conciencia para que la práctica profesional del diseño de envases sea promoviendo un respeto al medio ambiente considerando el menor impacto ecológico.

Los residuos sólidos municipales en México.

Uno de los problemas actuales más agudos en México y en el mundo es el manejo de los desechos sólidos. El hecho de que se origine cuatro kilogramos de basura diarios promedio por cada familia, altera nuestra calidad de vida.

En nuestro país en 1997 la cantidad total de desechos sólidos generados fue de 88, 676 ton/día². Considerando que el 30% de esos desechos no son recolectados por los servicios municipales, se exhibe la falta de control de la basura. Esto deteriora la calidad de vida de todos y es urgente tratar de poner una solución al problema.

Una forma de darse cuenta y comprobar el grave problema que esto significa, lo tenemos en la vida cotidiana de un hogar de una familia promedio, en la cual, desde el momento de realizar sus compras, se encuentran frente a una gran variedad de envases: formas, tamaños, materiales y disposición del alimento que contienen, que son observados y elegidos por sus gustos y preferencias. Por supuesto que lo que consuman será lo que a ellos les beneficie en la utilidad y frescura de los alimentos que contengan dichos envases - porciones individuales, ingredientes incluidos, dosificadores, paquetes familiares, portátiles, apilables - y otra gran cantidad de adecuaciones que se han diseñado para la conveniencia del consumidor.

Una vez extraído y consumido el alimento de cada uno de sus envases, éstos en el mejor de los casos se van directamente al bote de basura y de ahí al sistema de recolección, si se multiplica por el número de familias por cuadra, colonia y municipio, y así sucesivamente, nos vemos frente a una gran industria de la generación de

² SEDESOL. Informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente 1995-1997 México 1997.

deshechos sólidos en su mayoría no biodegradables y por tanto un grave problema al medio ambiente, como es el caso de los envases plásticos.³

En México en el 2001 se estimó que se produjeron 31.5 millones de toneladas de Residuos Sólidos Municipales (RSM). Los Estados del centro del país generaron cerca del 50%, en tanto que solamente el Distrito Federal generó el 14% y los Estados del norte del país (sin considerar las ciudades de la frontera) produjeron el 19% del total de estos residuos⁴.

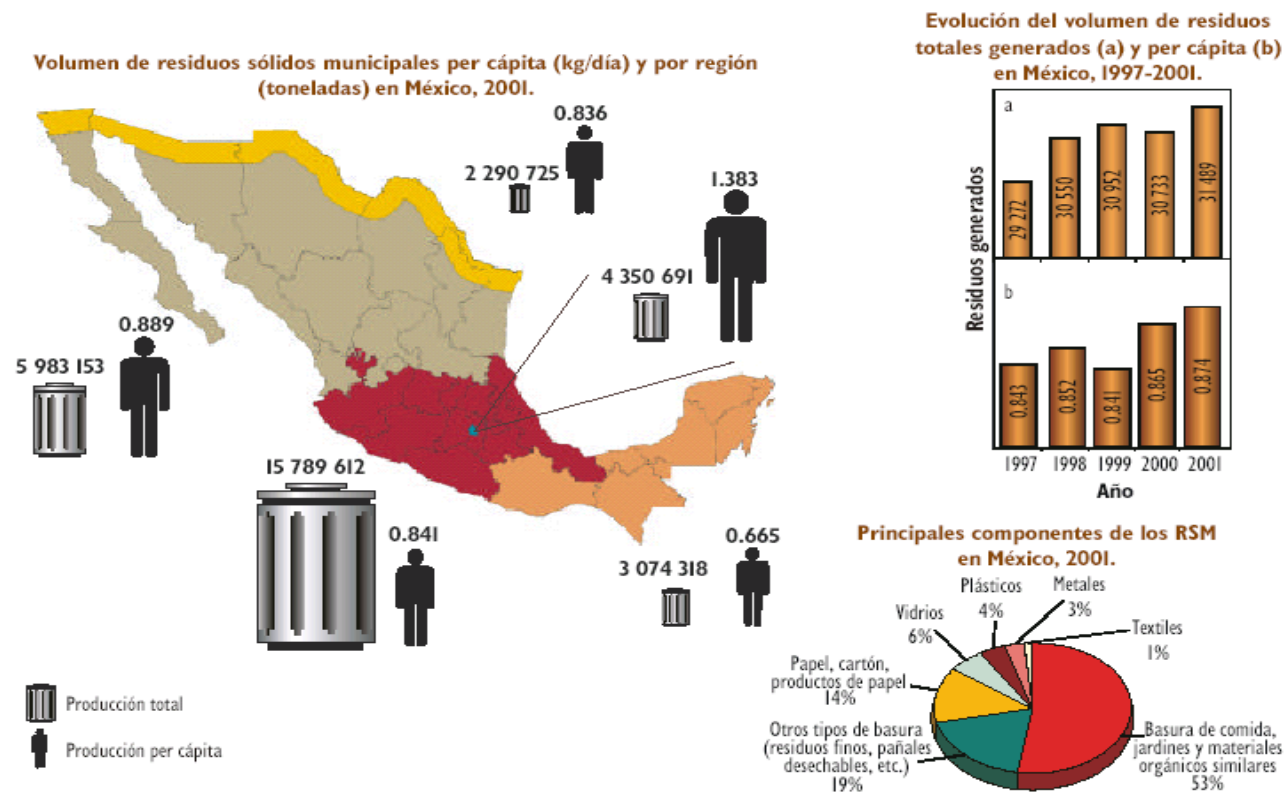
La generación de RSM a nivel nacional se ha incrementado, las razones son el crecimiento de la población y el consiguiente aumento en la producción de basura diaria por habitante; esta última casi se ha triplicado desde la década de 1950 que era de 300 gr., mientras que en 2001 creció cerca de los 874 gr. También el crecimiento del consumo de productos envasados se ha disparado en las últimas fechas, –modificado principalmente por los cambios en el estilo de vida- por las tendencias mundiales y esto hace que aumenten los residuos sólidos en materia de envase, en especial los de material plástico, como lo vamos a advertir mas adelante.

Por lo anterior, la composición de los residuos ha cambiado, variando su contenido, ya que anteriormente era predominantemente de origen orgánico, actualmente abundan los elementos de lenta descomposición -por ejemplo los plásticos- los cuales requieren de procesos complementarios para reducir el impacto al medio ambiente.

³ Se dice que son residuos sólidos municipales (RSM): Los desechos provenientes de casas habitación, establecimientos comerciales y de servicios, demoliciones y construcciones. Cortinas de Nava Cristina. **Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos.** SEMARNAP, INE, Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas Diciembre, 1999.

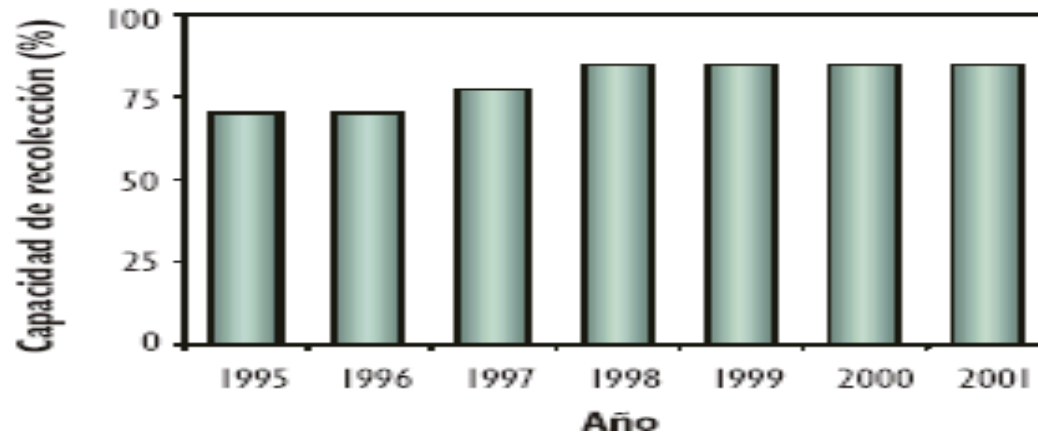
⁴ Los datos que se presentan en este trabajo son los que el Instituto Nacional de Ecología (INE) y SEMARNAT elaboraron en el periodo 1999-2001 actualmente no existen datos publicados mas recientes.

Ilustración 2: Residuos Sólidos Municipales producidos en México y su composición



Fuentes: Elaboración de SEMARNAT con datos de: **Semarnap. Estadísticas del medio ambiente.** México. 1997 y **Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio.** México. 2002.

Ilustración 3: Evolución de la recolección de los RSM por los servicios



Los porcentajes están referidos al volumen total de residuos generados

Fuentes: Elaboración SEMARNAT⁵ con datos de: Sedesol. **Manual técnico-administrativo para el servicio de limpia municipal.** México. 1985 y Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. México. 2002.

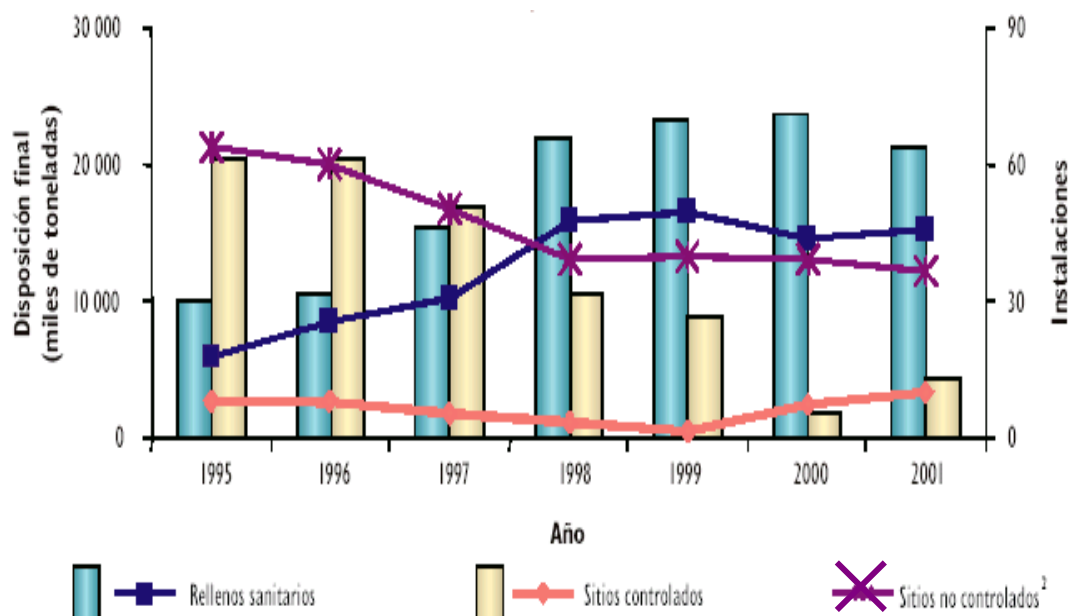
De estos desechos sólidos municipales prácticamente sólo se maneja, adecuadamente el 70%, que son los que se concentran en rellenos sanitarios⁶, el otro 30% no es manejado o utiliza medios de manejo muy

⁵ En 1999 se cambió la dependencia de SEMARNAP (Secretaría de Recursos Naturales y Pesca) a SEMARNAT (Secretaría de Recursos Naturales) en este documento se utilizan las dos formas ya que hay documentos que se citan previos a 1999 y documentos posteriores.

⁶ Los rellenos sanitarios a últimas fechas han sido muy cuestionados en cuanto a la calidad de su construcción, ya que la basura ha llegado a contaminar los mantos freáticos y la tierra.

cuestionables, como la incineración al aire libre o bien tiraderos a cielo abierto. En la (ilustración 4) podemos observar como se maneja el total de los desechos sólidos municipales en México.

4: Instalaciones a nivel nacional (barras) y capacidad de los sitios de disposición final (líneas) de los RSM



Fuentes: Elaboración SEMARNAT con datos de: Sedesol. **Manual técnico-administrativo para el servicio de limpia municipal.** México. 1985 y Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. México. 2002

La siguiente es una tabla que muestra la composición de los desechos sólidos municipales generados de 1995 a 2001 (miles de toneladas), en donde podemos observar la participación que tiene el plástico en la producción de estos desechos, esta se ha mantenido constante entre 4% y un 5% del total de los desechos generados.

Tabla 1: Generación de Residuos

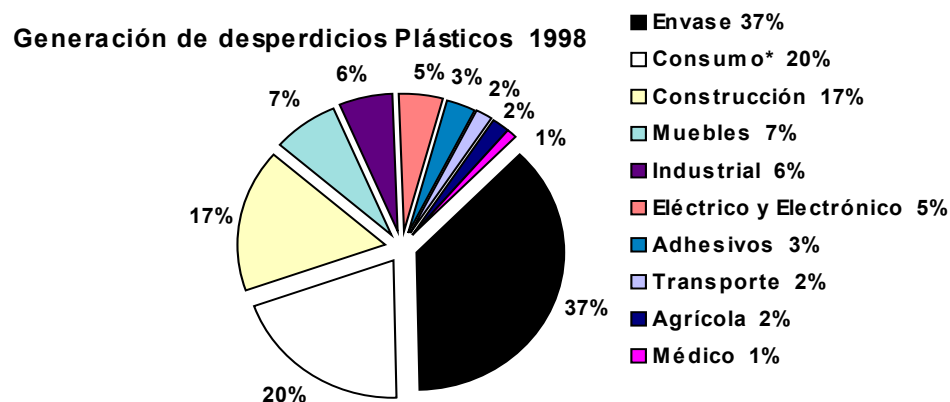
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES POR COMPOSICIÓN, 1995-2001 (Miles de toneladas)			Referencia SEMARNAT: Cuadro III.6.1.1				
Tipo de basura	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Papel, cartón, productos de papel	4 293	4 497	4 119	4 298	4 355	4 324	4 430
Textiles	455	476	436	455	461	458	469
Plásticos	1 336	1 400	1 282	1 338	1 356	1 346	1 379
Vidrios	1 800	1 886	1 727	1 802	1 826	1 813	1 858
Metales	885	927	849	886	898	891	913
Aluminio	488	511	468	489	495	492	504
Ferrosos	246	257	236	246	249	247	253
Otros ferrosos ¹	151	158	145	151	153	152	156
Basura de comida, de jardines y materiales orgánicos similares	15 987	16 747	15 339	16 008	16 219	16 104	16 500
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal, etc.)	5 754	6 028	5 521	5 762	5 838	5 796	5 939
Total	30 510	31 959	29 272	30 550	30 952	30 733	31 489

¹ Incluye cobre, plomo, estaño y níquel.
 Nota: A partir de 1997 las cifras reportadas se han ajustado con base en estudios de generación per cápita llevados a cabo en pequeñas comunidades, donde se encontró que dicha generación es del orden de 200 a 350 g, cantidades inferiores a las reportadas para años anteriores. Algunos totales no coinciden con la suma de los parciales debido al de las cifras

Fuentes: Elaboración SEMARNAT con datos de: Sedesol. **Manual técnico-administrativo para el servicio de limpia municipal.** México. 1985 y Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio. México. 2002

En la (ilustración 5) podemos ver la composición de los desechos derivados del plástico en los distintos sectores en donde el 37% es producida por envase. En 1998 se produjeron en México, 2' 900,000 ton., de plástico de las cuales 1' 500,000 pasaron a ser basura⁷ que está acumulada en los tiraderos; solamente 300,000 ton se están reciclando actualmente⁸.

Ilustración 5: Porcentaje de participación del Envase y Embalaje en el total de Residuos Sólidos Municipales 1998



* Consumo incluye de acuerdo con el Instituto Mexicano del Plástico Industrial, artículos para el hogar, artículos para el cuidado personal, deportes y recreación, artículos de oficina, escuela y accesorios fotográficos, también se incluyen en este sector calzado, equipaje, tarjetas de crédito, bastones y utensilios de jardín⁹.

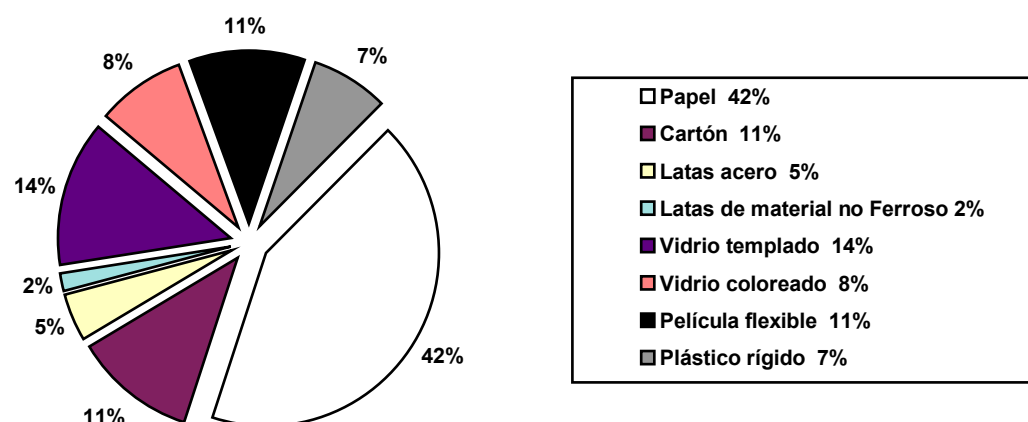
⁷ Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC. **Manual del Seminario de Reciclado de Plásticos**. México.1998

⁸ Existen 50 firmas en México de reciclado de plásticos agrupadas en cinco asociaciones entre las que destaca la Asociación Promotora de Reciclaje de PET.

⁹ Conde Ortiz Mónica P. Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC. **Estadísticas de la industria del plástico** . México.1997 p. 26

Es responsabilidad de las industrias que consumen envases tomar las medidas necesarias para empezar a resolver los problemas y trabajar en relación a utilizar envases que produzcan un menor impacto en el medioambiente; mientras que las industrias productoras de envases deben responder a las nuevas exigencias y normas sobre envases y ecología, ambas, productoras y consumidoras se están preocupado en cuanto a desarrollo de tecnología para el manejo de residuos.

Ilustración 6: Porcentaje de participación los distintos materiales en el total de desechos de Envases 1998



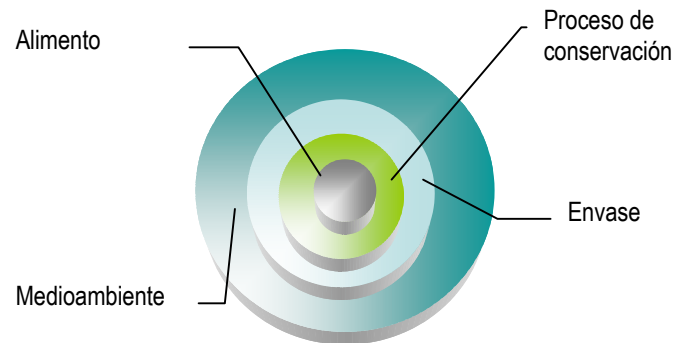
México tiene un grave problema al no poder controlar ni manejar los desechos sólidos que produce su población, podemos ver en la (ilustración 6) que los residuos sólidos de envase plástico (película y plástico rígido) ocupan el segundo lugar con un 18% de participación y el consumo va en aumento. Se tienen algunos datos prospectivos en donde se dice que el consumo per-cápita en la CD. de México se elevará de 1.38 Kg en 1998 a 1.74 en el 2010 esto quiere decir que los residuos se elevaran en un 26 %.¹⁰

¹⁰ Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México. Primera edición: noviembre de 1997 Instituto Nacional de Ecología. p 22 y ss

El sistema de envasado de alimentos

Entre las necesidades principales del ser humano está la de alimentarse y la forma de conseguir, proteger y conservar estos alimentos determina en gran parte la cultura.¹¹ El ser humano siempre se ha preocupado por extender la vida de los alimentos para poder ingerirlos antes de que se deterioren. La forma de preservar los alimentos ha sido perfeccionada a través la historia de la humanidad, tomando en cuenta cuatro factores principales: el medio ambiente, el proceso de conservación, el envase y el alimento y que a continuación abordaremos:

Ilustración 7: Cuatro factores de un sistema de envase



¹¹ Cultura según Leslie A. White: La cultura es un atributo exclusivo del hombre es algo que este impone entre él y su medio ambiente para garantizar su seguridad y su supervivencia . Básicamente las sociedades se adaptan a su entorno utilizando tres medios:

Tecnológicos.- La faceta más adaptativa de la cultura

Organizativos.- Es un instrumento social para hacer funcionar el sistema tecnológico

Mentales.- Contribuye a adaptar a la sociedad a las condiciones de existencia.

White Leslie A. **Enciclopedia de las Ciencias Sociales**. Editorial Fondo de Cultura Económica. México, 1987 p. 317.



El medioambiente

Este factor siempre ha jugado un papel esencial en la forma de preservar los productos, aunque no con una tendencia ecológica, siempre se ha tenido que tomar en cuenta, porque es precisamente del medioambiente del cual se tienen que proteger los alimentos para su conservación.

Si hacemos un rápido del recorrido cronológico los cuatro factores: medioambiente, alimentos, proceso de conservación, envase, en un tiempo estaban unidos; no había diferencia entre ellos, por ejemplo la carne -como alimento- se cubría con miel -proceso de conservación- y se guardaba en la tierra, -envasado-; esta relación tan compatible con el medioambiente concluye cuando el hombre empieza a querer conservar los alimentos controlando los procesos naturales y alterando los ciclos ecológicos, sin proponérselo¹². De manera que en la segunda mitad del siglo XIX empezamos a ver tres áreas bien definidas: alimento, proceso de conservación y envase, con sus objetos de estudio específicos e interactuando sólo en límites completamente demarcados, el medioambiente ha quedado como objeto de estudio diluido en los otros tres factores.

A partir de la segunda mitad de siglo XX se ha empezado a trabajar, desde una perspectiva ecológica con en el tema del medio ambiente, tratando de armonizar las diferentes funciones del envase para poder ofrecer productos más apropiados; se tienen ahora nuevas disposiciones reglamentarias debido al daño ecológico causado al ecosistema por la alta producción de desechos sólidos.

Estas disposiciones se llevan a cabo primero en Europa, pero la tendencia ya es mundial y los diseños, tanto de envases como de embalajes cambiarán. Uno de los materiales más afectados en este momento son los plásticos, lo

¹² Loverlock James y varios. **Gaia, Implicaciones de la nueva biología**. Editorial Kairos Barcelona Esp. Segunda edición 1992 p.127.

cual ha originado una fuerte campaña a su favor por parte de los industriales del ramo¹³; sin embargo como se verá más adelante, este material es el que más daño causa al medio ambiente en términos de volúmenes de desechos sólidos.

Proceso de conservación:

Desde la antigüedad hasta el desarrollo de la industria de las latas para envase, el progreso de los envases fue muy lento, con la entrada de estas, ingresó también la tecnología de las conservas de plazo largo, las cuales aceleraron la evolución de los envases. Algunos de los procesos que alcanzaron gran popularidad en el siglo XIX fueron los que se refieren a lograr envasar al vacío diversos productos de manufactura casera, como el caso de las conservas que incluso siguen empleándose, pero ahora llevadas a grandes escalas de producción. Gracias a los procesos de conservación, pero también al desarrollo de los envases, se ha podido alargar la vida útil de los alimentos, esto ha permitido que se consuman en buen estado, en lugares ubicados a grandes distancias de donde se elaboró el alimento.

El proceso de conservación de alguna manera incluye el envasado, ya que preserva el alimento desde la cosecha o captura, hasta su ingestión, pasando por almacenamiento, procesamiento, transportación y abastecimiento, sin embargo, este ha quedado separado por no aplicarse directamente al alimento, sino que el alimento se introduce dentro del envase, y este es externo a él.

Los procesos de conservación son de tres tipos, aquellos que son agregados directamente al alimento (químicos); los que son procesos por los cuales transita el alimento (térmicos); y los que son adjuntados al alimento (físicos); estos

¹³ La asociación Bolsa de Plástico publica en Internet algunas consideraciones por las cuales se preferiría la bolsa de plástico, entre ellas la forma de ser reciclada por los habitantes norteamericanos. **The Plastic Bag Information Clearinghouse**. Email pbainfo@aol.com ©1995, The Plastic Bag Association www.io.org/dhopkins/eviriblock

juegan un papel importante ya que de ellos se está exigiendo que alarguen cada vez más la vida del alimento, que no se modifiquen los valores nutricionales del mismo e incluso que complementen el producto. Actualmente se han desarrollado procesos de conservación con base en radiaciones y también a partir de controlar las atmósferas internas al envase, utilizando gases controladores de atmósfera para alargar la vida del alimento.

El envase

El envase demuestra el desarrollo cultural de cada época y región, ha llegado a convertirse en un objeto indispensable para el intercambio de alimentos y para su preservación. El envase elimina problemas de tiempo y distancia, así como algunos problemas de estación, cosecha ó captura, favoreciendo el desarrollo de las industrias. La industria del envase ha perfeccionado el material, los sistemas de cierre, las formas y presentaciones para proporcionar a los envases distintas características que permiten conservar el alimento en perfecto estado por más tiempo. En la siguiente tabla podemos ver algunas de los requerimientos que actualmente se están exigiendo del envase en relación con el alimento:

Tabla 2: Relación del envase con el alimento¹⁴.

1	Proteger al alimento al 100% (agentes físicos, químicos, robo, alteración del empaque, entre otros)
2	Que cada vez haya menos desperdicio de producto tanto en el proceso como en el consumo.
3	Que se pueda distribuir a lugares cada vez más distantes manteniendo el alimento en buen estado
4	Que sea fácil de transportar, distribuir y comercializar
5	Que el envase sea siempre atractivo para el consumidor
6	Que sea cómodo y estandarizado para ser manipulado en el proceso industrial
7	Que sea cada vez menos costoso en su producción y manejo
8	Que cumpla con las distintas normas que se originan y las disposiciones legales pertinentes incluyendo las ecológicas.

¹⁴ Rodríguez Tarango José Antonio, **Introducción a la Ingeniería de Empaque**. Para la industria de los alimentos, farmacéutica, química y de cosméticos. Editado por Productos de Maíz S.A. de C.V. México 1990 p. 125

El alimento

En cuanto a los alimentos, los avances se han desarrollado en torno a la inclusión de mejores conservadores naturales y químicos, que adicionados al mismo alimento lo mantienen mas tiempo en buen estado; así el perfeccionamiento de los procesos de conservación ha alargado cada vez más su ciclo de vida. Las tendencias actuales están enfocadas a las complejas formas de producción y distribución de los alimentos en el mundo, para responder a las necesidades alimentarias de los seres humanos.


Un tercio de la población del planeta tiene un excedente de recursos (servicios, alimentos, entre otros), mientras que los restantes viven expuestos a la desnutrición. Se diagnostica una crisis de producción de alimentos a escala mundial, “la humanidad no alcanza a producir alimentos para toda la población”¹⁵ mientras que la falta de equilibrio en la distribución de los alimentos hace más grave el problema, ya que los países desarrollados y en “general las clases media alta y alta del mundo tienen altos niveles de consumo y altos niveles de desperdicio”¹⁶. En cuanto a la producción de alimentos se encuentra que: “El deterioro ambiental no sólo es consecuencia del industrialismo, sino también de la forma en cómo producimos nuestros alimentos”¹⁷ ya que las tierras se acaban y se erosionan y va disminuyendo el área cultivable¹⁸

¹⁵ Meadows H. Donella **Más allá de los Límites del crecimiento**, Editorial El País Aguilar, México, 1992 p. 71

¹⁶ Curiel Ballesteros Arturo Ponente **Sustentabilidad y Conciencia Ecológica**. III Conferencia Internacional sobre los Nuevos Paradigmas de la Ciencia” del 27 de Nov. al 1º de Dic. de 1995 Guadalajara Jal. México

¹⁷ Heinberg R. **La Búsqueda de una cultura sustentable**. III Conferencia Internacional sobre los Nuevos Paradigmas de la Ciencia” del 27 de Nov. al 1º de Dic. de 1995 Guadalajara Jal. México.

¹⁸ Entre 1925 y 1935 desaparece en Estados Unidos un área cultivable comparable al espacio cultivable de Francia debido a que esta área ha sido arrasada por la erosión, causado por la tala inmoderada y la siembra de monocultivo. Idem.



De acuerdo con lo anteriormente visto, si podemos hacer una síntesis de los conocimientos que estos cuatro factores nos aportan, entonces podremos plantear soluciones más ecológicas e interdisciplinarias, y de esta manera lograr trascender esta visión fragmentaria. Al integrar los cuatro factores que intervienen en un sistema de envase, como puede verse en la ilustración 7 de la página 21, podremos aportar mejores soluciones a las problemáticas específicas y empezar a pensar más en el desarrollo de productos integrales de menor impacto ecológico.

Las normas y disposiciones que han fijado ya los países desarrollados en cuanto a envase y embalaje son demasiado estrictas para los países en vías de desarrollo, sin embargo, la urgente protección al medio ambiente lo exige. Se puede decir que en México, con la apertura económica, la industria de los productos alimenticios nacionales ha quedado atrás en lo referente al diseño de envase, ya que son varios los factores que influyen en la búsqueda de mercados externos, (entre ellos la normatividad ecológica).

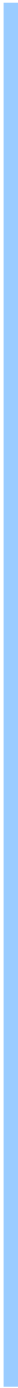
Así que el objetivo principal de este trabajo es: dar una visión ecológica a los diseñadores en materia de envases de alimentos, con el fin de poder disminuir los desechos sólidos generados por esta industria. Esto se llevará a cabo a través de dar un panorama amplio en lo referente a los plásticos ecológicos, sus características y aplicaciones en el desarrollo de envases y que se conozca la necesidad de establecer nuevas estrategias para el desarrollo de estos orientados principalmente a la disminución de basura.

Suponemos que si conjuntamos los conceptos de alimento-envase-producto-medio ambiente en un sistema integrado y diseñamos con base en esto, estos productos (alimentos envasados) no quedarán excluidos del ecosistema siendo entonces productos de un menor impacto ecológico.





28



CAPITULO 1

El manejo ecológico de los residuos sólidos de envase plástico

"En las industrias sostenibles el reciclado será la primera fuente de materias primas. El diseño industrial se basará en larga duración y la reutilización continua. La mentalidad del "usa y tira" de finales del s. XX será substituida por una ética del reciclado. Las industrias descontaminantes y de reciclado substituirán en gran medida a las empresas que hoy se dedican a la recolección y almacenamiento de desechos. Una profunda reestructuración en el proceso de producción, empaquetado y la recuperación, reducirá los desechos al menos en dos tercios"

Fritjof Capra¹⁹

¹⁹ Pigem Jordi. **Nueva Conciencia. Plenitud personal y equilibrio planetario para el Siglo XXI.** Editorial Integral. Barcelona 1994.

En este capítulo el lector observará cómo la sociedad mundial y nacional ha planeado manejar ecológicamente los residuos sólidos así como la existencia de distintas alternativas para reducir el impacto ecológico que generan, especialmente los envases plásticos de la industria de la alimentación

Como se mencionó en el capítulo anterior, uno de los problemas más agudos en el mundo es el manejo de los desechos sólidos y el hecho de que se originen 4kg de basura diarios promedio por familia. En México de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Social, en 2001, la zona centro generó 21 millones ton/día de desechos sólidos;²⁰ de estos el 4% son residuos de material plástico, que no sólo por su peso, sino por su volumen y por su baja degradabilidad, representa un gran problema en el sistema de manejo de RSM, además si a esto agregamos que el 30% no son recolectados por los servicios municipales, resulta importante reflexionar en torno a este fenómeno.

Aunque existen algunas referencias anteriores, diversos autores coinciden que la preocupación mundial por el equilibrio ecológico surgió durante la segunda mitad del siglo XX, cuando en 1972 un grupo internacional de empresarios, estadistas y científicos, denominado el Club de Roma, se dedicó a estudiar las causas y consecuencias del crecimiento a largo plazo en relación a la población, el capital industrial, la producción de alimentos, el consumo de recursos y la contaminación.

Sus conclusiones, publicadas en un informe llamado “Los límites del crecimiento”,²¹ reportaban que: 1) de mantenerse las tendencias de crecimiento de la población mundial -industrialización, contaminación, producción de alimentos y agotamiento de los recursos-, el planeta alcanzaría los límites de crecimiento en el curso de los cien años próximos, aunque 2) es posible alterar estas tendencias de crecimiento y establecer una condición de estabilidad ecológica y

²⁰ SEDESOL. **Informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente.** 1995-1997, México.

²¹ Meadows L. Dennis. **Los límites del crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad.** Fondo de Cultura Económica, México, 1972. p. 203

económica: “si los seres humanos deciden empeñar sus esfuerzos en el logro de la segunda conclusión en vez de la primera; cuanto más pronto empiecen a trabajar en este sentido, mayores serán las probabilidades de éxito para lograr la transición saludable del crecimiento al equilibrio global”.²²

Además de plantear un análisis crítico, el informe mencionado propone trabajar en las áreas de la medicina, el desarrollo social, la alimentación; y en cuanto a los procesos de producción, materias primas y consumo sugiere:

- Asegurar un proceso productivo con grados bajos de contaminación.
- Hacer una disposición más racional de los recursos naturales.
- No considerar el desarrollo material como el principal objetivo de la humanidad.
- Los desarrollos tecnológicos deben orientarse hacia el cuidado y sostenimiento del medio ambiente.
- Nuevos métodos de recolección de desechos, a fin de reducir la contaminación.
- Técnicas más eficientes de reciclaje, con el objeto de reducir las tasas de agotamiento de los recursos.
- Mejorar el diseño de los productos para aumentar la duración de los mismos y permitir su fácil reparación.
- Especial énfasis en la educación sobre los valores humanos, en términos de una evolución social equilibrada, en lugar del progreso individualizado.

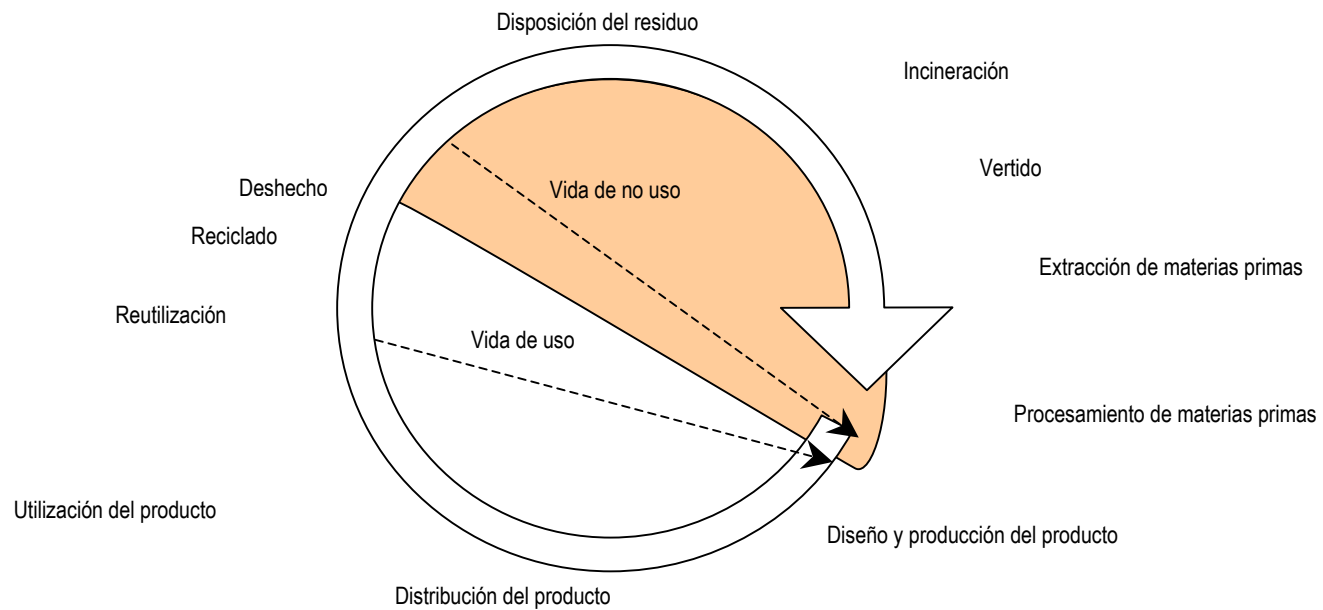
Debido a que este informe causó una gran consternación en la comunidad internacional, muchas empresas europeas decidieron tomar medidas y se conformaron asociaciones de control ecológico y medioambiental; con el fin de reducir la contaminación y los desechos, surgió el Estudio de Ciclo de Vida (ECV), que tiene por objeto analizar los procesos productivos.

²² Idem.

1.1 Ciclo de vida

Como se puede apreciar en la Ilustración 8, el ciclo de vida (C.V.) consiste en el desarrollo de un análisis de las fases por las cuales atraviesa un envase en relación a su impacto ecológico, a fin de poder implementar estrategias que lo minimicen.

Ilustración 8: Ciclo de vida del envase para considerar en diseño



FUENTE: Elaboración propia con base en "Rieradevall Joan y otros. **Ecodiseño de envases. El sector de la comida rápida.** Editorial Elisaba, Barcelona, 2000, p 17".

En general, estas fases pueden dividirse en:

- Extracción y procesamiento de materias primas para su elaboración
- Producción, transporte y distribución
- Uso, reutilización y mantenimiento
- Reciclaje y disposición como residuo

Por tanto, podemos decir que, la característica principal de un material ecológico es que este tienda hacia un bajo impacto ambiental y hacia un rendimiento máximo. Este tipo de material deberá poder reintroducirse fácilmente a su ciclo natural, ya sea reciclado por la misma naturaleza (materiales de la biosfera) o bien, reciclado en procesos elaborados por el hombre (materiales de la tecnósfera)²³ de estos tipos de procesos hablaremos más adelante.

Los plásticos o polímeros (materiales de la tecnósfera) son, sin duda, los materiales de mayor uso a escala mundial en el área de envase; sin embargo, éstos han sido utilizados de manera absurda ya que no ha sido planeado su ciclo de vida en relación a la disposición de los residuos, como puede reflejarse en la cantidad de productos plásticos que se tiene en los basureros.

Pongamos un ejemplo típico en el caso de los envases plásticos para alimentos. El envase cumple una función específica: proteger el alimento, esto lo cumple en un tiempo relativamente corto de vida, la vida de uso, lo que resta, es decir, la vida de no-uso, es lo que contamina el medioambiente. Deberá planearse estrategias para generar un proceso de reintroducción de este plástico hacia los ciclos de reutilización o reciclado, o bien hacia los ciclos naturales de degradación; estas estrategias serán delineadas a lo largo de este trabajo.

²³ Fuad-luke Alastair. **Manual de diseño ecológico**. Editorial Cartago S.L., Reino Unido, 2002, p. 277

De acuerdo con el entonces Presidente y Director del Instituto Nacional de Reciclaje, en México, Juan Careaga, (1993) "en la toma de decisiones sobre la promoción o restricción de algún material o sistema de envasado es necesario conocer todos los elementos que intervienen en la producción y uso de dicho sistema, así como el comportamiento de tales elementos en las condiciones específicas de la zona urbana"²⁴.

Aunque existen ventajas y desventajas ecológicas en los diversos materiales y sistemas de envasado, cada uno de ellos debería estudiarse en relación a su particular ciclo de vida. Sin embargo, como nos deja ver este autor, también se deben tomar en cuenta los patrones de consumo, que en México son diferentes al resto del mundo, ya que a pesar de que las soluciones que pudieran adaptarse a nuestro país pudiera tener semejanzas a las de otros, la toma de decisiones deberá estar basada en un análisis detallado de los impactos ecológicos que se quiera atacar en una determinada región. Esta implicación constituye la principal diferencia entre el modelo presentado en la (ilustración 9) y el que fue elaborado por Careaga para México.

Así, este modelo, no sólo señala que existen varias etapas importantes dentro del ciclo de vida de los envases sino, establece que durante estas etapas la toma de decisiones es estratégica para reducir el impacto negativo para el medio ambiente que pudieran causar los envases, convirtiéndose este modelo en la referencia utilizada tanto por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), como por el Instituto Nacional de Ecología (INE) para el manejo de residuos sólidos de envases.

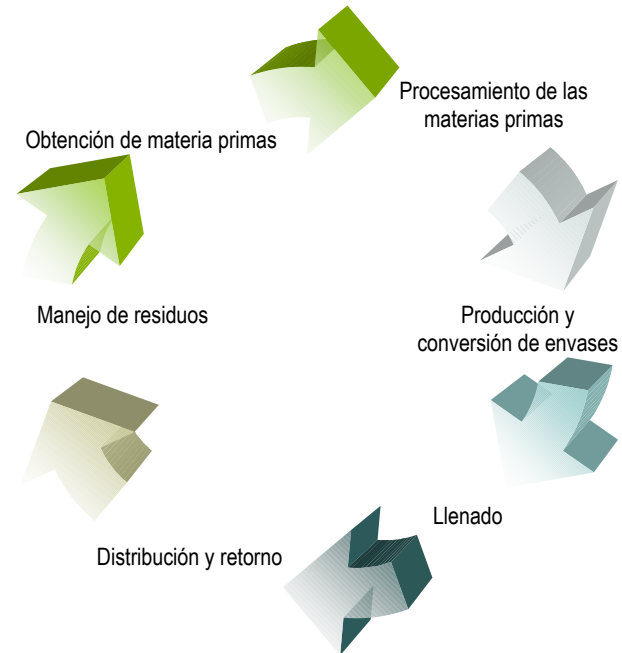
Estas decisiones las podremos enlistar como sigue:

- Adquisición de materias primas
- Procesamiento de materias primas

²⁴ Careaga J. A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 1993, Serie Monografías No. 4, p. 34.

- Producción o conversión de los envases
- Proceso de llenado, envasado y embalado
- Transportación, venta y consumo
- Manejo de residuos de envase

Ilustración 9: Ciclo de vida de los envases



FUENTE: Careaga, J.A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**, SEDESOL e Instituto Nacional de Ecología. 1993. Serie Monografías, No. 4, p. 34.

Es importante mencionar que las decisiones que los consumidores tomen sobre el manejo y disposición del envase son de un gran impacto para el medio ambiente es por eso que la educación del consumidor es importante.

En México en este orden de ideas, a partir de 2003 la “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos” contempla en su título primero, artículo 2 fracción XII: “La valorización, la responsabilidad compartida y el

manejo integral de residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos”; esto facilitará la toma de decisiones, en especial en la etapa de manejo de residuos de envases, reduciendo así el impacto negativo al medio ambiente. Cabe señalar que en la medida en que se analicen las diferentes etapas y se tomen en cuenta este tipo de decisiones, entonces se podrán diseñar envases que produzcan un menor impacto ecológico.

1.2 Métodos de manejo ecológico de Residuos Sólidos

En este contexto, algunos de los métodos de manejo ecológico de residuos sólidos municipales para reducir el impacto ambiental, aplicados en la actualidad a los envases plásticos, son: reducción de origen, reutilización, reciclado, biodegradación y recuperación de energía²⁵.

1.2.1. Reducción de origen

Como nos menciona T. Randall Curle la reducción de origen se refiere a las acciones que disminuyen la cantidad (peso, volumen, número de piezas o toxicidad de materiales) que entran al flujo de los desechos sólidos municipales. En situaciones adecuadas, esta medida puede ayudar a disminuir los costos de manufactura y el impacto ambiental²⁶

Un análisis y evaluación previo a la aplicación de acciones para la reducción de origen en la industria de los envases plásticos, es sumamente necesario, pues hay que tener especial cuidado en la sustitución de materiales, ya que pueden causar incremento en el uso de otros recursos y en los costos de producción o bien deterioro en la seguridad y utilidad del envase, por ejemplo: actualmente la sugerencia de sustituir las bolsas de plástico en los supermercados

²⁵ <http://www.iisd.org/comm/small.htm> Consumer Environmental Resources Page

²⁶ Randall Curle T. **Plastic Waste. Management, Control, Recycling and Disposal by Environment.** Protection Agency Washington D.C. New Jersey U.S.A. 1991. p. 214


por bolsas de papel, argumentando que esta última tiene un menor impacto ecológico, no contempla la cantidad de árboles que hay que talar para cubrir el mercado.

Por lo tanto, la reducción de origen debe considerarse en el total de la reducción de los RSM (Residuos Sólidos Municipales) y no solamente lo que la empresa ha decidido reducir. Por estas razones las acciones para la reducción de origen necesitan ser cuidadosamente analizadas, en la mayoría de los casos, una evaluación del ciclo de vida puede ser importante, ya que este análisis incluye un estudio de impacto de los materiales. En la siguiente tabla observaremos el papel potencial de la reducción de volumen en el mercado del plástico en México.

Tabla 3: Potencial en la reducción de origen en cuanto a volumen de desechos sólidos

Categoría del mercado	% de plástico ocupado en volumen.	Porción de artículos disponibles en el mercado	Proporción de consumidores / elementos de presentación	Posible candidato para reducción de volumen
<i>Empaque</i>	42	<i>alto</i>	<i>frecuentemente alto</i>	<i>alto</i>
Construcción	23	bajo	bajo	bajo
Artículos de Hogar y Oficina	8	moderadamente alto	frecuentemente alto	alto
Vestido y Calzado	5	alto	variable	bajo
Eléctrica y Electrónica	3	bajo	bajo	bajo
Artículos deportivos	3	alto	variado	Variado
Industriales	3	bajo	bajo	bajo
Salud	3	bajo	bajo	bajo
Otros	10	bajo	bajo	bajo

FUENTE: Curiel Ballesteros, Arturo. **Sustentabilidad y Conciencia Ecológica**. Ponencia presentada en la III Conferencia Internacional sobre los nuevos paradigmas de la ciencia, del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 1995, Guadalajara, México.



Los elementos que se consideraron para este análisis fueron: el porcentaje de plástico ocupado en volumen para la fabricación de artículos, en relación a la proporción de artículos dada con base en las piezas individuales disponibles en el mercado y la proporción de consumidores que adquieren estos artículos. El análisis de la posible reducción de volumen en relación a estos datos, esta dado en términos cualitativos.

Como se deduce de la tabla, los envases de plástico son aptos para la reducción de origen, en cuanto a volumen se refiere, por ejemplo, el caso de las películas plásticas (bolsas) o los envases de espumado plástico, en donde el peso no resulta significativo, sin embargo el espacio que ocupan en los tiraderos es considerable. También como se mencionó anteriormente, se considera como reducción de origen, la reducción de la toxicidad, esto es, por ejemplo el aplicar tintas degradables, o bien minimizar los aditivos y pigmentos tóxicos utilizados en los plásticos; en este rubro los empaques también son fuertes candidatos para este tipo de reducción.

Como puede observarse el diseño tiene una labor muy importante en los programas de reducción de origen, planeando y analizando; para esta forma de manejo ecológico el contexto es esencial para desarrollar un buen producto.

Todo esto se debe considerar en el manejo ecológico, lamentablemente las diversas asociaciones relacionadas con el reciclado de los plásticos están tratando de normar el uso de los envases racionalizándolos, al utilizar sólo el mínimo necesario para su conservación, distribución y consumo; de hecho, la tendencia a ahorrar en el envase ha sido una práctica corriente al diseñarlos, ya que actualmente su alto costo impide el gasto excesivo en ellos; no obstante, como podemos apreciar en la Tabla 4, esta racionalización va mas allá incluso en el sentido de poder sustituir los envases unitarios (con contenido para una sola persona) por envases con mayor capacidad y/o productos concentrados.

La siguiente tabla enumera algunos puntos a considerar en el análisis para la reducción de origen:

Tabla 4 Puntos a considerar para la reducción o cambio de material.

Fase del ciclo de vida del producto	Puntos a considerar
Producción de resinas y manufactura del producto	Extracción de recursos Naturales
	Uso de materia prima
	Uso de energía
	Flujo de desechos del proceso de producción (cantidad y toxicidad)
	Manejo del flujo de desechos en el proceso
	Mano de obra (incluyendo los costes sociales y de personal)
Distribución	Requerimientos de importaciones y de base tecnológica
	Energía usada en el transporte
Uso	Mano de obra
	Utilidad para el consumidor
	Seguridad para el consumidor
Disposición o desecho	Costos de atención al consumidor (personal, stand)
	Volumen y peso en rellenos sanitarios
	Toxicidad en incineración o en rellenos sanitarios
	Compatibilidad con las prácticas de reciclado u otras estrategias de manejo de energía.

Para ilustrar mejor esta situación el Sr. Douglas Radlertt, ejecutivo de empaques de la empresa J.Sainsbury, una de las compañías más grandes del Reino Unido dice que: "...apoya el interés de reducir los empaques hasta lograr el mínimo necesario para la protección del producto y la seguridad del consumidor, pero piensa que esta no es más que la práctica del buen empaque, que la compañía ha definido durante años..." Aquí podemos ver como la industria del envase confunde racionalización de materiales con reducción de origen, que si bien la segunda implica a la primera, no sólo se debe racionalizar, sino que la reducción de origen implica un concepto mucho más amplio.

1.2.2. Reutilización:

Es la habilidad para reducir el monto de desperdicios que se generan, al usar el mismo producto una y otra vez de la misma o de diferente manera. En el caso de los envases se requiere de una buena planeación de los mismos ya que este puede ser usado de dos formas: por la industria reutilizando el envase para sus propios productos (envase retornable), o por el usuario directo en usos diversos.

De cualquier manera el envase deberá estar diseñado específicamente para el *reuso* en que pretenda aplicarse y finalmente su disposición. En el caso de que la industria reutilice sus envases, deberá contemplar los siguientes puntos: la producción, la distribución, la venta, la recolección del envase, el transporte, el lavado del envase y/o sanitizado y la introducción del envase al nuevo ciclo de uso; para el caso de que sea el consumidor quien dé un nuevo uso al envase, el diseño deberá dar un valor agregado para que no sea desechado, aumentar la durabilidad y calidad del envase y así incrementar su tiempo de vida.

La reutilización a nivel industrial en nuestro país podemos verla ejemplificada con algunos fabricantes de bebidas carbonatadas, como fue en los envases de vidrio retornables, sin embargo a partir de 1990, con la incursión del PET (Polietileno tereftalato), la reutilización se da en botellas de 2L retornables y después en las de 460 ml. Además, se ha desarrollado una gran cantidad de envases de distintos materiales (PET, PC (policarbonato), PPBO (polipropileno biorientado) y otros) para leche, aceite, jugos, refrescos, y otros alimentos. Aunque con esto la reducción de costos por el ahorro en la producción de envases tiene cierto atractivo económico, los gastos iniciales para implementar el sistema de recolección son altos.

La reutilización es una buena opción para los envases plásticos primarios²⁷, pero ha sido poco utilizada por cuestiones económicas, tecnológicas o de apreciación; en el aspecto económico, aparentemente los envases retornables tienen un costo más alto que los de usar y tirar, ya que estos últimos son de menor calidad y con un costo más bajo, además de ahorrar en el sistema de recolección y redistribución de envases. La reutilización a nivel doméstico la podemos ilustrar en todos aquellos envases que utilizamos post-consumo, medida que no es del todo satisfactoria, ya que el envase terminará finalmente en la basura después de un tiempo.

De esta manera tanto la reutilización industrial como la doméstica trasladan el costo real del envase, a un costo social y ambiental por medio del manejo de grandes volúmenes de basura –producto de estos envases- y la correspondiente degradación del medioambiente.

Por otro lado en Europa desde la década de 1990, se obliga a la industria: “... tanto productora como usuaria a cambiar de envases desechables a envases retornables, si no lo impiden serios factores económicos comerciales...”²⁸


Al respecto el Ingeniero Juan Careaga, dio una serie de recomendaciones para el manejo del sistema integral de gestión de residuos, entre ellas: “...la reutilización de productos y envases, con el propósito de alargar su vida útil y por lo tanto reducir también la cantidad y toxicidad de los residuos finales”²⁹.

Las políticas y normatividades que han surgido desde esa década han tendido a controlar los desechos, especialmente los derivados del envase. Las normas para el desarrollo de envases están cada vez más en favor del medio ambiente, restringiendo la posibilidad de que los envases vayan a parar a los basureros en un período muy rápido.

²⁷ Envase primario: Recipiente que contiene directamente al producto para su distribución y venta, tal como una botella, una lata, etc. Fuente: Norma Mexicana Nmx-Ee-148-1982 Envase y Embalaje – Terminología

²⁸ Revista Conversión & Empaque. La Revista Técnica para Convertidores de Empaque de América Latina. **Envases y embalajes para el medio ambiente, nuevos diseños, nuevos desarrollos, nuevos materiales**. Diciembre 1993, Enero de 1994 Edición 6 vol.2, p. 20

²⁹ Idem p 22



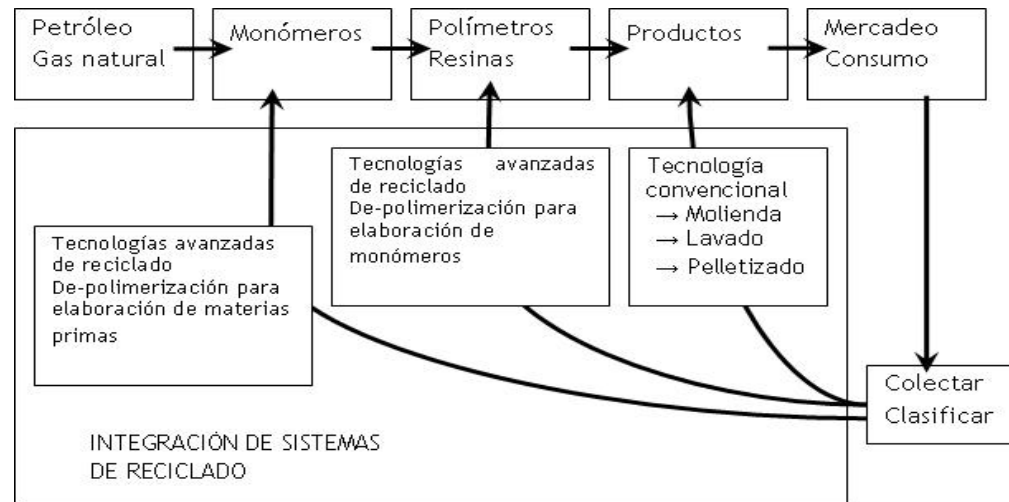
Así, desde el punto de vista del diseño, la planeación para la reutilización de envases resulta un valor agregado, en el caso de la reutilización a nivel doméstico. Mientras que, para la reutilización a nivel industrial, el diseño de los envases deberá de contemplar el ahorro para la empresa; ambas formas contemplarían la reducción del costo socio-ambiental. Una muestra de reuso doméstico lo tenemos en los envases promocionales que son diseñados para un uso diferente por ejemplo como especiero. Mientras que para reuso a nivel industrial se puede pensar en el servicio de agua potable a través de garrafones en donde estos son retornables.

1.2.3. Reciclado:

Es la posibilidad de someter un material a un determinado proceso para que pueda volver a ser utilizable; es decir, que pueda volver a iniciar un ciclo. En los envases este proceso está más orientado a utilizar el material y no el envase en sí mismo, o sea usar el material para darle otro uso distinto al envase, esto constituye la principal diferencia con el método anterior. La clave y al mismo tiempo el gran problema para el éxito del reciclado, está en la posibilidad de separar fácilmente de los RSM el material de post-consumo en forma homogénea.

Aun cuando la tecnología de reciclado ha avanzado mucho, actualmente sólo se reciclan materiales puros, puesto que es más fácil su reproceso, sin embargo, existe en los RSM un gran porcentaje de envases que contienen mezclas o combinaciones de materias primas, ya que para la industria del envase esto es necesario por los requerimientos propios de los alimentos a envasar, por ello, la industria del reciclado no tiene la capacidad actualmente, para procesar de forma adecuada este tipo de mezclas o envases. En la (Ilustración 10) podemos observar estos avances:

Ilustración 10 : Integración de sistemas de reciclado³⁰



Como se puede notar el plástico de post-consumo recolectado puede entrar para su reciclado en tres niveles diferentes:

Primer nivel.- En el reciclaje mecánico, el material se recolecta, se muele, se lava, se paletiza y entra nuevamente al desarrollo de productos manufacturados como material reciclado; este material reciclado sufre un grado de deterioro en sus propiedades físicas y químicas. (Ver diagrama 1).

³⁰ Rashid Khan M. **Conversion and utilization of waste materials**. Edited by Taylor & Francis, Washington, D.C. 1996.p. 55

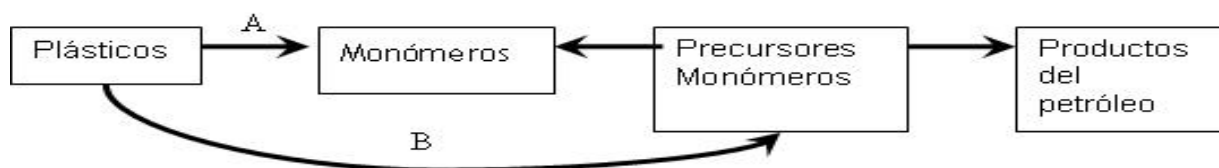
Segundo nivel.- Depolimerización a monómeros, donde el material se recolecta y es introducido a procesos químicos de donde se obtendrán monómeros, que entrarán nuevamente a la formación química de materiales poliméricos, aunque los costos iniciales para el desarrollo de esta forma de reciclado son altos, el material obtenido puede utilizarse como material virgen.

Tercer nivel.- Depolimerización a elementos químicos, el material es recolectado y separado químicamente hasta sus elementos básicos, que pueden utilizarse nuevamente en el proceso de polimerización, o bien en algunos otros procesos industriales. “El reciclado avanzado invierte el proceso de polimerización mediante pasos térmicos o químicos. Dependiendo del proceso se generan monómeros o en algunos casos precursores de monómeros”.

La conversión de un plástico en su monómero básico, crea una cantidad de materias primas que pueden ser ocupadas en la petroquímica básica o bien en la secundaria nuevamente. Plásticos como el PET, las poliamidas, los poliuretanos son creados de acuerdo con Rashid Khan, a partir de reacciones reversibles, lo cual nos indica que pueden ser retornados al segundo nivel, con el fin de volver a desarrollar el mismo plástico u otro tipo de polímeros. Sin embargo, plásticos como el HDPE, PP o el PVC no son reversibles, aunque éstos pueden ser convertidos en componentes petroquímicos o combustibles de alto funcionamiento³¹, como se puede observar en la siguiente ilustración:

³¹ Rashid Khan M. **Conversion and utilization of waste materials**. Edited by Taylor & Francis, Washington, D.C. 1996.p. 54

Ilustración 11: Fase de reciclado avanzado de polímeros



Así, de acuerdo con Rashid Khan, “los plásticos pueden ser reciclados a monómeros (ruta A) o a los abastos y suministros (ruta B) que son los precursores de monómeros y muchos otros productos petroquímicos”³². Países como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Francia, Alemania, Japón y la India han trabajado en esta tecnología avanzada de reciclado, algunos de los procesos están en fase de investigación y otros ya son procesos comerciales. En México, el Instituto Mexicano del Plástico (IMPI) Industrial ha realizado algunos intentos para desarrollar esta industria colaborando en el desarrollo y capacitación para el reciclado.

