27

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ADHESIVOS Y SELLADORES EN LA INDUSTRIA QUIMICA

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERA QUIMICA

PRESENTA

JOCELYN CATAÑO SOBRADO

EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

MEXICO, D.F. 2002

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

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	JOSÉ LUIS PADILLA DE ALBA
VOCAL	ERNESTO PÉREZ SANTANA
SECRETARIO	ALEJANDRO IÑIGUEZ HERNÁNDEZ
1ER SUPLENTE	CARLOS GALDEANO BIENZOBAS
2DO SUPLENTE	EDUARDO FLORES PALOMINO

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: FACULTAD DE QUÍMICA. UNAM.

ASESOR: ALEJANDRO IÑIGUEZ HERNÁNDEZ

SUSTENTANTE: JOCELYN CATAÑO SOBRADO

El agradecimiento más profundo que quiero expresar, es a todas aquellas personas que siempre creyeron en mi. Que estuvieron ahí en todo momento dándome aliento y confianza en mi misma. Gracias.

A mi familia (Papá, Mamá, Vane y Gerar) mil gracias por tenerme paciencia y ayudarme a terminar con ésta etapa tan importante en mi vida. Prometo no defraudarlos. Gracias por los consejos, confianza y amor que me han brindado. Y sobre todo, gracias por darle un hermoso y valioso significado a la palabra "familia". Los quiero muchísimo.

A mis amigos... que han sido parte fundamental en mi desarrollo como ser humano. Ustedes me ayudaron a crecer y a darle un enfoque diferente a la vida. Con ustedes aprendí lo grande e invaluable que puede ser la amistad. Gracias por esos regaños, risas, charlas y momentos especiales que me han permitido compartir con cada uno de ustedes: Laura, Dora, Claus, Liz, Lalo, Yesid, Fede, Gerardo, Guli, Toñito, Adrián, Isaac ..... Gracias por escucharme. Siempre los llevaré en mi mente y en mi corazón.

Agradezco de manera muy especial a todas aquellas personas que me ayudaron a lo largo de la carrera. Gracias a DePA por todo el apoyo y el gran compañerismo que me han brindado: Chucho, Fina, Ili, Sayra, Anastacia, Sof, Beto, Tazz, Will, Cabra, Iván, Jorge, Oso, Bit ....

Gracias Dios, por permitirme compartir con todos mis seres queridos cada momento especial.

INTRODUCCIÓN 1

Capítulo I: ANTECEDENTES HISTÓRICOS GENERALES 3
1.1. ADHESIVOS Y SELLADORES EN MÉXICO 6
1.2. DEFINICIONES 8
1.2.1. Formulación general 10

Capítulo II: ADHESIVOS 13
2.1. CLASIFICACIÓN 14
2.1.1. Origen del adhesivo 14
2.1.2. Función del adhesivo 15
2.1.3. Propiedades reológicas 16
2.1.4. Familia química 19
2.2. ESPECIFICACIONES 20
2.3. PROCESOS DE OBTENCIÓN Y PROPIEDADES 21
2.3.1. Adhesivo Acrílico 21
2.3.2. Adhesivo de Caseína 23
2.3.3. Adhesivo Celulósico 24
2.3.4. Adhesivo Cianocrilato 25
2.3.5. Adhesivo de Dextrina 26
2.3.6. Adhesivo de fusión en caliente (Hot-melt) 28
2.3.7. Adhesivo de Hule natural 30
2.3.8. Adhesivo de Neopreno 31
2.3.9. Adhesivo de Poliuretano 32
2.3.10. Adhesivo Polivinílico 33
2.3.11. Adhesivo de Silicón 35
2.4. MERCADOS DE APLICACIÓN 35
2.5. PRUEBAS DE CALIDAD 39
2.5.1. Pruebas de Propiedades Fundamentales 39
2.5.2. Pruebas de Uso Final 42
2.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE ADHESIVOS 46

Capítulo III: SELLADORES 50
3.1. CLASIFICACIÓN 53
3.1.1. Tipos de sellador 53
3.1.2. Capacidad de movimiento 57
3.1.3. Uso final 58
3.1.4. Familia química 58
3.2. ESPECIFICACIONES 59
3.3. PROCESOS DE OBTENCIÓN Y PROPIEDADES 60
3.3.1. Sellador Asfáltico 61
3.3.2. Sellador Acrílico 61
3.3.3. Sellador base Hule Butilo 62

