



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**LOS TERMOPLÁSTICOS Y SUS
MERCADOS DE APLICACIÓN**

**TRABAJO MONOGRÁFICO DE
ACTUALIZACIÓN**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERÍA QUÍMICA**

**PRESENTA :
MICHELLE LUGO DE LILLE**



**EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA**

MÉXICO, D.F.

2004

**ANÁLISIS CON
FARMACIA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE EDUARDO ROJO Y DE REGIL

VOCAL ERNESTO PEREZ SANTANA

SECRETARIO ALEJANDRO IÑIGUEZ HERNANDEZ

1ER SUPLENTE JOSE ALEJANDRO RAFAEL VEGA SANCHEZ

2DO. SUPLENTE JOSE SABINO SAMANO CASTILLO

SITIO EN DONE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE QUÍMICA.

ASESOR: ALEJANDRO IÑIGUEZ HERNÁNDEZ

SUSTENTANTE: MICHELLE LUGO DE LILLE

The image shows two handwritten signatures in black ink. The top signature is for Alejandro Iñiguez Hernández, written in a cursive style with a long horizontal stroke at the end. The bottom signature is for Michelle Lugo de Lille, also in cursive, with a more compact and rounded appearance.

A través de este trabajo el cual marca el fin de una etapa muy importante en mi vida. Quiero expresar un sentimiento de agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible esto:

Gracias Madre por haber sido mi soporte, ejemplo y mi compañera en este nuevo logro que también es tuyo, a mi hermana por tenerme paciencia y acompañarme en mis desvelos, a mi abuelita por haber creído en mis sueños y a mi tía Malena por que siempre me ha acompañado en todas mis metas.

También quiero agradecer a todos mis compañeros que se enfrentaron a nuevos retos y por compartir momentos muy especiales durante toda la carrera en especial a Meche, Lorena, Marisol, Marina, Arturo, Luís y Roberto.

No podrían faltar mis profesores por proporcionarme las herramientas que me permitieron desarrollarme profesionalmente.

Gracias Beto por ser parte de esto, ayudarme y apoyarme.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo I : ANTECEDENTES HISTÓRICOS GENERALES	3
1.1 LOS PLÁSTICOS EN MÉXICO.....	8
1.2 DEFINICIONES.11	
a)Formulación General.....	13
Capítulo II: PLÁSTICOS	22
2.1 CLASIFICACIÓN.....	23
a)Origen del plástico.....	25
b)Propiedades.....	27
Capítulo III ESPECIFICACIONES	32
3.1 PROCESOS DE OBTENCIÓN Y PROPIEDADES.....	34
a) POLIETILENTEREFTALATO.....	38
b) POLIPROPILENO.....	40
c) POLIESTIRENO.....	43
d) POLICLORURO DE VINILO.....	45
e) POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.....	47
f) POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD.....	47
3.3 MERCADOS DE APLICACIÓN.....	50
3.4 PRUEBAS DE CALIDAD.....	54
a) Pruebas de Propiedades fundamentales.....	54
3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE PLÁSTICOS.....	60
Capítulo IV: LOS PLÁSTICOS EN EL MERCADO NACIONAL	62
4.1 PANORÁMA ECONÓMICO.....	65
4.2 ANÁLISIS POR MERCADO DE APLICACIÓN.....	67
4.3 ANÁLISIS DEL MERCADO NACIONAL.....	91
4.4 IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN.....	93
4.5 BALANZA COMERCIAL.....	94
4.6 PRECIOS.....	95
4.7 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MERCADO NACIONAL DE PLÁSTICOS.....	95
4.8 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	97
GLOSARIO	100
BIBLIOGRAFÍA	114

INTRODUCCIÓN

Este trabajo monográfico de actualización surgió ante la necesidad de la industria del plástico de contar con información vital para responder interrogantes sobre el mercado de resinas termoplásticas más comunes y sus mercados de aplicación, existentes en México, que no puedan ser solucionadas con la información interna que la empresa posee, mediante una metodología precisa y capaz de suministrar la confiabilidad de los datos.

A lo largo de los capítulos comprendidos en el presente, se dará una visión más amplia, referente a los plásticos (polímeros termoplásticos) en la industria química nacional en la que se describen los aspectos más relevantes encontrados en la evolución de éstos materiales desde sus inicios hasta la actualidad. Es decir, se hace mención de los avances logrados en la industria del plástico a nivel mundial y nacional.

También abarca algunas definiciones de materiales empleados para la formulación de los plásticos, necesarios para comprender de mejor forma su función, origen y propiedades fundamentales.

Y nos muestra un panorama de los mercados terminales de las resinas termoplásticas, pruebas de calidad, ventajas y desventajas encontradas en el uso de los plásticos. Su desempeño e impacto en la industria química, el cual es un análisis del mercado nacional que entre otros aspectos muestra las tendencias optimistas en el consumo de estos productos.

Así como información necesaria para mejorar o crear nuevas estrategias de mercado, y con esto, incrementar los niveles de venta con el fin de ubicar a las empresas nacionales en una mejor posición competitiva dentro de la rama industrial.

Para cumplir con éste propósito se plantean varias interrogantes:

- ❖ ¿Cuáles son los mercados nacionales en los que participan las resinas termoplásticas?
- ❖ ¿Qué cambios se observan en la producción, consumo, oferta y demanda en el mercado de resinas termoplásticas durante el periodo de 1998-2002?
- ❖ ¿Cómo fue el comportamiento del mercado de resinas termoplásticas durante el periodo 1998-2002?

El objetivo del presente, pretende, fundamentalmente reforzar y completar información existente sobre esta rama así como responder estos cuestionamientos, aunque evidentemente, durante el desarrollo surgirán y se resolverán nuevas interrogantes, que pueden ser de gran ayuda en la toma de decisiones y en el planteamiento de estrategias de mercado para las empresas.

CAPITULO I

ANTECEDENTES HISTORICOS GENERALES

ANTECEDENTES HISTORICOS GENERALES

La industria del plástico es una industria joven que en el año 2005 cumple 95 años de edad. Los primeros 50 años correspondieron a la investigación e implementación de descubrimientos, los siguientes 20 años a la difusión de información y aprovechamiento de ellos y los últimos 25 años en optimizar el uso de los mismos.¹

La investigación de estos materiales inició desde 1830, cuando la investigación pura conduce a muchos científicos a la síntesis de materias primas, que después serán aprovechadas en la elaboración de diferentes plásticos.²

A diferencia de materiales existentes en la naturaleza como, la madera y la piel de animales, que han sido utilizadas desde el origen de la humanidad; vidrio y metal que registran su uso en las primeras civilizaciones como Babilonia y Egipto; el plástico, es el primer material sintético, creado por el hombre.

Antes de la aparición del primer plástico sintético, el hombre ya utilizaba algunas resinas naturales, como el betún, gutapercha, goma, laca y ámbar, con los que podían fabricar productos útiles y lograr aplicaciones diversas. Se tienen referencias de que éstas se utilizaban en Egipto, Babilonia, India, Grecia y China, para una variedad de aplicaciones desde el modelo básico de artículos rituales hasta la impregnación de los muertos para su momificación.

El desarrollo de estas sustancias se inició en 1860, cuando el inventor estadounidense Wesley Hyatt desarrolló un método de procesamiento a presión de la piroxilina, un nitrato de celulosa de baja nitración tratado previamente con alcanfor y una cantidad mínima de alcohol. Su producto,

¹ Ingeniería Plástica Revista Técnica del Mundo del Plástico y del Embalaje “El ciclo del plástico” Pag.18

² Enciclopedia del Plástico Primera edición 1996/1997 (Centro empresarial del Plástico) Pag. 1-3

Ing. Rafael Blanco

patentado con el nombre de celuloide, se utilizó para fabricar diferentes objetos.

Sin embargo, no es hasta 1907 cuando se introducen los polímeros sintéticos, cuando el Dr. Leo Baekeland descubre un compuesto de fenol-formaldehído al cual denomina "baquelita" y que se comercializa en 1909. Este material presenta gran resistencia mecánica aislamiento eléctrico y resistencia a elevadas temperaturas.

Entre los productos desarrollados durante este periodo están los polímeros naturales alterados, como el rayón, fabricado a partir de la celulosa, del nitrato de celulosa o del etanoato de celulosa.

En 1920 se produjo un acontecimiento que marcaría la pauta en el desarrollo de materiales plásticos. El químico alemán Hermann Staudinger aventuró que éstos se componían en realidad de moléculas gigantes o macromoléculas. Los esfuerzos dedicados a probar esta afirmación iniciaron numerosas investigaciones científicas que produjeron enormes avances en esta parte de la química.

EVOLUCIÓN:

Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros³. En la década del 30, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que nombraron polietileno (PE). Hacia los años 50 aparece el polipropileno (PP).

Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego.

³ Ingeniería Plástica Revista Técnica del Mundo del Plástico y del Embalaje "El ciclo del plástico" Pag.19

Otro de los plásticos desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), material transparente comúnmente utilizado para vasos. El poliestireno expandido (EPS), espuma blanca y rígida, el cual es usado básicamente para embalaje y aislante térmico.

En la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases.

LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL:

Durante la Segunda Guerra Mundial, tanto los aliados como las fuerzas del eje sufrieron reducciones en sus suministros de materias primas.

La industria de los plásticos demostró ser una fuente inagotable de sustitutos aceptables. Alemania, por ejemplo, que perdió sus fuentes naturales de látex, inició un gran programa que llevó al desarrollo de un caucho sintético utilizable.

La entrada de Japón en el conflicto mundial cortó los suministros de caucho natural, seda y muchos metales asiáticos a Estados Unidos. La respuesta estadounidense fue la intensificación del desarrollo y la producción de plásticos.

El nylon se convirtió en una de las fuentes principales de fibras textiles, los poliésteres se utilizaron en la fabricación de blindajes y otros materiales bélicos, y se produjeron en grandes cantidades varios tipos de caucho sintético.

EL AUGE DE LA POSGUERRA:

Durante los años de la posguerra se mantuvo un elevado ritmo de descubrimientos y desarrollos de la industria de plásticos. Tuvieron especial interés los avances en plásticos técnicos, como los policarbonatos, acetatos y

poliamidas. Se utilizaron otros materiales sintéticos en lugar de metales en componentes para maquinaria, cascos de seguridad, aparatos sometidos a altas temperaturas y muchos otros productos empleados en lugares con condiciones ambientales extremas.

En 1953, el químico alemán Karl Ziegler desarrolló el polietileno, y en 1954 el italiano Giulio Natta desarrolló el polipropileno, que son los dos plásticos más utilizados en la actualidad. En 1963, estos dos científicos compartieron el Premio Nobel de Química por sus estudios acerca de los polímeros.

Las investigaciones de 1990 al 2000 se orientan a la combinación entre polímeros para formar mezclas poliméricas y aleaciones plásticas cuando se adicionan agentes de acoplamiento o compatibilizadores como los silanos, titanatos y hules termoplásticos, siendo la innovación la que mueve el desarrollo tecnológico de esta industria.

El final del Siglo XX se caracteriza por la suma de empresas que se fusionan y unen sus desarrollos originando nuevas oportunidades para el material que se considera la co-creación del hombre el plástico.

Tabla 1.1 Cronología de los antecedentes históricos. ⁴

1866	John Wesley Hyatt inventa el celuloide que permite reemplazar al marfil para fabricar las bolas de billar.
1872	Se realiza en laboratorio la primer polimerización del Cloruro de Vinilo obteniendo así el PVC - Policloruro de Vinilo (Baumann)
1907	Creación de la Baquelita: el primer plástico completamente sintético, termorígido, resistente a la electricidad, químicamente inerte, resistente al calor, irrompible. Es descubierto por Leo Baekland.
1912	Klatte (USA) patentó el 1º proceso de polimerización del PVC por método de emulsión.
1920	Herman Staudinger desarrolla la teoría de las macromoléculas, más conocidas como "polímeros".

⁴ Enciclopedia del Plástico 2000 Segunda edición 1999/2000 (Centro empresarial del Plástico) Pag. 48-54
Ing. Rafael Blanco

1927	Comienza la producción de PVC a escala mundial.
1933	Se descubre el segundo gran termoplástico: Polietileno - PE.
1939	Se inventa el tercer gran termoplástico: Poliestireno - PS.
1947	Primeros discos de vinilo permiten la difusión a gran escala de la música.
1948	Científicos inventan el transistor.
1953	Herman Staudinger obtiene el Premio Nobel por su teoría de los Polímeros.
1954	Polipropileno - PP: el cuarto gran termoplástico hace su aparición.
1958	Celdas solares fotovoltaicas son desarrolladas a partir de la silicón y utilizadas por la industria espacial.
1959	Se inventa el Chip de computadora.
1971	Se inventa el Disquette hecho con film metalizado de poliéster.
1975	El quinto gran termoplástico, PET, Polietilentereftalato. Su aplicación en botellas para gaseosas es inventada por Nathaniel C. Wyeth.
1977	Se lanzan al mercado las primeras PC a escala masiva.
1989	La World Wide Web revoluciona Internet.
2000	2001 El plástico es considerado uno de los 50 grandes inventos hechos durante el siglo XX según la revista Newsweek.

1.1 LOS PLÁSTICOS EN MÉXICO

Dentro de la petroquímica la industria de resinas sintéticas es la que presenta una mayor relevancia, la producción nacional para plásticos se remonta escasamente a 57 años la cual se ha caracterizado por su dinamismo en los últimos años, además la cadena productiva ha impactado todos los sectores de la economía nacional, es decir nos encontramos ante una industria joven que ha evolucionado en forma acelerada y normalmente a índices superiores al mostrado por el Producto Interno Bruto Nacional (PIB) y al Manufacturero.⁵

⁵ Ingeniería Plástica Revista Técnica del Mundo del Plástico y del Embalaje "El ciclo del plástico" pag.19

A principios de la década de los 40's comenzó la comercialización de los plásticos y el conocimiento del desarrollo a nivel industrial que ha tenido este sector y la flexibilidad de sus productos les ha permitido aplicarse en mercados que antes eran cautivos de materiales como, el hierro, cobre y acero. Desde 1960 la infraestructura y capacidad de las regiones económicamente poderosas, hicieron aumentar el sector, originando el crecimiento dinámico de resinas termoplásticas, la demanda interna de resinas sintéticas mostró una caída significativa durante 1982-1984 del orden del 12% en términos globales. En 1986 y 1987 presentó una moderada recuperación, y en 1985, 1988 y 1989 un importante crecimiento del 4.5 por ciento.

Las bondades del Poliestireno (PS) lo ubican como uno de los plásticos mas utilizados en todo el mundo, en 1945 el primer plástico que se comercializó en México fue el (PS), y en 1957 se importaron las primeras máquinas inyectoras, con la ventaja de obtener de forma industrial artículos iguales y en mayor número para cubrir las demandas del mercado, pero fue hasta 1962 cuando se inició la producción nacional principalmente en la elaboración de productos de embalaje, carcasas de electrodomésticos, cassettes, envases térmicos.

En México se comercializa el PVC desde 1947 y en 1953 -1955 se instalaron las primeras plantas productoras de esta resina en el país, sin embargo el mayor desarrollo tecnológico y la comercialización a nivel internacional se dio con el comienzo de la década de los ochentas. Hasta 1987 el PVC mantuvo el liderazgo en cuanto a la resina de mayor producción. El campo de aplicación principalmente era en tuberías.

La comercialización de los polietilenos comenzó a partir de 1934 y la producción nacional fue en 1946 , los grandes aumentos en 1961 y 1963 se debieron a rebajas en los precios de origen en 1988 el polietileno ocupó el primer lugar en la producción nacional. Su participación principal es en el mercado de envase y embalaje se aplica en película encojible y estirable,

empaque de alimentos y recubrimiento de latas, tubería a presión bolsas grandes películas.

El polipropileno junto con el polietileno son las dos olefinas o parafinas más importantes, tanto para su consumo como por sus propiedades y aplicaciones. Fue descubierto en 1950 y comercializado en 1957, ocupando de acuerdo a su consumo el cuarto a nivel nacional considerando al polietileno de alta y baja como un solo polímero. El mayor uso de este material se utilizaba en el sector de rafia y películas. Debido a la gran demanda de este la construcción de la primera planta fue en 1989 y en 1992 se dio la comercialización formal en México.

Desde que fue patentado en 1941 como un polímero para fibras, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico. Su diversificación lo ha llevado a obtener un espectacular crecimiento a rango mundial, especialmente por sus grandes beneficios como envase. En México se empezó a utilizar para este fin a mediados de la década de los ochenta. Mientras que en 1989 se consumían en el país 11 mil toneladas la comercialización de éste hasta la fecha se consumen casi 500 mil toneladas, la producción de PET fue a principios de 1987 aunque presentó algunas dificultades desde su aparición debido al costo relativamente alto de la materia prima.

El consumo de polímeros ha aumentado considerablemente en los últimos años. Los factores que han favorecido el mercado de los polímeros son los precios de muchos materiales plásticos que son competitivos y a veces inferiores a los de productos naturales, aunado al hecho de que el petróleo ofrece una mayor disponibilidad de materiales sintéticos que otras fuentes naturales. Estos petroquímicos han sustituido parcial y a veces totalmente a muchos materiales naturales como la madera, el algodón, el papel, la lana, la piel, el acero y el concreto.

En México más de 10 empresas producen diferentes tipos de polímeros termoplásticos. Un estudio de mercado realizado por la sección de resinas sintéticas de la Industria Química define alrededor de 26 mercados de aplicación, así como 6 familias químicas para los plásticos.

Tabla 1.2 Clasificación de termoplásticos más comunes por familia química.⁶

Polipropileno	Polietilentereftalato
Polietileno de alta densidad	Polietileno de baja densidad
Poli (cloruro de vinilo)	Poliestireno

1.2 DEFINICIONES

Con los trabajos científicos de Staundinger en los años veinte del siglo pasado los plásticos fueron aceptados y definidos como grandes polímeros (peso molecular >8000) que se producen total o parcialmente en forma sintética y presentan esencialmente una estructura orgánica.

Esta definición se vincula con la afirmación de que los plásticos son materiales en estado sólido o líquido y que, por medio de manipulaciones químicas o físicas, son llevados a un determinado estado sólido final.

“Plástico” proviene de PLASTIKOS palabra griega que significa susceptible de ser moldeado.⁷

Los polímeros son compuestos químicos cuyas moléculas están formadas por la unión de otras moléculas más pequeñas llamadas monómeros, las cuales se enlazan entre sí como si fueran los eslabones de una cadena. Estas cadenas, que en ocasiones presentan también ramificaciones o entrecruzamientos, pueden llegar a alcanzar un gran tamaño, razón por la cual son también conocidas con el nombre de

⁶ Estudio de mercado de Resinas Sintéticas (Asociación Nacional de la Industria Química México (2002)).

⁷ Enciclopedia del Plástico edición 1996/1997 (Centro empresarial del Plástico) Pag. 4.
Ing. Rafael Blanco.

macromoléculas. Habitualmente los polímeros reciben, de forma incorrecta, el nombre de plásticos, que en realidad corresponde tan sólo a un tipo específico de polímeros, concretamente los que presentan propiedades plásticas (blandos, deformables y maleables con el calor).

La materia esta formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros.

Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de diferentes formas.

La mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas.

Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. En general, los polímeros tienen una muy buena resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero y pueden ser de varias clases. Las más comunes, denominadas Fuerzas de Van der Waals, se detallan a continuación:

También llamadas fuerzas de dispersión, están en las moléculas de muy baja polaridad, generalmente en los hidrocarburos. Estas fuerzas provienen de dipolos transitorios: como resultado de los movimientos de electrones, en cierto instante una porción de la molécula se vuelve ligeramente negativa, mientras que en otra región aparece una carga positiva equivalente. Así se forman dipolos no-permanentes. Estos dipolos producen atracciones electrostáticas muy débiles en las moléculas de tamaño normal, pero en los polímeros, formados por miles de estas pequeñas moléculas, las fuerzas de atracción se multiplican y llegan a ser enormes.

Fuerzas de Atracción dipolo-dipolo.

Debidas a dipolos permanentes, como en el caso de los poliésteres. Estas atracciones son mucho más potentes y a ellas se debe la gran resistencia tensil de las fibras de los poliésteres.

Enlaces de Hidrógeno

Como en las poliamidas (nylon), estas interacciones son tan fuertes, que una fibra obtenida con estas poliamidas tiene resistencia tensil mayor que la de una fibra de acero de igual masa.

a) FORMULACIÓN GENERAL

Por regla general, los plásticos no pueden ser procesados tal como salen de las reacciones de formación (polimerización, policondensación, poliadición). Recién con el mezclado de aditivos y sustancias auxiliares, que por un lado mejoran el proceso y por otro las propiedades de aplicación, se obtiene una masa plástica lista para el procesamiento.⁸

Dado que los aditivos y sustancias auxiliares son un conjunto de materiales extraordinariamente amplio y en parte compuesto por productos químicos complicados y de alta calidad, sólo describiremos a continuación los más importantes.

⁸ Ciencia de los Plásticos editorial Costa Nogat 1era Edición en Español pag. 49-59.