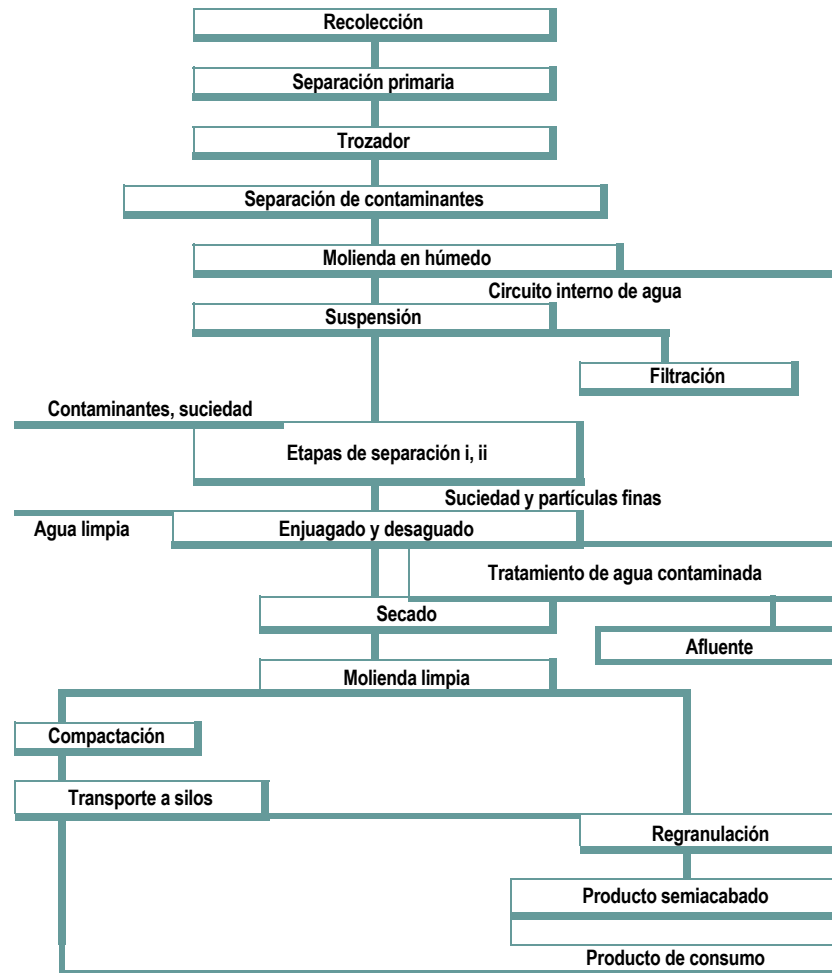
1.2.4. Reciclado mecánico y clasificación de polímeros de envase

El primer nivel de diagrama 1 referente al reciclaje mecánico este exige el compromiso activo de todos los sectores interesados: los fabricantes, los procesadores, los usuarios y los servicios públicos de limpieza; requiere además un sistema eficiente de recolección, separación y clasificación de los distintos polímeros; así como de programas de limpieza y separación.

Este proceso ha resultado muy complicado para implantarse en México, principalmente por la organización social que implica y por el costo de la tecnología requerida.

³² Rashid Khan M. **Conversion and utilization of waste materials**. Edited by Taylor & Francis, Washington, D.C. 1996.p. 56

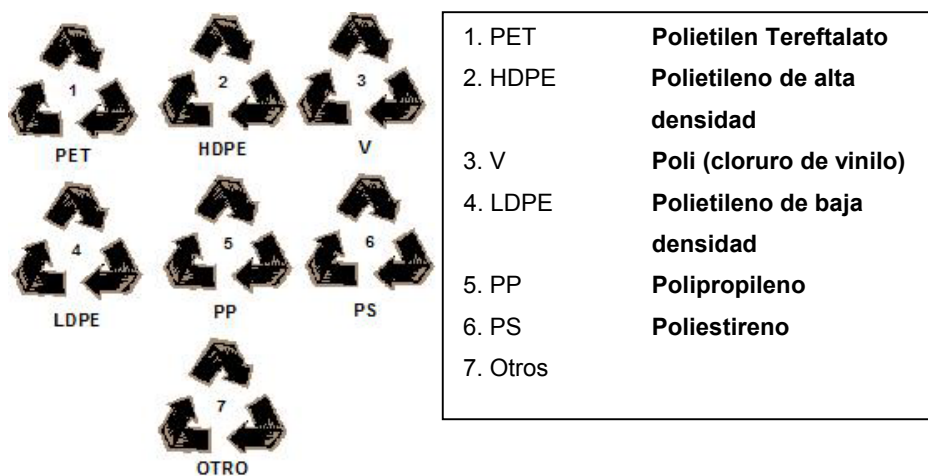
Diagrama 1: Reciclaje mecánico³³



³³ Revista Tecnología del Plástico para América Latina, 1994, p. 5-6

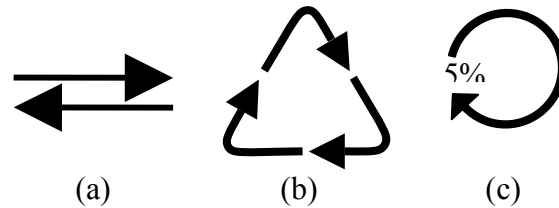
Una de las principales problemáticas para el reciclado de polímeros es su clasificación. Así que, con el fin de poder distinguir los plásticos para ser clasificados la SPI (The Society of Plastic Industry en Estados Unidos) a través de Plastic Bottle Institute, desarrolló un sistema de códigos en 1988, el cual es adoptado por México para elaborar la norma, NMX-E-232-SCFI-1999, la cual identifica a los seis materiales plásticos mas comunes para la fabricación de envases, con el fin de facilitar su clasificación y separación del flujo de desechos sólidos, esto permite a cualquier usuario diferenciar a simple vista el código del envase. En la ilustración 12 podemos observar esta clasificación:

Ilustración 12: Clasificación de los plásticos para su reciclado



Asimismo, se han desarrollado otros tipos de códigos para la identificación de material reciclado -que no son exclusivos para los plásticos-; la siguiente ilustración constituye la codificación europea que indica la reciclabilidad.

Ilustración 13: Otro tipo de códigos utilizados para el reciclado



Significados:

- (a) reusable o retornable.
- (b) fabricado con material reciclable.
- (c) contenido de un porcentaje de material reciclado³⁴.

Actualmente el uso de estos símbolos es obligatorio en algunos países, sin embargo en México su utilización es voluntaria, para consumo interno, pero en el caso de la exportación, los envases deben acatar la reglamentación y normatividad de los países a los que el producto se exporta.

Además, se enfrenta una problemática en el reciclaje de productos compuestos, ya que para ellos no existe una clasificación, la variedad en el uso de plastificantes y otros aditivos y/o cargas los hacen incompatibles en el momento de reciclarlos, ya que al combinarse son afectadas algunas propiedades de los plásticos como son: resistencia a la tensión, la fluidez, la maquinabilidad, entre otras.³⁵

Hasta aquí hemos observado dos problemáticas: la clasificación de materiales que sí se reciclan y la problemática de los materiales compuestos que no han podido ser reciclados; en cuanto a las aplicaciones de los materiales que sí se han reciclado podemos observar a continuación la tabla 5. Esta tabla contiene el informe elaborado por la asociación de fabricantes de plásticos de Europa (ampe) y el centro europeo para los plásticos en el medio ambiente (pwm), referente a los usos más comunes dados a los plásticos que actualmente se reciclan.

³⁴ Fuente: Losada Alfaro Ana María **Envase y embalaje historia, tecnología y ecología** Editorial Designio México 2000 p. 140

³⁵ Revista Plastic News. **International Newspaper for the Plastic Industry** April 11 1994. "SPI, NRC archive compromise on the resin code"

La problemática que existe para la recolección y reciclado de los plásticos de post-consumo es delicada, en especial en Latinoamérica ya que: “La recuperación y el reciclaje de los materiales plásticos han comprobado ser mas costosas y complejas que las de la hoja de lata, el aluminio, el vidrio, el cartón o el papel”, además las normas de envasado de alimentos recomiendan que todo el material plástico que esté en contacto directo con los alimentos sea material virgen.

Tabla 5: Posibles usos de materiales reciclados³⁶

TERMOPLÁSTICOS		
Plástico	Uso Inicial	Uso después de reciclado
PP	Películas, Baterías, envases para uso en microondas, contenedores diversos, accesorios automotrices, artículos eléctricos	Contenedores, substitutos de madera, accesorios automotrices, baterías, sillas y textiles.
PS	Blister de empaque, electrodomésticos, aislamientos térmicos, casetes, vasos y platos, películas para bolsa	Aislamientos térmicos y accesorios de oficina
PET	Botellas, película para empaques de alimentos.	Textiles, cuerdas, alfombras.
PEAD	Contenedores, juguetes, utensilios domésticos, envolturas industriales, películas y tubería de gas y agua, contenedores diversos	Bolsas, botellas, tubería y substitutos de madera.
PEBD	Película de empaque, bolsas, juguetes, recubrimientos, contenedores y tubería.	Bolsas, botellas, tubería, membranas de barrera y substitutos de madera.
PVC	Marcos de ventana, tubos, pisos, papel tapiz, contenedores, juguetes, aislante de cable, tarjetas de crédito, productos médicos, película para bolsa.	Tubería, conductos, barandas, contenedores, zapatos y muebles de jardín.
TERMOFIJOS		
RESINAS EPÓXICAS	Adhesivos, accesorios automotrices, artículos electrónicos y eléctricos, artículos deportivos, y botes.	Cargas material para construcción.
FENÓLICAS	Adhesivos, accesorios automotrices, artículos electrónicos y eléctricos.	Cargas, material para construcción.
PUR	Recubrimientos, acabados, colchones, almohadas y asientos.	Recubrimientos de alfombra y suelas de zapatos

³⁶ Revista Tecnología del Plástico Para América Latina, 1993, pp. 5-7 Nota: Esta tabla fue actualizada con información mas reciente principalmente en la tercera columna.

En México se han hecho esfuerzos por desarrollar la cultura del reciclado. En la industria del envase plástico, hay avances significativos, en el caso del PET, PP y PVC ya existen empresas dedicadas a reciclar estos materiales, además el Instituto Mexicano del Plástico Industrial (IMPI) y el Instituto Mexicano del Envase y Embalaje (IMEE), han llevado a cabo actividades en materia de capacitación sobre reciclado.

Se estima que en México, la recuperación de materiales plásticos, representa entre el 6% al 10% de los desechos generados. A continuación podemos comparar este esfuerzo con el de algunos otros países³⁷.

Tabla 6: Material plástico recuperado del flujo de desechos sólidos.

PAÍS	Reciclaje
E.U.A.	12%
JAPÓN	46%
ALEMANIA	15%
FRANCIA	2%
SUECIA	3%
MÉXICO	6 al 10%

En el Estado de México hubo un ejemplo exitoso de reciclado: La empresa “Recicla Mexiquense”, fue una empresa que se dedicó a la instalación y operación de sistemas municipales de manejo de desechos sólidos. Desde 1991 la empresa inició sus experiencias en la instalación de estos sistemas, se trabajó en un proyecto experimental que abarcó 5000 viviendas, con aproximadamente 20,000 habitantes, quienes participaron en un programa de recolección de desechos con separación en la fuente, es decir los usuarios del servicio separaban los desechos.

³⁷ **Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos.** Subsecretaría De Gestión Para La Protección Ambiental-Semarnat 2001 p. 99

Este proyecto logró “una reducción de un 38% en el volumen de basura en general y una participación voluntaria de más del 50% de la población de la zona atendida, superando los índices logrados en otros proyectos a escala mundial. Por otra parte, se logró desarrollar un amplio mercado para la venta de los desechos reciclables así como una participación activa del personal de limpia municipal que se asignó al proyecto” Este caso comprueba que puede implantarse este sistema exitosamente. La empresa cerró sus instalaciones debido a problemas de orden laboral en 1998³⁸.

A partir del 2002, se han empezado a implementar políticas que tienen como objetivo el cuidado del medio ambiente así, el proyecto de Norma de Emergencia, Protección Sanitaria y Ambiental, fue publicado por la Semarnat a finales de septiembre del 2002 y establece la necesidad de asegurar un acopio adecuado y promover el reciclado, reuso, tratamiento y disposición de envases.

También se ha publicado en septiembre del 2003 la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos, que se aprobó el 28 de abril del 2003, ésta establece normatividades, criterios y mecanismos para la disposición de residuos. La industria del envase deberá implementar tecnologías para la recolección y reciclado de sus residuos.

Actualmente el coste del reciclado es sumamente alto ya que la tecnología su implementación es cara, además la sociedad no tiene el hábito de participar en acciones de grupo y las autoridades no han implantado una estrategia formal de recolección de basura para el reciclado. México en este momento está haciendo grandes esfuerzos hacia el reciclado, incluso más que hacia otros métodos de manejo de RSM, de manera que, los diseñadores de envase deberán orientar sus diseños conforme a estas políticas y tomar en cuenta el ciclo de vida de los envases, con el criterio de que éstos, por lo menos sean reciclables.

³⁸ Revista Mexicana del Envase y El Embalaje. **Recicla Mexiquense en el Estado de México**. No. 27 Vol. III Noviembre de 1993, p. 9.

1.2.5. Biodegradación

La biodegradación es el proceso por el cual los productos orgánicos se descomponen perdiendo sus propiedades físicas y químicas asimilándose naturalmente por el medioambiente. La tabla 7 muestra los seis diferentes métodos hasta ahora existentes que llevan a cabo o mejoran la biodegradación del plástico:

Tabla 7: Métodos de Biodegradación de Plástico³⁹

Fotodegradación	Degradación causada por la acción de los rayos solares en el polímero
Biodegradación	Degradación que ocurre a través de la acción de microorganismos como bacteria, hongos, algas
Biodeterioración	Degradación que ocurre a través de la acción de macroorganismos como insectos, gusanos, roedores, etc.
Auto-oxidación	Degradación causada por la reacción química del plástico con el oxígeno.
Hidrólisis	Ocurre por la acción del agua sobre el plástico, resultando una disminución del peso molecular y pérdida de propiedades físicas.
Solubilización	Disolución de polímeros que ocurre cuando enlaces solubles son incluidos en el polímero

Una gran variedad de tecnologías han sido desarrolladas para reforzar la fotodegradación y la biodegradación de ciertos materiales plásticos, ya sea por agregar aditivos o por otros procedimientos, se cambian las propiedades de los materiales. Los mecanismos de degradación que han sido más usados para la producción de plásticos degradables son la fotodegradación y la biodegradación, y estos son dos métodos que abordaremos a continuación.

1.2.5.1. Fotodegradación

La fotodegradación es un proceso que está basado en la reacción molecular a la luz; la adición de sustancias fotosensitivas que tienden a absorber energía en un espectro específico de la radiación ultravioleta de la luz del sol, causa un rompimiento de los enlaces dentro de las grandes moléculas poliméricas y la reducción de las cadenas permite la pérdida de propiedades físicas y químicas, es decir la degradación.

³⁹ Randall Curle T. **Plastic Waste. Management, Control, Recycling and Disposal by Environment.** Protection Agency Washington D.C. New Jersey U.S.A. 1991 p. 289 a 291

En un ambiente interior, esta fotodegradación no se dará, ya que por un lado el vidrio sirve de filtro a los rayos ultra violeta UV (en diferentes porcentajes de acuerdo al grado de polarización del vidrio) y, por otro, la iluminación interior produce muy pocos o nulos UV. Así es que la fotodegradación es preponderantemente un proceso de ambientes exteriores y expuestos a la luz del sol, aunque la agroindustria utiliza mucho estos procesos en los materiales, también los productos plásticos fotodegradables son artículos usados en interiores. De esta manera podemos obtener productos con mayor durabilidad y controlar su ciclo de vida. Existen dos métodos utilizados hasta ahora para crear plásticos fotodegradables: modificar la cadena polimérica o agregar aditivos al plástico.

El primer método se da a partir de dos procesos diferentes: el más común es a partir de la incorporación a la cadena de moléculas de monóxido de carbono, el segundo es a partir de la incorporación de otros grupos carbonilo dentro de los polímeros por medio de un proceso de copolimerización. Si estos grupos absorben suficientes rayos ultravioleta se provoca una reacción que rompe los enlaces de la cadena polimérica. El ritmo de degradación depende del número de grupos carbonilo que hayan sido agregados⁴⁰.

En cuanto a la fotodegradación por incorporación de aditivos, podemos afirmar que un aditivo fotosensibilizador, combinado con un compuesto metálico, favorece la degradación, en tanto que los aditivos antioxidantes resultan excelentes, ya que en bajas concentraciones aceleran la fotodegradación.

En nuestro país, "... si hablamos de plásticos fotodegradables, requeriríamos de una exposición prolongada a los rayos del sol de estos desechos a degradar, con los movimientos que existen en los basureros, que constantemente está llegando basura nueva, el tiempo de exposición al sol es muy corto y actualmente no nos asegura una degradación eficiente ya que la fotodegradación se ve interrumpida."⁴¹

⁴⁰ Randall Curle T. **Plastic Waste. Management, Control, Recycling and Disposal by Environment** Protection Agency Washington D.C. New Jersey U.S.A. 1991 p. 284

⁴¹ Revista Hechos de plástico. **El Reciclado es la solución.** Órgano Informativo de la CAREINTRA sección Plásticos. Noviembre 1993 p. 19

1.2.5.2. Biodegradación

A la degradación que ocurre a través de la acción de microorganismos tales como bacterias, hongos o algas, se le conoce como biodegradación.

El desarrollo de productos potencialmente biodegradables se ha encaminado hacia dos vertientes, una mediante la modificación de las moléculas de los polímeros y otra empleando aditivos seleccionados.

Para la modificación de las moléculas de los polímeros, existen análisis enfocados al desarrollo de polímeros biodegradables y el desarrollo de copolímeros, principalmente con la familia de las olefinas. Algunos ejemplos de esto los tenemos en el perfeccionamiento de polímeros de alcohol polivinílico, el cual tiene como característica principal su solubilidad al agua, que una vez disuelto es fácilmente asimilable por la flora bacteriana. Otros de estos polímeros son los de la familia de los poliésteres alifáticos que son biodegradables, algunos de ellos son utilizados en medicina como material ortopédico y como material de sutura. Esta familia de plásticos tiene la ventaja de ser compatible con la mayoría de los plásticos de alto consumo (PE, PP, PS, PVC, SAN, ABS, PC) y pueden usarse en mezclas con éstos. Al mismo tiempo, se han desarrollado algunos polímeros de base natural con materiales como el almidón, la celulosa, las pectinas, quitinas entre otros.

Los polímeros con cargas de almidón son los que más éxito comercial han tenido hasta ahora. Se desarrollan agregados biodegradables que se introducen en las moléculas poliméricas, luego los microorganismos provocan fracturas en las moléculas, induciendo así la biodegradación que se desarrolla en tres fases, consideradas en la siguiente tabla:

Tabla 8: Fases de la Biodegradación

1	El microorganismo consume el relleno biodegradable, fracturando las moléculas del polímero
2	Fracturada la molécula polimérica ocurre la oxidación de la matriz donde ésta queda partida en fracciones más pequeñas
3	Estas fracciones poliméricas son susceptibles de ataque microbiano, efectuándose la degradación.

Además del almidón algunas cargas utilizadas son, la fécula de maíz, de arroz y diferentes harinas orgánicas, por la importancia para este trabajo de investigación esta información será tratada con más a detalle en el apartado correspondiente a biopolímeros del capítulo 3.

En México hay un gran esfuerzo a nivel académico, por parte de los institutos de materiales y algunas universidades para el desarrollo de estos polímeros, comercialmente el costo de los productos y algunas consideraciones sobre la calidad (resistencia a la tensión y a la perforación, barreras al oxígeno y al vapor de agua, etc.) son desfavorables todavía para el uso de los plásticos degradables, sin embargo las aplicaciones comerciales de las tecnologías degradables para plásticos han sido alentadas por iniciativas de ley, pero hay muy poca acción a nivel sector privado, además las tecnologías biodegradables traen dudas alrededor de los diferentes efectos que causan cuando son aplicadas comercialmente, en especial en los procesos de reciclado de post-consumo y en cuanto al efecto que pudiera tener en el medio ambiente.

1.2.6. Recuperación de energía

El último de los métodos de manejo de RSM pretende a través de la incineración recuperar la energía. Al incinerarlos podemos conseguir una generación de vapor y energía calorífica, además de lograr una reducción de volumen hasta de un 90%. Además no hay necesidad de seleccionar los residuos, pueden manejarse revueltos, hacerlo de otra manera acarrea gastos innecesarios.

No obstante, este método ha sido duramente cuestionado y tiene grandes problemas que se deben solucionar, el manejo de partículas metálicas y de las emisiones (especialmente por los vapores de hidrocarburos) requiere de infraestructura y procesos altamente costosos, lo mismo se puede decir de las cenizas finales que deben ser empacadas y manejadas como materiales de alto riesgo.

Según los promotores de la incineración, las plantas incineradoras representan la única salida posible a la saturación de los depósitos de RSM ya que generan energía y facilitan el manejo de éstos, minimizando su volumen. Sin embargo cada tres toneladas de basura que entran en una incineradora produce una tonelada de cenizas altamente tóxicas, que necesitarán ser depositadas en una fosa especial.

Aun cuando fuera cierto que la incineración es una solución al problema de los residuos, el precio que hay que pagar es excesivo. Es absolutamente falso que las plantas incineradoras no produzcan cantidades significativas de contaminación peligrosa, si observamos la siguiente tabla, ésta nos muestra algunos de los productos que se generan en el horno de una incineradora.

Además, lo que se quema en una incineradora debe ser fabricado de nuevo, en el caso de los envases plásticos que tienen un proceso complejo (síntesis química del plástico, proceso de manufactura del envase y para ser comercializados otro proceso más para hacerlos llegar al consumidor final llenos de un producto comestible), su destino final es la incineración, y se dice que se aprovecha su energía pero paradójicamente se desaprovecha la energía ya empleada en su compleja manufactura.

Tabla 9: Contaminantes generados por una incineradora⁴²

Contaminantes	dióxido de carbono (contribuyen al calentamiento global)
Clásicos:	óxidos de nitrógeno (neblinas urbanas y ozono a nivel de suelo)
	cloruro de hidrógeno (brumas ácidas)
	dióxido de azufre (lluvia ácida)
Metales pesados	plomo
	cadmio
Tóxicos y bioacumulativos	mercurio
	cromo
Organoclorados	fosgenos
	benzenos
	fenoles clorados
Pcbes	dioxinas y furanos (altamente tóxicos, son cancerígenos bioacumulativos)

Las dioxinas y los furanos no están regulados para incineradoras de residuos urbanos. Además, los niveles máximos autorizados de emisión no tienen en cuenta el riesgo de acumulación en la cadena alimentaria. Según un estudio realizado por la Agencia del Medio Ambiente de EE.UU. (EPA), la incineración es la primera fuente de contaminación por dioxinas. En el caso de los metales pesados no se establecen niveles específicos para cada uno de ellos por separado.

Por lo hasta ahora visto, podemos agregar que países desarrollados como Canadá, Australia, Francia, no toman en cuenta la incineración como un método ecológico de manejo de RSM y éste esta siendo desalentado y en algunos caso prohibido, ya que se piensa que, la incineración no elimina la basura sino que la redistribuye en el aire, el agua y la tierra y la hace más tóxica.

⁴² [www. Plataforma Cívica para la Reducción del Residuos](http://www.PlataformaCivica.org) Jacinto Verdaguer, 48. 08750 Molins de Rei Baix Llobregat. Barcelona. Tlf.: (93)618.16.78 / 72

Lamentablemente en México este proceso es muy favorecido, principalmente en las zonas rurales, haciéndose a cielo abierto y produciendo una gran cantidad de emisiones tóxicas sin control. Existen plantas incineradoras de RSM en algunas ciudades, pero el manejo normativo de las mismas no es el adecuado, dejando escapar muchas emisiones al aire.

Como se ha visto a lo largo de este capítulo, existen diversos métodos para dar tratamiento a los RSM con el fin de que se obtenga un menor deterioro ecológico, sin embargo, ninguno de estos es óptimo, cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas que deberemos valorar cuidadosamente antes de ponerlas en práctica.

Para el caso de los residuos de envases plásticos para alimentos, es indispensable el análisis de los cuatro factores que componen el sistema de envasado, conjuntamente con el análisis del ciclo del vida -que incluye un estudio sobre la infraestructura con la que cuenta la localidad para el manejo de RSM- para seleccionar un método de manejo de residuos ecológicos y adecuados, tomado en cuenta esto tendremos una visión integral del sistema y podremos diseñar el envase conforme a estos principios.

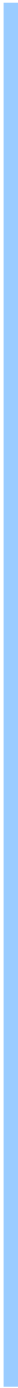
Las soluciones para el manejo de residuos aunque complejas giran en dos puntos principales: qué hacer con los residuos que se producen y cómo producir menos residuos. En cuanto al primer punto tenemos opciones tanto de reuso y reciclado como de biodegradación o bien en última instancia la incineración. Para el segundo es importante tomar en cuenta las prácticas que se presentan para la reducción de origen.

Como lo vamos a ver más adelante, en todos los métodos de reducción del impacto ecológico de los residuos sólidos aplicados al envase, es importante la intervención del diseño y la planeación del producto, con el fin de causar el menor impacto al medioambiente. Incluir una perspectiva ecológica nos da una visión más ética del diseño de envases, con lo cual podemos tomar en cuenta las condiciones para la reintegración de los materiales que se desechan como es el caso de los envases y no solamente limitar el proceso de diseño cuando termine su vida de uso.





60



CAPITULO 2

Medidas Normativas adoptadas ante el impacto ambiental provocado por el RSM de envases

“El cambio al paradigma de la ecología profunda resulta ahora crucial para nuestro bienestar (¡Incluso para nuestra supervivencia!). Y Tal cambio se esta produciendo ya. Los científicos de vanguardia, varios movimientos sociales y numerosas redes alternativas están desarrollando una nueva visión de la realidad que construirá la base de las tecnologías, sistemas económicos e instituciones sociales del futuro”⁴³.

Fritjof Capra

⁴³ Citado en Pigem Jordi. **Nueva Conciencia. Plenitud personal y equilibrio planetario para el Siglo XXI**. Editorial Integral. Barcelona 1994. p.29.

Como se presentó en el capítulo anterior, el manejo inadecuado de los desechos sólidos es una de las problemáticas más agudas en todo el mundo, de la cual México no es la excepción. Esta circunstancia derivó en el establecimiento de normas y lineamientos para el cuidado del medio ambiente.

De esta manera, este capítulo inicia mostrando el comportamiento que durante la última década ha presentado la industria del plástico en nuestro país, para después abordar la regulación ambiental en materia de desechos sólidos y, finalmente, se considerarán las que se han dado en América del Norte y Europa como ejemplos internacionales, pues debido a los sistemas de cooperación entre naciones y al paradigma de la globalización, el lector podrá notar que dichas reglamentaciones han sido tomadas en cuenta para elaborar la norma nacional.

2.1 Datos estadísticos de la industria del plástico en México

En el año 2004, la industria del plástico en México participaba con alrededor de 142,000 empleos directos y genera el 2.1% del PIB manufacturero⁴⁴. Esta industria se compone principalmente de dos tipos: la productora y la transformadora de polímeros; ambos tipos de industria surten a las empresas fabricantes con productos de consumo elaborados de plástico, entre otros ellos envases para alimentos.

Como podemos observar en las (ilustraciones 14 y 15), entre 1993 y 2001 la industria mexicana del plástico se integraba por aproximadamente 2,800 empresas, para septiembre del 2001, existían 3,500 empresas transformadoras de plástico, cuya distribución por sector se comportaba como sigue:

⁴⁴ www.anipac.org Asociación nacional de la industria del plástico marzo 2004

Ilustración 14: Sector del Plástico por tamaño de empresa en 1993⁴⁵

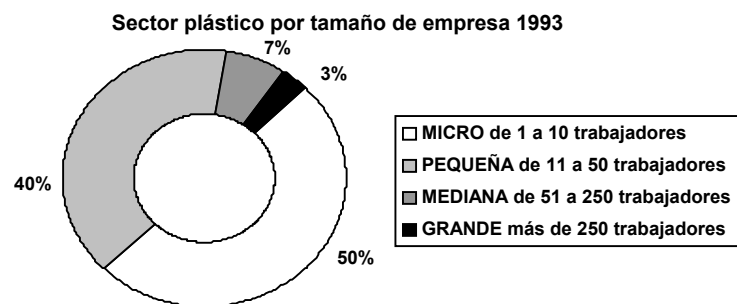
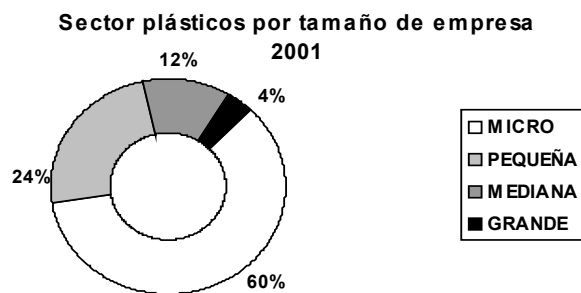


Ilustración 15: Sector del Plástico por tamaño de empresa 2001⁴⁶



⁴⁵ Revista Hechos de plástico. **El Reciclado es la solución.** Órgano Informativo de la CAREINTRA sección Plásticos Nov. 93. p. 5

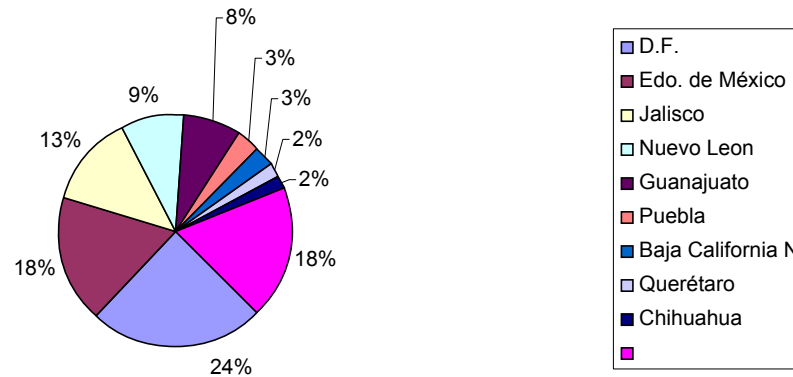
⁴⁶ www.anipac.org

Como se puede advertir, de 1993 a 2001 se presentó un crecimiento de la industria en general, principalmente en el número de las microempresas que la integran; sin embargo, fueron las pequeñas y medianas empresas quienes sufrieron una declinación importante casi del 50%. Esta proporción se ha mantenido de acuerdo a los datos presentados en diciembre de 2004 por el Instituto Mexicano del Plástico Industrial⁴⁷.

Por otro lado, la concentración geográfica de estas industrias se puede analizar en la siguiente gráfica:

Ilustración 16: Concentración del Sector Plástico por Estados 2003⁴⁸

Distribución de 4,500 empresas de la industria del plástico en México 2003



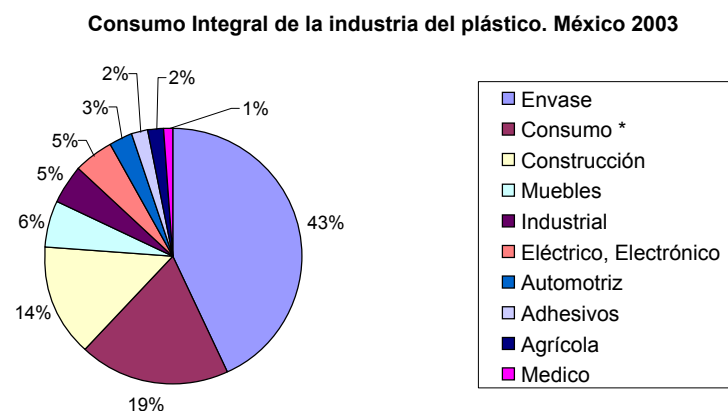
⁴⁷ www.pastico.com.mx Centro Empresarial del Plástico, febrero de 2004.

⁴⁸ Idem.

En este contexto, para la industria del envase y en especial, para la del envasado de alimentos, el plástico ha sido de suma importancia debido a sus grandes posibilidades de manejo y a sus alternativas en cuanto a formas de envasado, su gran flexibilidad lo ha hecho uno de los materiales más utilizados en esta industria.

Así, desde la década de 1990 y hasta el 2001, el principal demandante de plástico en nuestro país ha sido la industria del envase, como se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 17: Consumo nacional aparente en México, 2003⁴⁹.



* Consumo incluye de acuerdo con el Instituto Mexicano del Plástico Industrial, artículos para el hogar, artículos para el cuidado personal, deportes y recreación, artículos de oficina, escuela y accesorios fotográficos, también se incluyen en este sector calzado, equipaje, tarjetas de crédito, bastones y utensilios de jardín⁵⁰.

⁴⁹ www.pastico.com.mx Centro Empresarial del Plástico, febrero de 2004.

⁵⁰ Conde Ortiz Mónica P. Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC. **Estadísticas de la industria del plástico** . México.1997 p. 26

Como se puede observar en los datos anteriores y en los que se muestran a continuación, a través del tiempo los plásticos han logrado ocupar el segundo lugar en importancia en la producción de envases en México, siendo superados actualmente por el cartón y el papel; sin embargo, se pronostica que llegarán a ser el primer material para envases, si continúa la tendencia del uso de plásticos, ya que, como veremos más adelante, las investigaciones sobre este material están siendo uno de los elementos importantes para su desarrollo.

Tabla 10: Valor de la producción de Envases en México⁵¹

Valor de la producción de Envases en México (millones de pesos)						
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Papel y Cartón	9,453.88	11,397.01	13,828.74	15,887.83	16,106.60	16,423.60
Plástico	7,344.69	8,405.52	9,478.53	11,048.67	11,409.80	11,567.74
Vidrio	5,183.86	6,084.74	6,512.43	7,107.88	7,012.47	7,885.74
Metal	5,652.03	6,904.05	7,580.73	7,386.41	7,351.34	7,405.38
Madera	200.66	317.17	359.57	375.24	372.63	304.03
TOTAL	27,835.12	33,108.49	37,760.00	41,806.03	42,252.84	43,586.49

De esta manera, las estadísticas del sector de los plásticos antes presentadas, tienen como finalidad que el lector observe las repercusiones que esta industria ha ocasionado en la generación de desechos sólidos; como ejemplo de esta correlación, se señala que de las 2'900,000 toneladas de plástico producidas en 1998 en México, 1'500,000 se convirtieron en basura⁵² -aproximadamente 600 toneladas eran envases-, lo que significa que el 51.7% de ellas

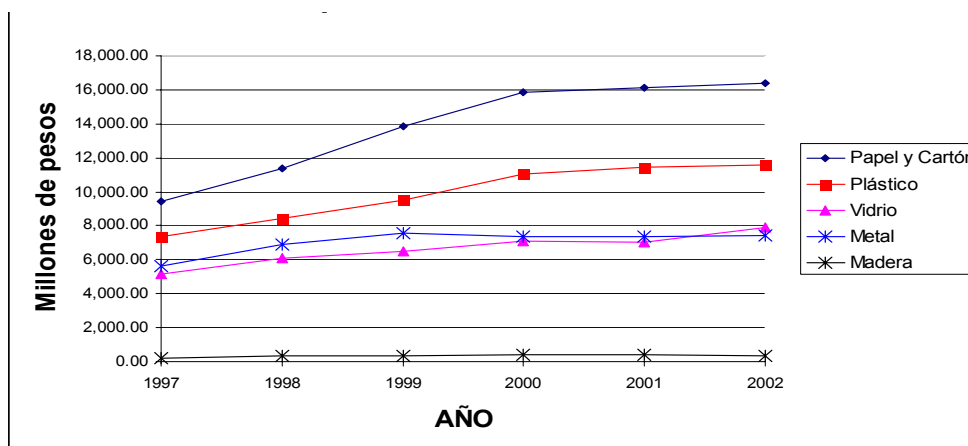
⁵¹ Fuente: AMEE con datos de INEGI. Hiram Cruz Cortés, Estudios Económicos AMEE 2003 Enero- Septiembre de cada año

http://www.amee.org.mx/economia/Amee_economia%20147.doc.

⁵² Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC. **Manual del Seminario de Reciclado de Plásticos**. México. 1998 p.5

está acumulada en los tiraderos, cabe resaltar que únicamente 300,000 toneladas de estos desechos plásticos están siendo reciclados actualmente.

Ilustración 18: Valor de la producción de los envases en México⁵³





Recordemos que en México durante 1997 la cantidad generada de RSM fue de 88, 676 ton/día, al menos esto es lo que reportó la SEDESOL y desde luego no contempla el material no recolectado⁵⁴ y por lo tanto, son depositados en la calle, parques o terrenos baldíos, de ahí la exigencia de resolver de manera urgente esta situación, debido a falta de conciencia y la proliferación del consumismo como moderno estilo de vida.

⁵³ Fuente: AMEE con datos de INEGI. Hiram Cruz Cortés, Estudios Económicos AMEE 2003 Enero- Septiembre de cada año

http://www.amee.org.mx/economia/Amee_economia%20147.doc.

⁵⁴ SEDESOL. Informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente 1995-1997, México, 1997. p.40



Los crecientes volúmenes de desechos sólidos han causado, en México y el mundo, una reducción de los espacios disponibles para su depósito (ya sean tiraderos o rellenos sanitarios) que, conjuntamente con las tendencias ecológicas surgidas en 1970,⁵⁵ originaron el desarrollo de soluciones legislativas. Desde entonces se han dictado políticas que norman el comportamiento en esta materia, donde uno de los temas importantes es la producción y desechos de envases de alimentos.

Así, tanto las industrias que manufacturan plásticos para envases como las que los consumen, no sólo deben tener la responsabilidad moral de adoptar las medidas necesarias para contribuir a resolver la problemática ambiental; sino que, además, deben acatar las disposiciones que marca la ley en cuanto a la utilización de envases que produzcan un menor impacto ecológico.

2.2. Consideraciones legislativas en México

En México quienes intervienen en la política y gestión de la normatividad sobre envases, son las empresas productoras de envases, las empacadoras de productos alimenticios y las comercializadoras de bienes envasados, por conducto de sus diversos organismos y otras asociaciones, así como las autoridades federales, estatales y municipales que manejan los flujos diarios de residuos sólidos municipales (RSM).⁵⁶

Al igual que los demás países, alrededor de los años 60 México empezó a preocuparse por la gran cantidad de residuos sólidos municipales producidos; sin embargo es a finales de la década de 1980 que se empiezan a tomar acciones. Actualmente se siguen desarrollando normas para el manejo de los RSM, pero con mayor énfasis en los

⁵⁵ Rieradevall Joan y otros. **Ecodiseño de envases. el sector de la comida rápida** Editorial Elisaba Barcelona 2000 p. 18

⁵⁶ Careaga J. A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 1993, Serie Monografías No. 4, p. 144.

envases, tarea llevada a cabo por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través del Instituto Nacional de Ecología (INE).

La política ambiental mexicana sobre residuos planteó una jerarquía de los elementos incluidos en los sistemas de gestión integral de residuos sólidos:⁵⁷

- Reducción de origen (reducción en la fuente)
- Reutilización (retorno)
- Compostas y biodegradación
- Reciclaje
- Incineración con recuperación de energía
- Relleno sanitario

No obstante, el país ha tenido que implementar otras acciones fundamentales, como:

- La participación de todos los miembros de la sociedad, a fin de que cada uno de ellos asuma responsablemente su obligación en relación con el control de desechos.
- La maximización del aprovechamiento de los residuos de materiales de envase potencialmente reciclables, siempre y cuando esto tenga un sustento ecológico y sea económicamente adecuado y factible.
- La implantación de sistemas más eficientes de manejo de residuos del envase, que consideren los resultados obtenidos de los estudios de las características económicas sectoriales y el mercado de materiales secundarios.

⁵⁷ Cortinas de Nava, Cristina. **Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos**. SEMARNAP, INE, Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, diciembre 1999. p.76

- La promoción de nuevos mercados para la comercialización de materiales reciclados, composta y biogas.
- El fomento de la investigación y desarrollo de métodos para el tratamiento de residuos.

Por otro lado, a partir del 2002 comenzaron a implementarse políticas que tienen como objetivo el cuidado del medio ambiente. Un claro ejemplo es que el proyecto de la Norma de Emergencia, Protección Sanitaria y Ambiental anunciado por la SEMARNAT a finales de septiembre,⁵⁸ establece la necesidad de asegurar un acopio adecuado y de promover acciones dedicadas a la recuperación de materiales reciclables.

En octubre de 2003 se publica la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos*, que además de establecer normas, criterios y mecanismos para la disposición de residuos, tiene por objetivo:

“...garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos...”⁵⁹.

Esta ley exige el establecimiento de programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos, de manera que cada uno de los estados y/o municipios requieren crear también sus propios lineamientos.

⁵⁸ AMEE **Asociación Mexicana de Envase y Embalaje**. Asociación Mexicana de Envase y Embalaje, A.C., No. 55, mayo 20 2003. p 11

⁵⁹ Diario Oficial de la Federación, publicado el 8 de octubre de 2003. **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**.

Asimismo, considera que, en caso de no usar o reciclar al 100% los residuos de PET, se deberán establecer mecanismos para una disposición final ambiental y sanitariamente adecuada. Al respecto, uno de los puntos que ha generado mayor inquietud es el relativo al inciso 5 de la Norma, referente a las especificaciones, que a la letra dice:

“5.1. De la responsabilidad sobre la recuperación de los envases.

5.1.1.- Los envasadores e importadores de productos en envases de PET tendrán la obligación de recuperar los envases que cada uno de ellos comercialice.

5.1.2.- Para el cumplimiento de la obligación anterior, los envasadores e importadores contarán con un plazo de 3 meses para informar a las autoridades competentes sobre la recuperación de los envases, a partir del momento en que éstos se comercialicen.

5.1.3.- Para cumplir con la disposición anterior, los sujetos obligados deberán realizar una de las siguientes acciones:

- Establecer un esquema de depósito reembolso, o
- Unirse entre ellos, con fabricantes e importadores de resinas, preformas y envases, o con terceros para construir y participar en Sistemas de Gestión de Residuos de envases de PET que utilicen el esquema depósito reembolso.

5.1.4.- Los receptores de envases sólo podrán destinar los envases acopiados a su aprovechamiento.

En caso de no poderse dar lo anterior en su totalidad, se podrá dar la disposición final de los envases en rellenos sanitarios municipales, siempre y cuando éstos hayan sido sujetos a un proceso de trituración”.

A pesar de esta inquietud, los industriales están dispuestos a tomar acciones conjuntas; de hecho, de las casi 40 empresas recicladoras que existen en México, seis están especializadas en PET. Un ejemplo de su responsabilidad social, ha sido la firma del convenio entre la SEMARNAT, la CONCAMIN y la empresa “Ecología y Compromiso

Empresarial” (ECOCE) en mayo de 2003. Se pretende reciclar y reutilizar 90 millones de botellas de PET tiradas en las vías públicas del Distrito Federal, los mercados en donde se compra el PET reciclado esta como sigue:

Tabla 11: Usos del reciclado de PET en México⁶⁰.

USOS	PORCENTAJE (%)	TONS
Fibra Poliester	16.7	11,500
Fleje	1.5	1,000
Otros	0.7	500
Exportación	81.1	13,000
Total	1000	69,000

Así mismo se pretende eliminar gradualmente los sellos de “no retornable” y “desechable” que aparecen en los envases; edemas de los indicado en la tabla 11, este material se esta utilizando entre otras cosas para la elaboración de alfombras, fibras para relleno térmico, tarimas; el trabajo se ha venido realizando en seis plantas administradas por ECOCE y se ha iniciado una campaña publicitaria; la inversión inicial contemplada era de \$20 millones de pesos, esperando que los empresarios inviertan un total de \$87 millones al 2006⁶¹. Esto dará la pauta

⁶⁰ <http://www.aprepet.org.mx/home.html> APREPET. Asociación civil, no lucrativa, dedicada a fomentar la cultura del reciclado en México

⁶¹ Asociación Mexicana de envase y Embalaje, Órgano Informativo **Los envase de PET y el cuidado al medioambiente**. Mayo- junio 2003 p. 14 y 15

para que se establezcan nuevos impuestos, restricciones, leyes y reglamentos sobre el desarrollo de los envases y, al mismo tiempo, se apoyará la reducción de desechos sólidos en nuestro país.

No obstante lo anterior, se considera que la legislación existente sobre el tema sigue siendo escasa, pues el *Plan Nacional de Desarrollo* tampoco tiene una política ambiental en forma, hace falta una mayor coordinación entre los niveles de gobierno y las cúpulas empresariales que permitan la implementación de políticas integradoras. Tal y como lo han comentado los fabricantes junto a algunas asociaciones, quienes con una visión más integral de esta problemática, han manifestado que:

- a) En el sector social, la educación y la conciencia ecológica es escasa en el consumidor, por lo tanto existe una ineficiente disposición de residuos y una falta de respeto al ambiente y a la autoridad.
- b) En el sector industrial, no existe un programa que coordine las acciones de los recicladores y de los productores de envases, y
- c) En el sector gubernamental, la recolección de basura sigue siendo mezclada en un 95%, por lo que los sistemas de recolección municipales continúan siendo insuficientes e ineficientes, ya que estas autoridades no consideran prioritario el manejo de los residuos sólidos.

2.3. Consideraciones legislativas en el ámbito internacional

En este apartado se estudiarán las normas que se han implementado en el campo internacional en materia de protección al ambiente. En este caso, se tomará en cuenta lo que dictan algunos países industrializados, como Estados Unidos y Canadá, así como la Unión Europea (UE), por ser nuestros principales socios comerciales, cuyas políticas afectan la producción y venta de las industrias mexicanas de envases plásticos.

2.3.1. América del Norte

En Estados Unidos se ha promovido el incremento del reciclaje como un medio para disminuir los volúmenes de desechos sólidos, a través del establecimiento de depósitos obligatorios de envases y la reglamentación para la codificación de éstos; además, se ha impulsado la utilización de plásticos degradables y biodegradables.

En cuanto al reciclaje, las nuevas tendencias indican que los fabricantes son quienes han tenido la mayor cantidad de reglas que cumplir, por ejemplo, deben establecer depósitos para el acopio de envases, recolectar y reciclar dentro de sus plantas productivas los propios materiales que producen, y además deben utilizar ciertas cantidades de material reciclado dentro de sus productos.

Por otro lado, en diversas poblaciones de Estados Unidos se exige que los envases sean fotodegradables (ante la posibilidad de que permanezcan en la calle), y también han prohibido ciertos tipos, ya sea porque presentan dificultades para ser procesados por segunda vez o en su disposición final; son los envases denominados no retornables, no reciclables y los elaborados de poliestireno expandido. En la promoción de esto se ha desarrollado un sistema de etiquetado ecológico, en donde las empresas pueden comprobar que utilizan "tecnologías y prácticas para favorecer la conservación de recursos naturales y la protección al medio ambiente".⁶²

Así, los productos que indiquen ser reciclables deberán cumplir con estándares marcados por la norma, que también señala que los productos que pretendan ser reusables deberán ser rellenados al menos cinco veces.

⁶² Careaga J. A. **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. Sedesol. Instituto Nacional de Ecología. Serie Monografías, No. 4, 1993. p. 99

Además, los calificados como biodegradables o fotodegradables deberán descomponerse, de acuerdo con la norma, sin emitir residuos tóxicos al medioambiente.

Existen otras reglas vigentes en otros estados, por ejemplo, se sugiere que el envase no deberá de ocupar más del 10% del volumen del producto y se plantea la posibilidad de que se pueda estandarizar el material, el color y la forma.

Respecto a la industria del envase en Canadá –que constituye uno de los principales sectores de la economía al emplear a más de 52 mil trabajadores⁶³–, los envases y embalajes también son uno de los factores agravantes de los desechos sólidos generados por el sector doméstico. Este problema ha dado origen a una legislación que pretende controlarlo a través del reciclado, particularmente, creando programas de recolección selectiva, sobre todo de botellas de PET, pero también para otros materiales plásticos elaborados con PP y HDPE.

En ese país se lleva a cabo la “*Canadian Council of Ministers of the Environment*”, una reunión anual donde se discute acerca de las problemáticas en torno al envase y el ambiente, quien publica los resultados de estos encuentros en reportes a través de un protocolo anual.

El protocolo se enfoca principalmente al análisis del ciclo de vida de los envases, considerando primero la reducción de origen, después la reutilización y por último el reciclaje; es importante señalar que Canadá decidió no aplicar la incineración, porque no es un método acorde sus políticas ambientales. Algunas de las políticas que se establecieron durante el año 2000, se presentan en el siguiente tabla:

⁶³ Careaga J. A., *Op. cit.* p. 102

Tabla 12: Políticas a nivel nacional sobre envases en Canadá⁶⁴

<p>1. Todos los empaques utilizados tendrán un efecto mínimo sobre el medio ambiente. Esta política pone énfasis en que el impacto ambiental de estos llega más allá del efecto de su disposición: los RSM no son el único tema, también los recursos y energía consumidos para producir y transportar el material de envase. Estos son evaluados para medir de manera objetiva las consecuencias ambientales.</p> <p>Esto se logró mediante la preparación de perfiles ambientales para cada tipo de empaque, que fue seguido por un rediseño del producto acorde con la preservación del medio. La política estimula la investigación y el desarrollo de nuevos productos para empaquetado, que tienen efectos mínimos en el ambiente.</p>			
<p>2. La escala de prioridades de la gestión integral del empaque será: reducción de origen, reutilización, reciclaje.</p> <p>Acción 1: El Gobierno Federal en consulta con la industria y el grupo de accionistas establecerá un Código Canadiense de Preferencias para Prácticas de Empacado, para guiar a la industria en el diseño y la selección del empaque, a través de la siguiente jerarquía:</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>a) Sin empaque</p> <p>c) Empaque reusable</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>b) Empaque mínimo</p> <p>d) Empaque reciclable y conteniendo material reciclado</p> </td> </tr> </table>		<p>a) Sin empaque</p> <p>c) Empaque reusable</p>	<p>b) Empaque mínimo</p> <p>d) Empaque reciclable y conteniendo material reciclado</p>
<p>a) Sin empaque</p> <p>c) Empaque reusable</p>	<p>b) Empaque mínimo</p> <p>d) Empaque reciclable y conteniendo material reciclado</p>		
<p>3. Se establecerá una campaña de información, educación y capacitación permanente, con el fin de lograr que todos los canadienses estén conscientes de las funciones y los impactos ambientales del empaque. La responsabilidad para el manejo de empaquetado es compartida. Alcanzar las metas de esta política nacional para el empaque requiere de recursos combinados del gobierno, industria, consumidor y grupos de interés.</p>			
<p>4. Las políticas del empaque puestas en práctica en Canadá incluyen a las importaciones. Actualmente se realiza un monitoreo, sobre todo, en los mercados fronterizos contra el ingreso de productos que no cumplan con los requisitos.</p>			
<p>5. Se implantarán las regulaciones que sean necesarias para asegurar el cumplimiento de estas políticas. En este sentido, un monitoreo a través de iniciativas voluntarias, donde se va presentando la necesidad de crear medidas de regulación para asegurar que los efectos sean equitativos y las metas, cumplidas.</p>			
<p>6. Todas las políticas gubernamentales y prácticas de cualquier nivel, que afecten al empaque, deberán considerar estas normas.</p>			

⁶⁴ Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), **National Packaging Protocol 2000, FINAL REPORT.**

Finalmente, este país ya emitió el *Código Canadiense de Prácticas de Preferencias de Envasado*, mencionado en la segunda política, con el objetivo de promover la excelencia de los recipientes comerciales. Entre sus principios se encuentra que "el envase deberá tener el mínimo impacto posible sobre el medio ambiente, deberá mantener la integridad de los productos que contiene, garantizar la seguridad para el consumidor y cumplir con los requisitos reglamentarios".

Además, busca disminuir de manera trascendente los residuos que necesiten disposición final mediante la aplicación de las "3R" (reducción, reutilización, reciclaje). Este código es una guía para la industria del envase en cuanto a la selección de materiales, diseño e impacto ambiental, establece una jerarquía que empieza desde "cero envases" y termina con "envases reciclables y envases que contengan material reciclado".⁶⁵

2.3.2. Unión Europea (UE)

Los primeros países en llevar a cabo acciones en materia de reducción de desechos sólidos, específicamente de envases, fueron Alemania, Holanda, y Suiza, poco tiempo después el Reino Unido, Francia, Bélgica e Italia; en general, los miembros de la entonces Comunidad Económica Europea (CEE) tenían un "Programa para el Desarrollo Sostenible", y han hecho considerables esfuerzos para elaborar una legislación de protección al medio ambiente.

Por ello, a finales de 1990 adoptaron cuatro principios: reducción de los flujos de desechos sólidos; optimización en el manejo y disposición ambientalmente aceptable de los residuos; disminución de los movimientos, y responsabilidad del productor.

⁶⁵ Careaga J. A., *Op. cit.* p. 105

En 1992 la comunidad emitió el *Reglamento sobre Envases y Residuos de Envases*, cuyos esfuerzos estaban encaminados a evitar los residuos de origen, promover la reutilización y reciclaje, así como a eliminar materiales no recuperables, durante un periodo corto.⁶⁶

En el programa 21 de la Cumbre Mundial 1994 sobre Desarrollo Sostenible se concluyó que se deben usar al máximo la reducción, el reciclado y el empleo de materiales alternativos inocuos para el medio ambiente, a fin de prevenir y reducir al mínimo los desechos sólidos.

En el sexto programa de acción comunitaria en materia de medio ambiente (6° PaMA) se hace un llamado al desarrollo de un diseño más ecológico de los envases, y a que las pautas de producción y consumo sean más eficientes desde el punto de vista ambiental. Este documento se centró en la complejidad que conllevan tales procedimientos –que no sólo suelen afectar la cantidad y el tipo de residuos-, ya que principalmente se analiza el cómo los cambios en el diseño afectan las pautas del comportamiento humano. Así, este programa señala que “utilizar envases más ligeros no reduce necesariamente el impacto ambiental del envase ni durante su etapa fuera de uso ni a lo largo de toda su vida útil. No obstante, dada la complejidad inherente a cualquier intento de formular indicadores compuestos del impacto ambiental de los residuos, actualmente no parece existir una alternativa práctica a la utilización del peso o del volumen para expresar objetivos de reducción de residuos.”⁶⁷

⁶⁶ Careaga J. A., *Op. cit.* p. 107

⁶⁷ Union Europea. **Hacia una estrategia temática para la prevención y el reciclado de residuos**, Bruselas, 27.5.2003 COM (2003) 301 final.

Asimismo, el documento aborda algunos aspectos concretos sobre la responsabilidad del productor, agrupados en tres grandes áreas:

a) Efectos sobre el diseño del producto: el fabricante deberá fomentar la participación del ecodiseño, ya que la aplicación de este principio a la elaboración de envases ha demostrado una reducción de las cantidades comercializadas en algunos países, debido a la incorporación del coste de reciclado y los costes de producción.

b) Responsabilidad individual y colectiva: el industrial puede promover la modificación en el diseño del envase, a fin de impulsar el reciclaje o reducir la cantidad de residuos. La responsabilidad colectiva en el caso de artículos normalizados y de gran volumen es más lógica, ya que “cuanto más pueda durar un producto, menos probable es que los costes futuros puedan influir en las decisiones de diseño del presente”.⁶⁸


c) Impacto sobre la competencia: la difusión del envasado ecológico dará pie a modificar la competencia entre los fabricantes, esto puede favorecer o dificultar los avances en materia de política ambiental, dada la naturaleza de la misma política.

Es importante mencionar que la Comisión de Bruselas⁶⁹ ha dado las siguientes directrices en materia de envases y embalajes en relación con la ecología.⁷⁰

⁶⁸ Unión Europea. **Hacia una estrategia temática para la prevención y el reciclado de residuos**, Bruselas, 27.5.2003 COM (2003) 301 final

⁶⁹ Unión Europea (1992): **"Hacia un Desarrollo Sostenible"**, Bruselas, COM(92) 23 final, Vol. II.

⁷⁰ Ecología: Ciencia que estudia las relaciones entre los seres vivos y el medio en que viven.

- 
1. Que todo el empaquetado sea reutilizable y recuperable
 2. El envase que no pueda ser reusado o recuperado será prohibido
 3. Todo producto deberá llevar marca, indicando que es reusable o recuperable
 4. Se deberá informar a los consumidores de los sistemas de administración de desechos
 5. El 50% de todo el empaquetado deberá ser reciclado dentro de un plazo de cinco años
 6. El 90% deberá ser recuperado dentro de un plazo que no exceda los 10 años
 7. Que el envase esté hecho cada vez con menos material
 8. Producido en consideración con la energía que el proceso implica

Estas disposiciones son vigentes en Europa, pero la tendencia ya es mundial, y los diseños se están transformando, tanto de envases como de embalajes. Uno de los materiales más afectados en este momento son los plásticos en general y los utilizados para de envases.

En suma, las normas y disposiciones que han fijado ya los países desarrollados en cuanto a envase y embalaje son demasiado estrictas para los países en vías de desarrollo; sin embargo, la urgente protección al medio ambiente lo exige. Se puede decir que en México, con la apertura económica, la industria de los productos alimenticios nacionales se ha rezagado en el diseño de envase, debido a diversos factores que se inclinan más por la competencia en el mercado que por la protección al ambiente.

De ahí que es importante recordar a Careaga, quien nos dice: "Es curioso que cuando un producto y su envase fueron producidos, se estimó la seguridad que había para que fuesen producidos, envasados, vendidos y usados en los hogares; y sin embargo, de repente se vuelven peligrosos cuando llegan a los rellenos sanitarios"⁷¹.

Por lo tanto, deberá considerarse para el diseño de envases de alimentos el análisis de "ciclo de vida", es decir, la creación de mecanismos que fomenten una cultura del ahorro y concienticen acerca de la importancia de cuidar el medio ambiente, pues de ello depende el futuro de la humanidad.

Por lo tanto para cumplir con la normatividad establecida, deberá considerarse el estudio e investigación sobre materiales plásticos alternativos para envase, en función de los métodos ecológicos de manejo de residuos sólidos y minimizando así su impacto ambiental, por lo cual el capítulo siguiente hace una revisión de las existencias de materiales amigables con la naturaleza, con la intención de que el lector observe la gran variedad de características de los materiales plásticos con los que se pueden fabricar envases y dar solución a algunos de los problemas detectados.

⁷¹ Careaga J. A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. Sedesol. Instituto Nacional de Ecología. Serie Monografías No. 4.1993. p 20



82



CAPITULO 3

La industria de los polímeros y su orientación ecológica

... "como si todo eso no fuera ya de por sí suficientemente alarmante, resulta cada vez más evidente que nuestros complejos sistemas industriales, tanto organizativos como tecnológicos, constituyen la causa principal de la destrucción del medio ambiente a escala planetaria, así como la amenaza más grave para la supervivencia a largo plazo de la humanidad. A fin de construir una sociedad sostenible para nuestros hijos, y para las generaciones venideras, será preciso que revisemos por completo muchas de nuestras tecnologías e instituciones sociales así como que seamos capaces de salvar el abismo actual entre el diseño humano y los sistemas ecológicamente sostenibles de la naturaleza".⁷²

Fritjof Capra

⁷² Capra Fritjof. **Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales económicas y biológicas de una nueva visión del mundo.** Editorial Anagrama Barcelona 2003. p. 25

Para este capítulo resulta imprescindible definir los términos *polímero*, *monómero* y *co-polímero* ya que serán recurrentes en la mayor parte de este tema: polímero: es una gran molécula construida por la repetición de unidades químicas simples de materiales orgánicos. Se generan por polimerización, que es la reacción química realizada para promover “la unión de muchas moléculas pequeñas para dar origen a macromoléculas”⁷³ El rango de polimerización es de 5,000 a 20,000 moléculas). Los compuestos que dan origen a los polímeros se conocen como *monómeros*. Cuando estos monómeros son diferentes y componen el mismo polímero se llama *co-polímero*, mientras que cuando el polímero es constituido con un sólo tipo de monómero se denomina homopolímero. Algunas veces la repetición es lineal, otras es ramificada y formas redes tridimensionales, La longitud de cadena se especifica de acuerdo al número de unidades que se repiten lo cual es denominado grado de polimerización, El peso molecular es el producto del peso molecular de la unidad repetida por el grado de polimerización. “La mayoría de los polímeros útiles para plásticos tienen pesos moleculares entre 10, 000 y 1 000 000.”⁷⁴

Los polímeros han sido utilizados por el hombre desde las primeras civilizaciones, las gomas, las resinas naturales, el ámbar, el mastique, el caucho. Pero es hasta el siglo XIX que se empezaron a examinar las propiedades químicas de estos materiales como el caucho, el nitrato de celulosa, el almidón que fueron materiales con los cuales se empezó a experimentar; el descubrimiento de sustancias que aumentaban la durabilidad de estos materiales, fomentó la investigación, pero lamentablemente nunca nos preguntamos cómo estos materiales iban a reintegrarse de nuevo a la naturaleza.

