



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

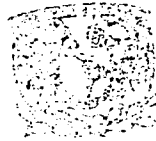
FACULTAD DE QUIMICA

"MERCADO ACTUAL DE DESARROLLO, PROCESO DE CONVERSION, PROPIEDADES Y APLICACIONES DEL EMPAQUE FLEXIBLE"

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
DIEGO GAVALDON FERNANDEZ



MEXICO, D.F.,



EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

JULIO DE 2002.



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: ING. ALEJANDRO ANAYA DURAND

VOCAL : ING. ADELA CASTILLEJOS SALAZAR

SECRETARIO: ING. JOSE ANTONIO ORTIZ RAMIREZ

1er. SUPLENTE: ING. RODOLFO RUIZ TREJO

2o. SUPLENTE: ING. MARTIN RIVERA TOLEDO

MEXICO, D.F.

ASESOR



ING. JOSE A. ORTIZ RAMIREZ

SUSTENTANTE



DIEGO GAVÁLDON FERNANDEZ

Gracias.

A mi universidad, que no solamente fue la base de mi formación profesional, sino también gran parte de mi carácter, conciencia y sentido humano.

A mis maestros, por el esfuerzo de transmitir con tantas ganas su experiencia y conocimientos.

A mis compañeros y verdaderos amigos, que sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

A mi papá, por ser un ejemplo excepcional de esfuerzo, constancia y logro.

A mi mamá, por su consuelo infinito y esperanza inagotable.

A mis hermanos, por su respeto y apoyo.

A Mercedes, por su cariño y comprensión.

A Dios, por este momento.

"Sin palabras que expresen mi sentir"

INDICE

1. ESTUDIO DE MERCADO DE ENVASE Y EMBALAJE EN MEXICO.
2. PELICULA (EMPAQUE FLEXIBLE). ESTUDIO DE SUS PROPIEDADES Y EFECTOS PARA SU DESARROLLO EN LOS SEGMENTOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES.
3. PROCESO DE CONVERSIÓN.
4. DESARROLLO DEL EMPAQUE FLEXIBLE EN EL MERCADO ACTUAL. PELICULAS PLASTICAS UTILIZADAS EN EL SEGMENTO INDUSTRIAL.
5. ¿ PORQUE LOS PLASTICOS?.
6. CONCLUSION.

Introducción

En los últimos años ha sido importante el desarrollo del plástico dentro del segmento industrial del envase y embalaje teniendo un gran alcance y crecimiento dentro el mercado de aplicación.

A nivel industrial, el empaque flexible es un complemento absoluto en un gran porcentaje de productos que se desarrollan dentro de las distintas áreas comerciales, como por ejemplo el sector alimenticio, de cuidado personal, etc.

Las propiedades de estos materiales y su versatilidad, atribuyen una gran cantidad de propiedades y características al empaque, permitiendo que los productos se mantengan en condiciones óptimas y mejorando su apariencia y procesabilidad.

El proceso de conversión para el empaque flexible es una de las tecnologías con mayor avance dentro del segmento de envase y embalaje, no solo por el gran crecimiento y desarrollo durante los últimos años, sino también por la diversidad que ofrece y múltiples expectativas dentro del empaque flexible.

Los desarrollos actuales han sido exitosos por la gran cantidad de bondades que ofrecen al producto como empaque, siendo así un periodo de crecimiento absoluto del plástico en este sector de desarrollo industrial y comercial en el mercado de envase y embalaje.

Como profesional considero al campo de envase y embalaje un espacio de aplicación infinito para la Ingeniería Química. Encontramos en este sector grandes segmentos de desarrollo donde las herramientas con las que cuenta un ingeniero Químico, son suficientes para comprender el proceso y aprender a desarrollar nuevos conceptos aplicables al sistema.

Por lo tanto, el proceso de conversión de empaque flexible es un campo de oportunidad para la Ingeniería, una excelente escuela de aplicación de procesos prácticos en la extensión del mundo industrial.

1. ESTUDIO DE MERCADO DE ENVASE Y EMBALAJE EN MEXICO

1.1 La industria de envase y embalaje en México

Los resultados de la actividad económica en México durante los años 2000 y 2001 han tenido un crecimiento alentador después de la crisis de 1995, pues se ha logrado un avance consecutivo durante los últimos años.

Dentro de este marco favorable, la industria de envase y embalaje ha mantenido un crecimiento promedio 5.7 % en los últimos años. Durante el año 2000 la producción de envases en México fue de 6.6 millones de toneladas, lo que representa un crecimiento de 5.5 %.

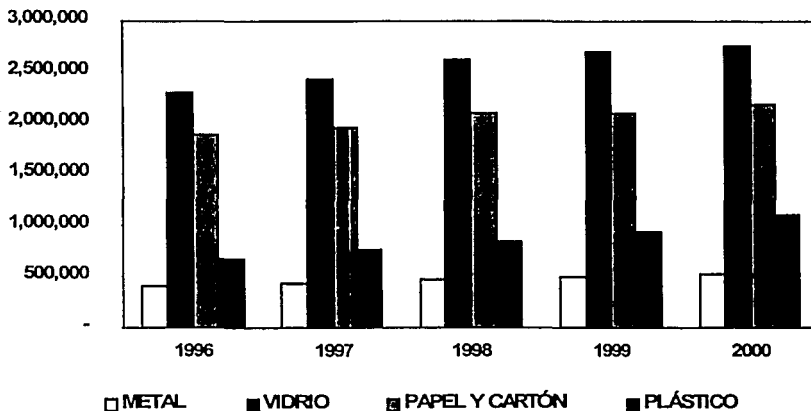
El crecimiento de la industria de envase y embalaje en México ha sido representativo, siendo así el metal, vidrio, papel, cartón y plástico los materiales principales que abarcan en este segmento.

Tabla 1.

INDUSTRIA DE ENVASE Y EMBALAJE EN MEXICO (1996-2000)					
	1996	1997	1998	1999	2000
METAL	407,475	435,528	472,813	499,147	529,096
VIDRIO	2,300,000	2,433,000	2,625,207	2,703,963	2,758,042
PAPEL Y CARTÓN	1,890,600	1,956,600	2,097,800	2,097,800	2,185,500
PLASTICO	672,616	762,596	844,885	935,288	1,103,640
TOTAL	5,270,691	5,587,724	6,040,705	6,236,198	6,576,278

Fuentes: AMEE, INEGI, BANCOMEXT, CANFEM

CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DE EMPAQUE Y EMBALAJE EN MEXICO



1.1.1 ENVASES METALICOS

En las empresas que integran el sector industrial se elaboran envases de acero y aluminio, así como tapas y tapones de metal. Esta industria suministra envases, tapas y tapones a los empaques del producto del mar, a envasadores de refrescos, jugos, néctares y cerveza. Así mismo suministra tambores y botes a los fabricantes de pinturas, tintas, aceites y grasas lubricantes, pegamentos e impermeabilizantes, productos farmacéuticos, de embellecimiento y de aseo personal.

Los principales insumos utilizados en el sector son básicamente: laminas de acero (hojalata, lamina cromada y lamina negra), lamina de aluminio, barnices, tintas y recubrimientos.

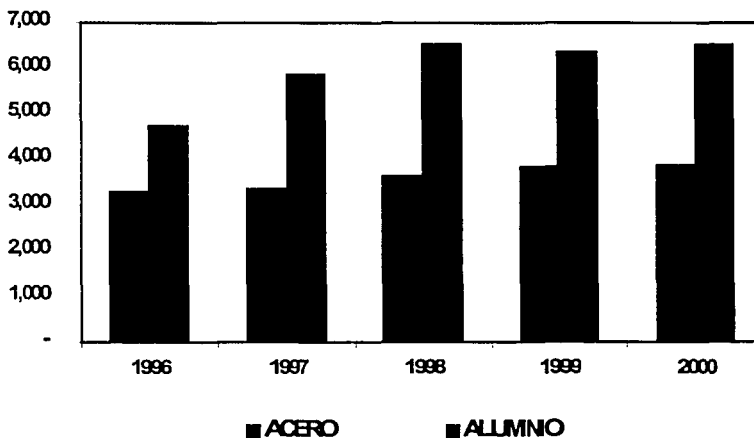
Por lo que hace a los envases de acero, se calcula aproximadamente el 80 % de la producción nacional se destina a la industria alimentaria y el 20 % a productos diversos.

En general, esta industria suministra envases al sector de conservas alimentarias y bebidas, principalmente. Así como a los fabricantes de pinturas, tintas aceites, grasas, lubricantes, pegamentos e impermeabilizantes, productos de belleza y aseo personal, entre otros.

Tabla 2.

PRODUCCION NACIONAL DE ENVASES METALICOS					
EN MILIONES DE ENVASES					
ACERO	3,290	3,358	3,632	3,834	3,870
ALUMINIO	4,733	5,861	6,528	6,351	6,516
TOTAL	8,022	9,219	10,160	10,185	10,386

ENVASES METÁLICOS



Consumo nacional aparente de envase metálicos

Tabla 3.

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ENVASES METÁLICOS					
	1996	1997	1998	1999	2000
	3,290	3,359	3,632	3,834	3,799
	9	36	254	36	20
	30	66	66	63	71
	3,269	3,329	3,821	3,806	3,748
	4,733	5,861	6,528	5,716	5,794
	2	441	900	111	178
	360	440	500	635	722
	4,375	5,862	6,927	5,192	5,250
	7,645	9,191	10,748	8,998	8,998

1.1.2 ENVASES DE PAPEL Y CARTON

El sector de envases y embalajes de papel y cartón se ha desarrollado de manera importante en los últimos años utilizando tecnología de punta en la mayoría de las empresas que lo integran, además que ha desarrollado una cultura ecológica que le permite aprovechar el reciclaje.

En este sentido, tanto el papel 100 % reciclado como el fabricado con fibras vírgenes y de desecho, han demostrado su utilidad en una gran variedad de aplicaciones, ya que el 55% de la producción de papel y de cartón en México esta destinada principalmente a la de envases y embalajes.

En virtud del gran número de tipos de papel que se producen sería muy extenso referirnos a cada uno de ellos. Sin embargo y de manera muy general, podemos decir que la manufactura de papel comprende operaciones esencialmente mecánicas, las cuales se basan en la tendencia de las fibras celulósicas en suspensión acuosa al unirse entre sí cuando se secan.

El proceso de elaboración se lleva a cabo en dos grandes áreas, la primera se refiere a la preparación de pastas, mientras que la segunda atañe a la formación de papel propiamente dicho.

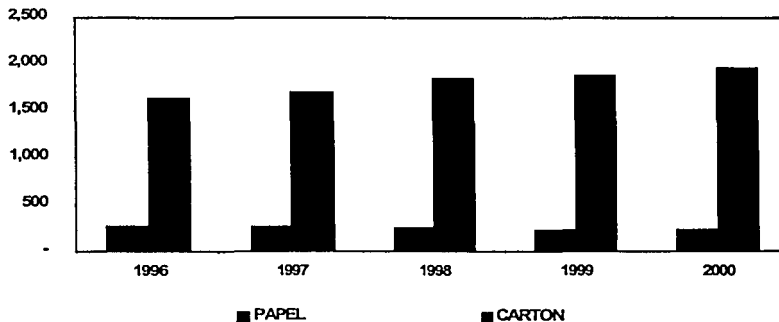
Estos es uno de los sectores mas importantes dentro de la industria debido a que sus productos se utilizan, tanto para envases que están en contacto directo con el producto en bolsas y cajas plegadizas, así como para embalajes utilizando el papel para envoltura y cajas de cartón corrugado.

En el año 2000 este sector presentó un incremento de 4.2% con un total de 2.2 millones de toneladas.

Tabla 4.

PRODUCCIÓN NACIONAL DE ENVASES Y EMBALAJES PAPEL Y CARTÓN EN MIL TONELADAS					
	1996	1997	1998	1999	2000
PAPEL	263	259	247	221	227
CARTÓN	1,628	1,697	1,847	1,877	1,959

PAPEL Y CARTÓN



Consumo aparente de envases y embalajes de papel y cartón

Tabla 5.

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ENVASES Y EMBALAJES DE PAPEL Y CARTÓN				
MILES DE TONELADAS				
	1997	1998	1999	2000
	1,957	2,094	2,098	2,186
	596	664	606	918
	82	93	101	96
CVA	2,471	2,665	2,603	3,008

1.1.3 ENVASES DE PLASTICO

Por tipo de proceso, las empresas mexicanas concentran la actividad en la extrusión, inyección y soplado, principales proceso para la elaboración de envases de plástico que en conjunto representan alrededor del 75 % del total de las resinas transformadas en nuestro país.

Del total de la producción de la industria del plástico el 43% representa el mercado de envases y embalajes, siendo las principales resinas en este sector:

- PET: POLIETILEN TEREFTALATO
- PEAD: POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
- PVC: POLICLORURO DE VINILO
- PEBD: POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD
- PP: POLIPROPILENO
- PS: POLIESTIRENO
- OTROS.

Producción de envases de plástico

Tabla 6.

PRODUCCIÓN NACIONAL DE ENVASES DE PLÁSTICO MILLONES DE TONELADAS					
	1996	1997	1998	1999	2000
Envases rígidos	1,665	2,416	2,752	2,991	3,269
Envases flexibles	14	16	15	18	20
Envases especiales	33	24	46	47	111
TOTAL	1,712	2,457	2,813	3,056	3,401

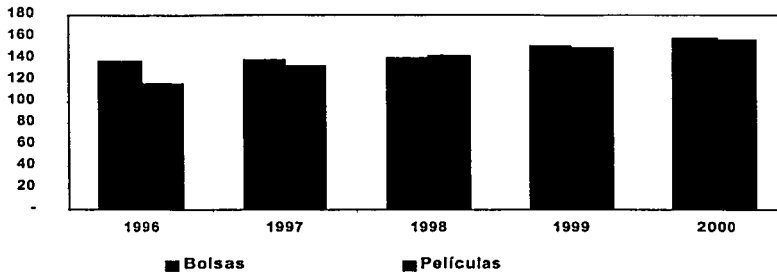
Producción de envases y películas

En cuanto a la producción de envases y películas se registro durante el año 2000 un incremento en la producción de 4.7 % la rama de películas mostró un 4.8% con respecto al año 1999. Sobre todo por que el mercado de películas flexibles para empaque a crecido de manera importante, ya que este sector utiliza envases laminados sobre todo para la industria de alimentos. Por su parte la rama de bolsas creció de manera igual con un 4.7 %.

Tabla 7.

PRODUCCIÓN NACIONAL DE BOLSAS Y TUBOS DE PLÁSTICO MILLONES DE TONELADAS					
	1996	1997	1998	1999	2000
Bolsas	138	139	141	152	159
Tubos	117	133	143	150	157
TOTAL	255	272	283	302	316

BOLSAS Y PELICULAS DE PLASTICO



Consumo nacional de envase y embalaje aparente de plástico

Tabla 8.

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ENVASES DE Y EMBALAJES DE PLASTICO (MILES DE TONELADAS)				
	1997	1998	1999	2000
TOTAL	763	885	935	1,104
BOLSAS	251	369	409	489
PELICULAS	159	173	234	332
OTROS	854	1,081	1,111	1,260

1.1.4 ENVASES DE VIDRIO

En el sector de envases de vidrio ocupa un papel más importante dentro de la industria del envase en México, ya que son utilizados para envasar una gran variedad de productos en los sectores: alimenticio, farmacéutico, cosméticos, aguas envasadas y bebidas alcohólicas.

Los envases de vidrios se clasifican en 4 tipos de acuerdo con el vidrio empleado para su fabricación como se indica a continuación:

Tipo 1. borosilicato: vidrio que contiene Boro, lo cual lo convierte en vidrio neutro. Generalmente es utilizada en envases farmacéuticos, tales como de productos de laboratorio, frascos para inyectables, ampollas, etc.

Tipo 2. Calizo tratado: vidrio con tratamiento de Ferón o dióxido de azufre, normalmente utilizado para envases conteniendo sueros, bebidas o inyectables. Los envases tipo 2 deben su estabilidad química a su superficie libre alcali.

Tipo 3. Calizo: el vidrio mas ampliamente utilizado para envases. El vidrio calizo es utilizado extensamente en envases tan diversos como alimentos, vinos, licores, cerveza, agua, productos farmacéuticos, cosméticos y perfumería, refrescos, etc.

Tipo 4. No parenteral: se utiliza exclusivamente para los productos inyectables.

Producción Nacional de envases de vidrio

Durante el 2000 se elaboraron 8,339.6 millones de envases de vidrio.

Tabla 9.

PRODUCCIÓN NACIONAL ENVASES DE VIDRIO (MILLONES DE ENVASES DE VIDRIO)					
	1996	1997	1998	1999	2000
Vidrio Borosilicato	414	435	448	424	412
Vidrio Calizo Tratado	2,082	2,287	2,174	2,609	2,478
Vidrio Calizo	2,153	2,126	2,388	1,581	1,430
Vidrio No Parenteral	522	480	568	521	594
Total	1,682	2,119	2,332	2,408	2,651
Ampliación	712	692	723	692	775
Total	7,565	8,138	8,634	8,234	8,340

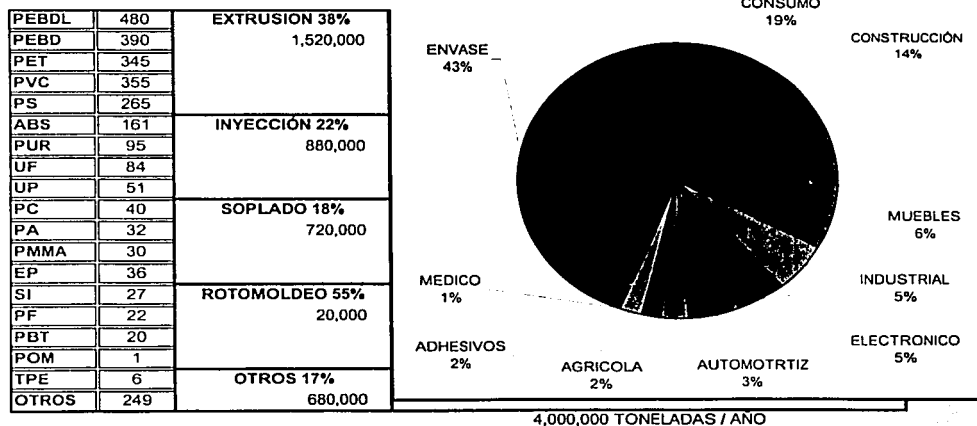
Consumo nacional aparente de envases de vidrio

Tabla 10.