Autores: Ing. Friedrich- Wolfhard Ebeling

Ing. Harold Huberth

Ing. Harald Schirber

Ing. Norbert Schlor

AUXILIARES DE PROCESAMIENTO Y ADITIVOS MODIFICADORES DE**PROPIEDADES:**

En la elección de aditivos se debe atender que, junto con el mejoramiento de las propiedades elegidas, no se perjudiquen otras. Por ello los aditivos y sustancias auxiliares deben, en lo posible, tener las siguientes propiedades.

- Alta termoestabilidad
- Coloración neutra
- Compatibilidad con otros agregados
- Baja volatibilidad
- Resistencia a la migración
- No deben ocasionar modificaciones negativas de las propiedades,
- Buena estabilidad a la luz
- Olor y sabores neutros
- Fisiológicamente inocuos

Este conjunto de exigencias para los aditivos, no siempre se puede cumplir, por ello se debe analizar previamente cuáles propiedades mejorarán prioritariamente. Muchos plásticos ya vienen provistos, por el fabricante, de los más importantes aditivos, de forma tal que el procesador los puede utilizar directamente.

PLASTIFICANTES:

Las moléculas del plastificante, incrustadas entre las cadenas moleculares, reducen las fuerzas de valencias secundarias de la rígida estructura molecular.

Entre los plastificantes se distinguen dos grupos básicos:

1. plastificantes monoméricos de baja viscosidad
2. plastificantes poliméricos de alta viscosidad

Los plastificantes del primer grupo poseen, por regla general, la mayoría de las propiedades esperadas de un plastificante. Si se pretende afrontar

exigencias especiales, como resistencia a los aceites, bencinas, grasas, o resistencia a la migración, entonces se aplicarán plastificantes poliméricos.

ESTABILIZADORES:

El calor, la radiación luminosa de gran energía (radiación UV), el oxígeno del aire así como la humedad, dañan a los polímeros de tal forma que, se produce una descomposición de las cadenas, con lo cual se perjudican notoriamente las propiedades mecánicas.

Para proteger a los plásticos de estas influencias, deben ser provistos con estabilizadores.

Los grupos estabilizadores más importantes son:

- Compuestos de plomo
- Jabones metálicos
- Compuestos orgánicos de nitrógeno
- Compuestos orgánicos de estaño
- Fosfitos orgánicos
- Compuestos epoxídicos
- Antioxidantes
- Protectores UV (UV-Absorber)

LUBRICANTES:

Los lubricantes sirven para atenuar las fricciones internas y externas de la masa fundida de plástica.

Los citados se dividen en: lubricantes externos e internos. Los internos tienen la función de permitir un mejor deslizamiento mutuo de las cadenas moleculares, con lo cual se reduce la viscosidad de la masa. En general son compuestos polares, como por ejemplo: ésteres de glicerina o jabones metálicos.

Los lubricantes externos no son muy compatibles con el plástico, ellos emigran a la superficie bajo altas temperaturas de procesamiento y forman una película lubricante entre la masa y las paredes de la máquina. Como

lubricante externos son utilizados principalmente ceras y ácidos grasos superiores.

COLORANTES:

En el caso de los colorantes solubles, se habla de tintas y en el de los no solubles, de pigmentos. Por otra parte el concepto de pigmento está asociado a un tamaño de partícula de entre 0.01 y 1 micras.

Una siguiente división entre pigmentos orgánicos e inorgánicos. Los pigmentos inorgánicos no tienen, salvo algunas excepciones, una alta intensidad de color. Por el contrario tienen un alto poder de cubrimiento y en general son muy estables a la luz y el calor.

Los pigmentos orgánicos poseen una gran intensidad de color pero no tienen un gran poder de cubrimiento. Por esta razón, en caso de necesidad, se les combina con inorgánicos para aprovechar el gran poder de cubrimiento de este grupo.

Muchos metales pesados de los pigmentos inorgánicos son tóxicos para el ser humano.

Se está llevando a cabo la eliminación de los pigmentos con metales pesados, pero no se puede prescindir totalmente de ellos, ya que propiedades como la resistencia a la luz y al calor no se pueden conseguir en los orgánicos a tan bajo precio.

CARGAS, MATERIALES REFORZANTES:

Por cargas se entiende a los agregados sólidos que influyen de varias formas en las propiedades del plástico.

Las cuales sirven para mejorar tanto la resistencia a la deformación térmica como a la contracción. Cuando se mejoran las propiedades mecánicas por medio del agregado de cargas, se habla también de reforzantes.

Ejemplos de cargas y reforzantes para termoplásticos son: carbonato de calcio, dolomita, caolín, talco, harina de cuarzo, mica.

Para aumentar la rigidez y la resistencia de tracción, así como la resistencia térmica, se les agrega casi 35% de fibras cortas de vidrio (0.1 a 0.5 mm).

ANTIESTÁTICOS:

Los antiestáticos disminuyen la resistencia eléctrica superficial de los plásticos y descargan rápidamente la electricidad estática.

Los antiestáticos son compuestos químicos que migran hacia la superficie de los plásticos y adsorben humedad del aire.

ESPUMANTES:

Para la fabricación de plásticos espumados se deben agregar agentes espumantes, ya sea durante la fabricación del plástico o fluido (espumante de acción física). Con el endurecimiento de la masa se mantiene la estructura espumada.

Ejemplos de espumantes de acción física:

	Punto de ebullición
Pentano	30 a 38 °C
Hexano	60 a 70 °C
Clorofluorocarbonos	23 a 47 °C

Los espumantes de acción química reaccionan a una determinada temperatura y producen gases como dióxido de carbono y/o nitrógeno.

ADITIVOS RETARDADORES DE LLAMA:

En razón de su composición química, los plásticos son en mayor o menor grado combustibles. En la construcción y la fabricación de automóviles y otra amplia gama de aplicaciones, se exigen, a menudo obligatoriamente, plásticos provistos de protección contra el fuego.

A través del uso de determinadas sustancias se lograrán las siguientes formas: de acción:

- Aislamiento del oxígeno del foco ígneo
- Influencia en la descomposición del plástico
- Influencia del mecanismo de combustión

PERÓXIDOS ORGÁNICOS:

Este tipo de sustancia se usa para reticular cadenas moleculares lineales. Los peróxidos requieren el agregado de un medio inhibidor, esto es, una sustancia inerte que debe evitar la descomposición prematura del peróxido, actúa también como dispersante. Un peróxido usado comúnmente es el peróxido de benzoilo (BP), que se comercializa como una pasta al 50 por ciento.

ACELERADORES:

Se utilizan para acelerar el proceso de una reacción química, por ejemplo la descomposición de un peróxido orgánico a temperaturas relativamente bajas, para que pueda desarrollarse el proceso de reticulación.

INHIBIDORES:

Estas sustancias evitan, o retrasan una reacción química. Se utiliza para aumentar el tiempo de vida útil de resinas endurecibles bloqueando una reacción de reticulación anticipada.

CONCENTRADOS ANTIOXIDANTES:

Las resinas plásticas en general, cuando se someten a elevadas temperaturas, y principalmente en presencia de oxígeno, sufren una

degradación llamada "termoxidante", llevando a la pérdida de sus características originales.

Los concentrados de aditivos antioxidantes pueden clasificarse en:

1) estabilizantes de procesamiento: protegen el polímero durante su transformación;

2) estabilizantes de vida: protegen el polímero después de su procesamiento, cuando el producto acabado será sometido a altas temperaturas, o como auxiliar en la estabilización contra la luz ultravioleta;

3) combinación de los dos tipos mencionados.

CONCENTRADOS DESLIZANTES (SLIP) :

Los agentes deslizantes pueden definirse como sustancias químicas, básicamente amidas de ácidos grasos que, cuando se mezclan al plástico, forman una película invisible sobre la superficie, disminuyendo el coeficiente de fricción, y como consecuencia, facilitan el deslizamiento. Algunas resinas ya presentan ese aditivo en su composición: sin embargo, su tipo y concentración limitan su uso. Los concentrados de esos aditivos pueden aplicarse en cantidades y con tipos de aditivos diferentes, dando al transformador la flexibilidad de elegir cual es la condición de uso ideal, con el objetivo de resolver su problema.

Los concentrados deslizantes tienen su mayor aplicación en películas de PEBD, para facilitar el empaquetado del embalaje y aumentar la productividad.

CONCENTRADOS ANTIBLOQUEO (ANTIBLOCKING):

La extrusión de películas tubulares en PEBD lleva a un problema muy común, llamado "bloqueo". Los rollos bobinadores comprimen de tal forma las películas todavía calientes, que sus superficies se adhieren unas a las otras, dificultando la separación. Los concentrados antibloqueantes, constituidos la mayoría de las veces por sustancias inorgánicas, actúan en la superficie entre los filmes, disminuyendo el área de contacto, facilitando la separación entre las dos películas. La concentración y el tipo de los aditivos a usar varían en función

de la resina y de las condiciones de proceso (presión de los rollos, temperatura, velocidad de extrusión).

CONCENTRADOS ANTIFIBRILANTES PARA RAFIA PEAD – PP:

Los concentrados antifibrilantes son dispersiones de sustancias inorgánicas. Estas partículas inorgánicas (ej.: carbonato de calcio), desde que posean tamaño, forma y constitución química conveniente, son capaces de impedir la fibrilación del tejido de rafia durante su confección, mejorando así su calidad y productividad.

CONCENTRADOS DE AGENTES EXPANSIVOS:

Los agentes expansivos se aplican a los plásticos con el objetivo de satisfacer las siguientes necesidades:

- 1) reducir la densidad del producto (menor peso para igual volumen de material);
- 2) modificar la textura de la pieza o su acabado superficial;
- 3) modificar propiedades mecánicas, térmicas o acústicas del producto.

CONCENTRADOS CLARIFICADORES:

Son aditivos que poseen la capacidad de aumentar la transparencia y translucidez de determinados materiales plásticos que son intrínsecamente opacos. El caso más típico es la resina de polipropileno en embalajes hechos por proceso de moldeo por termoformado, inyección de sople.

CONCENTRADOS FOTOBIODEGRADABLES:

La obtención de polímeros biodegradables, para la utilización en embalajes desechables y películas en general, se ha vuelto cada vez más necesaria en las últimas décadas. Basta imaginar la cantidad de desechos plásticos generados diariamente en el mundo, y que estos materiales, por ser extremadamente inertes por su naturaleza, no pueden ser absorbidos por los microorganismos a corto plazo.

Los concentrados fotobiodegradables son productos, que cuando se aplican a los plásticos en niveles adecuados (especialmente PEBD) promueven el efecto de degradación, tanto por la acción de la luz como por la reacción de los elementos existentes en el suelo, con la posterior digestión por los microorganismos. El proceso completo de biodegradación dura un promedio de 6 años, garantizando de esta forma la absorción del producto por el ecosistema.

**CAPITULO II:
PLÁSTICOS**

PLÁSTICOS

2.1 CLASIFICACIÓN

Dependiendo de su origen, los polímeros pueden clasificarse en naturales y artificiales. Entre los naturales se hallan sustancias muy comunes de las que suele ignorarse su naturaleza polimérica: Los hidratos de carbono o polisacáridos, como el almidón o la celulosa; la lana, la seda y otras proteínas, constituidas por aminoácidos; los ácidos nucleicos (el ADN y el ARN), responsables de la información genética, cuyos monómeros constituyentes son un azúcar (ribosa o desoxirribosa), ácido fosfórico y las bases nitrogenadas que constituyen las letras del código genético, y otras sustancias tales como el caucho, derivadas de pequeñas moléculas de hidrocarburos.⁹

Un termoplástico es un material sólido que posee gran estabilidad a temperatura ambiente y que se convierte en un líquido viscoso a temperaturas superiores, pero donde el cambio puede ser reversible. Debido a su alto peso molecular, los plásticos nunca se convierten en fluidos ligeros, es decir una baja viscosidad.

Es importante distinguir que el cambio de sólido a líquido, comúnmente llamado fusión puede significar dos mecanismos enteramente diferentes en dos clases de termoplásticos. Una clase referida como "Termoplásticos Amorfos" y la otra como "Termoplásticos Cristalinos".

Están formados por macromoléculas lineales o ramificadas unidas mediante fuerzas intermoleculares o puentes de hidrógeno en estado sólido. Dentro de este tipo de polímeros están el Polietileno, el PVC y el Polipropileno.

⁹ Ciencia de los Plásticos editorial Costa Nogal 1era Edición en Español pag. 35-40.

Autores: Ing. Friedrich- Wolfhard Ebeling

Ing. Harold Huberth

Ing. Harald Schirber

Ing. Norbert Schlor

Los termoplásticos se caracterizan por transformarse de sólido a líquido y viceversa por acción del calor y se disuelven o se hinchan al contacto con solventes.

En estado semilíquido pueden deformarse de manera permanente después de aplicar una fuerza. Esto se debe a que sus macromoléculas se liberan o sueltan unas de otras y pueden deslizarse entre sí, con la aplicación de calor. A temperatura ambiente pueden ser blandos o duros, frágiles y rígidos. Su comportamiento se deriva de la misma estructura molecular, ya que las moléculas tienen forma de cadena abierta o de hilos.

La capacidad de los termoplásticos de reblandecerse o fundirse tiene sus ventajas y desventajas. Por ejemplo, puede moldearse por calor, es decir, una lámina o un tubo pueden pasar a un estado elástico, similar al de la goma blanda y adquirir nueva forma después de enfriarla en un molde.

Las desventajas consisten en que el reblandecimiento provocado por el calor limita sus temperaturas de uso, sobre todo cuando se someten a la acción simultánea de fuerzas mecánicas.

Un termoplástico ideal puede ser sometido repetidas veces a un proceso térmico, como extrusión o moldeo sin que sus propiedades físico-químicas varíen.

Como se menciona con anterioridad, los termoplásticos se dividen en amorfos y cristalinos, de acuerdo a su estructura molecular.

1)Amorfos: Los termoplásticos se caracterizan porque sus moléculas filamentosas y ramificadas están en completo desorden.

2)Cristalinos: El orden molecular de los plásticos cristalinos es relativamente bueno. En el se aprecia cierto paralelismo dentro de los filamentos moleculares y sus ramificaciones son más cortas.

a) ORIGEN DEL PLÁSTICO

La materia prima más importante para la fabricación de plásticos es el petróleo, debido a que de él se derivan los productos que originan diferentes tipos de plásticos.¹⁰

Otras materias primas que se emplean para este mismo fin, pero en menor proporción, son el carbón y el gas natural, debido a que la proporción de materias primas que se pueden generar a partir de ellos es menor que las obtenidas a partir del petróleo.

HIDROCARBUROS ORGÁNICOS.

Los plásticos son compuestos químicos orgánicos. Materiales orgánicos son compuestos constituidos fundamentalmente de los elementos carbono (C) e hidrógeno (H).

Paralelamente se encuentran también en muchos compuestos orgánicos, los elementos oxígeno (O), nitrógeno (N). Escasamente se encuentran los elementos azufre (S), cloro (Cl), fluor (F) y silicio (Si).

DEL PETRÓLEO CRUDO AL MONÓMERO

Prácticamente todos los materiales orgánicos, producidos sintéticamente, tiene como materia prima básica al petróleo, gas natural o carbón. De estos, el de mayor significación es el petróleo contiene mas de 1000 compuestos de hidrocarburos; el mismo debe ser preparado para su posterior procesamiento para la obtención de productos sintéticos.

¹⁰ Ingeniería Plástica Revista Técnica del Mundo del Plástico y del Embalaje "El Reflejo de la petroquímica"
pag.18

DESTILACIÓN FRACCIONADA

El petróleo es calentado cerca de 400 °C en una estufa y conducido hacia una torre de fraccionamiento enfriada. La mayor parte del crudo se vaporiza y atraviesa las múltiples etapas de la torre de fraccionamiento. Por medio del enfriamiento de los vapores se condensan en las diferentes bandejas determinados componentes del petróleo que son extraídos lateralmente. A fin de que el vapor de petróleo ascienda lentamente se cubren los pasajes en las bandejas con campanas.

RESUMEN DE LOS DESTILADOS

Los destilados obtenidos son hidrocarburos que se diferencian entre sí por su punto de ebullición y con ello en el tamaño de sus moléculas.

Destilado	Punto de Ebullición °C	Hidrocarburos
Gases	Hasta 30 °C	De C ₁ hasta C ₄
Naftas Livianas	Hasta 100 °C	De C ₅ hasta C ₇
Naftas	Hasta 200 °C	De C ₇ hasta C ₁₀
Queroseno	Hasta 260 °C	De C ₁₁ hasta C ₁₄
Gasoil	Hasta 360 °C	De C ₁₆ hasta C ₁₉

DISTRIBUCIÓN DE LOS DESTILADOS:

La participación porcentual es variable según el origen del crudo. En general los destilados se distribuyen con mayor porcentaje cuanto mayor es el punto de ebullición.

Destilado	Porcentaje
Gases	3%
Naftas Livianas	8%
Naftas	10%
Queroseno	15%
Gasoil	20%
Aceites pesados	20%
Bitumen	24%

CONTINUACIÓN DEL PROCESAMIENTO DE LOS DESTILADOS

Los destilados bencénicos (naftas) son importantes como materiales de partida para la química. En el proceso de cracking se transforman los hidrocarburos de las naftas, por medio de altas temperaturas (850 °C) y catalizadores, en pequeños hidrocarburos no saturados gaseosos. Los catalizadores son auxiliares químicos que aceleran el proceso de una reacción. Por medio del craking se separan y transforman los compuestos de hidrocarburos.

b) PROPIEDADES

COMPOSICIÓN, ESTRUCTURA E INTERVALOS DE ESTADO

FUERZAS DE UNIÓN:

Para observar las propiedades de los plásticos, son imprescindibles ciertos conocimientos sobre la estructura de las macromoléculas y sus fuerzas de unión, las valencias y las valencias secundarias. Las propiedades mecánicas y térmicas son fuertemente determinadas por estas fuerzas.¹¹

¹¹ Ciencia de los Plásticos editorial Costa Nogal 1era Edición en Español pag. 35-40.

Se diferencia entre: Macromoléculas unidimensionales; los termoplásticos y macromoléculas reticuladas tridimensionales; los duroplásticos y elastómeros.

Estas diferentes estructuras explican muchas de las propiedades básicas de los plásticos como la resistencia mecánica, la elongación, dureza, permeabilidad gaseosa, solubilidad y capacidad de hinchamiento. Los tipos de enlaces se dividen en: enlaces químicos (valencias) de la composición de las cadenas macromoleculares o de las tridimensionales reticuladas y las fuerzas de valencias secundarias, también conocidas como fuerzas intermoleculares.

En los duroplásticos y los elastómeros predominan las fuerzas de las valencias y son responsables de sus propiedades. La molécula reticulada de malla compacta de los duroplásticos los hace materiales duros y frágiles. Sin embargo, permiten, por medio del agregado de cargas y materiales reforzante, que sus propiedades se modifiquen.

La molécula reticulada de malla espaciada de los elastómeros permite, por medio de la acción de fuerzas externas, su estiramiento y luego retomar a su estado inicial una vez retirada dicha fuerza externa. Los elastómeros son elásticos como la goma.

Las propiedades de los termoplásticos son determinadas ampliamente por las fuerzas de valencia secundarias.

- 1) moléculas termoplásticas
 - 2) moléculas duroplásticas
- fuerzas de valencia principal
 - _ fuerzas de valencia secundaria

FUERZA DE VALENCIA SECUNDARIA:

Las fuerzas de valencia secundaria actúan entre las cadenas moléculas de los termoplásticos y las mantienen unidas entre sí. Son notoriamente más débiles que las fuerzas de las valencias principales y resultan de las fuerzas de atracción electrostáticas cuyo origen se debe buscar en la naturaleza de la estructura atómica.

Las fuerzas de las valencias secundarias son determinantes en las propiedades mecánicas, térmicas y químicas de los termoplásticos. Por medio de la acción de la temperatura, en el entorno de la temperatura de flujo, se van anulando las fuerzas de valencias secundarias quedando las cadenas moleculares libres de moverse.

Se distingue entre las siguientes fuerzas de valencias secundarias:

Fuerzas de dispersión

Fuerzas dipolares

Fuerzas de inducción

Fuerzas de puentes de hidrógeno

Las fuerzas de dispersión existen en toda la materia y son fuerzas de atracción irregulares. Están basadas en que los electrones al cambiar de posición alrededor del núcleo positivo, van creando puntos de negatividad de posición cambiante en forma continua. Estos puntos de negatividad generan en sus átomos vecinos puntos de polaridad opuesta. Los polos positivos y negativos se atraen mutuamente.

Las fuerzas dipolares surgen cuando la cadena molecular contiene elementos que, ubicados en forma ordenada periódica, poseen un fuerte carácter electronegativo. De esta forma se constituyen en un polo negativo, su átomo vecino se convierte, entonces, en un polo positivo y las diferentes polaridades se neutralizan. Los dipolos surgidos en la cadena molecular (polos positivos y negativos) ejercen una fuerza de atracción electrostática. El

carácter dipolar del PVC, a causa de los átomos de cloro incluidos en la cadena molecular.

Las fuerzas de inducción pueden surgir adicionalmente por medio del efecto de los campos dipolos, ya que ellos pueden deformar la envoltura de electrones de los grupos atómicos vecinos y con ello se producen puntos de mayor carga eléctrica.