⁷³ Báez García Carlos Ponente. **Clasificación de los plásticos Diplomado de Envase y Embalaje de Alimentos**. México D.F. 1993.

⁷⁴ Billmeyer W. Fred, **Ciencia de los Polímeros**. Editorial De Reverté, S.A. México 1975 p. 4

Para diversos autores el inicio de la industria moderna del plástico comenzó con el nitrato de celulosa en 1838, (ver anexo 1), junto la industrialización del caucho en 1839, para la fabricación de gomas de borrar y pegamento para tejidos; en 1851 se patentó el caucho endurecido o ebonita⁷⁵. El celuloide se produjo en 1868, este podía ser transformado en una gran cantidad de objetos útiles por medio de calor y presión. Junto con este polímero surgió la nitrocelulosa, que se transformó en fibras para uso textil, explosivos, película fotográfica, barnices, lacas y otros productos, comercializándose en 1870.


El primer plástico totalmente sintético fue la baquelita, desarrollada y comercializada en pequeña escala en 1907 y las resinas de vinilo en 1920. Desde el inicio de la industria de los plásticos se comenzó a experimentar con estos materiales en el desarrollo de envases, la película de celofán representa un claro ejemplo de esto, en 1927 ya era altamente comercializada⁷⁶, después vendrían otros plásticos como el poliestireno se empezó a producir en 1930 en Alemania y el polietileno, sintetizado en 1937; el polipropileno y los sistemas de poliuretano se desarrollaron en 1957⁷⁷. Cuando los plásticos comienzan a industrializarse, uno de los primeros usos que se le da, es como contenedor y envase para distintos productos (celuloide), entre ellos los alimentos, los cuales a partir de la década de 1960, empezaron a tomar un lugar preponderante. Para una revisión mas detallada de la cronología consultar el anexo 1 de este trabajo⁷⁸.

⁷⁵ idem p. 13

⁷⁶ German F. Mark. **Moléculas Gigantes**. Colección Científica Time Life. Editorial Lito Ofset Latina, S.A. 1978, p. 86

⁷⁷ Billmeyer W. Fred, **Ciencia de los Polímeros**. Editorial De Reverté, S.A. México 1975 p. 14

⁷⁸ Para una cronología mas detallada de los plásticos consultar el Anexo 1 de este trabajo.



Podemos decir que actualmente, los plásticos han venido a renovar la industria del envase de alimentos, la gran cantidad de materiales y presentaciones hacen de los plásticos un grupo de materiales muy convenientes en la industria de alimentos. Se ha evolucionado en cuanto a los procesos de conservación, los sistemas de sellado y cierre y también gracias al desarrollo de plásticos específicos para la industria del alimento; los plásticos flexibles tienen grandes ventajas como envases ya que pueden asumir formas que permiten ahorrar espacio en el embalaje y en el anaquel.

Uno de los plásticos que revolucionó la industria del envase en la década de 1990 fue el polietileno tereftalato (PET) ya que su extraordinaria barrera al gas lo hace un excelente contenedor de bebidas carbonatadas, vinos, licores, vinagres, etc. El hecho de incursionar en un área exclusiva del vidrio y producir envases de mayor capacidad, permite que sea uno de los plásticos de mayor consumo actualmente dentro de la industria del envase; además de que puede ser reciclado y reusado. Actualmente el PET es el segundo plástico más utilizado para envase por su transparencia, sus propiedades mecánicas y su resistencia al impacto que aumentan con el biorientado axial (para propiedades técnicas ver anexo 2).

El progreso en el estudio de los plásticos para envase ha prosperado gracias a su relación con el alimento, dado que las condiciones y requerimientos de envasado que nos demanda el alimento exigen investigaciones importantes, - por ejemplo: la posibilidad de que algunos alimentos “respiren”, cuidado en el intercambio de elementos químicos o bien que los alimentos permanezcan en buen estado por largos periodos- esto hace que surja la necesidad de desarrollar materiales específicos para cada tipo de alimentos. A continuación pasaremos al análisis detallado de los plásticos que para su estudio los podemos dividir en diferentes formas:

Tabla 13: División de los Plásticos⁷⁹

DIVISIÓN	CLASIFICACIÓN
ORIGEN	Naturales Biopolímeros Sintéticos
ESTRUCTURA	Homopolímeros, Copolímeros Terpolímeros, Multipolímeros
CONFIGURACIÓN DE CADENAS	Atácticos Isotácticos Sindiotácticos
SÍNTESIS Y OBTENCIÓN	Adición / Condensación
COMPORTAMIENTO AL CALOR	Termoplásticos Termofijos
COMPORTAMIENTO MECÁNICO	Plásticos, Fibras, Elastómeros
ESTRUCTURA ARQUITECTONICA	Amorfos Cristalinos

Dado que la división de los plásticos por su origen es la que utilizaremos a lo largo del desarrollo de este tema, explicaremos estos conceptos mediante la siguiente tabla:

Tabla 14: Polímeros por su Origen⁸⁰

Polímeros Sintéticos:	Aquellos que el hombre ha construido (derivados del petróleo principalmente), sin tomar en cuenta los ciclos y proceso de degradación de la naturaleza. Ejemplos de ellos son polietilenos, poliestirenos, etc.
Polímeros Naturales	Polímeros que el hombre ha tomado de la naturaleza y los ha transformado volviéndolos en algunos casos no degradables entre otros: celulosa, almidón, poliésteres naturales como la seda, etc.
Biopolímeros	Son aquellos que el hombre ha construido tomando en cuenta los ciclos y procesos de degradación de la naturaleza y con base en los polímeros naturales (polímeros de almidón, polímeros de quitina, etc.)

⁷⁹ <http://www.ciga.mx/Pagciga/Investigacion/investigacion.htm> Centro de Investigación en química aplicada. Ciencia y tecnología al servicio de la industria del plástico.

⁸⁰ T Randall Curle "Plastic Waste. Management, Control, Recycling and Disposal by Environment" Protection Agency Washington D.C. New Jersey U.S.A. 1991.

3.1 Polímeros Sintéticos

El desarrollo de estos materiales benefició a la sociedad industrial durante el siglo XIX y principios del siglo XX, entonces se pensó en la “era del plástico” como el futuro y el progreso del mundo, sin embargo, los informes ecológicos de 1972⁸¹ reportaron que los residuos sólidos, en especial los desechos de materiales plásticos, estaban contaminando aceleradamente nuestro planeta; partiendo de esto se comenzó a reflexionar sobre las distintas posibilidades de producir un menor impacto ecológico a través de estos materiales.

A continuación se presenta una lista de los plásticos sintéticos más utilizados, muchos de ellos desarrollados específicamente para envase⁸²:

Tabla 15: Clasificación de los Plásticos⁸³

Abreviación	Nombre
ABS	Polimerizados de Acrilo Nitrilo Butadieno Estireno
CA	Acetato de Celulosa
CAB	Acetato Butirato de Celulosa
CP	Propinato de Celulosa
EPS	Poliestireno Expandido
E-PVC	Polimerizado de PVC en emulsión
EVA	Copolímeros de Etileno y Acetato de vinilo
EVOH	Copolímeros de Etileno Alcohol Vinílico
PEAD	Polietileno de Alta Densidad
PEBD	Polietileno de Baja Densidad
PEMD	Polietileno de Densidad Media
LLDPE	Polietileno lineal de Baja Densidad

⁸¹ Centro de Investigación en química aplicada. Ciencia y tecnología al servicio de la industria del plástico

<http://www.ciga.mx/Pagciga/Investig/frspinv.html>

⁸² Para detalles técnicos de los mismos, consultar el Anexo 2 de este trabajo.

⁸³ Blanco Vargas Rafael. **Enciclopedia del Plástico 2000**. Tomo 1. Instituto Mexicano del Plástico Industrial. Editado por Centro Empresarial del Plástico S.A. de C.V. México 1999. p. 55

MF	Melamina Formaldehido
M-PVC	PVC Polímero en masa
PA	Poliamida
PB	Polibuteno
PC	Policarbonato
PET	Poliétilen Tereftalato
PF	Fenol Formaldehido
PMMA	Polimetil Metacrilato
PMP	Polimetil Penteno
POM	Polioximetileno
PP	Polipropileno
BOPP	Polipropileno Biorientado
SAN	Copolímeros Acrilonitrilo Estireno
PTFE	Politetrafluoroetileno
PVAC	Poliacetato de Polivinilo
PVC	Poli (cloruro de vinilo)
PVDC	Poli (cloruro de vinilideno)
PVCAC	Copolímeros de Cloruro Acetato de Vinilo
PUR	Poliuretano
SB	Copolímero Estireno-Butadieno
S-PVC	PVC Polimerizado por suspensión
UF	Urea Formaldehido

Si bien el uso de los polímeros sintéticos se ha extendido plenamente en el mercado, tres grupos ocupan tres cuartas partes del mercado⁸⁴: **las poliolefinas**, como el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el isobutileno; dentro y también el polietilentereftalato (PET); **los polímeros vinílicos** como el poli-cloruro de vinilo (PVC) y los **productos estirénicos** como el poliestireno (PS).

⁸⁴ Volke Sepulveda Tania Lorena. **Los plásticos en la actualidad y su efecto en el entorno** Revista Electrónica Ciencia y Desarrollo. Marzo abril 1998 p. 53 a 61

En cuanto a los polímeros sintéticos, en este trabajo corresponde revisar lo que se ha hecho en relación a minimizar impacto ecológico, así se exponen los polímeros de mayor consumo y las diferentes soluciones que se han adoptado en el mundo. Para detalles técnicos sobre estos materiales ver el anexo 2 de este trabajo.

3.1.1. Polietileno (PE). Mencionaremos aquí dos tipos de polietileno, el de alta densidad y el de baja densidad; para el polietileno de alta densidad se ha tendido a optar por la recolección y el reciclado; actualmente, en México, recicla únicamente se cerca del 40% del polietileno de alta densidad que es producido, sin embargo esta cifra tenderá aumentar en los próximos años. Este material pasa por los procesos de limpia y molienda para volver a ser reintegrado al proceso de manufactura de envases; también es usado en otros productos, por ejemplo, en la industria de la construcción: tuberías; envases para detergentes y para aceites automotrices; bolsas para supermercado, cajas para refresco, fibra para bolsas tejidas, película de alta resistencia para bolsas y sacos, botellas no sanitarias, juguetes, cubetas y gran variedad de productos para el hogar.⁸⁵ Para utilizarlo en la industria del envase, solamente puede ocuparse mezclado en un porcentaje menor al 5% del total del material.

En el caso del polietileno de baja densidad (PEBD) se recicla en México sólo el 30%⁸⁶ del material que se desecha, esto debido a si dificultad de recolección, el producto que se obtiene del reciclado, se utiliza principalmente para la elaboración de mangueras, cubetas y envases para pinturas, bolsas para basura, sacos y películas flexibles, botellas no sanitarias, aislamiento de cable eléctrico y de teléfono; además se han desarrollado materiales degradables con este polímero, el adicionar componentes degradables puede conferir al material polimérico resultante mayor disposición a la autoxidación.

⁸⁵ Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC. **Manual del Seminario de Reciclado de Plásticos.**México.1998 p. 42

⁸⁶ Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC. **Manual del Seminario de Reciclado de Plásticos.** México.1998 p. 43

Algunas mezclas de polietileno y almidón pueden degradarse por agentes físicos (tales como la luz); otro método para fotodegradación del polietileno es incluir sales metálicas que reaccionen por fotoxidación catalítica. Los compuestos más usados para tal propósito son de metales de transición divalentes, de ácidos alifáticos tales como el ácido esteárico o ácido acetoacético, o ditiocarbonatos. También se está comercializando un tipo de polietileno que incluye un catalizador que acelera la degradación térmica del polímero⁸⁷.

En la actualidad se han desarrollado polímeros que contienen hasta un 15% de almidón en una matriz de polietileno, consideradas como biodegradables, puesto que los microorganismos consumen los nutrientes del almidón dejando la molécula de plástico endeble, la cual se desintegra mecánicamente. En Italia se han fabricado bolsas hasta con un 50% de almidón, el problema es el costo, ya que los polietilenos conteniendo almidón tienden todavía a ser cuatro veces más caros que los que no lo contienen. Los países europeos utilizan hasta 1000 toneladas al año de este producto y el consumo va en aumento⁸⁸.

Otra manera de hacer al polietileno biodegradable, es la introducción en su matriz monomérica, aceites vegetales naturales, hasta en un 41%, o bien otro tipo de monómeros como grupos de carbónilo, de éster, o de hidroxilo, que los hacen más biodegradables debido al incremento en la polaridad e hidrofiliidad de la estructura polimérica⁸⁹.

3.1.2 Poliestireno (PS). En el caso del poliestireno, menos del 20% del producto que se desecha se recicla en México⁹⁰, este producto reciclado es utilizado básicamente revuelto con material virgen para la fabricación de

⁸⁷ Johnson, KE.; A.L. Pometto III, y Z.L. Nikolov. **Degradation of Degradable Starch-polyethylene Plastics in a Compost Environment, Applied and Environmental Microbiology**, 59 (4), 1993, p. 1155-1161. citado por Volke Sepulveda Tania Lorena.

⁸⁸ Idem.

⁸⁹ Volke Sepulveda Tania Lorena. **Los plásticos en la actualidad y su efecto en el entorno** Revista Electrónica Ciencia y Desarrollo. Marzo abril 1998 págs. 53 a 61

⁹⁰ Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC **Manual del Seminario de Reciclado de Plásticos**. México.1998.p 58

estuches de audio-casetes, carcasas para aparatos electrodomésticos, cubiertos, platos y vasos desechables, estuches termoformados, y material de empaque, como complementos para fijar productos, accesorios para oficina, peines, escobas y piezas de equipaje entre otros.

El poliestireno también ha sido susceptible a la adición de almidón para promover su biodegradación, estos productos han sido especialmente utilizados para elaborar bolsas de supermercado, películas de bajo ciclo de vida, y en especial para el envasado de alimentos de comida rápida y pelotas de rellenos de vacío para embalaje, etc.

3.1.3 Polipropileno (PP). Del polipropileno que se fabrica en México cerca del 30% se recicla⁹¹. Algunas de las aplicaciones del polipropileno reciclado son: piezas para automóviles, envases para pintura, aceite automotriz, películas para bolsas, baterías para automóvil, tarimas para embalaje, tapas para envases, sillas y otros tipos de muebles, tuberías y conexiones, rafia para costales, cuerdas, hilo, cinta, y otros accesorios para la industria textil⁹².

El polipropileno también se ha conjuntado con polímeros de almidón haciendo de éste un plástico biodegradable, siendo sus aplicaciones para recubrimientos de pañales, cubiertos desechables, películas agrícolas, botellas desechables y bolsas entre otras.

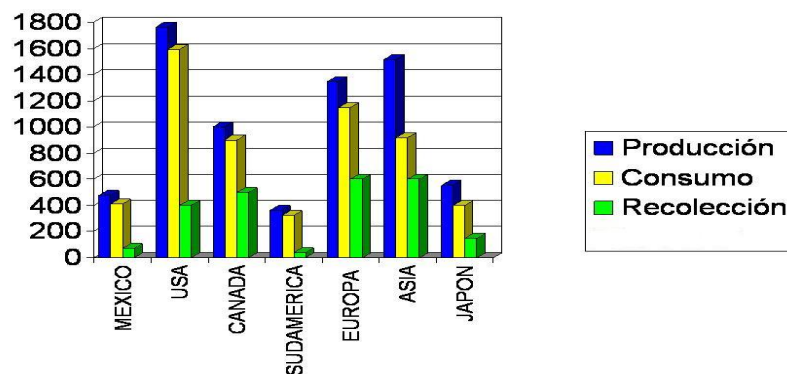
3.1.4 Polietilen tereftalato (PET). Es el plástico que tiene un mayor porcentaje de reciclado, ya que actualmente esta siendo promovido de manera importante, y se encuentra entre los plásticos que más se recuperan a partir de los residuos sólidos municipales para su reciclado y reutilización. A continuación podemos observar en la ilustración

⁹¹ Instituto Mexicano del Plástico Industrial SC **Manual del Seminario de Reciclado de Plásticos**. México.1998. p 50

⁹² Careaga J. A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. Sedesol. Instituto Nacional de Ecología. Serie Monografías No. 4.1993 p. 84

la relación entre la producción, el consumo y el reciclado de PET en el mundo, en miles de toneladas; podemos observar que en México se recicla un poco más del 20% del PET que se desecha⁹³

Ilustración 19: Producción, consumo y recolección de PET



Fuente: Asociación para Promover el Reciclado del PET (APREPET) 1er. Seminario Internacional APREPET, “El PET y sus Beneficios Ambientales”, junio 2000.

La principal aplicación de este material es en botellas para agua y bebidas carbonatadas, las botellas y garrafones retornables son recolectados por las distribuidoras y después de haber cumplido su ciclo de vida de uso, entran al proceso de reciclado, se utilizan como fibra de relleno, cintas de embalaje, bases de alfombra, geotextiles y otros productos. Un pequeño porcentaje de este material regresa al proceso para el desarrollo de envases y en la

⁹³ Asociación para Promover el Reciclado del PET (APREPET). 1er. Seminario Internacional APREPET, “El PET y sus Beneficios Ambientales”, junio 2000. www.aprepet.com

elaboración de capas intermedias en laminados para producción de nuevos envases para productos no alimenticios⁹⁴.

Adela Cortina dice que: “con este plástico en particular se ha seguido la tendencia mundial de optimizar el envase, con la utilización de menor cantidad de material para cumplir su función, ayudando de esta manera además a ahorrar energía y evitar contaminación al transportarse una mayor cantidad de producto en menor cantidad de envase”⁹⁵. En México una aplicación que lleva muy poco tiempo tiene que ver con el reciclado químico que puede depolimerizar el PET, los monómeros obtenidos mediante este proceso pueden regresar al proceso de polimerización sin afectar la calidad del polímero.

3.1.5. Poli (cloruro de vinilo) (PVC) Para 1998, la producción del comúnmente conocido como PVC, ascendía a 92,000 toneladas al año, de las cuales –según informes del Instituto Mexicano del Plástico Industrial-, sólo el 45% se recolectaba anualmente; la utilización de este material ya reciclado básicamente se encuentra en la industria de la construcción, en la elaboración de poliducto para agua e instalaciones eléctricas, tuberías para drenaje; y en la industria del embalaje en el desarrollo de tarimas; se elaboran también tuberías para irrigación, mangueras, molduras y ventanas, botellas no sanitarias y accesorios para automóviles, entre otras aplicaciones⁹⁶.

⁹⁴ Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. SEMARNAP. Instituto Nacional de Ecología. INE Dirección General de Materiales, **Residuos y Actividades Riesgosas. Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos** diciembre, 1999. p 34

⁹⁵ Cortinas de Nava, Cristina. **Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos**. SEMARNAP, INE, México, Diciembre, 1999. p 27

⁹⁶ Careaga J. A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. Sedesol. Instituto Nacional de Ecología. Serie Monografías No. 4.1993 p. 70

3.2 Polímeros naturales

Los polímeros constan de unidades de una misma molécula que se repite “n” veces, existen muchos polímeros sintéticos cuyas cualidades dependen de las unidades que los conforman, el poliéster que se compone de unidades de éster y sus características son: que puede hacer filamento, o bien resinas, entre otras. La naturaleza también tiene polímeros como las cadenas proteicas, por ejemplo el colágeno, en donde la proteína es el monómero que se repite en la cadena hasta formar un compuesto con características específicas.

Los diferentes polímeros naturales cumplen distintos papeles en el desarrollo y continuación de la vida, componen la estructura de los organismos, son reserva energética y nutritiva, tienen sus respectivos compuestos que los degradan ya sea por la acción de enzimas, microorganismos como son bacterias, hongos y algas, por la acción de los rayos solares, o de los insectos, gusanos, o bien por la reacción química con el oxígeno o agua⁹⁷.

Muchas de estas sustancias son alimentos, que también son utilizados en la industria de los alimentos como aditivos, plastificantes, cargas; otras que no son comestibles pero si degradables se ocupan en la industria de los plásticos. Algunos ejemplos de la primera son: las capas de chocolate en los helados, que protegen la grasa del helado mientras está congelado; en el caso de las pizzas para entrega a domicilio se colocan las capas intermedias de películas comestibles a base de pectinas, con el fin de proteger a la pasta de la humedad de la salsa de tomate por el tiempo que tarda en entregarse; en el caso de las cápsulas medicas tradicionalmente utilizadas de polímeros de glucosa, contienen al medicamento, y son comestibles ya que se deshacen o digieren junto con el medicamento.

⁹⁷ Morrizon y Boy. **Química Orgánica**. Editorial Fondo Educativo Interamericano 1986. p. 437

Los polímeros naturales cumplen tres funciones específicas:

- Son compuestos estructurales en los organismos vivos (forman tejidos)
- Son almacenadores de energía (almidones)
- Son medios de excreción de los mismos organismos (resinas naturales como ámbar, trementina o caucho).

Para su estudio los podemos dividir en proteínas, carbohidratos, lípidos y compuestos fenólicos.

3.2.1 Proteínas: Macromoléculas que contienen un número variable de aminoácidos unidos en enlaces pépticos, son por consiguiente polímeros de aminoácidos⁹⁸. Son sustancias orgánicas muy complejas presentes en todo tipo de materia viva: vegetales, animales y microorganismos. En los animales, éstas son el componente estructural más importante ya que es el principal constituyente de músculos, pelo, piel, tejido conectivo, etc. Veamos su clasificación:

Tabla 16: Polímeros Naturales, Proteínas

Proteínas Simples:	
Escleroproteínas	
Colágenos	Presente en todos los animales multicelulares, es la proteína más abundante de los vertebrados. Es extracelular y forma fibras insolubles que resisten la tensión (hueso, diente, cartílagos, tendones, ligamentos, piel, vasos sanguíneos).
Queratinas	Presente en todos los vertebrados superiores (pelo, cuerno, uñas, plumas). Está constituida por agrupaciones de pares de hélices arrolladas. Aparecen entrecruzamientos por puentes disulfuro que las hacen insolubles. Las queratinas duras (pelo, cuerno, uñas) contienen más disulfuros que las blandas (piel).
Fibroína y sericina	La seda consta de fibroína y sericina (proteína viscosa que cementa las fibras de fibroína). Las fibras de seda son fuertes (no se pueden estirar más) y flexibles (las láminas se deslizan fácilmente unas sobre otras).

⁹⁸ Junqueira L.C, J. Carneiro, López Sáenz J.F. **Biología Celular**. Editorial La prensa medica Mexicana México 1986 p. 45

Esfero- Proteínas o Proteínas globulares	
Albúminas	Proteína globular presente en tejidos como seroalbúmina (sangre), ovoalbúmina (huevo), lactoalbúmina (leche).
Globulinas	Insolubles en agua y solubles en soluciones salinas (Miosina del tejido muscular, lactoglobulinas de la leche, glicina de la semilla de soya globulinas del plasma sanguíneo).
Glutelinas	Insolubles en agua y solución salinas y solubles en medios ácidos o alcalinos, (la glutelina del trigo, la oricenina del arroz).
Prolaminas	Solubles en etanol 50-80% (la gliadina del trigo la zeína del maíz).
Histonas	Solubles en agua y en medios ácidos (histonas de los espermatozoides del pescado).
Proteínas conjugadas:	
Fosfoproteínas	Proteínas conjugadas con fósforo
Ovovitelina	Proteína del huevo, contienen fósforo.
Caseína	Proteína de la leche.
Glucoproteínas o proteoglicanos	
	Proteínas enlazadas con carbohidratos generalmente cadenas polipeptídicas, oligosacáridos cortos. Se hallan presentes en los tejidos conectivos de los animales. Se les dio el nombre de mucoproteínas por estar contenidas en las secreciones mucosas.
Lipoproteínas	Proteínas conjugadas con lípidos.
Cromo Proteínas	Proteínas conjugadas con grupos que tienen contenidos de cromo como la clorofila o el hem en la hemoglobina.
Nucleoproteínas	Proteínas conjugadas con ácidos nucleicos.

Aplicaciones:

Algunas de sus aplicaciones de las proteínas en la industria, por ejemplo las queratinas se utilizan como estructurantes en la industria del alimento. El colágeno se usa para retener agua, su derivado, la gelatina es un coloide protector, forma geles elásticos termoreversibles, que se usan como espesantes, adhesivos, emulsionantes y estabilizantes, agente clarificante de líquidos, formador de películas protectoras como el caso de las capsulas, en la industria de alimentos u en otras industrias.

La seda esta clasificada como una proteína natural y aunque no es comestible si es biodegradable y se a utilizado como fibra y como película para diversos procesos industriales.

Las proteínas de plasma sanguíneo (albúmina, glubulinas) se usan como ligantes de agua y para mantener la humedad en los alimentos, al igual que la albúmina que esta permitido su uso en todas las legislaciones alimentarias.

3.2.2 Carbohidratos: Son compuestos polihidroxialifáticos que contienen también grupos carbonilo y carboxilo en sus componentes simples. Estos compuestos constituyen la mayoría de la materia orgánica, y la mayor parte de la materia vegetal. Varios azúcares, almidones, celulosas y fructosas se encuentran combinados, estos son los disacáridos de los cuales el más representativo es el azúcar de caña (sacarosa). Los carbohidratos más complejos son polímeros de azúcares simples o de sus derivados y son parte estructural en los vegetales (celulosa, hemicelulosa, pectina) o como material de reserva para un empleo futuro (almidón) ó como material de desecho, por ejemplo: las numerosas resinas y gomas producidas por los árboles. El glucógeno polimérico es una substancia segregada por el hígado que constituye una reserva de energía en los animales.

Tabla 17: Polímeros Naturales, Carbohidratos

Monosacáridos:	
Polihiidroxial-dehidos (aldosas)	
Glucosa	Azúcar, edulcorante, espesante, añade cuerpo.
Manosa	Se encuentra principalmente en la fruta de la Persea Americana. mejor conocida como aguacate.
Galactosa	Azúcar de la leche junto con la glucosa forma la lactosa. Es un monómero.
Polihiidroxicetona (cetosas)	
Fructosa	Se encuentra en la miel y jugos de fruta, a nivel industrial se obtiene por la inversión de la glucosa.
Sorbosa	Se obtiene por oxidación microbiana del sorbitol es un precursor de la vitamina C.
Oligosacáridos:	
Disacáridos	
Sacarosa	Se encuentra en el azúcar, la remolacha en gran cantidad de frutos, miel.
Lactosa	Azúcar de la leche.
Trehalosa	Se encuentra en algunos insectos, también es producto de hongos y levaduras.
Maltosa	Se encuentra en el germinado de cebada y en la hidrólisis del almidón.
Celobiosa	Se encuentra en las moléculas de celulosa.
Gencibiosa	Se encuentra en la composición de las almendras.
Trisacáridos	
Rafinosa	Jugo de la remolacha azucarera y en la cáscara de las semillas de algodón.
Gencianosa	En los rizomas de genciana.
Melecitosa	Secreciones dulces de vegetales.
Plantosa	En los vegetales del genero plántago.
Tetrasacáridos	

Estaquirosa	Es un heterooligosacárido, Sus monómeros constituyentes son D-fructuosa, D-glucosa y dos residuos de D-galactosa, es uno de los principales carbohidratos de la semilla de soya.
Polisacáridos	
Estructurales o esqueléticos	
Celulosa	Material estructural de todo el reino vegetal, en la fibra de algodón la celulosa es prácticamente pura.
Hemicelulosa	Con este nombre se designan una gran cantidad de polisacáridos que son parte complementaria de la celulosa, en los vegetales son menos cristalinas que la celulosa y por lo tanto más solubles.
Quitina	Esta constituye la parte estructural más importante en los invertebrados, se encuentra abundantemente en los caparazones de los crustáceos, en algunos moluscos y en la mayoría de los hongos y algas. Se parece mucho a la celulosa en estructura y su función es fibrilar y altamente cristalina. La quitina es el polímero de aminoazúcares más abundante.
Dextrano	Algunos microorganismos producen este polímero, aunque también se produce comercialmente y es utilizado como sustituto de plasma sanguíneo.
Lévano	Es un polímero similar al Dextrano producto de microorganismos.
Pectina	Se encuentran en los frutos y en una gran cantidad de vegetales a menudo en las primeras etapas de desarrollo, se compone de cadenas largas no ramificadas de ácido poligalacturónico y alcohol metílico.
Gomas	
Substancias exudadas por las plantas como respuesta a escisiones tisulares. Polisacáridos complejos de origen vegetal.	
Alginato de Sodio	Extraída de las algas. Es una mezcla de dos polímeros ácido poli-D-manurónico y ácido poli-L-gulorónico insoluble en agua.
Carragenina	Se extrae de plantas marinas. Es un polímero sulfatado, cargado negativamente que reacciona con las proteínas formando geles.
Agar	Se extrae de plantas marinas. Polímero complejo que se utiliza para la solidificación de medios nutrientes contiene menos sulfato que la carragenina se emplea a veces en gel de

	gelatina.
Goma de Karaya	Exudado del árbol Stercuria urens. Se considera un polisacárido acetilado de alto peso molecular. es la menos soluble de las gomas.
Goma de Tragacanto	Exudado del Astragalus Gummifer, es un líquido espeso y viscoso con gran capacidad de absorber agua y formar geles.
Goma de guar	Se obtiene de la semilla guar parecida a la soya. Absorbe agua y se dilata en soluciones frías, son empleadas también en la industria del papel.
Goma de algarrobo	Es una galactomanosa de aplicación en la industria alimentaria, textil y del papel. Se obtiene de semillas de algarrobo. Absorbe agua y se dilata en soluciones frías.
NUTRIENTES O DE ALMACENAMIENTO: La forma en que las plantas almacenan energía y nutrientes es a través del almidón.	
Almidón	
Es el almacén de polisacáridos de los cereales, leguminosas y tubérculos, se halla muy difundido en la naturaleza como material de reserva de energía de los vegetales, es una materia prima renovable y muy disponible, apropiada para una gran variedad de usos industriales, es un polímero heterogéneo que consiste principalmente en dos compuestos: amilosa y amilopectina.	
Amilosa	Polímero lineal, formado por unidades de glucosa.
Amilopectina	Polímero ramificado, formado por unidades de glucosa.

Aplicaciones:

Algunas de sus aplicaciones de los carbohidratos son como conservadores, las glucosas y el almidón se ha constituido como película termoplástica, es el principal estructurante de las pastas comestibles,. Los azucares se utilizan para añadir a los alimentos dulzor sabor y textura, añaden algunas propiedades reológicas (viscosidad, maquinabilidad, plasticidad, fluidez, opacidad).

En cuanto a las gomas, se utilizan como espesantes y plastificantes en la industria de los alimentos. El tragacanto se aplica en la industria de alimentos y además para la fabricación de pastas dentales, lociones y geles para el cabello. La goma caraya se usa en la fabricación de anillos colostómicos estos son anillos poliméricos que se colocan directamente en contacto con la piel y ayuda a sanarla. La goma guar tiene además de usos en la industria de los alimentos, usos en la fabricación de papel craft, corrugado y blanco su fin es ablandar la pulpa, también se utiliza en la recuperación de petróleo y gas por otro lado en la industria de los polímeros ayuda en la separación y tinción de fibras y películas.

La celulosa que se considera dentro del grupo de los carbohidratos, tradicionalmente se ha utilizado en la elaboración de celofán, actualmente se están desarrollando procesos para hacer de este material un polímero biodegradable

3.2.3 Lípidos: Se les denomina lípidos a compuestos de carbono estriados de tejidos orgánicos que son solubles mediante solventes orgánicos no polares, como éter, cloroformo y benceno; como esta definición tiene en cuenta su solubilidad en estos solventes y no su estructura química, este grupo comprende sustancias con propiedades químicas muy diferentes. El grupo incluye grasas, ceras y sustancias afines, terpenos y carotenoides.

Tabla 18: Polímeros Naturales, Lípidos

Ácidos grasos: Ácidos carboxílicos alifáticos que se dividen en saturados y no saturados	
Saturados	
Líquidos	Butírico, caproico, caprílico, caprilo.
Sólidos	jáurico, mirístico, palmítico, 11% del aceite comestible son sólidos, esteárico, araquídico, behénico, lignocérico, cerótico.
Polinsaturados	
Oleico	Contenido en el aceite de oliva el cual sólo el 34% es comestible debido a la acidez.
Linoléico	En los aceites de soya y semillas de lino, sólo el 29% del aceite comestible.
Linolenico	En los aceites de soya y semillas de lino.

Araquidónico	Ácidos esenciales poliinsaturados de 20 átomos de carbono y que posee 4 dobles enlaces. El ácido araquidónico es el más abundante en el hombre, deriva principalmente del metabolismo del ácido linoleico y de la ingesta de carnes.
Erúcido	Sustancia monoinsaturada que se encuentra en el aceite de la semilla de colza, que se extrae de una planta de la familia de la mostaza.
Cíclicos, ramificados y substituidos	
Chaulmugra	Ramificado, se encuentra en los delfines, marsopas, grasa de oveja lanar, la mantequilla y algunos lípidos.
Ricinoléico	Aceite de ricino. Debido a la gran actividad del grupo hidroxilo se utiliza como materia prima para la síntesis de algunos polímeros plásticos.
Glicéridos:	Glicérido (ésteres de glicerol, ácidos grasos) o triglicérido o glicérido neutro. Todas las grasas y aceites naturales son mezcla de triglicéridos neutros.
Grasas	Solidifican a temperatura ambiente.
Aceites	No solidifican a temperatura ambiente
Ceras:	Monoalcoholes superiores con gran cantidad de ésteres. Sirven principalmente como cobertura protectora y repelente al agua en la superficie de los tejidos y organismos. Su función es la de impedir la evaporación indebida de humedad o que el agua invada el tejido. Son sólidos con puntos de fusión entre los 60° y 80° C son más resistentes a la saponificación que los aceites y grasas y menos susceptibles a la autoxidación
Cera de abeja	La cera de abeja es llamada cera blanca (cera Alba) o cera amarilla (cera Flava). Ésta es segregada por las abejas al construir sus panales. Contiene ácidos libres, ésteres y otros componentes naturales que le dan características especiales, tales como propiedades emulsificantes, plasticidad, compatibilidad con otros productos naturales y olor agradable.
Cera de carnauba	La cera de carnauba es obtenida de las hojas de una especie de palma que se da en el continente sudamericano designada como Copérnica cerifera, la cual se segrega para prevenir la excesiva evaporación del agua que contiene la planta. La cera de carnauba es reconocida por sus propiedades de brillo. Combina dureza con resistencia al desgaste y es compatible con muchos tipos de cera.
Lanolina	Grasa extraída de la lana de las ovejas. Muy empleada en la preparación de cosméticos, pues al poseer muchas similitudes con la grasa segregada por las glándulas sebáceas, le confiere la virtud de extenderse homogéneamente sobre la piel.

Esperma de ballena	Está formado a partir de ésteres de ácidos grasos y alcoholes grasos saturados de cadenas largas. Es apropiado como factor de consistencia para preparaciones cosméticas y farmacéuticas en forma de emulsión, como cremas, ungüentos, coloretes grasos y preparados en forma de barra.
Fosfolípidos:	Glicéridos unidos a un ácido fosfórico Se encuentra en tejidos animales y vegetales en la yema del huevo y en las semillas. La lecitina de soya se emplea comercialmente como emulsificante, en el chocolate y otros alimentos. Las lecitinas así como otros alimentos se oxidan fácilmente.
Lecitina	Ionómero de la lecitina que se encuentra abundantemente en la naturaleza en los tejidos animales (particularmente en el sistema nervioso y en la yema de huevo).
Esfingolípidos	Los esfingolípidos son lípidos complejos cuya estructura central la proporciona el aminoalcohol de cadena larga esfingosina . Los esfingolípidos se encuentran en la sangre y en casi todos los tejidos de los seres humanos. No obstante, las concentraciones más elevadas de esfingolípidos se encuentran en la sustancia blanca del sistema nervioso central. Diversos esfingolípidos son componentes de la membrana plasmática de prácticamente todas las células.
Glicolípidos	Grupo de compuestos formado por la unión de lípidos con carbohidratos, importante en la formación de membranas biológicas y transporte molecular.
Carotenoides	Grupo de pigmentos muy difundidos en el reino vegetal y animal, poseen colores que van desde el amarillo naranja al púrpura, son solubles en agua aunque se disuelven en grasas y componentes orgánicos, por esto se clasifican como pigmentos lipocromos en la actualidad se conocen más de 300 carotenoides. Todos los carotenoides pertenecen a la clase de los "polienos". Son cadenas largas de dobles ligaduras conjugadas. Son de naturaleza isoprénica es decir están constituidos en base a unidades de isopreno. Se oxidan rápidamente.
Terpenos	
Aceites esenciales	Substancias odoríferas presentes en casi todos los vegetales, son muy numerosas y ampliamente distribuidas en muchas partes y distintas en el mismo vegetal, es decir cuando un vegetal tiene aceites esenciales en varias partes del mismo estos varían en su constitución tanto física como químicamente. Estas substancias son insolubles en agua y solubles en solventes no polares.

Aplicaciones:

Algunas de las aplicaciones generales de los lípidos en la industria de los alimentos son: emulsificantes, estabilizadores, dispersante, suavizantes, inhiben la cristalización, son antioxidantes, sustituyen grasa en los alimentos y como funcionan como antiederentes, huméctate, estabilizantes de sabor y otros.

La lecitina es la mas importante de los emulsificante, estabiliza la viscosidad, se usa en panificación para aumentar el volumen, estabiliza y hace mas dúctil al gluten; Promueve el Instantaneizado, ya que aumenta la humedad y la dispersabilidad de las moléculas.

En la confitería facilita el desmoldamiento, evita la liberación y ayuda a que no se separen las grasas; aumenta la funcionalidad del caramelo y se utiliza como antioxidante, en el chocolate estabiliza la viscosidad y en las pastas reduce la pegajosidad.

Las ceras se utilizan como capas para alargar la vida de las frutas frescas, y en películas para proteger de la humedad a algunos alimentos.

3.2.4 Compuestos fenólicos:

Los sistemas vivos están compuestos de una multiplicidad de compuestos fenólicos y polifenólicos, una gran cantidad de éstos son responsables del color y del olor de los vegetales. La materia viva tiene una gran cantidad de compuestos fenólicos y polifenólicos los cuales aunque muy difundidos y de considerable importancia no forman más que una fracción mínima de la sustancia orgánica del reino vegetal y animal. La presencia de estos como agentes antioxidantes “in vivo” es de suma importancia.

Como hemos visto muchos de los compuestos de la naturaleza “in vivo” y de los alimentos son polímeros algunos de estos, son los que cotidianamente comemos (polipéptidos, celulosas, polímeros de grasa) y además son básicos para nuestra alimentación ya que ellos son elementos esenciales para nuestro crecimiento y subsistencia. La Food and Drug Administration (FDA), la Generaly Recognized as Safe (GRAS) y muchas otras asociaciones han normado sobre las disposiciones para la ingesta de productos comestibles, en especial los industrializados.

Por otro lado, la industria de los alimentos no sólo ha estudiado sobre lo nutritivo de la comida, sino también, como ya lo hemos visto sobre la forma de procesar y estructurar los alimentos, su resistencia a ser extruídos y formar pastas, o inyectados, o calandrados,⁹⁹. Esto ha tendido a facilitar la utilización de los polímeros naturales como envases especialmente como películas y capas que protegen de cierta forma a los alimentos.

La relación que existe entre el envase, el alimento y el medio ambiente, puede integrarse de tal manera que el alimento pueda ayudar a la auto-protección de lo comestible, mientras que el envase puede ser diseñado con una menor complejidad y tomando en cuenta un menor impacto ecológico.

3.3 Biopolímeros

Son materiales poliméricos desarrollados por el hombre con el fin de que puedan ser degradados por medios naturales, es decir, se toman en cuenta los mecanismos de descomposición de la naturaleza para desarrollar materiales sintéticos que puedan tener diferentes ciclos de vida, según las necesidades requeridas. En esta parte expondremos algunas de sus características, sus aplicaciones actuales y potenciales y, por último, sus procesos de degradación.

⁹⁹ Braverman J.B.S. **Introducción a la Bioquímica de los alimentos**. Editorial el Manual moderno S.A de .V. México 1990

Los biopolímeros se han clasificado en dos maneras distintas: por su mecanismo de degradación y por su origen o producción. Por su mecanismo de degradación, éstos pueden ordenarse a través de la clasificación tradicional para biodegradación de polímeros, además incluye el mecanismo biodigerible, ya que muchos de estos han sido contruidos con esta propiedad.

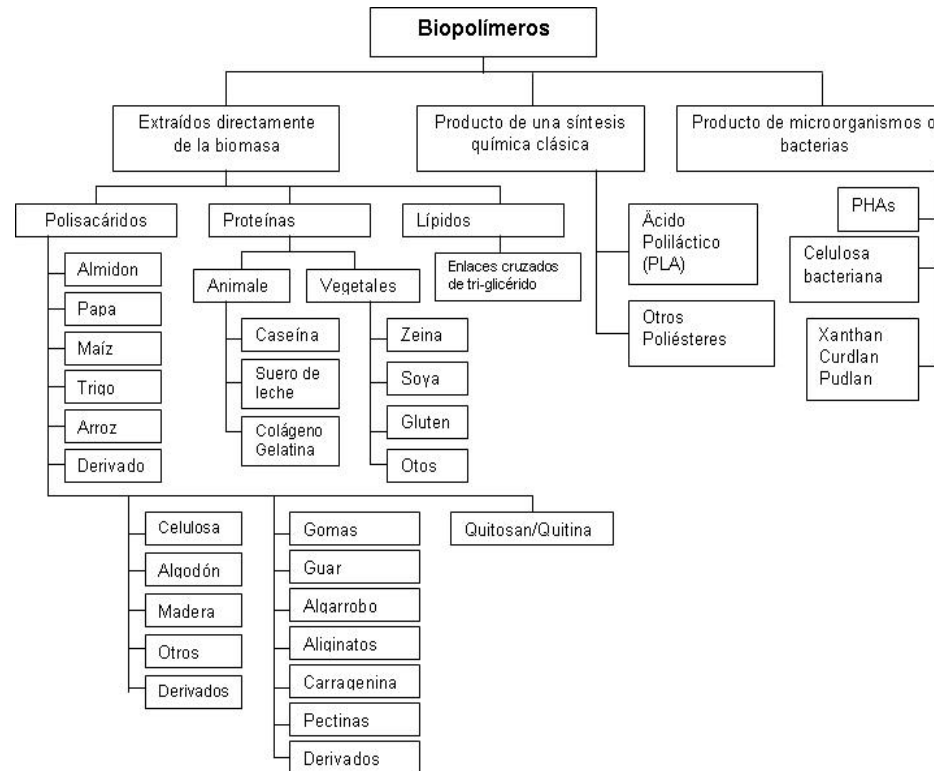
Tabla 19: Mecanismo de degradación de los biopolímeros¹⁰⁰

Biodegradables	Se degradan por la acción de microorganismos como son bacteria, hongos, algas, etc
Fotodegradables	Se degradan por la acción de los rayos solares en el polímero
Biodeteriorables	Se degradan por la acción de los macroorganismos como insectos, gusanos, etc.
Autooxidables	Se degradan por la reacción química con el oxígeno.
Hidrolizables	Se degradan por la acción del agua sobre el plástico, resultando una disminución de peso molecular y perdida de propiedades físicas.
Solubles	Se degradan por la disolución de polímeros que ocurre cuando enlaces solubles son incluidos en el polímero
Biodigeribles	Se degradan mediante el proceso de ingestión-digestión- desecho.

¹⁰⁰ T Randall Curle “**Plastic Waste. Management, Control, Recycling and Disposal by Environment**” Protection Agency Washington D.C. New Jersey U.S.A. 1991.

Por su origen y producción, se dividen en tres categorías que se muestran en la siguiente ilustración:

Ilustración 20: Presentación esquemática de los polímeros basados en su origen y método de producción¹⁰¹



¹⁰¹ Weber J. Claus. **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives.** The Royal veterinary and Agricultural University Denmark 2000 p.15

En la ilustración anterior podemos observar gráficamente como se componen estas tres categorías, cabe mencionar que utilizaremos esta estructura para desarrollar este tema.

Tabla 20: Categorías principales de los biopolímeros basadas en su origen y producción

Categoría 1	Polímeros directamente extraídos de la biomasa. Ejemplos: los polisacáridos como el almidón y la celulosa, y las proteínas como la caseína y el gluten, los polímeros naturales
Categoría 2	Polímeros producidos por síntesis química clásica, usando biomonómeros renovables. Un buen ejemplo es el ácido poliláctico que es un biopoliéster polimerizado obtenido del monómero de ácido láctico. Los monómeros pueden ser producidos vía fermentación del suministro de carbohidratos ¹⁰² .
Categoría 3	Polímeros producidos por microorganismos o por bacterias genéticamente modificadas. A la fecha, éste grupo de biopolímeros consiste principalmente en los polihidroxialconatos pero progresa la investigaciones con celulosa bacteriana.

3.3.1 Categoría 1. Polímeros directamente extraídos de la biomasa (polímeros naturales)

Son los más disponibles, extraídos de los animales y plantas del mar y productos agrícolas. Ejemplo de ello son los polisacáridos como la celulosa, el almidón y la quitina, y proteínas como caseína, suero de leche, colágeno y soya; se ha tratado la mayoría de ellos en el tema anterior de polímeros naturales. Todos estos polímeros son por naturaleza hidrofílicos y de alguna forma se producen enlaces cristalinos que causan problemas en el procesado y

¹⁰² Centro de Investigación en química aplicada. **Ciencia y tecnología al servicio de la industria del plástico.**

<http://www.ciqa.mx/Pagciqa/Investig/frspinv.html>

funcionalidad, especialmente en relación con el envasado de productos húmedos, ya que estos han sido manipulados para mejorar sus características, lo cual permite acentuar sus propiedades positivas y corregir las negativas. Por otro lado estos polímeros son materiales con excelentes propiedades de barrera a gases¹⁰³.

3.3.1.1 Polisacáridos:

Los principales polisacáridos de interés para ser producidos y manipulados actualmente son las celulosas, almidones, gomas, y quitosan. Probablemente, recibirán en el futuro mayor interés algunos polisacáridos más complejos como el Xanthan, curdlan, puldan y ácido hialurónico, producidos por hongos y bacterias (de la categoría 3 de los biopolímeros).

3.3.1.1.1. Almidón y derivados: Como material de envase, el almidón por sí sólo no puede formar películas con las propiedades mecánicas adecuadas (alto porcentaje de elongación, fuerza a la tensión y a la flexión), a menos que sea tratado primero para su plastificación, mezclado con otros materiales o bien que se lleve a cabo una modificación genética o química, o la combinación de las anteriores¹⁰⁴.

El almidón puede competir económicamente contra los productos derivados del petróleo y ha sido usado en la preparación de plásticos de composta. Sin embargo, un reto para el desarrollo de materiales a base de almidón es superar su naturaleza quebradiza. Superado esto, puede obtenerse la completa biodegradabilidad en las mezclas, adicionando plastificantes biodegradables como el glicerol, poliéteres o ureas, ideales para los polímeros hidrofílicos

¹⁰³ Mario Demicheli. **Plásticos biodegradables a partir de fuentes renovables** <http://www.jrc.es/iptsreport/vol10/spanish/Env1S106.htm>

¹⁰⁴ <http://www.nf-2000.org/home.html> . **Biological Materials for Non-Food Products** (Renewable Bioproducts).

como el almidón; estos plastificantes disminuyen la actividad del agua y además se puede limitar el crecimiento microbiano¹⁰⁵.

Cuando el almidón es tratado mecánicamente y extruido, aplicando temperatura, es convertido en un polímero termoplástico, esto proporciona mayor estabilidad a las propiedades de este material. Debido a su hidrofiliidad, el rendimiento de los materiales extruidos, cambia durante y después de su procesado mientras el contenido de agua se modifica. Para equilibrar esto se han sintetizado muchos derivados del almidón. Mezclas con más polímeros hidrofóbicos producen fórmulas que son adecuadas para ser moldeadas por inyección o producir películas por soplado.

La compatibilidad es importante cuando este tipo de laminaciones y mezclas se utiliza con otros materiales, así, promotores de compatibilidad y aditivos biodegradables son usados como auxiliares en el procesamiento¹⁰⁶. Los materiales termoplásticos con base de almidón, hoy en día, dominan el mercado de los bioplásticos y de los materiales que hacen composta.

El almidón mezclado con el alcohol polivinílico (PVOH) que es un polímero sintético biodegradable, ofrece una amplia gama de propiedades superiores a las del almidón simple. La mezcla de almidón-PVOH es usada para reemplazar películas de polietileno de baja densidad, donde las propiedades mecánicas son críticas para el uso que se pretende, y donde las propiedades de una buena barrera para la humedad no son necesarias¹⁰⁷. Otras mezclas

¹⁰⁵ Weber J. Claus. **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives**. The Royal veterinary and Agricultural University Denmark 2000 p. 16

¹⁰⁶ Weber J. Claus. **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives**. The Royal veterinary and Agricultural University Denmark 2000

¹⁰⁷ <http://www.nf-2000.org/home.html> . **Biological Materials for Non-Food Products** (Renewable Bioproducts).

de almidón-PVOH se han investigado para reemplazar el poliestireno en artículos desechables para la industria de la comida rápida. En compuestos de almidón tales como las mezclas de almidón-polietileno, son procesadas vía extrusión-inyección-moldeado o soplado para la producción de películas o botellas¹⁰⁸.

3.3.1.2 Celulosa y sus derivados: Es el polímero natural más abundante sobre la tierra y casi un polímero lineal de anhidroglucosas. A causa de esta estructura regular y a la formación de grupos hidroxilo, tiende a formar fuertes enlaces de hidrógeno con micro fibras y fibras cristalinas; en el contexto del envase se le conoce más en su forma de papel o cartón.

La celulosa es una materia prima barata, pero dada su complejidad de uso como biopolímero, su naturaleza hidrofílica, insolubilidad, y estructura cristalina, hacen complicado su procesamiento. Para hacer películas de celulosa o celofán, primero la celulosa es disuelta en una agresiva y tóxica mezcla de hidróxido de sodio y disulfuro de carbono (Xanthation), después se reestructura en ácido sulfúrico. El material producido es muy hidrofílico y por esta razón muy sensible a la humedad, no obstante tiene buenas propiedades mecánicas, pero no se considera termoplástico debido a que su temperatura de fusión teórica está por arriba de su temperatura de degradación, por esto no puede ser sellado térmicamente.

El celofán con frecuencia es combinado con capas de cera de nitrocelulosa o PVdC (Poly Vinilideno Clorado) a fin de mejorar sus propiedades de barrera y para usarse en el envasado de alimentos horneados, carnes procesadas, quesos y dulces, entre otros.

Existe un considerable potencial de mejora en el desarrollo de la película de celulosa o en su proceso de producción, dado que el producto existente es problemático en ambos aspectos. Es necesario investigar sobre el desarrollo de tecnologías de procesado eficientes para la producción de celulosa bioplástica.

¹⁰⁸ <http://www.mli.kvl.dk/foodchem/special/biopack/html/finalcirc.htm> Food Biopack Proceedings

3.3.1.3 Quitina / Quitosan: Es una macromolécula presente en los esqueletos externos de los invertebrados, representan el segundo recurso más abundante después de la celulosa en cuanto a los polisacáridos¹⁰⁹. La Quitina es un polímero, está químicamente compuesto de repetidas unidades monoméricas de 1.4-enlace 2-deoxi-2-acetamida-∞-D-glucosa, y el Quitosan se refiere a una familia de polímeros derivados de la quitina. En general el Quitosan tiene numerosos usos: floculante, clarificador, endurecedor, membrana selectiva a gases, promotor de resistencia a las enfermedades de las plantas, agente promotor para sanar heridas, agente antimicrobiano¹¹⁰.

El Quitosan también forma películas y en general, produce materiales con una alta barrera al gas, Las películas de quitosan son semitransparentes, fuertes y flexibles con buena barrera al oxígeno, que se forman por moldeo de solución acuosa y que ha sido ampliamente usado para la producción de capas comestibles¹¹¹. Además, el Quitosan puede ser usado como envoltura de otros biopolímeros carentes de la propiedad de barrera al gas. Sin embargo al igual que otros polímeros basados en los polisacáridos, se debe tener cuidado con las condiciones de humedad.

Por otro lado, las propiedades catiónicas del Quitosan ofrecen buenas oportunidades para tomar ventaja de las interacciones del electrón con numerosos compuestos, durante el proceso e incorporación de propiedades

¹⁰⁹ Brine, C.J, Sandford, P.A., and Zikakis, J.P. (Eds.) (1991). **Advances in chitin and chitosan**. Elsevier Applied Science, London pp. 1 – 491. Citado por Weber J. Claus p. 18

¹¹⁰ Brine, C.J, Sandford, P.A., and Zikakis, J.P. (Eds.) (1991). **Advances in chitin and chitosan**. Elsevier Applied Science, London pp. 1 – 491. Citado por Weber J. Claus p. 18

¹¹¹ <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-matreaiales%20biodegradables.htm>

específicas dentro del material. Esta propiedad puede ser utilizada para incorporar componentes activos y dar la posibilidad al fabricante de confeccionarlas, como por ejemplo, aumentar su flexibilidad¹¹².

Otra interesante cualidad del Quitosan y la Quitina respecto al envasado de alimentos, tiene que ver con sus propiedades antimicrobianas y su habilidad para absorber iones de metales pesados. Lo anterior puede ser evaluado en relación al tiempo de vida microbiano y la seguridad del producto alimenticio, esto disminuye el proceso de oxidación en la comida, catalizada por los metales libres. Hasta ahora, el mayor interés del quitosan como material de envase ha sido el de capas comestibles. Sin embargo Makino e Hirata¹¹³ han demostrado que el laminado biodegradable que consiste en Quitosan - celulosa y policaprolactona, puede ser utilizado en el envasado de productos frescos con atmósfera modificada.

3.3.1.2. Proteínas:

Una proteína es un copolímero de aminoácidos y sus cadenas laterales son altamente apropiadas para la modificación química, la cual es útil para el material de ingeniería cuando se confeccionan las propiedades requeridas para el material de envase. Polímeros termoplásticos procesables pueden ser obtenidos de las proteínas¹¹⁴. Dadas sus excelentes propiedades de barrera a gases, los materiales obtenidos de las proteínas son altamente convenientes para los propósitos de envase. Sin embargo, la mayor desventaja de estos biopolímeros es su sensibilidad a la humedad relativa, debido a su naturaleza hidrofílica. El mezclado o la laminación con otros

¹¹² Hoagland, P.D. and Parris, N. (1996). **Chitosan/pectin laminated films**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44: 1915 – 1919. Citado por Weber J. Claus. p. 19

¹¹³ Makino, Y. and Hirata, T. (1997). **Modified atmosphere packaging of fresh produce with a biodegradable laminate of chitosan-cellulose and polycaprolactone**. Postharvest Biology and Technology, 10: 247-254. Citado por Weber J. Claus

¹¹⁴ Graaf, de L. A. and Kolster, P. (1998). **Industrial proteins as green alternative for “petro” polymers: potentials and limitations**. MacroMolecular Symposia 127, p. 51. Citado por Weber J. Claus

biomateriales con baja sensibilidad hacia la humedad pueden superar esto. Otra forma de modificar estas propiedades es mediante la modificación química, las proteínas contienen una amplia variedad de moléculas químicas que pueden ayudar a confeccionar diversas propiedades encaminadas a mejorar este punto y a configurar otras aplicaciones específicas¹¹⁵.

Las proteínas pueden ser divididas en: proteínas de origen animal (ej. caseína, colágeno, suero de leche y queratina) y proteínas de origen vegetal (gluten, soya, garbanzo y papa).

3.3.1.2.1. Caseína: Es una proteína derivada de la leche, fácilmente procesable dada su estructura helicoidal. Con plastificantes adecuados y a temperaturas de 80-100 °C., pueden hacerse materiales con un desempeño mecánico variado, desde lo rígido y quebradizo a lo flexible y maleable. El punto de fusión de la caseína es muy estrecho, esto la hace aplicable para el soplado de película, tienen una apariencia opaca. Aunque los materiales hechos de caseína son insolubles el agua, la absorben, mostrando una ganancia en peso de aproximadamente el 50% después de 24 horas de inmersión.

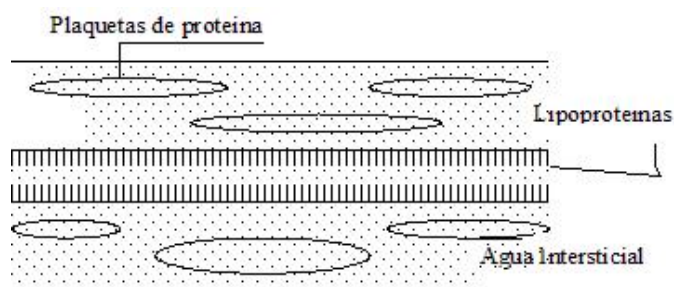
La principal desventaja de la caseína es su precio, relativamente alto. La caseína fue utilizada como un plástico termofijo para la elaboración de botones en la década de 1940 y es aún utilizada para el etiquetado de botellas debido a sus excelentes propiedades adhesivas.

3.3.1.2.1. Gluten: Es la principal proteína de almacenamiento de aminoácidos del trigo y del maíz, aunque en el trigo es más abundante. A partir del tratamiento mecánico de la harina de trigo (o de maíz) mezclada con agua, se

¹¹⁵ Weber J. Claus **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives.** The Royal veterinary and Agricultural University Denmark 2000 p. 20

forma una masa fuerte, visco-elástica y voluminosa, que conlleva la formación de puentes bisulfuro formados por el aminoácido cisterna, el cual es relativamente abundante en este material.

Ilustración 21: Modelo hipotético de una lámina de gluten¹¹⁶



El gluten está compuesto de diferentes grupos proteicos, los principales son: las gliadinas y las glutelinas, estas dos proteínas se asocian con lípidos y otros componentes menores como minerales y carbohidratos¹¹⁷, para formar este compuesto, cuyo modelo veremos en la ilustración XX

El procesado es entonces más difícil que en el caso de la caseína, pues los enlaces cruzados del bisulfuro de la proteína del gluten tienen que ser reducidos con un agente de reducción apropiado. Las temperaturas de procesado, dependen del contenido del plastificante (glicerol y fosfolípidos) y están en el rango de 70°C. Las propiedades mecánicas pueden variar en los mismos rangos que las de las caseínas. Sin embargo el polímero de gluten exhibe un alto brillo (como el polipropileno) y muestra buena resistencia al agua bajo ciertas condiciones. No

¹¹⁶ idem.

¹¹⁷ Pérez Pérez Ma. Cristiana Irma. **Obtención, Caracterización y Evaluación de Películas Biodegradables a Base de Proteínas de Gluten.** Tesis de Maestría Universidad Autónoma de Querétaro. 1995 p. 50

se disuelven en agua pero la absorbe durante su inmersión. Dada su abundancia y bajo costo, se estudia el uso del gluten como película comestible, adhesivo o para aplicaciones en termoplásticos.

3.3.1.2.3. Proteína de soya. Consta de dos principales fracciones proteicas, la conglicinina, (7S) representa el 35% y la glicinina que representa el 52% es la fracción (11S), ambas contienen residuos de cisterna, llevando a la formación de un puente de bisulfuro, como en el caso del gluten, además su procesamiento, sus propiedades mecánicas y la absorción de agua son similares.

Las proteínas de soya están comercialmente disponibles como harina de soya, concentrado de soya y aislado de soya, todas con diferente contenido de proteínas. Los mejores resultados para la elaboración de películas y capas se han obtenido con el aislado de soya (aproximadamente el 90% de proteína)¹¹⁸ La proteína de soya en aplicación de coberturas comestibles, mejora la adhesión de la pasta y reduce la migración de humedad en uvas pasas y semillas secas¹¹⁹.