CONSUMO NACIONAL APARENTE DE ENVASES DE VIDRIO MILES DE TONELADAS				
	1997	1998	1999	2000
	2,433	2,625	2,704	2,758
	18	15	22	27
	258	315	338	420
	2,194	2,325	2,388	2,365

1.2 Mercado integral del plástico 2000-2001

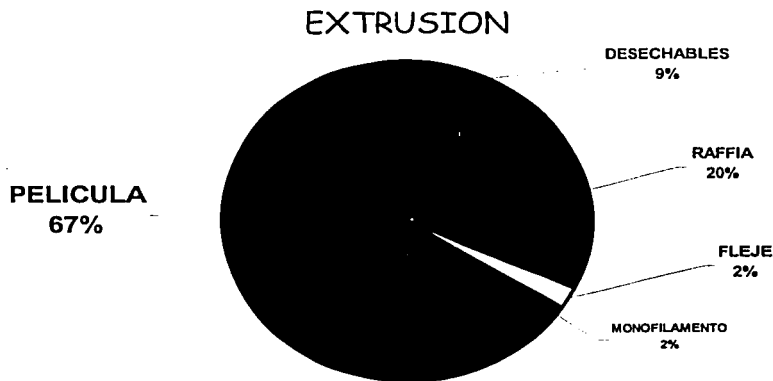
Dentro del inmenso universo del plástico hay segmentos, procesos y resinas más utilizadas que conforman en gran porcentaje el proceso del plástico para sus innumerables aplicaciones en los distintos sectores. A continuación se presenta un esquema gráfico que expone los principales segmentos de desarrollo del plástico y los dominantes procesos en su transformación, así como las resinas básicas involucradas con mayor frecuencia dentro de los procesos:



Aproximadamente el 43% del mercado del plástico corresponde al segmento de envase y embalaje, lo que se refiere a casi a la mitad del mercado total con un total de 1,720,000 toneladas al año.

Así mismo, el segmento de envase y embalaje hay proceso predominantes, resinas básicas y mercados principales de cuales uno de ellos y en un alto porcentaje corresponde al segmento de película flexible.

PLASTICOS		PROCESOS		PRODUCTO		CANTIDAD
RESINA	MTONS	EXTRUSION 53 %		PELICULA	610,000	
PEBD	307	911,600			DESECHABLES	81,000
PEAD	265			RAFFIA	182,000	
PET	320	SOLPADO 32.7 %		FLEJE	22,000	
PP	227	562,440		MONOFILAMENTO	16,600	
PELBD	121			BOTELLAS Y CONT	562,440	
PS	73	INYECCION 11.8%		CAJAS	60,000	
PVC	55	202,960		TAPAS	50,700	
PC	5	CALANDREO 1.5%		CUBETAS	46,600	
EVA	2	25,800		VASOS	37,500	
TERMOFIJOS	2	ESPUMADO 0.8%		ESTUCHES	8,160	
ABS	0.5	13,760		LA,MINA	25,800	
PA	0.2	OTROS 0.2%		DESCHABLE	13,760	



La gráfica muestra el proceso con mas del la mitad del mercado de envase totalizando un 53% , donde el 67% le corresponde al producto de película registrando una producción de 610,000 ton/año, abarcando un 15 % del mercado total integral del plástico.

2. PELICULA (EMPAQUE FLEXIBLE). ESTUDIO DE SUS PROPIEDADES Y EFECTOS PARA SU DESARROLLO EN LOS SEGMENTOS INDUSTRIALES Y COMERCIALES.

Reseña Histórica de los plásticos

A lo largo del tiempo, el hombre se ha visto en la necesidad de utilizar instrumentos para satisfacer sus necesidades, estos fueron elaborados durante mucho tiempo con las materias primas que se extraían de la naturaleza..

El proceso de desarrollo de materiales para diseño, al igual que todas las cosas y fenómenos de este mundo, no puede separarse de las leyes rectoras de la naturaleza tales como los procesos de evolución natural. Por eso podemos observar un desarrollo gradual a través del tiempo que ha ido de lo simple a lo complejo, de la producción de las primeras, toscas y primitivas herramientas desarrolladas con palos y piedras, a las complejas máquinas, herramientas de hoy en día. Inclusive robots computarizados, donde se encuentra activa la participación de los materiales plásticos.

El primer avance significativo del hombre en el perfeccionamiento de sus materiales se observa con el surgimiento de la agricultura y el paso al estado sedentario, con el que se produjeron nuevas formas de organización, lo que provocó un aumento en la productividad de la comunidad mejorando las condiciones de vida.

Los plásticos naturales como la celulosa y el cuacho se han usado desde hace muchos siglos; los Mayas practicaban comúnmente el juego de pelota con bolas elaboradas con caucho; varias antiguas culturas mexicanas, recubrían algunos tejidos para darles dureza o hacerlos impermeables.

En la India, Sumatra y Ceilán, se aprovecho el látex segregado de ciertos árboles a través de incisiones practicadas en la corteza, que al contacto con el aire se coagula. Posteriormente se escalda en agua hirviendo y se

amasa para obtener otro hule conocido como gutapercha. Sin embargo por siglos paso desapercibido el uso industrial de los hules naturales, debido quizás a la gran cantidad de materiales existentes, o por que sus propiedades estaban muy limitadas. Los primeros plásticos fueron sustancias orgánicas modificadas, como celulosa, que es de las sustancias orgánicas más difundidas en la naturaleza (extraída de la madera), o el caucho que es producto orgánico extraído de los árboles, que la ser vulcanizado, se modifican sus propiedades para aumentar su utilidad.

El dato más antiguo del uso de los materiales plásticos industrialmente, data del 1823 donde Mc. Intosh en Inglaterra impregnó telas con látex de caucho para hacerlas impermeables. Estas compitieron y desplazaron a las que se impregnaban con cera o aceite de ballena en su época. A partir de entonces se voltea hacia el uso de los plásticos.

Después de 133 años, en 1959 se inicia la producción de etileno, por Petróleos Mexicanos, como subproducto de la desintegración catalítica, con el cual se produjo polietileno de alta densidad, acetaldehído y otros. Esta fue la primera actuación del plástico a nivel industrial en México.

1961. Celanese Mexicana entra al negocio de las resinas en México con la venta de acetato de celulosa.

1967. PEMEX inicia el aprovechamiento para fines petroquímicos del etilbenceno en la refinería de Minatitlán Veracruz; produce monómero de estireno en Cd. Madero Tamps, con el cual se producen: poliestireno, Hule estireno butadieno, resinas ABS y SAN, resina poliester, hules de nitrilo, etc.

1970. PEMEX aumenta la producción de etileno en la refinería de Cd. Juárez Tamps, con el que se produjo polietileno de baja densidad, polietileno de alta densidad, acetaldehído y otros. Se inicia la fabricación de alcohol isopropílico en PEMEX. Celanese participa en el mercado de las resinas de ingeniería.

1971. PEMEX es el primer productor en Latinoamérica del monómero de acrílico nitrilo, para la fabricación de fibras acrílicas en la producción de ABS y SAN, hules de nitrilo, etc.

1973. PEMEX inicia la producción del monómero de praxileno en el complejo de Cosoleacaque Veracruz, con el que se fabrica anhídrido ftálico, el cual es ampliamente usado en la fabricación de plastificantes, resinas alquídicas y poliéster.

1975. PEMEX comienza la producción del monómero de butadieno en la planta de Cd. Madero Tamps; sus aplicaciones son hules de butadieno estireno (SBR), hule poplibutadieno, latex, SBR, resinas estireno-butadieno, plásticos ABS.

1984. PEMEX aumenta la producción de monómero de estireno en la Cangrejera, Veracruz.

El desarrollo del plástico en los últimos años ha sido enorme. A nivel nacional se ha expandido con la extensa diversidad expresada en sus cualidades.

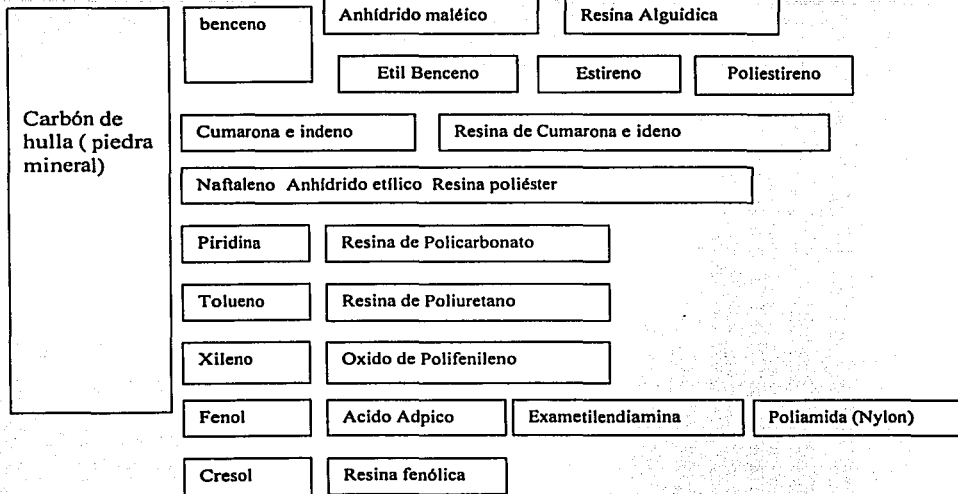
¿De donde se obtienen los materiales plásticos?

En la actualidad se generan materiales plásticos a partir de la polimerización de elementos tales como el carbón, silicio, nitrógeno, cloro, etc. Son tres las fuentes a partir de las cuales se producen plásticos modernos:

- a) Carbón y hulla
- b) Coque y cal
- c) Petróleo

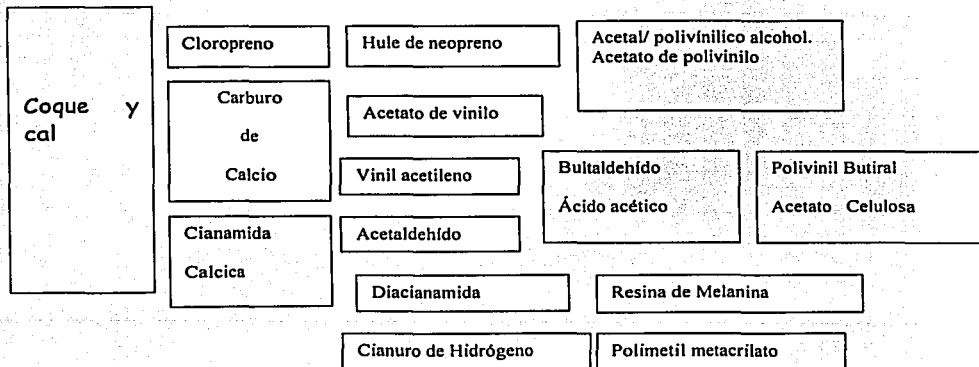
Materia prima básica

Producto Sintetizado



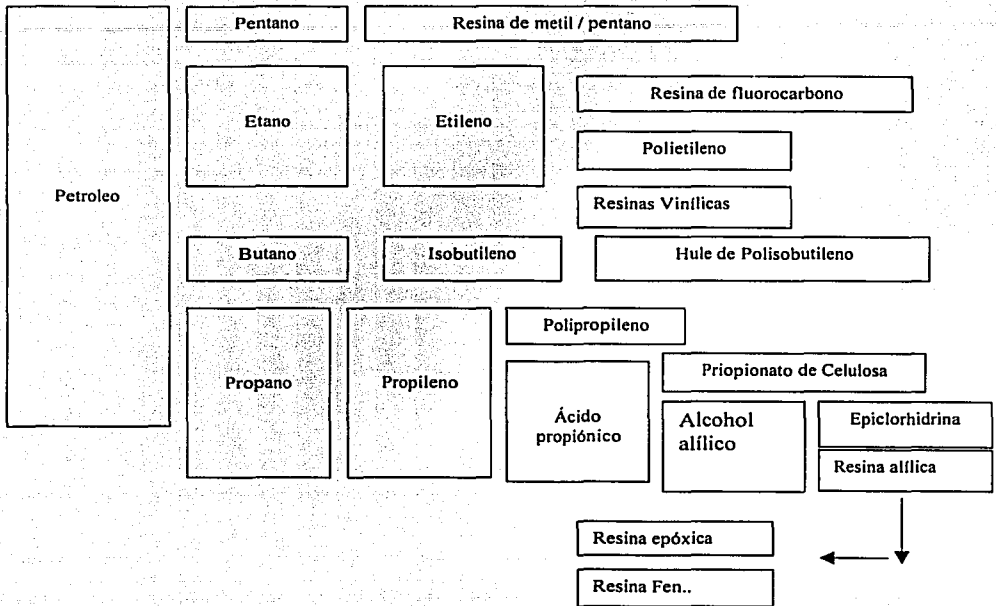
Materia prima básica

Producto Sintetizado



Materia prima básica

Producto Sintetizado



Síntesis de polímeros

Las sustancias poliméricas macromoleculares, se hacen por medio de un cambio o reacción química en las que se altera su naturaleza química fundamental, pasando en la mayoría de los casos de líquidos (monómeros a presión o no) a polímeros, es decir, materiales altamente viscosos o sólidos. Los monómeros son reaccionados principalmente por alguna de las 2 opciones:

- Adición o condensación
- Polimerización por adición

Películas

A grandes rasgos se entiende por película como el material plástico flexible de espesores delgados (12 a 200 micras) que es utilizado para la fabricación de empaques.

Las principales propiedades de las películas se dividen en 3 básicamente:

2.1 MECÁNICAS

- Elongación
- Resistencia a la tensión
- Resistencia al rasgado
- Encogimiento

2.2 OPTICAS

- Brillo
- Opacidad
- Transparencia

2.3 FÍSICAS

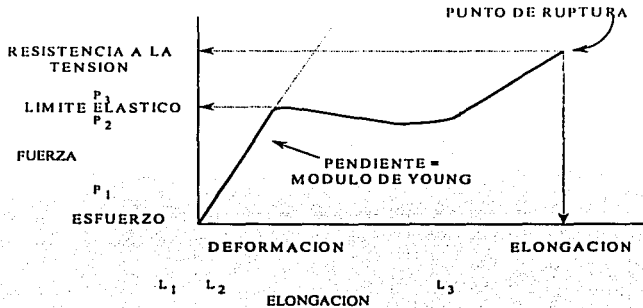
- Densidad
- Sellabilidad
- Deslizamiento (coeficiente de fricción)
- Barrera de oxígeno
- Barrera a la humedad
- Tensión superficial

2.1 PROPIEDADES MECÁNICAS

Para analizar y medir las propiedades mecánicas de los materiales existen varios métodos, pero el más comúnmente utilizado corresponde al método de esfuerzo- deformación.

Por otro lado, la curva esfuerzo-deformación nos proporciona información útil a cerca del material y nos permite hacer comparaciones con otros distintos.

DIAGRAMA ESFUERZO/DEFORMACION CURVA FUERZA/ELONGACION



Para comprender mas a fondo los principios básicos de los métodos es necesario definir los términos principales:

TENSION: Fuerza aplicada / área transversal

DEFORMACIÓN: elongación total/ longitud inicial

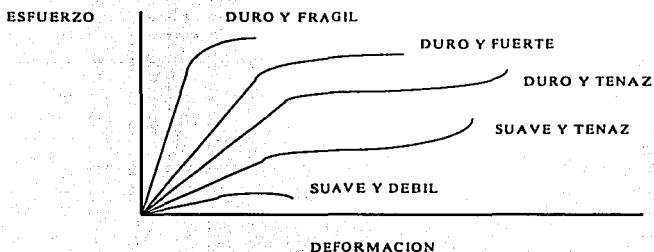
RESISTENCIA A LA TENSIÓN: es el máximo esfuerzo a la tensión que soporta un material.

ELONGACIÓN: Es la elongación media en un punto de ruptura

LÍMITE ELÁSTICO: Es el esfuerzo a la tensión en la cual el material inicia a presentar un comportamiento no elástico.

MODULO DE YOUNG: es la relación entre el esfuerzo y la deformación.

CURVAS ESFUERZO/DEFORMACION



Las películas comúnmente utilizadas para la fabricación de empaques flexibles son aquellas que cuentan con las características que cubran las necesidades de los productos. Entre las más frecuentadas encontramos las siguientes:

Tabla 11.

NOMBRE	ABR.	CARACTERISTICAS
POLIETILENO	PE	Encontramos 3 tipos básicos HDPE; LLDPE Y LDPE. Buena barrera para la humedad.
POLIPROPILENO	BOPP	Mayor temperatura que el polietileno. Baja densidad/ alto rendimiento. Muy buena barrera para la humedad.
POLIESTER	PET	Alta temperatura después de la orientación.
COLORURO DE POLIETILENVINILO	PVC	Rígido, transparente sin plastificante Blando con plastificante.