Las fuerzas de puente hidrógeno aparecen siempre que los átomos de hidrógeno de ciertos grupos atómicos se polarizan positivamente y provocan una atracción electrostática con los elementos negativos de la cadena vecina. Los grupos alcohólicos oxidrilos o amidas son ejemplos típicos de grupos atómicos cuyos hidrógenos se polarizan.

FORMAS DE ORDENAMIENTO:

TERMOPLÁSTICOS AMORFOS, DUROPLÁSTICOS Y ELASTÓMEROS:

La forma en que se agrupan las cadenas moleculares, depende de varias influencias, principalmente de la constitución química de la cadena molecular.

Cadenas secundarias, grandes y voluminosas o un ordenamiento irregular de los puntos de reticulación en los duroplásticos y los elastómeros impiden una aproximación y con ello un agrupamiento regular de las cadenas moleculares. De esta forma el conjunto molecular se encuentra en un estado de desorden modelo.

TERMOPLÁSTICOS SEMICRISTALINOS

Las macromoléculas que presentan una estructura química y también geometría regular, pueden formar cristales en determinadas zonas. Se entienden como cristales, a agrupamientos paralelos en ciertas partes de la macromolécula o pliegues de la cadena. Los termoplásticos que presentan esta estructura se denominan polímeros semicristalinos. Una misma cadena puede

pasar parcialmente por zonas amorfas y cristalinas, a veces puede pertenecer a varios cristales simultáneamente.

Los termoplásticos semicristalinos poseen la tonalidad blanquizca. Esto es a causa de una interrupción del pasaje de la luz, debida a un ordenamiento denso de las moléculas en los cristales.

FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES:

La estructura estéreo- específica de las macromoléculas de también información esencial del conjunto de propiedades de los plásticos. De esta manera, los termoplásticos que tienen, poseen una cadena ramificada en su macromolécula, experimentan, bajo el influjo de determinados catalizadores, un alineamiento espacial de las mismas.

Existen las siguientes posibilidades de alineación:

- a) isotáctico
- b) sindiotáctico
- c) atáctico

En las alineaciones isotáctico y sindiotáctico se favorecen los procesos de cristalización y con esto, a su vez mejoran las propiedades mecánicas y térmicas de dichos materiales.

Capítulo III
ESPECIFICACIONES

ESPECIFICACIONES

Los termoplásticos son polímeros de cadenas largas que cuando se calientan se reblandecen y pueden moldearse a presión. Representan el 78%-80% de consumo total de los plásticos.¹²

Tabla 3.1 Estudio de mercado de la Asociación Nacional de la Industria Química.

Familias Químicas	Acrónimo	Especificaciones
Polipropileno	PP	El PP se obtiene de la polimerización del propileno, es el más ligero de todos los plásticos comerciales. Tiene una densidad 0.902 g/cm^3
Polietilentereftalato	PET	Existen dos métodos de obtención: a partir de ácido tereftálico + etilenglicol y dimetil terereftalato + etilenglicol. Tiene una densidad 1.1 g/cm^3
Polietileno de Alta Densidad	HDPE	El Polietileno pertenece al grupo de los polímeros de las poliolefinas, el etileno es la materia prima para la obtención del polietileno. Tiene una densidad en el rango de $0.941\text{-}0.965 \text{ g/cm}^3$
Polietileno de Baja Densidad	LDPE	El polietileno pertenece al grupo de los polímeros de las poliolefinas, el etileno es la materia prima para la obtención del polietileno. Tiene una densidad en el rango de $0.910\text{-}0.925 \text{ g/cm}^3$
Policloruro de Vinilo	PVC	Se fabrica mediante la polimerización del cloruro de vinilo que a su vez es obtenido de la sal común del petróleo. Tiene una densidad 1.35 g/cm^3
Poliestireno	PS	Se obtiene por la polimerización del monómero de estireno. Tiene una densidad 1.05 g/cm^3

¹² Estudio de mercado de Resinas Sintéticas 2002 de la Asociación Nacional de la Industria Química.

3.1 PROCESOS DE OBTENCIÓN Y PROPIEDADES

PROCESOS DE POLIMERIZACIÓN:

POLIMERIZACIÓN EN MASA: ¹³

El monómero líquido se polimeriza por la acción del calor en presencia de un iniciador conveniente, pero en ausencia de disolvente.

Este procedimiento proporciona polímeros muy puros, pero bastante polidispersos, es decir, cadenas poliméricas con muy variados pesos moleculares, ya que la masa al hacerse más viscosa, dificulta la agitación y el calentamiento uniforme.

Además, las reacciones de polimerización, al ser exotérmicas, producen aceleraciones que a veces toman carácter explosivo.

Los polímeros son el resultado de la modificación de productos naturales o bien de reacciones de síntesis de materias primas más elementales.

Las reacciones de síntesis son reacciones químicas que se llevan a cabo con un catalizador, luz o calor, en las que los monómeros, es decir las materias primas elementales se combinan para formar un polímero que puede ser diseñado por las reacciones del mismo y/o por reacciones posteriores con otros reactivos o estímulos como luz, calor u otros medios.

Estas reacciones se pueden clasificar en:

- Polimerización por Adición
- Polimerización por Condensación
- Copolimerización

¹³ Enciclopedia del Plástico 2000 Segunda edición 1999/2000 (Centro empresarial del Plástico) Pag. 59-79
Ing. Rafael Blanco

Además de este tipo de polimerizaciones, que son las más comunes y más conocidas existen otro tipo de reacciones de polimerización, que en menor medida también son utilizadas en la fabricación de polímeros comerciales, como son:

- Polimerización por transferencia de Grupos
- Polimerización por Apertura de Anillos
- Polimerización por Acoplamiento Oxidativo

Finalmente existen reacciones de modificación, donde los polímeros previamente generados se pueden someter a diferentes reacciones químicas para obtener otras propiedades.

- Modificación de Polímeros
- Hidrólisis
- Sistemas Multipolímeros

POLIMERIZACIÓN POR ADICIÓN:

La reacción de adición se caracteriza por que el esqueleto del polímero formado está compuesto solamente de átomos de carbono y el número de átomos en la unidad repetitiva es igual al número de átomos en el monómero precursor.

La polimerización por adición también es conocida como vinílica, este importante método de polimerización industrial involucra la unión de monómeros insaturados, a través de enlaces múltiples.

La polimerización por adición se puede llevar a cabo en tres formas:

- Radicales Libres
 - Iónica
 - Coordinación
-

RADICALES LIBRES

La polimerización por adición vía radicales es un proceso que consta de cuatro tipo de reacciones, las cuales ocurren a diferentes velocidades:

- Reacción de iniciación
- Reacción de Propagación
- Reacción de Transferencia de Cadena
- Reacción de Terminación

REACCIÓN DE INICIACIÓN

Consiste en la formación de especies activas, las cuales son capaces de iniciar la polimerización de los monómeros vinílicos que de otra manera no serían reactivos.

Las especies activas pueden ser de tres tipos: radicales libres, aniones o cationes.

El proceso de iniciación de radicales puede ser inhibido por sustancias como el oxígeno. Este reacciona preferentemente con los radicales libres formando peróxidos o hidroperóxidos.

En la polimerización por radicales libres, la reacción de iniciación comúnmente se realiza por la adición de un iniciador, un material que, por la acción del calor, se descompone en radicales libres.

Entre los iniciadores más utilizados están:

Peróxidos, hidroperóxidos, peróxidos de diaquilo, peróxidos de diarilo, peresteres, compuestos azoicos.

La iniciación de la polimerización es, por lo tanto, una secuencia de dos pasos. El primer paso es la disociación del iniciador, el segundo paso es la adición del fragmento iniciador.

REACCIÓN DE PROPAGACIÓN:

En esta etapa, el crecimiento de las cadenas se efectúa por fijación sucesiva del monómero formado en el proceso de iniciación, se adiciona a otras moléculas de monómeros en una sucesión rápida, denominada propagación para formar la cadena polimérica.

REACCIÓN DE TERMINACIÓN:

Durante esta etapa, la polimerización se completa cuando el crecimiento de las largas cadenas de radical se desactivan completamente.

Esto puede ocurrir por diferentes vías:

- Adición
- Dismutación

ADICIÓN:

También denominada por acoplamiento o por combinación, consiste en la unión de dos cadenas largas de polímero radical.

Los electrones desapareados de dos radicales en crecimiento se combinan de nuevo para formar un enlace covalente.

DISMUTACIÓN

En este caso, el hidrógeno final de uno de los radicales en crecimiento y su electrón libre se fijan sobre un segundo radical.

IÓNICA

Las polimerizaciones iónicas son aquellas en las cuales la parte creciente de la cadena polimérica está constituida por grupos orgánicos iónicos o cargados. En la polimerización llamada aniónica, intervienen carbaniones y en la catiónica, intervienen iones de carbono.

CONDENSACIÓN:

La reacción de condensación se caracteriza por que en el esqueleto principal del polímero que se sintetiza se encuentran otros tipos de átomos de carbono, por ejemplo, oxígeno y nitrógeno; además el número de átomos en la unidad repetitiva es menor que el encontrado en los monómeros precursores debido a que durante la reacción, algunas moléculas, como agua, alcohol o amoníaco, se forman como subproductos.

En este tipo de polimerización, la reacción por pasos entre pares de grupos funcionales asociados con dos diferentes moléculas o compuestos. Todas las moléculas reactivas deben de tener por lo menos dos grupos funcionales reactivos.

Se produce una secuencia de reacciones de acoplamiento y se forma la cadena polimérica. Las unidades estructurales del polímero contendrán grupos en los cuales, el arreglo de los átomos no es el mismo que se encuentra en los monómeros iniciales.

COPOLIMERIZACION:

Se entiende a la polimerización conjunta de dos o varios monómeros diferentes, por lo que la macromolécula del copolímero obtenido contiene como unidades estructurales los monómeros participantes.

a) POLITILEN TEREFALATO¹⁴

El Polietilen Tereftalato (PET) es un poliéster termoplástico y se produce a partir de dos compuestos principalmente: ácido tereftálico y etilenglicol, aunque también puede obtenerse utilizando Dimetiltereftalato en lugar de ácido tereftálico. Este material tiene una baja velocidad de cristalización y puede encontrarse en estado amorfo-transparente o cristalino.

El Polietilen Tereftalato en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia, resistencia química; esta resina es aceptada por la Food and Drugs Administration (FDA).

Existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por su peso molecular y cristalinidad. Los que presentan menor peso molecular se

¹⁴ El plástico a favor de la vida en Argentina, www.plastivida.com.ar/plasticos/

denomina grado fibra, los de peso molecular medio, grado película y, de mayor peso molecular, grado ingeniería.

APLICACIONES:

En la actualidad se están abriendo cada vez más nuevos campos de aplicación y se desarrollan botellas PET de alta calidad y reducido peso, entre sus aplicaciones más importantes dentro de los siguientes sectores:

1) Envase y Empaque:

Las firmas de maquinaria han contribuido en gran medida a impulsar la evolución de manera rápida de los envases, por lo que hoy se encuentran disponibles envases para llenado a temperaturas normales y para llenado en caliente; también se desarrollan envases muy pequeños desde 10 mililitros hasta garrafones de 19 litros.

La participación del PET dentro de este mercado es en: bebidas carbonatadas, agua purificada, aceite, conservas, cosméticos detergentes y productos químicos.

2) Productos Farmacéuticos - Siendo aprobados por instituciones de salud para estar en contacto con medicamentos, además de ser inocuos a la mayoría de los compuestos activos y sustancias de tipo farmacéutico.

3) Electro-electrónico: Este segmento abarca diversos tipos de películas y aplicaciones desde las películas ultradelgadas para capacitores de un micrómetro o menos hasta de 0.5 milímetros, utilizadas para aislamiento de motores. Los capacitores tienen material dieléctrico una película PET empleada para telecomunicaciones, aparatos electrónicos entre otros.

- 4) Fibras (telas tejidas, cordeles, etc.): En la industria textil, la fibra de poliéster sirve para confeccionar gran variedad de telas y prendas de vestir.
- 5) Debido a su resistencia, el PET se emplea en telas tejidas y cuerdas, partes para cinturones, hilos de costura y refuerzo de llantas. Su baja elongación y alta tenacidad se aprovechan en refuerzos para mangueras. Su resistencia química permite aplicarla en cerdas de brochas para pinturas y cepillos industriales.

b) POLIPROPILENO

El PP es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando Etileno durante el proceso. El PP es el termoplástico de más baja densidad. Es un plástico de elevada rigidez, alta cristalinidad, elevado punto de fusión y excelente resistencia química. Al adicionarle distintas cargas (talco, caucho, fibra de vidrio) se potencian sus propiedades hasta transformarlo en un polímero de ingeniería. El PP es transformado en la industria por los procesos de inyección, soplado, extrusión y termoformado.

CARACTERÍSTICAS:

Las características fundamentales que han contribuido al rápido crecimiento y amplia aceptación del PP son:

- 1) Óptima relación entre rigidez y peso específico, lo que permite el diseño de piezas adecuadamente resistentes con un mínimo requerimiento de material.
- 2) Alta transparencia y brillo que lo hace especialmente apto para aplicaciones de empaque, ya sea rígido o flexible.
- 3) Alta resistencia química, lo cual anula la posibilidad de contaminación de las sustancias en contacto con la pieza.
- 4) Resistencia a altas temperaturas, permitiendo el llenado en caliente para el caso de envases.

- 5) Aptitud de ser compuesto con otras sustancias (cargas minerales, fibra de vidrio), lo que le confiere propiedades competitivas con materiales más costosos.
- 6) Propiedades de barrera, lo que genera mayor protección en el envasamiento de alimentos, sobre todo en el caso del film biorientado.
- 7) 100% valorizable.

APLICACIONES:

- 1) Envases: Industria alimenticia, Envases rígidos, bidones para agua mineral y botellas sopladas para jugos.
- 2) Industria automotriz: Por su versatilidad es considerado como el plástico de opción para dicha industria. defensas, frentes de tableros, baterías, parantes internos, baguetas externas e internas, revestimientos internos y otras autopartes.
- 3) Industria de la construcción: Caños para agua caliente y fría, accesorios, baldes para pintura, alfombras y sus bases, etcétera.
- 4) Aplicaciones medicas y de higiene personal: Jeringas descartables, indumentaria quirúrgica, pañales descartables, toallas higiénicas.
- 5) Agroindustria: Contenedores de rafia para envasamientos de semillas, fertilizantes, hortalizas, azúcar.
- 6) Aplicaciones para el hogar: Muebles de jardín, juguetes, recipientes herméticos, envases de videocassettes, film para envasar cassettes de audio, video y cigarrillos, envases de productos de limpieza, electrodomésticos, macetas, correas para bolsos, manijas.

PERFORMANCE AMBIENTAL DEL PP:

1-Recursos naturales: Los procesos más modernos de producción de PP carecen de efluentes líquidos o gaseosos. Al estar constituido en un 99% por carbono e hidrógeno, elementos inocuos y abundantes en la naturaleza, este plástico resulta no contaminante químicamente.

2-Reducción en la fuente: La industria del PP invierte en Investigación, Desarrollo y Producción de materiales que cumplen con los requerimientos de calidad y seguridad necesarios para satisfacer las exigencias del consumidor. Esto permite que los productos requieran cada vez menor cantidad de materias primas, y a su vez permiten menor producción de residuos.

3- Valorización de los residuos plásticos: La industria del PP no ha escapado a las presiones ambientales de los conceptos de reducción en la fuente y reciclado, pero el hecho de que el 50% de las aplicaciones se destine al mercado de los bienes durables, en contraste con otros materiales más usados para envases cotidianos, hace que la incidencia del PP sobre los residuos sólidos urbanos sea menor.

Reciclado mecánico: El PP es 100% reciclable, ya sea en la forma de scrap industrial (desechos plásticos de las industrias) como en la forma de residuo post-consumo. En este último caso podemos mencionar las baterías de automóviles: en los Estados Unidos se recicla el 45% del PP de las baterías post-consumo para la fabricación de nuevas baterías.

Recuperación energética: El PP contiene energía comparable con los combustibles fósiles, de ahí que los residuos de PP constituyen una excelente alternativa para ser usados como combustible para producir energía eléctrica y calor.

Reciclado químico: Este proceso, aunque esté en una etapa temprana de su desarrollo, implica la posibilidad de volver a obtener recursos naturales a partir de la depolimerización de los residuos plásticos de PP, permitiendo volver a obtener componentes de petróleo para la industria.

c) POLIESTIRENO

El Poliestireno es un polímero que se obtiene a partir de un monómero llamado estireno, el cual también se conoce con los nombres de vinilbenceno, feniletileno, estírol o estíroleno.

Este material ha tenido gran desarrollo en los últimos años y ha formado un grupo de plásticos denominados: familia de Polímeros de Estireno, en los que se incluyen:

- Poliestireno Cristal o de Uso General (PS)
- Poliestireno Grado Impacto (PS-I)
- Poliestireno Expansible (EPS)
- Estireno/Acrilonitrilo (SAN)
- Copolímero en Bloque de Estireno/Butadieno/Estireno (SBS)
- Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno (ABS)
- Aleaciones

Poliestireno Cristal.- Es un material amorfo de alto peso molecular (200,000 a 300,000 g/gmol), de baja densidad, duro, con buenas propiedades ópticas, mínima absorción de agua, buena estabilidad dimensional y aislamiento eléctrico.

Resiste ácidos orgánicos e inorgánicos concentrados y diluidos (excepto los altamente oxidantes), alcoholes, sales y álcalis. Es atacado por ésteres, cetonas, hidrocarburos aromáticos, clorados y aceites etéreos. Tiene brillo y transparencia.

Es sensible a la luz solar, por lo que para retardar su degradación se deben adicionar absorbedores de luz ultravioleta.

Presenta baja resistencia al impacto y estabilidad térmica. Se obtiene en forma de gránulos parecidos al vidrio.

Se utiliza en la fabricación de envases para productos alimenticios, farmacéuticos y cosméticos como blister, vasos, tapas.

Poliestireno Expansible (EPS).- Es un material dúctil y resistente a temperaturas bajo cero, pero a temperaturas elevadas, aproximadamente a 88°C, pierde sus propiedades.

Debido a ello, y a su bajo coeficiente de conductividad térmica, se utiliza como aislante a bajas temperaturas. Posee poder de amortiguamiento, es decir, permite absorber la energía producida por golpes y vibraciones. Flota en el agua y es completamente inerte a los metales.

Resiste la mayoría de los ácidos, soluciones alcalinas y saladas, sin importar su concentración. También resiste a la temperatura e intemperie, no es tóxico. Sin embargo, no es resistente a solventes orgánicos o aceites minerales.

Debido a su estructura celular presenta valores bajos de transmisión de vapor y de absorción de agua. Es combustible, por lo que en ocasiones se la adicionan retardantes de flama. Es resistente a los microorganismos y cuenta con buenas propiedades de aislamiento acústico.

El EPS es uno de los termoplásticos más versátiles por lo que tiene aplicación en varios sectores como los siguientes:

- Edificación
- Vivienda
- Especialidades Industriales
- Cuerpos Moldeados
- Envases

Otra aplicación importante en envases es la perla expandida para protección, las cuales sirven para rellenar las cajas de cartón corrugado donde se contengan productos frágiles.

Poliestireno Grado Impacto (PS-I).- Los diferentes grados que existen de estos materiales (Medio y Alto Impacto), presentan propiedades similares a las del Poliestireno de uso general. Su color natural va de translúcido a opaco.

Se ven afectados con la exposición continua a las radiaciones de luz UV, ofrecen limitada resistencia a solventes aromáticos y clorados. Poseen alta rigidez y dureza, presentan bajas propiedades de barrera, poca resistencia a la grasa y a temperaturas elevadas. Con un adecuado balance de propiedades tienen excelente procesabilidad para inyección, extrusión y termoformado.

Son estables térmicamente, tienen niveles muy bajos de materia volátil y poseen una resistencia al impacto entre dos y cuatro veces superior al PS Cristal, según el contenido y tipo de elastómero.

Resiste con limitaciones ácidos y álcalis, no resiste disolventes orgánicos como bencina, cetonas, hidrocarburos aromáticos y clorados, ni aceites etéricos.

El PS-I tiene las siguientes aplicaciones:

Poliestireno Medio Impacto:

- 1) · Piezas rígidas con brillo e impacto, Industria del envase y empaque (platos y vasos desechables), Artículos Escolares, Juguetes

Poliestireno Alto Impacto:

- 2) Asientos sanitarios, Carretes Industriales, Carcasas de Electrodomésticos, Juguetes y Cubiertas de cassettes.

d) POLICLORURO DE VINILO

El Policloruro de Vinilo (PVC) es un polímero termoplástico resultante de la asociación molecular del monómero Cloruro de Vinilo.

Por sí solo es el más inestable de los termoplásticos, pero con aditivos es el más versátil y puede ser sometido a varios procesos para su transformación. El PVC puede clasificarse de cuatro maneras:

- Por su método de producción:
 - Suspensión, Dispersión, Masa, Solución
- Peso Molecular:
 - Alto, Medio y bajo
- Tipo de Monómeros:
 - Homopolímeros y Copolímeros
- Formulación:
 - Rígido y Flexible

PROPIEDADES:

El PVC es un material esencialmente amorfo con porciones sidiotácticas que no constituyen más de 20% del total, generalmente cuenta con grados de cristalinidad menores.