3.3.4. Sellador de Polisulfuro 63
3.3.5. Sellador de Silicón 64
3.3.6. Sellador de Uretano 64
3.4. MERCADOS DE APLICACIÓN 66
3.5. PRUEBAS DE CALIDAD 69
3.6. VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE SELLADORES 71

Capítulo IV: ADHESIVOS Y SELLADORES EN EL MERCADO NACIONAL ... 72
4.1. PANORAMA ECONÓMICO 73
4.2. ANÁLISIS DEL MERCADO NACIONAL 74
4.3. ADHESIVOS 74
4.3.1. Análisis de la demanda 74
4.3.2. Análisis por familia química 80
4.3.3. Análisis por mercado de aplicación 81
4.3.3.1. Automotriz 82
4.3.3.2. Calzado y Cuero 83
4.3.3.3. Empaque Flexible 83
4.3.3.4. Encuadernación 84
4.3.3.5. Etiquetado 84
4.3.3.6. Hágalo Usted Mismo 85
4.3.3.7. Menudeo 85
4.3.3.8. Muebles 86
4.3.3.9. No Tejidos 86
4.3.3.10. Papel 87
4.3.3.11. Tabacalera 88
4.3.4. Importación y Exportación 88
4.3.5. Precios 89
4.4. SELLADORES 91
4.4.1. Análisis de la demanda 91
4.4.2. Análisis por familia química y uso final 95
4.4.3. Importación y Exportación 95
4.4.4. Precios 96
4.5. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MERCADO NACIONAL DE ADHESIVOS Y SELLADORES 97
4.6. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA 99

CONCLUSIONES 102

GLOSARIO 106

ANEXO 113

BIBLIOGRAFÍA 118

INTRODUCCIÓN

A lo largo de los capítulos comprendidos en el presente trabajo, se dará una visión más amplia con lo referente a adhesivos y selladores en la industria química nacional.

El tema de adhesivos y selladores es muy amplio, por lo que, para fines de éste trabajo, únicamente se abarcarán las clasificaciones tanto de familias químicas como de mercados, existentes en México.

El objetivo de éste trabajo es hacer un análisis bibliográfico sobre aspectos teóricos y estadísticos del mercado nacional de adhesivos y selladores.

El capítulo I describe los aspectos más relevantes encontrados en la evolución de éstos materiales desde sus inicios a la actualidad. Es decir, se hará mención a los avances logrados en la industria de adhesivos a nivel mundial y nacional. También se abarcan en éste capítulo algunas definiciones de materiales empleados en la formulación de adhesivos y selladores, necesarias para comprender de mejor forma su función.

En el capítulo II se muestra una descripción más detallada sobre adhesivos; su función, clasificación, mercados terminales, pruebas de calidad, ventajas y desventajas encontradas en el uso de éstos materiales. De igual modo, el capítulo III comprende lo anteriormente mencionado referente a selladores.

Los capítulos anteriores son de gran utilidad para comprender la importancia del uso de dichos materiales en la actualidad. Su desempeño e impacto en la industria química se describe en el capítulo IV, el cual es un análisis del mercado nacional que, entre otros aspectos, muestra las tendencias optimistas en el consumo de éstos productos. Así como información necesaria para mejorar o crear nuevas estrategias de mercado, y con esto, incrementar los niveles de ventas con el fin de ubicar a las empresas nacionales en una mejor posición competitiva dentro de su rama industrial.

Hoy en día, gran parte del desarrollo de los adhesivos y selladores se enfoca en al tiempo de producción y al costo, mejorías ambientales, o aplicaciones a nuevos substratos tales como plásticos, composiciones y cerámicas avanzadas. Debido a la

introducción de nuevas tecnologías se da como resultado la apertura de nuevos mercados de aplicación.

La industria nacional de adhesivos actualmente consume 79,779 Tons. al año. Las ventas reportadas para éstos materiales son de más de 100 MMUSD, pero en cuanto a selladores, se presentaron en el año 2000 ventas de casi 3 MMUSD. Esto es un claro ejemplo del elevado costo de producción de los selladores. Razón por la cual, para cubrir la demanda nacional, se llevan a cabo importaciones que como consecuencia restringe oportunidades de crecimiento productivo en este sector.