		Sin barrera.
NYLON	PA	Resistencia a la temperatura. Barrera para el oxígeno. Termoformado.
ACETATO DE POLIETILEN VINILO	EVA	Mas bajo punto de fusión que el LDPE. Material sellador-blando
ALCOHOL DE POLIETILEN VINILO	EVOH	Resina de barrera para el oxigeno Sensibilidad a la humedad/mala barrera para el agua Se emplea como coextrusion- costoso
CLORURO DE POLIVINILIDENO (SARAN)	PVDC	Buena barrera contra el oxigeno y la humedad. Denso
ACIDO POLIETILEN ACRILICO	PEAA	Muy bajo punto de fusión Termoadhesividad. Fuerza de sellado Resistencia a la grasa y a la humedad
POLIMETIL METACRILATO (ACRILICO)	PMMA	Polímero para Ingeniería. Copolímeros: Ceras para piso Sensibilidad a la presión Goma adhesiva Sellador de OPP.
POIETILEN METACRILATO	PEMA	Resina para la laminación por Extrusión
POLIETILEN ETIL ACRILATO	PEEA	Resina para laminación por Extrusión. Adhesión especial al PET
ACIDO POLIETILEN METACRILICO	PEMAA	Resina especial para laminación por Extrusión.

Dentro de las resinas principales utilizadas para la coextrusión, se observan las propiedades de cada una de estas de acuerdo a sus características. A continuación se presentan 2 tablas para determinadas resinas utilizadas en este proceso.

Resinas para coextrusión

Tabla 12.

	1	2	3	4	5	6	7 (F)
HDPE, LDPE		X				X	450
EVA					X	X	450
SARAN	X	X	X			X	375
Ionómeros					X	X	550
PP		X		X			475
PET				X	X		550
PC				X	X		550
Nylon	X		X				550
EVOH	X						400
PAN	X						400
Poliestireno					X	X	375

Propiedades :

1. barrera para el oxígeno
2. barrera para la humedad
3. barrera para el sabor
4. resistencia al calor
5. resistencia
6. termosellabilidad
7. temperatura de procesamiento.

También es de gran importancia conocer la procesabilidad con la que cuentan estos polímeros

Procesabilidad de los polímeros

Tabla 13.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Derretilble en solventes									X											X
Moldeable por Extrusión	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X						X	X
Orientable monaxialmente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X					X	
Orientable biaxialmente	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X					X	
Revestible por extrusión			X	X	X				X	X									X	X
Revestible con emulsión									X	X		X								X
Termoformable					X	X	X	X	X		X	X			X			X		
Moldeable por inyección	X	X	X		X	X	X				X	X	X						X	
Coextruible	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X					X	X
Laminable	X	X	X	X	X	X			X	X			X							X
Metalizable	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

1. HDPE	11. Celofán
2. LLDPE	12. PVC
3. LDPE	13. PS
4. EVA	14. PC
5. PP	15. PAN
6. PET	16. PTFE
7. NYLON	17. PCTFE
8. EVOH	18. CopolyPET
9. PVDC	19. PMMA
10. Ionómeros	20. EMA

2.1.1 RESISTENCIA AL RASGADO

Normalmente la resistencia al rasgado mide la energía necesaria para rasgar una materia. En el caso de las películas plásticas lo que se mide es la energía de propagación del rasgado, debido a que en el plástico se considera complicado iniciarlo.

La propagación al rasgado es una de las características más importantes en las películas para empaque. Por ejemplo, la fabricación de un saco requiere de una baja propagación al rasgado para la generación del producto, pero por otra parte el empaque de algunos alimentos requieren alta propagación para facilitar la apertura.

En muchos casos se utiliza un precorte para la concentración del esfuerzo y así facilitar la apertura del paquete.

2.1.2 RIGIDEZ

La rigidez puede ser considerada como la resistencia que presenta una película a la distorsión. Esta propiedad depende de la naturaleza del material y del calibre del mismo de acuerdo a la siguiente relación:

$$Et^3 = K \quad \text{y} \quad (Et^3)^1 = (Et^3)^2$$

Donde

K= una constante que denota deflexión

t= calibre

E= el modulo de flexión

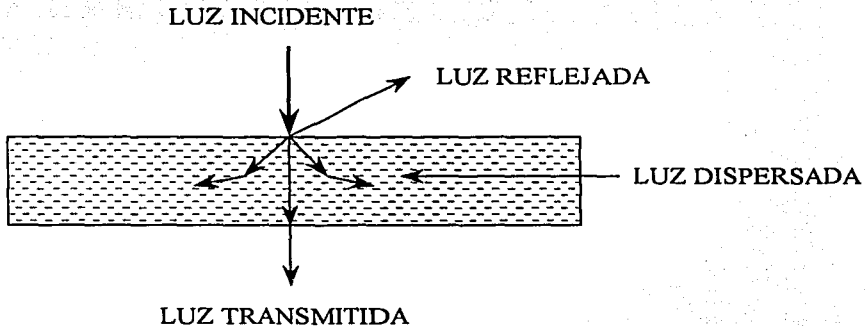
Tabla 14. Propiedades de algunas resinas

PROPIEDAD			PE	BOPP	PET	PVC	PA
ELONGACION	(%)	DM	250	180	100	> 100	90
		TM	600	300	130	> 100	130
RESISTENCIA A LA TENSION	Lb/in ²	DM	4000	200000	320000	1000	34000
		TM	2900	38000	38000	1000	45000
RESISTENCIA AL RASGADO	Lb/in ²	I	600	1000	1000	100	800
		P	300	10	40	60	650
ENCOGINMIENTO		DM	10	8	1.8		**
		TM	6	4	0.5		

- Deformación de la película arriba de 60 C.
- ** Termoformable por efecto de la temperatura.
- I: resistencia al rasgado inicial.
- P: Resistencia al rasgado en propagación.

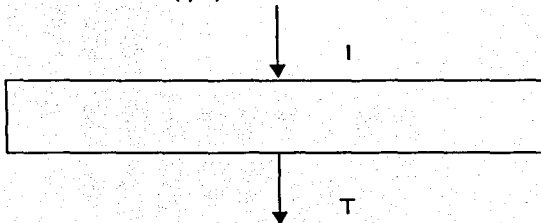
2.2 PROPIEDADES OPTICAS

Las propiedades ópticas se relacionan principalmente con la transparencia y el brillo. Los fenómenos ópticos ocurren cuando un rayo de luz incide en la superficie de la película.



La transmisión de luz es una medida de la cantidad de luz que pasa a través de una película referida como porcentaje de luz incidente.

$$\text{Transmisión de luz} = (I/T)100$$

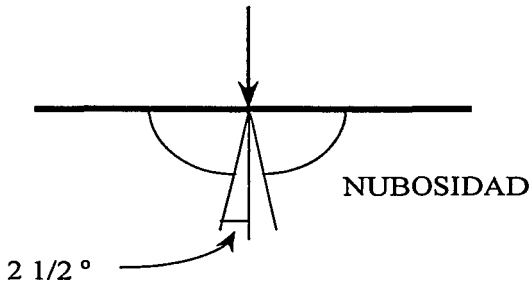


Esta medición se considera como la cantidad de luz transmitida.

2.2.1 NUBOSIDAD DE LA PELICULA

La nubosidad de la película es causada por la dispersión de la luz en la superficie y por la no-homogeneidad que puede provocada por cavidades, cristalinidad, entre otros.

Esta propiedad se define como la medición de la luz transmitida que sufre una dispersión mayor a $2 \frac{1}{2}$ grados.



2.2.2 BRILLO

El brillo se considera como una de las propiedades más importantes de las películas. Es una característica superficial de las películas y se define como la capacidad para medir la reflexión la luz en forma especular (espejo).



REFLEXION ESPECULAR
BRILLO



REFLEXION DIFUSA
MATE

Propiedades de algunas resinas

PROPIEDAD	PE	BOPP	PET	PA
Brillo, 45°	61	85	85	65
Opacidad %	7	2	4	8
Transparencia %	93	98	96	92

2.3 PROPIEDADES FISICAS

2.3.1 SELLADO

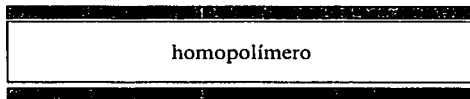
2.3.1.1 SELLADO AL CALOR

El sellado al calor es uno de los métodos más eficientes para unir dos películas. Este proceso consiste en la unión de dos capas sellantes por medio de calor y presión.

Es necesario en la mayoría de los casos realizar laminaciones de películas ya que las características de estas no cumplen con todas las que se requieren. Así, las laminaciones configuran una estructura que en conjunto cumpla con todas las características necesarias.

En el caso del sellado de BOPP con calor, las capas del copolímero tienen una temperatura de ablandamiento más baja que el homopolímero que se encuentra en el centro, por lo tanto las dos capas externas son aquellas que dan la sellabilidad en la estructura.

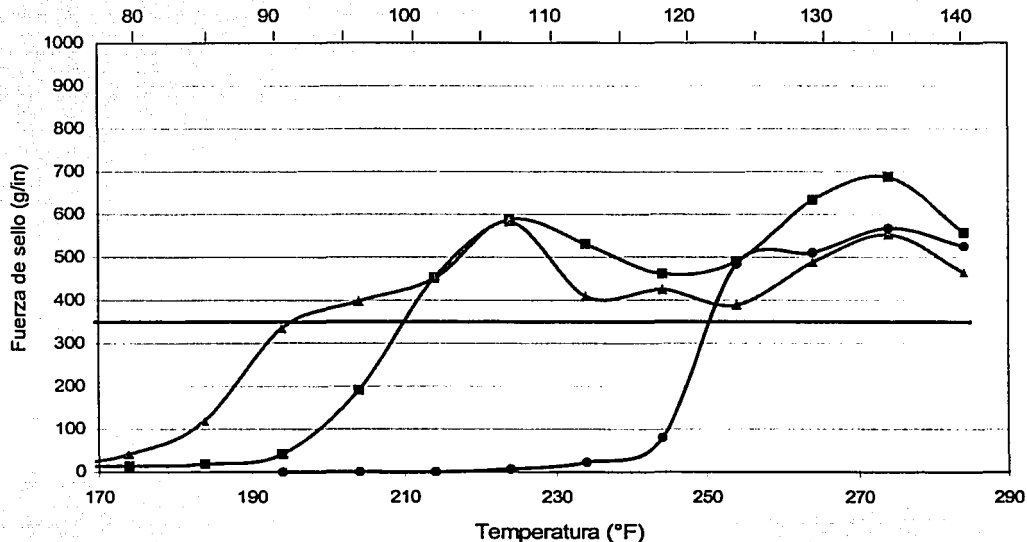
copolímero →



← copolímero

CURVAS COMPARATIVAS DE SELLABILIDAD A ALTA Y NORMAL VELOCIDAD

Comparativo estructuras 15 met Alta hermeticidad (0.5s, 50psi)



CALIDAD DE SELLADO

La calidad del sellado en gran medida determina la calidad del empaque. Los principales parámetros más importantes para determinar la calidad del empaque son los siguientes:

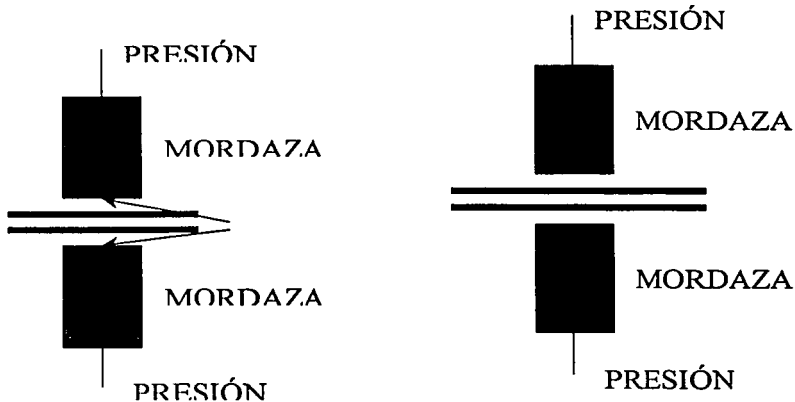
- Temperatura de sellado
- Tiempo de sellado
- Presión de la mordaza
- Perfil y rango de variación de la temperatura

SELLADO DE PELICULAS ORIENTADAS

El sellado de BOPP tiene características especiales referentes al control de la temperatura en las mordazas. Existen dos riesgos principales al no tener un control adecuado de la temperatura al momento de sellar:

- Si el calor es excesivo al momento del sello se puede llegar al punto de ablandamiento del homopolímero provocando como consecuencia el encogimiento de la película.
- Por lo tanto, al llegar al punto de ablandamiento de la película, el enfriamiento es lento permitiendo que se cristalice el BOPP, provocando así en el sello de la película y zonas cercanas, la pérdida de flexibilidad y la transformación a un material quebradizo.

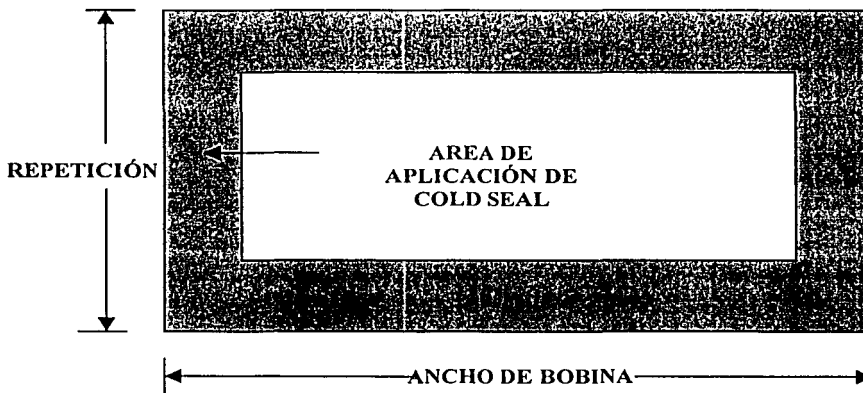
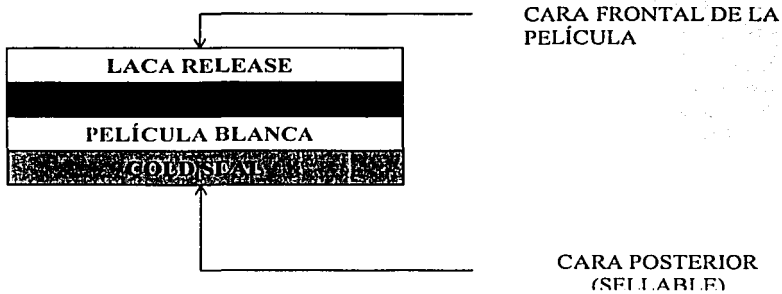
DIFERENTES TIPOS DE SELLADO



2.3.1.3 SELLADO EN FRIO

Además del sellado térmico tradicional existe otro método llamado cold seal o sellado en frío el cual realiza este proceso a temperatura ambiente.

A este tipo de sello es necesario aplicar un adhesivo cold seal y una laca antibloqueante que se denomina laca release.



La aplicación de la laca release es continua sobre toda la cara impresa o frontal. Ambos se aplican a la película por medio de cilindros.

ASPECTOS IMPORTANTES DEL COLD SEAL Y LACA RELEASE

El cold seal es una solución acuosa con aproximadamente 54 % de sólidos. Se recomienda un depósito de 4.1 a 5.7 gramos por metro cuadrado.

La laca release es una laca de poliamida que evita el bloqueo de los rollos y las posibles reacciones de tintas en cold seal. Se recomienda un depósito de 1.2 a 2.0 gramos por metro cuadrado.

Este método de sellado en frío se aplica principalmente en productos que pueden llegar a alterarse por efecto del calor. Un ejemplo claro son los chocolates. El método de sellado es exactamente el mismo pero solamente utilizando presión.

La vida de anaquel del cold seal es aproximadamente de 4 meses. Posteriormente comienza el deterioro de la vida de las lacas sin ser eficientes para el sellado en frío.

2.3.2 DESLIZAMIENTO

El deslizamiento en las películas juega un papel muy importante para permitir llevar a cabo el proceso de conversión. Dependiendo del proceso, el equipo y maquinaria utilizada, la película deberá contar con determinadas características para evitar problemas en las etapas del sistema.

El coeficiente de fricción es un factor verdaderamente importante para evitar contrariedades dentro de la fabricación.

Las películas para su procesamiento deben de cumplir con determinadas características para su conversión en producto terminado. En caso de que estas no cumplan con los requisitos, se deben de exponer a procesos que corrijan sus propiedades hacia los aspectos deseados para su conversión normal.

Uno de los problemas mas comunes que esta ampliamente relacionado con el C.O.F. es el bloqueo. Este consiste en el adherencia de dos películas por tener coeficientes parecidos, por lo tanto, las películas se pegan y provocan grandes problemas en las bobinas al momento de desenrollarlas.

LEYES DE FRICCIÓN

La primera ley de fricción fue establecida por Leonardo determinando lo siguiente:

La fuerza necesaria para iniciar o mantener el movimiento de desplazamiento es proporcional a la carga normal.

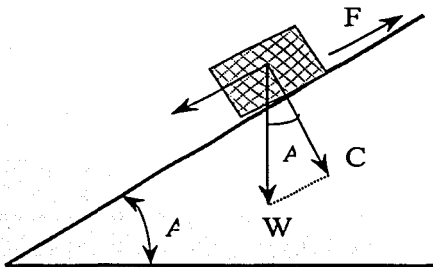
El coeficiente de fricción es independiente del área de contacto.

La tercera ley establece que el C.O.F es independiente de la velocidad.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN

El coeficiente de fricción es la medida de la facilidad con la que una superficie se desliza sobre otra.

Esta propiedad tiene gran importancia para la maquinabilidad del material.



$$\begin{aligned} F &= W \text{ SEN } A \\ C &= W \text{ COS } A \\ \text{C.O.F.} &= F/C \\ \text{C.O.F.} &= \text{TAN } A \end{aligned}$$

El C.O.F. que se muestra en el dibujo se denomina estático. Existe también un C.O.F dinámico que es la fuerza necesaria para mantener el desplazamiento. El C.O.F estático es mayor que el C.O.F. dinámico.