3.3.1.2.4. Queratina: Es por mucho la proteína mas barata, esta puede ser extraída de los materiales de desperdicio tales como cabello, uñas y plumas. Dada su estructura y alto contenido de grupos de cisteína, la queratina es por el contrario la más difícil de procesar, se obtiene un plástico insoluble al agua y completamente biodegradable. Sin embargo, sus propiedades mecánicas son extremadamente pobres comparadas con las proteínas citadas anteriormente.

¹¹⁸ Fossen, M. and Mulder. W. (1998). *Die Anwendung von Pflanzenproteinen im Non-Food-Bereich*, LVT, nr. 43, p. 108. Citado por Weber J. Claus. p. 21

¹¹⁹ <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-matreiales%20biodegradables.htm>

3.3.1.2.5 Colágeno: Es una proteína estructural fibrosa del tejido animal, que particularmente se encuentra en la piel, huesos y tendones, formado por monómeros de glicina, prolina e hidroxiprolina, que se repiten en la cadena polimérica. Es un polímero flexible, sin embargo dado su compleja hélice y estructura fibrosa, el colágeno es insoluble y difícil de procesar.

Es la materia prima básica para la producción de gelatina, un aditivo común para la comida y con un potencial para la producción de películas y espumas. La gelatina es producida tanto por hidrólisis alcalina o hidrólisis parcial del colágeno. Tales tratamientos rompen la firme estructura de la hélice del colágeno y producen fragmentos solubles en agua, que pueden formar geles viscosos, películas y espumados ligeros. Aunque la gelatina es un material muy procesable también es extremadamente sensible a la humedad, de ahí que se requiere investigar con el fin de modificar su estructura química, para mejorar su sensibilidad a la humedad, y de esta manera aplicarla en el envasado.

3.3.1.2.6 Suero de Leche: Las proteínas del suero de leche son productos obtenidos de la producción del queso y son particularmente ricas en β -lactoglobulina. Tienen un valor nutricional relativamente alto, están disponibles en grandes cantidades en todo el mundo y han sido extensamente investigadas y utilizadas como capas comestibles y películas. Con todas estas características parece lógico su uso en el desarrollo de envase. Las proteínas del suero de leche son rápidamente procesables y tienen cierto potencial como películas de uso exterior, sólo si, como en el caso de la gelatina, se pueden desarrollar las estrategias de modificación adecuadas para reducir la sensibilidad a la humedad.

3.3.1.2.7. Zeína: comprende un grupo de proteínas solubles en alcohol (prolaminas) encontradas en el endospermo del maíz. La zeína comercial es un producto obtenido de la industria de la molienda húmeda del maíz. En la actualidad la zeína es utilizada en fórmulas de alimentos especializados y recubrimientos farmacéuticos. Sin

embargo, llama la atención el suministro de zeína, (estimado en 375 mil toneladas por año)¹²⁰ para expandir mercados e investigar y desarrollar nuevas aplicaciones con valor agregado. Las propiedades de película espumada de zeína han sido reconocidas por décadas y son la base de los usos más comerciales de la misma. En particular, la zeína (prolamina del maíz) es una proteína insoluble en agua que podría usarse de forma fiable para proteger de la humedad los objetos elaborados con almidón. La investigación sobre películas proteicas de zeína es primordial para desarrollar en el futuro recipientes de almidón resistentes al agua.¹²¹ Las películas pueden ser formadas mediante técnicas de extrusión, calandrado y moldeo; sin embargo, como son quebradizas necesitan plastificantes para hacerlas flexibles por ejemplo combinadas con metil celulosa modificada; muestran un gran potencial para usos en capas comestibles y bioenvases¹²².

3.3.1.3 Lípidos

3.3.1.3.1 Acetoglicéridos: “La acetilación del monoestearato de glicerol con anhídrido acético, produce un monoglicérido acetilado, el cual presenta la característica de solidificar a partir del estado líquido en un sólido flexible con apariencia de cera”.

La elongación de la mayoría de los lípidos en un estado sólido es hasta un 102% de su longitud original. En el caso del monoestearato de glicerol acetilado éste puede elongarse por encima de 800%, antes de romperse. En cuanto a la propiedades de barrera, en los monoglicéridos acetilados esta se incrementa en relación directa al grado de

¹²⁰ Shukla P.T. (1992). **Trends in zein research and utilization**. Cereal Foods World, 37: 225.

¹²¹ <http://www.jrc.es/pages/iptsreport/vol12/spanish/Mdi1S126.htm> Mejoras en la salud y en el medio ambiente gracias a las nuevas tecnologías de envasado de alimentos M. Demicheli

¹²² Weber J. Claus **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives**. The Royal veterinary and Agricultural University Denmark 2000. p. 23

acetilación, esto se da por la remoción de grupos hidroxilo libres, ya que influyen en la migración de moléculas de agua.

3.3.1.3.2. Ceras: Las ceras comestibles son significativamente más impermeables que la mayoría de películas de otros biopolímeros y mejores en el bloqueo de la migración de humedad, siendo la parafina la más eficiente, seguida por la cera de abejas.

Las capas de cera se utilizan para mantener altas concentraciones de conservantes en la superficie de los alimentos y se han aplicado tradicionalmente a frutos y vegetales frescos con el fin de alargar los períodos de almacenaje en la poscosecha. Las ceras naturales de la cutícula de frutas son reemplazadas por aplicación de una capa de lípidos en su superficie, las cuales pueden haber sido parcialmente removidas durante el lavado.

Cera de abejas, carnauba, salvado de arroz y cera candelilla son aplicadas a productos perecederos frescos, para retardar la desecación, estas capas en frutos frescos no se aplican para impermeabilizar el fruto, porque ocasiona la anaerobiosis, favoreciendo los desordenes fisiológicos que acortan la vida media¹²³.

3.3.2 Categoría 2: Polímeros producidos por síntesis química clásica, obtenidos de los biomonomeros.

Con la aplicación de una síntesis química clásica para la producción de biopolímeros, se abre un amplio espectro de posibles “biopoliésteres”. En la actualidad, para el desarrollo de envases, el ácido poliláctico es el polímero con el más alto potencial para su producción a gran escala. En teoría todos los materiales de envase convencionales obtenidos del petróleo, pueden ser obtenidos en el futuro de monómeros renovables producidos por ejemplo, de la

¹²³ <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-matreaiales%20biodegradables.htm>

fermentación. Actualmente este método no es económicamente factible, dado el costo de producción de los monómeros, con todo, esto es un obstáculo que los productores del ácido poliláctico parecen haber superado con éxito, como veremos a continuación.

3.3.2.1. Ácido poliláctico (PLA): Puede ser fácilmente producido mediante la fermentación de carbohidratos bajo la acción de las bacterias lácticas. El suministro de carbohidratos está basado en productos agrícolas como el maíz, trigo, o en forma alterna de productos de desperdicio de la industria agrícola o de alimentos tal como las melazas, suero de leche, etc. Recientes resultados apuntan hacia que se puede obtener una producción de PLA a un costo conveniente, utilizando un producto de deshecho obtenido de la producción de alimentos para animales¹²⁴.

El PLA es un poliéster con un alto potencial para las aplicaciones de envase. Sus propiedades están altamente relacionadas con el rango entre dos mesoformas (L o D) del monómero de ácido láctico. Usando el 100% de L-PLA se obtiene como resultado un material con un alto punto de fusión y una alta cristalinidad.

Si una mezcla de D y L-PLA es usada en lugar de sólo el isómero L, se obtiene un polímero amorfo con una T_g (temperatura de cristalizado) de 60°C, la cual será muy baja para ciertos propósitos de envase¹²⁵, sin embargo un copolímero con D90%/L10% da un material que puede ser polimerizado en su punto de fusión, orientado arriba de su T_g y es fácilmente procesable mostrando un alto potencial para cumplir los requerimientos del envasado de alimentos. La temperatura del proceso es entre 60 y 125° C. Dependiendo de la relación de D y L de ácido láctico en el polímero.

¹²⁴ Garde, A., Schmidt, A.S., Jonsson, G., Andersen, M., Thomsen, A.B., Ahring, B.K. and Kiel, P. (2000). **Agricultural crops and residuals as a basis for polylactate production in Denmark. Proceedings of the Food Biopack.** Conference, Copenhagen, 27 – 29 August 2000, pp. 45 – 51. Citado por Weber J. Claus. p.22

¹²⁵ Sinclair, R.G. (1996). **The case for polylactic acid as a commodity packaging plastic.** Polymeric Materials: Science and Engineering, 72: 133 – 135. Citado por Weber J. Claus.

Además el PLA puede ser plastificado con su monómero o como alternativa con el ácido láctico oligomérico y la presencia de plastificantes baja el Tg. Como ha quedado señalado arriba, los PLAs ofrecen numerosas alternativas para confeccionar las propiedades del material terminado o envase. El PLA puede ser formado como película soplada, objetos moldeados en inyección y capas, todas ellas explican porque el PLA es el más novedoso y principal biomaterial producido en gran escala.

3.3.3. Categoría 3: Polímeros producidos directamente por organismos naturales o genéticamente modificados.

3.3.3.1. Poli (hidroxialcanoato) PHAs: Son acumulados por una numerosa cantidad de bacterias como reservas de energía y de carbono; dada su biodegradabilidad y biocompatibilidad, estos biopoliésteres pueden fácilmente encontrar su aplicación en la industria. La composición del monómero de los PHAs depende de la naturaleza de la fuente de carbono y los microorganismos utilizados, por esto una gran variedad de PHAs puede ser sintetizados mediante la fermentación microbiana, sin embargo el polihidroxibutirato (PHB) en el más común.

En general los PHAs son elastómeros con bajos puntos de fusión y un relativo bajo grado de cristalinidad. Una propiedad muy importante de los PHAs respecto a las aplicaciones para envase de alimentos es su baja permeabilidad al vapor de agua, la cual esta cercana a la del polietileno de baja densidad (LDPE)¹²⁶.

¹²⁶ Walle, van der G.A.M, Koning, de G.J.M., Weusthuis, R.A. and Eggink, G. (in Press) **Properties, modifications and applications of biopolyesters In: Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology** Volume 71, Steinbüchel, A. and Babel, W. (Eds.), Springer Verlag. Citado por Citado por Weber J. Claus.

3.3.3.2. PHB (polihidroxi-butilato) Se pueden producir por una fermentación limitada en nutrientes de material alimenticio azucarado. Mediante la manipulación del medio de cultivo, se obtiene un copolímero aleatorio que contiene tanto el hidroxivalerato (HV) e hidroxi-butilato (HB). El copolímero restante poli-3-hidroxi-butilato-CO-3-Hidroxi-valerato (PHB/V) es termoplástico y biodegradable.

Mediante el cambio de la relación HV/HB, el copolímero resultante puede fabricarse para que se parezca al polipropileno o al polietileno con relación a la flexibilidad, fuerza de tensión y de presión.

El polihidroxi-butilato (PHB) es fuerte, rígido y quebradizo, además el contenido de HV mejora la flexibilidad y la dureza. El PHB/V posee buena resistencia a la humedad y a los agentes químicos, posee buenas propiedades como barreras al O₂, humedad y aromas. Los usos que han sido considerados para el PHB/V incluyen botellas de bebidas, cajas de papel recubiertas para productos lácteos y películas¹²⁷.

Las aplicaciones que han sido desarrolladas del PHB y sus materiales relacionados (ej. Biopol) pueden ser encontrados en muy diversas áreas: envases, productos higiénicos, agrícolas y biomédicos.

Desarrollos de reciente aplicación basados en los PHAs de longitud de cadena media, van desde las pinturas de altos sólidos alquídicos hasta adhesivos sensibles a la presión, capas biodegradables para queso y hules o gomas biodegradables están en fase de investigación. Técnicamente los proyectos para los PHAs son muy prometedores. Cuando el precio de estos materiales pueda ser reducido, la aplicación de los biopolíesteres se volverá también económicamente atractiva¹²⁸.

¹²⁷ <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-materiales%20biodegradables.htm>

¹²⁸ Weber J. Claus. **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives**. The Royal veterinary and Agricultural University Denmark 2000 p. 27

3.3.3.3. Pululano, Levano, Elsinano: Son polisacáridos microbiales, son biodegradables y comestibles. Las películas de pululano formadas en solución acuosa, son claras, inodoras e insípidas; se han usado exitosamente como barrera para el oxígeno y para prolongar la vida de anaquel de los alimentos.

El levano y elsinano se pueden usar como materiales comestibles debido a su baja permeabilidad al oxígeno, son utilizadas como capas para alimentos y productos farmacéuticos. Las películas comestibles se elaboran usando una combinación de proteína de arroz concentrada y el polisacárido pululano.

Distintas mezclas proteína-pululano con un 50% de proteína concentrada y 50% de pululano, se utilizan en el recubrimiento de recipientes de vidrio; esta película es resistente a la fuerza del vapor de agua y mejora adicionándole pequeñas cantidades de alginatos de propilenglicol en condiciones alcalinas¹²⁹.

¹²⁹ <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-matreaiales%20biodegradables.htm>

3.4 Polímeros biodegradables comercializados en el mundo

En la siguiente tabla podemos observar las investigaciones sobre los biopolímeros que más se han desarrollado y han demostrado tener un alcance comercial:

Tabla 21: Investigaciones sobre Biopolímeros que tienen aplicaciones comerciales¹³⁰

Polímero	Tipo de degradación	País donde se fabrica	Usos	Precio (USD/kg)
Con base de almidón	Biodegradación	Estados Unidos Suecia, Italia,	Placas Productos médicos, de consumo, refuerzos para pañales	0.35 (una) 3-5
Con carga de almidón (con PE, PP o PS)	Biodegradación (autooxidación)	Estados Unidos	Cubiertas agrícolas Refuerzos para pañales, botellas, bolsas y películas	2.5
Poliésteres naturales (PHB, PHB/HV)	Biodegradación hidrólisis,	Reino Unido	Botellas para champú y aceites automotrices, rastrillos desechables	7
Poliácido láctico	Biodegradación Hidrólisis,	Estados Unidos, Japón, Finlandia	Productos médicos	2-6
Policaprolac-tona	Biodegradación	Estados Unidos	Películas biodegradables	5
Polivinil alcohol	Hidrólisis	Estados Unidos	Bolsas para lavandería, envolturas agrícolas.	3-5

De acuerdo con el desarrollo que ha llevado esta industria de los biopolímeros, ya sea por la importancia del cuidado al medio ambiente o por encontrar algunos materiales más baratos utilizados como cargas para abaratar costos de otros polímeros, a continuación se presenta una tabla de las marcas que ahora se están comercializando, algunas de ellas son utilizadas específicamente para aplicaciones de envase.¹³¹

¹³⁰ Albertsson, A.C., y S. Karlsson. **Degradable Polymers for the Future**, Acta Polymerica, 1995. p. 46


¹³¹ Mario Demicheli **Plásticos biodegradables a partir de fuentes renovables** <http://www.jrc.es/iptsreport/vol10/spanish/Env1S106.htm>

Tabla 22: Fabricantes de biopolímeros y materiales que producen

Fabricante	Nombre del biomaterial	Compuesto Base	Mecanismo de degradación	Usos actuales y potenciales
DOW NB	Sun - Pac	Eps Fotodegradable	Fotodegradable	Relleno para embalaje
ICI	Biopol	polihidrixibtirato, poliéster	Biodegradable por bacteria fabric. nat.	Envase Soplado
Novamont, Italia	Mater Bi	Almidón y alcohol polivinílico	Biodegradable por microorganismos	Envases, pañales desechables, aplicaciones que resisten hasta un 80% de humedad relativa.
Warner Lambert	Novon 2020, y Novon 3001	Almidón termoplástico	Biodegradable por microorganismos	Relleno de embalaje
Instituto Federal de Tecnología de Zurich	Fluntera-Plast	Almidón Termoplas del 50% 80% y PE	Biodegradable por microorganismos	Película para bolsa
Fanz Haas	Bio Pac	Almidón termofijo	Biodegradable por microorganismos	Bandejas hechas por compresión.
Tubize Plastics	Bioceta	acetato de celulosa	Biodegradable por bacteria	Película, termoformado, en general similar al acetato de celulosa
Unión Carbide	Tone	Poliésteres alifáticos Policaprolactona (PCL)	Biodegradable por microorganismos y por inmersión en agua de mar.	Macetas para trasplantes de vegetales, películas, aditivos para otros plásticos (PE, PP, SAN, PVC, ABS, etc.)
Hoechst	Vinex	Alcohol Polivinílico	Soluble en agua	Bolsas
Eastman Chemical Company	Eastar Bio	Aliphatic-aromatic copolyester	Biodegradable por microorganismos	Películas
	Ecosar	PE y relleno de almidón	Biodegradable en tres fases	Película y artículos inyectados
Aicello Kagaku Japon	Doron CC	Chitosan (and cellulose)	Biodegradable	Película, material para moldeo

Green Light Products Ltd, London, UK	Green fill	Almidón Termoplástico	Biodegradable por microorganismos	Relleno para embalaje
Cargill Dow Polymers	Ecopla	Poliácido láctico	Biodegradable por microorganismos	Termoformado, moldeo por inyección, recubrimiento para papel y fibras no tejidas
Showa Highpolymer Co, Japan	Bionelle 1000 y 3000	Poliéster Alifático	Biodegradable por microorganismos y por inmersión en agua de mar.	Moldeo por inyección. películas, botellas
	Melita	Almidón y Poicaprolactona	Biodegradable por microorganismos y por inmersión en agua de mar.	Tiene propiedades similares polietileno
	Biostoll	Almidón, LDPE y Ecosar	Biodegradable en tres fases:	Películas, y aplicaciones típicas del LDPE
	Biomicon	Poliéster alifático y poliolefina	Biodegradable por microorganismos y por inmersión en agua de mar.	Películas.

Aunque las investigaciones en este campo se iniciaron en 1990 y han ido en aumento desde 1994, la búsqueda de materiales desarrollados a partir de procesos compatibles con los ciclos naturales han crecido rápidamente, los países que tienen los mayores avances son E.U.A., Francia, Japón y Australia; además de China y Corea que tienen también investigaciones de punta en este rubro, con grandes inversiones.



En México el CIQA (Centro de Investigación en Química Aplicada) tiene líneas de investigación en biopolímeros, de entre ellas destaca la “Síntesis de polímeros biodegradables a través de procesos químicos y microbiológicos”¹³².

La UNAM, a través del Centro de Investigación en Materiales así como la Universidad Autónoma de Querétaro tienen investigaciones al respecto. El objetivo de estas líneas de investigación es la búsqueda de métodos que permitan obtener y caracterizar materiales biodegradables con aplicación potencial en agricultura, envasado y medicina.

A continuación veremos algunas de las aplicaciones que han tenido estos polímeros naturales y biopolímeros en el área de envasado, en la mayoría de los casos se presentarán envases utilizados para el área de alimentos, sin embargo hay algunos casos especiales; en el caso del tema de películas y capas comestibles. Cabe mencionar que estas aplicaciones no se encuentran en México, sino están desarrolladas por empresas internacionales y comercializadas en países de primer mundo. Sin embargo es una muestra representativa de que estos materiales se están aplicando actualmente en el diseño y desarrollo de envases de alimentos.z

¹³² <http://www.ciqa.mx/Pagciqa/Investig/frspin.html>

Biopac

Ilustración 22: Envase de almidón de maíz para frutas.



En esta fotografía puede observarse el envase de frutas elaborado con este polímero biodegradable.

Es un polímero biodegradable desarrollado por la empresa “Polargruppen” en Noruega, esta producido a base de un polímero de Almidón de maíz que puede hacer composta, su uso es para el envasado de frutas frescas¹³³.

Es un material que esta aprobado por la FDA y EEC's para el envasado de alimentos.

¹³³ <http://www.polargruppen.com>

Bioplast¹³⁴

Ilustración 23: Envases de almidón y celulosa biodegradable



a



b



c

Bioplast es un polímero elaborado con almidón y celulosa por la empresa “Biotec GmbH”, de Alemania (con licencia de la empresa Novamont) con el cual pueden hacerse películas y bolsas, éstas se han ocupado para envasar frituras; el Bioplast TS es comestible y soluble al agua ya que está elaborado con almidón termoplástico.

En estas fotografías observamos, (a) maquinaria tradicional de extrusión- soplo de película pero el material es Bioplast, (b) Bolsas de Bioplast grabadas con tintas degradables, (c) Charola elaborada con Bioplast.

¹³⁴ www.biotec.de grupo Biotec

EverCorn TM. Cornstarch¹³⁵

Ilustración 24: Envases de almidón con policaprolactona



Este polímero está basado en almidón de maíz, tratado para resistir al agua (permeable), no tóxico, biodegradable y apto para composta, es de baja combustión –comparado con los polímeros de base petróleo-; se puede procesar en maquinaria convencional para moldeo de plásticos, además de que tiene buena compatibilidad con otros plásticos biodegradables como los biopoliésteres, PHBV, PLA, PLC.

Sus aplicaciones se encuentran como lo podemos ver en la ilustración, en el moldeo de cubiertos, polímeros laminados con papel, para la industria del envase, espumados para envases de comida rápida y polilaminados para envasado de alimentos.

¹³⁵ http://www.japan-cornstarch.com/h_13.html

Ecoflex™ is BASF¹³⁶

Ecoflex™ F.

Ilustración 25: Envases de Co-poliéster Polibutilenosuccinato y tereftalato, biodegradable



Es un plástico flexible diseñado para extrusión de películas y capas que puede procesarse como otros muchos polímeros convencionales con propiedades similares a las del LDPE y LLPE, esta película puede ser usada para el envasado de comida rápida y en bolsas para composta, para supermercado, para envasado de fruta y vegetales frescos, también se puede utilizar como laminado con otros materiales

naturales.

La base de este polímero es Co-polyéster Polybutilenosuccinato y tereftalato, es biodegradable y adecuado para hacer composta.

En la fotografía podemos observar la película plástica hecha de éste material biodegradable

¹³⁶ www.basf.com/static/science_and_you.html

Ecoflex™ S.¹³⁷

Ilustración 26: Envase de espumado de Co-poliéster Polibutilenosuccinato y tereftalato, biodegradable



Otras aplicaciones especiales de Ecoflex™. Basf ha desarrollado una línea estándar basada en espumados de distintos grados para aplicaciones de envase, que requieren de las especificaciones proporcionadas por el cliente orientadas a moldear las características del producto, junto con la planeación del proceso.

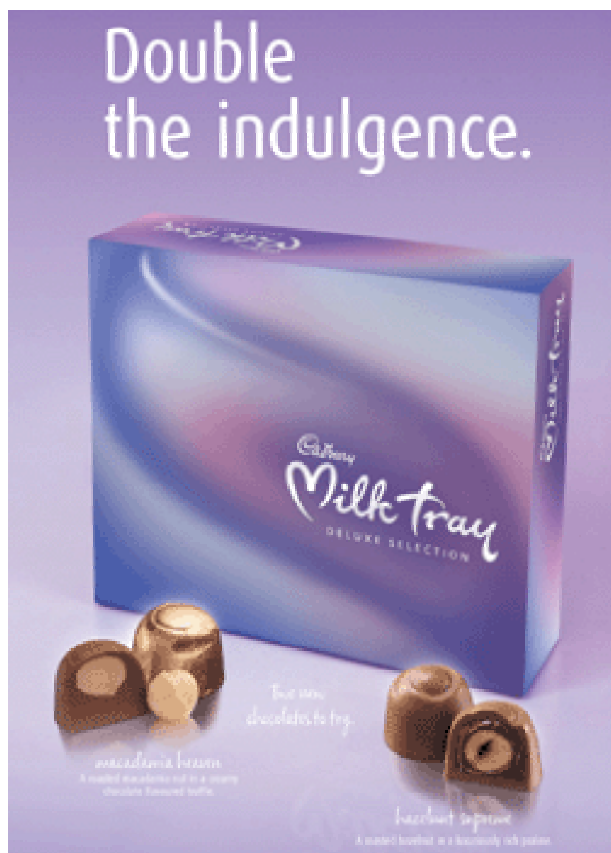
En esta fotografía podemos ver la diversidad de envases de espuma de Ecoflex™S espumado que pueden desarrollarse.

¹³⁷ www.basf.com/static/science_and_you.html

Plantic™ ¹³⁸

Cadbury Schweppes Milk Tray Deluxe brand

Ilustración 27: Envase de Plantic™ Biodegradable, a base de almidón de maíz



Cadbury Schweppes Australia esta usando un empaque amigable al medioambiente para Plantic™ uno de sus productos mas famosos, un envase clasificado como caja de chocolates -el cual podemos observar en la fotografía-, que está hecha de un polímero a base de almidón de maíz, un envase que cuando es desechado puede ser biodegradable y apto para composta.

La autoridad de certificación alemana DIN CERTCO ha certificado que las cajas termoformadas fabricadas de material Plantic® arriba de la medida de 245 micras, cumplen con los estandares de empaque europeo, bajo la norma EN13432:2000-12, que permite que las cajas de Plantic® porten el logo de composta de la International Biodegradable Association Working-group (IBAW).

¹³⁸ www.plantic.com

NaturWorks Pla® ¹³⁹

Ilustración 28: NaturWorks PLA. Envase elaborado con zeína de maíz



El supermercado belga Bio-Planet ofrece un nuevo elemento natural en sus comercios: comida fresca en envases elaborados a partir de maíz. Este material posee una gran transparencia y dureza.

Está hecho de una resina, llamada polilactida (PLA), que procede del carbón que se encuentra en el maíz. Esta resina requiere de un 20 a un 50 por ciento menos de combustible fósil que las resinas convencionales.

Los comerciantes del supermercado naturista venden su comida en envases de NaturWorks Pla, el nuevo concepto de envasado que parece y actúa como un plástico regular a base de petróleo, pero está fabricado a partir de maíz, una fuente renovable anualmente.

¹³⁹ www.inerempresas.net/plastico/feriavirtual/empresas.asp

3.5. Películas y capas comestibles utilizadas para envase:

Las películas y capas comestibles comprenden una categoría de envases especiales, en la cual estos materiales pueden ser ingeridos conjuntamente con los alimentos. Cada una de ellas es distinta en su proceso de elaboración y también en la forma de aplicarse.

Son barreras direccionadas a la humedad, al oxígeno y al dióxido de carbono, a los aromas, a las grasas, entre otras. Sirven para contener ingredientes que aumenten la calidad del alimento (ejemplo antimicrobianos, antioxidantes, componentes para adicionar sabor) y/o proveer de integridad mecánica y manejabilidad al producto alimenticio.

3.5.1 Capas: Las capas de polímeros naturales se han definido como: “una cobertura delgada de material que constituye parte integral del alimento y que puede ser ingerida como tal por el consumidor, además de proveerle al alimento una barrera contra la humedad y el oxígeno”¹⁴⁰. El material puede encontrarse cubriendo completamente el alimento o bien puede estar dispuesto como una capa continua entre sus diversos componentes. Estas pueden ser adicionadas como un líquido que forma una membrana sobre el alimento o directamente en los moldes en donde se elabora dicho alimento. Pueden ser aplicadas con brochas, por aspersion o inmersión.

¹⁴⁰ Weber J. Claus, **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives**. The Royal veterinary and Agricultural iversity Denmark 2000. p 28

“Una capa delgada de material comestible formada o colocada entre los componentes del alimento o sobre el alimento mismo, actúa como complemento para incrementar su calidad, extender su vida de anaquel y posiblemente mejorar la eficiencia económica de los materiales de empaque”¹⁴¹

3.5.2 Películas: Las películas comestibles, son estructuras formadas independientemente y aplicadas a los alimentos en una fase posterior a su elaboración. Generalmente están elaboradas por moldeo y secado de soluciones que forman polímeros en una superficie plana, o bien por calandrado, secando una solución polimérica sobre rodillos que hacen presión entre ellos mismos, para deshidratar la solución y formar la película, también se usan procesos como la extrusión o soplado, tradicionales en la industria del plástico.

Las películas comestibles pueden ayudar a detectar la calidad del alimento; envasadas junto a él, pueden ser indicativo visual del grado de humedad y la presencia de elementos en descomposición antes de que el envase sea abierto. Pueden ser usadas también para separar los diferentes componentes de un alimento multi-compuesto¹⁴²; o bien para reducir la cantidad de materiales sintéticos del envase primario usado en los productos y reducir la cantidad de componentes de los envases de multi-capas a materiales de un componente.

A continuación veremos en la tabla 22 la clasificación de los biopolímeros que se han utilizado en el desarrollo de capas y películas comestibles, algunos de sus procesos y aplicaciones.¹⁴³

¹⁴¹ Torres J.A., **Edible films and coatings from proteins**. Session IV: Applications in protein functionality in food systems. Citado por Laura María de la Paz Sánchez Flores “Efecto del Tratamiento Químico en la Eficiencia de Envolturas Degradables a base de Zeína y Etil Celulosa. 1995.

¹⁴² Weber J. Claus, **Biobased Packaging Materials for the food Industry Status y Perspectives**. The Royal veterinary and Agricultural University Denmark 2000 p. 46

¹⁴³ <http://materiales.eia.edu.co/ciencia%20de%20los%20materiales/articulo-materiales%20biodegradables.htm>

Tabla 23: Biopolímeros para películas y capas:

Polisacáridos

Nombre	Aplicación
ALMIDÓN	<p>Las películas de amilosa, almidón hidroxipropilado y dextrinas han sido utilizadas como capas comestibles de los alimentos para suministrar una barrera al oxígeno y a los lípidos y para mejorar la apariencia en cuanto a la textura.</p> <p>La influencia de la humedad sobre la estabilidad de las películas de almidón limitan su utilidad, son barreras pobres para la humedad, además, las propiedades mecánicas son generalmente inferiores a las películas de polímeros sintéticos</p> <p>Las películas comestibles se producen por vaciado o moldeo de una dispersión acuosa gelatinizada de amilosa, seguida por evaporación del solvente, lo que da lugar a la formación de una película transparente.</p>
ALGINATO	<p>Las capas de alginato de calcio se han usado en productos cárnicos. La capa de gel actúa como un agente sacrificante, es decir, la humedad de la capa se pierde antes que la del alimento. Son buenas barreras para el oxígeno, retardan la oxidación de los lípidos, tienden a mejorar la textura y el sabor del alimento y disminuye el recuento microbiano en la superficie.</p>
CARRAGENANOS	<p>El gel de carragenanos se usa en capas para alimentos, al igual que otros geles de polisacáridos, éstas actúan como sacrificantes, retardando la pérdida de humedad de los alimentos que cubren. De igual forma, aumentan la estabilidad contra el crecimiento de microorganismos en la superficie, debido a que son portadores de agentes antimicrobiales, evitan la oxidación de los alimentos ya que son buenas barreras para el oxígeno.</p> <p>En unión con pectinas de bajo metoxilo, como la goma xantán, o la goma arábica, pueden formar películas y satisfacer los últimos requerimientos de éstas en cuanto a fabricación.</p>
PECTINA	<p>La permeabilidad al vapor de agua de las películas de pectina es muy elevada, en el mismo orden de magnitud que para el celofán y otras películas de carbohidratos, esta puede ser reducida significativamente mediante la adición de una capa de cera dentro de la película de pectina.</p> <p>Las capas de pectina han sido investigadas en relación a su capacidad para retardar la pérdida de humedad y migración de lípidos y para facilitar la manipulación de los alimentos. La técnica para la aplicación de capas de pectinatos se realiza en dos pasos: uno formar el gel de pectinato y el siguiente aplicar sobre el producto alimenticio.</p> <p>Se usa en alimentos como transportador antimicrobial y de antioxidantes, en frutas confitadas para reducir la gomosidad.</p>

QUITOSAN	<p>Las películas basadas en quitosan protegen los alimentos de la degradación por hongos y modifican la atmósfera de frutos frescos.</p> <p>Las capas de quitosan se usan en peras, naranjas, melocotón y ciruelas como barrera para el dióxido de carbono y el oxígeno. Las capas de quitosan se usan en las semillas de trigo con el fin de incrementar la producción en el cultivo.</p>
CELULOSA Y DERIVADOS	<p>La utilidad de la celulosa es el comienzo del material para películas comestibles y biodegradables que pueden aumentarse por modificaciones químicas de la metilcelulosa (MC), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y carboximetilcelulosa (CMC) estas películas de éter de celulosa poseen fuerza moderada, resistencia a grasas y aceites y son flexibles, transparentes, inoloras, insaboras, solubles en agua, moderada barrera a la humedad y al oxígeno. La Metilcelulosa y HPMC se usan también en capas de comprimidos farmacéuticos y como ingredientes en la elaboración de sacos comestibles.</p>

Proteínas

Nombre	Aplicación
COLÁGENO	<p>Las envolturas de colágeno han reemplazado casi completamente a las envolturas de intestino de animales, excepto para embutidos de mayor grosor que requieren envolturas gruesas, estas películas en carnes ahumadas –como el jamón- previenen el estiramiento externo por el hecho de estar embebidas en la carne durante la cocción.</p> <p>Provee integridad mecánica y funciona como barrera al oxígeno y a la humedad. Aplicaciones adicionales de películas de colágeno han sido estudiadas en los filetes de cordero envueltos en películas de colágeno, en refrigeración se reduce significativamente la exudación sin afectar el color y la oxidación de los lípidos.</p> <p>Las películas de colágeno a diferencia de las películas sintéticas, se adhieren al producto cocido y es consumido con éste, disminuyendo los desperdicios.</p>
GELATINA	<p>Las capas de gelatina se aplican a carnes frías para almacenarlas, la capa provee un grado de protección limitado contra el desarrollo de la rancidez oxidativa, sin embargo se incrementa la efectividad por la incorporación de antioxidantes y antimicrobianos.</p> <p>Con gelatina se elaboran desde hace mucho tiempo cápsulas, se encapsulan productos alimenticios y farmacéuticos de baja humedad y de fase aceitosa. La encapsulación protege contra el oxígeno y la luz.</p>


ZEÍNA	<p>Las películas de zeína, se han utilizado en una variedad de alimentos. Por su propiedades de barrera, adhesión de vitaminas y las propiedades como portador antimicrobial. La zeína se usa en productos farmacéuticos, para las cápsulas de capa para protección, liberación controlada y para enmascarar sabores y aromas.</p> <p>El desempeño de la película de zeína ha sido juzgado igual a la función de polietileno laminado para usos en los restaurantes de comidas rápidas con el fin de empacar alimentos grasosos y además se ha encontrado que tiene buenas características de sellado por calor.</p>
GLUTEN DE TRIGO	<p>El gluten de trigo se ha estudiado como un reemplazo del colágeno en la manufactura de recipientes para salsas y también como un medio para mejorar la adherencia de la sal y los sabores a las nueces y pastas, para las carnes y otros alimentos.</p> <p>Estudiando las propiedades mecánicas y de barrera de las películas de proteínas de trigo y de maíz, se ha hallado que las películas de estos cereales tienen baja resistencia a la tensión; las películas de maíz eran quebradizas pero más elásticas que las de celofán.</p> <p>Ambas películas presentan baja permeabilidad a las grasas pero alta permeabilidad al vapor de agua.</p>
AISLADOS DE PROTEÍNA DE SOYA	<p>La proteína de soya se ha estudiado para la manufactura de películas para salsas y en la producción de bolsas solubles en agua.</p> <p>La proteína de soya en aplicación de capas comestibles, mejora la adhesión de la pasta y reduce la migración de humedad en uvas pasas y arvejas secas.</p>
PROTEÍNAS DE LA LECHE	<p>Se han realizado ensayos mediante los cuales se analizan las resinas sintéticas como recubrimiento de grasas duras y semiduras con productos lácteos (caseína, caseinato y proteínas del suero), obteniendo así un película comestible, biodegradable y soluble en agua. Esta solubilidad facilita la renovación del equipo que se utiliza para aplicar la película.</p> <p>Recubrimientos con caseína: Se han desarrollado capas protectoras para pastelillos, cubos de chocolate y donas a partir de caseinato de sodio, aceite de algodón, soya o maíz y un plastificante. Las películas de caseinato puro son atractivas para uso en alimentos debido a su transparencia, flexibilidad y naturaleza blanda. Las películas de caseinato también son solubles en agua.</p> <p>El potencial de las emulsiones comestibles para películas basadas en caseína ha sido estudiado en la preservación de frutas y vegetales frescos. Mejora la resistencia, la barrera al oxígeno y la adherencia a la superficie de los alimentos.</p>
PROTEÍNAS DEL SUERO	<p>Las películas de proteínas del suero son insolubles en agua debido a la presencia de enlaces covalentes de puentes de disulfuro.</p>

Lípidos

Nombre	Aplicación
CERAS	<p>Las capas de cera se pueden usar para el mantenimiento de altas concentraciones de conservantes en la superficie de los productos alimenticios.</p> <p>Las capas de cera tradicionalmente se han aplicado a frutos y vegetales frescos para prolongar períodos de almacenaje en la postcosecha.</p>

Poliésteres microbiales

Nombre	Aplicación
El polihidroxibutirato (PHB)	<p>Es fuerte, rígido y quebradizo, pero el contenido de HV mejora la flexibilidad y la dureza. El PHB/V posee una buena resistencia química y a la humedad, posee buenas propiedades como barreras al O₂, humedad y aromas.</p> <p>Los usos que han sido considerados para el PHB/V incluyen botellas de bebidas, cajas de papel cubierto para productos lácteos y películas.</p>
ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)	<p>Los materiales basados en PLA se han comportado bien en aplicaciones médicas, comerciales, tales como suturas e implantes bioabsorbibles.</p> <p>El PLA tiene propiedades mecánicas similares al poliestireno. La modificación del peso molecular resulta en propiedades que pueden imitar el polipropileno, polietileno y el PVC.</p>
PULULANO, LEVANO, ELSINANO.	<p>Las películas comestibles se preparan usando una combinación de proteína de arroz concentrada y el polisacárido pululano.</p> <p>La mezcla proteína-pululano con un 50% de proteína concentrada y 50% de pululano se utiliza en el recubrimiento de recipientes de vidrio, la película es resistente a la fuerza del vapor de agua, la cual se mejora por adición de pequeñas cantidades de alginatos de propilenglicol en condiciones alcalinas. También se incorporaron aceites en las películas para mejorar la resistencia al vapor de agua.</p> <p>El levano y elsinano también se pueden usar como materiales comestibles de capas para alimentos y productos farmacéuticos debido a su baja permeabilidad al oxígeno.</p>



Resulta evidente que las películas comestibles y/o biodegradables no siempre reemplazan a los envases sintéticos; sin embargo, moderan su utilización y mejoran la eficiencia de los materiales de empaque, además de prolongar la frescura de frutos y vegetales, así como de aumentar el tiempo de vida útil de los alimentos.

Los polímeros comestibles tienen hasta ahora grandes desventajas, pero son capaces de garantizar la seguridad en el consumo de alimentos, las aplicaciones son pocas e involucran en gran medida el diseño, pues no hay una frontera definida entre la envoltura y el contenido, de tal manera que se transforma en un sistema complejo al integrar las funciones de los elementos de todo el producto. Por ejemplo los semillas confitadas, en donde la capa de azúcar sirve de envase para que el cacahuete no pierda sus propiedades por un largo tiempo.

A manera de conclusión de este capítulo podemos decir que el uso de envases comestibles reduciría el nivel de desechos sólidos, pues el plástico sería sustituido por estos, habría una reducción de origen, al disminuir el flujo de tales plásticos, y esto también facilitarían su manipulación.

Por otro lado, debe recordarse que las propiedades de los envases de alimentos no deben contener sustancias nocivas, al respecto una de las disposiciones de la Food and Drug Administration (FDA) es que, todo material en contacto con alimentos será material virgen, y en el caso de los materiales digeribles no hay forma de violar esta disposición; además, en caso de no ser consumido, podrá degradarse biológicamente.

Por ello, la participación responsable de los diversos sistemas productores en el envasado de alimentos es la clave para elaborar artículos ecológicos, respetando el entorno y los ciclos naturales; así como la colaboración de los gobiernos y organismos internaciones que creen normas eficaces en contra del uso indiscriminado de los plásticos, aspecto a revisar en el siguiente capítulo.

Esto nos lleva a concluir que tanto la industria de los alimentos como la de envases deberán conjuntar esfuerzos y conocimientos, porque hay posibilidades de desarrollar nuevos productos con base en materiales de origen natural y con un diseño profesional y consciente del grave problema ambiental.

Es así que en el siguiente y último capítulo se exponen algunas de las tácticas para desarrollar el ecodiseño de envases.



144



CAPITULO 4

Estrategias para el diseño ecológico de envases plásticos

"En su sentido más amplio, el diseño consiste en formar flujos de energía y materiales para propósitos humanos. El ecodiseño constituye un proceso en el que los propósitos humanos están cuidadosamente imbricados con los patrones y los flujos más amplios del mundo natural. Los principios del ecodiseño reflejan los principios de organización que la naturaleza ha desarrollado colectivamente para sustentar la vida. La práctica del diseño industrial en semejante contexto requiere un cambio fundamental en nuestra actitud hacia la naturaleza"¹⁴⁴.

Fritjof Capra

¹⁴⁴ Capra Fritjof **Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales económicas y biológicas de una nueva visión del mundo.** Editorial Anagrama Barcelona 2003. p. 231

Después del análisis de las características de los materiales que pueden ser ocupados para el diseño de envases, es indispensable ofrecer una propuesta que intente cubrir aquellas carencias evidentes en las etapas del ciclo de vida de los envases, así que, se hará hincapié en el ecodiseño, como una de las alternativas que contribuirá en gran medida al ahorro de energía, utilización de materiales naturales o menos dañinos ambientales y, por supuesto, en la generación de una responsabilidad compartida entre los sectores gubernamental, empresarial y social de México de los que el profesionista en diseño industrial forma parte.

Recordemos que, las políticas ambientales consideran que la regulación de la fabricación, uso y disposición final de los envases es imprescindible; por ello es necesario que el diseñador adquiera los conocimientos sobre los nuevos materiales ecológicos en desarrollo continuo, pues como hemos visto existe la posibilidad de trabajar con materiales cuyas propiedades no afectan al contenido ni al entorno. De esta manera, los profesionales en esta área tendrán la oportunidad de presentar un diseño ecológico que incluya la selección y aplicación de los componentes adecuados en el envasado de alimentos; al aplicar biomateriales podrán obtener productos de menor impacto ecológico con el consiguiente beneficio social.

Además, el trabajo en este rubro específico tendrá impacto en otras fases del ciclo de vida, tanto en sus procesos de producción como en el transporte y uso de los envases, para que pueda ser planeada su reintegración al proceso productivo, a través del reuso o el reciclado o bien, tener una disposición coherente con las políticas ambientales. Juan Careaga comenta que: "en la toma de decisiones sobre la promoción o restricción de algún material o sistema de envasado es necesario conocer todos los elementos que intervienen en la producción y uso de dicho sistema, así como el comportamiento de tales elementos en las condiciones específicas de la zona urbana"¹⁴⁵.

¹⁴⁵ Careaga J. A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. SEDESOL. Instituto Nacional de Ecología. 1993, Serie Monografías No. 4, p. 34.

De ahí que, en este capítulo se presentan las tendencias de ecodiseño que se están desarrollando en la actualidad, con el propósito de mostrar las recomendaciones que se podrán tomar en cuenta para el diseño de envases; útiles para los profesionales del diseño y para la modernización de la industria del envase.

4.1 Tendencias actuales

Antes de mencionar los trabajos actuales, es fundamental recordar que la necesidad de replantear la producción de envases de una manera más amigable con el entorno, surge de la preocupación mundial, por equilibrar el uso irracional de los recursos naturales y la producción excesiva de basura.

En este sentido, las tendencias en el ecodiseño de envase más importantes son tres: biodegradación, reciclaje y reducción de origen, que se han obtenido a través del análisis sobre el manejo ecológico de residuos sólidos; respecto al material de empaque biodegradable, vimos que durante la última década se ha desarrollado considerablemente, tal es el caso de los envases para comida rápida¹⁴⁶, promovidos en los juegos olímpicos de Australia 2000 y ahora en Atenas 2004; este tipo de envases se hallan dentro de la política para reducir los desechos sólidos a través de compostas, como también se han presentado, con éxito, los materiales fotodegradables.

¹⁴⁶ Rieradevall, Joan y otros. **Ecodiseño de envases. el sector de la comida rápida**. Elisaba, Barcelona, 2000. p 22

En cuanto a los envases sujetos a reciclaje, la tendencia ha ido hacia el aligeramiento de éste y la simplificación de las materias primas, es decir, la utilización de un solo polímero, o bien, el empleo de materiales multicapas de fácil separación¹⁴⁷.

En cuanto a la reducción de origen se observan ahorros de materia prima y energía en todas las fases del ciclo de vida, esto da por resultado las siguientes líneas de acción, que son: el uso preferencial de materiales locales, la eliminación en el proceso de residuos tóxicos (auxiliares en el proceso como colorantes, aditivos, tintas, pegamentos, y otros consumibles) y equilibrar el tiempo de vida entre el envase y su contenido.¹⁴⁸ Es decir si el contenido tiene un tiempo de caducidad de un mes el envase podrá planearse para que comience a degradarse en un año.

Cada vez es más evidente la posibilidad de desaparecer los envases desechables, porque la política mundial, como ya lo vimos a lo largo de este trabajo, es en orden jerárquico: cero envase, envase mínimo, envase reusable, envase reciclable y envase con contenido de materiales reciclados.

4.2 Criterios para el análisis del ciclo de vida de un envase

Una de las principales tendencias que ha surgido, es el análisis del ciclo de vida de los envases (ACV), que nos permite hacer un estudio integral, sobre las etapas por las cuales se produce, comercializa y desecha un envase.

¹⁴⁷ Denison, Edward y Yu Ren Guang. **Packaging 3: Envases Ecológicos**. Mc. Graw-Hill, México, 2002 p. 21

¹⁴⁸ Para ampliar datos sobre tintas y adhesivos biodegradables consultar Fuad-Luke, Alastair. **Manual de diseño ecológico**. Cartago S. L., Reino Unido, 2002.

Este ACV contempla, como lo vamos a ver más detalladamente las etapas de:

Tabla 24: Elementos de análisis para el Ciclo de Vida

Obtención de materiales y componentes	Es decir la adquisición de materias primas para el desarrollo de envases y los insumos requeridos, así como la adquisición de consumibles para la producción del envase.
Producción	Aquí se contempla el procesamiento de las materias primas, así como la producción y conversión de éstas en envases. También debemos tomar en cuenta en el caso de los envases que este proceso inicia de nuevo, ya que el envase es una materia prima para la empresa que produce el alimento, de manera que antes de llegar al consumidor final el envase es utilizado en otro proceso que igualmente deberá analizarse a través de su ciclo de vida. En este caso se tomarán en cuenta los procesos de llenado, envasado y embalaje.
Distribución y venta	Aquí podemos tomar en cuenta todo tipo de transportación desde el inicio del proceso.
Uso o utilización	El consumidor final hace uso del contenido de los envases y es la primera persona que decide cómo desecha los envases.
Deshecho	Sistema para la disposición de desechos, aplicación de métodos de manejo de residuos sólidos.

En todo este proceso, que puede repetirse varias veces, debemos de tomar en cuenta la emisión de residuos en sus distintas formas esto es, la emisión de residuos al aire, al agua, al suelo, y la emisión de desechos sólidos.

La importancia de plantear todo el ciclo de vida del envase radica en que permita delimitar, de una manera clara, todos los elementos que entran y salen del proceso, y que suponen un impacto negativo al medio ambiente.

Cuando está tomado en consideración la totalidad del proceso podemos entonces planear con mayor claridad los beneficios al cambiar el diseño, el material, o el mismo proceso con el cual se elabora el envase. Es por consiguiente, que ésta tendencia de revisar - a través del análisis de ciclo de vida (ACV-), tiene una gran aceptación en el medio de diseño de envases por su visión ecológica.

Así que no solamente la planeación del uso del envase deberá estar tomada en cuenta, dado que esta es solo una etapa; el diseñador si tiene la posibilidad de influir en todas las demás etapas, puede mejorar las características en relación al impacto ecológico del producto.

Una manera de analizar este impacto es a través de la Matriz MET¹⁴⁹, y cuestionarnos sobre tres aspectos importantes, durante cada una de las etapas del ciclo de vida del envase:

- Cuáles son los materiales (M) que se ocupan.
- Cual es el gasto de energía (E) ocupado.
- Cuales son las emisiones tóxicas (T) que se están produciendo.

Esto facilita el entendimiento del proceso de elaboración del envase desde el punto de vista ecológico. Al producir cualquier producto, en este caso envases, generalmente se pueden tener impactos ambientales negativos; estos deben ser cuidadosamente analizados y tomados en cuenta para el diseño con el fin de disminuirlos, estos, son entre otros:

¹⁴⁹ Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco “Manual práctico de eco diseño” IHOJOBE S.A. 2000 p 22

Tabla 25: Aspectos ecológicos a cuidar en la plantación de un envase

Disminución de recursos naturales	Ya que estamos ocupando estos recursos como materia prima para la fabricación de envases
Destrucción de la capa de ozono	Algunos procesos de fabricación de envases e incluso algunos envases contribuyen a este proceso
Smog	Tanto en el proceso de producción, como en la transportación de envase en su ciclo de vida se producen estas emanaciones.
Contaminación del agua	En algunos procesos productivos y sobre todo si el envase llega a los depósitos de desechos, tiende a contaminar.
Efecto invernadero y lluvia ácida	Estos son producto de la generación de emisiones atmosféricas de CO ₂ y SO ₂ , así que tanto los procesos productivos como la transportación de envase son causas de éste.
Contaminación de suelos y disposición incontrolada de residuos	Los envases son tradicionalmente contaminantes de suelos ya que su manejo no ha sido controlado.
Efectos nocivos a la salud humana tanto a nivel físico como psicológico	El mal manejo de los residuos del envase puede ocasionar en muchos casos, enfermedades tanto físicas como químicas.

Por lo tanto estos son algunos de los principios ecológicos, que no debemos perder de vista en el diseño y desarrollo de envases, desde la óptica del ecodiseño: No debemos perder de vista la racionalización de materiales, la minimización del uso de sustancias peligrosas, el ahorro de agua y su no contaminación, asimismo reducir el consumo de energía: (eléctrica, y combustibles) o utilizar energía más limpia. En cuanto a la generación de emisiones tóxicas, procurar no rebasar los niveles de seguridad permitidos, en cuanto a emisiones atmosféricas (CO₂ SO₂), ni de generación de residuos peligrosos (aceites, solventes, etc) controlar los desperdicios en cualquier

parte del proceso, tomar en cuenta la cantidad de RSM. que se generen, así como vigilar los rangos de emisión de vibraciones, ruidos y el deterioro visual .

4.3 Estrategias para el diseño ecológico de envases

Una vez que hemos revisado las diversas tendencias que siguen los envases de acuerdo las etapas del ciclo de vida y siguiendo los principios para su ecodiseño, a continuación se presentan las siguientes estrategias de diseño para optimizar y mejorar su desempeño:

- Seleccionar materiales de bajo impacto al medioambiente: Estos son los producidos por procesos más limpios, renovables, con menor contenido de energía, reciclables y/o reciclados, degradables o biodegradables.
- Reducir el uso de materiales: Esto puede ser en peso o en volumen, integrar partes del envase y reducir el uso de consumibles durante su ciclo de vida.
- Seleccionar técnicas de producción ambientalmente más eficientes: Por ejemplo, técnicas de producción alternativas, reducción de etapas de producción, reducir el consumo de energía o utilizar energía más limpia, disminuir la producción de desechos del proceso, reducir el consumo de productos auxiliares o cambiarlo por proceso de producción más limpios
- Seleccionar formas de suministro ambientalmente más eficientes: Reducir el consumo de energía del transporte promoviendo materias primas locales, (esto es elegir proveedores más cercanos y materiales mas ligeros). Donde el profesional del diseño industrial tienen ingerencia sobre todo en las PYMES

- Reducir el impacto ambiental en la fase de utilización: Por medio de la reducción del mantenimiento, y la promoción del reuso o reciclado, de evitar el desgaste y la generación de desechos o por medio del consumo total del producto.
- Optimizar el envases al final de su vida útil: Esto se puede lograr con la reutilización del producto, la refabricación, la modernización, el reciclado de materiales, la disposición más segura del producto y la incineración segura con recuperación de energía.
- Optimizar la función: Fomentar el uso compartido del envase, la integración de funciones, la optimización funcional del producto, la sustitución del envase por un servicio que lo integre.

Todos estos cambios, que tienen el fin de revertir las tendencias de generación de residuos, tienen que sustentarse en acciones que promuevan el cambio de los patrones de producción, comportamientos y hábitos de consumo; pero lo más importante para nuestra área es que puede hacerse desde el diseño de producto y el cambio de prioridades en la tecnología.¹⁵⁰

¹⁵⁰ Cortinas de Nava, Cristina. **Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos**. SEMARNAP, INE, Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas, diciembre, 1999. p. 43

4.4 Recomendaciones para aplicación ecológica de polímeros en el diseño de envases

Tomado en cuenta la política de jerarquización que establece la SEMARNAT para la elaboración de envases, y que se puede observar en la siguiente tabla, se presentan algunas recomendaciones que podrían tomarse en consideración para el diseño y/o rediseño de envases, en términos de reducir el impacto en el medioambiente:

Tabla 26: Jerarquización de prioridades para el envase SEMARNAT¹⁵¹

Envase cero	Durante la etapa de investigación y desarrollo de un producto, antes de su introducción al mercado, debe evaluarse la necesidad de envasarlo
Envase mínimo	Deben estudiarse métodos alternativos de diseño de productos y envases, con el fin de reducir al mínimo el envase
Envase retornable	Se trata de contenedores que pueden ser devueltos a empresas o industrias para su reuso
Envase rellenable o reusable	Es aquel que puede ser rellenado por el consumidor
Envase reciclable	Un envase se considera reciclable si existe un sistema económicamente viable y disponible para la recolección, procesamiento y comercialización del material que lo constituye

De acuerdo con esta política nacional a continuación se presentan recomendaciones para el diseño de envases plásticos de alimentos, ecológicamente orientados. Es importante comentar que estas recomendaciones deberán ser aplicadas posteriormente a un análisis del contexto como ya se mencionó al inicio de este capítulo. Éstas se

¹⁵¹ Cortinas de Nava, Cristina. *Op. cit.* p.178

estructuran con base en la división de formas de manejo ecológico de residuos sólidos ya utilizada en los capítulos anteriores, y son recomendaciones para el diseño y/o rediseño de envases orientadas a la biodegradación, reducción de origen, reutilización, reciclado y por último la recuperación de energía.

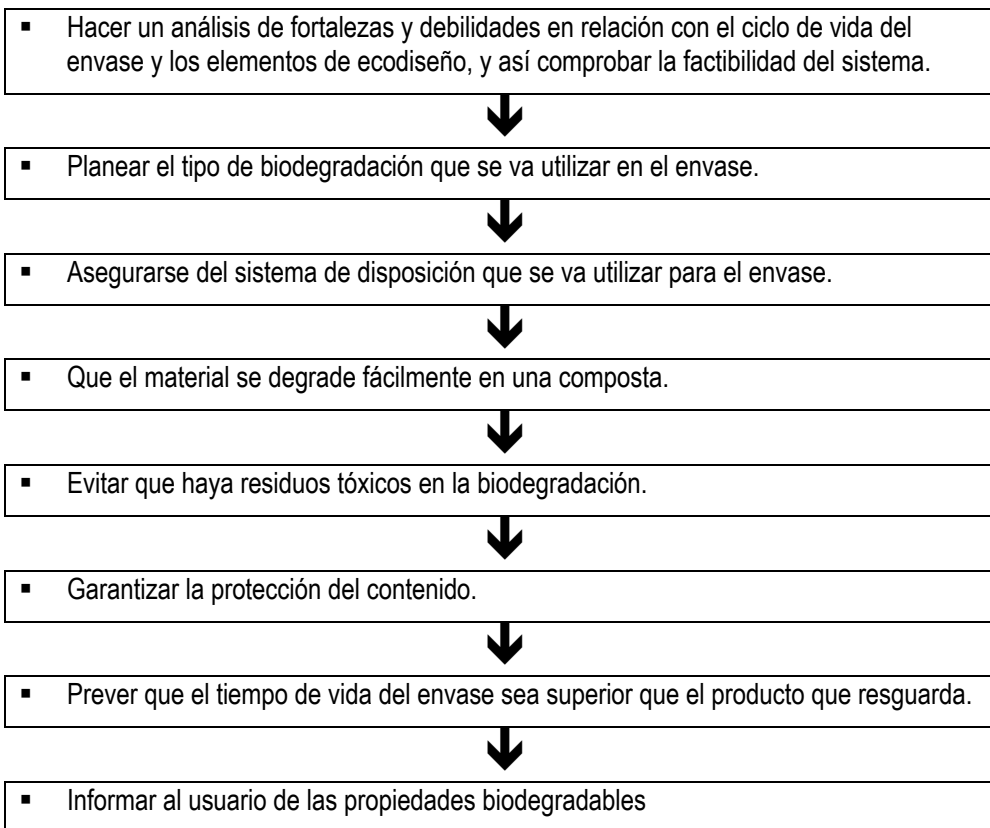
4.4.1 Recomendaciones para el diseño y/o rediseño de envases orientadas a la Biodegradación

Para la práctica de la utilización de envases biodegradables los sistemas de disposición de desechos sólidos que tenemos hoy funcionan, a diferencia de los sistemas que debemos establecer para la práctica del reciclado y del reúso, esto es una de las principales ventajas de este sistema.

Los responsables para la utilización de envases biodegradables son los elaboradores de envase y las empresas que utilizan envases fomentando y promoviendo la utilización de envases biodegradables; y los legisladores en términos de promover normatividad con el fin de fomentar el uso de envases biodegradables

Tradicionalmente se piensa que un envase debe durar más allá de lo que dura su contenido, en especial en el envasado de alimentos, de manera que se dice que un producto está adecuadamente envasado, si el envase es mucho más resistente que el contenido (piense en los frascos de vidrio que han tendido a disminuir su grosor ya que originalmente eran voluminosos y pesados), esto hacía que el consumidor tuviera una gran confianza en la protección del producto. Antitéticamente, la utilización de envases biodegradables tiende a proteger al producto solamente durante su vida de uso, en cuanto el producto se termina inicia la deterioración del envase, de manera que este puede ser parte de los desechos sólidos biodegradables y hacer composta.

Tabla 27: Recomendaciones para el diseño de envase en la biodegradación



También debería tomar en cuenta estas recomendaciones además de como ya hemos visto en capítulos anteriores se están llevando a cabo muchos avances sobre la posibilidad de desarrollar envases biodegradables, en sus diferentes formas de degradación: fotodegradación, biodeterioración, auto-oxidación, hidrólisis, solubilización, y también se estudiaron algunos polímeros comestibles que el diseñador debe aprovechar para crear recipientes ecológicos.

Los beneficios que podamos obtener al utilizar envases biodegradables son un manejo similar al del contenido del envase (alimento), un ahorro en el manejo para la disposición del envase, la posibilidad de entrar al mismo sistema de composta para manejo de residuos orgánicos, y no tener un gasto en el desarrollo de otro sistema, por ejemplo en el caso del reciclado, la reducción en el volumen de desechos sólidos especialmente en el caso de los biodigeribles.

Como ejemplo podemos poner el diseño de envase biodegradable para los juegos olímpicos de Sydney 2000, en el cual la empresa VISI elaboró 190 productos, incluidos platos desechables de caña de azúcar, así como cuchillería, popotes, vasos y tasas hechos de polímero de almidón de maíz producido por Biopol®. La misma compañía VISI se encargó del manejo del sistema y flujo de los desechos que se biodegradaron conjuntamente con los desechos orgánicos, el gasto del procesamiento fue el mismo que el de los residuos orgánicos¹⁵².

¹⁵² Denison Edward y Yu Ren Guang **Packaging 3: Envases Ecológicos**. Editorial Mc Graw Hill Mexico 2002. p. 35

4.4.2 Recomendaciones para el diseño y/o rediseño de envases orientadas a la reducción de origen

Con respecto a la reducción de origen, vemos que dicha política tiene por objeto minimizar los materiales antes de que éstos sean ocupados dentro de un envase, hay quienes dicen que éste es un requisito ya establecido desde hace muchos años para el diseño de envase.