Los mercados que demandan mayor cantidad de adhesivo son el mercado del papel, el de calzado y cuero, el empaque flexible y el destinado a distribución. En cuanto a selladores el mercado más importante en México es el de la construcción.

Capítulo I
ANTECEDENTES HISTÓRICOS GENERALES

Los adhesivos y selladores fueron empleados desde hace miles de años, los registros muestran que se han empleado desde hace 3000 años. En un principio, el hombre usó lodo y excremento para construir chozas; método que en algunas regiones del mundo se sigue empleando.

Los primeros cazadores improvisaron armas por su cuenta uniendo, con cera, las plumas a las flechas. En las otras estructuras encontradas los adhesivos se derivaban del betún y la brea.

Existió otra línea seguida del Homo ludens, quien en su afán de expresarse a sí mismo como artista y artesano, rápidamente comprendió métodos apropiados para embellecer superficies.

Los egipcios emplearon como formulación la resina de los árboles y el huevo.

Las cualidades místicas de la sangre fueron usadas como adhesivos por los Aztecas y por sus contemporáneos Europeos Nórdicos.

La torre de Babel probablemente fue construida con la ayuda de brea como sellador.

Las ruinas de Tebas, muestran ollas de pegamento y brochas usadas para chapar sus bases. La mayoría de los adhesivos y selladores empleados en esas épocas provenían de sustancias animales, vegetales y minerales.

Los alquimistas emplearon como adhesivo, mezclas de lima y huevo blanco o queso. En la edad media, los selladores eran hechos de cera de panales.

El vidriado de tejas o azulejos y la adhesión de vidrios clorados a una malla metálica, se convirtieron en técnicas de desarrollo en el Medio Oriente, así como el chapado de madera. El pegamento utilizado para esos propósitos en esencia no ha cambiado a pesar de los miles de años transcurridos.

El desarrollo de modernos adhesivos y selladores poliméricos comenzó al mismo tiempo que la industria del polímero, esto fue a mediados del siglo XVIII. De hecho la

industria de las resinas poliméricas y elastoméricas está vinculada con la de los adhesivos y selladores.

A fines del siglo XVIII se empezaron a emplear otras sustancias como selladores que consistían en una mezcla de polvos rellenadores, pigmentos y aceites.

Para el siglo XIX, se erradicó el uso de cera de panal como sellador principal. El avance tecnológico de los adhesivos, apenas se dio en el siglo XIX. Grandes zancadas se hicieron en la unión de metales durante la Segunda Guerra Mundial.

Durante los últimos cien años se ha visto un rápido descubrimiento en nuevos y mejorados adhesivos sintéticos. El real cambio se dio cuando el proceso de unión con adhesivos se convirtió en parte importante de la producción.

A principios de 1900, los adhesivos poliméricos sintéticos comenzaron a desplazar a gran parte de los productos de origen natural debido a su fuerte adhesión, gran posibilidad de formulación y resistencia superior a condiciones ambientales. Sin embargo, los materiales no poliméricos aún son usados y representan la mayoría de los adhesivos y selladores empleados hoy en día en aplicaciones comunes como unión de materiales porosos como la madera o el papel.

La era de los adhesivos modernos comenzó cerca de 1910 con el desarrollo de los adhesivos de fenol-formaldehído para la industria de la madera.

Hubo un crecimiento considerable entre 1940 y 1950, con el desarrollo de adhesivos y selladores estructurales para la industria aérea militar. El desarrollo de modernos adhesivos y selladores está relacionado con la historia de la industria de la aviación y la aeronáutica. El primer ejercicio de formulación se hizo para prevenir la cristalización e incrementar su fuerza cohesiva sin interferir en sus propiedades de mojado.

La tabla 1.1 muestra lo más notable del desarrollo de productos de adhesivos y selladores.

Con el éxito obtenido en las industrias, se dieron cuenta que los adhesivos se podían emplear para reemplazar de manera económica los métodos mecánicos de unión tales como soldadura, remachado y braceado. De igual forma notaron que los selladores podían ser empleados para prever funciones adicionales.

La ciencia de la adhesión ahora es bien aceptada y se han establecido reglas básicas y métodos para llevar a cabo uniones de alto rendimiento. Hoy en día, gran parte del desarrollo de los adhesivos y selladores se enfoca en el tiempo de producción y el costo, mejorías ambientales, o aplicaciones a nuevos substratos tales como plásticos, composiciones y cerámicas avanzadas.