MECANISMO DE FRICCIÓN

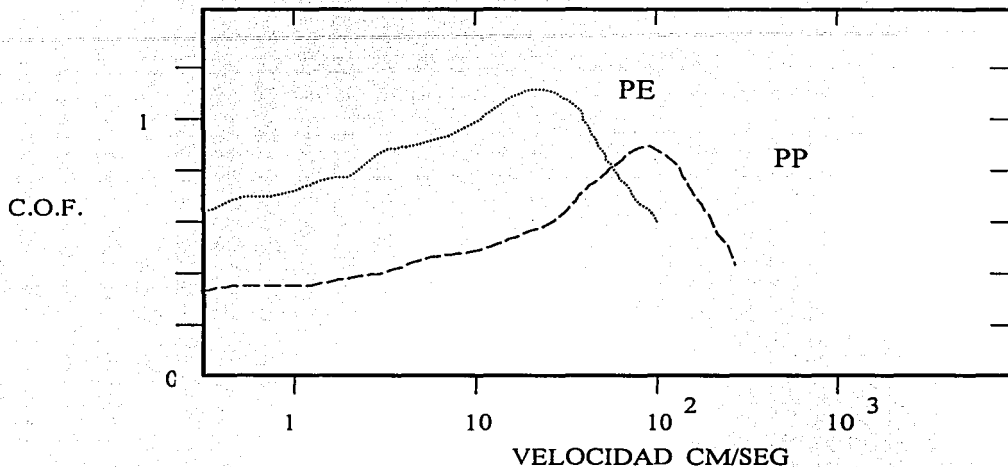


Para lograr el desplazamiento es necesario romper la adhesión en la interfase AA' o realizar un esfuerzo cortante de los materiales del mismo plano (BB' o CC').

Partiendo de lo anterior, la fricción con adhesión queda definida como $F=AS$; donde A es el área de contacto y S es la resistencia al corte del material.

Los efectos de factores A y S son opuestos, por lo tanto, es común encontrar que una gran diversidad de materiales tiene C.O.F. similares.

RELACION DEL C.O.F / VELOCIDAD



Dentro de un determinado rango de velocidades ascendentes, el coeficiente tiende a incrementarse hasta llegar a un punto crítico donde su valor decremanta vistosamente. La utilización de aditivos es básica para minimizar los problemas originarios de este fenómeno.

2.3.3 PERMEABILIDAD

La permeabilidad se define como:

$$\text{Flujo de gas / \acute{a}rea} = P * (P2 - P1) / L$$

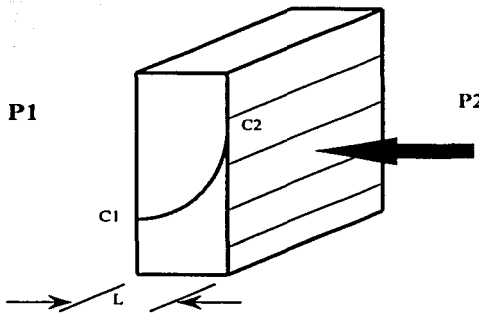
Por otro lado la Ley de Fick define que

$$\text{Flujo de gas/ \acute{a}rea} = D * (C2 - C1) / L$$

Entonces concluimos que:

$P * (P2 - P1) = D (C2 - C1)$, pero la ley de Henry expresa que $C = S * P$

Por lo tanto $P = S * D$



El mecanismo de permeabilidad para efectos de estudio se divide en tres fases:

Fase 1: Se disuelve el gas o el vapor en la película

Fase 2 : Se difunde a través de la película

Fase 3: Se evapora en la cara opuesta de la película

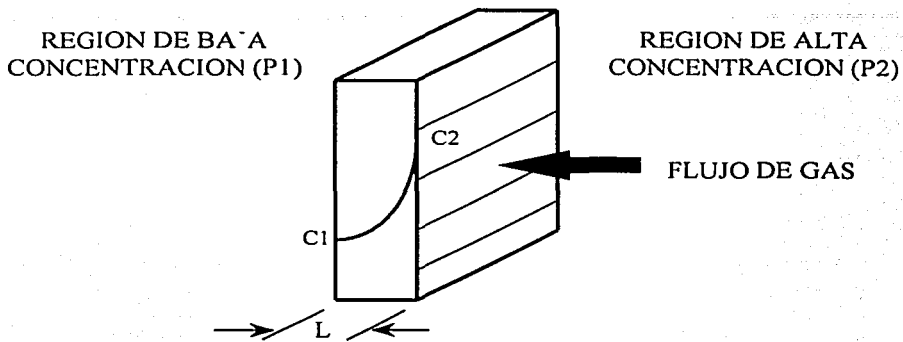
Lo anterior implica que la migración ocurre desde una región de alta concentración hacia una región de baja concentración.

Dentro de las fases de la permeabilidad ocurre el efecto de difusión de la película que queda definido de la siguiente manera:

La ley de difusión se expresa por medio de la ley de Fick que anteriormente se había mencionado al explicar el fenómeno de permeabilidad. Se define como:

Flujo de gas/ área = $D * (C2 - C1) / L$

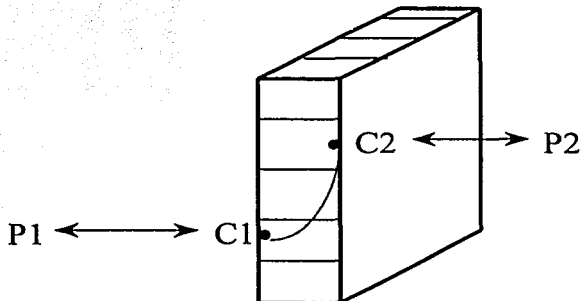
Donde D es coeficiente de difusión.



También la relación de la concentración de una sustancia con la presión es un fenómeno determinado por la Ley de Henry que también tiene relación en el proceso de permeabilidad y queda definida por:

$C = S \cdot P$ donde S es el coeficiente de solubilidad, así

$$C2 = S(P2) \quad \text{y} \quad C1 = S(P1)$$



LA INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA PERMEABILIDAD

El mecanismo de solución/difusión/evaporación depende en gran proporción de la temperatura. En muchos fenómenos físico-químicos la temperatura es un variable muy importante dentro del fenómeno.

La relación que nos permite determinar este comportamiento se define como la ley de Arrhenius que se expresa de la siguiente forma:

$$\ln P = \ln P_0 - HD / RT$$

En base a esta relación se puede obtener cambios en base a la temperatura. Por ejemplo, aquí se expresa el cambio para el WVTR del PET:

$$\log P = 0.887 - 152.7 / T$$

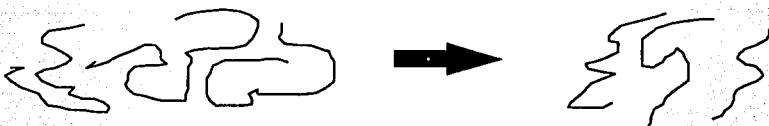
2.3.4 PROCESO DE ORIENTACIÓN

Teoría de la orientación

La orientación molecular que tiene lugar durante el estiramiento de la película se lleva a cabo de la siguiente forma:

Abajo de la temperatura de transición vítrea (T_g) las cadenas del polímero son rígidas. A la temperatura de transición vítrea las cadenas son más flexibles y pueden estirarse cuando se les aplica una fuerza.

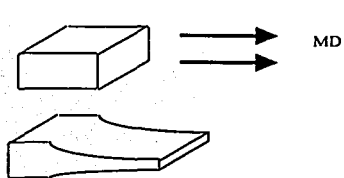
Si un material de plástico es calentado arriba de la temperatura T_g y se le aplica una fuerza monoaxial y biaxial, las moléculas del polímeros se estiran y se deslizan unas con otras.



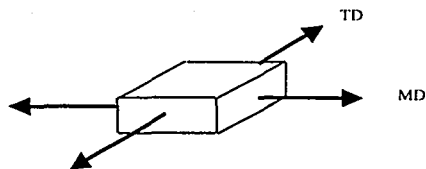
La orientación biaxial es un proceso en el cual la película plástica es estirada de tal forma que se orientan las cadenas moleculares en forma paralela al plano de la película.

Las películas biorientadas presentan excepcional claridad, resistencia a la tensión y barrera.

Una gran cantidad de plásticos pueden ser biorientados, pero en la práctica solamente se aplica a algunos.



ORIENTACIÓN



ORIENTACIÓN

EFFECTOS DE LA ORIENTACIÓN EN EL PROPILENO

	PP no orientado	PP orientado
extensibilidad	alta	Muy baja
WVTR	10.0 gm/100 in ² /24 hr	0.32 gm/100 in ² /24 hr
Rigidez	Muy baja	Alta- casi igual al Celofan
Resistencia la rasgado propagada	Alta	Muy baja, muy direccional
Termosellabilidad	Si 350-450 F	No, distorsiona
Densidad	0.902	0.902
Propiedades Opticas (Nebulosidad)	Excelente 0.5-1.0	Excelente 0.5-1.0
Receptividad de la superficie a tintas, adhesivos y cubiertas	Baja	Baja
Barrera para el oxígeno	mala	Mala

2.3.4 PROPIEDADES DE BARRERA

Uno de los principales objetivos al fabricar un empaque es que cumpla con características adecuadas en base a las distintas propiedades que debe desarrollar para cumplir con las necesidades del producto. Es de vital importancia que el empaque posea distintas propiedades para protección, vida de anaquel y otros factores básicos dentro de las especificaciones del producto. Las denominadas barreras son factores esenciales en el empaque para mantener el producto en condiciones óptimas.

2.3.4.1 BARRERA DE SABOR Y AROMA

Dentro del mercado de alimentos, hay características básicas para el producto que cuenta con las propiedades necesarias que demanda el cliente. Las características de la película envolvente debe cumplir los requisitos para mantener el producto en condiciones aceptables para su consumo. Por otra parte, dos de los factores sumamente importantes en los productos alimenticios son el aroma y el sabor.

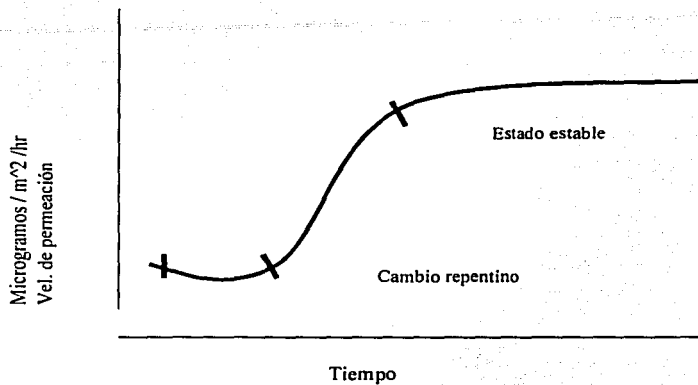
Estos dos juegan un papel muy importante en el segmento alimenticio, donde diferentes factores son básicos para el producto que cuenta con el aroma y sabor determinado.

Existen tres fenómenos que involucran el proceso de expansión e incrustación del sabor y aroma sobre la película, los cuales son: permeabilidad, difusión y solubilidad.

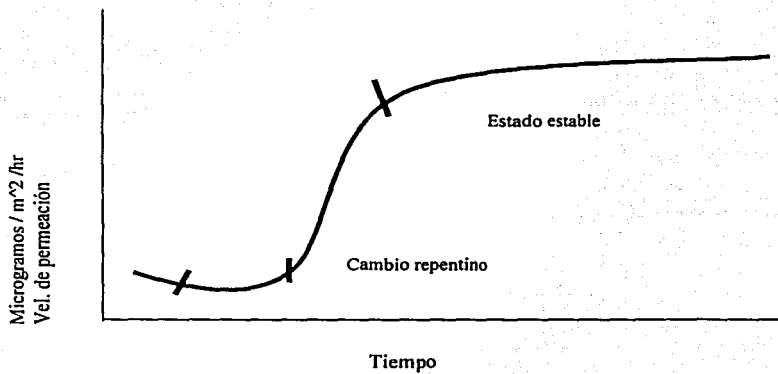
El permeable es el compuesto responsable de difundirse y solubilizarse sobre la película con el fin de llegar al estado estable o equilibrio donde los fenómenos de difusión y solubilidad ya no son perceptibles y la velocidad de permeación permanece constante.

Las representaciones gráficas que se muestran a continuación explican el comportamiento de estos fenómenos, donde hay puntos básicos que marcan las etapas dentro de los procesos.

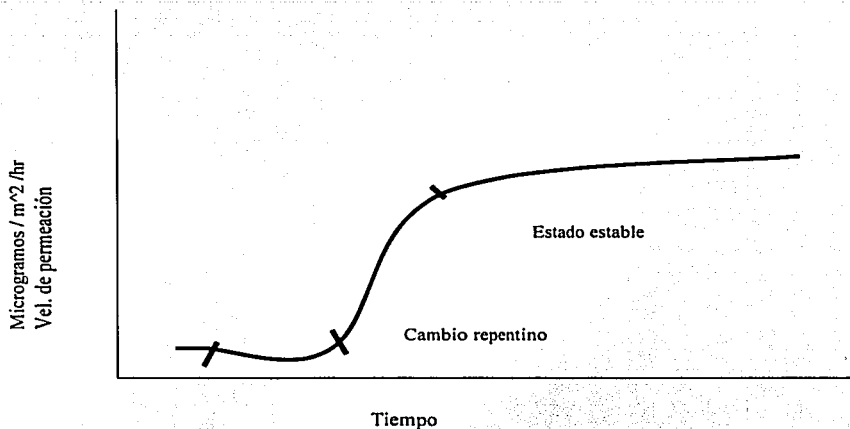
SOLUBILIDAD



DIFUSIÓN



TIEMPO REQUERIDO PARA LLEGAR AL EQUILIBRIO



El limoneno es un saborizante cítrico lima-limón para alimentos. Su permeación tienen un determinado comportamiento según a la película que se aplique, donde la concertación del limoneno siempre es la misma.

Ejemplo

A una concentración de limoneno = 1,973 ppm v/v

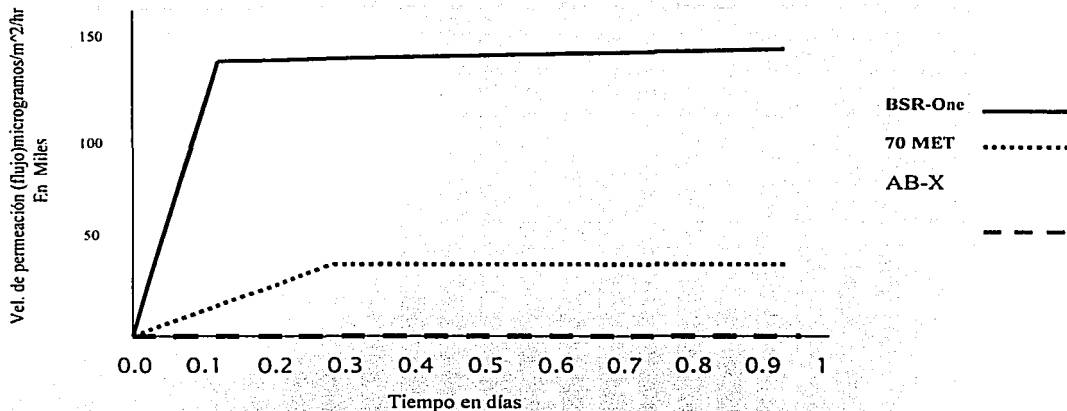
Se aplica a 3 películas.

PELICULA	OTR	DESCRIPCION
AB-X	80	OPP rev: de acril; 2 lados
BSR-One	140	OPP coextruído
70 MET	3	Metalizado, OPP

Dando los siguientes resultados:

PERMEACION DE LIMONENO

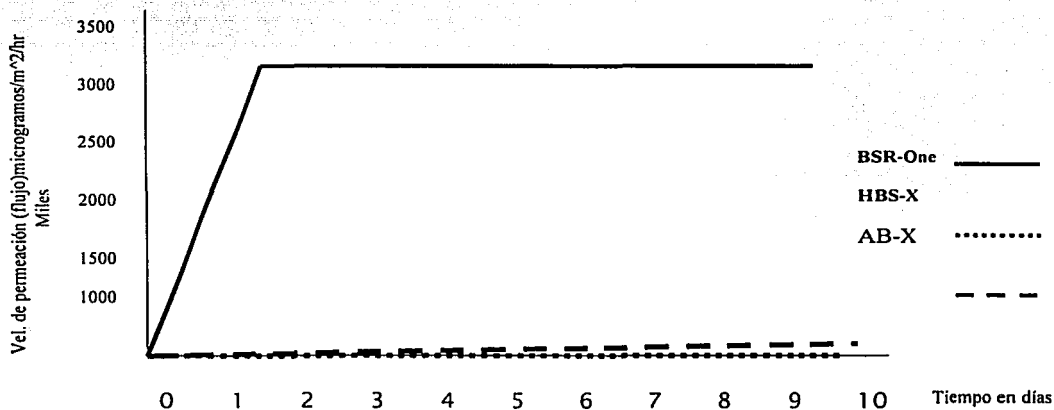
1973 PPMV



El linalol es otro saborizante con sabor floral, cítrico, a limón y a naranja.

Su permeación demuestra el siguiente comportamiento.

PERMEACION DEL LINALOL



COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE BARRERA

Tabla 14.

	WVTR	Transmisión de Oxígeno
Material	G/100 IN ² /DIA	CC/100 IN ² /DIA*
CELOFAN MS	0.5	2.00
V	0.45	0.60
123 VP 58	0.26	0.60
PET SIMPLE	1.30	5.00
M-24	0.9	0.40
METALIZADO	0.1<	0.08
NYLON SIMPLE	25.00	2.60
1/S PVDC	0.20	0.50
ORIENTADO	10.00	1.50
ORIENTADO METALIZADO	0.52	0.05
NITRILOS	5.00	0.80
POLICARBONATO	9.70	258.00
PVDC	0.20	0.50
PVC	4.0+	5-1500.00
PP-MOLDEADO	0.60	85-415.00
OPP SIMPLE	0.35	110.00
PVDC SELLABLE CUBIERTO	0.40	4.00
METALIZADO	0.1<	6.00
HDPE	0.50	150.00
LDPE	1.20	400.00
EVA	3.90	600.00
SURLYN	1.30	320.00
FLURO TRICLORO ETILENO	0.05	2.70
P-ESTIRENO	130.00	423.00

Condiciones

- Aproximadamente lineal al espesor
- Aumenta al doble cada 10 grados C de elevación
- medido a 0% de humedad relativa

2.3.4.2 EFECTO DEL OXIGENO Y DEL VAPOR DE AGUA EN LOS PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN.

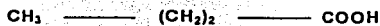
a) Oxidación de los lípidos

Principalmente por su estructura química, los lípidos pueden ser atacados por medio del oxígeno causando efectos no deseados sobre el producto determinado. Cuando existe una barrera deficiente a la transferencia de oxígeno a través del empaque flexible da lugar al proceso de oxidación originando varios efectos, como por ejemplo rancidez.