Otros piensan que el reducir el sistema de envasado al mínimo puede traer beneficios a nivel individual, pero consecuencias negativas en términos de menor eficiencia en un manejo masivo.

La reducción de origen se lleva a cabo en la planeación o rediseño del envase, los responsables son los propios empresarios, conjuntamente con los diseñadores, acatando las disposiciones del poder legislativo con el fin de cumplir con la norma.

El objetivo principal de la reducción de origen es minimizar el impacto negativo en el ambiente, mediante la disminución de los materiales utilizados en el envase (que es lo que compete a esta propuesta), así como de las emisiones contaminantes, causadas por la producción y la transportación de los envases, y finalmente la reducción de los factores económicos en términos de gasto durante el CV del envase.

Los envases genéricos tienden a reducir en términos de procesos el gasto de energía; sin embargo, en algunos casos pueden estar sobre especificados para el contenido, en este sentido se recomienda que el envase esté diseñado justo para el producto, y asegurar así que los elementos favorezcan tanto al manejo del producto como al medio ambiente.

A continuación se enlistan algunos de los aspectos a considerar en la planeación para la reducción de origen en la industria del envase, a través del diseño o rediseño del mismo:

- Se puede prescindir del envase, o suprimir el envase secundario o incluso terciario
- Se puede eliminar alguno de los componentes de los distintos niveles de envase
- Reducir el peso del envase en términos del material que utiliza
- Se puede cambiar las cantidades de producto contenidas por el envase con el fin de optimizar el envase
- Se puede modificar el material del envase en términos de sus especificaciones técnicas
- Considerar la reducción de las emisiones al aire y al agua que produce el envase durante su ciclo de vida
- Considerar la disminución de los residuos sólidos que produce el envase durante su ciclo de vida
- Planear la disposición final del producto
- Contemplar la producción del envase a través de técnicas como las de “justo a tiempo”
- Cambiar la forma del envase, con el fin de reducir el consumo de materiales.
- Vigilar que la vida en anaquel y vida de uso esté en relación con la disposición final del envase
- Considerar un cambio integral en el ciclo de vida del envase y en el sistema de envasado que tienda a reducir los impactos negativos en el medio ambiente.
- A nivel sistémico, se puede lograr una reducción de origen neta total a través de los cambios en el sistema de envase.

Es importante mencionar que para hacer una reducción de origen se deberá de tomar en cuenta el sistema completo del envase, desde la utilización de la materia prima hasta su disposición final, pasando por todo su ciclo

de vida, pues se requiere prestar atención a las repercusiones que estos cambios traerán al sistema completo, es decir, el análisis de la reducción en los materiales para que no incrementen la cantidad de desechos.

Un buen ejemplo puede ser el cambio llevado a cabo en los países desarrollados, especialmente en Suecia, en los envases, para la comida rápida de Mc Donalds, empresa con un gran impacto ecológico a nivel mundial, sus envases para ensalada están basados en almidón; vasos y tasas son de papel, los cubiertos han cambiado de plástico a madera y las envolturas de sus hamburguesas son de un papel muy delgado, reduciendo en cantidad de material referente al envase en todos sus productos¹⁵³. Se espera que con el cambio de políticas en los países en vías de desarrollo esta empresa empiece a cambiar sus envases por otros más amigables al medioambiente.

4.4.3 Recomendaciones para el diseño y/o rediseño de envases orientadas al reciclaje

En cuanto a la tendencia de reciclaje, también se proponen alternativas en tres niveles: del material en su totalidad, la posibilidad de que éste se use para la re-elaboración de resina plástica, o bien, para la extracción química de elementos derivados del petróleo y su utilización en esta industria.

El reciclado también requiere de un sistema para su desarrollo y buen funcionamiento: recolección, separación de los elementos que componen un envase, control de limpieza y acondicionamiento para llevar a cabo el proceso. Ahora es muy común la venta de materiales reciclables a las empresas como una forma de obtener ingresos seguros, pero es necesario que la devolución de envases se realice con mayor sentido ecológico que la posible ganancia económica, aunque debe reconocerse que esto último funciona como motivación.

¹⁵³ Denison Edward y Yu Ren Guang **Packaging 3: Envases Ecológicos**. Editorial Mc Graw Hill Mexico 2002. p. 35

Además, es importante mencionar que esta tendencia también necesita la participación de tres sectores: los fabricantes (al utilizar materiales susceptibles de ser sometidos al proceso de reciclado y en la creación de un modelo de recuperación de los envases), el gobierno (en la promoción de legislaciones) y los usuarios consumidores de un envase para el apoyo en las acciones de recolección y separación.

Algunos de los elementos que deben tomarse en cuenta para el diseño de envases para el reciclado son:

- Que el envase esté hecho de un solo material, por ejemplo: PET, PEHD, PP y conserve sus propiedades lo mejor posible.
- Que las piezas del envase deben ser fácilmente separables, como tapas, botellas, etiquetas desprendibles, entre otras.
- Que los materiales puedan ser compactados al momento de ser recolectados.
- Que la etiqueta del envase tenga todas las especificaciones para orientar al consumidor.
- Que la preparación para el reciclaje sea sencilla.
- Que durante la transformación, los componentes químicos creen una sinergia que permita la conservación de propiedades.

En el diseño para el reciclaje es importante tomar en cuenta, también, el sistema de reciclaje local, la tecnología existente para recolectar los envases y si se cuenta con un mercado para el material reciclado, si esto es así hay que tomar en consideración las características de este sistema con el fin de apoyar en el diseño del envase las distintas acciones para el reciclado.

En términos generales los beneficios del reciclado se traducen en el manejo de un menor volumen de basura y la reducción de la misma en los tiraderos, así como en el aprovechamiento de materiales y su energía para

elaborarlos y en un menor costo por la compra de materia prima reciclada. Por tanto la que la tecnología existe en nuestro país, no deben limitarse sus aplicaciones.

4.4.4 Recomendaciones para el diseño y/o rediseño de envases orientadas a la reutilización

La reutilización de envases se da en varios niveles: a nivel de producción, en la empresa o en la distribución; -por ejemplo, la reutilización de envases de lotes fuera de especificaciones o el reuso de envases retornables- y, a nivel de consumo doméstico cuando el usuario termina el producto que está contenido en el envase y lo reutiliza para otros fines- por ejemplo el envase de Yogurt de ½ litro que se utiliza como recipiente domestico por algún tiempo en tanto se desecha.

La reutilización ha sido promovida desde que los envases se empezaron a elaborar de forma industrializada, (como los de galletas y pastas), pero con el estilo de vida promovido alrededor de 1960 esta práctica fue desalentada y sustituida por la de "útese y tírese", pues se pensaba, e incluso se sigue pensando, que es más fácil y económica. Lo preocupante es que a lo largo de 50 años hemos aprehendido eso; sin embargo, es posible cambiar el paradigma a través de la reeducación de la sociedad y una toma de conciencia sobre la gran cantidad de basura que se genera. La responsabilidad del reciclado se encuentra en los empresarios, los intermediarios y los consumidores del producto.

De ahí que esta tendencia ofrece tres maneras de llevarla a cabo: Utilizar el envase para el mismo uso que se le ha dado en primera instancia, utilizarlo en otro previsto por el diseño y el tercero utilizar el envase para otro uso más, no planeado. Además, la reutilización nos permite aprovechar y ahorrar en algunos elementos ya integrados a la producción del envase, por ejemplo en el gasto energético de las distintas fases de ciclo de vida del envase:

materiales, diseño, manufactura y transporte, beneficios no sólo perceptibles para el fabricante, también en toda la sociedad.

Cuando el envase es recuperado y utilizado por la empresa es importante contar un sistema de recolección, limpieza y rellenado, de ahí que el diseño también debe contemplar la resistencia de los materiales y la orientación de los consumidores, mediante leyendas que indiquen que el contenedor es retornable y que debe entregarlo limpio, aunque algunas corporaciones todavía se encargan de ello.

Cuando el envase es reutilizado para otra aplicación por el consumidor final es importante diseñar el uso y función de esta alternativa de uso, y promover en el usuario la utilización del envase. Es importante mencionar que el uso del envase queda a consideración del usuario, por lo que no hay que sobre valorar los efectos de la reutilización, ésta función alternativa, va relacionada con la calidad del envase, en algunos casos se requerirán de mejores materiales y diseños para promover su uso. Finalmente en cualquiera de las formas que se utilice el envase (algunas normas internacionales solicitan que se reutilice mínimo por cinco veces) el envase tendrá que tener una disposición final y esta deberá también estar diseñada. La propuesta es que antes de elaborar el envase, el diseñador debe considerar para la planeación de la reutilización los siguientes elementos básicos:

- Las partes del envase pueden ser reutilizadas
- Evaluar las posibilidades que tiene el envase de ser reusado por el consumidor
- Evaluar las posibilidades de rediseñar un segundo uso sin detrimento del primero
- Analizar que el sistema de recuperación sea eficiente.

En el caso de que el envase entre a un sistema de reutilización se deberá planear y diseñar para:

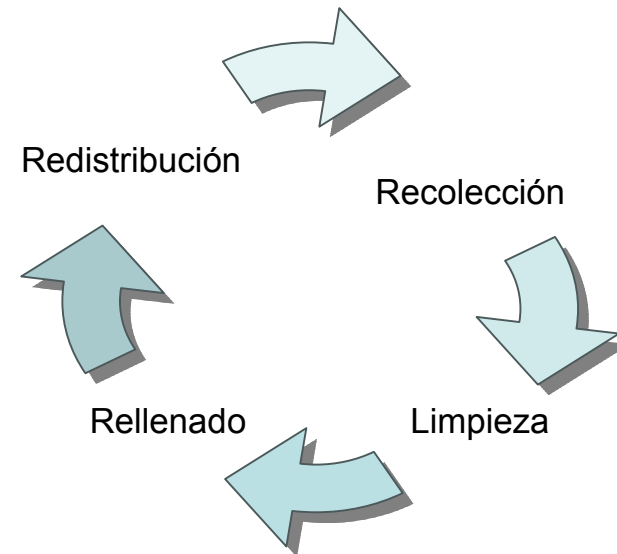
La recolección

La limpieza del envase,

El relleno del envase

La redistribución,

En este caso el envase es visualizado más como un servicio que como un producto.



En el caso del envase que se diseña para la reutilización alternativa por parte del consumidor se deberá:

- Planear y diseñar el tipo de reutilización que el usuario le va a dar al producto.
- Promover directamente la reutilización del producto dentro del mismo envase y decir directamente al usuario: Es un envase diseñado para la reutilización.
- Los materiales deberán ser lo suficientemente resistentes a la reutilización que se plantea.

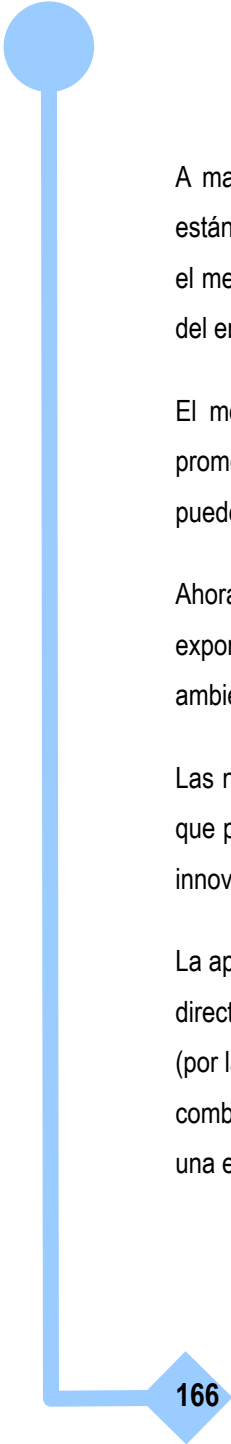
4.4.5 Recomendaciones para el diseño y/o rediseño de envases orientadas a la recuperación de energía.

En algunos países sobre todo en los desarrollados la incineración de desechos sólidos está prohibida, sino se tiene un sistema de recuperación de energía “se ha reportado que un 2% de la energía total consumida podría ser obtenida de la transformación de los desechos sólidos”¹⁵⁴ Sin embargo recordemos que en México existe tal acción, aún cuando la tecnología de recuperación de energía no se ha instaurada o es deficiente, y las cenizas generadas tampoco tienen el control debido provocando contaminación de suelos y mantos acuíferos para lograr recuperar una parte de la energía que se pierde en el proceso de incineración de desechos sólidos, resultado de envases y residuos de envase, algunos de los elementos que deberán tomarse en cuenta para su diseño son:

- Que los envases emitan bajos niveles de tóxicos que puedan ser manejados y controlados en las incineradoras.
- Que el contenido de la energía del envase pueda ser recuperado mediante la incineración.
- Que el envase pueda ser fácilmente comprimido, para minimizar su volumen antes de entrar al incinerador.

4.5 Ventajas de un envase eco diseñado

¹⁵⁴ Careaga J. A., **Manejo y Reciclaje de los Residuos de Envases y Embalajes**. Sedesol. Instituto Nacional de Ecología. Serie Monografías No. 4.1993. p 123



A manera de conclusión, podemos decir que, las políticas y reglamentaciones nacionales e internacionales nos están obligando a diseñar envases tomando en cuenta el probable impacto ambiental, muchas empresas líderes en el mercado, están conscientes de que al tomar en cuenta los elementos del ecodiseño, se mejorará la reintegración del envase al medioambiente

El mercado está cada vez más consciente del cuidado hacia el medio ambiente, un envase que tenga como promoción en su presentación que esta ecodiseñado, tendrá una ventaja competitiva en el mercado, ya que esto puede proporcionar una diferenciación en la imagen del producto y la empresa se verá posicionada como “verde”.

Ahora en México tanto las políticas gubernamentales, como las empresas en el desarrollo de productos para la exportación, exigen que se tomen en cuenta, tanto en sus procesos como en sus productos, el impacto al medio ambiente; esto nos lleva igualmente a que en el diseño y desarrollo de envase se esté llevando la misma directriz

Las nuevas tecnologías tanto en maquinaria y herramientas, están tomando más en cuenta el medio ambiente; así que para rediseñar un envase con la visión de ecodiseño, tiende a ser cada vez más fácil por la aplicación de estas innovaciones.

La aplicación de estrategias para reducir el impacto ecológico del envase tiende a reducir costos, ya sea de manera directa (por la reducción o cambio de materiales, por la mejora en el proceso productivo), o de manera indirecta (por la reducción de transportación o bien la reducción en herramientas y materiales auxiliares, o la reducción de combustibles). Esto implica una planeación de ingeniería a largo plazo que involucre todos los departamentos de una empresa.






168



Conclusiones



La hipótesis de este trabajo dice: “Si conjuntamos los conceptos de alimento-envase-producto-medioambiente en un sistema integrado y diseñamos con base en esto, estos productos (alimentos envasados) no quedarán excluidos del ecosistema siendo entonces productos de un menor impacto ecológico”.

Dentro de la tesis pudimos comprobar que los materiales que nos permitirán integrar este sistema ya existen en el mercado o están en fase de desarrollo, así que podemos empezar a diseñar con estos materiales, los sistemas de comercialización de alimentos desde una estructura de diseño sustentable, la del Ecodiseño.

Así, el objetivo principal de este trabajo se centra en: “dar una visión ecológica a los diseñadores en materia de envases de alimentos, con el fin de disminuir los desechos sólidos generados por esta industria. Esto se hará, dando un panorama amplio en lo referente a los plásticos ecológicos, sus características y aplicaciones en el desarrollo de envases, y de reconocer la necesidad de establecer nuevas estrategias para el desarrollo de éstos, orientados principalmente a la disminución de basura”.

Durante el desarrollo de esta tesis nos hemos dado cuenta de que se puede considerar integralmente desde un punto de vista ecológico, el desarrollo de envases de alimentos, no como un elemento en sí mismo, sino como un sistema integrado por cuatro factores que son: el alimento, el proceso de conservación, el medioambiente y por su puesto el envase; en la medida en que integremos estos, podremos desarrollar no sólo envases más amables con el medioambiente, sino también envases que interactúen con el alimento, y, con el proceso de conservación actuando como promotor de sistemas inteligentes y reactivos al medio en donde el envase sea planeado para tenga un periodo de degradabilidad posterior a la caducidad del alimento, pongamos un ejemplo: el yogurt envasado tiene


una caducidad de 30 días posterior a su fabricación, el envase de este alimento podría ser planeado para que empezara a degradarse seis meses después del envasado el producto.

El diseño de envases de alimentos visto desde una perspectiva sistémica, no será llevado a cabo solamente por una sola persona – el diseñador o ingeniero de envases-, sino que requerirá la colaboración interdisciplinaria en las áreas de alimentos, de proceso de conservación, de ingeniería y diseño de envase, de desarrollo de materiales y la visión ecológica, pues tendrán que interactuar para proponer sistemas de comercialización de la diversidad de alimentos, más integrados a la naturaleza.

Consideramos que si ponemos en conjunto los conceptos de “alimento-envase-producto-medioambiente”, en un sistema integrado, y diseñamos en base a esto, tales productos no quedarán excluidos del ecosistema, siendo entonces productos cuya meta sea generar un menor impacto ecológico.

Para el caso específico de los residuos de envases plásticos para alimentos, se hace indispensable el análisis de éstos cuatro factores de que se compone el sistema de envasado, conjuntamente con el análisis del ciclo de vida – que incluye un estudio sobre la infraestructura con la que cuenta la localidad para el manejo de los residuos sólidos municipales o RSM- para que, a partir del resultado de este estudio, se esté en condiciones de seleccionar un método de manejo de residuos ecológicamente tratados, tomando en cuenta esto, tenderemos una visión integral del sistema y podremos diseñar el envase conforme a estos principios.

En consecuencia de lo anterior, cada vez deberemos de tomar en cuenta el ciclo de vida de los productos integrados, considerando la vida de uso y deshecho de los envases; mientras se diseñe el envase con un ciclo de vida acorde con el ciclo de vida del alimento, y esto, desde luego, hará que se minimice la cantidad de residuos sólidos de envases, o por lo menos, que tengan un impacto mínimo en el entorno.



Durante el desarrollo de esta tesis hemos dado un panorama amplio en lo referente a los plásticos ecológicos, sus características y aplicaciones en el desarrollo de envases; esto podrá ayudar a los diseñadores industriales y en específico a los especialistas en el diseño de envase, a tomar en cuenta los nuevos materiales, sus propiedades y posibles aplicaciones, para el desarrollo de sus proyectos.

Asimismo, hemos presentado una visión unificadora entre el envase el alimento, y el proceso de conservación y la ecología, con el fin de poder generar una perspectiva integradora en los ámbitos donde se esté considerando el envasado de alimentos (a nivel gubernamental normativo de disposición de residuos sólidos, o a nivel de diseño en la industria del alimento); tomando en cuenta la amplitud de este sistema, a favor de la protección del medioambiente.

Esto permitirá al diseñador, establecer nuevas estrategias para el desarrollo de envases de alimentos orientados principalmente a la urgente disminución de basura que estos producen.

La presente investigación partió del estudio (análisis) de la problemática del manejo de los residuos sólidos existente en México, ocasionada, en gran parte, por los desechos de envases plásticos de la industria del alimento.


Exponiendo al mismo tiempo la creciente preocupación por la restauración del equilibrio ecológico a nivel global, observamos que nuestro país es uno de los que están rezagados en términos del manejo de los residuos sólidos municipales, -entre ellos, el reciclado de los diversos materiales plásticos ocupados en dicha industria-, teniendo en consideración que las normas y disposiciones que han fijado ya los países desarrollados en cuanto a envase y embalaje son demasiado estrictas para los países en vías de desarrollo como el nuestro.

Por todo ello surge la necesidad de compartir la responsabilidad de los órganos del gobierno correspondientes, así como el sector industrial y la sociedad en general, y desde luego, el Diseñador o Ingeniero de Envase y Embalaje de alimentos.

En cuanto a los sistemas de recolección de desechos municipales (RSM), se encontró que aún existen deficiencias en su tratamiento, pues en la mayoría de los casos, no existe una adecuada separación de materiales, los depósitos están a cielo abierto, la normatividad para su disposición es insuficiente o deficiente, y cada vez más los desechos de envases de alimentos se incrementan, dado su consumo, y por la carencia de tecnología que produzca o comercialice materiales plásticos biodegradables o de pronta o rápida reintegración a la naturaleza.

No obstante, también hay diversas maneras de procesar los plásticos, -utilizados en la industria de los alimentos- con menor impacto ecológico, que deben ser analizadas con cuidado para valorar sus ventajas y desventajas durante su aplicación; en este caso se estudiaron cinco métodos: biodegradación, reciclaje, reducción de origen, reutilización y recuperación de energía; y se encontró que es posible cambiar el paradigma a través de la reeducación de la sociedad y de sus hábitos de consumo, mediante la toma de conciencia de la cantidad de basura que se genera.

La responsabilidad del reciclado se encuentra en los empresarios, los intermediarios y los consumidores finales del producto.



Por todo lo anterior, es de suma importancia hacer conciencia social sobre la racionalización y buen manejo de los desechos, ya que así podremos controlar un poco más los residuos sólidos. El desecho de material de envases especialmente en el área de alimentos, es un factor que, si se disminuye puede ayudar a reducir los desechos sólidos municipales de manera importante, especialmente los relacionados a la lenta descomposición de ellos, como ya hemos visto el caso de los plásticos en los tiraderos que pueden tardar en degradarse de 10 a 100 años y en algunos casos esta degradación no es completa. De tal manera que, en éste trabajo se propone como principal alternativa para minimizar la gran cantidad de basura que se produce, la incursión de los plásticos biodegradables a la industria del envasado de alimentos.

Actualmente, muchas empresas ahora líderes en el mercado son conscientes de que tomar en cuenta los elementos del ecodiseño ahorra costos y facilita procesos, y el mercado también está fomentando las nuevas tendencias de integración con la naturaleza, pues también les garantiza mayor competitividad al mejorar la imagen e incrementar los beneficios para la salud.

A pesar de las enormes carencias legislativas, en México las políticas gubernamentales y las empresas en el desarrollo de productos para la exportación exigen que se tomen en cuenta los polímeros de origen natural, tanto en sus procesos como en sus productos, desde la perspectiva del diseño industrial, a través de las nuevas tecnologías.

En nuestro país, una de las prioridades que están atendiendo los órganos de gobierno es la disposición final de los residuos sólidos municipales; este manejo no es solamente técnico, ya que se trata de una problemática compleja relacionada con distintos elementos, por ejemplo: la forma de la administración de los recursos, la capacidad administrativa de los organismos, y la forma en que transcurre en general el desarrollo económico y social del país.

Conjuntamente con el problema que representa el incremento de estos residuos que es directamente proporcional a la industrialización del país, esto repercute tanto en los patrones de producción como en los patrones de consumo locales.

Por último pero no menos importante, se debe considerar la inclusión de materias orientadas hacia el cuidado de medioambiente para la adecuada formación del profesional en diseño industrial; es urgente que se incluyan dentro de los planes de estudio del diseño industrial orientaciones hacia la ecología y especialmente dirigido hacia el ecodiseño del envase y el embalaje; que se muestren las alternativas que en innovación de materiales se han desarrollado, con el fin de que los futuros diseñadores egresen con una visión de diseño sustentable, que en el futuro será la única forma de mantener la viabilidad de la vida. Ya que como dice Fritjof Capra

“A medida que los residuos se conviertan en recursos, se crea nuevas fuentes de ingreso y nuevos productos y la productividad aumenta. Mientras que es inevitable que la extracción de recursos y acumulación de residuos alcanza sus límites ecológicos, la evolución de la vida ha demostrado durante más de tres millones de años que, en el hogar Tierra sostenible, no hay límites para el desarrollo, la diversificación y la creatividad”¹⁵⁵

¹⁵⁵ **Capra Fritjof *Las conexiones ocultas***. Implicaciones sociales, medioambientales económicas y biológicas de una nueva visión del mundo. Editorial Anagrama Barcelona 2003.

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Ciclo de deterioro ecológico _____	10
Ilustración 2: Residuos Sólidos Municipales producidos en México y su composición _____	15
Ilustración 3: Evolución de la recolección de los RSM por los servicios _____	16
4: Instalaciones a nivel nacional (barras) y capacidad de los sitios de disposición final (líneas) de los RSM _____	17
Ilustración 5: Porcentaje de participación del Envase y Embalaje en el total de los Desechos Sólidos Municipales 1998 _____	19
Ilustración 6: Porcentaje de participación los distintos materiales en el total de desechos de envase 1998 _____	20
Ilustración 7: Cuatro factores de un sistema de envase _____	21
Ilustración 8: Ciclo de vida del envase para considerar en diseño _____	32
Ilustración 9: Ciclo de vida de los envases _____	35
Ilustración 10 : Integración de sistemas de reciclado _____	43
Ilustración 11: Fase de reciclado avanzado de polímeros _____	45
Ilustración 12: Clasificación de los plásticos para su reciclado _____	47
Ilustración 13: Otro tipo de códigos utilizados para el reciclado _____	48
Ilustración 14: Sector del Plástico por tamaño de empresa en 1993 _____	63
Ilustración 15: Sector del Plástico por tamaño de empresa 2001 _____	63

Ilustración 16: Concentración del Sector Plástico por Estados 2003 _____	64
Ilustración 17: Consumo nacional aparente en México, 2003. _____	65
Ilustración 18: Valor de la producción de los envases en México _____	67
Ilustración 19: Producción, consumo y recolección de PET _____	93
Ilustración 20: Presentación esquemática de los polímeros basados en su origen y método de producción _____	108
Ilustración 21: Modelo hipotético de una lámina de gluten _____	116
Ilustración 22: Envase de almidón de maíz para frutas. _____	129
Ilustración 23: Envases de almidón y celulosa biodegradable _____	130
Ilustración 24: Envases de almidón con policaprolactona _____	131
Ilustración 25: Envases de Co-poliéster Polibutilenosuccinato y tereftalato, biodegradable _____	132
Ilustración 26: Envase de espumado de Co-poliéster Polibutilenosuccinato y tereftalato, biodegradable	133
Ilustración 27: Envase de Plantic™ Biodegradable, a base de almidón de maíz _____	134
Ilustración 28: NaturWorks PLA. Envase elaborado con zeína de maíz _____	135

Lista de tablas

Tabla 1: Generación de Residuos	18
Tabla 2: Relación del envase con el alimento.....	24
Tabla 3: Potencial en la reducción de origen en cuanto a volumen de desechos sólidos.....	37
Tabla 4 Puntos a considerar para la reducción o cambio de material.	39
Tabla 5: Posibles usos de materiales reciclados.....	49
Tabla 6: Material plástico recuperado del flujo de desechos sólidos.	50
Tabla 7: Métodos de Biodegradación de Plástico	52
Tabla 8: Fases de la Biodegradación	55
Tabla 9: Contaminantes generados por una incineradora.....	57
Tabla 10: Valor de la producción de Envases en México.....	66
Tabla 11: Usos del reciclado de PET en México.....	72
Tabla 12: Políticas a nivel nacional sobre envases en Canadá	76
Tabla 13: División de los Plásticos	87
Tabla 14: Polímeros por su Origen.....	87
Tabla 15: Clasificación de los Plásticos	88
Tabla 16: Polímeros Naturales, Proteínas.....	96
Tabla 17: Polímeros Naturales, Carbohidratos	99
Tabla 18: Polímeros Naturales, Lípidos	102

Tabla 19: Mecanismo de degradación de los biopolímeros	107
Tabla 20: Categorías principales de los biopolímeros basadas en su origen y producción	109
Tabla 21: Investigaciones sobre Biopolímeros que tienen aplicaciones comerciales.....	125
Tabla 22: Fabricantes de biopolímeros y materiales que producen	126
Tabla 23: Biopolímeros para películas y capas:	138
Tabla 24: Elementos de análisis para el Ciclo de Vida.....	149
Tabla 25: Aspectos ecológicos a cuidar en la plantación de un envase.....	151
Tabla 26: Jerarquización de prioridades para el envase SEMARNAT	154
Tabla 27: Recomendaciones para el diseño de envase en la biodegradación.....	156

Glosario

A

Alimentos Cada una de las sustancias que un ser vivo toma o recibe para su nutrición.

Aceite comestible Producto de origen vegetal (girasol, oliva, maíz, uva, soja) de uso habitual en la alimentación cotidiana. Este producto plantea un grave problema de contaminación. Aproximadamente más de un millón de toneladas de aceite casero van al desagüe. Formándose en los ríos una película que impide la oxigenación del agua que afecta directamente su capacidad autodepurativa.

Aceite lubricante Porciones de alta viscosidad obtenidos durante la destilación del petróleo. Puede utilizarse como combustible para generar altas temperaturas, una vez separadas las sustancias tóxicas y metales pesados que contiene. También puede reciclarse, una vez limpio y filtrado, como lubricante. Este aceite usado es difícilmente biodegradable por lo tanto contaminante. Se estima que por litro es capaz de contaminar un millón de litros de agua.

Acidificación Es el proceso mediante el cual el pH del agua desciende, por adición de un ácido.

Ácido Sustancia que libera iones hidrógeno (H^+) en agua. Compuesto químico cuya propiedad fundamental es la de reaccionar con las bases produciendo sales. Una solución es . ácida si se concentran más iones hidrógenos (H^+) que iones hidroxilo (OH^-), que se expresa a través de un valor bajo en la escala del pH. Hay dos tipos de ácidos los hidrácidos que no contienen oxígeno y se obtienen por la combinación de hidrógeno con un halógeno (F, Cl, Br I); y oxácidos que contienen oxígeno, hidrógeno y un no metal

Ácido nítrico	Es uno de los causantes de la lluvia ácida. Se forma en la atmósfera debido a la emisión de óxido nítrico por las centrales eléctricas, chimeneas industriales y escapes de coches (HNO ₃).
Ácido sulfúrico	Líquido incoloro, inodoro, denso; de aspecto aceitoso y altamente corrosivo, mezclándose con agua desprende mucho calor. Mayormente se utiliza para la obtención de ácidos y sulfatos para depurar aceites, refinar petróleo, decapar metales y en agricultura. También es causante de la lluvia ácida.
Ácido tereftálico	Monómero utilizado para fabricar el polietilentereftalato (PET) y el poliéster que se usan para botellas de bebidas, películas y productos para aplicaciones a alta temperatura.
Acidófilo	Seres vivos que habitan o se desarrollan en un ambiente preferentemente ácido.
Aclimatación	Proceso de ajustes fisiológicos o de comportamiento que sufre un organismo para lograr la adaptación a un suelo y clima determinado.
Adhesivo	Sustancia no metálica o bien mezclas de está que pueden unir otros materiales (también los metales) predominantemente en sus superficies por medio de solidez interior (cohesión y adherencia). Los primeros adhesivos usados en envases fueron almidones y otros derivados naturales. Actualmente existe un amplio rango de polímeros sintéticos que se utilizan como adhesivos. Las últimas tendencias están relacionadas con la compatibilidad con el medio ambiente, la seguridad y la salud; de ahí resurgen los adhesivos solubles en agua. También existen adhesivos base solvente y hot melt.
Aditivos	Grupo de sustancias químicas específicas diversas que se incorporan a preparaciones plásticas antes o durante el procesamiento, o también a superficies de productos terminados, es decir, después de ser procesados. Su objetivo principal es modificar el comportamiento de los plásticos durante su procesamiento, u otorgar propiedades beneficiosas a artículos

Aditivos alimentarios

plásticos ya fabricados. Este término se utiliza también para las sustancias agregadas a otros materiales (Enciclopedia Moderna de Plásticos '95.)

Productos químicos añadidos a los alimentos para su elaboración o conservación (aromatizantes, colorantes, edulcorantes, etc.) Pueden ser sustancias naturales o sintéticas. En algunos casos pueden llegar a ser tóxicos, es por eso que hay legislación (Código Alimentario Argentino, Legislación del Mercosur) que establece la concentración y el tipo permitido. La ingesta de aditivos sin que perjudiquen la salud se mide con el IDA (ver Ingesta Diaria Aceptable) Procesos como el envasado al vacío, radiación o la pasteurización permiten la conservación de productos frescos sin aditivos.

Administración de alimentos y drogas de los estados unidos (FDA)

Agencia federal encargada de proteger, promover y mejorar la salud de la población norteamericana. La FDA tiene la responsabilidad de asegurar que los alimentos sean inocuos, saludables e higiénicos, que las drogas, tanto para animales como para humanos, los productos biológicos y los dispositivos médicos y cosméticos sean seguros y efectivos. Además, debe asegurar que las radiaciones que emiten los elementos electrónicos no sean perjudiciales y que los productos reglamentados sean presentados de manera correcta, informativa y honesta. También que estos productos cumplan con la ley y con la reglamentación de la FDA, y en caso de no hacerlo, ésta debe identificarlos y advertir a sus fabricantes. Queda bajo su responsabilidad, además, que aquellos productos que sean inseguros y no estén reglamentados queden fuera del mercado. (Panorama/Misión de la Agencia FDA, 1996.)

Aerobio

Ser vivo que necesita oxígeno para vivir. Generalmente aplicado a bacterias y protozoos.

Agencia de protección ambiental de los estados unidos (EPA)

Agencia de reglamentación federal cuya misión es controlar y disminuir la contaminación en áreas donde se advierta la presencia de residuos sólidos, líquidos y volátiles de pesticidas,

unidos (EPA)	radiación y sustancias tóxicas. Trabaja en colaboración con los gobiernos locales y con el Estado. (Manual de Gobierno de los Estados Unidos 1993/94, Oficina de Registro Federal, Archivos Nacionales y Administración de Documentos.)
Alcalinización	Se agregan sustancias alcalinas con el fin de elevar el pH de una solución acuosa.
Alcalino	Lo opuesto de un ácido. También llamado base. Se dice del pH mayor que 7,5.
Alimento	Sustancias que son ingeridas y asimilados por los organismos para proveer energía y nutrientes a los procesos metabólicos de crecimiento y reparación de tejidos. Las principales son agua, hidratos de carbono, lípidos y proteínas.
Ambiente	Es un conjunto de elementos y fenómenos como el clima, suelo u otros organismos que condicionan la vida, el crecimiento y la actividad de los organismos vivos. Este término puede ser utilizado para describir niveles de contaminación, ruido y temperatura.
Aminoácidos	Es un grupo de compuestos orgánicos que son los principales componentes de las proteínas esenciales en la vida del ser humano. La mayoría contiene un grupo amino (NH ₂) y un grupo carboxilo (COOH)
Amorfo	Sólido constituido por partículas sin regularidad en su ubicación. Existen sustancias poliméricas como el vidrio y algunos plásticos (acrílico) que tienen estructura amorfa. Son polímeros con estructura amorfa, vítreos a temperatura ambiente, el acrílico, policarbonato, poliestireno.
Anaerobio	Ser vivo o proceso de vida que no necesita oxígeno.
Análisis del ciclo de vida	Metodología que evalúa el impacto ambiental de un producto (incluyendo todos los factores relevantes para el medio ambiente, como consumo de energía, emisión ambiental, etc.) en cada etapa del ciclo de vida del mismo; comenzando con la disponibilidad de

la materia prima, continuando con la elaboración, manufactura y uso por parte del consumidor, hasta su disposición final, posterior reciclado o reutilización.

Antioxidantes (aditivo)

Compuestos que con la función de proteger a los polímeros de la oxidación inhibiendo o disminuyendo la velocidad de las reacciones de los polímeros con el oxígeno atmosféricos, que son mecanismos de reacción en cadena que involucran radicales libres. Interrumpen la reacción en cadena en algún punto. Un antioxidante comúnmente usado es BHT(Ver Butil Hidroxi Tolueno). Se agregan a los plásticos para reducir su degradación durante el proceso de extrusión o termoformado y durante su exposición a la intemperie (efecto combinado de exposición a la luz principalmente UV y al oxígeno atmosférico). La mayoría de los antioxidantes utilizados tienen estructura fenólica.

Atmósfera

Capa de gas que rodea al planeta, esta constituida con excepción del vapor de agua por 78% nitrógeno, 21% de oxígeno, 0,9% de argón, 0,035 de dióxido de carbono y mínimas cantidades de otros gases. El vapor de agua puede contribuir hasta un 3% dependiendo de la humedad relativa y la temperatura.

Atmósfera modificada (map)

Tecnología de envasamiento que consiste en reemplazar la atmósfera de aire que rodea al alimento dentro del envase por un gas o mezcla de gases cuya composición dependerá de la naturaleza del producto a envasar. Es utilizado para extender el tiempo de vida de alimentos frescos o precocidos conservados en condiciones de refrigeración previniendo los procesos de oxidación.

Autoecología

Estudia la ecología del organismo individual de una especie.

B

Basura

Residuos desechados y desperdicios

Biodegradación

Proceso de descomposición de una sustancia mediante la acción de organismos vivos. Uno de los criterios usados para resguardar y

	proteger el medioambiente
	Auto-oxidación: Proceso de descomposición de una sustancia mediante la acción del oxígeno que va desprendiendo en el proceso de descomposición
	Hidrólisis: Proceso de descomposición de una sustancia mediante la absorción de agua
	Solubilización: Proceso de descomposición de una sustancia mediante la dilución de los componentes en un líquido
Biodeterioración	Descomposición de un material o sustancia mediante la acción de organismos vivos
Biodigeribles	Proceso de descomposición de una sustancia mediante la acción de organismos vivos principalmente la digestión
Biopolímeros	Polímeros que el hombre ha construido tomando en cuenta los ciclos y proceso de degradación de la naturaleza con base en los polímeros naturales

Balance ecológico

Ver "análisis del ciclo de vida"

Balance energético

Determinación cuantitativa de los aportes y pérdidas de energía, el resultado indica la eficiencia de un sistema.

Barrera

Término utilizado en envases para definir aquellos polímeros o resinas que protegen al producto envasado durante su tiempo de vida de estantería y tienen una permeabilidad al oxígeno a 23°C menor que 100 cm³.mil/m².día.atm. El PVDC, EVOH, PVA, poliamida PET, etc son polímeros de barrera y son buenas barreras a olores. Las poliolefinas son buenas barreras a vapor de agua pero no son buenas barreras al oxígeno.



Barrera funcional

Es cualquier capa constitutiva de un envase plástico que bajo condiciones de uso normales o predecibles reduce toda posible transferencia de materia (migración y permeación) de cualquier capa del envase al alimento por debajo de las cantidades que podrían causar deterioro de sus características organolépticas o poner en peligro la salud humana (nivel toxicológicamente no significativo).

Basura

Desechos generalmente de origen urbano y de tipo sólido (Ver residuos sólido urbanos).

Bioacumulación

Es el término utilizado para describir la acumulación o concentración de sustancias en organismos vivos ingeridos a través del agua o alimentos. Se concentran en tejido graso y óseo. Los más importantes son herbicidas, insecticidas y los metales.

Bioclima

Son los tipos de clima que pueden distinguirse atendiendo a los factores que afectan a los seres vivos.

Biodegradable

Material capaz de ser descompuesto en sustancias naturales como dióxido de carbono, agua y biomasa (humus) por procesos biológicos especialmente por acción de los microorganismos. Mientras que muchos polímeros naturales tales como las proteínas, los polisacáridos, etc., son fácilmente biodegradados por los microorganismos, estos carecen de enzimas capaces de romper las uniones de las cadenas macromoleculares de los polímeros sintéticos tradicionales, es decir los plásticos mas usados en envases (polietileno, polipropileno, PVC, poliamidas, polietilen

terftalato, etc). El término biodegradable sólo se aplica a aquellos materiales que son degradados por microorganismos o por las enzimas generadas por las bacterias y hongos. Existen polímeros sintéticos biodegradables como por ejemplo el alcohol polivinílico, la policaprolactona y otros obtenidos por biotecnología como los polihidroxicanoatos. Los poliésteres alifáticos tales como el ácido poliláctico, etc. Los envases biodegradables son aquellos que están constituidos por un material que permite mantener completamente su integridad durante su manufactura, vida de estantería y uso por parte del consumidor, y que, tan pronto como se desecha luego del uso, comienza a cambiar por influencia de agentes biológicos, fundamentalmente microorganismos que lo transforman en componentes menores que eventualmente se diluyen y cuya disposición final es el compostaje.

Biodegradación

Es el consumo de sustancias por parte de microorganismos siguiendo vías metabólicas catalizadas por enzimas segregadas por aquéllos, y su velocidad depende de condiciones ambientales tales como temperatura, humedad, oxígeno y flora microbiana (antagonismo, sinergismo, competición entre microorganismos).

Biodesintegración (biofragmentación)

Fenómeno por el cual un producto pierde su integridad a través de la acción de agentes biológicos sobre el mismo. Se denomina así al deterioro micro biológico de mezclas de polímeros como el polietileno con almidones, utilizados en la fabricación de bolsas, donde se



Biodeterioro

observa la ruptura del objeto plástico en fragmentos más pequeños debido al ataque enzimático de la fracción amilacia del material.

Término utilizado para referirse al deterioro de los productos alimenticios causado por bacterias, hongos, levaduras, insectos y roedores. Para que se produzca la reacción microbiana se requiere en general la presencia de humedad y temperatura. El biodeterioro es también causado por el proceso normal de envejecimiento (senescencia) que ocurre en los organismos vivos como en la fruta y los vegetales.

Biodiversidad

Término utilizado para describir la riqueza de la vida animal y vegetal que se encuentra en el planeta.

Biomasa

Se denomina de esta manera a la cantidad de materia viva en un área determinada. Es el conjunto de la materia biológicamente renovable (madera, celulosa, almidón, etc).

Biósfera

Es la capa más superficial de la Tierra y en la que pueden distinguirse la tropósfera, la hidrósfera y la parte superior de la litósfera, donde se desarrolla la vida. También se denomina como biósfera al conjunto de los seres vivos.

Bioteología

Es cualquier aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados para crear o modificar productos o procesos para un uso específico.

Blister

Término inglés utilizado para denominar un envase fabricado con plástico rígido constituido por dos partes, una que es el fondo que es el

verdadero blister obtenido por termoformado y la otra que es la tapa que se sella. (envases utilizado para medicamentos como aspirinas, antibióticos, etc)

Bolsa

Envase flexible sellado longitudinalmente constituido por uno o más pliegos de papel, o con otros materiales flexibles papel coteado, laminado o películas plásticas.

C

Carbohidratos Son compuestos polihidroxialifáticos que contienen también grupos carbonilo y carboxilo en sus componentes simples

Cáscaras Corteza o cubierta exterior de frutas, granos, y otros productos naturales

Conservación Mantener algo en estado adecuado para su utilización

Cadena alimentaria (trófica)

Sucesión de los distintos seres vivos en que uno de ellos se alimenta de otro. Es la forma en que un ser obtiene materia y energía. Los niveles tróficos fundamentales son 1- Productores autótrofos (árboles arbustos) 2- Consumidores primarios (invertebrados herbívoros, vertebrados herbívoros y vertebrados omnívoros. 3- Consumidores secundarios (Invertebrados carnívoros, vertebrados carnívoros). 4- Descomponedores (bacterias y protozoos) 5- Transformadores (bacterias)

Calandrado

Proceso en el cual un plástico es primero calefaccionado y luego es pasado a través de rodillos bajo presión elevada para obtener una lámina continua de diferentes dimensiones, propiedades mecánicas, superficiales u ópticas. Es usado ampliamente para obtener láminas de materiales poliméricos termoplásticos

Calentamiento

Elevación paulatina de la temperatura de la tierra debido al efecto invernadero. En el último siglo la temperatura ha aumentado

Capa de ozono

entre 0,3 y 0,6 °C y se estima que esta puede ascender entre 1,5 y 4,5 °C a finales del siglo XXI.

Región de la atmósfera correspondiente a la estratosfera donde se encuentran las mayores concentraciones de ozono. Esta región se encuentra entre 10-50km alrededor de la superficie de la tierra pero la mayor concentración está a 20-25km (Ver Ozono). La energía de un fotón de radiación ultravioleta (UV) se invierte precisamente en disociar la molécula de ozono, de modo que esa energía ya no alcanza la superficie terrestre. Una simple disminución del 1% en la capa de ozono implicaría un aumento del tres por ciento en la incidencia de los rayos ultravioleta sobre la tierra y un 2% en los casos de cáncer de piel. En 1982 sobre la Antártida se detectó el "agujero de ozono", disminución en el espesor de la capa que tanto ha movilizado a la opinión pública y a grupos ecologistas y otros. La disminución de la capa de ozono en las regiones árticas y antárticas es atribuida generalmente a la liberación de varios productos, entre los cuales se considera al grupo de los Cloro Fluoro Carbonos (CFCs) como los más importantes. El protocolo de Montreal limitó la utilización de estas sustancias, que es una de las primeras medidas relacionadas con el medio ambiente que ha sido aceptada prácticamente en todo el mundo.

Carbohidratos (glúcidos)

Cx (H₂O) y Compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Son el primer producto de la fotosíntesis y actúan como transportadores y almacenadores en animales, plantas y microorganismos. Son sustancias que componen los alimentos, proporcionando las calorías necesarias para el crecimiento y movimiento. Ej glucosa, sacarosa y celulosa.

Carbonato de calcio

CaCO₃ Es la forma en que se presenta naturalmente el calcio denominada calcita. Disuelto en agua en su forma hidratada constituye las aguas duras. Es utilizado en el cemento. Se utiliza como carga en las formulaciones plásticas

Carbono	Elemento no metálico con peso atómico 12,01, número atómico 6 y su símbolo químico es C. Es inodoro e insípido. Se encuentra en estado sólido y sometido a elevadas temperaturas se convierte en estado de vapor sin pasar por el estado líquido. Se lo encuentra presente en todas las sustancias orgánicas (Glúcidos, lípidos y proteínas) y es fijado por las plantas a través de la fotosíntesis. El carbono puro existe en dos diferentes formas cristalinas diamante y grafito, también en varias formas no cristalinas o amorfas como negro de humo
Carboxilo	Grupo molecular con la siguiente formula química COOH. Si está presente en una molécula de sustancia orgánica se la denomina ácido u ácido orgánico y por eso es un grupo ácido. Este grupo confiere propiedades acídicas.
Cargas	Materiales inertes que se agregan a las formulaciones plásticas para reducir costo y/o para mejorar su performance. Se utilizan muy ampliamente en las resinas termorígidas e incluyen también a la fibra de vidrio (poliéster reforzado con fibra de vidrio), aserrín de madera, etc. Las cargas utilizadas en termoplásticos incluyen talco, carbonato de calcio precipitado, asbestos, etc. Estas se usan por ejemplo en polipropileno para mejorar su rigidez y dureza.
Caroteno	Pigmento vegetal de color amarillo, anaranjado o rojizo que interviene en la fotosíntesis. Es el que da el color a las flores amarillas como el diente del león, caléndulas y pensamientos, el que tiñe de amarillo a las naranjas, melocotones y muchas otras frutas, el que le da el color amarillento a raíces como la zanahoria, patatas y ñames.
Celofán	Film transparente obtenido a partir de la pulpa de madera que a bajas humedades es una buena barrera a los gases. Es recubierto con resinas plásticas sintéticas para mejorar sus propiedades de barrera a vapor de agua y para permitir el termosellado.
Célula	Es el componente estructural básico de todas las formas vivientes

	vivientes.
Celulosa	Polímero natural incoloro de alto peso molecular. Desde el punto de vista químico la celulosa es un polímero de condensación formado por un gran número de moléculas de glucosa (C ₆ H ₁₂ O ₆). Cada molécula de glucosa unida en el polímero tiene OH libres para reaccionar químicamente. La celulosa es un producto vegetal, que es el principal componente de las paredes celulares. La madera contiene aproximadamente 40% de celulosa y el algodón 95%. El principal componente del papel son fibras de celulosa. La celulosa es importante ya que constituye la materia prima de muchas importantes industrias como la del papel, plásticos, tejidos vegetales y explosivos
Centro de compra de reciclables	Instalaciones ubicadas en zonas comerciales que compran al público materiales secundarios post-consumo. Estos centros, por lo general, compran latas de aluminio, aunque también se manejan con envases de vidrio y diarios. Comúnmente se realiza un pequeño proceso de reciclado en los mismos centros. (Diccionario del Reciclador Glosario de Términos Contemporáneos y Siglas, Recursos para el Reciclado, INE. 1995.)
Centro de recolección	Depósito ubicado en zona céntrica hacia donde los clientes llevan productos reciclables sin recibir pago alguno por los materiales entregados. (Proyecto para el Reciclado de Plásticos, Consejo para Soluciones de Desperdicios Sólidos.)
Ciclo	Secuencia de eventos que se repiten regularmente.
Ciclo de vida de un producto	Comprende los procesos de fabricación, distribución, consumo y eliminación de un producto.
Compost	Son los residuos orgánicos estabilizados como humus que se obtienen por procesos biológicos a partir de los residuos orgánicos sólidos o líquidos domiciliarios.
Compostaje	Tratamiento aerobio o anaerobio de las partes orgánicas de los residuos que produce residuos orgánicos estabilizados que se

	<p>residuos que produce residuos orgánicos estabilizados que se utilizan como fertilizantes y abonos para ciertos cultivos. Los residuos de envases para el compostaje deben ser biodegradables de manera que no dificulten la recolección por separado de los residuos.</p>
Conservación de recursos	<p>Amplia gama de actividades cuyos objetivos son la reducción del consumo de energía y contaminación generados durante la fabricación del producto y su vida útil; la extensión del ciclo de vida del material utilizado para hacer un nuevo producto a través de la reutilización y reciclado; la reducción de la cantidad de materia necesaria al comenzar la fabricación del producto y la utilización de las opciones disponibles para recuperar el valor de los materiales cuando son desechados, tales como recuperación energética y combustibles pellets. (Bailey Condrey, Director Asociado de Estrategias de Publicidad y Comunicación, APC, Washington, DC, 1996.)</p>
Contaminación	<p>Se denomina así a la alteración, contagio, desequilibrio y toda otra acción que afecte negativamente el equilibrio natural o el estado de sanidad de organismos vivientes y no vivientes. Hay diferentes tipos de contaminación Acústica: se denomina así a la producción de ruido en niveles que exceden los límites tolerables por el oído humano, lo que origina daños físicos como psicológicos. Atmosférica: es cuando en el aire se encuentra la presencia de una sustancia extraña o una variación importante en la proporción de los componentes que es susceptible de provocar un efecto nocivo o de crear nubes o molestias. Del agua: es la alteración producida por la mano del hombre en la composición de las aguas tanto dulce como salada. Del suelo: alteración de la composición natural de la corteza terrestre principalmente or fertilizantes y biocidas.</p>
Contaminante	<p>Es un compuesto o sustancia sólida líquida o gaseosa que afecta negativamente al ecosistema. Pueden ser no biodegradables que no se descomponen o lo hacen muy lentamente y biodegradables</p>

Cuidado responsable

que se descomponen con rapidez.

Iniciativa lanzada por la Asociación de Fabricantes Químicos (CMA) en 1988 para el mejoramiento, en la industria química, de la salud, la seguridad y el medio ambiente. Se ha desarrollado para responder a las inquietudes públicas respecto de la manufactura y uso de las sustancias químicas. La CMA se compromete a apoyar un esfuerzo sostenido para mejorar el manejo responsable de las sustancias químicas por parte de la industria. (Informe Progresivo de Cuidado Responsable 1994/95, Asociación de Fabricantes Químicos.)

D

**Desintegrar
Degradable**

Separación de los distintos elementos que forman un material

Son aquellas sustancias que pueden transformarse en compuestos más simples, moléculas más pequeñas, tanto por acción de la luz (fotodegradable), como por agentes químicos (degradación química) o por acción de microorganismos (biodegradable). Degradabilidad: Capacidad de descomposición química o biológica que poseen las sustancias y los suelos.

Plástico degradable

Se entiende por plástico degradable a aquellos polímeros, que después de usados se descomponen bajo condiciones normales en un periodo planeado por el diseñador del material, relativamente breve, desapareciendo como material visible. La descomposición puede ser química, fotoquímica (ver fotodegradable) o biológica (ver biodegradable). Debido a esa reacción de descomposición la pieza plástica primero, se torna frágil desintegrándose mecánicamente en varios pedazos. A medida que avanza el proceso, el material se divide en partículas cada vez más pequeñas hasta convertirse entre otros elementos Dióxido de Carbono y agua.

Degradación	Proceso por el cual un material complejo se descompone en sus componentes minerales. Transformación de una sustancia compleja en otra estructura más sencilla
Descomposición	Acción de reducir o transformar un compuesto en otro. Este término se utiliza para indicar la transformación de la materia orgánica en compuestos inorgánicos simples por la acción de los microorganismos.
Desechos	Cualquier objeto o residuo del cual se desprende quien lo posee, o tenga obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor (Directiva75/442/CEE del Consejo de la Comunidad Europea). Desechos sólidos Todos aquellos desperdicios que deben tener un método de disposición final
Despolimerización	Proceso que reduce las cadenas largas de los polímeros a oligómeros de cadenas cortas o monómeros.
Digestión	Solubilización y asimilación de sustancias orgánicas por procesos enzimáticos o por acción de bacterias.
Disposición final	Técnica o procedimiento para la disposición de los residuos sólidos. El Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires establece como disposición final para los residuos sólidos urbanos el relleno sanitario.

E

Ecología	Parte de la sociología que estudia la relación entre los grupos humanos y su medioambiente tanto físico como social Ciclo ecológico Se refiere al impacto total de los productos en el medio ambiente, desde la manufactura pasando por el uso, el
-----------------	--

	reuso, el reciclado o su desecho
Ecosistema	Comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se desarrollan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente.
Embalajes	Todo aquello que envuelve, contiene y protege debidamente a los productos, envasados, que facilita, protege y resiste las operaciones de transporte y manejo e identifica su contenido
Empaques	Se considera desde 1982 sinónimo de envase
Envase directo	Es el envase que tiene la función específica de contener el producto y que tiene contacto directo con él
envase	Cualquier recipiente adecuado en contacto con el producto para protegerlo y conservarlo.
Ecobalance	Sinónimo de análisis de ciclo de vida.
Ecología	Ciencia que estudia la interrelación entre los animales y plantas con el ambiente; con relación a los seres humanos, la ecología significa también el estudio de las influencias ejercidas por el hombre sobre el ambiente. Las dos ramas fundamentales de la ecología son Autoecología (estudio de las relaciones de una especie con su medio ambiente) y sinecología (estudio de las interrelaciones entre las poblaciones que componen la comunidad.
Ecosistema	Es un conjunto formado por factores bióticos (biocenosis) y abióticos (biotopo). Es la unidad formada por el conjunto de organismos vegetales y animales, que se dan en un medio físico concreto (lago, montaña, etc). Hay diferentes tipos de ecosistemas como por ejemplo el ecosistema construido, cultivado o modificado. Los ecosistemas de acuerdo a su tamaño, pueden clasificarse en micro, meso y macro.
Efecto invernadero	Calentamiento de la atmósfera de la tierra. La radiación solar

(calentamiento global)

entra fácilmente a la atmósfera como ondas de luz. Esta radiación calienta la superficie terrestre haciendo que emita radiación infrarroja como cualquier superficie caliente. Los gases tales como el dióxido de carbono absorben la radiación infrarroja terrestre impidiendo que esta energía salga de la superficie de la Tierra. El efecto invernadero se utiliza para describir el aumento teórico en las temperaturas globales que pueden ocurrir a partir de los importantes aumentos en el dióxido de carbono causado por las actividades humanas. Cuando un gas absorbe poco en la zona visible y mucho en la zona del infrarrojo y es constituyente de la atmósfera, contribuye a aumentar la temperatura en la superficie del planeta. Este calentamiento resulta del hecho de que la radiación entrante puede penetrar hasta la superficie terrestre con relativamente poca absorción mientras que gran parte de la radiación saliente queda atrapada por la atmósfera y es reemitida hacia la superficie. Un 30% de la radiación solar se refleja y es captada por el dióxido de carbono, metano, clorofluorcarbonos, óxido de nitrógeno y otros gases emitidos desde la superficie que la reenvían a ella. Existe una preocupación mundial por el efecto invernadero. Si el calentamiento global ocurriese en un grado significativo es probable que existan cambios climáticos importantes con el efecto subsiguiente sobre los ecosistemas regionales existentes. También podrían ocurrir cambios físicos.

Elasticidad

Habilidad de algunos materiales para recuperar sus dimensiones originales después de estar sometidos a una fuerza de tracción. Una vez que se supera el límite elástico, la materia no recupera su forma original. Hasta el límite elástico el incremento longitudinal (elongación) es proporcional a la fuerza aplicada.

Elongación

Estiramiento o aumento de longitud en la dirección de estiramiento que ocurre cuando una probeta es sometida a una fuerza de tracción. Al principio la elongación es proporcional a la fuerza de tracción, pero cerca del límite elástico al estiramiento aumenta más rápido que la fuerza aplicada. La probeta termina de

	elongar cuando se rompe.
Envase	Producto fabricado con cualquier material, de diferente naturaleza que se utilice para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados y desde el fabricante hasta el usuario o el consumidor. "Todo lo que envuelve o contiene artículos para conservarlos o transportarlos" (Diccionario de la Real Academia Española). 2. "Vasija o recipiente en que se guardan o transportan ciertos artículos" (Novísima Enciclopedia Ilustrada, Editorial Sopena).
Envase primario	Es aquel que rodea al producto cuando es vendido al consumidor final. Incluye el material de envases en contacto directo con el producto así como lo necesario para completar la unidad de venta (por ejemplo botella con tapa y etiqueta). Es todo envase diseñado para constituir en el punto de venta, una unidad de venta destinada al consumidor usuario final.
Envase retornable	Todo envase cuyo retorno del consumidor o usuario final pueda asegurarse por medios específicos (recogida separada, depósitos etc), sea cual sea su destino final, para que pueda ser reutilizado, aprovechado o sometido a operaciones especiales de gestión de residuos. Envase concebido y diseñado para realizar varios circuitos o rotaciones a lo largo de su ciclo de vida, para ser rellenado o reutilizado con el mismo fin para el que fue diseñado.
Envase secundario	Envase que agrupa un número determinado de unidades de venta, tanto para ser vendido como tal al usuario o consumidor final, como si se utiliza únicamente como medio para reaprovisionar los anaqueles en el punto de venta, puede separarse del producto sin afectar las características del mismo.
Envase terciario o de transporte	Todo envase diseñado para facilitar la manipulación y el transporte de varias unidades de venta o de varios envases secundarios con objeto de evitar su manipulación física y los daños inherentes al transporte.

Envoltura alimentaria	Son los materiales que protegen los alimentos, en su empaquetamiento permanente o en el momento de venta al público
Equilibrio ecológico	Se caracteriza por la coexistencia armónica de diferentes grupos de organismos vivientes que dependen uno de otro.
Evaluación del ciclo de vida (ICA)	Proceso cuyo objetivo es evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando la energía y materiales utilizados y la liberación de residuos al medio ambiente. Su meta es también implementar fórmulas de mejoramiento de la calidad del medio ambiente. La evaluación incluye el ciclo de vida completo de un producto, proceso o actividad que abarca la extracción y procesamiento de las materias primas, manufactura, transporte y distribución, uso, reutilización, mantenimiento, reciclado y eliminación final. (Encuadre Técnico para la Evaluación del Ciclo de Vida, Sociedad de Toxicología Ambiental y Química (SETAC), enero de 1991.)

F

Filmogénica	Que tiene la capacidad de generar películas poliméricas
Fotodegradación	Descomposición causada por la acción de los rayos solares en el polímero ,transformando una sustancia compleja en otra estructura más sencilla a través de la luz
Fotosensible	Material que es afectado por los rayos solares o la luz

G

Gauge	Término utilizado en algunas oportunidades para expresar el espesor de un film, que corresponde a una milésima de pulgada
Generación	Referencia a la cantidad (peso, volumen o porcentaje del caudal total de desperdicios) de materiales y productos al ingresar al caudal de desperdicios y antes de que la recuperación, relleno sanitario o combustión tengan lugar. (Caracterización de Desperdicios Sólidos Municipales en los Estados Unidos

Actualización 1995, para la Agencia de Protección Ambiental, Desperdicios Sólidos Municipales e Industriales de Desperdicios Sólidos, marzo 1996).