Esto le ha dado una nueva dimensión a los adhesivos: "los adhesivos son ahora materiales de ingeniería, es decir, son adhesivos industriales". El campo de los adhesivos estructurales seguirá creciendo; así como nuevas aplicaciones y usos para éstos. Su procesamiento depende en gran parte de los parámetros reológicos. La calidad del producto final está gobernada por una interacción entre el adhesivo y el adherente, así como de las propiedades de los componentes.

En un futuro podemos esperar adhesivos resistentes a muy altas temperaturas, y gran estabilidad a los 426°C (800°F) o posiblemente 650°C (1200°F). Los indicadores dicen que los adhesivos que se curan a bajas temperaturas y menos presión estarán disponibles con mejores propiedades que aquellos que actualmente están en uso. La temperatura mas baja, -240°C (-400°F), será mejorada, especialmente en el área de manejo y proceso. Los estudios e investigaciones serán dirigidos a adhesivos con mejor resistencia a la fluidez y la humedad.

Tabla 1.1 Desarrollo histórico de adhesivos y selladores.

Década aproximada	Adhesivo o sellador
Pre 1910	Pegamento de huesos de animales, de pescados y adhesivos vegetales
1910	Fenol-formaldehído y pegamentos de caseína
1920	Celulósicos, resinas alquílicas, hule en adhesivos, policloropreno (neopreno)
1930	Urea-formaldehído, cintas sensibles a la presión, películas de adhesivo de resina fenólica, pegamentos para madera de PVA

1940	Nitril-fenólicos, hule clorado, vinil-fenólicos, acrílicos, poliuretanos
1950	Epóxicos, cianocrilatos, anaeróbicos
1960	Polibenzimazólicos, poliquinoxalínicos
1970	Segunda generación de acrílicos, acrílicos sensibles a la presión, poliuretanos estructurales
1980	Resinas termofijas, epóxicos base agua, adhesivos base agua, hot-melts
1990	Poliuretanos modificados, hot-melt curables, sistemas de curado con UV y luz

1.1. ADHESIVOS Y SELLADORES EN MÉXICO

Como se mencionó anteriormente, la tecnología de los adhesivos ha crecido singularmente, por consiguiente los selladores también han presentado gran auge a lo largo del tiempo. En México, los adhesivos y selladores con mayor presencia en el mercado son determinados, esto se debe a circunstancias tales como la tecnología, costos de producción, importación y exportación, así como la disponibilidad de materias primas requeridas para su elaboración.

En 1990[1] la producción nacional de adhesivos era de poco más de 50,000 Tons., para el año 2000 incrementó a 78,381 Tons. En la última década se presentó un crecimiento del 52.6%, debido al aumento en el consumo aparente como resultado de la diversidad de nuevas tecnologías incorporadas en la industria de adhesivos. Sin embargo, también se presentó la disminución y desaparición de productos que se volvieron obsoletos al encarar la existencia de adhesivos modernos.

Éstos últimos, presentan mayores aplicaciones, ventajas y propiedades de aplicación. El costo de éstos materiales depende en gran parte de la facilidad para su elaboración.

[1] Fuente: Anuario estadístico de la Industria Química Mexicana, 1990 al 2000.

Otro factor importante por el cual se dio un crecimiento tan considerable en ésta sección de la industria, es el incremento de empresas productoras o distribuidoras, tanto nacionales como internacionales, en el mercado mexicano. Así como la apertura de nuevas oportunidades para la importación y exportación de productos relacionados con adhesivos y selladores; esto como consecuencia, lleva al desarrollo de nuevos mercados de aplicación.

En México existen más de 50 empresas produciendo diferentes clases de adhesivos y selladores. Un estudio de mercado realizado a la sección de adhesivos y selladores de la Industria Química[2] define alrededor de 18 mercados de aplicación o uso final, así como 12 y 6 familias químicas para adhesivos y selladores respectivamente. Estas clasificaciones se muestran en las tablas 1.2 y 1.3.

Tabla 1.2. Clasificación de Adhesivos y Selladores por familia química.