Existen dos tipos de ácidos grasos.

ÁCIDOS GRASOS SATURADOS E INSATURADOS

SATURADO



Ácido butírico o butanolico

INSATURADO



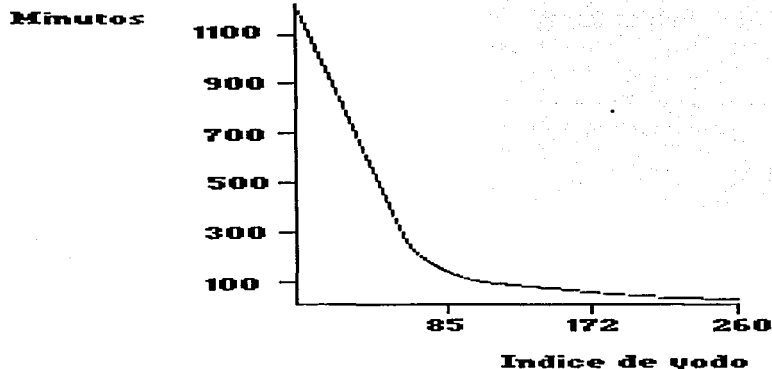
Ácido oleico
Ácido octadeca-9-enolico

Las reacciones de los lípidos son de tipo autocatalítico ya que generan compuestos que mantienen y aceleran las reacciones. Entre los productos sintetizados se encuentran algunos de peso molecular que les confiere el olor característico a las grasas oxidadas.

El índice de yodo es un factor que nos indica el deterioro de los ácidos grasos. A mayor índice de yodo el ácido graso se deteriorará con mas rapidez que los restantes. Los ácidos grasos insaturados necesitan menos tiempo para absorber la misma cantidad de oxígeno por lo tanto su oxidación se lleva a cabo mas rápido.

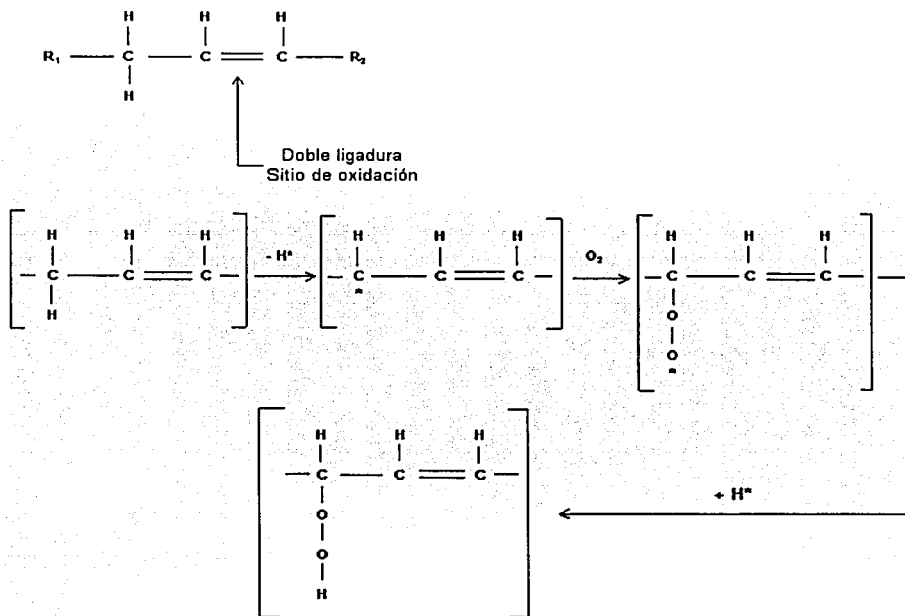
El índice de yodo se define como los gramos de yodo necesarios para reaccionar con un gramo de lípido. Entre mayor sea el numero de instauraciones, mayor será el índice de yodo.

a) Tiempo para absorber un gramo de oxígeno por kilogramo de ésteres metálicos de los ácido esteárico, oleico, linoléico y linolénico.

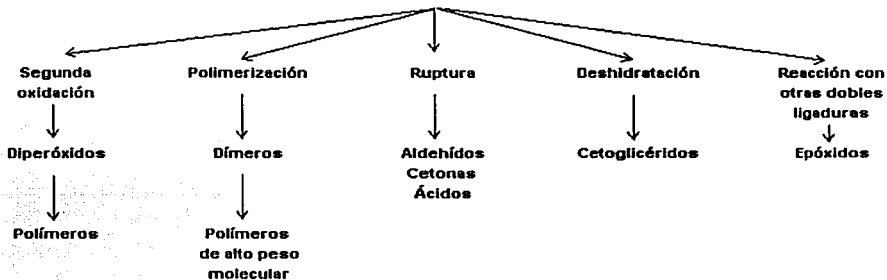


ÁCIDO GRASO	ÍNDICE DE YODO
Esteárico	0
Oleico	85.6
Linoleico	172.4
Linolénico	260.4

MECANISMO DE OXIDACIÓN ACIDOS GRASOS INSATURADOS



SUSTANCIAS PRODUCIDAS A PARTIR DE LOS HIDROPERÓXIDOS



b) Reblandecimiento o endurecimiento del alimento

Si por determinadas circunstancias el empaque permite el paso del vapor del agua hacia el producto, esto dará origen a varios fenómenos que afectarán al estado ideal del mismo.

La humedad relativa que se presente dentro de la atmósfera del producto determinará el efecto que alterará las condiciones óptimas del producto.

En caso que la humedad relativa sea considerablemente alta, entonces el producto absorberá el agua presente en el ambiente provocando su reblandecimiento y dando lugar al nacimiento de colonias microbianas llevando así a la descomposición del producto.

Por otro lado, si las condiciones de humedad relativa permanecen en un nivel bajo, el efecto del ambiente sobre el producto será inverso, provocando que la atmósfera absorba agua del producto logrando así endurecerlo.

Como podemos ver una deficiente barrera tanto al oxígeno como al vapor de agua son efectos perjudiciales para el producto terminado, logrando alterar las condiciones óptimas para su consumo.

EJEMPLO: CALCULO DE LA VIDA DEL PRODUCTO EN ALMACENAMIENTO PARA EL OXIGENO.

Determinación del espesor de la película para varios polímeros a 23 C (73 F) y 1 atmósfera de presión.

Suponer:

- 2 ppm arruina el producto
- área de empaque 100 in²
- 1 lb de relleno (454 g)

determinar que 2ppm de oxígeno por una libra de relleno = 0.000908 g de oxígeno, pero el peso molecular del oxígeno es de 32 g, por lo tanto es = 0.0000284 moles de oxígeno y 1 mol de oxígeno ocupa 22414 cc a STP, entonces necesitamos 0.636 cc de oxígeno difundidos para arruinar el paquete.

CALCULO DE VIDA DEL PRODUCTO EN EL ALMACENAMIENTO PARA EL OXIGENO

Material	T O ₂ a 23 C in ² /24 hr/atm	Vida de almacenaje para película de 1 mm (días)	Espesor de la película durante 365 días de vida de almacén
PP orientado	163	1 <	
Poliestireno	260	1 <	
Nylon 6 mold	5.08	1 <	
Nylon 6 orientado	1.78	1 <	
Barex 210 AN	0.80	0.8	456
Saran VC PVDC	0.15	4.2	87
EVAL G	0.116	5.5	66
EVAL H	0.025	25.4	14.4
EVAL L	0.006	106	3.4

2.3.4.3 CONCEPTO DE VIDA UTIL

Durante los últimos 20 años, los estudios de vida útil han sido un valioso logro del grupo de desarrollo Comercial técnico. Estos estudios han tenido una evolución desde sus comienzos en los laboratorios de ensayos analíticos hasta convertirse en una entidad íntegra.

La vida útil ha sido definida como el lapso transcurrido entre el envasado y la apertura de un producto durante el cual se mantiene una calidad aceptable. El éxito de un producto y de la compañía que lo elabora suele depender únicamente del mantenimiento de la calidad a pesar de las variaciones de temperatura y humedad que soporta desde el empaçado o envasado hasta el almacenado, atravesando distintas condiciones, atravesando distintas condiciones de distribución y venta al por menor.

Hay una cantidad de factores a considerar cuando se trata de determinar cual es el material de empaque mas apropiado para cierto producto. Previamente a la evaluación de materiales de empaque se requiere conocer la sensibilidad del producto. A fin de establecer si cierto material satisface los requisitos para mantener la integridad del producto, será necesario examinar sus propiedades físicas, químicas y también si se puede actuar como barrera.

FORMAS DE DEGRADACIÓN DEL PRODUCTO

La pérdida o ganancia de humedad es un tipo de degradación física que puede ocurrirle a un producto, cuyo resultado es la disminución de la vida útil. Si el productor de alimentos establece los límites de pérdida - ganancia de humedad del artículo alimenticio, elegir un material que cumpla con la tasa de transmisión de vapor de agua ideal debería ser de primordial importancia.

La oxidación de los lípidos entra en la categoría de deterioro químico de alimento. Las grasas no saturadas se encuentran en los artículos tales

como las nueces y bocadillos fritos se oxidan a través del método de radical libre. Es resultado es la rotura de los aceites y la producción de sabores y olores extraños(aldehídos y acetona), lo que nos hace deseable el consumo del producto. Es posible demorar la aparición de la rancidez agregando antioxidantes a los alimentos, llenando de gas el paquete, o envasando el producto dentro de materiales con una baja tasa de transmisión de oxígeno.

La aparición del moho es otra forma que puede afectar la vida útil. Este método de deterioro se observa en productos de panadería y cierto tipo de golosinas. La tasa de enmohecimiento es principalmente una función de ñas condiciones ambientales a las que se expone el paquete/producto y podría verse afectada por las propiedades de actuar como barrera del material envasado.

PROBLEMAS DE DISEÑOS DE ENVASES

Deben de examinarse muchas de las propiedades de las películas plásticas antes de definir el material en el empaque del producto. Puede tener importancia la resistencia y flexibilidad de la película plástica si el producto requiere un material que evite la rotura excesiva y además soporte los rigores de almacenamiento y la distribución. Debido a los golpes y vibraciones que soporta en el interior de una caja dentro de la cual se despacha el producto, el paquete podrá tener sellos abiertos, rasgaduras, hendiduras o un aspecto pobre en general al término del ciclo de la distribución.

Para los productores de alimentos sensibles a los aromas sería importante contar con una película plástica capaz de proteger al producto de la penetración de los olores y sabores. Del mismo modo, los alimentos muy sazonados requieren de envases que mantengan esas características. La transmisión de aromas a través de una película no es tan uniforme como la penetración de la humedad o el oxígeno, debido al distinto tamaño molecular de sus componentes. Hace poco los laboratorios de ensayo pusieron a disposición equipos especiales que ayudarán a la selección de películas que sirvan eficazmente de barreras para aromas y sabores.

Resulta crítica la propiedad de transmisión de la luz de un envase cuando el producto es susceptible a reacciones de oxidación. El efecto deletéreo de la luz sobre los aceites, grasas y productos con contenido de grasa (como bocadillos fríos y nueces) ha sido investigado por numerosos científicos. Los estudios efectuados indican que la tasa de oxidación fue catalizada más fuertes por las ondas de luz de corta longitud. A medida que aumenta la longitud de onda, se observa un decrecimiento en la tasa de oxidación.

Cobra importancia la información concerniente a las propiedades de transmisión de la luz de un material para impedir la pérdida de vida en anaquel cuando el producto alimenticio no contiene conservantes y hay mucho oxígeno.

Para mantener la integridad del producto también es crítico el rápido y efectivo sellado del material del empaque. Un sellado inadecuado podrá tener gran influencia en la vida útil de un producto, aun cuando las propiedades de actuar como barrera del material fueran optimas. Existen varios métodos para medir la resistencia del sellado de la película.

DESAFIOS DEL ENSAYO DE VIDA ÚTIL

El concepto de vida útil ha sido definido como el mantenimiento de un alimento y su correspondiente envase bajo condiciones ambientales o de temperatura y humedad aceleradas, y la posterior medición del tiempo transcurrido hasta que el artículo ya no puede ser vendido al consumidor. Se trata del medio convencional de realizar un estudio de vida útil que también se conoce como estudio de ensayo empírico de vida útil. Un enfoque empírico ocurre cuando el conocimiento se obtiene de la experiencia real y directa. Este método costoso, lento y generalmente no toma en consideración las condiciones de vida real que soportará el producto. Un programa convencional de vida en anaquel solamente podría requerir condiciones ambientales a dos temperaturas (ambiente y 32 C), sin temperaturas de subambiente, dos condiciones de humedad (ambiente y 96 %), sin humedad de subambiente. No incluye temperatura y humedades extremas, ciclos de

temperatura y humedad, ni variación de la presión debida a cambios de altura.

Todo esto puede llevar a una experimentación limitada y por lo tanto a conclusiones incorrectas.

MODELO DE COMPUTACIÓN DE VIDA ÚTIL DE UN PRODUCTO

Un enfoque analítico de ensayo de vida útil es eficiente en tiempo y costo, y es capaz de medir la vida útil de un producto. Este método toma en cuenta el conocimiento obtenido proyectando en conocimiento previo en nuevas situaciones (predictivo). Actualmente existen programas de computación que pueden contribuir a predecir la vida útil de productos sensibles a la humedad. Estos programas predicen reacciones de los productos envasados o empaquetados en la siguiente base:

- Tasa de transmisión de agua de la película o lámina.
- Coeficiente de absorción del producto- la forma la que reacciona la humedad.
- Superficie del material de empaque, menos el área del sello.
- Peso del producto
- Condiciones ambientales
- Nivel inicial y crítico de contenido de humedad de producto.

El uso de este modelo de computación nos ha suministrado resultados rápidos y precisos, al compararlos con el tiempo dedicado a un estudio de vida útil normal. El programa permite simular ciclos de temperatura y humedad que reflejen las condiciones del mundo real a las que podría estar sometido el producto. La única limitación es que no toma en cuenta paquetes imperfectos, con pérdidas o agujeros. No puede predecirse en que magnitud en que magnitud disminuirá la vida útil por esta razón.

3. PROCESO DE FABRICACIÓN Y CONVERSIÓN EN EMPAQUE FLEXIBLE

El proceso de conversión consiste en la transformación de materias primas en productos terminados para su consumo dentro del mercado. En estas etapas de transformación de materias primas en empaque flexible para el segmento de consumo, involucra varios pasos para llegar al producto final.

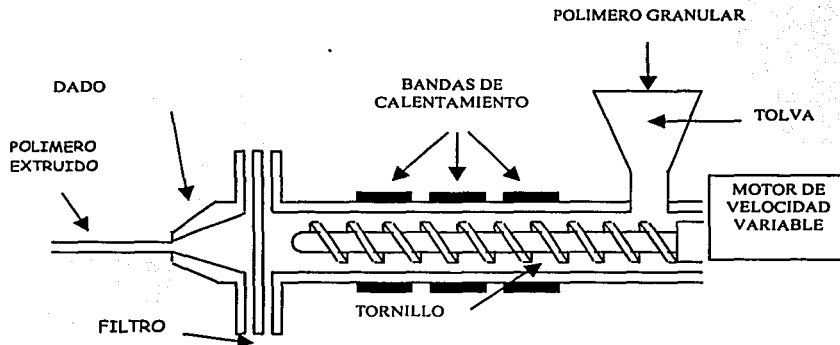
Dentro de este sistema se explicarán las principales etapas ya que la complejidad y la variación de cada secuencia producción dependerá del producto objetivo.

Dependiendo de las características del producto, el proceso será de diferente manera y la variación de las etapas será perceptible en cada uno de los casos.

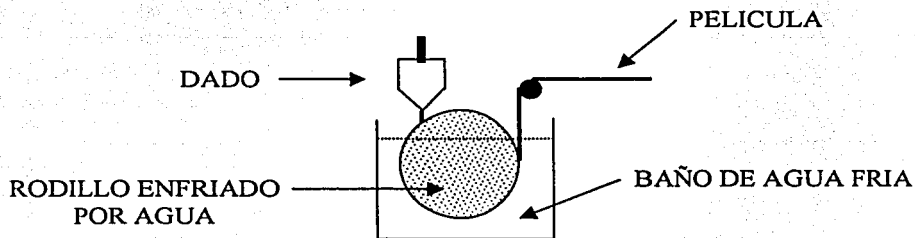
PROCESO DE EXTRUSIÓN

La extrusión no se considera como parte del proceso de conversión, es considerado como la transformación de la resina para su uso adecuado a su destino final.