Gestión ambiental

Conjunto de acciones que se encaminan a lograr la mayor racionalidad en el proceso de decisión con relación a la conservación, defensa, protección y mejora ambiental, a partir de un enfoque interdisciplinario y global. En general cuando son acciones de alto alcance, se recomienda la participación ciudadana.

Glicol

Cualquier alcohol orgánico que contiene más de un grupo oxidrilo en su molécula. (ver mono y dietilenglicol)

Glúcido

Compuesto químico presente en los seres vivos, es la principal fuente de energía de las células. Pueden ser mono, di y polisacáridos.

Glucosa

Azúcar monosacárido, de fórmula $C_6H_{12}O_6$. Se produce en la hidrólisis de numerosos glucósidos naturales. La glucosa está presente en la sangre de los animales y seres humanos

Granulación

Proceso de reducción de tamaño utilizado para desechos de producción, envases post-consumo, partes industriales u otros materiales que deben ser reducidos de tamaño para procesos posteriores. Los granuladores constan de una tolva alimentadora, una cámara cortadora, una zaranda de clasificación y cuchillas rotativas que trabajan en combinación con cuchillas fijas reduciendo los residuos plásticos hasta un punto en el que puedan pasar por la zaranda de clasificación. El tamaño de las partículas resultantes, llamadas gránulos, puede variar de 3 mm a 20 mm. (Enciclopedia Moderna de Plásticos '95.)

Gluten

Complejo visco-elástico que se obtiene después de someter a trabajo mecánico la harina de trigo (o maíz) mezclada con agua

H

Hidrofílico	Se refiere a las sustancias que tienen una fuerte afinidad por el agua. En relación a los polímeros, son aquellos que dada su estructura molecular (poliamida, alcohol polivinílico y sus copolímeros, etc) presentan afinidad por el agua que puede plastificar el polímero.
Hidrofóbico	Opuesto a hidrofílico, sustancia que carece de afinidad por el agua.
Higroscópico	Sustancia que tiene la propiedad de absorber la humedad de la atmósfera, también hay plásticos higroscópicos que absorben agua pero no hidrofílicos ya que son insolubles al agua.
Homopolímero	Polímero fabricado a partir de un solo monómero.
Humedad relativa	Capacidad de absorción de agua del medioambiente

Impacto ambiental	Conjunto de efectos producidos en el medio ambiente en su conjunto o en alguno de sus componentes por la actividad humana, pueden ser favorables o no.
Incineración	Método de disposición de los residuos que involucra la combustión de los mismos. La incineración de los residuos está siempre asociada con la recuperación de energía y tiene la ventaja que no sólo reduce significativamente el peso y el volumen de los residuos, sino que además genera energía. Las perspectivas de generación de energía a través de los residuos plásticos en general dentro de una corriente de residuos mezclados de materiales combustibles, son buenas. Algunos plásticos comunes tienen valores de combustión - energía hasta tres veces mayores a los de la madera y el papel. Para evitar la contaminación inaceptable del aire se requieren equipos (ver incineradores) especiales. Las cenizas generadas en la incineración pueden contener metales pesados.

Incineradores

Plantas de tratamiento y reducción de residuos sólidos urbanos por incineración. Se trata de un sistema que reduce la basura a cenizas y genera ingresos por la venta de energía producida en el proceso de combustión. Los modernos operan a temperaturas de 750 a 1000 °C y están equipados con depuradores de gases. El diseño de los incineradores y el estricto control de las condiciones óptimas de incineración, han minimizado la emisión a la atmósfera de sustancias nocivas. El Consejo Europeo ha promulgado directivas sobre ambos temas que son de estricto cumplimiento en toda Europa.

L

Lípidos

Compuestos de carbono estrados de tejidos orgánicos que son solubles mediante solventes orgánicos no polares, como éter, cloroformo y benceno, como esta definición tiene en cuenta su solubilidad en estos solventes y no su estructura química, este grupo comprende sustancias con propiedades químicas muy diferentes

Leyes ecológicas

Difundidas por todos los grupos ecologistas, se pueden reducir a
1- Todo está relacionado con todo. 2- Todo debe ir a alguna parte.
3- La naturaleza sabe lo que se hace. 4- No existe la comida para desperdiciar No hay ganancia que no cueste algo. 5- La naturaleza no da saltos.

Lixiviación

Proceso por el cual los materiales solubles o coloidales de los niveles superiores del suelo son arrastrados en profundidad por el agua que circula en sentido descendente (Diccionario Enciclopédico Salvat).

Lluvia ácida

Forma de contaminación atmosférica. Se forma cuando los óxidos de azufre y nitrógeno se combinan con la humedad atmosférica para formar ácidos sulfúrico y nítrico, que pueden ser arrastrados a grandes distancias de su lugar de origen antes de depositarse en forma de lluvia. Adopta también a veces la forma de nieve o niebla, o precipita en forma sólida. Aunque el

término lluvia ácida viene usándose desde hace más de un siglo - procede de unos estudios atmosféricos realizados en la región de Manchester, Inglaterra-, un término científico más apropiado sería deposición ácida. La forma seca de la deposición es tan dañina para el medio ambiente como la líquida.

M

Manejo sustentable	Administración y uso racional de los ambientes y sus recursos naturales basados en pautas que permiten su conservación y rendimiento sostenido en el tiempo.
Material recuperado	Materiales y derivados que han sido aislados de la corriente de desperdicios sólidos para su posterior reciclado o valorización. No incluye aquellos materiales y derivados que se generan y reutilizan dentro de un proceso de manufactura original (desecho industrial)., Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), abril de 1994
Medio ambiente	Conjunto de organismos vivos y de factores externos como clima, el suelo y otros que los afectan y de sus interrelaciones. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) lo define como el conjunto de todas las condiciones externas e influencias, a las cuales está sujeto un organismo en un determinado momento en el tiempo
Micrón o micra	Medida de longitud muy empleada en biología y también para indicar el espesor de películas, equivalente a una milésima de milímetro. Se representa por el símbolo (μ).
Microorganismo	Organismo de tamaño microscópico o submicroscópico, que es tan pequeño que no puede verse a simple vista. Las bacterias, los virus, algunos hongos y algas son ejemplos de microorganismos.
Migración	En el campo de envases se refiere a la transferencia de sustancias o componentes no poliméricos del envase al producto envasado, particularmente importante en el caso de los

alimentos. Se realiza una distinción entre migración total que involucra a todas las sustancias, conocidas o no y migración específica que implica la transferencia de una sustancia particular de interés toxicológico (iones metálicos, monómeros, plastificantes, etc) que pueden transferirse desde el envase hacia el alimento (ver Límite de Migración Total y Específica)

Molécula

Es la partícula más pequeña en masa, constituida por dos o más átomos eléctricamente neutra, de un compuesto químico o de un elemento que mantiene todas las propiedades físicas y químicas del mismo

Monómero

Molécula capaz de reaccionar consigo misma o con otras para constituir un polímero; es decir polimerizarse por reacción de poliadición o policondensación para formar una macromolécula denominada polímero.

N

Normas de higiene

Compendio de reglamentaciones sobre la limpieza y cuidado en los alimentos de la FDA y otras asociaciones normativas.

No biodegradable

Se refiere a una sustancia que no es susceptible de ataque o degradación por parte de los microorganismos o enzimas producidas por ellos, en condiciones ambientales definidas (temperatura, humedad, oxígeno) es decir no se desintegra por procesos naturales y permanece con su estructura original por largos períodos de tiempo.

Nutriente

Sustancia que proporciona energía o materiales para el crecimiento. Los nutrientes son Hidratos de Carbono aportan energía entre ellos encontramos a: Grasas aportan energía; Proteínas aportan energía, facilitan el crecimiento y reparación de los tejidos y colaboran en el control de las funciones vitales; Minerales ayudan al crecimiento y reparación de los tejidos y al control de las funciones vitales; Vitaminas ayudan al control de las funciones vitales; Agua.

O	
Oligómero	Molécula constituida por un número reducido de monómeros
OMS	Abreviatura de Organización Mundial de la Salud.
Oxidación	Reacción con oxígeno, pérdida de electrones por parte de una especie química, que puede ser átomo o molécula. La oxidación de un compuesto está siempre acompañada por la reducción de otro compuesto y por eso se denomina al proceso óxido reducción. Inicialmente se entendía por oxidación la reacción en la cual el oxígeno se combina químicamente con otra sustancia, pero actualmente incluye muchas reacciones en las cuales no interviene el oxígeno como por ejemplo la des -hidrogenación.
Oxido	Se produce por la combinación de oxígeno con otro elemento químico. Combinando con nitrógeno o azufre se forman compuestos causantes de la lluvia ácida
Oxígeno	De símbolo O ,de número atómico 8, peso atómico 16.En su forma elemental existe como una molécula diatómica O ₂ Elemento gaseoso fundamental para la vida de los seres vivos presente en la atmósfera, el agua, etc.
Ozono	Molécula formada por tres átomos de oxígeno de fórmula O ₃ , que se forma cuando el gas oxígeno es expuesto a la radiación ultravioleta El Ozono troposférico (baja atmósfera) se forma por la combustión de los gases y es considerado contaminante y el estratosférico (en la atmósfera externa) protege a la superficie terrestre de los rayos ultravioleta. Tiene también usos comerciales como agente blanqueador y purificador de agua.
P	
Plásticos	Un variado y grande grupo de materiales que continen como compuesto principal el carbono combinado con otros elementos. Es sólido en su estado final pero en alguna etapa de su manufactura es suficientemente suave para ser moldeado. Biodigeribles: Que pueden ser digeridos

	Ecológicos: Que toman en cuenta a los procesos del medioambiente
Polimerización	Proceso por el cual se unen las cadenas de carbono de un monómero formando polímeros
Polímeros	Compuestos de elevado, peso molecular obtenido mediante un proceso de polimerización
	Naturales: Compuestos de elevado peso molecular que son producto de la naturaleza
Polisacáridos	Polímero formado por numerosas moléculas de monosacáridos
Proteínas	Macromoléculas que contienen un número variable de aminoácidos unidos en enlaces pépticos, son por consiguiente polímeros de aminoácidos
Permeabilidad	Es una medida del pasaje de líquidos o gases a través de un material. Se refiere al flujo o la velocidad a la cual una cantidad de gas o vapor permeante pasa a través de una unidad de superficie y de espesor de un material en la unidad de tiempo y unidad de presión parcial. La fuerza que impulsa este pasaje es la diferencia de concentraciones o presiones parciales del permeante (transporte difusivo). La permeabilidad depende de propiedades del permeante y del film de material, de la temperatura, diferencia de presiones parciales, etc. Es muy importante en el caso de envases flexibles y envases plásticos para alimentos.
Peso molecular	Es una medida del tamaño de las macromoléculas, que influye en la mayoría de las propiedades físicas. Mientras que en los compuestos de bajo peso molecular, como benceno, metanol, urea, glucosa y otros; éste puede determinarse de forma inequívoca por un gran número de procedimientos, no ocurre así con las macromoléculas o polímeros. Las diferencias en el peso molecular del polímero producen diferencias en la viscosidad del fundido y con ello en la procesabilidad y otras propiedades. La fluidez (Ver Índice de Fluencia) disminuye al aumentar el peso molecular.
Ph	Símbolo que indica la acidez de una solución acuosa. Es una medida de la concentración de H^+ siendo esta última $[H^+]$ [iones Hidrógeno (H^+) en solución acuosa. $PH = -\log$ concentración de protones de la solución acuosa. El pH de soluciones ácidas es inferior a 7 y el de soluciones alcalinas es superior a 7. El agua pura neutra tiene un pH de 6 a 7.

Pigmento	Son moléculas químicas que reflejan o transmiten la luz visible, o hacen ambas cosas a la vez. Su color depende de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz y de la reflexión de otras.
Pirólisis	Tratamiento térmico de los residuos a alta temperatura (600 a 1000°C) en un medio anaeróbico, es decir es la descomposición química o conversión de un compuesto a altas temperaturas usualmente en ausencia de oxígeno. La pirólisis reduce el volumen de los residuos hasta un 90% y conduce a una recuperación parcial de su poder calorífico.
Planta de compostaje	Instalación en la que se obtiene compost a partir de basura. Para ello se tratan los residuos separando primero los sólidos (metales y cristal), y con la fracción orgánica restante se obtiene un material que se altera bioquímicamente por microorganismos para obtener un producto orgánico (compost) utilizable como abono agrícola.
Planta de incineración	Instalación en la que los residuos urbanos o industriales son tratados por combustión. El proceso produce gases, cenizas y escorias que son tratados para extraer posibles sustancias contaminantes.
Plasticidad	Propiedad de un cuerpo en virtud de la cual tiende a retener su deformación después de reducir o eliminar la fuerza de deformación.
Plástico	Grupo de sustancias orgánicas de alto peso molecular o polímeros tanto naturales como sintéticos excluyendo los cauchos o elastómeros. En determinada etapa de su manufactura todo plástico es capaz de adoptar la forma final deseada, bajo la acción de calor y presión.
Plastificante (ver aditivos)	Sustancia o grupo de sustancias que se agregan a las resinas plásticas para aumentar su maleabilidad o flexibilidad y facilitar el procesado de los productos finales. Los plastificantes son principalmente líquidos de alto punto de ebullición y baja presión de vapor. Ejemplo importante son los ésteres del ácido ftálico.
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente o Programa Ambiental de las Naciones Unidas, surgido en la reunión de expertos de Nairobi (Kenia 1989) y la cumbre ecológica de Río. Es un grupo internacional fundado en 1973 con 113 países miembro que proveen un foro para discutir de problemas

ambientales y su objetivo es promover el desarrollo sostenible como método de gestión económica.

Poliacrilonitrilo Polímero obtenido partir del monómero acrilonitrilo, tiene 49% de grupos nitrilo N) y muy buenas propiedades de barrera a los gases , resistencia a agentes≡(C químicos , dureza y claridad. Es de difícil procesado porque tiene tendencia a degradarse a temperaturas por debajo de las requeridas para el fundido. Por eso se utilizan los copolímeros con estireno (SAN) y otros.

Policondensación Reacción química por la que se forman macromoléculas a partir de moléculas simples del mismo tipo o diferentes que poseen por lo menos dos grupos reactivos. Durante el proceso se desprenden productos simples y de bajo peso molecular como agua, ácido clorhídrico y otras sustancias similares. Por policondensación se producen plásticos tales como PA, PC y PET.

Polimerización Reacción química, por la cual las moléculas de monómero se unen entre sí para formar moléculas grandes cuyo peso molecular es múltiplo de la sustancia original.

Polímero Compuesto de alto peso molecular o macromolécula natural o sintética formada por la unión de moléculas denominadas monómeros que tienen grupos funcionales que permiten su combinación bajo condiciones adecuadas.

Poliolefina Cualquier polímero cuyas unidades de monómero son hidrocarburos de cadena lineal no saturados (olefinas) conteniendo sólo Carbono e hidrógeno. Así por ejemplo el PVC y el PVDC que contienen Cloro, no son poliolefinas. Las poliolefinas más comunes son PE, PEBD, PEAD y PP.

Polución Presencia en la atmósfera o en las aguas continentales y marinas de subproductos de la actividad humana que contaminan y provocan

desequilibrios en los ecosistemas naturales. La polución va estrechamente ligada a los problemas fundamentales de la sociedad, de la economía y del sistema político. Los problemas de la polución son una de las preocupaciones de la mayoría de los países. Pocas soluciones pudieron implementarse debido al elevado costo de los medios técnicos, los cuales podrían aminorar el daño al ambiente. El término de polución deriva del inglés pollution, equivalente a nuestra contaminación. El deterioro de los mares, uno de los más importantes ecosistemas del planeta, puede ser causado por problemas urbanos (puertos, diques, descargas domésticas e industriales, dragados, depredación de la flora y la fauna, etc.) o por la exploración, extracción y transporte de petróleo crudo.

Proteína	Sustancia química constituida por las uniones de numerosos aminoácidos. Las proteínas forman macromoléculas de elevado peso molecular y estructura compleja altamente nitrogenadas. Son esenciales en la estructura y el funcionamiento de los seres vivos. Su carencia produce desnutrición. Son sustancias coloidales. Las proteínas contienen invariablemente, carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y a veces azufre y fósforo. Se clasifican bajo tres epígrafes 1) simples; 2) albuminoideas y 3) combinada, que son el producto de proteínas simples y otras sustancias complejas. Pueden ser desintegradas por hidrólisis para rendir albuminosas, peptonas y aminoácidos. Forman los organismos vivos y son esenciales para su funcionamiento. Las proteínas se descubrieron en 1838 y hoy se sabe que son los ingredientes principales de las células y suponen más del 50% del peso seco de los animales.
Punto verde	El punto verde es el símbolo financiero del Duales System Deutschland AG. El mismo, impreso en los envases manifiesta que la recolección y clasificación de los residuos de los mencionados se financian por el comercio y la industria.

R

Recuperación de energía	Método por medio del cual se recupera de los desechos la energía que pueda producirse de ellos (pe. a través de la incineración)
Reducción de origen	Método por medio del cual se pretende eliminar desechos principalmente a través de dos maneras distintas:

	<p>1 Reduciendo de inicio la toxicidad de los mismos</p> <p>2 Reduciendo la cantidad del desecho.</p>
Retornable	Que puede volver a entrar a un proceso de comercialización a través de algunos procesos (pe. envases retornables)
Reutilización	Que puede utilizarse para otros fines
Radiación ultravioleta	Zona del espectro electromagnético que comprende las longitudes de onda entre 200 y 400 nanómetros. Este tipo de radiación permite que el pigmento llamado melanina adquiera un color oscuro. Proceso fotoquímico que hace que se sinteticen nuevas moléculas de melanina. La radiación ultravioleta permite además la síntesis de la vitamina D.
Reciclado	Proceso mediante el cual se vuelven a utilizar los materiales ya usados, los cuales son transformados en nuevos productos. (Código Federal de Reglamentación, Título 40, 245, 101.)
Reciclado de postconsumo de plásticos	Es lo que normalmente se entiende al hablar de reciclado. Para ser de utilidad, debe existir una recolección diferenciada del residuo plástico, que lo aisle del resto de los residuos sólidos urbanos, y luego ser sometidos a diversos tratamientos complejos de separación, lavado y acondicionamiento.
Recolección diferenciada	Proceso de recolección en el cual los consumidores depositan los materiales reciclables designados en el cordón de la vereda, generalmente en una bolsa, o contenedor especial, para que los mismos puedan ser perfectamente separados del resto de la basura no reciclable. (Proyecto para el Reciclado de Plásticos, Consejo para Soluciones de Desperdicios Sólidos, 1991.)
Recuperación	Proceso para obtener materiales o fuentes energéticas a partir del desperdicio sólido. (Código Federal de Reglamentación, Título 40, 245, 101.)
Recursos naturales	Son todos los componentes renovables y no renovables, o características del medio ambiente natural que pueden ser de utilidad inmediata para el hombre. Pueden ser materiales (minerales, agua, aire, tierra) o no materiales (paisaje).
Red alimentaria	Relación alimentaria en un ecosistema donde los productores (plantas) ofrecen su materia orgánica a los consumidores primarios y estos a los secundarios; los descomponedores (bacterias y protozoos) transforman la materia orgánica

	en inorgánica y vuelve a empezar el proceso.
Reglas ecológicas	Asumir las responsabilidades, no malgastar la energía, no malgastar el agua, no ser violento con la naturaleza, no derrochar (reducir, reutilizar y reciclar), preferir los productos locales a los lejanos, diversificar los recursos, vigilar los productos químicos, minimizar lo inevitable y tener paciencia.
Relleno sanitario	Destino final de Residuos Sólidos Urbanos, en varias capas. Los rellenos deben ser adecuadamente diseñados, construidos y operados, para lo cual, entre otras cosas, deben incluir pozos y estaciones de monitoreo, estar ubicados alejados de lugares habitados, pero de fácil acceso para la llegada de la basura. Se realizan en tierra con membranas impermeables de PVC o PEAD de diferentes espesores. Se generan líquidos lixiviados contaminantes que deben ser tratados en plantas de tratamiento de efluentes previo a su disposición final. Además la generación de gases como metano se debe ventear o, mejor aun, ser aprovechado como fuente de energía.
Residuo sólido	Basura, desperdicios, sedimentos y otros sólidos de desecho provenientes de operaciones comerciales e industriales y de actividades de la comunidad. No incluye materiales disueltos o sólidos en aguas servidas domésticas, ni tampoco otros contaminantes significativos en agua, tales como cieno, sólidos disueltos o suspendidos en efluentes de desechos acuosos industriales. Tampoco incluye materiales disueltos en corrientes de irrigación de retorno u otros contaminantes comunes del agua. (Código de Reglamentación Federal, Título 40, 240, 101.)
Reutilización	Toda operación en la que el envase, concebido y diseñado para realizar un número mínimo de circuitos o rotaciones a lo largo de su ciclo de vida, sea relleno o reutilizado con el mismo fin para el que fue diseñado Estos tipos de envases se consideraran residuos de envases cuando ya no se reutilicen (Directiva CE 62/94). La misma Directiva tiene requisitos específicos aplicables a los envases reutilizables que son1. Las propiedades y características físicas de los envases deberán ser tales que estos puedan efectuar varios circuitos o rotaciones en condiciones normales de uso. 2. Los envases usados deberán poder tratarse con el objeto de cumplir los requisitos de salud y seguridad de los trabajadores 3. Cumplir los requisitos específicos para los envases

valorizables cuando no vuelvan a reutilizarse los envases y pasen a residuos.

Riesgo ambiental

Peligro (latente) ambiental al que puedan estar sometidos los seres humanos.

S

Separación en la fuente

La clasificación de materiales individuales secundarios en el momento de la recolección o generación para reciclado. Muchos programas de recolección en veredas necesitan transportadoras que separen el papel, el vidrio, las latas de metal y los envases plásticos en sus respectivos cestos dentro de los camiones en el momento de la recolección. (Diccionario del Reciclador Glosario de Términos Contemporáneos y Siglas, Recursos para el Reciclado, Inc., 1995.) Pueden ser utilizados diferentes métodos (separación de los residuos en su lugar de producción) o separación magnética (usando imanes para remover los componentes ferrosos).

T

Tecnologías limpias

Son los procesos y productos que protegen el ambiente, son menos contaminantes, usan todos los recursos de manera sustentable, reciclan más sus residuos y productos y manejan los residuos de una manera más aceptable. Agenda 21.

Temperatura de transición vitrea (tg)

Es la temperatura a la cual un polímero termoplástico pasa de un estado frágil vítreo (parecido al vidrio) al estado viscoelástico. Polímeros con una Tg baja son generalmente dúctiles y flexibles a bajas temperatura mientras que aquellos con Tg. elevadas son vítreos a temperatura ambiente (acrílico, poliestireno). Esta propiedad puede ser modificada por el uso de plastificantes, mezclas de polímeros o por copolimerización, permitiendo extender el rango de temperaturas de utilidad de muchos polímeros.

Termoplástico

También denominado termoplasto, está referido a aquellos polímeros de alto peso molecular, de estructura lineal, (cadenas moleculares lineales) que pasan al estado plástico al ser calentados, permitiendo obtener diversas formas a través de diferentes procesos. Son moldeables por calor, sin modificación química y en forma reversible. Funden sin descomponerse. La mayoría de los

	polímeros poseen esta características (poliolefinas, polipropileno, PVC, EVA, etc.)
Termorígido	También denominado Termoestable o Termoendurecible, se refiere a las resinas o polímeros de alto peso molecular, generalmente con una estructura de entrecruzamiento entre cadenas (en tres dimensiones), los cuales no funden y se descomponen cuando son calentados a altas temperaturas. Son moldeados por calor con modificación química y de manera irreversible. Son materiales que al someterse a una reacción química a través de la aplicación del calor o presión, catálisis, luz ultravioleta, etc, llega a un estado relativamente infusible. Típicos de la familia de los termoestables son los aminos (melamina y urea), la mayoría de los poliésteres, álcalis, epóxidos y fenólicos.
<hr/>	
<i>U</i>	
Uso sustentable	Empleo de los recursos naturales a través de la mínima alteración de los ecosistemas conservando al máximo la biodiversidad.
<hr/>	
<i>V</i>	
Viscosidad	Término que describe la fluidez de un líquido. Es la resistencia de un fluido a los esfuerzos de corte.
Volatil	Una sustancia con una baja presión de vapor que se evapora a temperatura ambiente.
<hr/>	
<i>Z</i>	
Zeina	“La zeina es una prolamina (Proteínas simples globulares, de forma esférica solubles en etanol) que constituye del 50 al 60% de las proteínas del endospermo del grano del maíz.

Bibliografía

Albertsson, A. C., y S. Karlsson. "Degradable Polymers for the Future", en *Acta Polymerica*, 46, 1995.

Blanco Vargas Rafael Enciclopedia del Plástico 2000. Tomos 1 a 4. Instituto Mexicano del Plástico Industrial. Editado por Centro Empresarial del Plástico S.A. de C.V. Mexico 1999.

Billmeyer W., Fred. *Ciencia de los Polímeros*. De Reverté, México, 1975.

Braverman J. B. S. *Introducción a la Bioquímica de los alimentos*. El Manual moderno, México, 1990.

Capra, Fritjof. *La trama de la vida una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Anagrama, Barcelona, 1998.

_____ *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*. Anagrama, Barcelona, 2003.

Careaga J. A. *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes*. Serie Monografías No. 4, Instituto Nacional de Ecología/SEDESOL, México, 1993.

Cortinas de Nava, Cristina. *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. SEMARNAP, INE, México, Diciembre, 1999.

Datschefski, Edwin. *Productos sustentables. El regreso a los ciclos naturales*. Mc. Graw-Hill, México, 2002.

Denison, Edward y Yu Ren Guang. *Packaging 3: Envases Ecológicos*. Mc. Graw-Hill, México, 2002.

Fuad-Luke, Alastair. *Manual de diseño ecológico*. Cartago S. L., Reino Unido, 2002.

German F., Mark. *Moléculas Gigantes*. Colección Científica Time Life, Lito Offset Latina, 1978.

Gontard, N. and Guilbert. *Biopackaging and properties of edible and or biodegradable material of agricultural origin. Food packaging and preservation*. Blackie, Londres, 1994.

Guzmán Pineda, Jesús y Manuel Pretelín Pérez. "De la gestión ecológica a la gestión ambiental (génesis y evolución de la política pública ambiental en México, 1970-1996) en *Gestión y Estrategia*. No. 11-12, Número doble, UAM, Enero-Diciembre, 1997.

Hosokawa, J. *et al. Reaction between chitosan and cellulose in biodegradable composite films formation*. Res. 30(4) 788-792, Ind. Eng. Chem, 1991.

Huang, J. C. "Advances in Polymer Technology", en *Biodegradable Plastics*. No.1, Vol. 10, pp. 23-30.

Junqueira, L. C, Cameiro y López Sáenz. *Biología Celular*. La Prensa Médica Mexicana, México, 1986, pp. 45.

Kester, J. J. y Fennema. *Edible films and Coatings. A review Food Technology* 12, 1986, pp 47 a 59.

Loverlock, James *et al. Gaia, Implicaciones de la nueva biología*. 2ª. ed. Kairos, Barcelona, 1992.

Lozada Alfaro, Ana María. *Envase y embalaje historia, tecnología y ecología*. Designio, México, 2000.

Meadows L., Dennis. *Los límites del crecimiento: Informe al Club de Roma sobre el Predicamento de la Humanidad*. Fondo de Cultura Económica, México, 1972.

Morrison y Boyd. *Química Orgánica*. Fondo Educativo Interamericano, 1986, pp. 437

Oropeza Herrera, Silvia (Comp.) *Introducción al estudio del envase y el embalaje, Diseño Industrial y otras disciplinas*. UAM, México, 1999.

Perspectives. The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark, 2000.

Pigem, Jordi. *Nueva Conciencia. Plenitud personal y equilibrio planetario para el Siglo XXI*. Editorial Integral, Barcelona, 1994.

Randall Curle, T. *Plastic Waste. Management, Control, Recycling and Disposal by Environment*. Protection Agency, Washington, New Jersey, 1991.

Revista Calidad ambiental *Elaboración de plástico a base de almidón y su biodegradación en los laboratorios*
Revista mensual del Tecnológico de Monterrey Vol. 1 No. 11, 1994, pp. 14 a 17

Revista Conversión de Empaque. La Revista Técnica para Convertidores de Empaque de América Latina. "Envases y embalajes para el medio ambiente, nuevos diseños, nuevos desarrollos, nuevos materiales", Enero de 1994, Vol. 2, 6ta. ed., Diciembre, 1993.

_____ "Los empaques hacia el año 2000", Vol. 1, 6ta. ed., Octubre-Noviembre, 1992.

Revista Hechos de plástico. Órgano Informativo de la CAREINTRA. Sección Plásticos. "El Reciclado es la solución", Noviembre, 1993.

Revista Industri-Noticias del Envase. "Repercusión de los plásticos en el Ecosistema", Publicación bimestral, *Publi-News Latinoamericana*, Julio-Agosto, 1989.

Revista Internacional de Alimentos Procesados para América Latina. Delta communications. No. 3, Vol. 12, Marzo, 1993.

Revista Mexicana del Envase y El Embalaje. "Recicla Mexiquense en el Estado de México", No. 27, Vol. III, Noviembre, 1993.

Revista Mexicana del Plástico. "Panorama Plástico", No. 74, Vol. IX, Enero, 1993.

Revista para la Industria Plástica de América Latina. Tecnología del Plástico. Edición Electrónica, Editorial Carvajal, Marzo, 1997.

_____ No 50, Ago-Sep, 1993.

Revista Plastic News. "International Newspaper for the Plastic Industry", "SPI, NRC archive compromise on the resin code", April 11, 1994.

Revista Tecnología del Plástico para América Latina. "Reciclaje de Plásticos de Post consumo" Publicación Bimestral, No. 64, International Publishing Inc., Diciembre, 1995 - Enero, 1996.

_____ "Biodegradabilidad siempre de moda", Publicación Bimestral, No. 49, International Publishing Inc., Junio-Julio, 1993.

_____ “El futuro de la Industria de los Plásticos UNA VISIÓN DE K’92” Publicación Bimestral, No. 46, International Publishing Inc., Diciembre, 1992 - Enero, 1993.

_____ “Recuperación de Plásticos”, Publicación Bimestral, No. 61, International Publishing Inc., Junio-Julio, 1995.

_____ “El Reciclaje de Plásticos como cuesta crecer” Publicación Bimestral, No. 52, International Publishing Inc., Diciembre, 1993 – Enero, 1994.

Rieradevall, Joan *et al.* *Ecodiseño de envases. El sector de la comida rápida.* Elisaba, Barcelona, 2000.

Rodríguez Tarango, José Antonio. *Introducción a la Ingeniería de Empaque. Para la industria de los alimentos, farmacéutica, química y de cosméticos.* Productos de Maíz, México, 1990.

Torres, J. A. *Edible films and coatings from proteins. Session IV: Applications in protein functionality in food systems.* Citado por Laura Maria de la Paz Sanchez Flores “Efecto del Tratamiento Químico en la Eficiencia de Envolturas Degradables a base de Zeina y Etil Celulosa”. 1994

Urtudia, Jaime. *Ecología y Desarrollo. Evolución y perspectiva del pensamiento ecológico.* De. O. Surkel y N. Gligo. Fondo de Cultura Económica, México, 1980.

Volke Sepúlveda, Tania Lorena. “Los plásticos en la actualidad y su efecto en el entorno” en la *Revista Electrónica. Ciencia y Desarrollo.* Marzo-abril, 1998, pp. 53-61.

Weber J., Claus. *Biobased Packaging Materials for the food Industry Status* y Wilmer A., Jenkins. *Packaging Foods with Plastics*. Technomic publication, 1991.

Otras Fuentes

Anuario del Envase y el Embalaje. Anuarios Latinoamericanos, México, 1988.

Báez García, Carlos. "Clasificación de los plásticos", ponencia dictada en el *Diplomado de Envase y Embalaje de Alimentos*. México, D. F., 1993.

Comisión de las Comunidades Europeas. *Hacia una estrategia temática para la prevención y el reciclado de residuos*. 27.5.2003 COM, Bruselas, 2003, 301 final.

Curiel Ballesteros, Arturo. "Sustentabilidad y Conciencia Ecológica", ponencia dictada en la *III Conferencia Internacional sobre los Nuevos Paradigmas de la Ciencia* Guadalajara, del 27 de Nov. al 1º de Dic. de 1995.

De la Paz Sánchez Flores, Laura María. *Efecto del Tratamiento Químico en la Eficacia de Envolturas Degradables a base de Zeina y Etil Celulosa*. Tesis de Maestría de la Universidad Autónoma de Querétaro. 1995

Gontard, N. *Films et enrobages comestibles: étude et amélioration des propriétés filmogènes du gluten*. These Docteur Ingenieur, Université de Montpellier II, France.

Heinberg, R. "La Búsqueda de una cultura sustentable", ponencia dictada en la *III Conferencia Internacional sobre los Nuevos Paradigmas de la Ciencia*. Guadalajara, del 27 de Nov. al 1º de Dic., 1995.

Manual del Seminario de Reciclado de Plásticos. Instituto Mexicano del Plástico Industrial, México, 1998.

Pérez Pérez, Ma. Cristiana Irma. *Obtención, caracterización y evaluación de películas biodegradables a base de proteínas de gluten*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro. 1995

SEDESOL-INE. *Informe de la Situación en Materia del Equilibrio y la Protección al Ambiente, 1993-1994*.

SEDESOL-INE. *Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México*. Primera edición: noviembre de 1997 Instituto Nacional de Ecología

SEDESOL. *Informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente 1991-1992*. México, 1993.

SEDESOL. *Informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente 1995-1997*. México, 1997.

SEDESOL. Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. México, 1999.

SEDESOL. *Informe de la situación general en materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1993-1994*. México, 1995.

SEDESOL-INEGI. 1997.

SEMARNAP, 1995-1996: INE, 1996. Dirección General de Residuos, Materiales y Actividades Riesgo.

SEMARNAP-Instituto Nacional de Ecología. *Minimización y Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos*. Diciembre, 1999.

Manual práctico de eco diseño. Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco/IHOJOBE, 2000.

Villemont, Mitchel. *Enciclopedia de la Alimentación y Dietética.* Aragón, Barcelona, 1979, pp. 98.

Páginas de Internet

<http://cronos.cta.com.mx/cgi-bin/normas.sh/normasmx/cgis/index.p> Normas Mexicanas del Envase y Embalaje
Secretaría de Economía

http://www.amee.org.mx/economia/Amee_economia%20147.doc Hiram Cruz Cortés, Estudios Económicos AMEE,
2003.

<http://www.ainia.es/esp/presentacion/departamentos/envase.html> Departamento de Tecnologías de Envase. ANIA,
Centro Tecnológico.

<http://www.ingenieriaplastica.com> Revista Ingeniería Plástica, Grupo Editorial Costa Nogal.

<http://www.ciqa.mx/> Centro de Investigación en química aplicada. Ciencia y tecnología al servicio de la industria del
plástico.

<http://www.tecnomaq.com.mx/directorio.html#Indice> DIRECTORIO de industrias y organizaciones relacionadas con
la fabricación y conversión de películas plásticas en México.

<http://www.aprepet.org.mx/home.html> APREPET. Asociación civil, no lucrativa, dedicada a fomentar la cultura del
reciclado en México.

<http://www.iisd.org/comm/small.htm> Consumer Environmental Resources Page.

<http://www.plasticbag.com/pl-bags/index.html>

<http://www.tecnologiadelplastico.com> Revista para la Industria Plástica de América Latina. Tecnología del Plástico, Marzo de 1997, Edición Electrónica.

www.io.org./dhopkins/eviriblock The Plastic Bag Information Clearinghouse. Email pbainfo@aol.com ©1995, The Plastic Bag Association.

<http://www.gtz.org.mx/segem/> Apoyo a la Gestión de Residuos Sólidos Municipales en el Estado de México.

<http://www.fundacion-ica.org.mx/EXPERIENCIAS/parte1.htm> Situación actual del manejo integral de los residuos sólidos en México.

http://www.semarnat.gob.mx/wps/portal/.pcmd/changePageGroupJSPCommand/_s.155/4064?changePageGroupJSPCommand=%2Fwps%2Fportal%2F.cmd%2Fcs%2F.ce%2F155%2F.s%2F4753%2F_s.155%2F4064 Estadísticas del Medio Ambiente, México, 1999.

<http://www.iadb.org/sds/doc/ENV107ARossinE.pdf> Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe.

http://148.233.168.204/estadisticas_ambientales/estadisticas_am_98/residuos/ Residuos Responsable: Dirección de Estadística e Indicadores Ambientales Area: Dirección General de Estadística e Información Ambiental Actualización, Mayo de 2002.

<http://www.sustainable.doe.gov/espanol/greendev/princpl.shtml> Red de comunidades inteligentes. Principios guía de desarrollo verde.

<http://www.nf-2000.org/home.html> Biological Materials for Non-Food Products (Renewable Bioproducts).

<http://www.sandretto.it/museo/spagnolo/default.htm> El Museo de las materias Plásticas de Pont Canavese, Torino.
Noviembre de 2004.

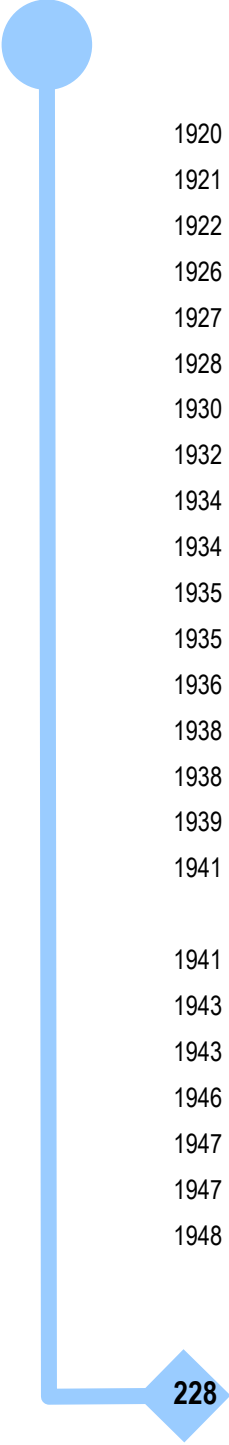



Anexos



Anexo 1: Cronología de los plásticos

- 1839 Charles Goodyear vulcaniza la goma
- 1844 F. Walton produce el linóleum
- 1845 C.F. Schoenbein obtiene el nitrato de celulosa, materia prima para la Celuloide
- 1851 Se exponen en Londres algunos artículos fabricados con Ebanite, un compuesto obtenido por Charles Goodyear sometiendo la goma a un prolongado procedimiento de vulcanización con un elevado porcentaje de azufre
- 1862 A. Parkes presenta en la Grande Exposición de Londres los primeros manufacturados de Parkesine, compuesto de nitrato de celulosa, naftalina y alcanfor
- 1868 Siempre partiendo del nitrato de celulosa y de la alcanfor, John W. Hyatt obtiene la Celuloide, muy semejante a la Parkesine
- 1870 Depositada en los Estados Unidos la patente de la Celuloide
- 1872 Los hermanos Hyatt construyen una máquina para la elaboración de la Celuloide
- 1878 J. W. Hyatt fabrica aquel que es posible considerar como el primer molde a inyección con varias huellas
- 1879 Es patentado por M. Gray el primer extrusor a tornillo
- 1892 Paul Troester produce un extrusor para tubos y cables que perfecciona la máquina de Gray
- 1897 W. Kirsche y A. Spitteler patentan la caseína formaldehído: la galalita
- 1901 W. J. Smith obtiene las primeras resinas alquídicas y gliceroftálica
- 1909 L. H. Baekeland anuncia el descubrimiento de las resinas fenólicas, patentadas con el nombre de Baquelita
- 1910 Se constituye la General Bakelite Co., transformada en 1922 y incorporada sucesivamente en la Union Carbide
- 1910 Producción en Alemania del acetato de celulosa
- 1915 Nace a Leverkusen el primer elastómero sintético
- 1920 Hermann Staudinger inicia los estudios sobre la estructura de los polímeros sintéticos
- 1920 La Ford en los Estados Unidos fabrica componentes para automóviles con compuestos a base de resinas fenólicas y refuerzo textil

- 
- 
- 1920 El checoslovaco Hans John sintetiza las resinas uréicas que se difunden a partir de 1924
- 1921 A. Eichengruen proyecta la primera máquina moderna a inyección para materias plásticas
- 1922 H. Staudinger inicia a estudiar la estructura de las macromoléculas
- 1926 Patentada por Eckert y Ziegler la primera prensa a inyección con características comerciales
- 1927 Primeras patentes y sucesiva producción industrial del PVC en los Estados Unidos y en Alemania
- 1928 Producción comercial de los polvos para estampado urea formaldehído
- 1930 Desarrollo industrial del estireno y del poliestireno
- 1932 Introducción del tornillo de preplastificación en las prensas a inyección
- 1934 En los laboratorios de la ICI se obtiene el polimetilmetacrilato que se comercializará en 1936
- 1934 La French Oil Machine construye una prensa por compresión de 1500 toneladas
- 1935 Primera máquina para el soplado de cuerpos huecos de materia plástica
- 1935 Henckel obtiene las resinas melamínicas
- 1936 Producción del ABS
- 1938 La Du Pont anuncia la producción de las resinas Nylonpoliamidas Nylon
- 1938 Depositada la patente sobre las resinas epoxídicas
- 1939 Producción industrial del poliestireno a baja densidad en Gran Bretaña
- 1941 Inicia la producción de poliuretanos
-
- 1941 Resinas poliéster insaturadas
- 1943 Primeras resinas silicónicas
- 1943 Producción en los Estados Unidos y en Gran Bretaña de las resinas poliester termoplásticas
- 1946 Nace Sandretto Industrie, mayor productor de prensas a inyección en Italia
- 1947 Patentada la tecnología para el estampado en rotación
- 1947 Producción industrial de las resinas epoxídicas
- 1948 Producción industrial del politetrafluoroetileno

- 1954 G. Natta obtiene el polipropileno isotáctico, producido en 1957 por la Montecatini, a Ferrara
- 1956 Polietileno a alta densidad
- 1959 Producción de los policarbonatos
- 1959 Producción de las resinas acetalicás y de los polioximetileno
- 1960 Copolímero etileno acetato de vinilo
- 1961 Se introducen en los Estados Unidos los copolímeros etileno acrilato de etilo E/EA
- 1961 Producción del fluoruro de polivinilideno Kynar, un polímero con elevada resistencia química utilizado en la industria química y eléctrica
- 1962 Producción de las resinas termoplásticas aromáticas poliimidas
- 1963 La General Electric produce el polifenileno óxido modificado PBT
- 1964 Desarrollo de las resinas termoplásticas etileno vinilo acetato EVA
- 1965 Producción del tecnopolímero polieterosulfona
- 1965 La Du Pont desarrolla los polímeros termoplásticos ionómeros
- 1965 Primera patente para la producción de copolímeros cloruro de vinilo propileno
- 1965 Primer elastómero termoplástico en bloques Kraton de la Shell
- 1965 La Union Carbide introduce los polisulfones Udel, termoplásticos aromáticos resistentes a elevadas temperaturas de ejercicio
- 1968 La Basf comercializa chapas fotopoliméricas para el estampado Nyloprint
- 1968 La Phillips Petroleum inicia la producción industrial del poliestireno a baja densidad lineal
- 1969 Introducción del poliéster termoplástico polibutilenotereftalato por la Celanese y sucesivamente por la General Electric
- 1971 La Phillips Petroleum produce industrialmente el polifenileno sulfuro Ryton, el componente con la mayor resistencia a la llama entre los termoplásticos
- 1972 Fibras aramidicas
- 1975 La Mitsui Petrochemical produce el polimetilpentene, desarrollado en 1965 por la ICI y obtenido en laboratorio



por Giulio Natta

- 1980 La Basf perfecciona los polímeros conductores basados en el polipirrolos
- 1982 Anunciado el tecnopolímero polieter inimide Ultem
- 1983 Introducción del tecnopolímero poliarilsofon
- 1986 La ICI desarrolla el Biopol, un termoplástico de origen vegetal totalmente biodegradable seguido unos años después por el Mater B de la Montedison, un polímero a base de almidón
- 1986 La Rohm and Haaas desarrolla los copolímeros poliacrilo inmídicas dotados de elevada barrera a los gas
- 1990 La Himont introduce las mezclas poliolefínicas realizadas a medida directamente en el reactor de polimerización

Fuente: <http://www.sandretto.it/museo/spagnolo/default.htm> El Museo de las materias Plásticas de Pont Canavese, Torino. Noviembre de 2004



Anexo 2: Características de plásticos existentes en el mercado.

Familias de Polímeros

I. Acetales:

1. Homopolímero
2. Copolímero

II. Celulosas:

1. Acetato de Celulosa CA
2. Acetato-Butirato de Celulosa CAB
3. Propionato de Celulosa CAP
4. Etil-Celulosa EC
5. Nitrato de Celulosa NC
6. Copolímeros

III. Fluoropolímeros.

1. Politetrafluoro-Etileno TFE
2. Propileno-Etileno-Fluorado FEP
3. Cloro-Trifluoro-Etileno CTFE
4. Polivinilideno-Fluorado PVF2
5. Polivinil-Fluorado PVF
6. Hexafluoro de Carbono
7. Copolímero TFE- Hexafluoro de

Carbono

8. Copolímero CTFE-PVF
9. Copolímero PVF2- Hexafluoro de

Carbono

IV. Polímeros Acrílicos

1. Poli-Metacrilato de Metilo
2. Poli-Metacrilatos Superiores

V. Poliamidas

1. Tipo 6
2. Tipos 6/6
3. Tipo 6/9

X. Poliimida Termoplástica

XI. Poliolefinas

I. Polietileno PE

1. Polietileno ramificado de Baja Densidad PEBD ó LDPE
2. Polietileno Media Densidad PEMD ó MDPE
3. Polietileno Lineal o de Alta Densidad PEAD ó HDPE
4. Polietileno Ultra Alto Peso Molecular UHMWPE
5. Polietileno Baja Baja Densidad.

II. Polipropileno PP

III. Ionómeros

IV. Copolímeros

1. Poliolefinas- Copolímeros de Olefinas
2. Olefinas- Cloradas
3. Polietileno Clorosulfonado
4. Polietileno Reticulado

XII. Poliuretanos:

1. Poliuretano Ester
2. Poliuretano Eter
3. Elastómeros PU

XIII. Sulfuros de Polifenileno PPS

XIV. Vinilos y Polímeros que contienen Cloro

1. Poli (cloruro de vinilo)
2. Poli (acetato de Vinilo)
3. Poli (cloruro de vinilideno)
4. Copolímeros

- 4. Tipo 6/12
- 5. Tipo 11
- 6. Tipo 12
- 7. Tipo Transparente Amorfo
- 8. Copolimero 6/10-11 y 6-6/6-6/10
- VI. Polímeros Aromáticos**
 - 1. Polióxido de fenileno PPO
 - 2. Polisulfonas
 - 3. Poliamida aromática
- VII. Policarbonatos PC**
 - 1. FR
 - 2. DC
- VIII. Poliéster**
 - 1. Polibutilen-Teleftalato PBT
 - 2. Politetra-Metil-Teleftalato PTMT
 - 3. Poliéster Aromático
 - 4. Polietilen-Teleftalato PET
 - 5. PETG copolímero
- IX. Poliestireno**
 - 1. Poliestireno PS
 - 2. Poliestireno Cristal PSC
 - 3. Poliestireno Alto Impacto PSAI (modificado con caucho).
 - 4. Poliestireno Medio Impacto PSMI
 - 5. Poliestireno Expandible EPS
 - 6. Copolímero Estireno-Butadieno
- SB**
 - 7. Copolimero Estireno-Acrilonitrilo
- SAN**
 - 8. Terpolímero Estireno- Metacrilato de Metilo

- 5. Vinilos rígidos
- 6. Vinilos Flexibles
- XVI. Aleaciones.**
 - 1. ABS- PC
 - 2. ABS-PVC
 - 3. MMA-PVC
- I. Resinas Alquílicas**
 - 1. Ftalato de dialilo DAP
 - 2. Carbonato Alil Diglicol DIAP
- II. Resinas Alquídicas**
 - 1. Resinas Plastificantes
 - 2. Resinas Secantes
 - 3. Resinas Duras
- III. Resinas Aminas**
 - 1. Melamina con Formaldehido
 - 2. Ureas
- IV. Resinas Epoxi**
- V. Resinas Fenólicas**
 - 1. Resina Lignantes
 - 2. Resinas de intercambio iónico
- VI. Poliester insaturado**
- VII. Poliimida termofija**
- VIII. Resinas de Furano**
- IX. Polímeros de Silicona**
 - 1. Fluidos de Silicona
 - 2. Elastómeros de Silicona
 - 3. Resina de Silicona
- X. Uretanos**
 - 1. Espumas de Uretanos.



9. Copolímero ABS
Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno



***ACETALES: (POM).**

Son polímeros de Ingeniería que están considerados dentro de los plásticos de ingeniería debido a sus buenas propiedades mecánicas.

Son resinas termoplásticas de alto rendimiento basadas en la tecnología de polimerización del formaldehído debido a sus buenas propiedades mecánicas el acetal se usa como sustituto del metal en muchas aplicaciones. Se divide en dos grupos: Homopolímero y Copolímero.

PROPIEDADES TÍPICAS.

Peso Específico g/cm ³ =	1.42
Índice de Refracción ⁿ D 25=	1.48
Resistencia a la tracción (psi) =	10.000
Alargamiento (%) =	25-75
Módulo de Tracción 10° psi =	5-2
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	1.4-2.3
Temperatura de flexión térmica "F, 264psi =	255 (123°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	3.7
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.0048
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	0.25
Velocidad de combustión	Lenta
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Atacado
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Resistentes
Transparencia =	Opaco

Sus usos son en engranes, levas, rodillos, cojinetes, casquillos y envolturas. Propiedades Generales del producto acabado: Autolubricación, Bajo coeficiente de fricción Resistencia a la fatiga, estabilidad y exactitud dimensional. Temperatura de uso hasta 100°C., buena resistencia al calor y a la humedad se procesa a bajas temperaturas, disponible en blanco y colores estándares.

Insoluble en Acetona, Etanol, Benceno, Solventes y Alkalis

Resistente a hidrocarburos Aceites y detergentes.

Métodos de producción en los que puede utilizarse: Inyección, Compresión.

El gas producto de la descomposición del formaldehído, produce un olor distintivo que hace difícil que el hombre respire o mantenga los ojos abiertos.

NOMBRES COMERCIALES:

Derlin (Du Pont) Homopolímero

Duracon ó Celcon Copolímero

Ultrafor (BASF) Copolímero

APLICACIÓN EN ENVASES: Botes, cajas y recubrimientos

CELULOSAS:

La clase de los polímeros basados en la celulosa incluye los siguientes:

1. La celulosa natural (El algodón como fibra).
2. La celulosa regenerada (rayón viscosa y película de celofán.)
3. Los derivados químicos de la celulosa:

Acetato de Celulosa
Acetato Butirato de Celulosa,
Propionato de Celulosa,
Etil Celulosa,
Nitrato de Celulosa.

La celulosa es un polisacárido. Las altas fuerzas intermoleculares resultantes junto con la estructura regular del polímero dan como resultado el que tenga un grado de cristalinidad inusualmente alto. El punto de fusión cristalina de la celulosa está muy por encima de su temperatura de descomposición. La solubilidad del polímero es muy baja, es dudoso que la dilución llegue a tener lugar a menos que se forme un derivado.

La celulosa es el material termoplástico más antiguo de la familia de los plásticos. En estado natural la celulosa no se puede fundir, pero a base de tratamientos químicos se puede procesar igual que cualquier material termoplástico.

PROPIEDADES TÍPICAS.

Peso Específico g/cm ³ =	1.22-1.34
Índice de Refracción ⁿ D 25=	1.46-1.50
Resistencia a la tracción (psi) =	1900-9000
Alargamiento (%) =	6 -70
Módulo de Tracción 10° psi =	0.6-4.0
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	0.4 - 5.2
Temperatura de flexión térmica °F, 264psi =	111-95(43-90°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	3.4-7.0
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.01-0.07
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	1.7-6.5
Velocidad de combustión	Entre lenta y autoextinguible
Efecto de la Luz solar =	Ligero
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Se descompone
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Soluble
Transparencia =	Transparente

El principal plástico de esta familia es el Acetato de Celulosa del cual mencionaremos sus principales propiedades en el producto terminado:

Elevada tenacidad (apropiado para piezas con inserciones metálicas)

Atrae poco el polvo, estable al sonido, Agradable al tacto, poco sensible al sudor, buen brillo, poca estabilidad dimensional por la influencia de la humedad y el calor.

Temperatura de uso sin deformaciones 60 a 80°C

Estable frente a Alcoholes y Benzol

Inestable frente a ácidos, alkalis, esteres, cetonas, éteres, hidrocarburos clorados, carburantes.

Estabilidad frente a bencinas, aceites y grasas.

PRINCIPALES USOS:

Láminas gruesas y delgadas, perfiles extruídos, mangos de herramienta, armazones de anteojos, juguetes, viseras, artículos de mercería, artículos de tocador, Filamento textil, cinta adhesiva y de máquina de escribir.

NOMBRES COMERCIALES:

Bx Triacetato (Bx Plastics USA)
Ecaron
Cellidor A

APLICACIÓN EN ENVASES: Películas, Recubrimientos de papel, termoformados, blisters, tiene buena adherencia de impresión

FLOUROPOLIMEROS:

Los polímeros fluorados representan en muchos aspectos los extremos de las propiedades de los polímeros dentro de esta familia se encuentran materiales de alta estabilidad térmica y con capacidad concurrente de ser utilizables a altas temperaturas (en algunos casos combinadas con puntos de fusión cristalinos elevados y altas viscosidades de fundido) y extremada tenacidad y flexibilidad a temperaturas muy bajas muchos de los polímeros son casi totalmente insolubles e inertes químicamente algunos tienen pérdidas dieléctricas extremadamente bajas y elevada rigidez dieléctrica y la mayoría tienen propiedades no adhesivas y de baja fricción únicas en su género, los flouropolásticos pertenecen a la familia de los plásticos parafinados de hidrocarbon. Esta familia comparada con otras ofrece más alta resistencia química y al calor así como mejores propiedades eléctricas. La familia de los Flouro-Carbonos se compone principalmente de:

Politetraflouretileno. TFE
Propileno-Etileno flourado FEP
Cloro-triflour -Etileno CTFE
Polivilideno Flourado PVF2
Polivinil Flourado PVF

PROPIEDADES TIPICAS.

Peso Específico g/cm ³ =	2.14- 2.20
Índice de Refracción [^] D 25=	1.35
Resistencia a la tracción (psi) =	2000 -5000
Alargamiento (%) =	200 -400
Módulo de Tracción 10 ⁹ psi =	0.58

Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	3.0	
Temperatura de flexión térmica "	F, 264psi =	250 (121°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	< 2.1	
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.0002	
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	0.0	
Velocidad de combustión	NULA	
Efecto de la Luz solar =	NULA	
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	MUY RESISTENTE	
Efectos de Disolventes Orgánicos =	MUY RESISTENTE	
Transparencia =	OPACO	

APLICACIONES:

Los usos de estos polímeros son aquellos que exigen excelente tenacidad, propiedades eléctricas, resistencia al calor, bajo coeficiente de fricción ó una combinación de estas. Aplicaciones eléctricas, aplicaciones en equipo químico, aplicaciones en piezas de baja fricción y antiadherentes

NOMBRES COMERCIALES:

Teflón de Du Pont
Lexan de General Electric.

POLIMEROS ACRILICOS:

El metacrilato es el nombre genérico de las resinas producidas mediante la polimerización de ácido acrílico y sus derivados, es un plástico claro, incoloro y transparente, con un punto de reblandecimiento más alto, mejor resistencia al impacto y mayor resistencia a la intemperie que el poliestireno.

La propiedad más sobresaliente de este polímero es su transparencia óptica y ausencia de color, unidas a su buen comportamiento a la intemperie, lo hacen altamente útil en todas las aplicaciones en las que la transmisión de luz es importante, estas consideraciones se aplican igualmente a las composiciones coloradas. Una limitación para las aplicaciones ópticas de este material es su deficiente resistencia a la abrasión comparado con el vidrio.

PROPIEDADES TIPICAS.

Peso Específico g/cm ³ =	1.17- 1.20
Índice de Refracción ⁿ D 25=	1.49
Resistencia a la tracción (psi) =	7.000- 11.000
Alargamiento (%) =	2-10
Módulo de Tracción 10° psi =	4.5
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	0.3 -0.5
Temperatura de flexión térmica "F, 264psi =	155-21068-98°C
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	3.0 - 3.6
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.03 - 0.05
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	0.3 - 0.4
Velocidad de combustión	Lenta
Efecto de la Luz solar =	Ninguno
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Atacado
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Soluble
Transparencia =	Transparente
Calor específico k cal/ k°C =	0.35
Conductibilidad térmica kcal/mh°C =	0.16

APLICACIONES:

Los productos incoloros son excelentes en transparencia, mayor resistencia a la intemperie y a los productos químicos que otros plásticos. Excelencia en características ópticas, tales como, la transmisión de rayos ultravioleta,

tanta dureza como el aluminio. La resina se usa para fabricar letreros, postes anunciadores, guardabrisas, productos electrónicos, de uso domestico, relojes y lentes.

NOMBRES COMERCIALES:

Plexigom Resart, Lucry (BASF)
Silux (RESISTOL)
Plastiglass (RESISTOL)
Perspex (ICI)
Implex (ROHM AND HAS)

APLICACIÓN EN ENVASES: Cajas transparentes, botes

POLIAMIDAS:

Las poliamidas se obtienen a partir de desechos agrícolas como son la mazorca de maíz y cáscara de avena. Las poliamidas se describen por un sistema de numeración que indica el número de átomos de carbono de las cadenas de monómero. Los polímeros de aminoácidos se designan por un único número como nylon 6, nylon 6/10, nylon 11, nylon12, y algunas combinaciones de estos. La producción de fibras de nylon en 1969, en E.U. fue de alrededor de 1650 millones de lb. La producción de nylon para usos como plásticos fue de unos 90 millones de lb., en el mismo año. En igualdad de peso la fibra de nylon es más fuerte que el alambre de acero

PROPIEDADES TIPICAS.

Peso Específico g/cm ³ =	1.13 -1.15
Índice de Refracción ^D 25=	1.53
Resistencia a la tracción (psi) =	9000- 12000
Alargamiento (%) =	60 -300
Módulo de Tracción 10° psi =	1.8 - 4.2
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	1.0 - 2.0
Temperatura de flexión térmica °F, 264psi =	150-220(65-104°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	3.9 -4.5
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.02 -0.04

Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	1.5
Velocidad de combustión	Autoextinguible
Efecto de la luz solar =	Se decolora
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Resistente
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Resistente
Transparencia =	Opaco
Calor específico k cal/ kg°C =	0.4
Conductibilidad térmica kcal/mh°C =	0.22

PROPIEDADES GENERALES DEL PRODUCTO ACABADO

Elevado alargamiento y tenacidad, bajos coeficientes de fricción, reducido desgaste (resistencia al desgaste), buena estabilidad de forma al calor. Alta capacidad de absorción de agua, buena capacidad de vaporización. Se torna quebradizo al secarse.

Temperatura de uso permanente sin perjuicios, máximo 90 -110°C Estabilidad frente a álcalis débiles, alcohol, ésteres, éteres, Hidrocarburos clorados, benzol, bencina, carburantes, aceites y grasa. Inestable frente a ácidos, álcalis concentrados y cetonas

APLICACIONES: Piezas técnicas de todo tipo (cajas, hélices para navegación, para ventiladores, válvulas, recipientes de transporte, empuñaduras de puertas), engranajes, cojinetes, cajas para rodamientos, elementos de embrague, cascos protectores y aparatos médicos.