ADHESIVOS		SELLADORES
Acrílico	Hule	Acrílico
Caseína	Neopreno	Asfáltico
Celulósico	Poliuretano	Polisulfuro
Cianocrilato	P.V.A.	Silicón
Dextrina	Silicón	Uretano
Hot-melt	Otros*	Otros*

*Otros incluye los adhesivos producidos a base de EVA, Epóxicos, entre otros.

Tabla 1.3. Clasificación de Adhesivos y Selladores por mercado de aplicación.

ADHESIVOS		SELLADORES
Automotriz	Encuadernación	Automotriz
Calzado y cuero	Etiquetado	Construcción
Cinta adhesiva	Hágalo usted mismo	Menudeo
Construcción	Laminación textil	Electrodoméstico
Menudeo	Mueble	Hágalo usted mismo

[2] "Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores en México", ANIQ, Junio 2001.

Electrodoméstico	No tejidos	Otros*
Electrónico	Papel	
Empaque	Tabacalera	
Empaque flexible	Otros*	

*Otros incluye el mercado de aplicación Industrial.

1.2. DEFINICIONES

Los adhesivos y selladores son hechos de materiales similares. Sin embargo, existen especificaciones y métodos de prueba diferentes para ambos y, de igual forma, son diseñados para funciones diferentes. Esto se observa indirectamente en las definiciones de cada uno:

- *ADHESIVO*. Es una sustancia capaz de mantener por lo menos dos superficies unidas de manera fuerte y permanente.
- *SELLADOR*: Es una sustancia capaz de unirse a por lo menos dos superficies, así de ese modo, rellenar los espacios entre ellas para proveer una barrera protectora.

A menudo, adhesivos y selladores son considerados juntos debido a que ambos se adhieren y sellan, ambos deben resistir a sus condiciones de operación, y sus propiedades dependen en gran parte de como y donde son aplicados. Comparten varias características en común, entre las que se encuentran:

- Deben comportarse como líquidos en algún momento de la formación de la unión.
- Forman la unión en las superficies mediante adhesión.
- Transfieren y distribuyen cargas a lo largo del ensamble.
- Deben llenar huecos, cavidades y espacios.
- Deben trabajar con otros componentes del ensamble para proveer un producto de buena duración.

Los principales **conceptos** utilizados en ingeniería y tecnología de adhesivos y selladores son los siguientes:

ADHESIÓN

En fisicoquímica, es la atracción entre una superficie sólida y una segunda fase, la cual consiste en una capa fina líquida o sólida, debida a las fuerzas intermoleculares entre las superficies. Las mismas reglas que hay para adhesivos, se aplican para selladores.

Uno de los factores principales para el éxito tanto de adhesivos como de selladores es la adhesión. La siguiente tabla muestra algunos factores internos y externos que influencian la adhesión:

Tabla 1.4. Factores internos y externos.

Fuerza (esfuerzo)	Tensión Rompimiento Impacto Desgajamiento Fatiga	Exposición	Climatológica Luz Oxidación Humedad Sal
Factores químicos	Internos Externos	Propiedades de trabajo	Aplicación Rango de unión Porcentaje de curado Estabilidad de almacenamiento Bloquear Cobertura
Factores biológicos	Bacterias Roedores		
Temperatura	Alta Baja		

ADHESIVO

Es un material con propiedades de adherencia capaz de mantener juntos diferentes materiales, mediante una unión en las superficies.

Pegamento, originalmente asociado con gelatina y pegamentos animales, gradualmente se ha convertido en un sinónimo de adhesivo.

Adherir, es el término empleado para la unión de sólidos mediante adhesivos.

SELLADOR

Generalmente son escogidos para rellenar huecos, resistir el movimiento de los substratos y excluir o contener otro material. Presentan menor fuerza que los adhesivos pero mejor flexibilidad.

Sellar, es la expresión más común para la unión o soldadura de materiales termoplásticos. El proceso de soldar y pegar es similar. Los términos soldar y sellar se han vuelto intercambiables.

1.2.1. FORMULACIÓN GENERAL

Las propiedades del adhesivo y el sellador en la unión y su adherencia a/en un tipo de sustrato, dependen de la composición global: la resina, el agente de curado, las cargas y los modificadores entre otros. Estos términos se deben tomar en cuenta durante la aplicación y manejo de cada uno. En general, la formulación de los adhesivos y selladores consiste en los siguientes componentes:

BASE

Es el componente primario del ***adhesivo*** que mantiene los substratos unidos. Generalmente es el componente por el cual se deriva el nombre del adhesivo. La base provee muchas de las características del adhesivo tales como mojado, propiedades de curado, fuerza y resistencia ambiental.