La gran polaridad que imparte el átomo de cloro transforma al PVC en un material rígido. Algunos de sus grados aceptan fácilmente diversos plastificantes, modificándolo en flexible y elástico. Esto explica la gran versatilidad que caracteriza a este polímero, empleado para fabricar artículo de gran rigidez y accesorios para tubería, productos semiflexibles como perfiles para persianas y otros muy flexibles como sandalias y películas.

El PVC es un polvo blanco, inodoro e insípido, fisiológicamente inofensivo. Tiene un contenido teórico de 57% de cloro, difícilmente inflamable, no arde por sí mismo. El diámetro varía dependiendo del proceso de polimerización.

Del proceso de suspensión y masa, se obtienen partículas de 80 a 200 micras, por dispersión de 0.2 a 4 micras y por solución de 0.2 micras. La configuración de las partículas de PVC, varía desde esferas no porosas y lisas hasta partículas irregulares y porosas.

El PVC especial para compuestos flexibles, debe poseer suficiente y uniforme porosidad para absorber los plastificantes rápidamente. Para compuestos rígidos, la porosidad es menos importante, debido a que a menor rango se obtiene mayor densidad aparente.

Para formular un compuesto de PVC, se requiere escoger la resina conforme a los requerimientos en propiedades físicas finales, como flexibilidad, procesabilidad y aplicación para un producto determinado.

La estructura del PVC puede ser comparada con la del Polietileno. La diferencia radica en que un átomo de la cadena del Polietileno es sustituido por un átomo de cloro en la molécula de PVC. Este átomo aumenta la atracción entre las cadenas polivinílicas, dando como resultado un polímero rígido y duro.

APLICACIONES:

Segmento rígido:

Tubería, Botellas(Aceites comestibles, shampoos y agua purificada), Película y Lámina, Perfiles.

Segmento Flexible:

Calzado Loseta Película Recubrimiento de cable y alambre Perfiles

e) POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD y f) POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Antiguamente llamado "Polimetileno", el Polietileno pertenece al grupo de los polímeros de las Poliolefinas, que provienen de alquenos (hidrocarburos con dobles enlaces). Son polímeros de alto peso molecular y poco reactivos debido a que están formados por hidrocarburos saturados. Sus macromoléculas no están unidas entre sí químicamente, excepto en los productos reticulados.

Los Polietilenos se clasifican principalmente en base a su densidad (de acuerdo al código ASTM) como:

- Polietileno de Baja Densidad (PEBD o LDPE)
- Polietileno Lineal de Baja Densidad (PELBD o LLDPE)
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE)
- Polietileno de Alta Densidad Alto Peso Molecular (HMW-HDPE)
- Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE)

Si la densidad del polietileno aumenta, también aumentan las propiedades como la rigidez, dureza resistencia a la tensión, resistencia a la abrasión, resistencia química, punto de reblandecimiento e impacto a bajas temperaturas. Sin embargo, este aumento significa una disminución en otras propiedades como el brillo, resistencia al rasgado y la elongación.

PEBD.- Es un material traslúcido, inodoro, con un punto de fusión promedio de 110°C. Tiene conductividad térmica baja. Sus principales aplicaciones son dentro del sector del envase y empaque (bolsas, botellas, películas, sacos, tapas para botellas) y como aislante (baja y alta tensión).

PELBD.- Presenta una buena resistencia a la tracción, al rasgado y a la perforación o punción, buena resistencia al impacto a temperaturas muy bajas (hasta -95°C) y en películas posee excelente elongación. Sus principales aplicaciones son como película encojible, película estirable, bolsas grandes para uso pesado, acolchado agrícola, etc.

PEAD.- Presenta mejores propiedades mecánicas (rigidez, dureza y resistencia a la tensión) que el PEBD y el PELBD, debido a su mayor densidad. Presenta fácil procesamiento y buena resistencia al impacto y a la abrasión. No resiste a fuertes agentes oxidantes como ácido nítrico, ácido sulfúrico fumante, peróxidos de hidrógeno o halógenos. Sus principales aplicaciones son en el sector de envase y empaque (bolsas para mercancía, bolsas para basura,

botellas para leche y yoghurt, cajas para transporte de botellas.), en la industria eléctrica (aislante para cable), en el sector automotriz (recipientes para aceite y gasolina, tubos y mangueras), bandejas, botes para basura, cubetas, platos , redes para pesca, regaderas, tapicerías juguetes.

HMW-HDPE.- Presenta propiedades como buena resistencia al rasgado, amplio rango de temperaturas de trabajo (de -40 a 120°C), impermeabilidad al agua y no guarda olores. Sus principales aplicaciones son en película, bolsas, empaque para alimentos, tubería a presión, etc.

UHMWPE.- Es un material altamente cristalino con una excelente resistencia al impacto, aún en temperaturas bajas de -200°C, tiene muy bajo coeficiente de fricción, no absorbe agua, reduce los niveles de ruido ocasionados por impactos, presenta resistencia a la fatiga y es muy resistente a la abrasión (aproximadamente 10 veces mayor que la del acero al carbón).

Tiene muy buena resistencia a medios agresivos, incluyendo a fuertes agentes oxidantes, a hidrocarburos aromáticos y halogenados, que disuelven a otros polietilenos de menor peso molecular. Sus principales aplicaciones son en partes y refacciones para maquinaria.

3.3 MERCADOS DE APLICACIÓN

Los plásticos constituyen el material que más aplicaciones tienen. Al paso del tiempo han ido sustituyendo a otros materiales en diversas aplicaciones, debido a que presentan excelentes propiedades mecánicas, son más ligeros y, especialmente, más baratos.

Una de sus aplicaciones más importantes es en la de empaque. La habilidad de los plásticos para responder a las más sofisticadas demandas de protección, preservación y presentación han dado como resultado una gran demanda de los plásticos en la industria del empaque. Cerca del 40% de los plásticos que se producen son utilizados para empaque.

Dado que una pequeña cantidad de plástico puede proteger una gran cantidad de producto, es cuando más se decide utilizar plástico para el empaque. Hoy en día, los empaques de plástico son un 80% más ligeros que hace 20 años, lo que constituye un testimonio de la capacidad de los plásticos para reducir la cantidad de material empleado, sin comprometer su desempeño o calidad.

Obviamente, esto se manifiesta en un ahorro, ya que se requeriría un 400 % más de material en peso y el doble de volumen para la elaboración de empaques si no existiesen los plásticos.

Otras aplicaciones de los plásticos son:

Transporte.- Todos los medios de transporte requieren de energía y el combustible representa una parte importante de los costos. Mediante una reducción en el peso de los automóviles, aviones, barcos y trenes se puede reducir de manera dramática el consumo de combustible. Por su poco peso, los plásticos juegan un papel invaluable en la industria del transporte, ya que mediante su uso es posible reducir el consumo de combustible hasta en un 7.5 por ciento. En los exteriores, los plásticos son durables y al no sufrir corrosión

requieren de muy poco mantenimiento; además permiten libertad en el diseño y una manufactura rápida y económica. En los interiores, dan una apariencia muy atractiva y son muy fáciles de limpiar.

Fabricación de moldes y contenedores en general.- Mediante el uso de plásticos para la elaboración de recipientes se han obtenido moldes y contenedores con excelentes propiedades mecánicas, ligeros y muy económicos.

Utensilios domésticos.- Actualmente existen una gran variedad de utensilios hechos a partir de plástico como : platos, cubiertos, vasos, escobas, cepillos, manteles, alacenas.

Aparatos electrodomésticos.- Con el objeto de darles resistencia y presentación a un precio económico, los televisores, computadoras, licuadoras, hornos de microondas, se encuentran contruidos en gran parte por plástico.

Ropa y zapatos.- Hoy en día se realizan excelentes imitaciones de piel para la elaboración de chamarras, zapatos y otras prendas tradicionalmente hechas de piel natural ; además, las fibras hechas a partir de plástico pueden utilizarse solas o en combinación con alguna fibra natural en la elaboración de ropa.

Medicina.- Actualmente, los plásticos juegan un papel muy importante en casi todas las ramas de la medicina :

- * Se utilizan plásticos isoelásticos para reemplazar hueso y unir implantes.
- * Las prótesis que se fabrican hoy en día utilizando plástico tienen excelentes propiedades, reduciendo las limitaciones de las personas que las utilizan.

- * El uso de drogas “envueltas” en polímero biodegradable está revolucionando el tratamiento de enfermedades como el cáncer, diabetes y enfermedades del corazón. Controlando la dosificación de drogas durante periodos largos, se suministra a los pacientes las dosis óptimas y se reducen los efectos colaterales.
- * Los tubos para recolección de sangre han demostrado muchas ventajas económicas y de aplicación, ya que requieren de un menor tiempo de centrifugado, y generan una menor cantidad de residuos después de su incineración.
- * Los guantes para cirugía que se emplean actualmente, permiten la máxima sensibilidad con el menor riesgo de ruptura ; además de ser altamente higiénicos, ya que son desechables.
- * Las válvulas, catéteres, empaques para sangre y suero, medicamentos encapsulados, están hechos de plástico y han demostrado un gran número de ventajas frente a otros materiales.

Juguetes.- En la actualidad se cuenta con una amplia gama de juguetes que son ligeros, resistentes, seguros, atractivos y económicos utilizando plástico para su elaboración.

Aislantes.- Los plásticos han demostrado tener una buena resistencia a los cambios de temperatura, así como a condiciones extremas. Su facilidad para ser moldeados les permite ser utilizados para cubrir cualquier superficie. No conducen la electricidad, a menos que sean modificados para tal propósito, con lo que constituyen una alternativa confiable para aislar superficies frías o calientes, así como instalaciones eléctricas de alto y bajo voltaje.

Tuberías.- Por su resistencia a la presión y a la corrosión, el plástico se ha venido utilizando desde hace varios años para la elaboración de tuberías, obteniéndose magníficos resultados ya que son más ligeras, económicas y requieren de menor mantenimiento.

Discos compactos.- Estos discos que vinieron a revolucionar no solo el mundo de la música sino además el de la informática, se encuentran constituidos en su totalidad por plástico.

Todo parece indicar que esta tendencia no solo se mantendrá, sino que además se incrementará en un futuro no muy lejano. Entre algunas de las aplicaciones que los plásticos podrían tener a futuro son:

Vehículos construidos totalmente a base de plástico.- Utilizando materiales plásticos se busca obtener un mejor desempeño de los diferentes vehículos. Un ejemplo de esto es el proyecto para construir un vehículo impulsado por un cohete que pueda alcanzar velocidades superiores a los 1350 km/hr, desafiando la aerodinámica al permanecer en contacto con el suelo utilizando compuestos de plástico y fibra de carbono para mantenerlo en el camino. Otra de las ventajas irá más allá de la vida útil del vehículo : la posibilidad de reciclar totalmente los vehículos que ya no estén en uso, con lo que no se generará ningún residuo.

Utilización de plásticos post-consumidor como combustible.- Utilizando la tecnología adecuada, los plásticos son capaces de liberar mayor energía que el carbón durante su combustión, además, se puede obtener una combustión completa, con lo que únicamente se libera CO₂ y agua a la atmósfera, disminuyendo al mínimo la generación de otros contaminantes.

Muebles.- Al ser más ligeros, resistentes, fáciles de limpiar y económicos que los elaborados a partir de madera o metales, los muebles de plástico constituyen una excelente alternativa, ya que cada vez cuentan con mayor calidad.

Maquinaria Industrial construida enteramente a partir de plástico.- Algunos plásticos tienen las mismas, o incluso mejores, propiedades mecánicas

que los metales, sin ser sujetos a una corrosión, oxidación y desgaste tan rápido.

Desarrollo urbano.- Hoy en día ya es posible construir casas u oficinas totalmente de plástico, pero la revolución de los plásticos no busca únicamente reemplazar materiales, sino agregar calidad, valor y confort a la construcción.

Por otra parte, la tecnología referente al desarrollo de los plásticos es una de las más avanzadas, por lo que constantemente se están generando nuevos materiales con una amplia gama de aplicaciones.

3.4 PRUEBAS DE CALIDAD

El control de calidad se realiza en forma constante y permanente mediante pruebas físicas, mecánicas, térmicas eléctricas, químicas y de procesamiento de masas de moldeo sobre todos los productos fabricados con resinas lineales de baja y alta densidad.

a) PRUEBAS DE PROPIEDADES FUNDAMENTALES¹⁵

PROPIEDADES DE PROCESAMIENTO DE MASAS DE MOLDEO:

El procesador de plásticos necesita, la seguridad de que las masas de moldeo sean suministradas con la misma calidad. Por ello es importante que el procesador prevea un control de ingreso, para cumplir con las especificaciones de recepción exigidas. Igualmente es importante, adjuntar protocolos de ensayo de los materiales a procesar. Una de las características más importantes que se debe conocer en una resina es su índice de fluidez que determina el grado de dureza. De esta variable depende en parte las propiedades mecánicas y ópticas, así como su procesabilidad. La prueba del

¹⁵ Ciencia de los plásticos, Ing. Friedrich-Wolfhard Ebeling, Harald Huberth, Haralda Schirber, Norbert Schlör, 1era edición en español, agosto 2002.

índice de fusión es un método normalizado para una rápida determinación de las propiedades de fluidez de las masas termoplásticas.

PROPIEDADES FÍSICAS:

Densidad y gravedad específica: Esta prueba física permite determinar el peso por unidad de volumen de las materias primas (resinas, aditivos, pigmentos). Esta medición es muy importante ya que la densidad está relacionada con las propiedades de resistencia y óptica.

Medidor de bloqueo: A todas las películas se les realizan pruebas bajo condiciones controladas, para determinar si el producto final podría presentar problemas de bloqueo (adherencia de una película contra otra) como consecuencia de la presión, temperatura y tiempo de almacenamiento.

Impacto al dardo: Con este equipo se determina la energía necesaria para romper una película como resultado de la caída libre de un dardo con un peso determinado.

Resistencia: Dos de los parámetros físicos más importantes de controlar en los plásticos son la resistencia a la tensión y elongación, bajo condiciones controladas se pueden comparar películas para determinar su calidad según sea la aplicación específica de ella.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Las materias primas son revisadas en un laboratorio para verificar, específicamente de acuerdo a su uso final. Esto se realiza mediante la aplicación de las normas establecidas por el sistema A.S.T.M.

Resistencia a la tracción: mide la capacidad de un polímero a resistir los esfuerzos.

Resistencia a la flexión : es la carga a la cual se produce la rotura transversal.

Resistencia a la compresión: Fuerza necesaria para aplastar la probeta (Newtons).

Resistencia al impacto: Determina la capacidad de un material para resistir un tensil que el acero.

La determinación del módulo de elasticidad es posible en los ensayos de tracción, flexión o compresión. Se debe prestar atención a que sólo se aparezcan muy pequeñas elongaciones, correspondientemente pliegues o flexiones, ya que de lo contrario se abandona el rango cuasi elástico con sus relaciones lineales y los valores ya no son indicativos.

El módulo E de los plásticos es, en comparación con el de los metales, relativamente bajo, pero se puede aumentar sensiblemente mediante materiales reforzantes.

PROPIEDADES TÉRMICAS:

La conductividad térmica o coeficiente de conductividad calórica λ , con la dimensión $[W/K.m]$, es una medida para la capacidad conductiva térmica (respectivamente capacidad de aislación) de un material. La conductividad calórica de los plásticos es baja, sobre todo en plásticos espumados. Depende de la temperatura y el material así como de su estructura. Las cargas pueden modificar notoriamente la conductividad térmica de los plásticos.

Con el aumento de la temperatura aumenta el volumen, correspondientemente la longitud, de los cuerpos. Esto se expresa por medio del coeficiente de dilatación térmica cúbica o lineal.

Los coeficientes de dilatación térmica de los plásticos dependen de la temperatura y son influidos por la contracción posterior al moldeo, cristalización, humedad, cargas y plastificantes. El coeficiente de dilatación

térmica se determina por medio del calentamiento de probetas la medición óptica o eléctrica de los largos, o volúmenes. La dimensión es: $[1/K]$.

Estos coeficientes son significativamente más elevados que los de los metales y deben ser tenidos en cuenta, principalmente en aquellos usos sujetos a grandes variaciones de temperatura.

CALOR ESPECÍFICO:

La determinación del calor específico es importante para estimar la potencia calórica necesaria para la plastificación de los plásticos. El calor específico de los plásticos es notoriamente superior que el de los metales y aumenta con la temperatura. Tiene la dimensión: $[W/ kg K]$.

PROPIEDADES ELÉCTRICAS:

Valores de resistencia eléctrica

A la resistencia eléctrica de un material aislante entre dos electrodos cualesquiera en contacto o dentro de una probeta de cualquier forma, se le denomina resistencia de aislación. Se diferencian tres tipos de resistencias

- Resistencia transversal, correspondientemente resistividad transversal: Bajo resistencia transversal se entiende a aquella resistencia medida entre dos electrodos planos en el interior del material.

- Resistencia superficial: La resistencia superficial R_o da información sobre el estado de aislación dominante en la superficie de un material aislante. Dado, que durante la medición siempre fluye una parte de la corriente en la probeta, se debe partir de las mismas condiciones de ensayo, para mantener resultados comparables.

- Resistencia interna: para esta medición, se introducen dos clavijas cónicas de 5 mm de diámetro con una distancia de los puntos medios de 15 mm, en las correspondientes perforaciones de la probeta. Se aplica una tensión entre las

clavijas y se mide la resistencia de aislación. Con esta disposición se obtiene tanto la resistencia superficial como también la resistencia transversal.

Constante dieléctrica

La constante dieléctrica depende de la frecuencia de la tensión aplicada y de la temperatura del dieléctrico.

Factor de pérdida dieléctrica.

Los plásticos son en general buenos aislantes, sin embargo se distinguen mucho entre si por su momento dipolar. Se está en presencia de un momento dipolar cuando una molécula tiene centros de cargas positivas y negativas.

Al aplicar un campo eléctrico alternado, estos dipolos cambian su orientación continuamente, y se producen pérdidas de corriente en el dieléctrico. Una medida para ellas es el factor de pérdida dieléctrica $\tan d$.

La molécula de agua es un claro ejemplo de una molécula con alto momento dipolar, por ello es que el contenido de agua de un plástico es de gran influencia en el factor pérdida dieléctrica. La $\tan d$, como también la ϵ_r , depende de la frecuencia y la temperatura.

Resistencia a las corrientes de fuga

La resistencia a las corrientes de fuga es la capacidad de evitar la formación de caminos de fuga de un material aislante. Un camino de fuga es la consecuencia visible de la degradación térmica localizada de un aislante bajo la acción de corrientes de fuga. Para la determinación de la resistencia a las corrientes de fuga, se aplican dos electrodos bajo tensión sobre la superficie de la muestra y se coloca una solución salina (por medio de cuentagotas). La evaluación de la resistencia a las corrientes de fuga se realiza, dependiendo del método, en función de la profundidad de la huella, número de gotas y de la tensión aplicada.

Rigidez dieléctrica

El ensayo de rigidez dieléctrica ED se realiza con tensión alterna en aumento. La probeta se coloca entre dos electrodos, los cuales se encuentran al aire o sumergidos en aceite aislante. La tensión medida en el instante de producirse la perforación se denomina voltaje de ruptura. Si se relaciona esta tensión con el menor espesor de la probeta, se obtiene la rigidez dieléctrica en kV/mm.

La rigidez dieléctrica no es una constante del material, sino que depende de muchos otros factores. Estos son por ejemplo la forma de los electrodos, corriente alterna, la duración del ensayo, la temperatura del ensayo, el espesor de la muestra y tratamientos previos de la misma. Esto significa que junto al valor de rigidez dieléctrica se deben brindar todos estos otros datos también.

Propiedades químicas y comportamiento frente al envejecimiento.

PROPIEDADES QUÍMICAS:

Observados en su conjunto, los plásticos y elastómeros presentan, frente a otros grupos de materiales, una buena resistencia química. Esta resistencia depende de los siguientes hechos:

Composición química del polímero:

Se diferencian entre materiales polares y no polares, los que se diferencian fuertemente entre sí en su resistencia química.

Estructura del polímero:

La estructura de los plásticos y elastómeros es determinada esencialmente por las reacciones de formación y las condiciones de la reacción. Así por ejemplo, pueden obtenerse plásticos no reticulados (lineales) amorfos o semicristalinos (termoplásticos) o reticulados (duroplásticos, elastómeros).

Tipo y cantidad de agregados:

La resistencia química puede ser influida por los agregados y materiales auxiliares.

Temperatura del entorno:

Cuanto mayor es la temperatura del entorno, más intensiva es la acción de los químicos sobre el material.

Tipo del medio actuante

En función del material, distintos medios ocasionan diferentes efectos: por ejemplo: ácidos o álcalis, solventes polares o no polares.

Tipo de efecto del medio:

Se distinguen medios de acción física y química. Mientras que los medios de acción física ocasionan modificaciones reversibles, por medios de acción química se modifica el material de manera irreversible.