NOMBRES COMERCIALES

Ultramid A, B, BM, S.
Durethan BK
Trogamid T
Vestamid.

APLICACIÓN EN ENVASES: Embalajes especiales, Fabricación de embutidos

Buena estabilidad térmica, resistencia a la abrasión, hermético a grasas y aceites, muy mala resistencia a ácidos

POLICARBONATO:

Como el nylon, el acetal y la resina de poliéster, este polímero es un termoplástico cristalino de propiedades mecánicas muy buenas. Tiene una resistencia al impacto extraordinariamente alta incluso a bajas temperaturas, atribuida en parte a la combinación de un orden relativamente alto en las regiones amorfas y considerable desorden en las regiones cristalinas. Tiene baja absorción de humedad, buena resistencia al calor y buena estabilidad térmica y oxidativa en el fundido. Es transparente y se auto extingue, puede fabricarse por inyección o extrusión convencionales.

PROPIEDADES TIPICAS.

Peso Especifico g/cm ³ =	1.2
Índice de Refracción [^] D 25=	1.586
Resistencia a la tracción (psi) =	8000- 9500
Alargamiento (%) =	100 - 130
Módulo de Tracción 10° psi =	3.5
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	12 -17.5
Temperatura de flexión térmica °F, 264psi =	265-285(129-140°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	3.02
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.0021
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	0.15
Velocidad de combustión	Autoextinguible
Efecto de la Luz solar =	Ligero
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Atacado
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Soluble
Transparencia =	Transparente
Calor específico k cal/ kg°C =	0.28
Conductibilidad térmica kcal/mh°C =	0.17

PROPIEDADES GENERALES DEL PRODUCTO ACABADO

Alta resistencia mecánica dentro de un amplio campo de temperaturas, alta estabilidad de dimensiones y al calor, buenas propiedades dieléctricas, estabilidad al envejecimiento, reducida absorción de agua. Temperatura de uso permanente sin perjuicios, max. 110 -135°C

APLICACIONES:

Piezas de aislamiento y cobertura con gran tenacidad y gran estabilidad de forma al calor para la técnica de iluminación, industria eléctrica y del automóvil; aparatos esterilizables para uso médico, cascos de seguridad, lentes ópticas y recubrimientos de cajas de conmutación.

NOMBRES COMERCIALES:

Makrolon y Lexan

APLICACIÓN EN ENVASES: películas especiales, laminas para blister, cajas transparentes, botellas

POLIOLEFINAS: POLIETILENO: PE

El polietileno se divide en:

PEBD ó LDPE Polietileno ramificado o de baja densidad

PEMD ó MDPE Polietileno Media Densidad

PEAD ó HDPE Polietileno Lineal y de Alta Densidad

HMWPE Polietileno Alto peso Molecular

UHMWPE Polietileno Ultra Alto peso Molecular

LLDPE Polietileno baja baja densidad lineal

POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE)

El primer polímero comercial de etileno fue el polietileno ramificado, comúnmente denominado material de baja densidad o alta presión. El polietileno de baja densidad es un sólido parcialmente cristalino que funde al derredor de 115°C, es soluble en muchos disolventes a temperaturas superiores de los 100°C pero no existen disolventes conocidos a temperatura ambiente. Las propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad están entre la de los materiales rígidos como el poliestireno y los polímeros flexibles ramificados como los vinílicos. El polietileno posee una buena tenacidad y flexibilidad en un amplio intervalo de temperaturas. Su densidad decrece bastante rápidamente a temperatura por encima de la del ambiente y los grandes cambios dimensionales resultantes crean dificultades en algunos métodos de fabricación. El relativamente bajo punto de fusión cristalino, limita el intervalo de temperatura de buenas propiedades mecánicas.

El polietileno es químicamente inerte. No se disuelve en ningún disolvente a temperatura ambiente, pero líquidos tales como el benceno y el tetracloruro de carbono, que son disolventes suyos a temperaturas superiores, lo hacen hincharse ligeramente. Se utiliza frecuentemente para recipiente de ácidos incluido el fluorhídrico.

El polietileno envejece expuesto a la luz y al oxígeno con pérdidas de resistencia. El comportamiento a la intemperie del polímero pigmentado con negro de humo es bastante bueno.

La mitad del polietileno producido está destinado a películas y láminas, más de los tres cuartos de esta producción van a aplicaciones de empaque, otras utilidades son los cortinajes y manteles, y aplicaciones extensas en la agricultura y en la construcción. El 13% de la producción está destinado a utensilios domésticos y juguetes moldeados por inyección. El polietileno se utiliza ampliamente como aislante de cables eléctricos de alta frecuencia ya que tiene muy poca pérdida eléctrica, en esta actividad se destina el 10% de la producción de polietileno de baja densidad. El 10% se aprovecha para revestimientos hechos por inmersión en soluciones calientes, fundidos, emulsiones o por rociado a la llama. La producción de botellas y recipientes industriales por soplado supone un 10% de la producción de polietileno, la flexibilidad, bajo coste, y resistencia a la corrosión y a la rotura son cualidades importantes en esta utilización.

PROPIEDADES TÍPICAS POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.

Peso Específico g/cm ³ =	0.91 - 0,925
Índice de Refracción ⁿ D 25=	1.51
Resistencia a la tracción (psi) =	600-2300
Alargamiento (%) =	90-800
Módulo de Tracción 10° psi =	0.14 -0.38
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	> 16
Temperatura de flexión térmica "F, 264psi =	90 -105_(32 -40°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	2.25 -2..35
Pérdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	< 0.0005
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	< 0.15
Velocidad de combustión	Muy Lenta
Efecto de la luz solar =	Necesita protección
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Resistente
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Resistente -80°C

Transparencia =	Opaco
Calor específico k cal/ kg°C =	0.5
Conductibilidad térmica kcal/mh°C =	0.26

APLICACIÓN EN ENVASES: Bolsas, películas, botellas, cintas para sacos, cajas, blister.

POLIETILENO (LINEAL) DE ALTA DENSIDAD

Los polietilenos lineales típicos son polímeros altamente cristalinos su punto de fusión esta por encima de los 127°C. Los polímeros lineales son más rígidos que el polímero ramificado y tienen un punto de fusión cristalina mas alto y mayor resistencia a la tracción y a la dureza. La buena resistencia química del polietileno ramificado se conserva o es acrecentada y propiedades tales como la fragilidad a baja temperatura y poca permeabilidad a gases y vapores s ven mejorada en el material lineal.

La producción de botellas y otros recipientes de moldeo por soplado supone mas del 40% del polietileno lineal producido. El ajuste de las variables estructurales para obtener una elevada resistencia al cuarteamiento por tenciones ambientales produjo una gran expansión en este campo. Al derredor del 20% del polietileno lineal producido se utiliza en el moldeo por inyección; la superior rigidez y resistencia al calor del material lineal lo ha llevado a sustituir al material ramificado en las aplicaciones donde estas propiedades son importantes.

Otra aplicaciones importantes del polietileno lineal son películas y laminas, el aislamiento de cables y conductores el revestimiento por extrusión y la fabricación de tubos y conductos.

PROPIEDADES TIPICAS POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.

Peso Específico g/cm ³ =	0.941 - 0,965
Índice de Refracción ^D 25=	1.54
Resistencia a la tracción (psi) =	3100-5500
Alargamiento (%) =	20-1000
Módulo de Tracción 10 ⁹ psi =	0.6 -1.8
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	0.5 -2.0
Temperatura de flexión térmica "F, 264psi =	100 -130 (38 -54°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	2.30 -2..35
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	< 0.0005
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	< 0.01

Velocidad de combustión	Muy Lenta
Efecto de la luz solar =	Necesita protección
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Resistente
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Resistente -80°C
Transparencia =	Opaco
Calor específico k cal/ kg°C =	0.45
Conductibilidad térmica kcal/mh°C =	0.33

APLICACIÓN EN ENVASES: Bolsas, películas, botellas, cajas, blister.

IONOMEROS

La palabra ionómero ha sido acuñada como término genérico para una clase de termoplásticos que contienen grupos carboxilos ionizables que pueden crear enlaces reticulares entre las cadenas, Estas sustancias se producen con copolímeros de olefinas con monómeros de ácido carboxílico. Estos enlaces reticulares son lábiles a las temperaturas del proceso, lo que permite que los ionómeros puedan ser extruidos, o moldeados con equipos convencionales. Las aplicaciones principales de esta nueva clase de materiales se centran en la combinación de propiedades como elevada transparencia, dureza, flexibilidad, adhesión, y resistencia a los aceites. El envasado de alimentos, el envasado con laminas planas o moldeadas y varias utilizaciones en zapatería son algunos ejemplos.

PROPIEDADES TIPICAS.

Peso Específico g/cm ³ =	0.93 - 0,96
Índice de Refracción ⁿ D 25=	1.51
Resistencia a la tracción (psi) =	3500-5500
Alargamiento (%) =	350 -450
Módulo de Tracción 10° psi =	0.2 -0.6
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	6- 15
Temperatura de flexión térmica "F, 264psi =	100-120_(37 -48°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	2.4 -2.5
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.0015
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	0.1-1.4
Velocidad de combustión	Muy Lenta

Efecto de la Luz solar =	Nec. protección
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Atacado
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Resistente -80°C
Transparencia =	Transparente
Calor específico k cal/ kg°C =	---
Conductibilidad térmica kcal/mh°C =	---

APLICACIÓN EN ENVASES: Recubrimientos de papel, películas bolsas

POLIPROPILENO

Con la utilización comercial de la polimerización por coordinación en 1957 se hizo posible la polimerización de polipropileno. En los años siguientes se ha convertido en uno de los principales plásticos mundiales. El polipropileno puede fabricarse en forma isotáctica, sindiotáctica, o atáctica. La cristalinidad del polipropileno isotáctico le hace ser la única forma de interés comercial. Es un polímero esencialmente lineal, altamente cristalino, con un punto de fusión de 165°C.

El polipropileno es el mas ligero de los plásticos, su alta cristalinidad le proporciona una elevada resistencia a la tracción, rigidez y dureza, la elevada relación de resistencia a peso resultante es ventajosa para muchas aplicaciones. Los artículos acabados tienen esencialmente un brillo nuevo y una alta resistencia al deterioro. El elevado punto de fusión permite que las piezas puedan ser esterilizadas y el polímero conserva una alta resistencia a la tracción a temperaturas elevadas.

La resistencia al impacto a baja temperatura es poca ya que pierde rigidez a 0°C, para salvar este problema se hace necesario la utilización de copolímeros de bloque (propilenos-etilenos). Los copolímeros de bloque son mas resistentes al impacto y se utilizan en aplicaciones de moldeo por inyección.

El polipropileno posee excelentes propiedades eléctricas y el carácter químico inerte y la resistencia a la humedad típicos de los polímeros de hidrocarburo. Debe utilizarse con antioxidantes y absorbentes de rayos ultravioleta ya que es atacado por estos agentes.

Las aplicaciones de los moldeados por inyección incluida la del campo del automóvil y herramientas supone casi la mitad de la producción de PP, Otro tercio se emplea como filamentos y fibras para alfombras. El uso para películas de empaque esta creciendo continuamente debido a las características de barrera que tiene.

PROPIEDADES TÍPICAS.

Peso Específico g/cm ³ =	0.941 - 0,965
Índice de Refracción [^] D 25=	1.49
Resistencia a la tracción (psi) =	4300-5500
Alargamiento (%) =	200 -700
Módulo de Tracción 10° psi =	1.6 -2.3
Resistencia al impacto ft lb/in de entalladura =	0.5 -2.0
Temperatura de flexión térmica "F, 264psi =	125 -140_(51 -60°C)
Constante Dieléctrica 1000 Ciclos =	2.2 -2..6
Perdida Dieléctrica 1000 Ciclos =	0.0005 -0.0018
Absorción de agua Varilla de 1/8", 24 hrs % =	< 0.1
Velocidad de combustión	Lenta
Efecto de la Luz solar =	Necesario protección
Efectos de Ácidos o Bases Fuertes =	Resistente
Efectos de Disolventes Orgánicos =	Resistente -80°C
Transparencia =	Opaco
Calor específico k cal/ kg°C =	0.46
Conductibilidad térmica kcal/mh°C =	0.26
Comportamiento a la llama= Sigue ardiendo al separarla llama luminosa con núcleo azul, gotea	
Olor =	Débil a parafina o resina

PROPIEDADES DEL PRODUCTO TERMINADO:

Destacada estabilidad al calor excelente resistencia mecánica a la tracción y al choque, buenas propiedades dieléctricas en un gran intervalo de temperaturas 135°C, Buena dureza superficial sin tendencia a la corrosión por tensiones, Esterilizable hasta 120°C Prácticamente sin absorción de agua, Se hace quebradizo a temperaturas inferiores a 0°C., buena estabilidad a los productos químicos.

Para la construcción de moldes hay que tomar en cuenta una contracción de 2.1 a 2.5 % en partidas de buena fluidez de 2 a 3 % en partidas con menor fluidez.

NOMBRES COMERCIALES:

Pro- Fax de Himont
Valtec de Himont
Hostalen PPH
Luparen
Vestolen P

APLICACIÓN EN ENVASES: Bolsas, películas, botellas, cintas para sacos, cajas, blister. Hilos para sacos, Envases para esterilizar, Envases para pan, charolas y soportes por termoformado

POLIURETANOS

Los poliuretanos son polímeros que contienen el grupo formado típicamente por medio de la reacción un dicocianato y un glicol. Los polímeros formados de esta manera son útiles en cuatro tipos principales de productos: espumas, fibras, elastómeros, y recubrimientos las espumas de poliuretano poseen invariablemente enlaces cruzados y por ello son resinas termoestables.

Estas son la única familia de materiales que poseen las propiedades de los plásticos y de los hules. Comercialmente se encuentra a los poliuretanos en dos formas, espumas rígidas, flexibles y elastómeros.

Elastómeros: los elastómeros de poliuretano son notables por una muy buena resistencia a la abrasión y dureza, combinadas con buena elasticidad y resistencia a las grasas, aceites y disolventes, se utilizan para cubiertas de neumáticos de una vida inusualmente larga y son ampliamente utilizadas en las aplicaciones que requieren una gran resistencia a la abrasión, tales como los tacones de zapatos y ruedas industriales pequeñas.

FIBRAS: Las fibras de poliuretano son de una elasticidad excepcionalmente alta, se utilizan para prendas de corsetería y trajes de baño ligeros, han reemplazado en este sentido al hilo de caucho látex.

POROMERICOS: Las estructuras de dos capas basadas en poliuretanos han tenido un éxito estimable como materiales tipo cuero utilizados para zapatos de alta calidad, consiste en un sustrato base en forma de una malla no tejida de fibra de poli(tereftalato de etileno)impregnada con un relleno de poliuretano poroso que le da cuerpo, esta estructura se perfora con agujas para darle transmisión al vapor, se cubre con revestimiento permeable al vapor de poliuretano con una pequeña cantidad de poli(cloruro de vinilo).

ESPUMAS: Tienen propiedades como, alta resistencia mecánica, química y resistencia a la abrasión, baja densidad, Piel integrada se puede dar la textura deseada

VINILOS Y POLIMEROS QUE CONTIENEN CLORO:

Los polímeros y copolímeros de cloruro de vinilo y cloruro de vinilideno son de uso muy extendido como plásticos y como fibra en el comercio se conoce a estos polímeros como "los vinilos" o "resinas vinílicas" Habiendo sido en algún tiempo el grupo mas amplio en los materiales termoplásticos las resinas de vinilo han sido sobrepasadas en volumen en los últimos años por los polímeros olefinicos y casi igualadas por las resinas de tipo estireno.

El poli (cloruro de vinilo) es un material parcialmente sindiotáctico, con la suficiente irregularidad de estructura para que la cristalinidad sea bastante baja, su caracterización estructural se complica por la posibilidad de ramificación de la cadena y la tendencia del polímero a asociarse en solución. El poli (cloruro de vinilo) es bastante inestable al calor y a la luz. Casi invariablemente se añaden estabilizadores para mejorar la estabilidad al calor y a la luz.

COMPUESTOS RIGIDOS: El término rígidos hace normalmente referencia al poli(cloruro de vinilo) sin plastificante o con solo un porcentaje bajo de resina epoxi; con frecuencia se combina con otros plásticos como caucho de nitrilo, Polietileno clorado, ABS, Terpolímero de metacrilato de metilo - butadieno - estireno. Los polímeros que contienen 10% de cloruro de vinilideno tienen mayor resistencia a la tracción que el poli(cloruro de vinilo) puro.

COMPUESTOS FLEXIBLES: Muchas propiedades del poli(cloruro de vinilo) y de los copolímeros son mejorables por plastificación. La gran mayoría de las producciones comerciales de resinas de vinilo son en forma de composiciones plastificadas. El primer plastificante importante para los vinilos fue el fosfato de tricresilo.


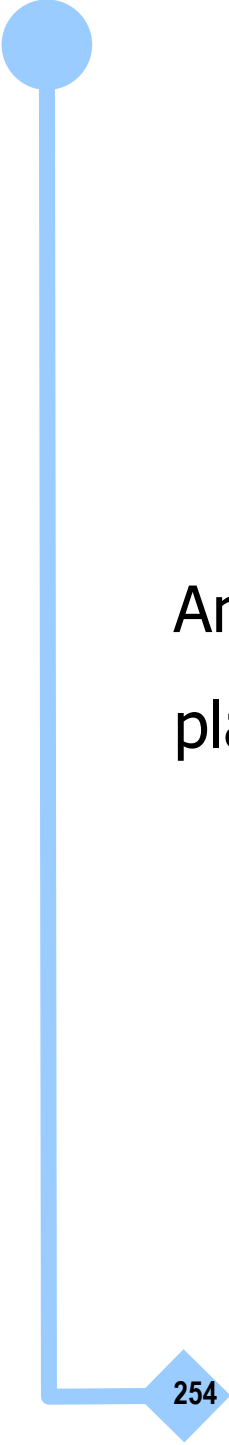
Cloruro de polivinilo Rígido	Transparente Buena resistencia mecánica Hermético a los aromas, gas y vapor de agua Resistente a grasas y aceites Soldable y metalizable	<i>Envases para alimentos</i> <i>Envases para congelados</i> <i>Vasos moldeados por calor</i> <i>Botellas para detergentes</i>
Cloruro de polivinilo	Transparente Flexible Extensible Soldable	<i>Tubos colapsibles para cosméticos</i> <i>Película sanitaria para envase de alimentos</i>
Cloruro de Polivinilideno	Muy transparente Excelente barrera al oxígeno Excelente barrera al agua	<i>Envases para alimentos</i> <i>Capas para sellado en caliente</i> <i>Capa barrera sobre papel, celofán</i>

Sellable
Contraible
Resistente a la ebullición

polipropileno y aluminio

Al derredor de una tercera parte de las resinas de vinilo producidas se emplean en productos calandrados, mayormente películas, láminas y revestimientos para suelos. Las películas son utilizadas para impermeables, bolsos, cortinas para baño y empaques de alimentos entre otros usos. Otro tercio de los vinilos se usa en aplicaciones de extrusión, de este material se emplea mucho para aislamiento de cables eléctricos. Otro gran campo son los tejidos recubiertos para tapicería impermeables. Las aplicaciones de moldeo incluían a los discos de 33 revoluciones de vinilo rígido actualmente se elaboran porta disquetes y otros accesorios para la industria electrónica productos.





Anexo 3: Métodos de procesamiento de plásticos.



INYECCIÓN

EXTRUSIÓN

EXTRUSIÓN SOPLO

INYECCIÓN SOPLO

INYECCIÓN ESTIRADO SOPLO

TERMOFORMADO

CALANDREO

ESPUMADO

INTRODUCCIÓN

La facilidad de fabricación de los plásticos y las muchas posibilidades de métodos de procesos de producción son dos de las mas importantes razones del por que los plásticos se han convertido en los mas populares materiales para el empackado de alimentos y bebidas. Su fabricación ha permitido la combinación de diferentes plásticos para obtener mezclas únicas de propiedades y ha ayudado también a producir plásticos que pueden ser fácilmente maleables, y manejables a altas velocidades en máquinas de impresión y empaque. La baja energía requerida para su fabricación se ha combinado con el poco peso de los plásticos, para proporcionar considerables ventajas económicas para muchos sistemas de empackado. Los nuevos métodos de fabricación continúan desarrollándose para hacer empaques que sean más baratos y más efectivos generando con ello grandes posibilidades de diseño.

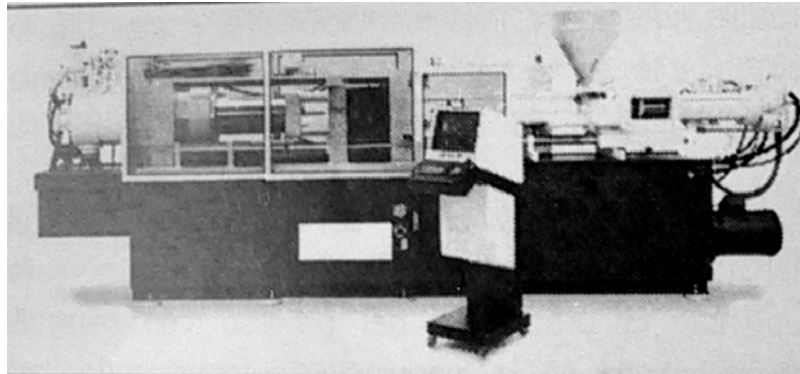
Al derredor de la mitad de los 210 millones de toneladas de materiales plásticos que se producen en el mundo, México durante 2004 consumió 4, 500,000 de toneladas de las cuales el 43% son utilizadas por la Industria del empaque, en forma de películas (aproximadamente 25%), en láminas (aproximadamente, 5%), o bien en pellets (aproximadamente 20%)

Es generalmente aceptado que los espesores abajo de 15 gauge, son llamadas películas, y los espesores mayores son considerados como láminas. Los espesores de las láminas son expresados en milímetros mientras que para las películas se expresa en gauge. En el sistema métrico las láminas y las películas mas pesadas son expresadas en milímetros mientras que las películas delgadas están generalmente dadas en milésimas de milimetro.

$$\begin{aligned} 1\text{gauge} &= 1 \text{ milésima de pulgada} \\ 1\mu &= 1 \text{ milésima de milímetro} \\ 25.4 \mu &= 1 \text{ gauge} = 1 \text{ milésima de pulgada} \end{aligned}$$

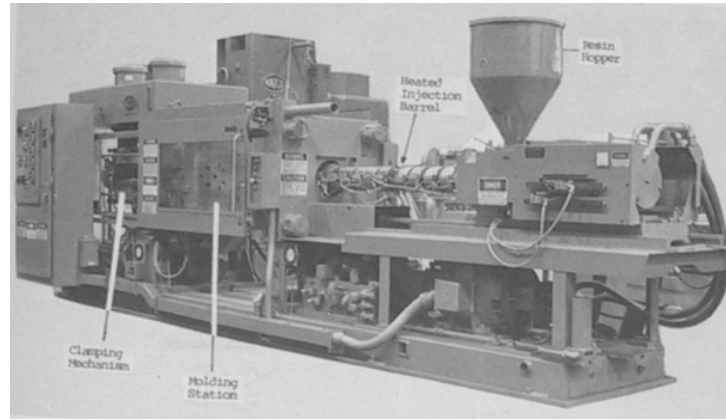
A continuación se presentan los principales métodos de producción para la transformación de los plásticos en la industria del empaqueo.

INYECCIÓN



Equipo para proceso de Inyección

El moldeo por inyección se puede definir como el método en el que un termoplástico o termofijo se funde, y en estado viscoelástico se inyecta a alta presión en un molde cerrado, hasta llenar éste completamente. El polímero se enfría dentro del molde y solidifica, finalmente se abre el molde y se extrae la pieza



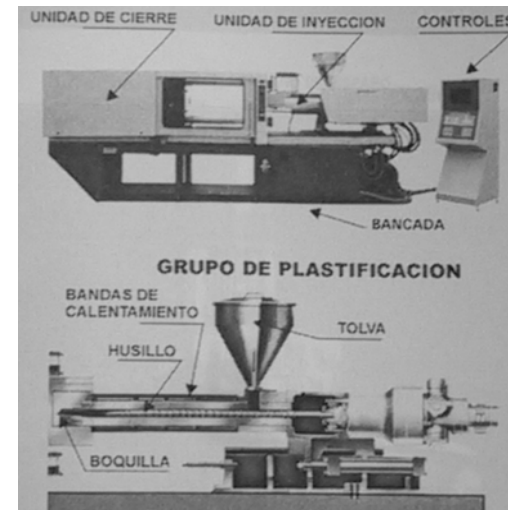
Partes de un sistema de inyección de plásticos

Descripción del proceso:

El proceso de moldeo por inyección comienza cuando el plástico granulado o en polvo y en estado frío se vierte en la tolva, de ahí pasa al cilindro de calefacción. Dentro del cilindro de calefacción el material va avanzando por los continuos émbolos de un pistón. Este pistón actúa como pistón de inyección y obliga al material fundido a pasar desde el cilindro de calefacción a las cavidades del molde. Una vez el material en el molde se enfría, se solidifica y puede sacarse la pieza del molde.

Las partes de una máquina de inyección son las siguientes:

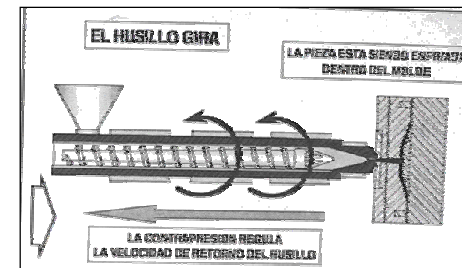
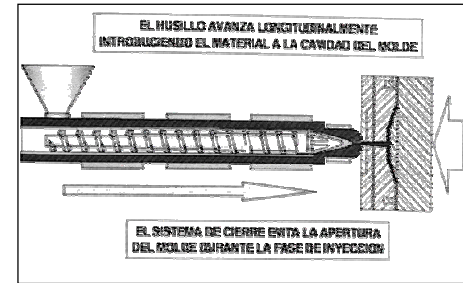
- Tolva de entrada
- Unidad de Inyección
- Unidad de cierre
- Herramienta o molde
- Controles
- Equipo de fuerza



CICLO DE MOLDEO POR INYECCIÓN CONVENCIONAL

En una máquina convencional los tiempos y movimientos necesarios para efectuar un ciclo de moldeo son los siguientes:

- Tiempo para cerrar el molde: Durante el cual actúa el sistema de cierre, la máquina ejecuta el o los movimientos necesarios para centrar el molde a presión.
- Tiempo de inyección: Avanza el pistón y realiza la inyección; el tiempo necesario para la inyección depende del polímero empleado, de la temperatura del polímero, la velocidad de avance del pistón y del tamaño del molde.
- Tiempo de moldeo: Durante el cual el molde permanece cerrado y el pistón en avanzada, el polímero se enfría dentro del molde y por esta causa se contrae. El pistón mantiene la presión dentro del molde haciendo entrar más polímero compensando así la contracción, este periodo puede variar de segundos a minutos.
- Tiempo de enfriamiento: Es necesario enfriar el polímero dentro del molde. En este tiempo el pistón retrocede para quedar listo para el ciclo siguiente.
- Tiempo de abertura del molde: Durante el cual se abre el molde



- Tiempo de extracción de la pieza: Durante el cual se sacan las piezas moldeadas de las cavidades del molde.
- Tiempo de molde abierto: Generalmente es muy corto, aunque deberá ser largo si hay que insertar alguna pieza (metálica o de algún otro material) necesarias para el ciclo siguiente.



Variables de operación: Para obtener piezas moldeadas de buena calidad, es necesario observar las siguientes variables que están íntimamente relacionadas entre sí:

- Presión da inyección
- Temperatura de inyección
- Tiempo durante el cual el pistón esta en posición avanzada
- Temperatura de molde
- Tiempo durante el cual permanece cerrado el molde
- Fuerza de cierre del molde
- Velocidad del pistón de inyección

El proceso de inyección presenta una gran versatilidad en cuanto a equipos disponibles y aplicaciones. La maquinas de inyección se identifican con dos parámetros principales:

- Fuerza de cierre expresada en Toneladas
- Capacidad de Disparo expresada en gramos

Las maquinas pequeñas tiene una fuerza de cierre de 7 tonelada y una capacidad de disparo de 10 gramos máximo para aplicaciones de inyección de piezas pequeñas como algunos cajas y envases.

Existen maquinas grandes las que se utilizan en la elaboración de partes de la industria automotriz, por ejemplo un parachoques, en donde la fuerza de cierre es de 8,000 toneladas y la capacidad de disparo es de 4 a 10 Kilogramos

En añadidura a los sistemas convencionales existen sistemas especiales, utilizados para fabricar piezas de mayor grado de dificultad, estos sistemas son:

- Sistemas multicomponentes
- Sistemas de Inyección asistida con gas
- Sistemas de Núcleo perdido

Sistemas Multicomponentes

Este proceso hace posible producir piezas que combinan ventajas de materiales diferentes, o la obtención de productos de un solo tipo de material pero en colores diferentes.

Los equipos se clasifican de acuerdo con:

- El número de unidades de Inyección: si son de flujo separado o bien de flujo concurrente
- Diseño de molde en base al producto: moldes estáticos o bien moldes rotativos
- Configuración de equipo: Inyección vertical , horizontal o inclinada. Unidad de cierre horizontal o vertical; inyección sobre el plano de apertura, o inyección a través del molde.

El número de unidades de inyección corresponde al numero de componentes o colores diferentes que presenta el producto.



Sistemas para inyección de dos componentes



Configuración de maquina de inyección horizontal

Ventajas del moldeo por inyección:

- Las piezas inyectadas se obtienen con un acabado final.
- El material plástico puede moldearse repetidamente a la forma requerida y tamaño, con mucha precisión.
- Elementos funcionales como Injertos en metal o plástico, roscas Internas y externas pueden ser moldeados y pueden realizarse agujeros, con corazones
- Las piezas moldeadas pueden reproducirse rápidamente sobre lodo con moldes múltiples.

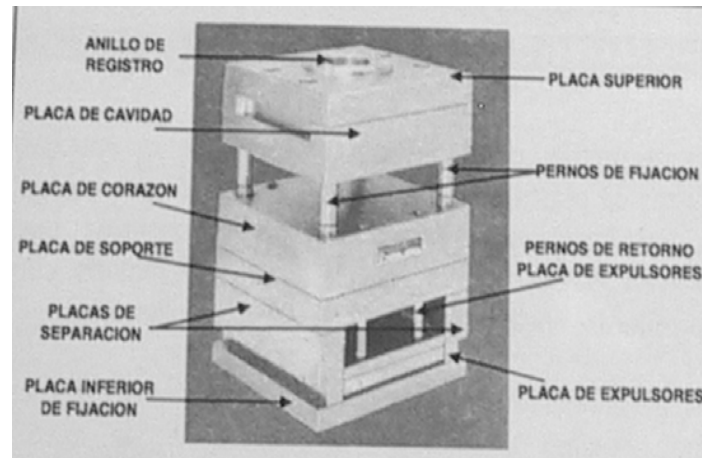
Desventajas

- Una máquina de inyección es cara comparada con otras máquinas de moldeo se necesita mucha presión en el sistema de cierre del molde y esto encarece el proceso.
- El costo del molde es caro comparado con otros métodos de moldeo ya que el molde debe ser muy robusto para aguantar grandes presiones sin deformarse.

DISEÑO DE MOLDE

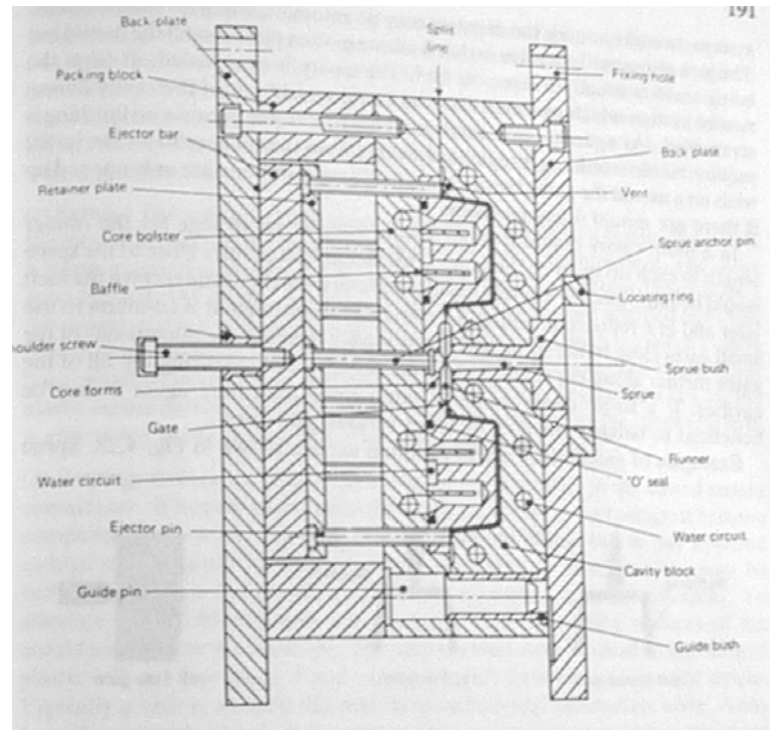
La calidad de una pieza moldeada por inyección depende mucho del molde. La fabricación del molde depende de un especialista en construcción de moldes Cuando se va a iniciar un proyecto de diseño en plástico inyectado, es conveniente una consulta entre el proveedor de la materia prima, el diseñador del molde el diseñador del producto y el operario de la máquina para discutir sobre como abaratar el costo del molde, lugar por donde se va a inyectar la pieza, colocación de las espigas extractoras etc.

Las partes principales de un molde se aprecian en la imagen siguiente:



Partes de un molde para inyección de plásticos.

Un molde sencillo para inyección consiste en dos piezas, una hembra y una macho, que forman una cavidad cuando se cierran. Cuando se requieren formas más complicadas, agujeros etc. los moldes deberán poseer más elementos como son corazones que pueden incrementar el costo del molde considerablemente.



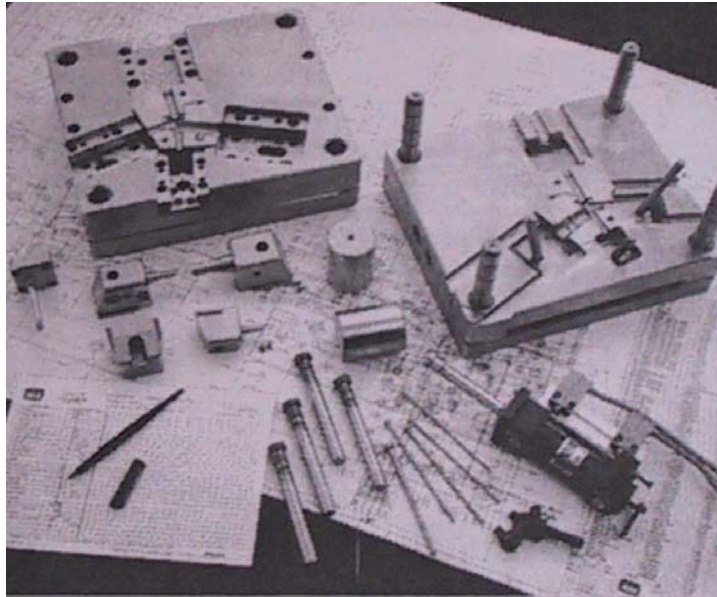
Los moldes pueden ser sencillos o múltiples. Dentro de los moldes múltiples existen varias consideraciones que deben de tomarse en cuenta:

Que todas las cavidades comienzan a llenarse al mismo tiempo

Que todas las cavidades terminen de llenarse al mismo tiempo

Que las entradas se obturen en el mismo momento

El flujo del plástico líquido puede nivelarse de dos maneras en flujo compensado y en flujo equilibrado



Molde con elementos deslizantes

ENVASES Y EMBALAJES INYECTADOS PARA LA INDUSTRIA DE LOS ALIMENTOS

La necesidad existente en todos los países de encontrar embalajes aptos para el transporte, el fácil manejo y apertura para productos alimenticios y en particular el rápido crecimiento de los autoservicios, ha hecho de los plásticos un material de empackado imprescindible para la industria de la alimentación

Una de las ventajas que tienen los envases moldeados por inyección es la homogeneidad de sus paredes y la distribución regular del material, lo que hace a un envase inyectado más resistente en cuanto a esfuerzos interiores se refiere, esto repercute en la resistencia a los cambios bruscos de temperatura, que independientemente del material utilizado, el proceso concede a los envases una mejor resistencia. En algunos envases plásticos fabricados por inyección puede realizarse un proceso de esterilización sin que el envase sufra deformaciones

Algunos ejemplos que utilizamos corrientemente en cuanto a envases inyectados se refiere son los siguientes:

Algunas bandejas de poliestireno que se utilizan frecuentemente para el envasado de alimentos.

Vasos de capacidad de 120 a 250 ml que se utilizan para yogurt y productos similares en las industrias lácteas y para bebidas de frutas

Algunos vasos que se venden expreso, para determinados alimentos y bebidas

Envases de alimentos que deben tener una apariencia muy elegante (chocolates, dulces, almendras, etc)

Algunas charolas de servicio de venta

Cajas monolíticas para embalado de frutas o productos ya envasados.

La aplicación más importante del proceso de inyección en los envases son los cierres, es decir las tapas

Algunas consideraciones para el desarrollo de envases y embalajes por medio del proceso de inyección

En el curso de los años se han considerado directrices para la configuración de piezas inyectadas que tienden a facilitar el proceso de diseño, mejorar el aspecto de las piezas y asegurar una buena calidad y funcionalidad de las mismas.

El proceso de inyección proporciona una gran libertad en la configuración de las piezas; sin embargo hay que tener en cuenta algunos hechos, relativos a las propiedades mecánicas y comportamientos reológicos de los plásticos

Así por ejemplo hay que pensar que la mayoría de los plásticos son sensibles a las esquinas de manera que las piezas deberán ser diseñadas de forma que tengan ángulos de canto agudo de un radio para evitar defectos de entalladura.

El espesor de la superficie deberá tratar de mantenerse constante ya que los aumentos de espesor provocan hundimientos por la contracción que tiene el plástico al enfriarse y ser sacado del molde.

Estas contracciones deberán tomarse en cuenta ya que las tolerancias de un envase para alimentos especialmente en el cierre deben ser de forma que este quede cerrado herméticamente

Hay que considerar que las piezas moldeadas siempre mostrarán una marca o borde en la línea de partición del molde, si el artículo lo amerita esta línea de borde deberá cuidarse en su colocación para que no afecte la apariencia del producto.

El producto deberá tener una inclinación en sus paredes (ángulos de salida) para permitir su extracción de la pieza

Cortes o huecos interiores no pueden ser producidos sin no con corazones que tienen movimiento independiente del molde.

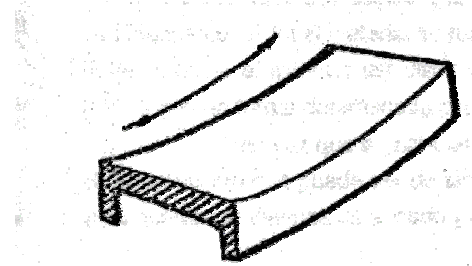
En algunos casos cuando la pieza moldeada lleva algunas formas reentrantes es posible sacar la pieza del molde sin corazones, si el material es suficientemente flexible,

La entrada o punió de inyección también deja un pequeño punto en la pieza; el diseñador deberá planear los puntos de inyección para que no se afecte la apariencia de la pieza es que así lo requiere esta, y pensar la distribución del material en et molde para que este sea lo mas homogéneo posible.

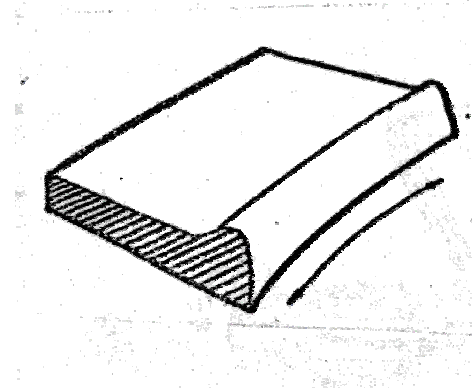
En cuanto al grosor del material, una pieza moldeada adecuadamente requiere de un grosor de pared mínimo para que la pieza se enfríe lo más rápidamente posible y el ciclo de producción aumente

En el diagrama se muestran las diferentes deformaciones que puede sufrir una pieza con grosores de material diferentes

Alabeo sufrido en una sección del canal con grosores diferentes



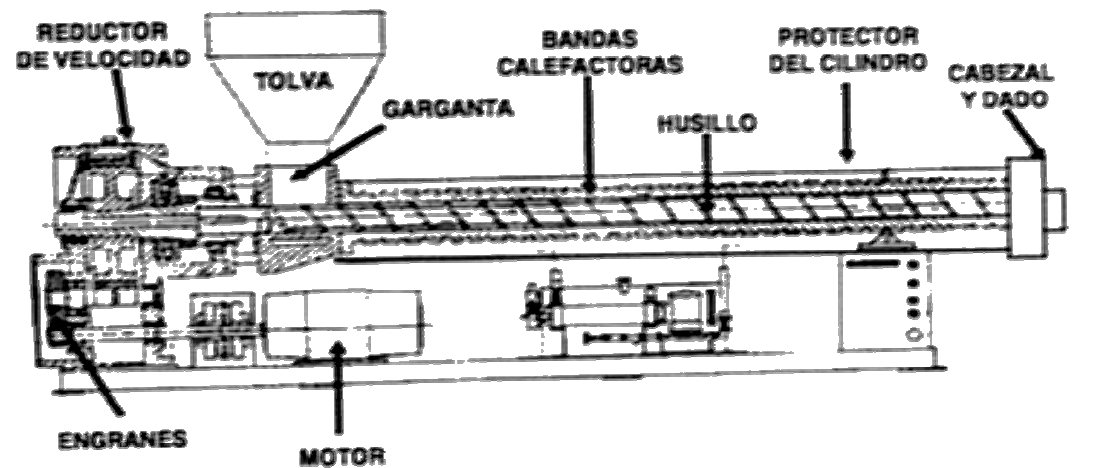
Alabeo causado por una contracción mayor en la sección gruesa.



PROCESO DE EXTRUSION

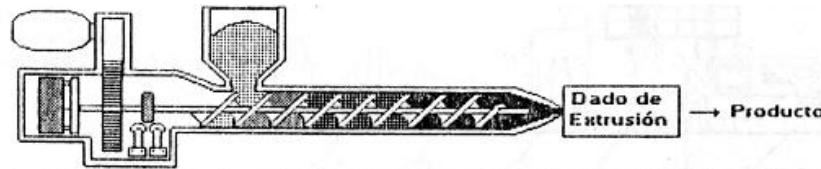
El proceso de extrusión es usado para hacer películas y laminaciones. Este proceso consiste en rolar una pieza de metal dentro de un barril para mezclar y fundir el plástico y después empujar con presión a través de una abertura u orificio llamada dado, para lograr dar la forma deseada.

Los dados de extrusión pueden ser planos o circulares. Los planos son utilizados para muchos tipos de películas especialmente cuando son requeridas tolerancias cerradas. Una máquina extrusora básicamente consiste en: Una sección de alimentación de materia prima; sección de fusión; una sección de calibración, seguida por el dado que le da forma a la materia fundida (plástico líquido).

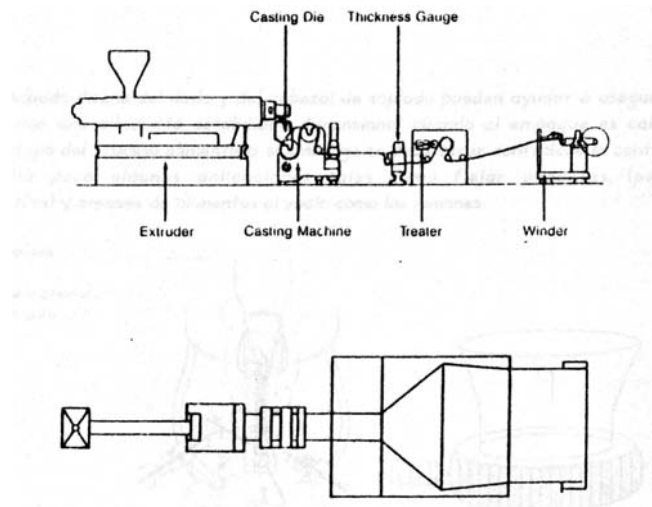


Esquema de extrusor

Una línea típica de extrusión para la producción de una película plana incluye un tratamiento de efecto corona, para crear una superficie que pueda ser fácilmente humedecida por tintas o adhesivos. Estos dados requieren de un marco de estirado el cual es costoso y difícil de dar mantenimiento, cuando la película o lámina requiera de una orientación.

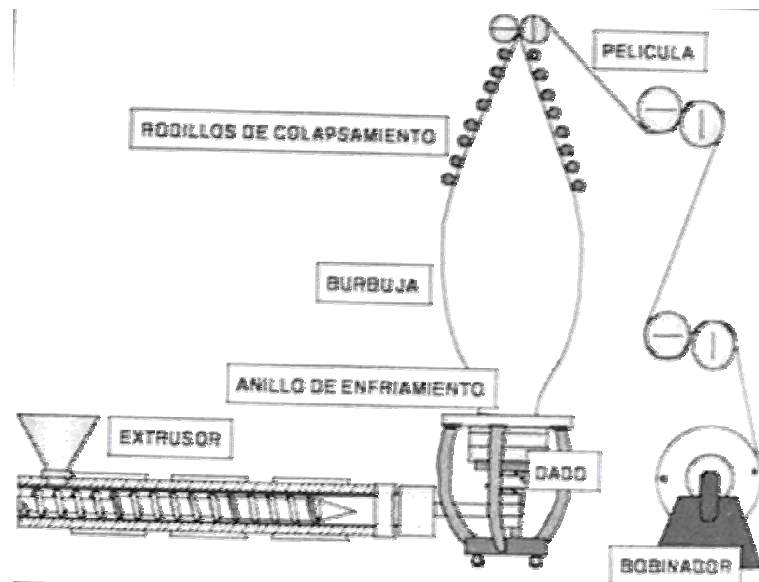


Los dados circulares son mayormente usados especialmente para un gran volumen de producción y donde es necesario tener un ancho específico de película plástica.



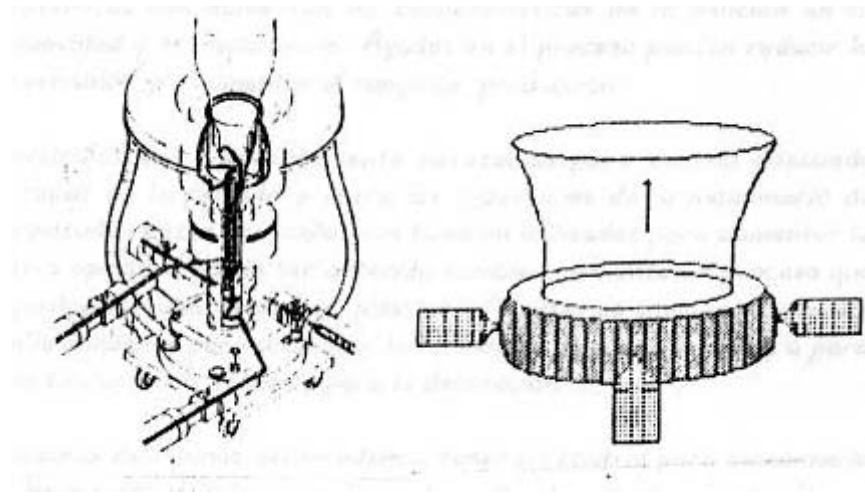
Un largo cilindro de película es extruído de este dado para crear una burbuja que es originada por presión de aire expandiéndose transversalmente. La burbuja es guiada por medio de un marco de colapsado hasta los rodillos donde se une la pared circular, al pasar por los mismos para después ser estirada mediante otro sistema de rodillos y hacer que tenga una mayor área (convirtiéndose así en delgada). El equipo o maquinaria para películas sopladas incluye también un estación de tratado. Aunque una parte de la película se rasga en las guías que dan el ancho requerido la mayoría de esta se corta o se separa en la posterior operación. Muchas compañías han integrado a su método de soplado de película un sistema para hacer bolsas.

1. Extrusor
2. Dado
3. Anillo de enfriamiento
4. Rodillos de colapsamiento
5. Rodillos de alineamiento
6. embobinador

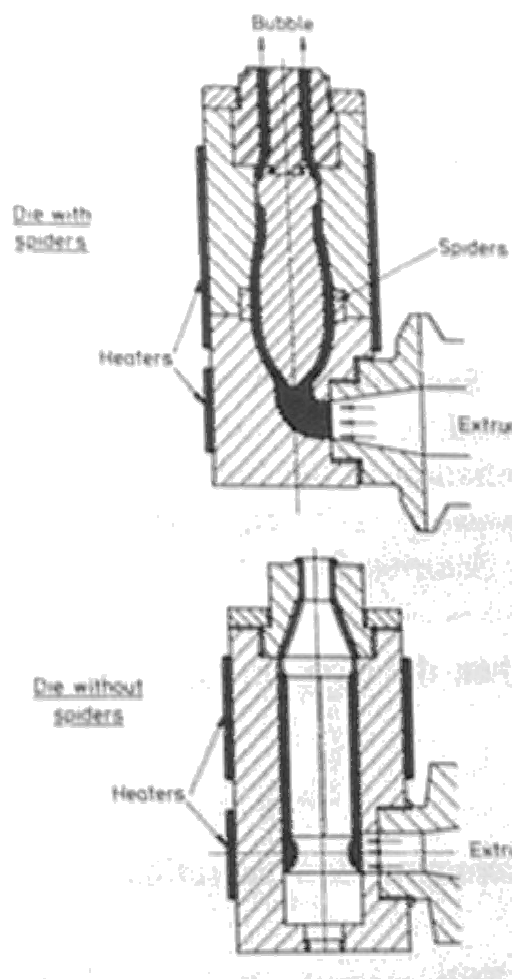


Puede integrarse a esta maquina una selladora, bolseadora y dobladora, para la elaboración de bolsas

1. Cabezal de soplado
2. Dado
3. Alimentación de material
4. Alimentación de aire
5. Burbuja



El adecuado diseño del dado y del cabezal de soplado puede ayudar a asegurar que la película tenga una adecuada estabilidad dimensional cuando el empaque es calentado durante una etapa del proceso alimenticio. Sin embargo se debe tener controlado la contracción de la película para algunas aplicaciones tales como flejar paquetes, (películas termocontráctiles) y envases de alimentos al vacío como los jamones.



Para producir películas termocontráctiles la cuales disminuyen su longitud a la dimensión deseada, el operador de la máquina deberá ajustar las temperaturas, entre otras condiciones. La tecnología de extrusión está avanzando cada año, dando productos de mejor calidad y procesos más eficaces.

El buen diseño del tornillo y del cilindro tiene mucho que ver con el éxito del proceso. Aunque son comúnmente utilizados calentadores externos para el cilindro, la mayoría del calor es creado por el trabajo del tornillo en el plástico. La forma del grano de la resina (alimentada) y la forma de alimentar la máquina, pueden tener un marcado efecto en la calidad y cantidad de producción; además, para algunos tipos de plásticos como las poliolefinas y las celulosas, el operador de la máquina extrusora debe estar seguro de que los plásticos estén secos cuando vaya a alimentar la máquina extrusora.

Es importante estar seguro que la temperatura de fusión sea uniforme, esto causa una degradación en los plásticos, también en algunos polímeros, el exceso de presión puede causar degradación. Un flujo estable se requiere para muchas operaciones, frecuentemente se obtiene por la inserción de una bomba de engranes entre el extrusor y el dado. Además, un óptimo diseño y control de los dados son necesarios para mantener un grosor uniforme de las películas o las láminas. Cualquier variación arrojará una calidad deficiente, como líneas angostas (cuando las vías delgadas causan demasiados armados de película plástica) ayudado por un émbolo. Para evitar las ligeras variaciones del grosor, los fabricantes utilizan dados circulares giratorios y rollos para embobinar las películas plásticas. Existen otros problemas de extrusión tales como: un punto débil en la burbuja haciendo que se rompa la película soplada, partículas de gel formadas por resina sin fundir, contaminación y sobrecalentamiento. Todo ello hacen que la producción de películas plásticas y láminas de buena calidad sea una operación complicada.

Muchos materiales se pueden agregar al las películas para mejorar las condiciones de su extrusión como el manejo de la película durante el enrollado (embobinado) o en las máquinas de empaçado. Aditivos y mezclas con otras resinas pueden limitar el tamaño de la formación de grandes masas de cristalitas que aumentan las características de la película en su superficie, tales como la suavidad y transparencia. Ayudas en el proceso pueden reducir la energía necesitada por la extrusión y/o aumentar el rango de producción.

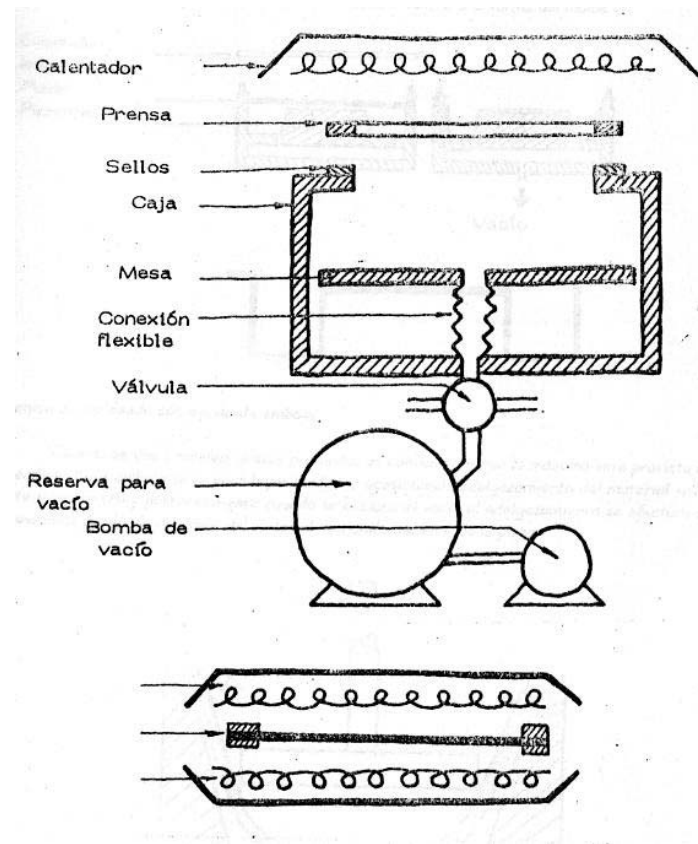
La adición de partículas deslizantes son frecuentemente necesarias para dar un adecuado “deslizamiento” entre las capas de la película y entre las superficies de la maquinaria de películas plásticas y de empaçado. Estas partículas son también utilizadas para aumentar la opacidad de un plástico; esta opacidad puede ser obtenida también mediante un proceso que cause la formación de pequeñas burbujas dentro del plástico. Agentes de soplado y de gases, pueden ser adicionados en la fundición para promover la formación de estas burbujas o para producir espumados para artículos como: cojines o para la decoración.

Las máquinas extrusoras de láminas deben además tener un control para aumentarla estabilidad dimensional del producto debido a que la contracción de una lámina puede ser arriba del 25% a menos que el proceso sea debidamente controlado.

Los valores de esta alta contracción harían imposible termoformar estas por termoformado hojas de lámina adecuadamente. Al proceso de extrusión para láminas, se le puede acondicionar unos tambores de calandrado para templar las láminas y entonces aumentar su estabilidad dimensional y darle una mejor superficie.

PROCESO DE TERMOFORMADO

Este proceso consiste en el calentamiento de una lámina (o película delgada), y después darle la forma deseada metiéndola con fuerza a un molde frío por uno o varios métodos incluidos el de aire a presión, al vacío y/o ayudado por presión (peso).

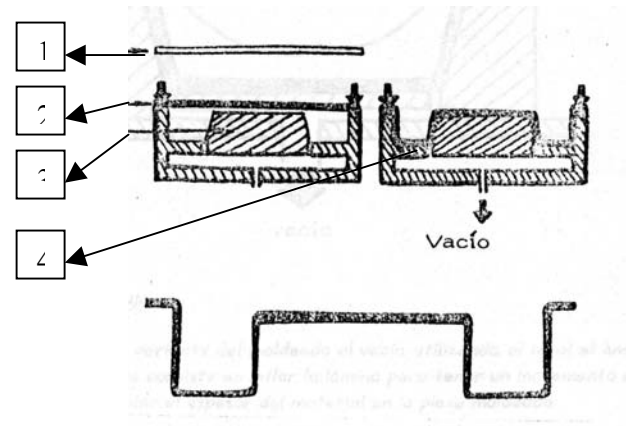


Algunas máquinas tienen un sistema de calentamiento con doble resistencia (arriba y abajo de la lámina) como se muestra en el diagrama.

Técnica de moldeado al vacío.

En esta técnica se prensa una lámina de plástico a todo su perímetro, en la parte inferior se coloca un molde, y en la superior un resistencia eléctrica que es la que calienta y reblandece la lámina.

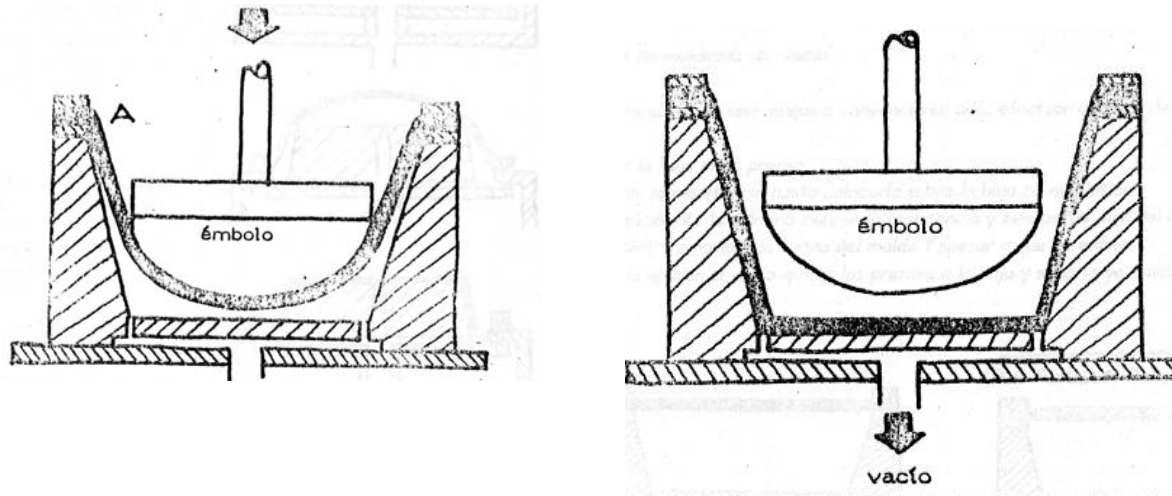
1. Calentador
2. Lámina plástica
3. Molde
4. Pieza moldeada.



Cuando la lámina está reblandecida por el calor se evacua el aire de la región donde se encuentra el molde, y la presión atmosférica moldea la lámina a la forma del molde.

Técnica de moldeo con ayuda de émbolo.

Cuando se van a moldear piezas profundas es conveniente que la máquina este provista de un émbolo. Este émbolo sirve para bajar la lámina ocasionando adelgazamiento del material en su parte superior (A) y posteriormente cuando se accione el vacío el adelgazamiento se efectura en las esquinas, quedando el grosor del material mas uniforme en toda la pieza.