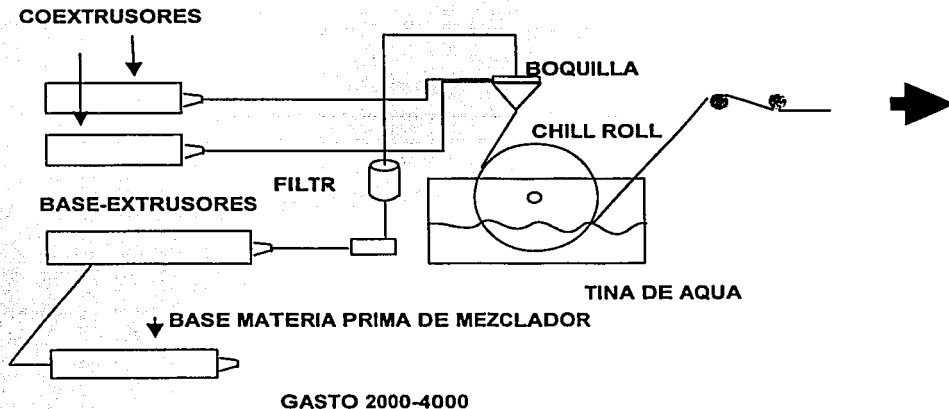
La extrusión es el proceso que consiste en la utilización de un tornillo dentro de un barril o un cañón en donde la resina entra a través de la tolva de la maquina en forma granular o de pellets donde es calentado por conducción y por el calor generado del esfuerzo cortante. Después, la resina calentada entra a la zona del dado del extrusor el cual será encargado de dar la forma necesaria para el proceso



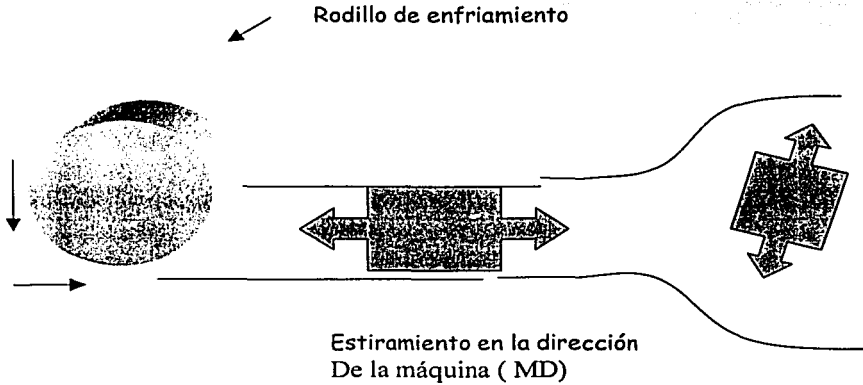
Inmediatamente después de la salida del dado, la resina moldeada se debe de llevar al proceso de enfriamiento que en este caso se realiza por medio de agua fría y a través de un rodillo por el cual la película pasa sumergida para su correspondiente enfriamiento.



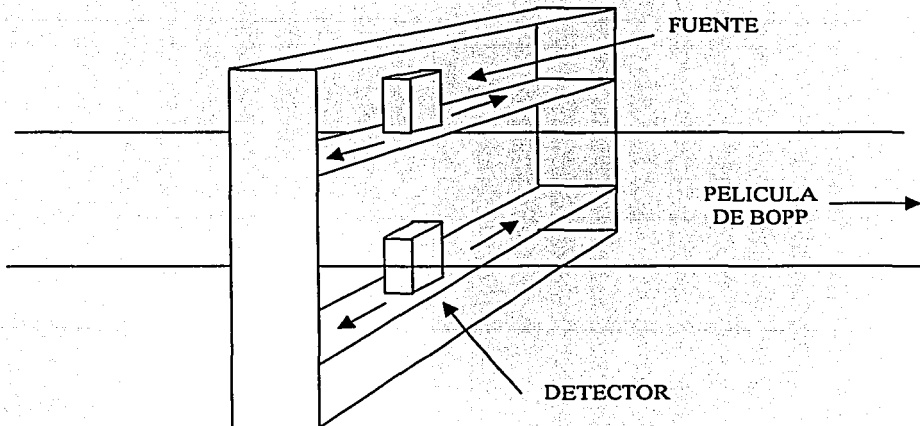
Este es un ejemplo de una línea de fabricación extrusión para película plástica.



Posteriormente continua con el proceso de orientación de la película enfriada por medio de la elongación monoaxial o biaxial provocando el estiramiento longitudinal y transversal de la película. Este proceso ya había sido mencionado con anterioridad dentro de las propiedades de las películas en el capítulo 2.



El calibre también es función del estiramiento dado a la película. Así, el grosor del empaque es posteriormente medido por medio de una fuente radiactiva y un detector.



TRATAMIENTO CORONA

La tensión superficial en las películas también juega un papel muy importante durante todo el proceso. Esta característica es básica para su estudio dentro del campo de los líquidos, pero rara vez se aplica como una variable trascendente en el segmento de los sólidos. Sin

TENSIÓN SUPERFICIAL DE PELÍCULAS FLEXIBLES Y LÍQUIDOS

PELÍCULAS

46 NYLON
43 POLIESTER
42 CELOFÁN

38 PVC, ACRILICO

31 POLIETILENO
29 POLIPROPILENO



LÍQUIDOS

72 AGUA

63 GLICERINA
58 FORMAMIDA

47 GLICOL
43 ANILINA

29 TOLUENO Y TINTAS DE IMPRESIÓN
22 ALCOHO ETÍLICO, ISOPROPILICO

embargo dentro de este proceso es de vital importancia conocer este factor en la película.

El tratamiento corona tiene como finalidad el incrementar la adherencia de la tinta a la película en el proceso de impresión. Este fenómeno está ampliamente relacionado con la tensión superficial. Mientras menor sea la tensión superficial sobre la película en la cual se va a imprimir, la tinta se adherirá de mucho mejor forma a la película, logrando así una buena impresión y evitando problemas de desprendimiento de tinta al estar pegado con otras capas de película.

El ángulo de humectación es una forma de comprobar que calidad de adherencia se logra al momento de la impresión. El siguiente esquema representa los casos que se pueden llegar a presentar.

ÁNGULO DE HUMECTACIÓN



MALA ADHERENCIA

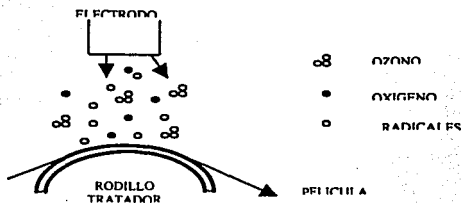
POCA ADHERENCIA

BUENA ADHERENCIA

Así, este tratamiento permite controlar la tensión superficial sobre las caras de las películas con el fin de obtener una mejor absorción e impregnación de la tinta al momento de imprimir.

TRATAMIENTO CORONA

El tratamiento corona consiste en aplicar energía de alta frecuencia (10-30 KHZ) y alto voltaje (10-20 KV) a la película. Con esta energía se logra la formación de ozono y electrones que modifican la estructura de la película al crearse grupos polares mediante un proceso de oxidación.



No solo la película es una variable importante para una buena impresión, sino también el tipo de tinta, los adhesivos en caso de las laminaciones y otros factores básicos dependiendo del proceso que se lleve a cabo. A continuación se presenta una tabla con los niveles de tratamiento recomendados según el proceso.

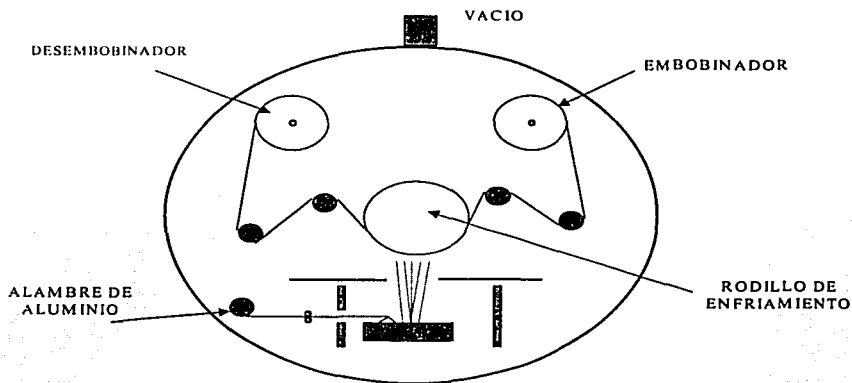
PROCESO	Días/cm
FLEXOGRAFIA	
TINTAS BASE SOLVENTE	36-40
TINTAS BASE AGUA	42-44
ROTOGRABADO	
TINTAS BASE SOLVENTE	38-40
TINTAS BASE AGUA	42-44
LAMINACION	
ADHESIVO BASE SOLVENTE	40-44
ADHESIVO BASE AGUA	44-46
POR EXTRUSION	44-46

METALIZACIÓN

La metalización es uno de los procesos de mayor importancia dentro del segmento del empaque flexible ya que este otorga a la película características de aspecto decorativo y al mismo tiempo barreras contra el oxígeno y la luz.

Este proceso se realiza mediante el calentamiento de alambres de aluminio a una temperatura de 1700 C y una presión de 0.00010 mm de Hg donde el aluminio pasa directamente al estado gaseoso depositándose en pequeños fragmentos sobre la película. La capa que se forma por la impregnación del aluminio gaseoso tiene un espesor aproximado de 0.00002 in, el cual generalmente es medido por medio de otros procedimientos como es la densidad óptica.

PROCESO DE METALIZACION



Una película después del proceso de metalización tiene un calibre 200 micras, una densidad óptica de 2, una barrera a la luz de 1 a 3 %, una WVTR de $0.5 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot 24 \text{ h}$ y una T de oxígeno de $45 \text{ cc} / \text{m}^2 \cdot 24 \text{ hr}$.

IMPRESIÓN

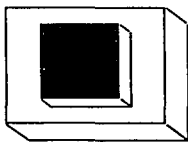
El proceso de impresión del producto no solamente se basa en la impregnación de la tinta sobre la película plástica, sino también envuelve procesos como diseño, separación de color formación y fabricación de cilindros para flexografía o rotograbado.

Arte electrónico

El trabajo de arte electrónico realiza las adecuaciones a las especificaciones del cliente para garantizar una impresión de calidad.

Introduce elementos como gráficos, fotografías y textos al diseño, y así mismo hace la separación de cada color por diseño para el grabado de cilindros en el proceso impresión.

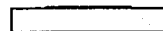
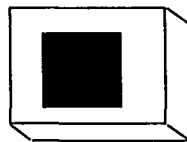
Los procesos de impresión de pueden clasificar de acuerdo a la forma en la que se transfiera la imagen.



ALTO RELIEVE



BAJO RELIEVE



PLANOGRAFICA

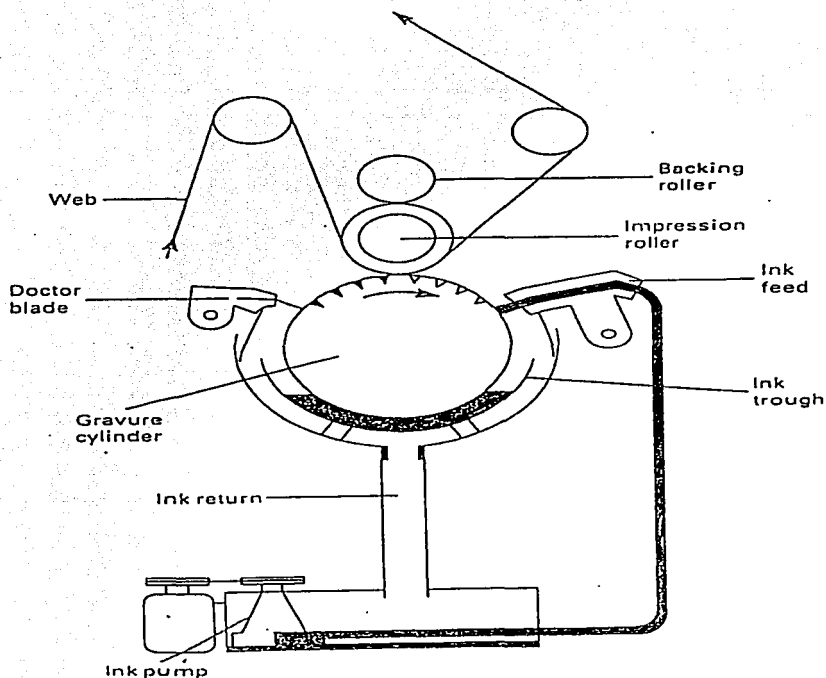
Existen varios procesos para impresión del empaque flexible. En esta caso se explicará uno de los dos procesos mas utilizados a nivel industrial y que representa un alto nivel de calidad de impresión.

Este proceso es:

- Rotograbado

ROTOGRABADO

En este proceso la imagen que desea imprimir es grabada en el cilindro en forma de celdas, las cuales son saturadas de tinta que es depositada y posteriormente impregnada sobre la película. Esto sucede cuando la película pasa entre el rodillo de impresión y el cilindro grabado.



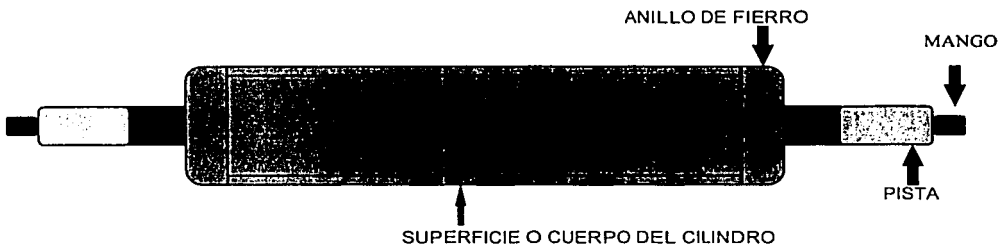
A gravure printing unit

Grabado Rotograbado

El proceso de grabado en el método de impresión roto requiere de la preparación y fabricación de cilindros en base a procesos químicos y electroquímicos. Los cilindros antes de entrar a proceso requieren

tratamiento especial para lograr el estado ideal en cada una de las etapas

El cilindro de hierro es la estructura básica donde se realiza el grabado de las celdas con la finalidad de obtener la calidad de impresión deseada.

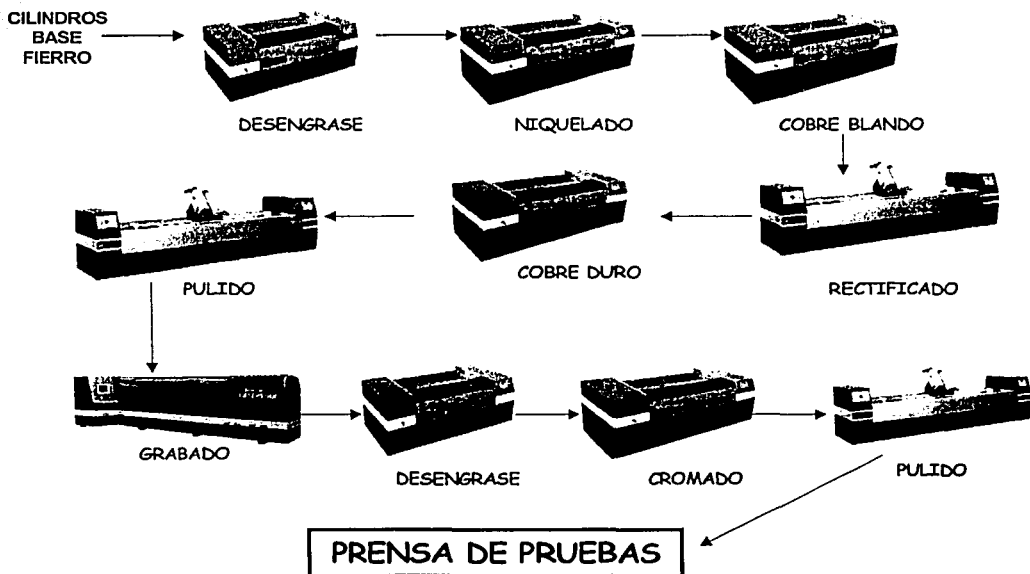


La pista es donde se soporta el cilindro sobre la maquina roto y pulidoras. El cuerpo o superficie del cilindro tiene aproximadamente 1.7 cm de ancho. El anillo de hierro tiene la función de sostener el tubo o superficie de hierro. La capa de níquel a agregar es de 7 micras y la de cobre blando es de aproximadamente 1.0 mm. Posteriormente se rectifica para emparejar el cobre y después se vuelve cobrizar con duro.

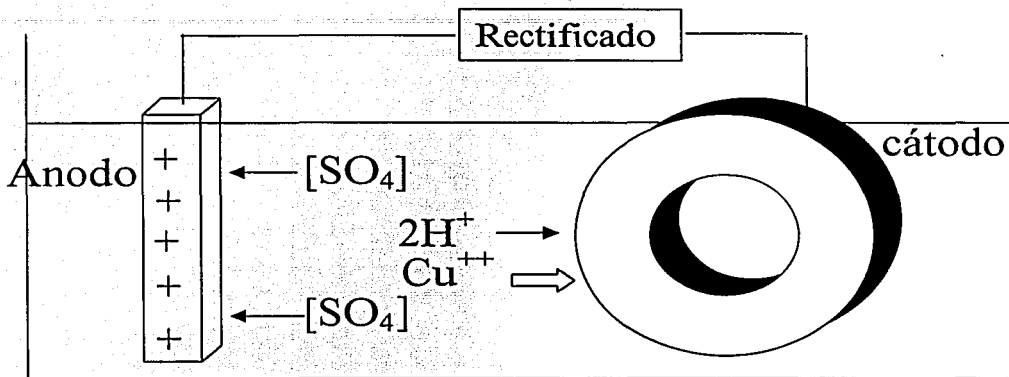
Existen variados tipos de cilindro en base a sus dimensiones. Estos se clasifican de la siguiente manera:

TIPO	LONGITUD	CIRCUNFERENCIA
1	110 cm	46.2 a 89.0
2	130 cm	60.0 a 89.0
3	128 cm	48.1 a 70.0

La siguiente secuencia determina las etapas que debe seguir el cilindro para estar listo en el proceso impresión. Este proceso es necesario para una adecuada calidad en el grabado del cilindro.



El proceso de cobrizado es puramente electroquímico, pues los compuestos iónicos que participan dentro de este proceso tienden a disociarse por medio de la presencia de un ánodo y un cátodo en la solución, lo cual provoca la separación de los mismos. El siguiente esquema muestra la aplicación del proceso sobre los cilindros.



Así, los iones de cobre que poseen mayor carga no permitirán que impurezas se depositen sobre el cilindro.