3.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE PLÁSTICOS

Dentro de las ventajas de los productos plásticos son económicos, durables y relativamente fácil de fabricar e instalar. El material resiste daños por corrosión, agua y organismos. Debido a su bajo peso, son económicos para transportar y manejar sin embargo muchas de las ventajas de los productos plásticos se convierten en una desventaja en el momento que deseamos. Si bien los plásticos podrían ser reutilizados o reciclados en su gran mayoría, lo cierto es que hoy estos desechos son un problema de difícil solución, fundamentalmente en las grandes ciudades. Es realmente una tarea costosa y compleja para los municipios encargados de la recolección y disposición final de los residuos ya que a la cantidad de envases se le debe sumar el volumen

que representan. Por sus características los plásticos generan problemas en la recolección, traslado y disposición final. Algunos datos nos alertan sobre esto.

La mayoría de los plásticos sintéticos no pueden ser degradados por el entorno. Al contrario que la madera, el papel, las fibras naturales o incluso el metal y el vidrio, no se oxidan ni se descomponen con el tiempo. Se han desarrollado algunos plásticos degradables, pero ninguno ha demostrado ser válido para las condiciones requeridas en la mayoría de los vertederos de basuras. En definitiva, la eliminación de los plásticos representa un problema medioambiental. El método más práctico para solucionar este problema es el reciclaje, que se utiliza, por ejemplo, con las botellas de bebidas gaseosas fabricadas con tereftalato de polietileno. En este caso, el reciclaje es un proceso bastante sencillo. Se están desarrollando soluciones más complejas para el tratamiento de los plásticos mezclados de la basura, que constituyen una parte muy visible, si bien relativamente pequeña, de los residuos sólidos.

Capítulo IV:

LOS PLÁSTICOS EN EL MERCADO NACIONAL

LOS PLÁSTICOS EN EL MERCADO NACIONAL

La industria de los plásticos como parte importante de la industria química, está relacionada directamente con la situación económica del país. Para poder entender el comportamiento que ha tenido esta industria, es importante conocer algunas variables que reflejan lo que ha ocurrido en los últimos años.

El estudio de mercado realizado por la Asociación Nacional de la Industria Química¹⁶ presenta estadísticas e información referente al periodo 1998-2003. A continuación se hará un breve resumen de los aspectos más relevantes encontrados en dicho estudio.

El tipo de cambio promedio anual durante el 2002 aumentó 3.5% respecto al 2001 para ubicarse en 19.65 pesos por dólar (cuadro).

AÑO	Promedio Anual (1) Pesos por Dólar	Variación (%)
1998	9.13	15.4
1999	9.56	4.7
2000	9.46	-1.4
2001	9.33	2.0
2002	9.65	3.4

Tabla 4.1

En el 2003 el PIB de la Industria Manufacturera registró una disminución a tasa anual de -2.2%, registrando disminuciones en casi todas sus divisiones, a excepción de productos minerales no metálicos y productos alimenticios (cuadro).

¹⁶ "Estudio de mercado de resinas plásticas en México". ANIQ, julio 2002

DIVISION	PIB a Precios de 1993 (Millones de Pesos) (1)		Variación %	
	2001	2002	2001	2002
Producto Interno Bruto Nacional	1,597,233.23	1,611,666.67	(0.5)	0.9
Producto Interno Bruto Total Industria Manufacturera	304,654.00	303,406.69	(3.5)	(0.4)
Participación de la Industria Manufacturera en el PIB			19.1	18.8
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	77,215	78,175.68	2.3	1.2
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	23,650.00	22,664.50	(6.6)	(4.2)
Industria de la madera y productos de madera	7,973.00	7,674.86	(11.1)	(3.7)
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	13,480.00	13,420.65	(1.9)	(0.4)
Sustancias Químicas, derivados del petróleo, productos de caucho y plástico (2)	43,869.00	43,849.70	(1.3)	(0.0)
Productos minerales no metálicos, exceptuando derivados del petróleo	19,806.00	21,053.47	(3.9)	6.3
Industrias metálicas básicas.	14,357.00	14,230.12	(0.4)	(0.9)
Productos metálicos, maquinaria y equipo.	95,497.00	93,317.45	(7.7)	(2.3)
Otras Industrias manufactureras	9,329.00	9,020.22	0.3	(3.3)

Tabla 4.2

En 2002, el Índice Nacional de Precios al consumidor creció 5.7% mientras que el Índice Nacional de Precios productor aumentó 6.3%¹.

Las importaciones totales de nuestro país sumaron los 168,679 millones de dólares, monto mayor en 0.2% respecto al 2001. Del total de las importaciones, los bienes de capital registraron 20,992 millones de dólares, los bienes de uso intermedio 126,508 millones de dólares, los bienes de uso intermedio 126,508 millones de dólares, y los bienes de consumo alcanzaron los 21, 178 millones de dólares en el 2002.

Las exportaciones de mercancías fue de 160,682 millones de dólares, cifra que representó un crecimiento de 1.4%, respecto al año 2001¹⁷.

El consumo aparente de Resinas Termoplásticas en el año 2002 fue de 3,062,336 Tons.; el consumo para Resinas Termoplásticas en el año 2001 fue de 2,865,336 Tons. El crecimiento anual en el periodo de 2001-2002, fue del 4.9 % y del (2.0) % respectivamente.

En el año 2002 la Capacidad de Producción Instalada, para Resinas Termoplásticas es de 2,766,800 Tons.

4.1 PANORÁMA ECONÓMICO

Panorama económico

	96	97	98	99	00	01	02
*PIB crecimiento) (%)	4.5	3.7	3.0	2.6	2.8	2.6	2.0
Balance Público (%PIB)	0.0	(0.7)	(1.2)	(1.1)	(1.2)	(1.1)	(1.7)

Tabla 4.3

A tasa anual la producción industrial presentó en términos reales de -1.7 en junio de 2003¹⁷, debido a la construcción que registró la industria manufacturera.

La industria manufacturera disminuyó 3.1% resultado de la caída en las empresas retransformación de -3.4% en tanto que las maquiladoras de exportación crecieron 0.3% en junio a tasa anual.

Por su parte, la Minería aumentó 35% en junio, como efecto del desempeño positivo tanto en la petrolera como en la no petrolera. La primera aumentó 6.1%

Durante los primeros once meses del año las exportaciones sumaron 3,183 millones de (DLL) mientras que las importaciones alcanzaron 8,714 millones de (DLL). Esto representa un aumento en las importaciones de 4.2% y una disminución en las exportaciones del 3.77% en comparación con el año pasado.

¹⁷ INEGI

Una de las principales causas de los cambios en la economía del país que hemos observado a lo largo de los años, se debe al crecimiento en la población. Se registró en el país un total de 81,249,645 habitantes, de los cuales 49.1% eran hombres y 50.9% mujeres; en el periodo de 1990-2000¹⁸ se experimentó un crecimiento anual del 2.6%. La mayor parte de la población habita en localidades urbanas 71.3%, y tan sólo 28.7% en localidades rurales.

Con tal evolución, se observa un crecimiento en la distribución porcentual de la población desempleada para la industria manufacturera, la cual en el 2002 fue del 30.19%.

Con base en lo anterior, sabemos que los sueldos y salarios para el 2002 disminuyeron un 7%. De manera proporcional la inflación presenta una disminución del 7% con respecto a años anteriores.

¹⁸ INEGI/ CONAPO, Estadísticas Sociodemográficas; Censo Nacional de población

4.2 ANÁLISIS POR MERCADO DE APLICACIÓN

PVC

TONELADAS	1998	1999	2000	2001	2002
PRODUCCION	416.431	485.602	480.193	464.394	453.759
IMPORTACION	18.908	22.491	28.580	39.350	47.423
EXPORTACION	141.507	174.879	171.094	143.599	145.920
C. APARENTE	293.832	333.214	337.679	360.145	355.262
INCTO. C.A. %	8,9	13,4	1,3	6,7	-1,4
CAP. INSTALADA	400.000	434.982	502.925	502.925	549.000

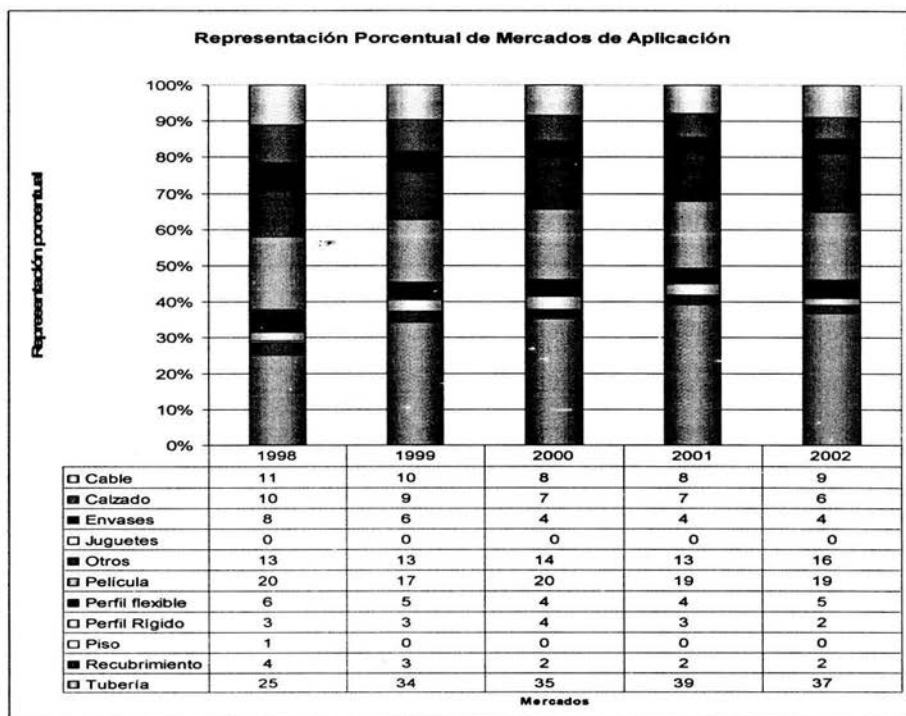


Tabla 4.2.1

La gráfica anterior indica que el mercado de aplicación de tubería mantiene la mayor representación seguido de los mercados de película, cable y perfil flexible. En el 2002 la aplicación de tubería representó el 37% de los mercados de aplicación, sin embargo comparado con el año anterior existe una disminución del 2%.

PP

TONELADAS	1998	1999	2000	2001	2002
PRODUCCION	223.653	227.208	233.477	212.157	207.000
IMPORTACION	239.289	279.717	360.015	378.142	429.567
EXPORTACION	19.115	17.760	17.876	16.491	14.195
C. APARENTE	443.827	489.165	575.616	573.808	622.372
INCTO. C.A. %	20,6	10,2	17,7	-0,3	8,5
CAP. INSTALADA	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000

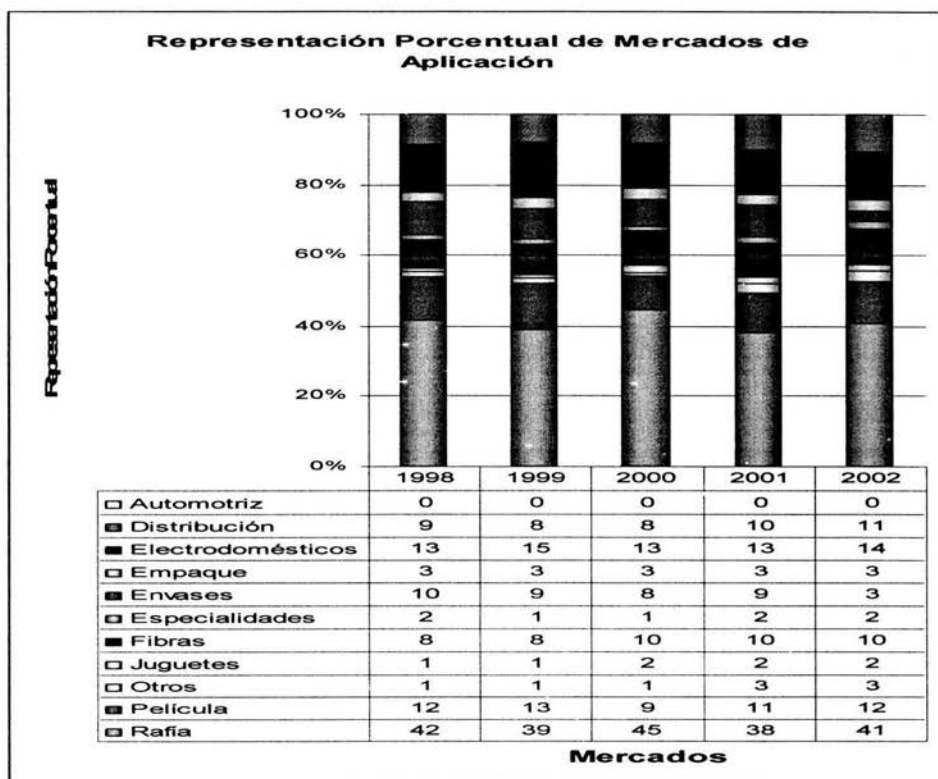


Tabla 4.2.2

Como se puede observar en la gráfica anterior el mercado de aplicación de rafia mantiene la mayor representación seguido de los mercados de película, electrodomésticos y fibras. En el 2002 la aplicación de rafia representó el 41% de los mercados de aplicación, el cual tuvo un incremento del 4%.

PET

TONELADAS	1998	1999	2000	2001	2002
PRODUCCION	342.495	410.573	420.462	481.732	526.935
IMPORTACION	1.107	1.500	1.437	3.156	4.542
EXPORTACION	176.729	180.897	124.708	150.692	112.163
C. APARENTE	166.873	231.176	297.191	334.196	419.314
INCTO. C.A. %	57,5	38,5	28,6	12,5	25
CAP. INSTALADA	365.000	365.000	528.000	525.000	540.000

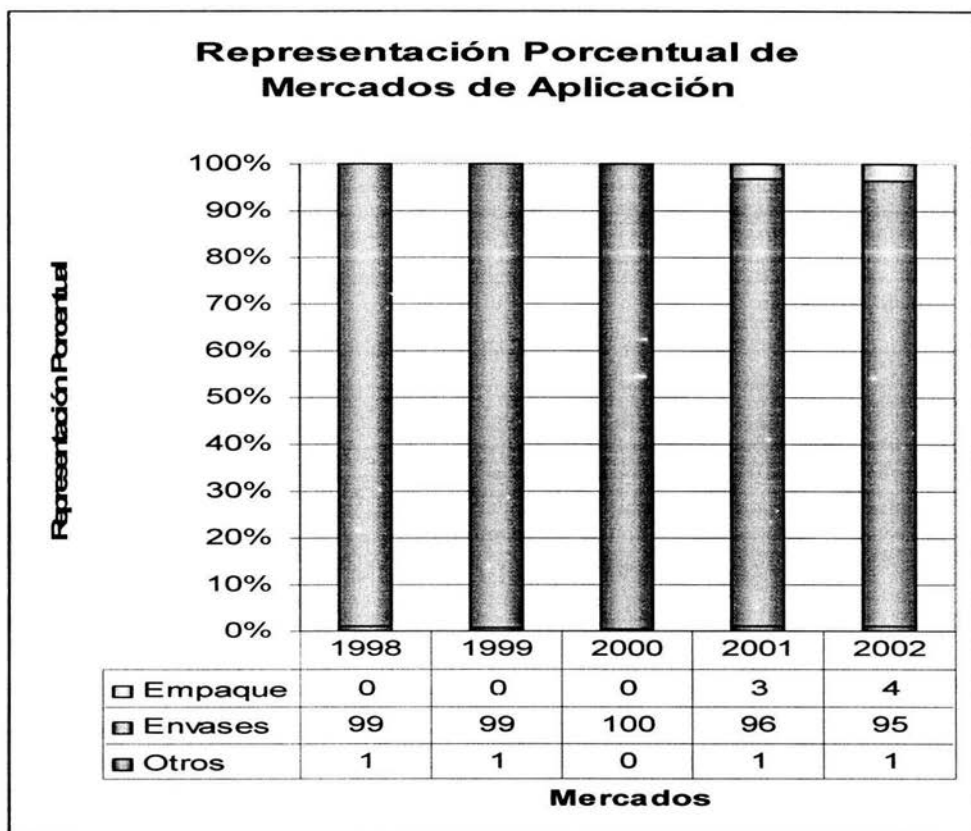


Tabla 4.2.3

En la gráfica anterior el mercado de aplicación de envases mantiene la mayor representación, sin embargo otro mercado que está creciendo es el de empaque.

LDPE

TONELADAS	1998	1999	2000	2001	2002
PRODUCCION	313.000	291.000	272.000	276.000	284.000
IMPORTACION	298.899	457.970	398.162	416.821	446.130
EXPORTACION	26.829	21.295	20.310	8.241	21.730
C. APARENTE	585.070	727.675	649.852	684.580	708.400
INCTO. C.A. %	13,5	24,4	-10,7	5	3
CAP. INSTALADA	309.000	309.000	309.000	309.000	309.000

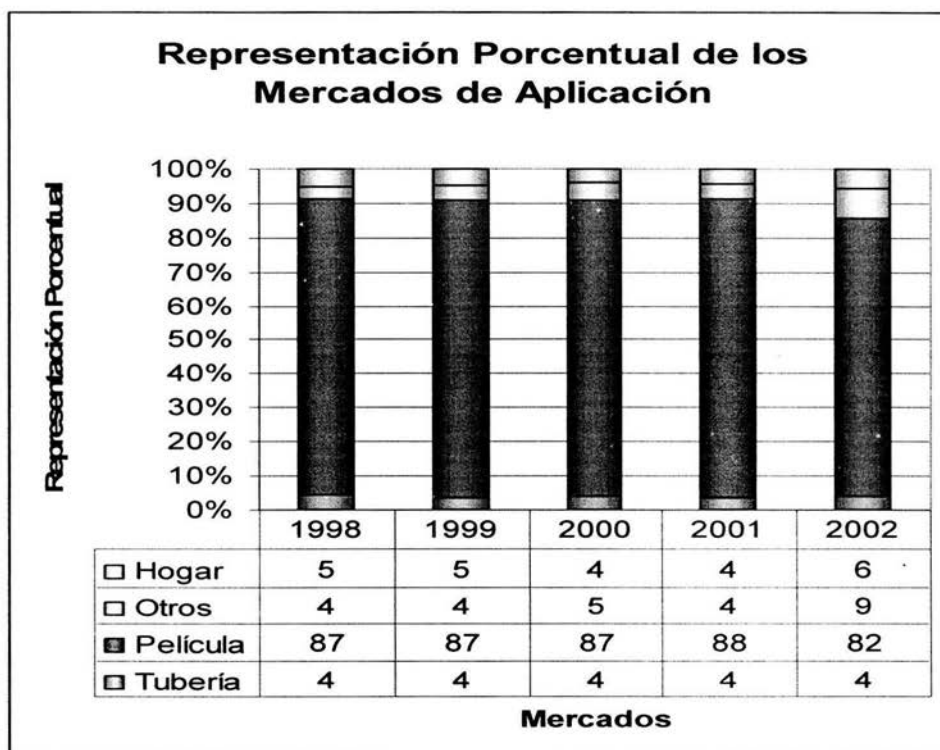


Tabla 4.2.4

Como se aprecia en la gráfica el mercado de aplicación de película mantiene la mayor representación, el de tubería se mantiene estable.

HDPE

TONELADAS	1998	1999	2000	2001	2002
PRODUCCION	184.000	165.000	174.000	178.000	147.000
IMPORTACION	303.375	354.068	405.204	483.379	522.353
EXPORTACION	15.182	11.564	26.289	46.657	40.902
C. APARENTE	472.193	507.504	552.915	614.722	628.451
INCTO. C.A. %	12,7	7,5	9	11	2
CAP. INSTALADA	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000

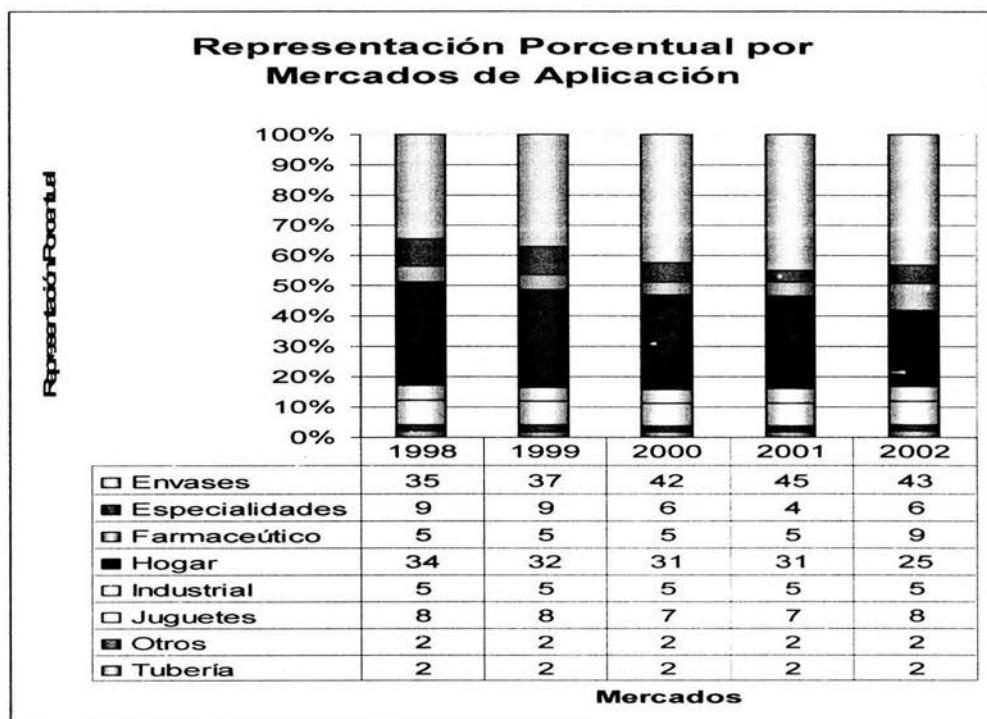


Tabla 4.2.5

Como se puede apreciar en esta gráfica el mercado de aplicación de envases mantiene la mayor representación, junto el mercado del hogar, sin embargo, existe una disminución de estos mercados frente al año anterior, mientras que los mercados de juguetes, farmacéutico y de especialidades experimentaron un aumento en su representación dentro de los mercados de aplicación.