El desempeño de una formulación terminada de ***sellador*** depende en gran parte de las propiedades del material de base o resina primaria empleado. La resina es elegida, no por su fuerza de tensión, sino por su elongación, flexibilidad y resistencia al ambiente. Ésta resina necesita estar en una forma conveniente para formularse con los demás componentes dependiendo de la aplicación especifica. Usualmente está disponible en forma de hule sólido, polímero liquido o como dispersión de látex.

SUPERFICIE

El término superficie en la ciencia de adhesivos usualmente se define como la porción de adherente con la cual el adhesivo o el sellador interactúan.

SUBSTRATO

Significa cualquier cuerpo sólido que sirva como soporte mecánico de una capa superficial, es decir, es el material a unir. Después de la unión, el substrato es referido como adherente.

SOLVENTES

En adhesivos y selladores, los solventes se necesitan en gran cantidad para ayudar a la formulación de ambos licuando la resina base para que los otros aditivos sean fáciles de incorporar, también se emplean para disminuir la viscosidad del sistema y así poder aplicarlos más fácilmente. Los solventes utilizados con resinas elastoméricas y sintéticas generalmente son de naturaleza orgánica.

En selladores, La concentración total del solvente usualmente se representa cuantitativamente como 1.00, esto es el contenido de sólidos en por ciento en peso.

RELLENADORES

Son sustancias relativamente no-adhesivas que se añaden al adhesivo o sellador para mejorar sus propiedades de trabajo, reforzar control, disminución de encogimiento, bajan el coeficiente de expansión térmica u otras cualidades. A veces proporcionan un sistema más satisfactorio para condiciones ambientales especiales. También pueden cambiar las propiedades físicas del adhesivo o sellador. Por esto, son empleados para reducir el costo del material. Éstos materiales pueden afectar otros factores de desempeño como la resistencia al agua y el endurecimiento.

AGENTE DE CURADO O ENDURECEDOR

La función principal del curado o endurecimiento es lograr que la resina pase, de ser un líquido viscoso o un sólido frágil, a ser un material polimérico resistente y tenaz.

El agente de curado o endurecedor es una sustancia añadida al adhesivo para promover la reacción de curado tomando parte de ésta. Causa el curado mediante combinación química con la resina base. Se selecciona especialmente para reaccionar con ciertas resinas.

Otra forma de curado es controlando la temperatura. La selección del tiempo de curado, rango de calentamiento y enfriamiento dependen de la formulación del adhesivo, el tipo y las condiciones esperadas de la unión.

CARGAS

La principal razón del uso de cargas en los adhesivos es la reducción de su costo. Se usan para evitar el agrietamiento que se produce cuando se aplican capas gruesas de adhesivos. Reduce las tensiones y esfuerzos en el curado, y por tanto, la contracción que da lugar a la aparición de grietas. La mayoría de las cargas empleadas son de tipo inorgánico, como silicatos, óxidos y metales en polvo.

MODIFICADORES

Las razones más importantes de su uso son: reducción de la viscosidad, aumento de la flexibilidad y/o elongación, mejora resistencia al pelado. Algunos de ellos son los plastificantes, catalizadores, extendedores, aceleradores, retardadores o inhibidores y materiales de transporte entre otros.

En selladores, se tienen otra aplicación, reducir los módulos elásticos de algunos selladores, de esta forma se incrementa la flexibilidad. Se usan para proveer desempeños, aplicaciones o propiedades de almacenamiento especiales. Muchos de estos aditivos son necesarios debido a las características únicas requeridas de un sellador tales como largos periodos de exposición en exteriores o emparejamiento con el color del substrato (pintura).

Capítulo II
ADHESIVOS

La buena adhesión entre dos superficies depende, sobre todo, del contacto molecular, debido a que la mayoría de las superficies son ásperas. De ahí que sea necesario introducir un adhesivo líquido entre las superficies, el cual moja y rellena los huecos de la superficie para así llevar a cabo el contacto molecular.

Un adhesivo o una formulación, generalmente es una mezcla de diferentes materiales, tal y como se mencionó en el capítulo anterior. Existen diferentes adjetivos que describen ciertas características del término "adhesivo".