COBRADIZO BLANDO

Este proceso cuenta con determinadas condiciones de operación con la finalidad de que el fenómeno suceda sobre el cilindro y obtengamos las características necesarias para una impresión de calidad:

- TEMP.-28-32 C
- H₂ SO₄ -- 60-70 g/ L
- CuSO₄ -210-230 g / L
- DENSID.: 15 -20 Amp/ dm
- VOLT: 6 - 8 VOLTS
- TIEMPO : 3 hr * 80 Cent

DESENGRASE

- Antes de aplicar cualquier deposito de algún metal es fundamental que la superficie del cilindro este completamente limpia.
- Los compuestos extraños pueden dividirse burdamente en 3 grupos: grasa o mugre incluye compuestos grasos que han sido aplicados para prevenir la corrosión durante el almacenamiento. La segunda clase son impurezas, como por ejemplo pulidores y esmeriladores que se adhieren en la rectificada. Y por ultimo los óxidos que fueron formados como resultado de un tiempo largo expuestos a la intemperie.
- El desengrase electrolítico se describe como: efecto eléctrico que se aplica el cilindro a través de un cambio de polarización catódica y anódica formándose átomos de hidrogeno en la superficie del cilindro ayudando a sacar las impurezas y partículas de grasa incluyendo las celdas de grabado.

- Este proceso debe de aplicarse antes de niquelar, cobrizar y cromar.
- Tiempo aproximado es de 10 minutos

COBRIZADO DURO

Después del proceso de rectificación para emparejar el cobre depositado en el cobradizo blando, se vuelve a aplicar cobre pero con una dureza mayor. La dureza del cobradizo blando va de 100 a 130 > vickers, mientras que en el cobradizo duro la dureza esta en le rango de 190 a 210 > vickers.

Las condiciones de operación para este proceso son las siguientes:

- TEMP.-28-32 C
- H_2SO_4 -- 60-70 GR / LT
- $CuSO_4$ -210 - 230 GR / LT
- DENSID.: 15 - 20 AMP/ dm
- VOLT: 6 - 8 VOLTS
- TIEMPO : 3 HRS * 80 CENT.
- RPM.: 60 - 80
- ADITIVO ENDURECEDOR

CROMADO

Proceso en el cual se deposita electrolíticamente cromo sobre la superficie de cobre duro previamente grabado con la imagen que solicita el cliente.

El espesor aplicado es de 7 micras aproximado en un tiempo de 25 min.

La temperatura de la solución es de 58.0 a 62.0 C.

Las soluciones son ácido crómico y ácido sulfúrico.

Importante que después del cromado el cilindro sea pasado por el proceso de pulido con una piedra de sílice para quitar la rugosidad que se le forma, ya que esta rugosidad puede provocar en impresión un defecto que se le llama "velo".

PULIDO

El proceso de pulido tiene como principal función retificar o uniformizar la medida del cilindro.

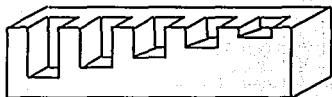
FORMACIÓN

La formación es un proceso por medio del cual se toma una imagen a imprimir y se repite las veces posibles alrededor del cilindro. También se fijan otros aspectos básicos dentro del proceso como son spots, etc.

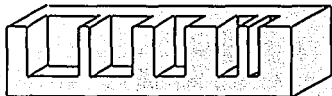
Los cilindros de impresión tienen como función distintas formas de grabado que dependiendo de las necesidades varían las dimensiones de las celdas grabadas.

Esto afecta según la película en la que se va a imprimir y también las tintas que se van a utilizar.

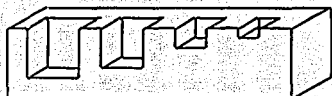
Los tres tipos mas utilizados son los siguientes:



GRABADO CONVENCIONAL
CELDAS DEL MISMO ANCHO Y
DIFERENTE PROFUNDIDAD



GRABADO AUTOTÍPICO
CELDAS DE LA MISMA PROFUNDIDAD Y
DIFERENTE ANCHO

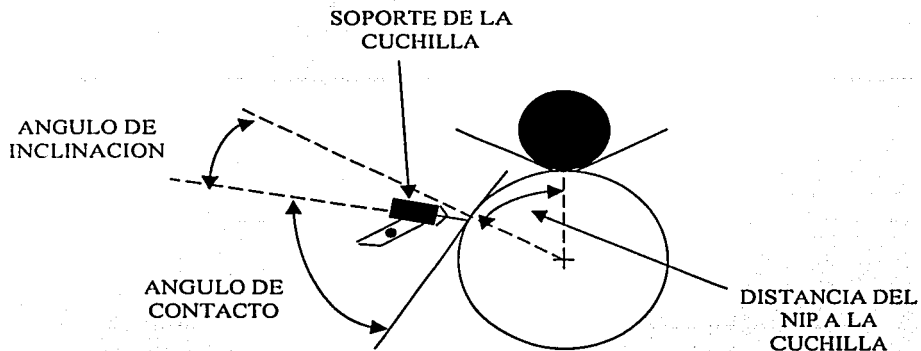


GRABADO ELECTROMECHANICO
CELDAS DE DIFERENTE PROFUNDIDAD Y
ANCHO

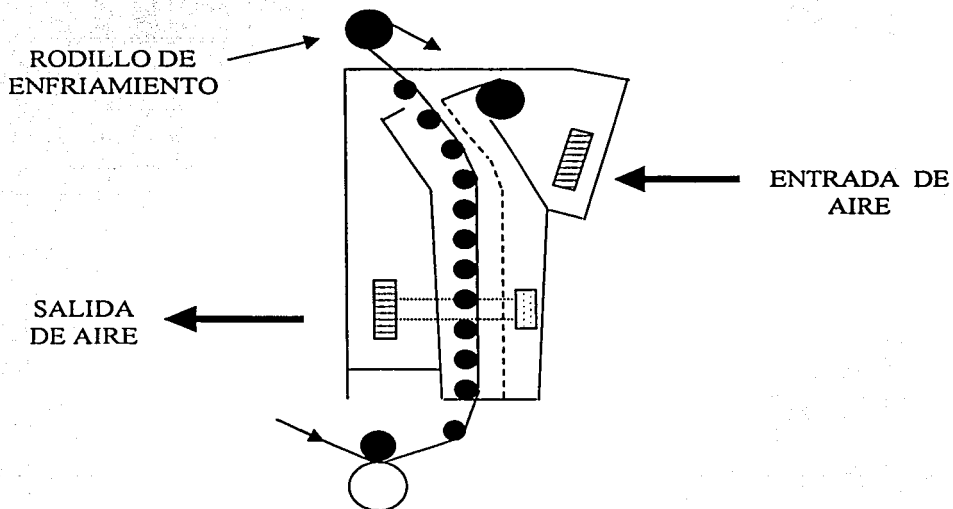
Dentro del proceso de rotograbado existe un componente que se encarga de quitar el exceso de tinta depositadas en las celdas con el mínimo desgaste sobre el cilindro.

Las condiciones que permiten una buena operación son :

- **ANGULO DE LA CUCHILLA**
- **DISTANCIA AL NIP**
- **FILO**
- **PRESION**



El secado es un proceso básico dentro del proceso de conversión, pues hay muchos factores de gran importancia que dependen de que este paso se lleve a cabo de manera correcta y lograr las condiciones optimas para la película.



Uno de los problemas que generalmente se relaciona con la película como se menciono puede tener varias causas:

- *Falta de adherencia de la tinta*

bajo nivel de tratamiento
falta de secado
solvente incorrecto (lento)
tinta no adecuada
exceso de solvente
deposito de tinta alto

Otros también comunes son:

- bloqueo
- registro
- tonos

LAMINACIÓN

La laminación es un proceso mediante el cual se juntan dos (o más) películas para formar una estructura con características que las películas por separado no tienen.

Existen varios procesos para fabricar estructuras laminadas:

LAMINACION HÚMEDA. Se juntan las películas con el adhesivo, el cual seca o evapora después de juntarse las películas.

LAMINACION SECA. Se aplica el adhesivo a una película, se seca y posteriormente se junta con la otra película.

LAMINACION TÉRMICA. Se juntan las películas utilizando presión y temperatura .

LAMINACION 100 % SOLIDOS. Se aplica el adhesivo a una de las películas cerca del punto de unión entre ambas.

ADHESIVOS

Una buena adhesión entre dos superficies depende de un buen contacto molecular. Las fuerzas que involucra este proceso son muy fuertes pero actúan en una distancia muy corta. Si las superficies a nivel microscópico fueran lisas, el contacto y la presión producirían una unión satisfactoria.

En la realidad las superficies son rugosas y es necesario introducir un líquido adhesivo entre las superficies para humedecerlas y llenar los valles entre ellas, de tal forma que el contacto íntimo se lleve a cabo.

Solidificación del adhesivo

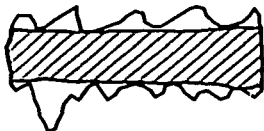
El adhesivo líquido puede ser solidificado de diferentes maneras:

- a) Aplicación de un polímero como fundido que solidifica por enfriamiento entre las películas.
- b) Aplicación de un polímero en solución que solidifica por evaporación del solvente
- c) Por polimerización. El adhesivo polimeriza y forma cadenas cruzadas después de ser aplicado entre las películas.
- d) Por una combinación de b y c.

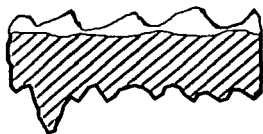
Humectación de las superficies



BUEN MOJADO DE AMBAS SUPERFICIES



POBRE MOJADO EN AMBAS



**LA ADHESION ES SOLO A UNA
DE LAS SUPERFICIES**

CARACTERÍSTICAS DE LOS ADHESIVOS

Los adhesivos para laminación tienen las siguientes características desde el punto de vista del uso final:

- Transparencia.
- No alterar los colores de la impresión.
- Soportar el uso final (doblado, corte, etc.) sin deslaminación.
- Buena resistencia de laminación para evitar el tuneleo.
- Adecuadas fuerzas de laminación de acuerdo al uso.

PROBLEMAS COMUNES EN LA LAMINACIÓN POR ADHESIVO

BAJA FUERZA DE LAMINACIÓN

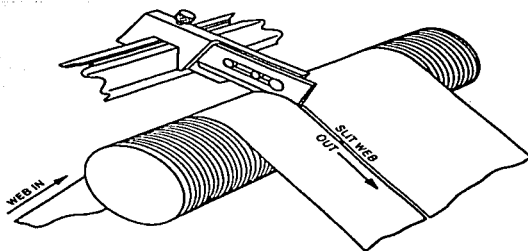
- Deposito bajo de adhesivo
- Adhesivo no apropiado
- Solvente no apropiado
- Baja tensión superficial de la película
- Secado bajo (altos solventes)
- Baja adherencia de la tinta

TUNELEO

- Adhesivo no adecuado
- Tensión no balanceada
- Tensión de embobinado muy alta
- Bajo peso de adhesivo
- Adhesivo cura muy lento

CORTE

Este es otro proceso que puede considerarse como muy sencillo, sin embargo es parte esencial para no mermar el producto terminado.



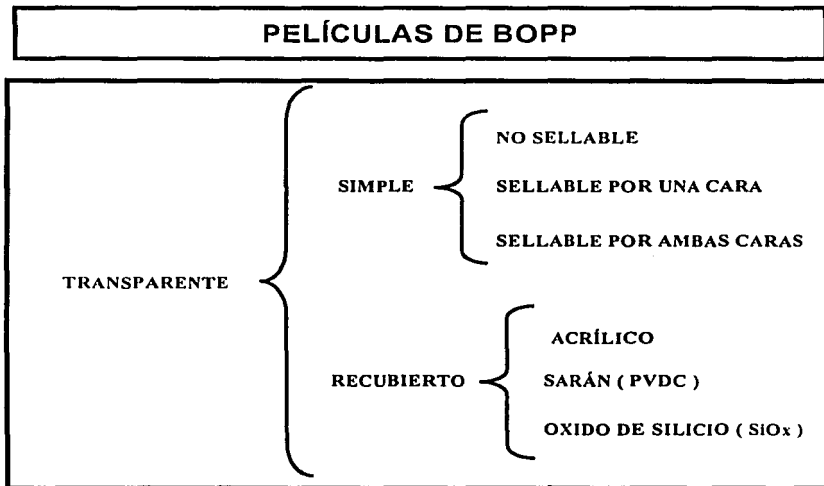
EMBOBINADO

Como parte básica dentro del proceso de conversión se encuentra el embobinado, un proceso sencillo que consiste en enrollar el producto de a cuerdo a la posición requerida.

4. DESARROLLO DEL EMPAQUE FLEXIBLE EN EL MERCADO ACTUAL. PELÍCULAS PLÁSTICAS UTILIZADAS EN EL SEGMENTO INDUSTRIAL.

Las aplicaciones del empaque flexible sobre el mercado pueden ser infinitas. Sin embargo existen películas, laminados, metalizados Y otros desarrollos que actualmente circulan sobre el mercado exitosamente cumplimento con las características demandas según las especificaciones del producto.

Cada uno de los diseños tiene propiedades aplicables a los diferentes productos en los sectores industriales que se desarrollan en los variados segmentos del mercado.



PELÍCULAS DE BOPP

BOPP TRANSPARENTE SIMPLE



PELÍCULA BASE

NO SELLABLE



CAPA SELLABLE

PELÍCULA BASE

SELLABLE POR UNA CARA



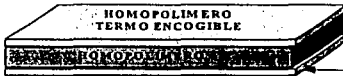
CAPA SELLABLE

PELÍCULA BASE

CAPA SELLABLE

SELLABLE POR DOS CARAS

PELÍCULAS DE BOPP



HOMOPOLIMERO
TERMO ENCIGIBLE

510 CLS - AET

HOMOPOLIMERO CON
ADITIVO DESLIZANTE

BOPP NO SELLABLE
TERMO ENCIGIBLE

PELÍCULAS DE BOPP

BOPP TRANSPARENTE SIMPLE



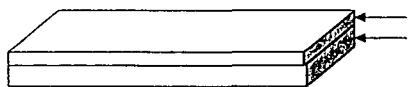
NO SELLABLE



SELLABLE

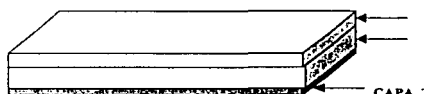
PELÍCULAS DE BOPP

BOPP OPACO



CAPA PIGMENTADA BLANCA
PIGMENTADA
PELÍCULA CAVITADA

**BOPP BLANCO OPACO
NO SELLABLE**



CAPA PIGMENTADA BLANCA
PIGMENTADA
PELÍCULA CAVITADA
CAPA TRANSPARENTE
TERMO ENCOGIBLE

**BOPP BLANCO OPACO
NO SELLABLE TERMO
ENCOGIBLE**

PELÍCULAS DE BOPP

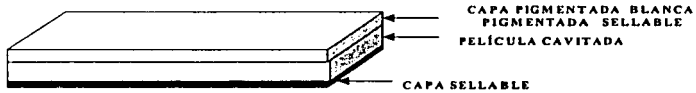
BOPP OPACO



BOPP METALIZADO SELLABLE



BOPP PERLESCENTE SELLABLE



BOPP BLANCO OPACO SELLABLE

PELÍCULAS DE BOPP

PELÍCULAS DE BOPP TRANSPARENTE



NO SELLABLE

48 B503 - AET



SELLABLE POR AMBAS CARAS

**GND - Celanese
 BB - Amtopp
 PST-2 - AET**



SELLABLE POR AMBAS CARAS

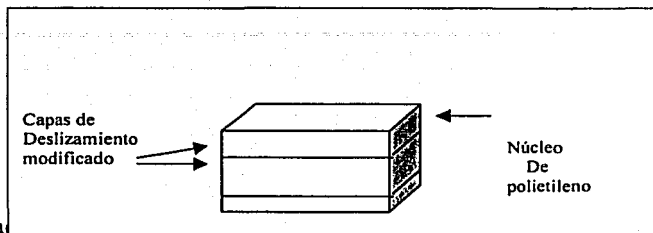
BICOR AB - Mobil

OTRAS PELÍCULAS

- BICOR MWB

Características

- barrera para grasa
- barrera para la humedad
- no sellable



Aplicaciones

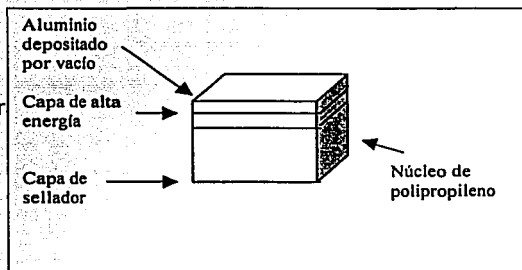
- forro interno para bolsas de paredes múltiples
- para aplicaciones en las que la apariencia no es tan importante como la barrera de humedad y de grasa

Calibres: 0.50, 0.75, 1.00 y 1.20.

Metallyte MET-HB

Características

- película metalizada de alta barrera
- MTS de 85 C, rango de sellado de 38 C
- excelente adhesión en caliente.
- excelente barrera para la luz.



Aplicaciones

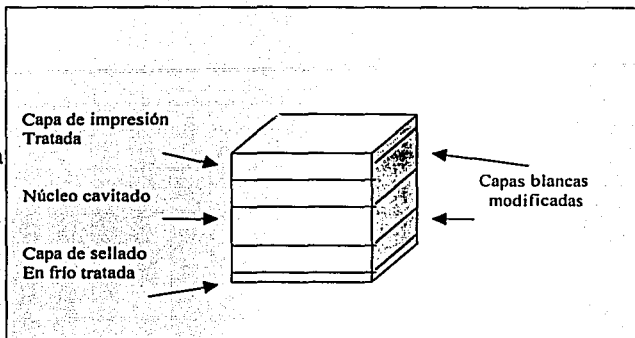
Película interior de laminación en aplicaciones de HFFS y VFFS.

- excelente desempeño en aplicaciones de alta humedad y de barrera de oxígeno
- excelente desempeño en aplicaciones horizontales de alta velocidad.