PS

TONELADAS	1998	1999	2000	2001	2002
PRODUCCION	282.367	318.382	384.602	355.454	349.346
IMPORTACION	52.213	56.841	74.151	66.080	100.248
EXPORTACION	93.824	117.297	120.466	123.466	121.057
C. APARENTE	240.756	257.926	338.287	298.068	328.537
INCTO. C.A. %	11,4	7,1	31,2	-12	10
CAP. INSTALADA	315.000	315.000	344.350	417.000	417.000

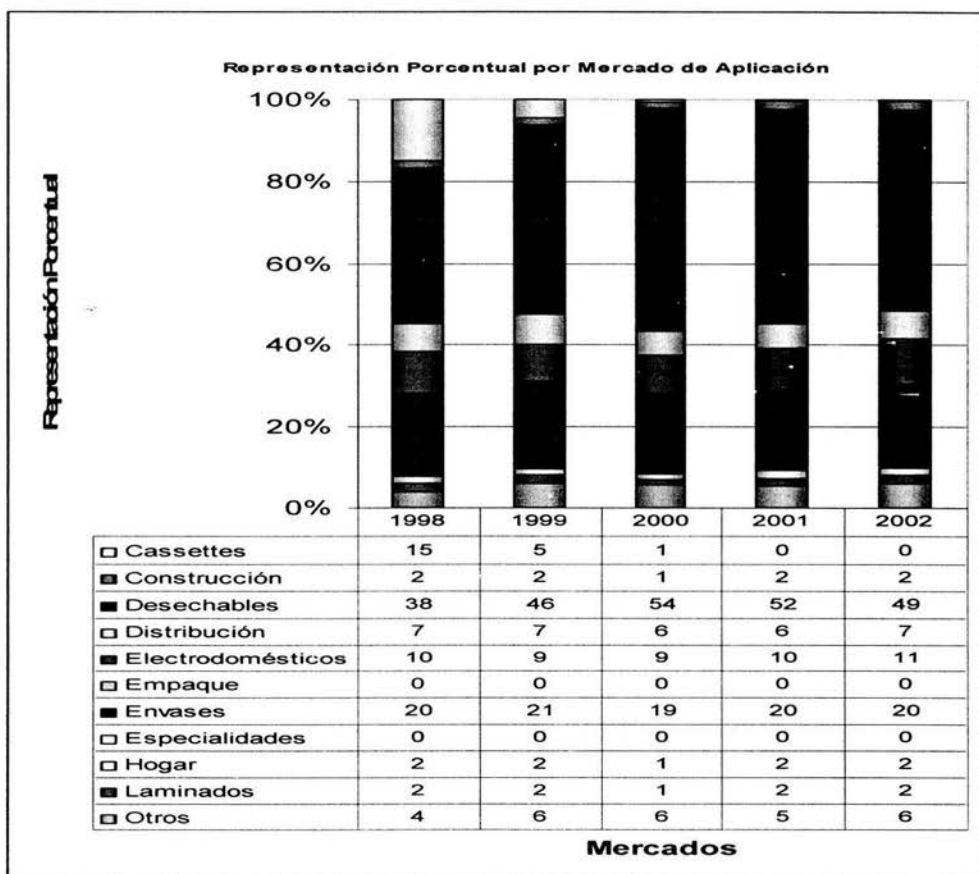


Tabla 4.2.6

Como se puede observar en la gráfica anterior el mercado de aplicación de desechables mantiene la mayor representación, el mercado que le sigue es el de envases.

DESARROLLO POR MERCADOS:**AUTOMOTRIZ**

Entorno de la industria automotriz

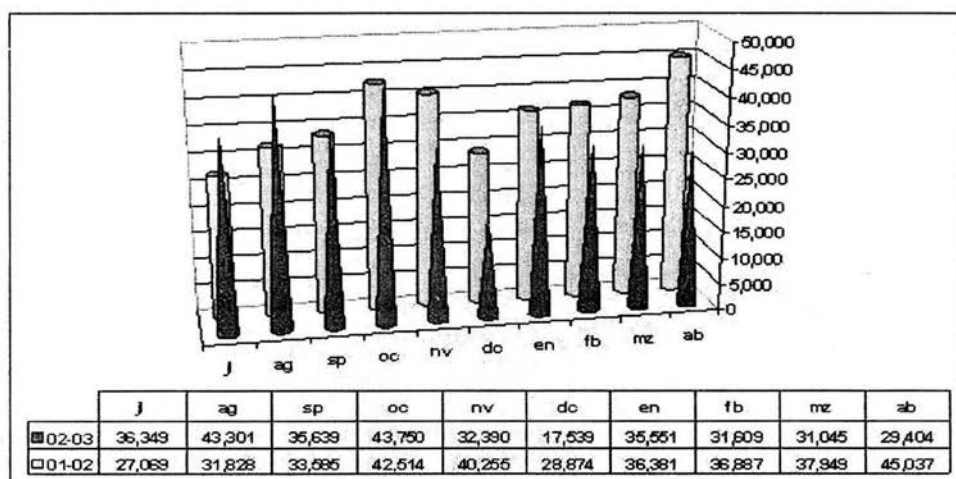
- Capacidad excedente de producción mundial de vehículos
- Baja utilización de la capacidad instalada en México, se estima en un 95%
- Ambiente sindical adverso
- Intensificación de la competencia en los mercados mundiales, particularmente en México

La producción total de automóviles en el 2002 disminuyó un 2.4% con respecto al 2001 como se muestra en la Tabla siguiente:

	1998	1999	2000	2001	2002
Unidades Producidas	1,427,590	1,493,666	1,889,486	1,817,807	1,774,370

Tabla 4.2.7

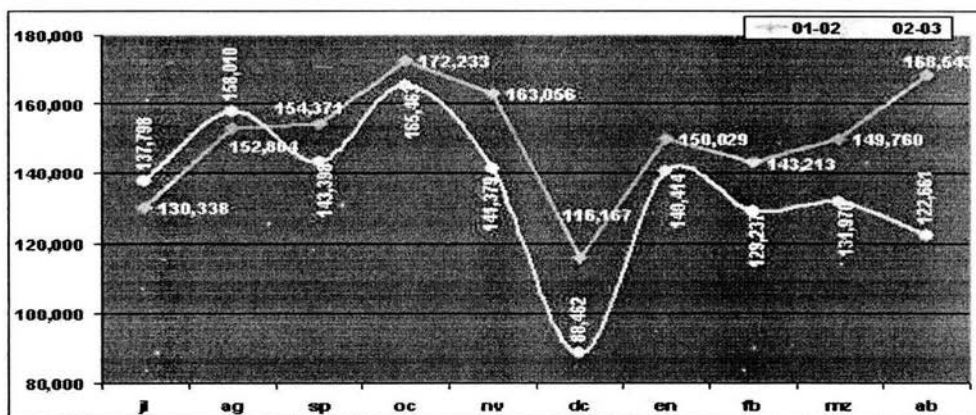
Como se muestra en la gráfica 4.2.7, la producción mensual se ha visto disminuida con respecto al año anterior.



Gráfica 4.2.7
INEGI.

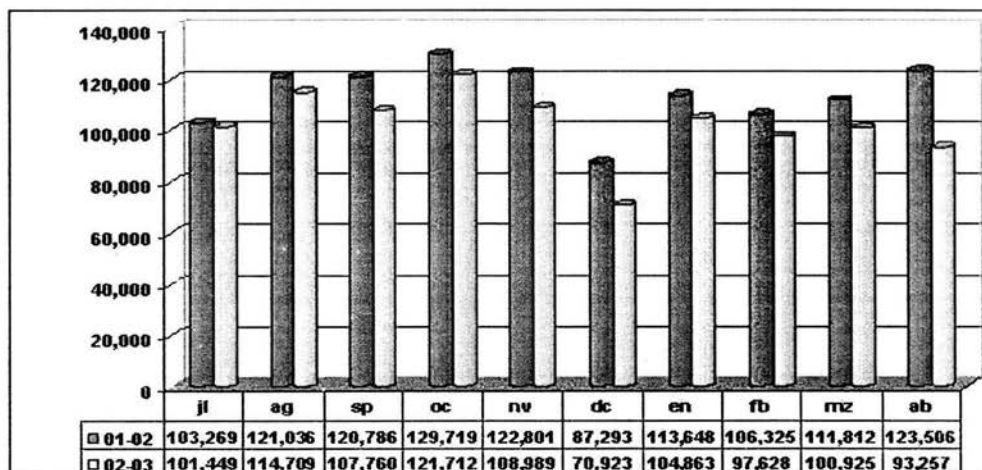
La producción para consumo nacional mostró una recuperación en el último semestre del 2002, superando la producción del último semestre del 2001; sin

embargo ésta se ha visto dramáticamente disminuida para principios del 2003, como se muestra en la gráfica 4.2.8.



Gráfica 4.2.8
INEGI.

Como se muestra en la gráfica 4.2.9, hay un decremento en la producción mensual de piezas para exportación, en comparación con años anteriores.

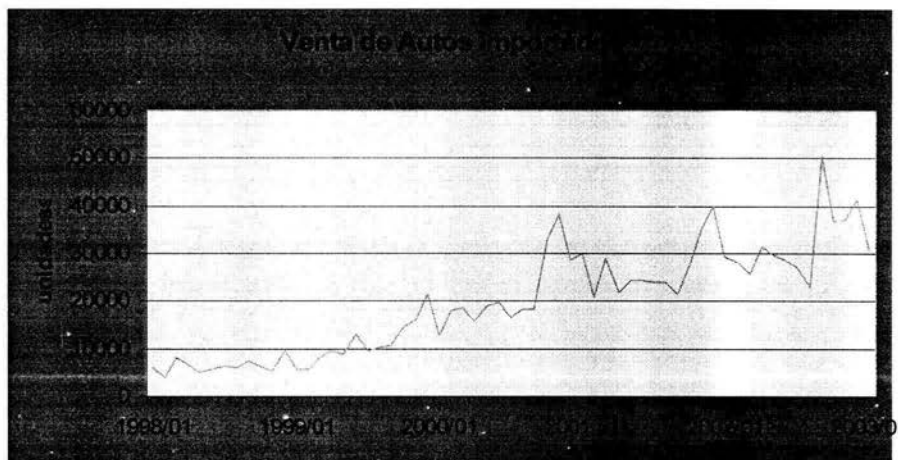


Gráfica 4.2.9
INEGI.

La apertura del mercado automotriz ha traído una gran gama de automóviles con un alto grado de competitividad (bajos precios, servicios, línea, etc.) en el

mercado mexicano, desplazando gradualmente la producción y venta nacional de automóviles.

La venta de autos importados ha aumentando gradualmente, como se puede observar en la gráfica 4.2.10



Gráfica 4.2.10
INEGI.

Para 2003 se espera que sigan creciendo las importaciones de automóviles y el decremento de la producción para uso nacional.

CALZADO Y CUERO

Perfil internacional de la industria

La producción se ha reorganizado a escala mundial. Los principales centros de producción se han establecido en Asia, aprovechando las ventajas de bajos costos en mano de obra (ventaja comparativa sustancial en esta industria), ya que no se requiere mano de obra especialmente calificada, mientras que los grandes centros de consumo son Norteamérica y Europa.

Actualmente existe una concentración creciente en producción y comercialización. El mercado y sus segmentos serán cada vez más diferenciados; la moda y los estilos son cada vez más importantes en los

mercados de consumo y se mueven más rápidamente. El servicio al cliente es más importante.

El panorama nacional de la industria

La industria representa el 0.22% del PIB Nacional y el 1% del PIB Manufacturero, generando alrededor de 140,000 empleos, equivalente al 3% de la industria de la transformación. Actualmente se considera que está produciendo al 75% de su capacidad instalada.

Esta industria ha visto mermada sensiblemente su competitividad internacional. Una de las causas es el incremento de las importaciones, las cuáles tan sólo en los años 2000 y 2001 aumentaron 30 % en promedio, siendo las de origen asiático las que más han aumentado su participación en el mercado mexicano. La demanda interna se caracteriza fundamentalmente por un consumidor promedio de bajo poder adquisitivo, que se inclina hacia calzado de bajo precio. El segmento de mercado más exigente encuentra en la producción de calzado italiano o español una oferta a buen precio con calidad, moda vanguardista y estilo.

Desafortunadamente para el empresario de este sector, la industria del calzado ha mostrado estar en un mercado en contracción, es decir, la producción y los precios relativos han estado decreciendo desde hace ya varios años.

La tendencia en la caída de la producción de calzado se estima alrededor del 20%, de acuerdo (Tabla siguiente) con las proyecciones de algunos proveedores de insumos para curtiduría, lo que equivale en promedio al 70% del cuero destinado a la producción de calzado, una reducción del 20% en la exportación de calzado y un incremento del 17% en las importaciones totales de calzado de todos los tipos⁸.

	PRODUCCION VOLUMEN MILL. PARES (ESTIMADOS)**	EXPORTACION VOLUMEN MILL. PARES (no incluye maquila)*	IMPORTACION VOLUMEN MILL. PARES (no incluye maquila)*	
1994	172	2.7	38.4	
1995	170	9.4	28.9	
1996	180	12.1	20.3	
1997	190	19.6	26.1	
1998	210	19.3	51.4	
1999	213	19.5	56.6	
2000	215	16.7	64.8	
2001	197	11.7	64.6	
2002*	179	9.4	75.6	estimaciones

Tabla 4.2.11

Fuente: Estadísticas de Comercio Exterior, Bancomext, CIATEC.

* No incluye Partes para Calzado, ni insumos

** Estimado diferentes fuentes.

Características de los nuevos materiales para calzado.

- Flexibles
- Alta resiliencia
- Alta absorción de impacto
- Impermeables
- Térmicos
- Reutilizables
- Biodegradables

Las características de los materiales utilizados para la fabricación de calzado deben de estar enfocadas en una mayor resistencia, durabilidad y sobre todo que sean más amigables al medio ambiente.

En general, las perspectivas no son favorables para la industria nacional del calzado y el cuero. Las importaciones seguirán creciendo, sobre todo en el calzado de bajos precios ya que son altamente demandados en nuestro país. Asia (China) y Brasil son los oferentes principales.

Italia y España son competidores muy fuertes por estilo, moda y calidad en un segmento del mercado que demanda productos de mejor calidad. En ciertos

segmentos la marca será más importante aún de lo que es hoy. Los mayoristas serán importadores, no productores locales.

Otras causas de la caída del sector, son el tipo de cambio desfavorable para competir en el mercado externo, la alta competencia y las regulaciones gubernamentales principalmente. Esto provocará el cierre de mucho productores domésticos.

Se considera que sobrevivirán sólo las empresas que se han reconvertido en los últimos 10 años, y que impriman un mayor valor agregado y calidad a sus productos. La industria mexicana de calzado está en condiciones de competir en⁸:

- ✓ Calzado de hombre de precio medio/alto, cosido a mano.
- ✓ Calzado para niño y bebé.
- ✓ Calzado de seguridad
- ✓ Bota
- ✓ Botín

CONSTRUCCIÓN

La Industria de la construcción (IC) es una industria muy importante dentro del desarrollo nacional, y a su vez es mercado importante para bases acrílicas, de PVA y los epóxicos.

La IC representa el 5.1% del PIB y el 12.2% del empleo nacional. Genera 3.8 millones de empleos directos y por cada 5 empleos directos se generan 2 indirectos en sectores relacionados.

La producción del sector privado de la construcción se mantuvo estable, mostrando poca variación durante el 2001 y 2002. Caso contrario es el del sector público que ha mostrado fuertes bajas al comienzo de cada año aunque posteriormente comienza un periodo de recuperación, el cuál sigue siendo alentador para el 2003 como se analizará más adelante. Ver gráfica 4.2.12



Gráfica 4.2.12.
Fuente INEGI

Durante el periodo enero-marzo, la construcción concluyó su actividad con una variación de 5.9%, continuando de esta manera, con la recuperación después de dieciséis meses consecutivos con variaciones negativas durante el 2001 y principios del 2002. Lo anterior debido al crecimiento mostrado en el mes de marzo del 9.2%.

Para el 2003, se espera que esta industria muestre un crecimiento del 3% en términos reales, con lo que se tendrá un nivel de producción 4.4% mayor al registrado en 1994.

Este crecimiento será posible gracias al aumento esperado del 16% en la inversión impulsada por el sector público para el 2003, destacando el aumento a la inversión financiada en el sector energético del 60.8%, con lo cuál serán realizados proyectos de Infraestructura productiva de largo plazo (PIDIREGAS). Asimismo, la inversión presupuestaria en el sector comunicaciones y transportes se incrementará 22.1% con respecto a lo ejercido durante el 2002. Ver gráfica 4.2.13.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

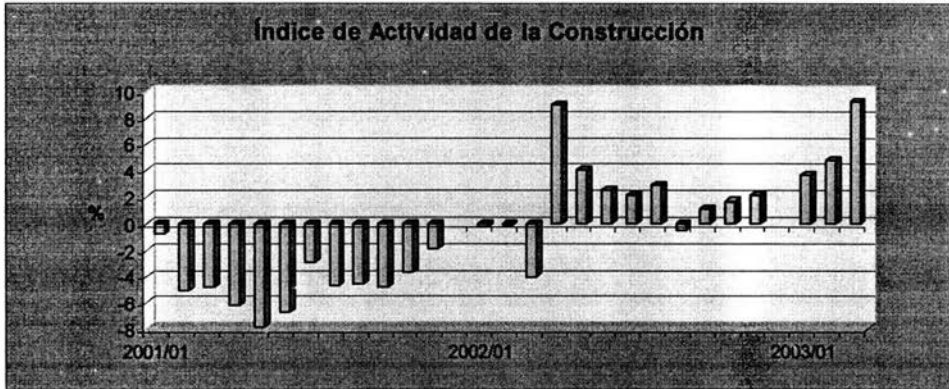


Gráfico 4.2.13.

Relación de la industria de la construcción con la Industria Química

- Los productos químicos representaron en el 2002 el 6% de un valor total de la producción de \$15 Billones de Dólares y se dividen en:
 - Adhesivos, Impermeabilizantes y Similares
 - Aditivos para Concreto
 - Materiales para Pavimentación y Techado a Base de Asfalto
 - Perfiles, Tuberías y Conexiones de Resinas Termoplásticas
 - Pinturas y Recubrimientos
 - Productos Diversos de P.V.C^{6,12,10}.

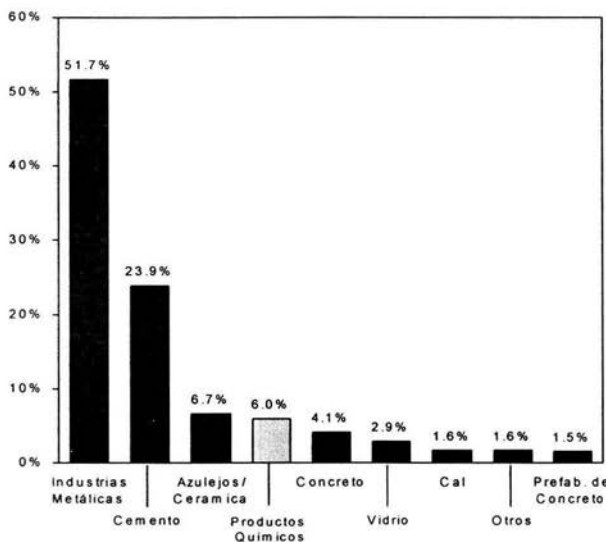
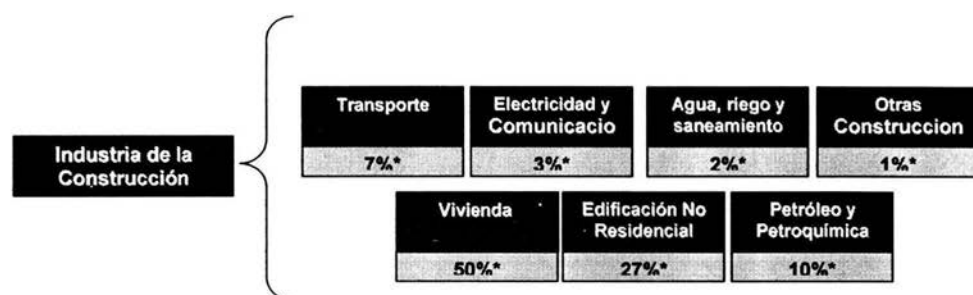


Gráfico 4.2.14.