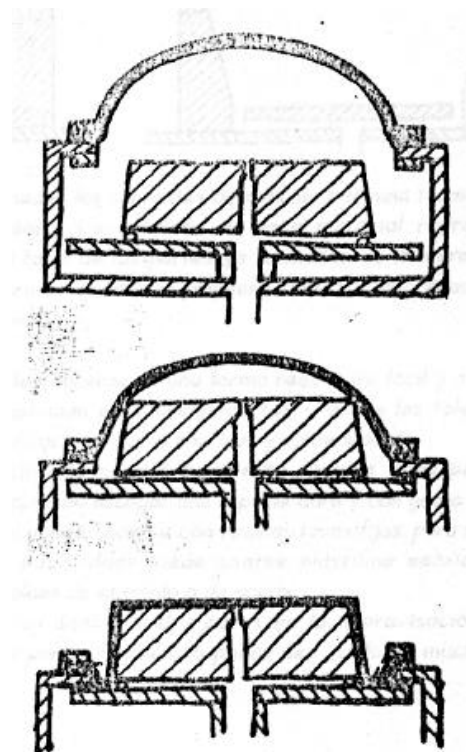
Técnica de moldeo por burbuja.

Este método es una variante del moldeado al vacío, utilizando, al igual el émbolo para piezas profundas. La variante consiste en inflar la lámina para tener un incremento en el área de su superficie, para controlar el espesor del material en la pieza moldeada.

Prensar la lámina
Calentar la lámina
Quitar la resistencia
Inflar la lámina

Subir el molde

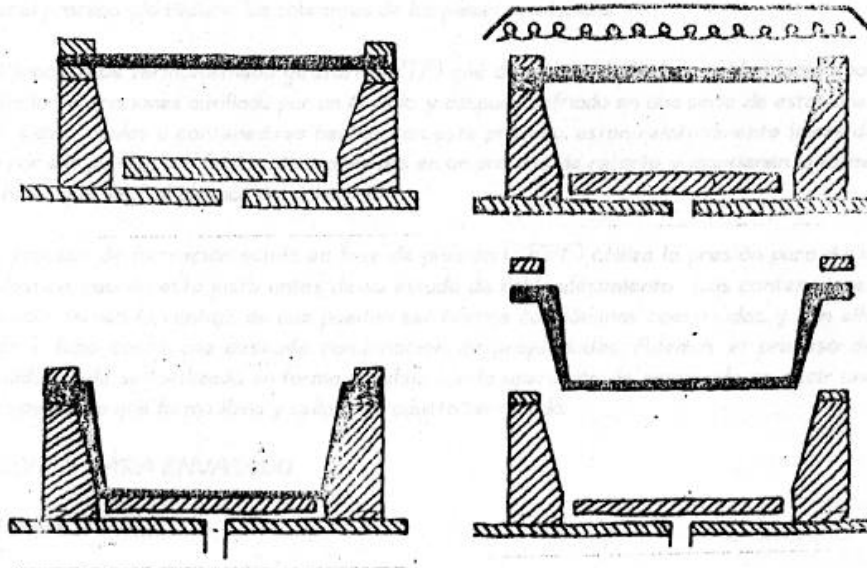
Accionar el vacío
Enfriar la pieza
Quitar las prensas
Sacar la pieza moldeada
Operaciones de acabado



Técnica en el ciclo de moldeo por vacío.

Los pasos necesarios en una máquina convencional, para efectuar un ciclo de moldeo son:

- a). Colocar la hoja en la prensa
- b). Recorrer la resistencia hasta colocarla sobre la hoja termoplástica
- c). Una vez caliente la lámina, retirar la resistencia y evacuar el aire del molde creando un vacío. La hoja plástica tomará la forma del molde. Esperar a que se enfríe
- d). Dejar de aplicar el vacío, quitar las prensas a la hoja y sacarla ya moldeada



Una vez que las piezas han sido formadas, los sobrantes de película o lámina transportada por la máquina, se cortan y se reprocessan. La cantidad de este material reprocessado frecuentemente es del 40% al 60% del peso total de las partes ya formadas, de manera que un abastecimiento debe tomarse en cuenta para estabilizar el polímero contra la degradación que pueda causarse por el frecuente recalentamiento.

Los moldes para termoformar pueden hacerse de una forma realmente fácil y a un bajo costo, de manera que es un proceso muy aplicado para tirajes cortos, y donde las tolerancias permiten el uso de este barato proceso, en aplicaciones como charolas y contenedores.

Los materiales para la construcción de moldes para esta técnica, para pequeñas producciones pueden hacerse en madera, procurando escoger una especie dura y con grano cerrado hay que darle un muy buen acabado; también pueden hacerse con resinas termofijas; para moldear formas muy irregulares (muy usadas en publicidad) pueden usarse plastilina epóxica; para producciones mas altas es mejor hacer los moldes de aluminio o de acero.

Los materiales termoformables han dado grandes pasos en la improvisación de la exactitud de sus productos, de manera que por su bajo costo pueden ser usados en muchas más aplicaciones. La mayoría de los plásticos se pueden termoformar aunque existen algunos que necesitan modificaciones especiales para que puedan ser formables; por ejemplo, un agente nucleante se adiciona al poliéster para acelerar su cristalización y su endurecimiento resultante, de forma tal que pueda ser rápidamente removida la pieza del molde. Al mismo tiempo el aditivo debe evitar que el polímero se vuelva muy cristalino y quebradizo.

Los materiales que pueden ser termoformados son: ABS, PSAl, materiales celulósicos, PP, PVC, PMA. y otros. Las posibles distorsiones creadas por los esfuerzos residuales en la lámina original, por una solidificación inadecuada en el molde, son los mayores problemas que deben ser cuidados. Existen nuevos métodos de termoformado que están siendo desarrollados ahora, con objeto de acelerar el proceso y/o reducir sobrantes de las piezas producidas.

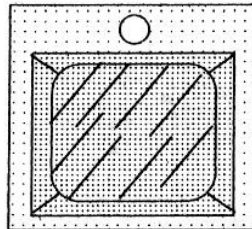
El proceso de termoformado giratorio (RTF) que da forma al plástico reblandecido por medio de vacío, en ocasiones auxiliado por un émbolo, y después enfriado en una serie de estaciones giratorias. Las charolas o contenedores hechos con este proceso, están relativamente libres de residuos y por ello pueden ser fácilmente manejados en un proceso de retorta, y mantienen la forma requerida hasta que llega al alcance del consumidor.

El proceso de formación sólida en fase de presión (SPPF) utiliza la presión para darle forma al plástico, cuando esta justo antes de su estado de reblandesimiento. Los contenedores termoformados tienen la ventaja de que pueden ser hechos con láminas coextruidas, y con ello pueden dar, a bajo costo una deseada combinación de propiedades. Además el proceso de termoformado puede ser utilizado en forma paralela con la operación de empacado, es decir una máquina empacadora que forma llena y sella el producto terminado.

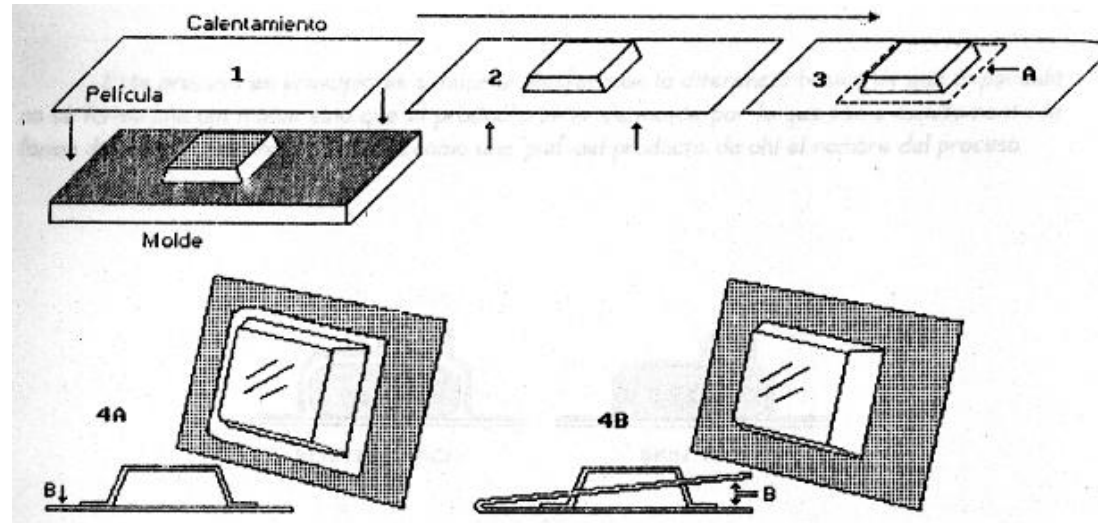
APLICACIONES PARA ENVASADO. “BLISTER PACK”

Este empaque es muy usado para productos relativamente pequeños que son colocados en cartoncillos, donde a la película plástica se le da previamente el contorno del producto, y la película además de proteger el producto, permite gracias a su transparencia darle una mejor presentación.

Este tipo de empaques en “blister pack” es muy común encontrarlos en los supermercados en las áreas de cajas, en artículos de ferretería y papelería así como cosméticos y en infinidad de productos.



El proceso es sencillo como puede verse en las siguientes ilustraciones:



1. La película se calienta hasta su punto de plastificación.
 2. Sobre una base se coloca un molde, La película es termoformada por vacío.
 3. Se recortan los sobrantes dejando una ceja (A) para ser pegada a la cartoncillo.
 4. Existen dos formas de colocar el blister en el cartoncillo, la primera (4A) sobre la impresión para lo cual a la superficie impresa del cartoncillo (que no debe tener barniz) se le agrega una capa de laca termosellante (B) posteriormente con presión y calor es sellado el blister a la cartulina.
- La segunda forma (4B) consiste en un cartoncillo doble, que posee un suaje por donde será introducido el blister por lo que la laca termosellante se aplica en la parte del cartoncillo que no esta impresa, El sellado se realiza de la misma manera que para el caso 4A.

Este método es muy usado para piezas de formas irregulares y volúmenes pequeños ya que para volúmenes grandes existen equipos especiales donde se realizan todas las operaciones mencionadas en forma automática, tal es el caso de las presentaciones para capsulas y tabletas. En la actualidad estos empaques se utilizan en lugar de cartoncillo una hoja de aluminio (foil) ya que brinda una buena barrera a gases.

1. Película Formable
2. Área de Calentado y Formado
3. Llenado.
4. Película superior
5. Sellado
6. Etiquetado
7. Suajado

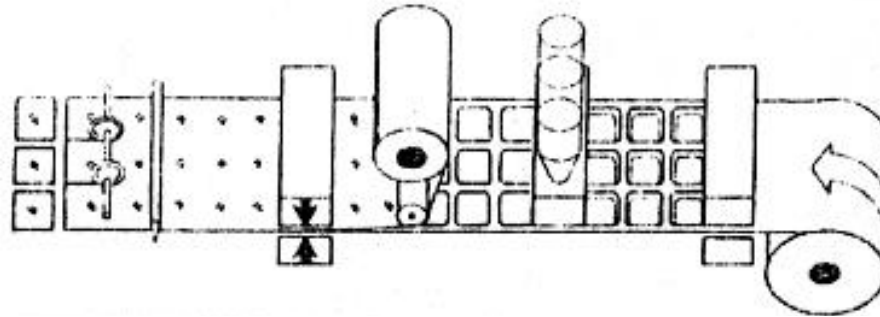
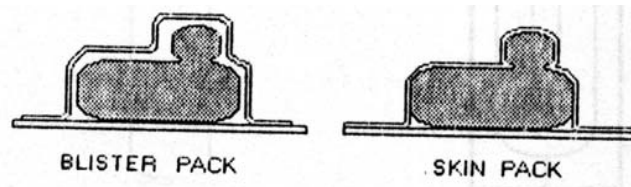


Diagrama esquemático del proceso continuo de Termoformado-Llenado.

“SKIN PACK”

Este proceso en principio es similar al blister, con la diferencia básica de que la película no se forma con un molde, sino que el producto sirve de molde, por lo que toma exactamente la forma del mismo, quedando la película como una “piel” del producto, de ahí el nombre del proceso.

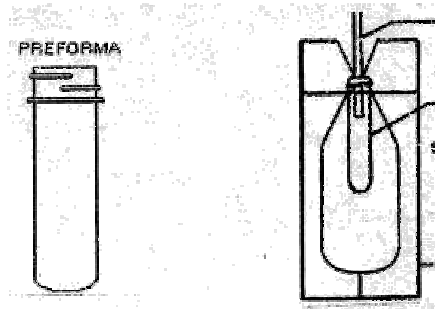


Otra diferencia consiste en que, para los blister se utilizan generalmente láminas de PVC en un rango de 1 a 3 gauge ya que el plástico debe proteger contra fuerzas de compresión el producto, mientras que en skin pack la película es sensiblemente más delgada lo que protege de la misma forma que el blister pero se utilizan generalmente películas con resistencia mecánica al desgarre, y en el caso de alimentos películas con altas barreras a gases.

MOLDEO POR INYECCION SOPLO

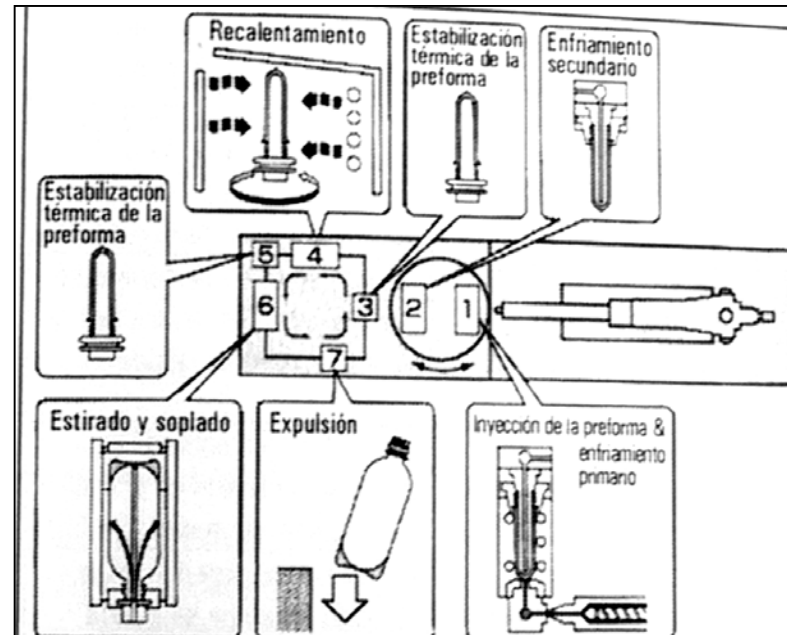
La mayoría de las máquinas para moldear por inyección, utilizan en la actualidad un tornillo para fundir el plástico y después inyectarlo en un molde frío, el cual tiene formas precisas. Las piezas fabricadas por moldeo de inyección tiene dimensiones más precisas que las termoformadas, y por ello son frecuentemente utilizadas donde los empaques necesitan tolerancias cerradas para prevenir un goteo o fugado y asegurar la hermeticidad. Aunado a esto, el moldeo por inyección se usa para mejorar la apariencia, acabado, para agregar costillas o en las secciones débiles o delgadas para aumentar su dureza, o para situaciones donde el empaque es demasiado profundo para un termoformado adecuado, también como por otras consideraciones de diseño.

El moldeo por inyección soplo se inicia haciendo primero una preforma, la cual es una figura de plástico que semeja un tubo de ensayo con la rosca integrada la preforma puede ser hecha en una máquina de moldeo por inyección, o directamente de una máquina extrusora.



La preforma calentada es soplada con gas y expandida dentro de un molde donde es rápidamente enfiada para dar forma de botella u otra forma deseada.

Para muchas botellas es importante orientar el plástico al momento de ser soplado dentro del molde (las botellas de dos o tres litros son un ejemplo de este sistema. Para orientar el plástico se auxilia mediante el uso de un émbolo el cual empuja el polímero suavizado antes de que es sometido al aire a presión para que llene el molde) esto le da mayor tenacidad y aumenta su barrera para evitar perdidas de gas y sabores.



Las formas irregulares son hechas mediante el moldeo por soplado de plásticos y con ello este método se ha convertido muy popular para la fabricación de todo tipo de envases. La facilidad de su manejo ha dado por resultado que estas botellas reemplacen con eficiencia a otros recipientes, ya que pueden ser tomadas con seguridad por niños y otras personas con manos pequeñas o débiles.

Este sistema de moldeo esta siendo utilizado también para la fabricación de objetos más grandes, como los asientos para auto y tanques de gasolina. En este proceso pueden logarse envases de varias capas, cuando en la etapa de inyección se colocan dos o más husillos, creando una preforma co-inyectada, y dando al envase final una característica mecánica y contra gases considerable.

Ventajas con respecto al proceso de extrusión sopló:

Peso más constante de las piezas

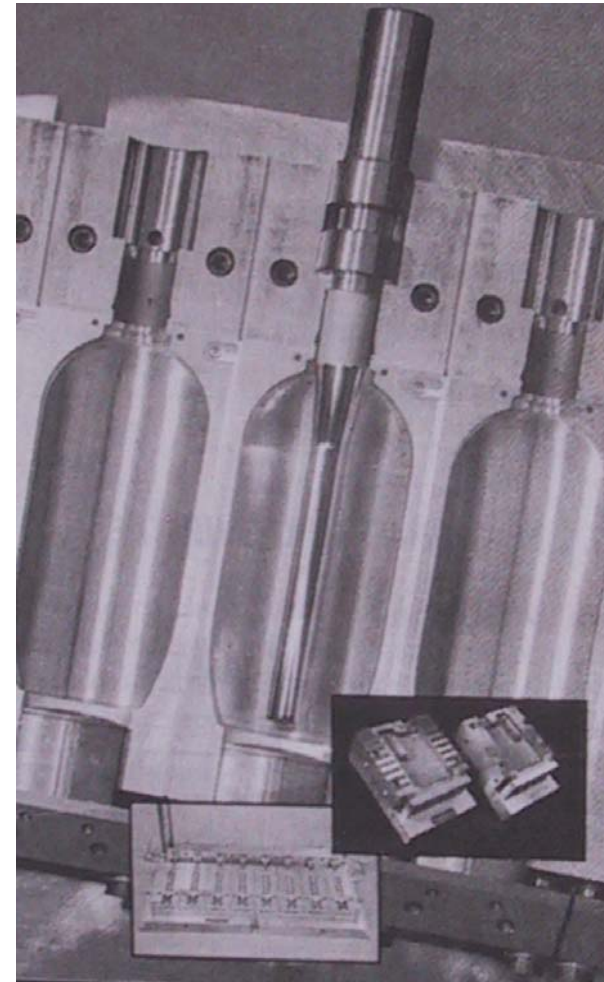
Dimensiones más constantes

Espesores constantes

Moldes para inyección sopló

No hay desperdicios de material

Ausencia de marcas en el cuello, estrechamiento y fondo.

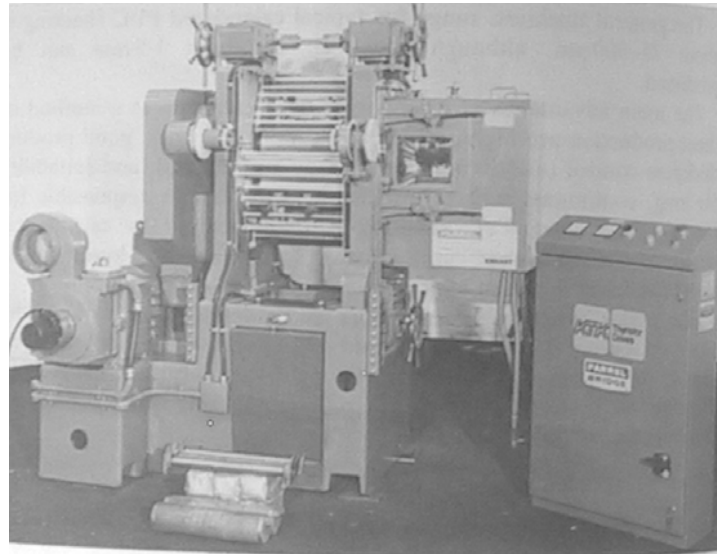


Desventajas:

Para cada pieza se requieren dos moldes (de inyección y de sople) lo cual los hace mucho más caros que los moldes de extrusión-soplo.

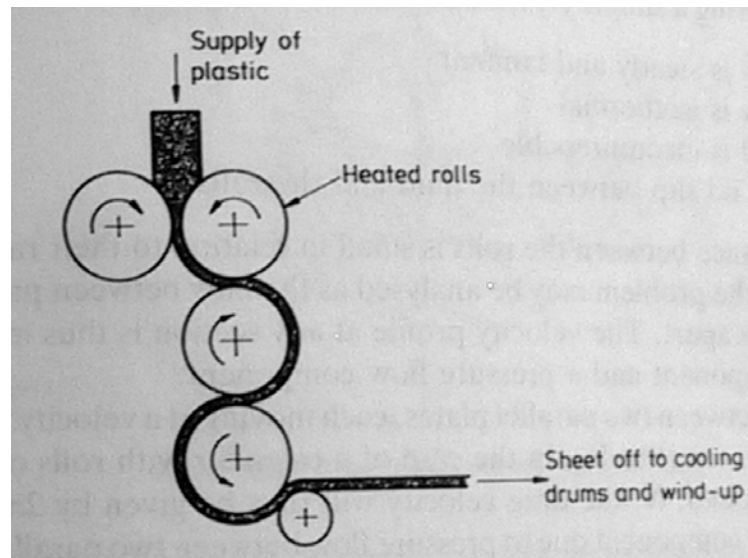
El peso de las piezas, su espesor de pared y la distribución de espesor no pueden variarse por una simple corrección en la abertura del extrusor, como en el caso de extrusión soplo sino que hay que modificar los moldes.

CALANDRADO



Maquina de Calandreo

El método se aplica exclusivamente a la producción de láminas o películas de termoplásticos. La resina se calienta y plastifica en una tolva, de la que fluye para caer entre dos rodillos formadores que le confieren forma de lamina gruesa, que luego es adelgazada a voluntad por el pasaje sucesivo entre otros pares de rodillos de separación adecuada, posteriormente es enfriada por contacto con un rodillo refrigerado.



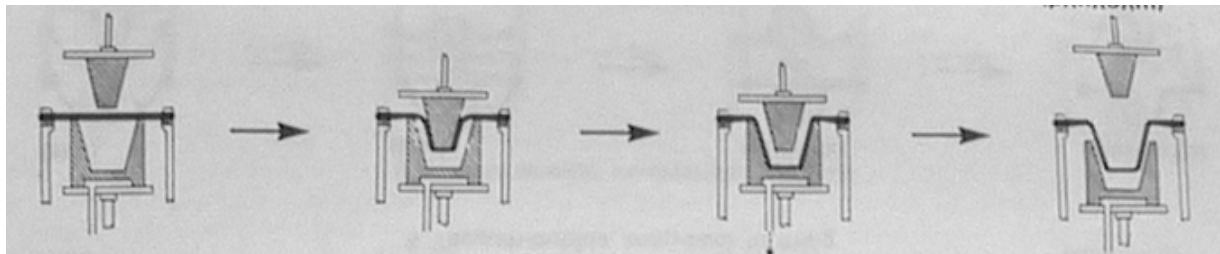
Con algunas variantes el método se utiliza para producir películas o laminas de plásticos adheridas sobre un respaldo de tejido; este tipo de material se utiliza mucho para revestimientos de paredes y solados y para tapicería; para ello el tejido se incorpora al proceso cuando la lámina está aún plástica y adherente y el pasaje por los rodillos siguientes hace penetrar a la resina entre las fibras del tejido, asegurando una perfecta adhesión. Si se desean superficies corrugadas se graban los dibujos que se desean obtener en uno de los rodillos finales del proceso.

El ancho de las laminas que se pueden producir queda limitado por el posible flexionamiento de los rodillos, lo que impide hacerlos de gran longitud. Por ello cuando se desean películas de gran ancho se recurre a una variante del método de extrusión, consistente en producir un tubo que luego es calentado e inflado para producir el estiramiento de sus paredes, con lo que aumenta el diámetro y el perímetro; luego el tubo es cortado por una de sus generatrices, obteniendo láminas y películas de mas de 2.50 metros de ancho.

COMPRESION

Se basa en la confección de un molde con un hueco que reproduce la contraforma de una de las caras o frentes del objeto a moldear; dentro del molde penetra un vástago o punzón que en su extremo presenta la contraforma de la otra cara.

El plástico a moldear se coloca dentro del molde, ya sea en forma de gránulos o previamente conformada roseramente en otra prensa. Luego se cierra el molde presionando una parte contra la otra y calentando el conjunto. Si la resina es termoplástica el calor produce su fluidificación y la presión la obliga a rellenar completamente el molde.



Si, en cambio, es termoestable, la acción del calor produce las reacciones correspondientes y la resina pasa sucesivamente por los estados A, B y C; mientras está en estado A o B, se plastifica y por medio de la presión llena al molde; la presión, además, impide que el agua formada por la reacción de condensación se transforme en vapor

y produzca porosidad en el material. Una vez moldeado el objeto se produce una variante fundamental en el proceso, según que se moldee en termoplásticos o termoestables.

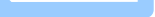
Estos últimos al pasar al estado C endurecen y pueden ser retirados calientes del molde sin riesgo de deformarlos. En cambio los termoplásticos deben ser enfriados dentro del molde para que endurezcan y poder manipularlos, esto hace que el ciclo completo de un moldeo insuma mucho tiempo y energía, pues el molde debe ser completamente calentado y enfriado en cada uno. En cambio con los termoestables el dispositivo se mantiene permanentemente caliente, con lo que el ciclo completo toma solo desde algunos segundos hasta pocos minutos, según el tipo de resina y tamaño del objeto. A título ilustrativo puede mencionarse que para los fenólicos se usan presiones del orden de los 140 a 560 Kg / cm² y temperaturas entre 130 y 180 °C; la urea requiere de 105 a 420 Kg/cm² y 140 a 160 °C; por último la melamina se moldea con 70 a 490 Kg/cm² y 135 a 170 °C.

Las elevadas presiones que deben soportar y la precisión con que deben ajustarse hacen que los moldes resulten de alto costo. Por lo tanto para que la producción resulte económica por este método, ese costo debe prorratearse entre un gran número de objetos, fabricados con el mismo molde. Si se cumple esa condición, el método resulta muy conveniente para el moldeo de objetos con resinas termoestables. En cambio la necesidad de alternar calentamientos y enfriamientos hace que no resulte práctico con los termo plásticos.

El tamaño de los objetos que pueden producirse por este método es necesariamente, limitado por el tamaño que asumen las prensas.



293





Anexo 4: Normas Mexicanas de Envase y Embalaje

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-197-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-TAPAS ROSCADAS PARA ENVASES DE VIDRIO Y PLASTICO-SERIES 400, 410, 415 Y 425 (CANCELA A LA NMX-EE-197-1986).
NMX-B-075-1979	05/07/79	FLEJES DE ACERO PARA EMBALAJE
NMX-EE-003-1981	02/02/81	EMBALAJE - TEXTILES - HILO DE HENEQUEN - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-005-1981	14/01/82	EMBALAJE - TEXTILES - ABRIGOS DE FIBRA DE PALMA PARA PACAS DE ALGODON ESPECIFICACIONES
NMX-EE-011-S-1980	04/02/81	ENVASE Y EMBALAJE. - METALES. - ENVASES DE HOJALATA - CILINDROS SANITARIOS, PARA CONTENER ALIMENTOS. ESPECIFICACIONES
NMX-EE-014-1984	03/12/84	EMBALAJE - PLASTICO - CAJAS PARA EL MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA REFRESCO (BEBIDAS CARBONATADAS O NO). ESPECIFICACIONES.
NMX-EE-014-1984		EMBALAJE - PLASTICO - CAJAS PARA EL MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA REFRESCO (BEBIDAS CARBONATADAS O NO) - ESPECIFICACIONES.
NMX-EE-022-1983	14/07/87	ENVASE Y EMBALAJE - RESISTENCIA A LA TENSION EN PAPEL Y CARTON PLEGADIZO - ENERGIA ABSORBIDA (TEA) - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-023-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE - ENVASE - PELICULA DE CELULOSA REGENERADA (CELOFAN)- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-030-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE - ENVASES DE VIDRIO PARA CONTENER ALIMENTOS EN GENERAL
NMX-EE-032-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE - ENVASES DE VIDRIO PARA BEBIDAS ALCOHOLICAS EN GENERAL
NMX-EE-038-1981	07/08/81	ENVASE Y EMBALAJE-CARTON Y PAPEL-METODO DE PRUEBA PARA LOS ADHESIVOS EMPLEADOS EN CARTONES Y PAPELES
NMX-EE-039-1979	07/01/80	ENVASE Y EMBALAJE- ENVASES Y EMBALAJES DE CARTON- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
NMX-EE-041-1979	07/01/80	ENVASE Y EMBALAJE - DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA OSCILACION Y LA VIBRACION
NMX-EE-052-1979	04/06/79	ENVASE Y EMBALAJE TERMINOLOGIA DE CONTENEDORES

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-053-1979	04/06/79	ENVASE Y EMBALAJE - MARCADO DE CONTENEDORES SERIES 1
NMX-EE-054-1979	04/06/79	ENVASE Y EMBALAJE DIMENSIONES EXTERNAS Y RESISTENCIA DE CONTENEDORES SERIE 1, 2 y 3
NMX-EE-055-1979	04/06/79	ENVASE Y EMBALAJE - TERMINOLOGIA DE TARIMAS
NMX-EE-056-1984	22/06/84	ENVASE Y EMBALAJE - EMBALAJE - MADERA TARIMAS - DIMENSIONES
NMX-EE-057-1979	04/06/79	ENVASE Y EMBALAJE - IDENTIFICACION DE LAS PARTES CUANDO SE SOMETEN A PRUEBA
NMX-EE-058-1979	04/06/79	ENVASE Y EMBALAJE - ACONDICIONAMIENTO PARA PRUEBAS
NMX-EE-059-NORMEX-2000	18/08/00	ENVASE Y EMBALAJE-SIMBOLOS PARA MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO (CANCELA A LA NMX-EE-059-1979).
NMX-EE-060-1979	10/08/79	ENVASE Y EMBALAJE - SELLOS O JUNTAS CONICAS - DE POLIETILENO BAJA DENSIDAD
NMX-EE-061-1979	06/09/79	ENVASE Y EMBALAJE - TAPAS DE PRESION TIPO CACHUCHA DE POLIETILENO
NMX-EE-062-1979	10/09/79	ENVASE Y EMBALAJE-METODO DE PRUEBA DEL PLANO INCLINADO
NMX-EE-063-1979	10/08/79	ENVASE Y EMBALAJE-DIMENSIONES INTERNAS DE CONTENEDORES DE CARGA SERIE 1
NMX-EE-064-S-1979	20/07/79	ENVASE Y EMBALAJE - DIMENSIONES DE ENVASES CILINDRICOS DE HOJALATA
NMX-EE-065-1979	27/06/79	ENVASE Y EMBALAJE - METODO DE PRUEBA DEL PENDULO
NMX-EE-066-1979	27/06/79	ENVASE Y EMBALAJE- TAPAS DE PRESION DE POLIPROPILENO Y POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA ENVASES DE AEROSOL
NMX-EE-067-1979	21/09/79	ENVASE Y EMBALAJE - PAPEL Y CARTON - ACONDICIONAMIENTO
NMX-EE-068-1979	21/09/79	ENVASE Y EMBALAJE - PAPEL Y CARTON - DETERMINACION DE LA MASA BASE
NMX-EE-069-1979	02/11/79	ENVASE Y EMBALAJE - PAPEL Y CARTON - DETERMINACION DE LA HUMEDAD
NMX-EE-070-1979	14/11/79	ENVASE Y EMBALAJE CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENGRAPADO
NMX-EE-071-1979	14/11/79	ENVASE Y EMBALAJE - CARTON CORRUGADO - CAJAS TIPO TELESCOPICAS PARA ENVASAR CITRICOS EN ESTADO FRESCO
NMX-EE-072-1979	14/11/79	ENVASE Y EMBALAJE- DE MADERA. TERMINOLOGIA
NMX-EE-073-S-1980	09/09/80	ENVASE Y EMBALAJE- METALES- ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS- DETERMINACION DE LA HERMETICIDAD
NMX-EE-074-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- PAPEL Y CARTON- TERMINOLOGIA
NMX-EE-075-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- PAPEL Y CARTON- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL REVENTAMIENTO

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-076-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- PLASTICO- PASOS ROSCA PARA CUELLOS DE ENVASES- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-077-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- PLASTICO- PASOS ROSCA PARA CUELLOS DE ENVASES- DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES
NMX-EE-078-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA - CAJAS CLAVADAS PARA ENVASAR TOMATES- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-082-1980	08/09/80	ENVASE Y EMBALAJE- PLASTICO- DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE FRASCOS Y BOTELLAS
NMX-EE-084-1980	14/11/79	ENVASE Y EMBALAJE ENVASES DE PAPEL Y CARTON DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO METODO DE CAIDA LIBRE
NMX-EE-085-1979	07/01/80	ENVASE Y EMBALAJE- ESQUINEROS - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-086-1981	16/12/81	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- CAJA ALAMBRADA (JABA) PARA ENVASAR CITRICOS- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-087-1980	01/02/80	ENVASE Y EMBALAJE- TARIMAS- PRUEBAS
NMX-EE-088-1980	30/01/80	ENVASE Y EMBALAJE- PRODUCTO- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA VIBRACION
NMX-EE-089-1980	01/02/80	ENVASE Y EMBALAJE- MATERIALES AMORTIGUANTES DETERMINACION DE LA RESPUESTA A LA VIBRACION
NMX-EE-090-1980	06/05/80	ENVASE Y EMBALAJE CONTENEDORES CODIGO DE MARCADO PARA IDENTIFICACION EN SU MANEJO
NMX-EE-091-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- CAJAS PARA ENVASAR LIMONES EN ESTADO FRESCO- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-092-1980	06/05/80	ENVASE Y EMBALAJE- VIDRIO- ENVASES AEROSOL NO RECUBIERTOS- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-095-1980	04/02/81	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- DETERMINACION DE LOS DEFECTOS EN MADERAS ASERRADAS Y CEPILLADAS
NMX-EE-099-1980	04/09/80	ENVASE Y EMBALAJE - TEXTILES - TERMINOLOGIA
NMX-EE-100-1980	08/08/80	EMBALAJE- TEXTILES- JARCIA DE HENEQUEN
NMX-EE-101-1980	08/09/80	EMBALAJE - FLEJES NO METALICOS ACORDONADOS - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-102-1980	04/09/80	EMBALAJE- FLEJES NO METALICOS EXTRUIDOS RESISTENTES AL AGUA- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-103-1981	16/02/81	ENVASE Y EMBALAJE - MADERA- DETERMINACION DE HUMEDAD
NMX-EE-104-1980	04/02/81	EMBALAJE- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL MANEJO BRUSCO- METODO DEL TAMBOR ROTATORIO
NMX-EE-106-1980	08/09/82	ENVASE Y EMBALAJE- CONTENEDORES- METODOS DE PRUEBA SERIES 1, 2 Y 3

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-107-1980	08/09/80	EMBALAJE- CONTENEDORES- CARGA UNITARIA, MODELO AEREO- MARCADO
NMX-EE-108-1981	02/02/81	ENVASE Y EMBALAJE - PAPEL Y CARTON- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL RASGADO
NMX-EE-110-1981	02/02/81	ENVASE Y EMBALAJE - CONTENEDORES MODELO AEREO - METODOS DE PRUEBA
NMX-EE-111-1981	29/04/81	ENVASE Y EMBALAJE- CONTENEDORES-MODELO AEREO- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-112-1981	01/04/81	ENVASE Y EMBALAJE- CARTON CORRUGADO- METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA COMPRESION DE CANTO
NMX-EE-115-1981	01/04/81	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- METODO DE PRUEBA A LA COMPRESION
NMX-EE-117-1981	09/04/81	ENVASE Y EMBALAJE- DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO APARENTE EN MADERAS
NMX-EE-121-1981	13/07/81	ENVASES Y EMBALAJE- MADERA- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN DIRECCION PERPENDICULAR AL GRANO
NMX-EE-122-1981	13/07/81	ENVASE Y EMBALAJE - MADERA - DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN DIRECCION PARALELA AL GRANO
NMX-EE-123-1981	18/08/81	ENVASE Y EMBALAJE- CARTON COMPACTO Y CORRUGADO- DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE FRICCION ESTATICA- METODO DEL PLANO INCLINADO
NMX-EE-127-1981	22/01/82	ENVASE Y EMBALAJE - MADERA - CLAVADO DE CAJAS - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-128-1981	22/01/82	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA EXTRACCION DE CLAVOS
NMX-EE-129-1981	05/10/81	ENVASE Y EMBALAJE - CONTENEDORES TERMICOS DE CARGA UNITARIA PARA CONTROL DE LA TEMPERATURA INTERNA - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-134-1990	05/10/90	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE-RESISTENCIA A LA CAIDA LIBRE EN PELICULAS, TEJIDOS PLASTICOS Y TEXTILES PARA SACOS-METODO DE PRUEBA
NMX-EE-136-1982	12/02/82	ENVASE Y EMBALAJE- PLASTICO- TERMINOLOGIA
NMX-EE-137-1982	12/02/82	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- DETERMINACION DE LA FLEXION ESTATICA
NMX-EE-138-1982	03/06/82	ENVASE Y EMBALAJE - CARTON CORRUGADO PRUEBAS BASICAS MINIMAS
NMX-EE-142-1982	03/06/82	ENVASE Y EMBALAJE-PLASTICO-ACONDICIONAMIENTO DE MATERIALES PLASTICOS
NMX-EE-145-1982	19/11/82	ENVASE Y EMBALAJE - MADERA - PLATAFORMAS PARA EL TRANSPORTE DE MAQUINARIA Y OBJETOS PESADOS ESPECIFICACIONES
NMX-EE-148-1982	01/06/82	ENVASE Y EMBALAJE - TERMINOLOGIA BASICA
NMX-EE-151-1-5-1983	16/02/83	ENVASE Y EMBALAJE-TRANSPORTE Y MANEJO DE CARGA-TERMINOLOGIA GENERAL
NMX-EE-151-3-5-1983	16/02/83	ENVASE Y EMBALAJE - TRANSPORTE Y MANEJO DE CARGA - TERMINOLOGIA POR VIA MARITIMA

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-151-4-5-1983	14/07/83	ENVASE Y EMBALAJE - TRANSPORTE Y MANEJO DE CARGA - TERMINOLOGIA POR VIA TERRESTRE (CARRETERA)
NMX-EE-155-1984	22/06/84	ENVASE Y EMBALAJE - ENVASE - METALES - TAPAS PARA USO COMERCIAL - TERMINOLOGIA Y DEFINICIONES
NMX-EE-156-1982	19/11/82	ENVASE Y EMBALAJE - PRODUCTOS PELIGROSOS - CLASIFICACION
NMX-EE-157-1982	22/12/82	EMBALAJE - REDES AEREAS - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-159-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE - ENVASE - VIDRIO - GARRAFONES
NMX-EE-160-1983	14/07/83	ENVASE Y EMBALAJE - PAPEL Y CARTON - RIGIDEZ - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-161-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE - EMBALAJE - CARRETES DE MADERA PARA CONDUCTORES ELECTRICOS Y TELEFONICOS - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-163-1984	13/04/84	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- ESFUERZO CORTANTE PARALELO AL GRANO- METODO DE PRUEBA
NMX-EE-164-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE -MADERA - TENSION PERPENDICULAR AL GRANO - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-165-1984	13/04/84	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- DUREZA METODO DE PRUEBA
NMX-EE-166-1984	13/04/84	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- RAJADURA METODO DE PRUEBA
NMX-EE-167-1983	13/06/84	ENVASE Y EMBALAJE - MADERA - CONTRACCION - LINEAL METODO DE PRUEBA
NMX-EE-168-1984	02/08/84	ENVASE Y EMBALAJE- ENVASE DE VIDRIO RECUBIERTO CON PLASTICO PARA CONTENER SUBSTANCIAS EN AEROSOL - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-169-1984	13/04/84	ENVASE Y EMBALAJE- CARTON- RESISTENCIA A LA FLEXION Y A LA COMPRESION- METODO DE PRUEBA
NMX-EE-170-1984	02/08/84	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA- RESISTENCIA AL IMPACTO- METODO DE PRUEBA
NMX-EE-171-1984	02/08/84	ENVASE Y EMBALAJE- MADERA - RESISTENCIA A LA ABRASION- METODO DE PRUEBA
NMX-EE-175-1984	18/10/84	ENVASE Y EMBALAJE - CARTON CORRUGADO - RIGIDEZ - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-176-1984	16/10/84	EMBALAJE - TEXTILES - HILOS DE HENEQUEN PARA EMBALAR FORRAJES ESPECIFICACIONES
NMX-EE-186-1985	15/03/85	EMBALAJE - TEXTILES - ABRIGOS DE HILOS DE ALGODON PARA PACAS DE ALGODON - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-191-CT-1986	13/11/86	ENVASE Y EMBALAJE - PRODUCTOS PELIGROSOS - DEFINICIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES - DE LOS EMBALAJES
NMX-EE-193-CT-1986	14/04/86	ENVASE Y EMBALAJE - METALES - TAMBORES Y OTROS ENVASES METALICOS PARA CONTENER PRODUCTOS PELIGROSOS - METODOS DE PRUEBA
NMX-EE-196-1986	14/07/86	EMBALAJE - TARIMAS AEREAS - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-198-1986	14/07/86	EMBALAJE - CARGA UNIFICADA Y TARIFAS CAJA - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-202-1987	21/08/87	ENVASES Y EMBALAJE - MADERA- CAJAS PARA EXPORTACION DE MERCANCIAS

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-202-1987		ENVASE Y EMBALAJE-MADERA-CAJAS PARA EXPORTACION DE MERCANCIAS CON MASA HASTA DE 1400 Kg-ESPECIFICACIONES
NMX-EE-203-1986	07/11/86	ENVASES Y EMBALAJE - MADERA - DESIGNACION DE SIMBOLOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE CAJAS
NMX-EE-208-1984	13/04/84	ENVASE Y EMBALAJE - CARTON - RESISTENCIA A LA PERFORACION - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-217-1989	14/12/89	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - HERMETICIDAD EN BOTELLAS DE PVC -METODO DE PRUEBA
NMX-EE-217-1989		INDUSTRIA DEL PLASTICO-ENVASE Y EMBALAJE - HERMETICIDAD EN BOTELLAS DE PVC-METODO DE PRUEBA
NMX-EE-217-1989	14/12/89	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - HERMETICIDAD EN BOTELLAS DE PVC - METODO DE PRUEBA.
NMX-EE-217-1989	14/12/89	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - HERMETICIDAD EN BOTELLAS DE PVC - METODO DE PRUEBA.
NMX-EE-218-1989	14/12/89	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE COMPRESION VERTICAL EN BOTELLAS DE PVC METODO DE PRUEBA
NMX-EE-219-1989	14/12/89	INDUSTRIA DEL PLASTICO ENVASE Y EMBALAJE- ANGULO DE DESLIZAMIENTO EN PELICULAS Y TEJIDOS PLASTICOS PARA SACOS DE USO INDUSTRIAL METODO DE PRUEBA
NMX-EE-220-1990	23/07/90	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - ANCHO Y LARGO DEL SACO INDUSTRIAL - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-221-1990	05/10/90	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - ESPESOR DEL SACO INDUSTRIAL - METODO DE PRUEBA
NMX-EE-222-1991	17/01/92	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - BOTELLA DE POLI (CLORURO DE VINILO) RIGIDO PARA ACEITE COMESTIBLE - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-223-1991	17/01/92	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE- SACOS DE POLIETILENO PARA USO INDUSTRIAL- ESPECIFICACIONES

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-224-1993-SCFI	07/07/93	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - SACOS DE POLIPROPILENO TEJIDOS PARA ENVASAR HARINA DE TRIGO -
NMX-EE-228-1993-SCFI	11/06/93	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - BOTELLON DE POLICARBONATO RIGIDO EXCLUSIVO PARA AGUA PURIFICADA -
NMX-EE-250-1999-NORMEX	02/03/99	ENVASE Y EMBALAJE-TAPA DE PRESION DE POLIETILENO PARA GARRAFON DE BOCA ESTANDAR CON CAPACIDAD DE 10 LITROS
NMX-EE-010-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-ENVASES METALICOS PARA CONTENER ALIMENTOS-TERMINOLOGIA (CANCELA A LA NMX-EE-010-1988).
NMX-EE-073-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS- HERMETICIDAD-
NMX-EE-097-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-MEDICION DE DEFECTOS-
NMX-EE-014-1984	03/12/84	EMBALAJE - PLASTICO - CAJAS PARA EL MANEJO, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS DE VIDRIO PARA REFRESCO
NMX-EE-202-1987	21/08/87	ENVASES Y EMBALAJE - MADERA- CAJAS PARA EXPORTACION DE MERCANCIAS HASTA DE 1400 KG - ESPECIFICACIONES.
NMX-EE-217-1989	14/12/89	INDUSTRIA DEL PLASTICO - ENVASE Y EMBALAJE - HERMETICIDAD EN BOTELLAS DE PVC - METODO DE PRUEBA.
NMX-EE-083-1979.	14/11/79	ENVASE Y EMBALAJE. TAPAS DE PRESION DE POLIETILENO Y POLIPROPILENO. DIMENSIONES
NMX-EE-126-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-EVALUACION DEL CIERRE
NMX-EE-133-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-DETERMINACION DEL ESTAÑO LIBRE Y ALEACION
NMX-EE-147-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-DETERMINACION DE LA CAPA BARNIZ-
NMX-EE-154-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-TAPAS INVIOLABLES-ESPECIFICACIONES (CANCELA A LA NMX-EE-154-1986).
NMX-EE-037-1973	30/04/73	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA ABSORCION DE AGUA, PARA EMPAQUES Y EMBALAJES DE CARTON
NMX-EE-040-1973	05/07/73	DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION ESTATICA DEL FONDO PARA EMPAQUES Y EMBALAJES DE CARTON
NMX-EE-043-1973	05/07/73	DETERMINACION DE SENTIDO LONGITUDINAL DEL PAPEL PARA ENVASES Y EMBALAJES
NMX-EE-098-1980	02/10/80	ENVASES Y EMBALAJES - PRUEBA DE CHOQUE
NMX-EE-125-1981	19/06/81	EMBALAJES - RECTANGULARES DE EXPEDICION - DIMENSIONES EXTERIORES DE LA BASE

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-197-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-TAPAS ROSCADAS PARA ENVASES DE VIDRIO Y PLASTICO-SERIES 400, 410, 415 Y 425 (CANCELA A LA NMX-EE-197-1986).
NMX-EE-010-1988	04/02/81	ENVASES METALICOS PARA CONTENER ALIMENTOS- TERMINOLOGIA
NMX-EE-010-1988		ENVASES METALICOS PARA CONTENER ALIMENTOS-TERMINOLOGIA
NMX-EE-011-S-1980	04/02/81	ENVASE Y EMBALAJE. - METALES. - ENVASES DE HOJALATA - CILINDROS SANITARIOS, PARA CONTENER ALIMENTOS. ESPECIFICACIONES
NMX-EE-012-1980	30/07/80	ENVASES DE VIDRIO PARA PRODUCTOS MEDICINALES DE USO ORAL O TOPICO
NMX-EE-021-1974	11/02/74	ENVASES PARA ACEITES ESENCIALES
NMX-EE-024-1982	03/06/82	ENVASES DE VIDRIO PARA LECHE Y SU CREMA
NMX-EE-025-1985	31/07/85	ENVASES DE VIDRIO PARA CONTENER BEBIDAS CARBONATADAS Y NO CARBONATADAS - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-026-1979	16/08/79	ENVASES DE VIDRIO PARA ACEITES COMESTIBLES
NMX-EE-027-1988	28/03/88	ENVASES DE VIDRIO PARA CONTENER CERVEZA. ESPECIFICACIONES
NMX-EE-029-1979	24/08/79	ENVASES DE VIDRIO PARA PRODUCTOS DE PERFUMERIA Y COSMETICA
NMX-EE-030-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE - ENVASES DE VIDRIO PARA CONTENER ALIMENTOS EN GENERAL
NMX-EE-031-1977	30/06/77	ENVASES DE VIDRIO PARA ALIMENTOS INFANTILES
NMX-EE-032-1983	13/06/83	ENVASE Y EMBALAJE - ENVASES DE VIDRIO PARA BEBIDAS ALCOHOLICAS EN GENERAL
NMX-EE-033-1978	14/02/78	ENVASES DE VIDRIO PARA PRODUCTOS MEDICINALES INYECTABLES
NMX-EE-034-1978	16/03/79	ENVASES DE VIDRIO PARA PRODUCTOS INDUSTRIALES EN GENERAL
NMX-EE-039-1979	07/01/80	ENVASE Y EMBALAJE- ENVASES Y EMBALAJES DE CARTON- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION
NMX-EE-043-1973	05/07/73	DETERMINACION DE SENTIDO LONGITUDINAL DEL PAPEL PARA ENVASES Y EMBALAJES
NMX-EE-046-1978	16/03/79	ENVASES DEPRESIBLES DE ESTAÑO

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-051-1973	19/12/73	ENVASES CILINDRICOS IMPERMEABLES DE CARTON CON RECUBRIMIENTO DE POLIETILENO
NMX-EE-064-S-1979	20/07/79	ENVASE Y EMBALAJE - DIMENSIONES DE ENVASES CILINDRICOS DE HOJALATA
NMX-EE-066-1979	27/06/79	ENVASE Y EMBALAJE- TAPAS DE PRESION DE POLIPROPILENO Y POLIETILENO ALTA DENSIDAD PARA ENVASES DE AEROSOL
NMX-EE-073-S-1980	09/09/80	ENVASE Y EMBALAJE- METALES- ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS- DETERMINACION DE LA HERMETICIDAD
NMX-EE-076-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- PLASTICO- PASOS ROSCA PARA CUELLOS DE ENVASES- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-077-1980	09/07/80	ENVASE Y EMBALAJE- PLASTICO- PASOS ROSCA PARA CUELLOS DE ENVASES- DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES
NMX-EE-084-1980	14/11/79	ENVASE Y EMBALAJE ENVASES DE PAPEL Y CARTON DETERMINACION DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO METODO DE CAIDA LIBRE
NMX-EE-092-1980	06/05/80	ENVASE Y EMBALAJE- VIDRIO- ENVASES AEROSOL NO RECUBIERTOS- ESPECIFICACIONES
NMX-EE-094-1984	16/10/84	ENVASE - METALES - ENVASES SANITARIOS PARA CONTENER LECHE EVAPORADA - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-097-S-1980	29/09/80	ENVASE- METALES- ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS- MEDICION DE DEFECTOS
NMX-EE-098-1980	02/10/80	ENVASES Y EMBALAJES - PRUEBA DE CHOQUE
NMX-EE-105-1982	03/06/82	ENVASE- METALES- ENVASES DE HOJALATA PARA CONTENER ACEITES COMESTIBLES - ESPECIFICACIONES
NMX-EE-119-S-1982	13/07/82	ENVASE- METALES- EVALUACION DE LA EXPOSICION DEL METAL EN ENVASES METALICOS QUE CONTENGAN BEBIDAS CARBONATADAS Y CERVEZA
NMX-EE-121-1981	13/07/81	ENVASES Y EMBALAJE- MADERA- DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN DIRECCION PERPENDICULAR AL GRANO
NMX-EE-126-S-1981	12/01/82	ENVASE - METALES - EVALUACION DEL CIERRE EN ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS
NMX-EE-133-1982	03/06/82	ENVASE- METALES- DETERMINACION DE ESTAÑO LIBRE Y EN ALEACION EN ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS
NMX-EE-147-1982	03/06/82	ENVASE-METALES- DETERMINACION DE LA CAPA DE BARNIZ EN ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS
NMX-EE-150-1982	03/08/82	ENVASE - ENVASES PARALELEPIPEDICOS SANITARIOS - DIMENSIONES
NMX-EE-153-1982	03/09/82	ENVASE-METALES-ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS DE TRES PIEZAS PARA CONTENER CERVEZA-ESPECIFICACIONES

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-172-1984	14/12/84	ENVASE- METALES- ENVASES METALICOS- DETERMINACION DE SUS DIMENSIONES NOMINALES
NMX-EE-182-1984	18/10/84	ENVASES PARALELEPIPEDICOS DE CARTON RECUBIERTOS CON PELICULA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD - ACABADO DEL ENVASE - METODO DE PRUEBA - (METODO VISUAL)
NMX-EE-183-1984	18/10/84	ENVASES PARALELEPIPEDICOS DE CARTON RECUBIERTOS CON PELICULA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD - ORIFICIOS Y/O-FRACTURAS-METODO DE PRUEBA (METODO VISUAL)
NMX-EE-184-1984	18/10/84	ENVASES PARALELEPIPEDICOS DE CARTON RECUBIERTOS CON PELICULA DE POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD-SELLADO DEL FONDO-METODO DE PRUEBA (METODO VISUAL)
NMX-EE-193-CT-1986	14/04/86	ENVASE Y EMBALAJE - METALES - TAMBORES Y OTROS ENVASES METALICOS PARA CONTENER PRODUCTOS PELIGROSOS - METODOS DE PRUEBA
NMX-EE-195-CT-1986	14/04/86	ENVASES - METALES - TAMBORES DE ACERO DE TAPA FIJA DE 208 LITROS PARA CONTENER PRODUCTOS PELIGROSOS DE LA CLASE 3 (LIQUIDOS INFLAMABLES)-ESPECIFICACIONES
NMX-EE-197-1986	14/04/86	ENVASES - METALES - TAPAS ROSCADAS SERIES 400 410 415 425
NMX-EE-202-1987	21/08/87	ENVASES Y EMBALAJE - MADERA- CAJAS PARA EXPORTACION DE MERCANCIAS HASTA DE 1400 KG - ESPECIFICACIONES.
NMX-EE-203-1986	07/11/86	ENVASES Y EMBALAJE - MADERA - DESIGNACION DE SIMBOLOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DE CAJAS
NMX-EE-214-1987	18/06/87	ENVASES - SACOS DE PIEL - MASA BASE (GRAMAJE) DEL PAPEL.
NMX-EE-215-1987		ENVASES - SACOS DE PAPEL ANCHOS DE ROLLO DE PAPEL
NMX-F-314-1977	07/03/78	DETERMINACION DE LA MASA DE LA CAPACIDAD DE LLENADO PARA ENVASES DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS.
NMX-EE-010-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-ENVASES METALICOS PARA CONTENER ALIMENTOS-TERMINOLOGIA (CANCELA A LA NMX-EE-010-1988).
NMX-EE-073-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-DETERMINACION DE LA HERMETICIDAD-METODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-EE-073-S-1980).

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NMX-EE-097-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-MEDICION DE DEFECTOS-METODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-EE-097-S-1980).
NMX-P-033-1986	14/07/86	INDUSTRIA DEL VIDRIO - DETERMINACION DE LA RESISTENCIA HIDROLITICA DE LAS SUPERFICIES INTERIORES DE RECIPIENTES Y ENVASES DE VIDRIO - METODO DE PRUEBA
NMX-P-048-1986	14/07/86	INDUSTRIA DEL VIDRIO - DETERMINACION DEL CONTENIDO DE OXIDOS ALCALINOS EN RECIPIENTES Y ENVASES DE VIDRIO - METODO DE PRUEBA
NMX-P-056-1986	14/07/86	INDUSTRIA DEL VIDRIO - DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ARSENICO EN RECIPIENTES Y ENVASES DE VIDRIO - METODO DE PRUEBA
NMX-Y-143-1977	06/09/77	ETIQUETADO O ROTULADO DE ENVASES DE ALIMENTOS BALANCEADOS E INGREDIENTES MAYORES PARA ANIMALES.
NMX-EE-214-1987	18/06/87	ENVASES - SACOS DE PIEL - MASA BASE (GRAMAJE) DEL PAPEL.
NMX-EE-202-1987	21/08/87	ENVASES Y EMBALAJE - MADERA- CAJAS PARA EXPORTACION DE MERCANCIAS HASTA DE 1400 KG - ESPECIFICACIONES.
NMX-I-007/2-36-NYCE-2002	09/10/02	EQUIPOS Y COMPONENTES ELECTRONICOS-METODOS DE PRUEBAS AMBIENTALES Y DE DURABILIDAD-PARTE 2-36. PRUEBAS. PRUEBA Qc: SELLADO DE ENVASES, FUGA DE GAS (CANCELA A LA NMX-I-007/2-36-1997-NYCE).
NMX-I-007/2-37-NYCE-2002	09/10/02	EQUIPOS Y COMPONENTES ELECTRONICOS-METODOS DE PRUEBAS AMBIENTALES Y DE DURABILIDAD-PARTE 2-37. PRUEBAS. PRUEBA Qd: SELLADO DE ENVASES, FILTRACION DE LIQUIDO (CANCELA A LA NMX-I-007/2-37-1997-NYCE).
NMX-EE-126-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA CILINDRICOS SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-EVALUACION DEL CIERRE-METODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-EE-126-S-1981).
NMX-EE-133-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-DETERMINACION DEL ESTAÑO LIBRE Y ALEACION-METODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-EE-133-1982).
NMX-EE-147-NORMEX-2004	15/03/04	ENVASE Y EMBALAJE-METALES-ENVASES DE HOJALATA SANITARIOS PARA CONTENER ALIMENTOS-DETERMINACION DE LA CAPA BARNIZ-METODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-EE-147-1982).
NMX-H-156-NORMEX-2004	15/03/04	GASES COMPRIMIDOS-RECALIFICACION DE ENVASES QUE CONTENGAN GASES COMPRIMIDOS, LICUADOS Y DISUELTOS-REQUISITOS DE SEGURIDAD PARA SU USO, MANEJO, LLENADO Y TRANSPORTE-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
NOM-002-SSA1-1993	14/11/1994	SALUD AMBIENTAL. BIENES Y SERVICIOS. ENVASES METÁLICOS PARA ALIMENTOS Y BEBIDAS. ESPECIFICACIONES DE LA COSTURA. REQUISITOS SANITARIOS.
NOM-003-SCT-2000	20/09/2000	CARACTERÍSTICAS DE LAS ETIQUETAS DE ENVASES Y EMBALAJES DESTINADAS AL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.
NOM-023-SCT2-1994	25/09/1995	INFORMACIÓN TÉCNICA QUE DEBE CONTENER LA PLACA QUE PORTARÁN LOS AUTOTANQUES, RECIPIENTES METÁLICOS INTERMEDIOS PARA GRANEL (RIG) Y ENVASES DE CAPACIDAD MAYOR A 450 LITROS QUE TRANSPORTAN MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.
NOM-051-SCT2-1995	21/11/1997	ESPECIFICACIONES ESPECIALES Y ADICIONALES PARA LOS ENVASES Y EMBALAJES DE LAS SUSTANCIAS PELIGROSAS DE LA DIVISIÓN 6.2 AGENTES INFECCIOSOS.
NOM-024-SCT2/2002	22/04/2003	ESPECIFICACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN Y RECONSTRUCCIÓN, ASÍ COMO LOS MÉTODOS DE PRUEBA DE LOS ENVASES Y EMBALAJES DE LAS SUSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS.
NOM-007-SCT2/2002	21/04/2003	MARCADO DE ENVASES Y EMBALAJES DESTINADOS AL TRANSPORTE DE SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS.

<http://www.economia-noms.gob.mx/>

BIBLIOGRAFIA DE ANEXOS

Blanco Vargas Rafael Enciclopedia del Plástico 2000. Tomos 1 a 4. Instituto Mexicano del Plástico Industrial. Editado por Centro Empresarial del Plástico S.A. de C.V. Mexico 1999.

Billmeyer W., Fred. *Ciencia de los Polímeros*. De Reverté, México, 1975.

<http://www.tecnologiadelplastico.com> Revista para la Industria Plástica de América Latina. Tecnología del Plástico, Marzo de 1997, Edición Electrónica.

R.J. Crawford Plastics Engineering Segunda edición Editorial Maxwell Macmillan Internacional Singapore 1981.

<http://www.economia-noms.gob.mx/> Secretaria de Economía Normas Oficiales Mexicanas