OPPalyte HM

Características

- aspecto blanco brillante
- tratado por los dos lados
- desempeño excelente en la impresión.
- excelente adhesión del sellado frío
- capacidad de impresión promocional al dorso
- resistente a los dobleces
- integridad estructural superior.



Aplicaciones

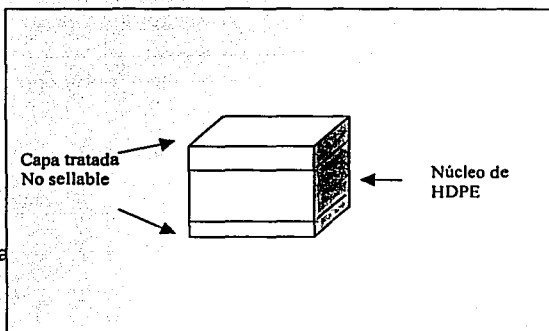
- aplicaciones en las que se desea opacidad
- confitería, panificación, artículos congelados novedosos
- como película interior de laminación o sin soporte con sellado en frío.

Calibres 30 μ , 40 μ , y 50 μ .

Hicor THD-2

Características

- dobleces ciegos, rigidez en la dirección de la máquina
- buena barrera para la humedad no es termosellable.



Aplicaciones

- para aplicaciones de sellado en frío
- calibre : 1.15

5. ¿ POR QUE LOS PLASTICOS?

¿Por que el plástico y no otro material?

Si comparamos las ventajas por las que se puede afirmar que el plástico puede mejorar un producto comparándolo contra los materiales tradicionales, encontramos los siguientes:

- Tienen poco peso
- Son excelentes aislantes eléctricos
- Pueden pigmentarse en casi cualquier color
- Pueden metalizarse
- Son resistentes al agua
- Poseen extraordinaria resistencia a hongos y bacterias
- Son altamente higiénicos
- Son fácilmente adaptables a la producción en serie
- Son excelentes amortiguadores de choques y vibración
- Son excelentes aislantes térmicos
- Son muy agradables al tacto
- Pueden producir una gran gamma de apariencias
- Permiten lograr transparencia
- Tienen excelente resistencia química
- No son alérgicos
- Pueden esterilizarse
- Poseen alta resistencia al impacto
- Son altamente silenciosos

Si los comparamos específicamente con los metales, nos encontramos que:

- No se corroen
- No se oxidan
- No necesitan lubricarse
- Sometidos a flexión no se fatigan tan fácilmente
- Resisten sobrecargas periódicas sin efectos perjudiciales
- Son muy fáciles y rápidos de maquinar
- Manejan tolerancias de producción menos críticas

Aunque las propiedades mencionadas no se logran necesariamente con un solo material, al ser materiales sintetizados por el hombre (a diferencia de los materiales tradicionales), es posible combinar sus diferentes componentes, para obtener casi cualquier propiedad deseada en el producto final, controlado sus variaciones. Es así como en las últimas décadas han surgido los plásticos de ingeniería.

PLASTICOS DE INGENIERIA

La gran diferencia que estos materiales poseen se basa en el gigantesco campo de desarrollo de aplicación. Procesabilidad, compatibilidad y diversidad son suficientes características para crear un mundo inmenso a nivel industrial.

Son claves las especificaciones que se requieren para poder elegir correctamente el material a utilizar como envase y embalaje. Varios factores intervienen conjuntamente para lograr un diseño adecuado en función a los requerimientos que se necesiten.

A continuación se presentan los puntos básicos que requiere el envase de un producto enfocado hacia un mercado de altos requerimientos de calidad, donde las especificaciones son mas numerosas y exigentes

Requisitos:

1. Sellado
2. Apariencia del empaque
3. Protección del producto
4. Procesabilidad

Generalmente el segmento alimenticio, farmacéutico y cuidado personal son los campos que demandan mayor numero de requisitos para el envase por manejan productos delicados.

1. Sellado

El sellado es uno de los puntos más importantes para lograr un empaque de calidad. Los parámetros que miden actualmente la eficiencia de un sello son los siguientes:

❖ Hot Tack

Se traduce como sellado en caliente. Es aplicado a varios productos donde la caracterización del empaque debe ser la fuerza de sello inmediatamente después de haber sido aplicado. Un ejemplo claro es en la producción de azúcar donde el llenado del producto se lleva a cabo segundos después de haber aplicado el sello-base para contener el mismo, por lo tanto la fuerza entre las moléculas del material debe ser lo suficientemente resistente para lograr contener el peso del producto sin que el sello se venza.

La versatilidad de los plásticos nos permite lograr procesos de llenado mucho más eficientes por la gran procesabilidad que presentan estos materiales, además de ofrecer un sello en caliente excelente. Otros materiales por sus propiedades se restringen en este campo por tener por su escaso dominio de aplicación.

❖ Fuerza de sello

El manejo de producto terminado para su distribución, demanda resistencia al impacto, además de una protección adecuada al producto. Los plásticos juegan un papel excepcional en este aspecto.

❖ Sello a través de Contaminantes

La exposición a diferentes condiciones ambientales afecta de manera clara la estabilidad del producto. Un sello deficiente puede ser desastroso para la calidad del producto y vida de anaquel del mismo por la cantidad de compuestos que al estar en contacto directo degradan el estado óptimo del contenido. Generalmente los materiales plásticos

utilizados en el proceso de sellado tienen una temperatura de iniciación de sello excelente, que otros materiales ni siquiera tienen el espectro para entrar este proceso, o sus propiedades no permiten dar un sello adecuado y satisfactorio.

Los principales materiales utilizados en el mundo de los plásticos son los siguientes:

Sellantes

- PEBD (LDPE) Polietileno de Baja Densidad
- PELBD (LLDPE) Polietileno Lineal de Baja Densidad
- PEUBD (ULDPE) Polietileno de Ultra Baja Densidad
- mPE Metaloceno
- EVA Copolímero Etileno con Acetato de Vinilo
- EAA (Ácido acrílico)/ EMAA (Ácido Meta acrílico) Copolímeros Ácidos
- Ionómeros. (Surlyn).

Propiedades de los sellantes

Sellante /Propiedades	Hot Tack	Fuerza de Sello	Iniciación de Sello	Sello con Contaminantes	Adhesión a metal (foil)	Claridad
PEBD	X	X	XX	X	X	XXX
PELBD	XX	XXX	X	XX	X	XX
PEUBD	XX	XXX	XXX	XXX	X	XX
mPE	XXXX	XX	XXXX	XX	X	XXXX
EVA	XX	XXX	XXXX	XXX	--	XXX
EAA/EMAA	XXX	XXX	XXX	XXX	XXXX	XX
Ionómero	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX	XXX	XX

La tabla anterior nos muestra las características de algunos los sellantes mas usados en la actualidad. Observamos el amplio espectro que nos ofrece.

El costo también es un factor importante en función de las bondades de cada resina.

Resinas	USD /lb
LPDE	0.50-0.60
LLPDE	0.45-0.50
EVA	0.65-0.85
Ionómeros	1.30-1.45

Como podemos observar en la tabla anterior los ionómeros son exageradamente caros con respecto a los restantes, sin embargo las excelentes propiedades de estos hacen la diferencia.

2. Apariencia del empaque

El vidrio posee propiedades ópticas como: claridad, pureza y brillo, las cuales dan un aspecto increíble y agradable, que hasta hace algunos años se consideraba como un estado único de este material. Actualmente, los desarrollos de materiales plásticos han logrado igualar y superar las propiedades ópticas del vidrio. Por otra parte la calidad de impresión que permiten los sustratos plásticos son claramente superiores que en vidrio.

En general, los plásticos han creado un mercado extenso para distintos desarrollos en base a diseño, alcanzando niveles excelentes en calidad de impresión.

5. Protección del producto

Actualmente ha sido imposible otorgar la excelente resistencia a la absorción, difusión, y desorción de gas, humedad, sabor o aroma que los materiales metálicos poseen por sustitución de sustratos plásticos. Sin embargo, la diversidad del mundo de las resinas plásticas han logrado alcanzar niveles satisfactorios y adecuados para producción en general.

Las barreras en envase y embalaje son requerimientos clave para mantener al producto que lo demanda en condiciones optimas. De estas dependerá el estado ideal del producto y la vida de anaquel.

<i>Polímero</i>	<i>OTR</i>	<i>WVTR</i>
Nylon 6	2.6	22
Poliétileno Teraftalato (PET)	4.8 – 9.0	1.8 – 3.0
HDPE	150	0.3 - 0.4
Polipropileno	150	0.25 – 0.7
Saran	1.0	0.25

Una vez mas la diversidad de las resinas plásticas nos permiten mantener opciones funcionales en base a sus propiedades.

Procesabilidad

Una de las grandes bondades que poseen los materiales plásticos, se debe a la versatilidad para cambiar sus propiedades tanto físicas como químicas por medio de aditivación.

Existen una gran cantidad de aditivos que permiten transformar las resinas en materiales con determinadas especificaciones para su proceso.

Entre algunos aditivos encontramos los siguientes:

- ❖ **Modificadores de impacto.** Mejoran la resistencia al impacto.
- ❖ **Lubricantes.** Disminuyen la viscosidad del plástico fundido, reducen la adhesión y la fricción en la película durante el proceso.
- ❖ **Plastificantes.** Dan flexibilidad, bajan la dureza, etc.

- ❖ Clareantes. Evitan la opacidad en la película.
- ❖ Colrantes. Dan color.
- ❖ Antiadherentes. Evitan que las películas de plástico se adhieran unas con otras.
- ❖ Antiempañantes. Evita que la película plástica se empañe.

Una vez mas la particularidad que nos ofrece el mundo de las resinas plásticas es la versatilidad y compatibilidad para lograr los requisitos que solicite el producto.

En conclusión el desarrollo del plástico ha sido agigantado en los últimos años, ha impuesto su liderazgo en numerosas mercados industriales por ser flexibles en su proceso y bondadosas en sus propiedades. El crecimiento continua y su desarrollo es fructífero, esperando día con día se logre prosperar y desarrollar con mayor fuerza el infinito potencial del plástico.

Métodos de impresión

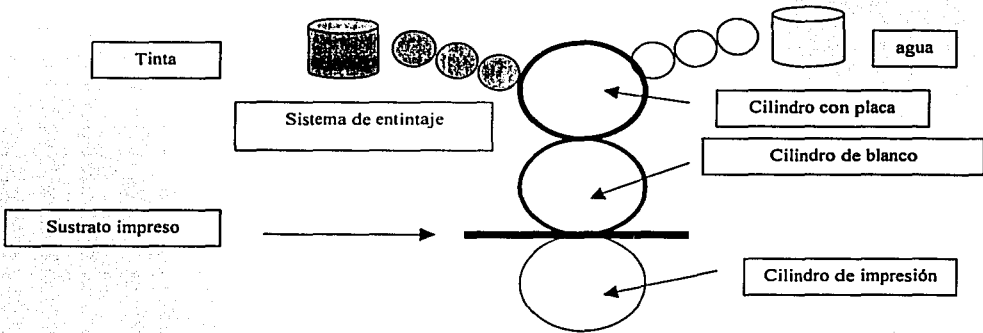
Los sistemas de impresión actuales con mayor mercado son los siguientes:

Material/proceso	OFFSET	ROTOGRABADO	FLEXOGRAFIA	SERIGRAFIA
PAPEL	*	*	*	*
CARTON	*	*		
CORRUGADO			*	
VIDRIO				*
METAL	*			
PLASTICO	*	*	*	*

El plástico y el cartón son dos de los materiales imprimibles en todos los procesos de impresión.

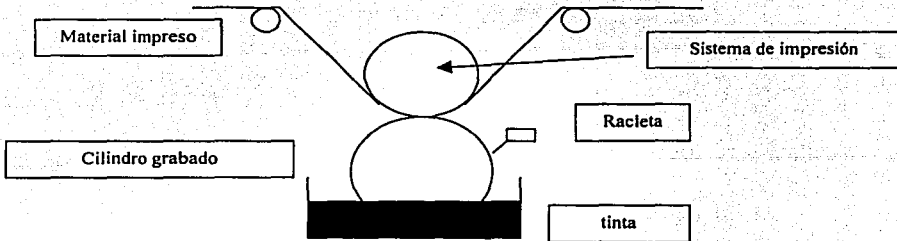
OFFSET

- ❖ Tipo de proceso de impresión: indirecto
- ❖ Dispositivo de impresión: hojas
- ❖ Calidad de la impresión: Excelente
- ❖ Costo de las laminas de impresión: Medio
- ❖ Tiempo de elaboración de las laminas de impresión: una semana
- ❖ Volúmenes de producción requeridos: bajos y altos



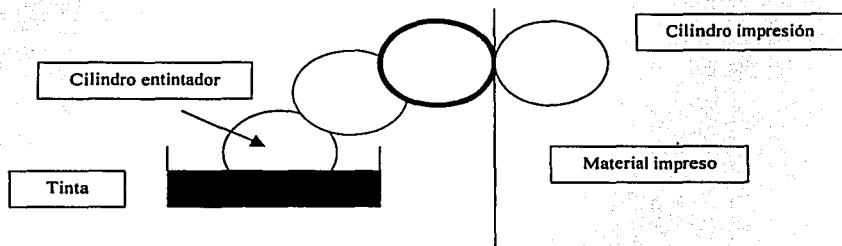
ROTOGRABADO

- ❖ Tipo de proceso de impresión: directo
- ❖ Dispositivo de impresión: rollos o bobinas
- ❖ Calidad de la impresión: Excelente
- ❖ Costo de las laminas de impresión: alto
- ❖ Tiempo de elaboración de las laminas de impresión: un mes
- ❖ Volúmenes de producción requeridos: altos



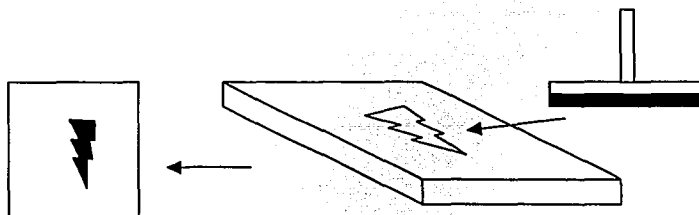
FLEXOGRAFIA

- ❖ Tipo de proceso de impresión: directo
- ❖ Dispositivo de impresión: Laminas o polímero
- ❖ Calidad de la impresión: baja -media
- ❖ Costo de las laminas de impresión: bajo
- ❖ Tiempo de elaboración de las laminas de impresión: una semana
- ❖ Volúmenes de producción requeridos: bajos a medios



SERIGRAFÍA

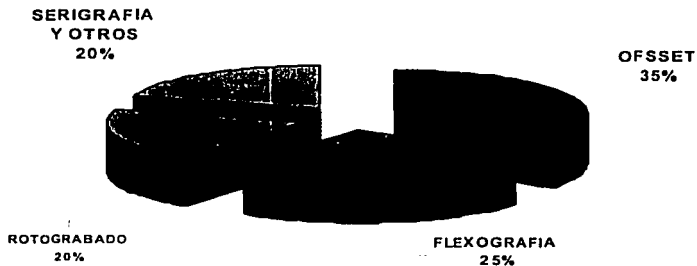
- ❖ Tipo de proceso de impresión: directo
- ❖ Dispositivo de impresión: Pantallas de Nylon
- ❖ Calidad de la impresión: baja
- ❖ Costo de las laminas de impresión: bajo
- ❖ Tiempo de elaboración de las laminas de impresión: una semana
- ❖ Volúmenes de producción requeridos: bajos altos



Como podemos ver también los sistemas de impresión son de gran importancia dentro del proceso de conversión de envase y embalaje. La gran compatibilidad del plástico para su procesabilidad, permite ser viable su conversión dentro de cualquiera de estos sistemas de impresiones actuales.

Actualmente el proceso de impresión que mantiene el mayor porcentaje de mercado es Offset.

SISTEMAS DE IMPRESION



6. CONCLUSION

El envase y embalaje a nivel mundial es un mercado que en los últimos años ha tenido un desarrollo notable por la demanda que se ha presentado y por los desarrollos alcanzados en los diversos campos empresariales.

Las diferentes materias primas son aquellas que permiten el absoluto desarrollo de este mercado que prospera rápidamente por la gran diversidad y extenso mercado que se ofrece a distintos niveles industriales.

El proceso de conversión del empaque flexible plástico se ha desplazado tajantemente a numerosos mercados de envase y embalaje que años atrás eran únicos a nivel comercial. Afortunadamente, este mercado en

la actualidad se encuentra en total desarrollo con una posición satisfactoria en las principales áreas de crecimiento.

Este se considera como un sistema tecnológico de alta calidad y gran diversidad por los múltiples usos que hoy en día es capaz de cubrir en los distintos segmentos industriales.

Es un negocio muy rentable por la cantidad de empresas a nivel nacional e internacional que solicitan de envase y embalaje para los distintos productos en el mercado, donde el plástico se encuentra con grandes expectativas por ser una materia prima con numerosas características y gran factibilidad en su obtención, transformación y uso.

Hoy en día existe todo un universo de empaques flexibles que han logrado satisfacer las necesidades de los productos en el mercado. Tras nuevos desarrollos han cubierto las necesidades de grandes empresas formando una parte fundamental en los aspectos básicos con los que deben cumplir los productos, como son calidad, mercadotecnia, vida de anaquel, etc.

El desarrollo y avance en el campo de investigación referente al envase y embalaje continua a pasos agigantados creciendo aun ritmo impresionante, marcado por desarrollo tecnológico actual que agresivamente se expande con nuevas expectativas. Este mercado se ha transformado en objeto de estudio a nivel internacional por especializados centros de investigación que incansablemente trabajan en nuevos proyectos que continúan siendo un reto para convertidores contemporáneos, y una constante búsqueda de las maravillas que nos ofrece el plástico y sus bondades.

Referencias

- ❖ José Antonio Rodríguez Tarango, Ingeniería y Diseño de Envase y Embalaje, Packaging, Tomo 1, 2, 3 y 4.
- ❖ Universidad del OPP, Spanish flexible Packaging.
- ❖ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).