Composición de la Industria Dentro del PIB de la Construcción



En 2001 la industria de la construcción se salió de la senda del crecimiento que llevaba hasta el año 2000. El mejoramiento de las condiciones económicas en el ámbito internacional y su influencia en el mercado doméstico, hacen prever un retorno al crecimiento, aún cuando sea moderado (1.7%).

ELECTRÓNICO

Este mercado se refiere a todas las aplicaciones de componentes y a la fabricación o ensamblaje de productos que van al consumidor final; incluyendo telecomunicaciones en general, como televisores, radios, teléfonos, computadoras, juegos de video y electrodomésticos en general.

La industria mundial

La tendencia más importante en la manufactura de equipo electrónico de consumo se dirige hacia la subcontratación de grandes empresas manufactureras que se establezcan en regiones próximas a los principales mercados mundiales (expansión de los sistemas nacionales de producción).

De esta manera, México es el:

- ✓ Primer exportador mundial de televisores
- ✓ 3° en exportaciones de receptores de radio
- ✓ 11° exportador de grabadoras de audio y video.

Todo esto, gracias a la mano de obra en nuestro país ha tendido a especializarse y se está convirtiendo en el centro manufacturero de Norteamérica.

Sin embargo, México está perdiendo cierta participación en el mercado estadounidense en las ramas de: maquinaria y equipo eléctrico; equipos y aparatos electrónicos y equipos y aparatos eléctricos. China compete fuertemente en estas ramas económicas. Se espera que la actividad maquiladora productora de maquinaria y equipo (electrodomésticos, partes y refacciones de TV, artículos y componentes electrónicos) se recupere en 2003, en la medida que se recupere la producción industrial en los EEUU y el consumo privado se fortalezca un poco más.

La situación del mercado exterior

La participación del sector eléctrico-electrónico en la economía nacional y en el comercio exterior es la siguiente:

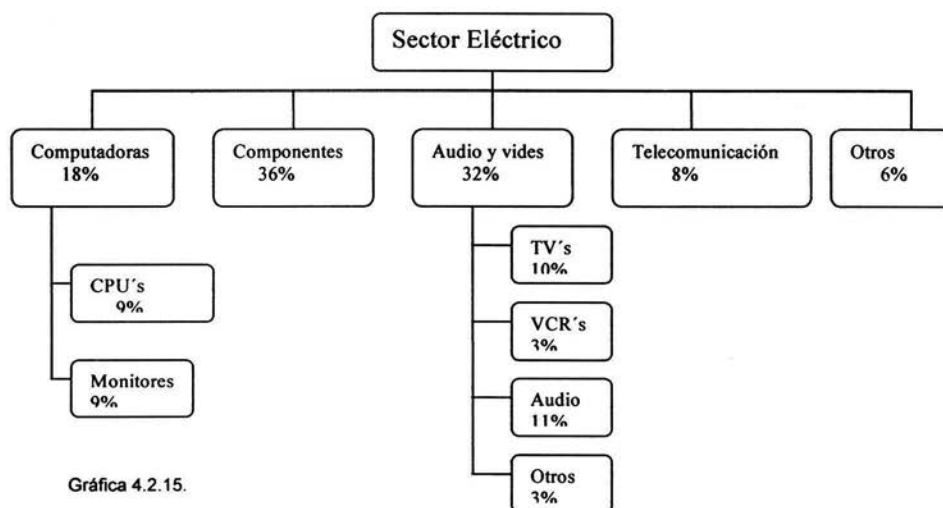
- * 1er. Lugar en exportaciones 57, 600 millones de US (2001)
- * 1er. Lugar en importaciones 52, 475 millones de US (2001)
- Exporta el equivalente al 36% (aproximadamente) del total de las exportaciones del país.
- Existe presencia de más de 60 grandes fabricantes mundiales de productos terminados.
- Existen más de 1000 empresas de proveeduría de equipos, partes, componentes y materiales indirectos.

México se ha convertido en el centro de manufactura de la electrónica de consumo de América del Norte, lo cuál lo hace uno de los principales productores de aparatos eléctricos, electrónicos y electrodomésticos en el mundo. La industria se ha instalado aprovechando los costos de mano de obra y la calificación de ésta. Esto ha provocado la gran producción que existe de aparatos eléctricos y electrónicos terminados.

El sector electrónico está compuesto por:

- ✓ Grandes fabricantes del producto final, que cuentan con su propia red de distribución.
- ✓ Multitud de empresas pequeñas y medianas que conforman parte de la cadena productiva, las cuales son proveedoras de las grandes empresas ensambladoras.
- ✓ Se opera bajo el esquema de subcontratación a nivel nacional e internacional.

Los principales productos exportados del subsector de la electrónica se muestra en la gráfica 4.2.15



El destino de las Exportaciones de aparatos de telecomunicación, radios, televisores y computadoras fue hacia Estados Unidos en su gran mayoría (96.6%).

Volumen de producción de algunos bienes del sector en México

Los bienes más importantes por su volumen de producción durante el año de 2002 fueron:

- Televisores: 33.3* millones
- Monitores para Computadoras 17.1* millones
- Computadoras: 6.0* millones
- Videocaseteras: 6.2* millones
- Teléfonos: 31.0* millones
- Refrigeradores: 4.4* millones
- Estufas: 4.9* millones
- Lavadoras: 3.2* millones

Como se muestra en la Tabla siguiente México es el principal proveedor de EEUU en materia de aires acondicionados, refrigeradores, congeladores, lavavajillas, lavadoras, secadoras. Lo mismo ocurre para la industria de electrodomésticos, estufas, hornos, refrigeradores y lavadoras.

	2000	2001	2002	% Part.
Totales	2,712	2,969	3,613	100
México	939	1,159	1,359	37
China	334	399	614	16
Corea	328	378	386	10
Canadá	306	345	367	10
Alemania	64	108	218	6

Tabla 4.2.16
Bancomext.

Principales países competidores de México:

- Industrializados
- ✓ Canadá
- ✓ Alemania
- ✓ Japón
- ✓ Suecia

Productos de alta calidad
Eficientes en el gasto de energía

- Emergentes
 - ✓ China
 - ✓ Corea
 - ✓ Brasil
 - ✓ India
- } Productos que compiten por bajo precio

Se espera que la demanda de VCR´s continúe creciendo durante los próximos 3 a 5 años, debido a la demanda en países no desarrollados y en sectores no exigentes de calidad en imagen. De acuerdo a Bancomext, se espera que al menos un 50% de la capacidad adicional que se requiere para satisfacer el crecimiento de la demanda de PC´s, se establezca en México (en el 2004 México tendrá una participación de mercado de EEUU del 40%). La misma situación ocurre en monitores para PC (en el 2004 México tendrá una participación de mercado de EEUU del 50%).

La evaluación que se puede hacer de este sector es positiva, entre otras razones por:

- ✓ México es el gran productor de Norteamérica de este tipo de bienes. Seguirá siendo el principal proveedor en muchos bienes del mercado estadounidense. Este sector no compite solamente por costos de mano de obra, esta es la diferencia con otros sectores de la manufactura en México.
- ✓ Existe una fuerte demanda de electrodomésticos (refrigeradores, estufas, hornos de microondas) asociada al crecimiento del sector de la construcción (por demanda de muebles de cocina y de baño). Éste ha estado en expansión en los EEUU.
- ✓ México se está convirtiendo en el centro manufacturero más importante del continente del subsector electrónico. A lo largo del territorio mexicano están instaladas las más importantes empresas mundiales del subsector.

EMPAQUE

La industria manufacturera del Envase y Embalaje (IEE) es una industria importante ya que está fuertemente ligada a la producción, almacenamiento y distribución de la mayoría de los productos de la Industria Manufacturera. Abarca el 1.8 % del PIB Nacional y el 9.2% del Manufacturero.

Una clasificación general de las clasificaciones y tipos de envases se muestra en la Tabla siguiente.

Clasificación de Envases por Material	Tipos de envases por Material
Madera	Cajas, Tarimas,
Metal	Hojalatas, Láminas, Envases de Aluminio
Papel y Cartón	Cartón, Papel, Cajas, Bolsas
Plástico	Rígidos (blister, Botellas, Vasos, Frascos) Flexible (Bolsas, Sacos, Películas)
Vidrio	Ampolletas, Botellas, Frascos

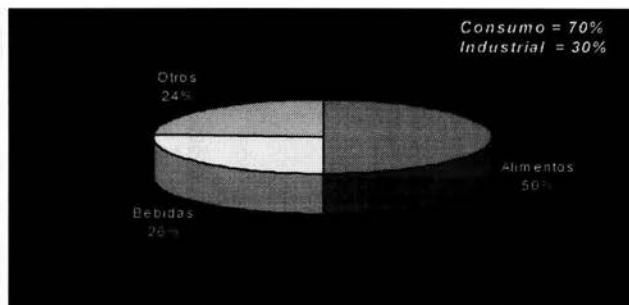
Tabla 4.2.17.

- Los insumos empleados en esta industria son los siguientes.
- Maderas (aserrada, descortezada, contrachapada) para la fabricación de cajas y tarimas.
- Lámina (Negra o Cromada) y Hojalata, para la fabricación de envases de hojalata y tapas en general.
- Aluminio para la fabricación de envases rígidos, latas o envases colapsibles.
- Cartón y papel para hacer cajas, sacos y bolsas en general.
- Polietileno de baja densidad para botellas, bolsas, películas, tapas.
- Polietileno de alto impacto para bolsas, botellas, envases de detergentes y limpiadores.
- PVC para botellas, blisters y envases flexibles.
- Polietilen-tereftalato para preformas, botellas, tarros, frascos, películas.

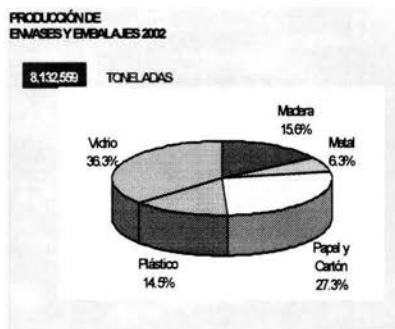
- Polipropileno para tarros, vasos, películas y sacos.
- Poliestireno para blisters, botellas y envases.
- Borosilicato (vidrio neutro) para ampollitas y productos de laboratorio.
- Calizo para envases en general.
- Calizo tratado para envases para suero, bebibles o inyectables.

Panorama Global del Mercado a Nivel Mundial: La industria se concentra principalmente en Europa (23%), Norte América (23%) y Japón (16%).
 Envases por uso final

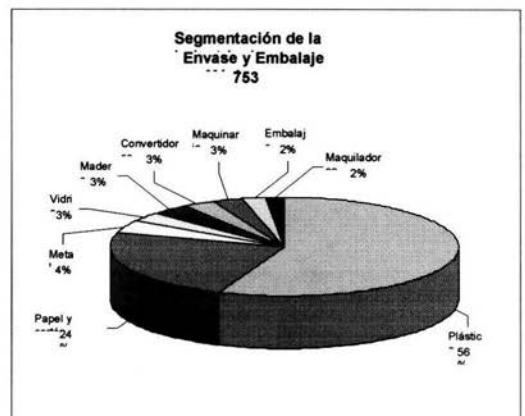
Gráfica 4.2.18.
 Fuente AMEE



Estadísticas del Sector en México

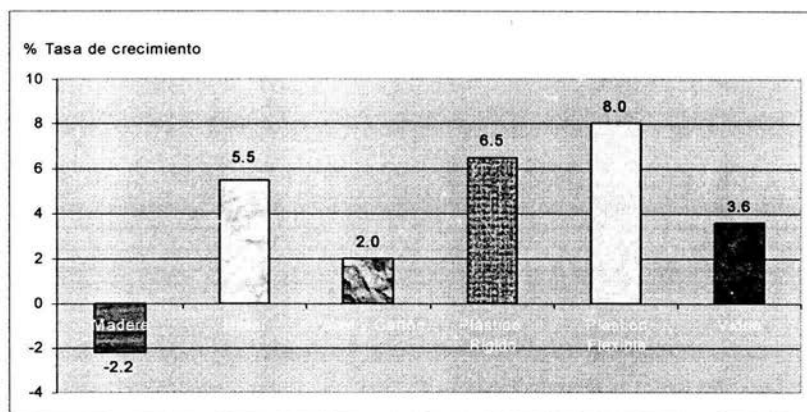


Gráfica 4.2.19.
 Fuente AMEE



Gráfica 4.2.20.
 Fuente AMEE

Cuadro resumen de estadísticas

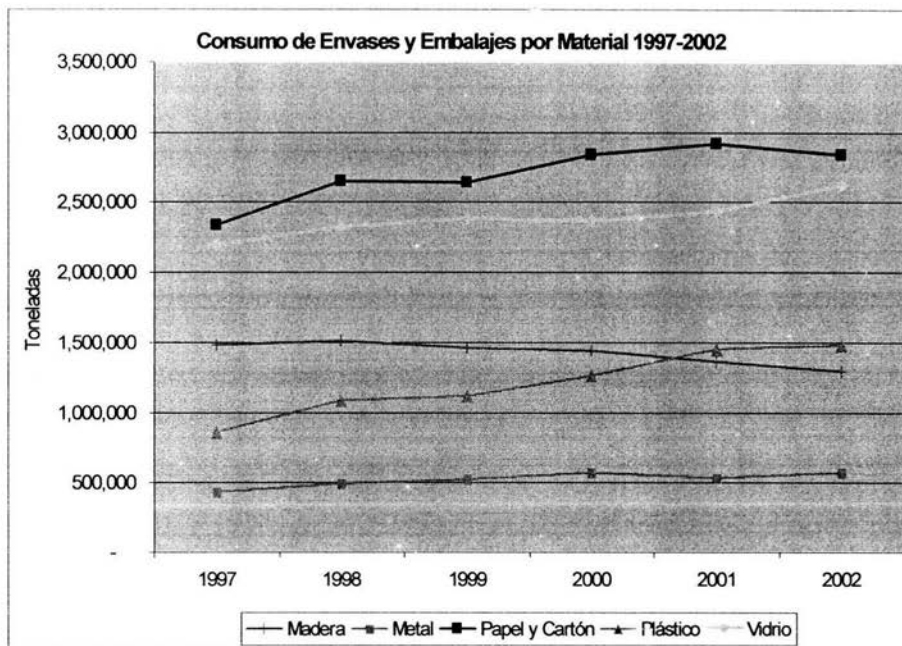


Gráfica 4.2.21

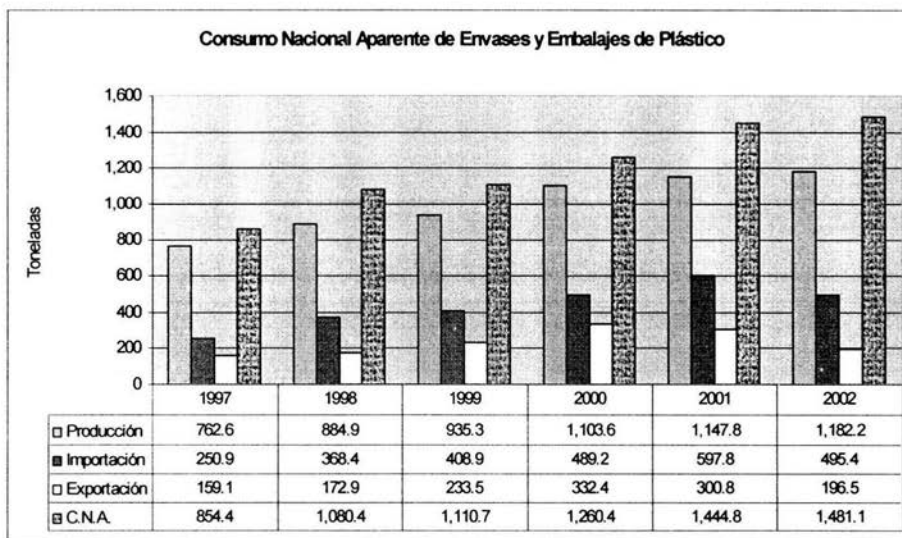
Industria de Envase y Embalaje en México 2002						
	Madera	Metal	Papel y Cartón	Plástico	Vidrio	Total de la Industria
Producción Nacional (Toneladas)	1,264,189	511,831	2,222,000	1,182,219	2,952,320	8,132,559
Valor de la Producción (Millones de Dólares)	32.1	1,037.7	2,260.6	1,602.6	1,195.4	6,128.4
Valor de las Ventas (Millones de Dólares)	40.3	1,032.9	2,213.3	1,570.4	1,105.9	5,962.8
Personal Ocupado (No. de Personas)	1,384	10,384	22,610	26,553	13,006	73,937
Importaciones (Toneladas)	86,334	95,176	645,133	495,411	26,505	1,384,559
Exportaciones (Toneladas)	61,161	34,889	28,910	196,463	357,397	678,820
Cons. Nat. Aparente (CNA) (Toneladas)	1,289,362	572,118	2,838,223	1,481,167	2,621,428	8,802,298
Aprovechamiento de la Capacidad Instalada	70.0%	78.5%	85.0%	82.5%	85.0%	80.2%
Consumo Per Cápita (Kilogramos)	12.9	5.7	28.4	14.8	26.2	88.0

Población estimada en 2002: 100.034 millones de personas

Fuente: AMEE con datos de socios, CANAFEM, INEGI y BANCOMEXT



Gráfica 4.2.22



Gráfica 4.2.23

Sectores de oportunidad en el Mercado del Empaque y Embalaje

Alimentos

Flexibles

Laminaciones

Cajas Plegadizas

Plástico Rígido

Aséptico

Alimentos Precocidos
Alimentos Congelados
Snacks
Cereales

Resistencia a las grasas
Envasado en Atmósfera Modificada
Impermeabilidad
Reducción de peso
Reducción de costos
Porciones personalizadas
Mayor vida de anaquel

Bebidas

Aluminio

Plástico

Flexibles

Aséptico

Refrescos
Jugos
Bebidas rehidratantes
Agua purificada

Seguridad
Porciones personalizadas
Enfriamiento rápido
Reducción de peso
Reducción de costos

Farmacéuticos

Blister

Plástico Rígido

Tubos Colapsibles

Tapas de Seguridad

Vidrio

Cápsulas
Suspensiones
Jarabes
Grageas
Pomadas

Dosificación
Seguridad para niños
Resistencia del envase
Conservación del producto

Perfumería y Cosméticos

Vidrio

Plástico Rígido

Flexibles

Laminaciones

Perfumes
Lociones
Maquillajes
Polvos
Cremas

Presentación digna y estética
Dosificación
Resistencia del envase

4.3 ANÁLISIS DEL MERCADO NACIONAL

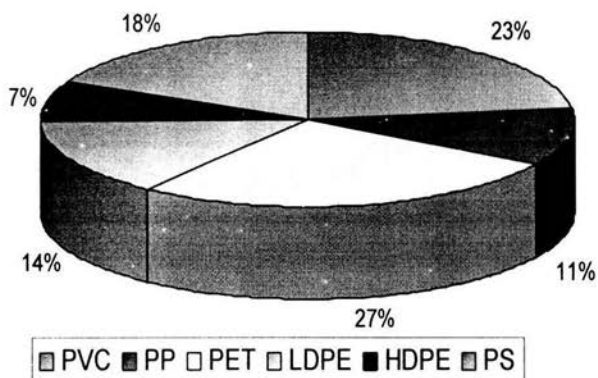
PRODUCCIÓN DE PLÁSTICOS NACIONAL

PRODUCCIÓN (TON)	1998	1999	2000	2001	2002	01 vs 02(%)
PVC	416.431	485.602	480.193	464.394	453.759	-2,290
PP	223.653	227.208	233.477	212.157	207.000	-2,431
PET	342.495	410.573	420.462	481.732	526.935	9,383
LDPE	313.000	291.000	272.000	276.000	284.000	2,899
HDPE	184.000	165.000	174.000	178.000	147.000	-17,416
PS	282.367	318.382	384.602	355.454	349.346	-1,718

Tabla 4.3.1

Como podemos observar en el la gráfica en primer lugar de producción es el PET seguido del PVC.

Las únicas dos resinas que presentaron incremento fue PET y el LDPE, las demás presentaron un déficit.



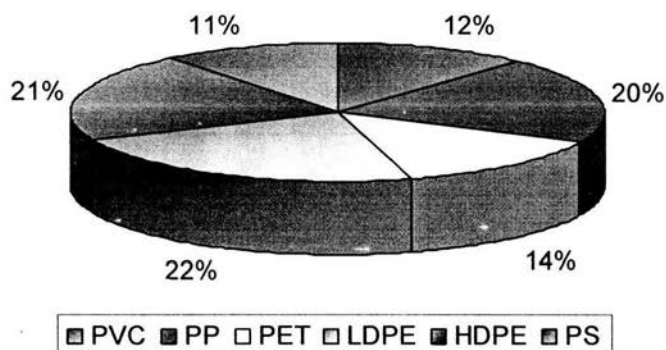
Gráfica 4.3.1

CONSUMO APARENTE DE PLÁSTICOS NACIONAL

Como se puede observar el consumo aparente de los plásticos aumentó 7%.

Consumo Aparente (TON)	1998	1999	2000	2001	2002	01 vs 02(%)
PVC	293.832	333.214	337.679	360.145	355.262	-1,356
PP	443.827	489.165	575.616	573.808	622.372	8,463
PET	166.873	231.176	297.191	334.196	419.314	25,469
LDPE	585.070	727.675	649.852	684.580	708.400	3,479
HDPE	472.193	507.504	552.915	614.722	628.451	2,233
PS	240.756	257.926	338.287	298.068	328.537	10,222

Tabla 4.3.2



Gráfica 4.3.2

FRACCIONES DE IMPORTACIÓN DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS

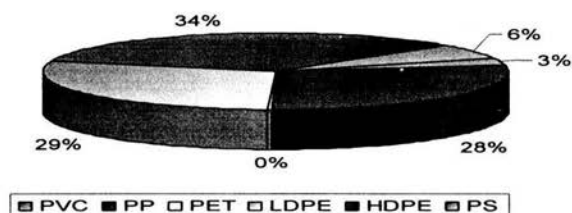
FAMILIAS	IMPORTACIÓN*	ESPECIFICACIONES
PET	3907.6001	
Poliestireno	3903.1902 3903.9004 3903.9005	También entran otras presentaciones
Polipropileno	3902.1001 3902.3001 3902.1099	
PVC	3903.2001	
HDPE	3901.2001	
LDPE	3901.1001	

Tabla 4.3.3

4.4 IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE PLÁSTICOS

IMPORTACIONES (TON)	1998	1999	2000	2001	2002	01 vs 02(%)
PVC	18.908	22.491	28.580	39.350	47.423	20,516
PP	239.289	279.717	360.015	378.142	429.567	13,599
PET	1.107	1.500	1.437	3.156	4.542	43,916
LDPE	298.899	457.970	398.162	416.821	446.130	7,031
HDPE	303.375	354.068	405.204	483.379	522.353	8,063
PS	52.213	56.841	74.151	66.080	100.248	51,707

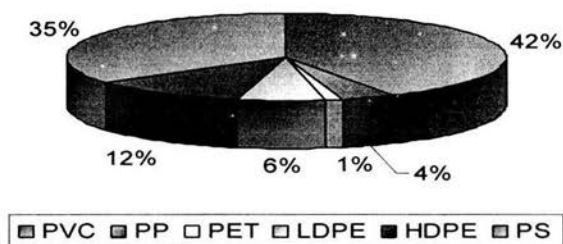
Tabla 4.3.4



Gráfica 4.3.4

EXPORTACIONES (TON)	1998	1999	2000	2001	2002	01 vs 02(%)
PVC	141.507	174.879	171.094	143.599	145.920	1,616
PP	19.115	17.760	17.876	16.491	14.195	-13,923
PET	1.107	1.500	1.437	3.156	4.542	43,916
LDPE	26.829	21.295	20.310	18.241	21.730	19,127
HDPE	15.182	11.564	26.289	46.657	40.902	-12,335
PS	93.824	117.297	120.466	123.466	121.057	-1,951

Tabla 4.3.5

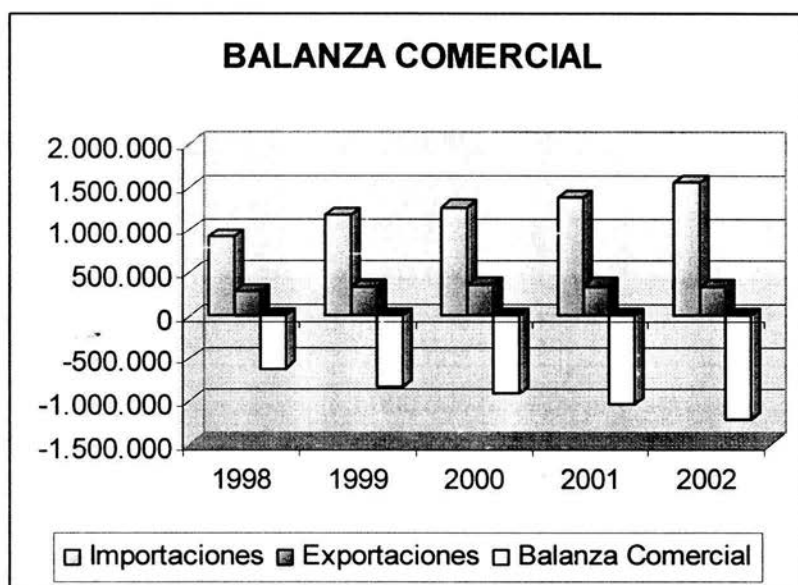


Gráfica 4.3.5

4.5 BALANZA COMERCIAL DE PLÁSTICOS

Años	Importaciones	Exportaciones	Balanza
1998	913.791	297.564	-616.227
1999	1.172.587	344.295	-828.292
2000	1.267.549	357.472	-910.077
2001	1.386.928	351.610	-1.035.318
2002	1.550.263	348.346	-1.201.917

Tabla 4.3.6



Gráfica 4.3.6

4.6 PRECIOS

Comercialmente los precios encontrados de cada resina se muestran a continuación:

Plástico	Precio
PET	\$ 0.96
POLIESTIRENO	\$0.97
POLIPROPILENO	\$0.98
PVC	\$0.78
PHDE	\$0.78
PLDE	\$1.31

Tabla 4.6.1

4.7 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MERCADO NACIONAL DE PLÁSTICOS

Se entrevistó a una muestra de 12 empresas productoras de Resinas en México y 2 distribuidoras.

Empresa	F	D	UBICACION
Bp Amoco*		X	D.F
Dow Química*		X	D.F
Kimex	X		EDO DE MÉXICO
Grupo IDESA	X		TLAXCALA
Resirene	X		TLAXCALA
Voridian	X		VERACRUZ
M&G Polímeros	X		TAMAULIPAS
Grupo PRIMEX	X		TAMAULIPAS
Policyd	X		TAMAULIPAS
Polímeros de México	X		TAMAULIPAS
BASF	X		TAMAULIPAS
Indelpro	X		TAMAULIPAS
PEMEX PETROQUÍMICA	X		TAMAULIPAS/VERACRUZ

Tabla 4.6.1

Se comparó el resultado del punto anterior con los volúmenes de venta, de fabricantes e importadores de materias primas de Resinas Sintéticas.

4.8 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

La planeación estratégica analiza la situación del presente y a largo plazo, en donde se determina la dirección que debe de tomar la empresa para desarrollar medios en el cumplimiento de su misión.

La formulación de una estrategia supone la evaluación de una industria mediante el análisis de las condiciones externas. La atención debe de centrarse en el tipo de competencia al interior de la industria, posibilidad de nuevas empresas se incorporan al mercado, sean nacionales o transnacionales; disponibilidad de productos o servicios sustitutos, como por ejemplo algún otro proceso o material de unión; y la posibilidad de concentración entre oferentes y clientes.

El ambiente externo presente y futuro debe evaluarse en términos de amenazas y oportunidades. Esta evaluación gira en torno a la situación competitiva, así como de los factores económicos, sociales, políticos, legales, demográficos y geográficos. Debe de examinarse en función de avances tecnológicos, productos y servicios en el mercado y otros factores indispensables para determinar la situación competitiva de la empresa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En este estudio se expone un panorama actualizado sobre la situación de la Industria Mexicana de plásticos en el cual se puede apreciar que el consumo nacional es muy representativo con un aproximado de 3.0 millones de toneladas.

Las empresas del plástico en México suman alrededor de 4,600 mismas que generan 181 mil empleos directos y contribuyen con 2% del PIB manufacturero, pero 50% de éstas son inversionistas extranjeros que han comprado o se han fusionado con otras.

Por otra parte, al cierre de 2002, el déficit de la balanza comercial de la industria del plástico se ubicó por debajo de los 1,200 millones de toneladas, 3% más en comparación con 2001. Los retos para las compañías del sector plástico serán armonizar las cadenas productivas petroquímicas – plástico -, incrementar las oportunidades con las maquiladoras y fomentar los programas de residuos sólidos.

Éstos son la finalidad de que México aumente la capacidad de producción de materias primas y disminuyan las importaciones, sobre todo por que se está en medio de un mercado internacional con exceso de energéticos, precios altos y con economías poco atractivas.

Por lo que respecta a cada una de las resinas utilizadas para la elaboración de plásticos, el 70% del (PET) se utiliza para la elaboración de botellas en las que se envasan refrescos y aguas naturales principalmente, también se utiliza para el envasado de alimentos, y para productos de limpieza del hogar. Los principales productores de la resina PET en México son: Arteva Specialitie, Vordian, Mossi & Ghisolfi, Fibras Sintéticas y Kimex.

El (PEAD) es de estructura cristalina, translúcido, presenta resistencia al impacto, facilidad de procesamiento y es de bajo precio, por lo que se utiliza en la elaboración de envases para alimentos y bebidas, productos de consumo y bolsas. En México el único productor de éste termoplástico es Pemex.

Por su parte el (PEBD), presenta una estructura cristalina, es translúcido y flexible, de fácil procesamiento y bajo precio. Se utiliza principalmente en la elaboración de bolsas y película para embalaje.

El (PVC) es utilizado principalmente en la elaboración de tubería debido a sus propiedades de resistencia dieléctrica y fácil procesabilidad. Los principales productores de esta resina en México son: Grupo Primex, Polímeros de México y Polycid.

El (PP), presenta una estructura cristalina, resistencia térmica y facilidad de procesamiento. Se utiliza para elaborar películas, rafia, lámina y envases para alimentos y cosméticos. Los principales productores nacionales son: Indelpro y Pemex.

Otro material utilizado en la fabricación de envases plásticos es el (PS), que por su rigidez y transparencia es apto para la elaboración de vasos, tapas y blister. Asimismo el Poliestireno Expansible (EPS) es utilizado para elaborar vasos y embalajes como material de acolchamiento. Los principales proveedores de este material en México son: Basf Mexicana, Resirene, Poliestireno y Derivados y Polioles.

Envases

El sector de envases de plástico es uno de los más dinámicos dentro de la industria de envase y embalaje en México, muestra de ello es el crecimiento que ha venido presentando en los últimos años. Durante 2002, el crecimiento

en el sector de envases de plástico fue de 2.6%, año en que la producción de envases de plástico se ubicó en 3,672.3 millones de unidades

En el rubro de frascos y botellas que tiene mayor participación dentro de los envases de plástico rígido mostró un incremento de 18.6% en el 2002, de dicho rubro se demandan envases sobre todo para atender a los sectores de agua purificada, el cual ha presentado un crecimiento de 10% anual en los últimos 5 años y aguas carbonatadas, con un crecimiento del 7% anual en el mismo periodo. Además de otros sectores como el de alimentos, farmacéutico y artículos de limpieza para el hogar.

Bolsas y Películas

En cuanto a la producción de bolsas y películas de plástico se obtuvo durante 2002 un incremento de 4.1% al registrarse un total de 334,100 toneladas. A diferencia de 2001, este año, tanto el rubro de bolsas como el de películas presentaron incrementos en su producción de 0.3 y 7.7% respectivamente.

Es importante destacar que en el rubro de las películas el incremento ha sido principalmente por la cada vez mayor demanda de envases flexibles, ya que por las ventajas que ofrecen dichos envases se han vuelto atractivos en la mayoría de los mercados de consumo.

Tapas y Tapones

En lo que respecta a la producción de tapas y tapones de plástico, se registró en el 2002 un incremento de 8.4%, al elaborarse un total de 7,736.4 millones de unidades, lo cual demuestra la importancia del sector de envases de plástico en cada uno de sus rubros.

GLOSARIO

Acrónimo: conjunto de siglas que abrevian el nombre de un plástico.

Aditivo: sustancia que modifica las propiedades del plástico en diferentes formas.

Anión: Ión que presenta carga negativa, como el hidróxido OH-

Antiespumantes: En el caso del silicón, son agentes que tienen la función de eliminar las espumas que se forman en diferentes procesos y reacciones.

Antiestático: Método o sustancia que evita la estática, agentes adicionados a una formulación para evitar que se acumulen cargas estáticas sobre la pieza terminada.

Atáctico: alineamiento en forma de alternancia aleatoria.

Biodegradable: Que se descompone bajo la acción de agentes biológicos, como insectos o microorganismos.

Carbanión: Ión orgánico de carga negativa, que posee un electrón más que el radical libre respectivo. Este ión es importante en las polimerizaciones catalizadas alcalinamente.

Carga: Elemento inerte, adicionando al plástico para hacerlo menos costoso mejorando las propiedades mecánicas, en particular dureza y resistencia al impacto. Generalmente las partículas de cargas son pequeñas a diferencia de los refuerzos.

Catalizador: Cualquier sustancia que en pequeñas cantidades, aumenta la velocidad de una reacción sin intervenir directamente en la misma, por lo que no se consume. Un catalizador puede ser sólido, líquido o gaseoso, su tiempo de vida media varía entre 1,000 o 10,000 horas después de las cuales debe de ser reemplazado o regenerado.

Celulosa: Polímero natural de cadena lineal, sólido incoloro con una densidad de 1.5, insoluble al agua y solventes orgánicos. Está presente en todos los tejidos vegetales y es la materia orgánica más abundante del planeta.

Cloruro de Vinilo: Gas de olor étereo, monómero del PVC. Puede explotar al contacto con el aire, por eso se maneja en forma líquida en las plantas de polimerización mediante sistemas a presión. Además de usarse en plásticos, sirve como base de adhesivos.

Cristalinidad: Arreglo estructural, donde las cadenas de un polímero se acercan unas a otras formando "zonas cristalinas" que impiden el paso de la luz.

Dispersión: Partícula pequeñas o polvo que flotan en un líquido.

Dureza: La resistencia de un material plástico a la compresión y al mellado.

Elastómero: Denominación genérica para materiales capaces de recuperar su forma después de someterse a un esfuerzo o tensión, generalmente son hules.

Elongación: Incremento en la longitud de una muestra debido a una tensión que se aplica sobre ella. Generalmente se expresa como un porcentaje de la longitud original.

Entrecruzamiento: Es una característica de las estructuras químicas de los plásticos, reconocida por la formación de enlaces entre las cadenas moleculares.

Formaldehído: Gas conocido como metanal, es el primero de los aldehídos, se presenta comercialmente en solución de agua y alcohol. Encuentra aplicaciones en las resinas uréicas, melamínicas, fenólicas y acetálicas.

Hidrocarburo: Sustancia química compuesta sólo de átomos de hidrógeno y carbono, se considera al petróleo como la mayor fuente actual de estos compuestos.

Homopolímero: Un polímero consistente de sólo una especie monomérica.

Iniciador: Agente que promueve la polimerización de un monómero, a diferencia de un catalizador el iniciador se consume en la reacción. Los peróxidos y otros compuestos similares se usan a menudo para formar radicales libres.

Ión: Se denomina así al átomo o grupo de átomos que se carga eléctricamente al perder o ganar, uno o más electrones.

Isotáctico: denominación que reciben los plásticos y en general todos los polímeros donde los grupos de átomos que no forman parte de la cadena principal están situados, todos por encima o por de debajo de dicha cadena si se considera a estos sobre un plano.

Monómero: Molécula relativamente simple, que contiene carbono e hidrógeno, puede también tener otros elementos como oxígeno, cloro, flúor y azufre. Al repetirse varias veces, la molécula forma el polímero a través de una reacción conocida como polimerización.

Naftas: Nombre aplicado a diversos productos obtenidos del petróleo, el diluyente nafta es un líquido inflamable y tóxico mezcla de varias sustancias químicas.

Olefinas: Familia de hidrocarburos caracterizados por tener al menos un doble enlace su conformación. También se denominan alquenos y son el monómero de diversos materiales plásticos.

Peróxido: Sustancia orgánica que presenta un enlace oxígeno-oxígeno en su estructura. Por esta razón los peróxidos son altamente oxidantes,

generalmente incendian al contacto con combustibles, se emplean para iniciar la polimerización.

Peso molecular: En el caso de los plásticos, es una medida directa de longitud de las cadenas de un polímero. A mayor peso molecular, mayor longitud en la misma.

Plástico: Material formado por largas cadenas hidrocarbonadas, de naturaleza orgánica, susceptibles de ser moldeados. Sus propiedades varían en función de su conformación química y modificaciones de las que pueden ser objeto de mezclas y aditivos.

Plastificación: Fundir un material por efecto de esfuerzo o calentamiento, de manera que sea moldeable.

Acción de un plastificante sobre la resina, está absorbe al primero, de manera que las partículas resbalan unas sobre otras, suavizando el material.

Plastificante: Agentes químicos agregados a las composiciones de plástico para proporcionar flujo y procesabilidad y para reducir su rigidez. Esto es alcanzado al bajar su temperatura de transición vítrea.

Poliadición: Reacción de polimerización donde los monómeros se enlazan sin que presente la condensación de un subproducto, la poliadición se distingue entre las reacciones de polimerización por que cada etapa de la reacción procede independientemente de la etapa previa. La migración de un átomo de hidrógeno en cada etapa es la base de la poliadición.

Policondensación: reacción de polimerización donde se obtienen como producto secundario compuestos de moléculas pequeñas que condensan cuando se verifica el cambio químico.

Polímero: palabra griega del latín poli= muchos y meros=partes; utilizada para designar materiales formados por la unión de monómeros. Los polímeros pueden ser naturales o sintéticos.

Radical: Conjunto de átomos que pueden unirse a otros modificando sus características químicas, también conocidos como grupos funcionales. El radical OH- está presente en alcoholes mientras que el -COOH concierne a los ácidos carboxílicos.

Resina: fluido polimérico denso, viscoso, natural o sintético con alto peso molecular.

Reticulación: reacción entre las moléculas de un plástico, mediante la cual se forma una estructura tipo red que confiere características definidas al material.

Semicristalino: Material polimérico que presenta zonas amorfas y cristalinas en su estructura.

Sindiotáctico: Un polímero vinílico en el cual la estructura lateral está alternada regularmente arriba y abajo del plano del bloque.

Termoplástico: Plástico capaz de ser moldeado en repetidas ocasiones, ya que puede fundir y enfriarse. Los miembros típicos de esta familia son los polímeros estirénicos, acrílicos, vinílicos y olefínicos.

Viscosidad: Resistencia que presenta un líquido a fluir, generalmente debido a la fricción entre las moléculas del líquido.

Falta página

N° 105

BIBLIOGRAFÍA:

1. Anuario Estadístico del Plástico 1990 México y el Mundo. Instituto Mexicano del Plástico Industrial, S.C., (Centro Empresarial del Plástico). Primera edición. Ing. Rafael Blanco y Mónica Conde. 1990, Pag. 1-4
2. Enciclopedia del plástico 2000. Instituto Mexicano del Plástico Industrial. Primera edición 1996/1997y segunda edición 1999/2000. Ing. Rafael Blanco. Pag. 41-54
3. Procesamiento de los Plásticos, edición en español 2002, Editorial Costa Nogal., Ing. Friedrich- Wolfhard Ebeling, Harald Huberth, Ing. Harald Schirber, Ing. Norbert Schlor. Pag. 15, 23,24.
4. Ciencia de los Plásticos edición en español 2002, Editorial Costa Nogal., Ing. Ing. Friedrich- Wolfhard Ebeling, Harald Huberth, Ing. Harald Schirber, Ing. Norbert Schlor. Pag. 35-40.
5. Anuario Petróleos Mexicanos 1988 Estadístico (Petroquímica 1998) Secretarías de energía Pemex 50 Aniversario, Juan Manuel Vieyra Calderón,
6. El Petróleo I Gerencia de Información y relaciones Públicas de Petróleos Mexicanos México 1984

7. Petroquímica y Sociedad Susana Chow, Pangtay., Petroquímica y sociedad, colección La Ciencia desde México, Fondo de Cultura Económica, Segunda Edición México, 1987.

8. Eguiluz, "Diagnóstico de la industria de los polímeros en México", en Memorias del Segundo simposio nacional de polímeros, Urea, México, 1986.

9. Enciclopedia de Química.

El Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE)

Revistas

10. PWMI Newsletter, Plastic Waste Management Institute Japan
Plastics Products, Plastic Waste and Resource Recovery 2000.

11. Revista de la actividad del plástico.

El ascenso de la industria del Plástico, marzo 2003.

12. Énfasis la revista de envases y embalajes.

Julio-agosto 2003

13. Materiales avanzados

1-agosto-2003

14. Ingeniería Plástica

Revista Técnica del Mundo del Plástico y del Embalaje 2003

15. "Anuario Estadístico de la Industria Química"

Asociación Nacional de la Industria Química,

México.(2003)

16. "Estudio de mercado de Resinas Sintéticas"

Asociación Nacional de la Industria Química México (2002).

Organizaciones (Internet)

17. Asociación Nacional de la Industria Química.

www.aniq.org.mx

18. El plástico a favor de la vida en Argentina

www.plastivida.com.ar/plasticos/

19. Información Técnica y de Negocios para la Industria Plástica en América.

www.plastico.com/

20. Association of Plastics Manufactures in Europe.

www.apme.org/

21. American Plastics Council.

www.plastics.org/

22. Banco Nacional de Comercio Exterior

www.banxico.org.mx