PROPIEDADES DE LOS ADHESIVOS

El efecto del rompimiento mecánico en adhesivos de dispersión puede ser un factor importante; la estabilidad de la dispersión, la viscosidad y las propiedades del fluido, necesitan considerarse para poder maximizar la eficiencia en la aplicación. Por lo anterior, es necesario considerar las propiedades reológicas del adhesivo.

El comportamiento del fluido, o reología de líquidos, básicamente es un estudio de la viscosidad del liquido a una temperatura dada cuando diferentes fuerzas de rompimiento son aplicadas. Un viscosímetro rotacional es preferible para el estudio del comportamiento de los líquidos.

CONSIDERACIONES DE PROCESO

Un material considerado como adhesivo debe cumplir con tres criterios:

1. El material debe estar, en algún momento, en forma líquida para así poder ser esparcido a lo largo del substrato.
2. El material debe ser capaz de endurecerse para resistir y distribuir el estrés.
3. El material debe resistir el ambiente al cual se enfrentará durante y después del proceso.

VIDA DE LOS ADHESIVOS

La vida de los adhesivos pasa por varias etapas, las cuales son:

1. Aplicación y mojado
2. Endurecido y solidificado
3. Operación en servicio

2.1. CLASIFICACIÓN

Existen distintas clases, tipos y grupos de adhesivos. Como se mencionó en el primer capitulo, la clasificación a considerar en éste trabajo está basada en la propuesta por mesa directiva de sección de adhesivos y selladores de la Asociación Nacional de la Industria Química[1]. A continuación se describen las distintas clasificaciones existentes para adhesivos, las cuales pueden ser basándose en su origen, función, forma, composición química y por último, familia química.

2.1.1. ORIGEN DEL ADHESIVO

Los adhesivos sintéticos provienen de materiales hechos por el hombre como los polímeros; en cambio, los adhesivos naturales provienen, como su nombre lo indica, de materiales naturales como subproductos de origen animal o agrícola. En la tabla 6.1 del Anexo se describe ampliamente la clasificación de acuerdo al origen del adhesivo. Ésta clasificación es la más importante y antigua:

- ADHESIVOS DE ORIGEN ANIMAL

La mayoría de los adhesivos más importantes de origen natural son de origen animal. Al menos la mitad de los pegamentos animales producidos son cintas engomadas. Los pegamentos de origen animal más comunes son la caseína, la sangre, el hueso y algunos productos del pescado.

- ADHESIVOS DE ORIGEN VEGETAL

Los adhesivos vegetales son solubles o dispersables en agua y son producidos o extraídos de fuentes naturales mediante procesos relativamente sencillos. Existen

[1] "Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores en México" , ANIQ, Junio 2001.

muchos adhesivos comunes que caen en esta categoría tales como almidón, dextrina, agar y goma arábiga.

Usualmente se proveen al usuario en forma seca, quien lo disuelve en agua junto con más componentes para crear la mezcla de adhesivo.

- ADHESIVOS ORGÁNICOS SINTÉTICOS

Se clasifican en tres grupos: Adhesivos termofijos, Adhesivos termoplásticos y Adhesivos elastoméricos.

2.1.2. FUNCIÓN DEL ADHESIVO

La clasificación funcional define a los adhesivos como estructurales y no estructurales. La tabla 6.2 del Anexo muestra con detalle los adhesivos pertenecientes a esta clasificación.

- ADHESIVO ESTRUCTURAL

Son materiales de alta fuerza y permanencia. Su función primordial es mantener estructuras unidas y ser capaces de resistir grandes cargas sin deformarse, así como buena resistencia ambiental. Son generalmente formulados de resinas termofijas que requieren reacción química, así como, agentes de curado y calor.

- ADHESIVO NO ESTRUCTURAL

Estos adhesivos no se requieren para soportar cargas sustanciales, aún así, se emplean para mantener en un lugar fijo materiales ligeros. También cuando es necesaria una unión temporal o para unir superficies débiles. Los adhesivos no estructurales se deforman bajo cargas moderadas degradándose después de largos periodos de exposición al ambiente. Se requieren para ubicar partes en un ensamble, fin por el cual se les considera como adhesivos de menor fuerza y permanencia.

Algunos adhesivos sensibles a la presión, hot-melts y de emulsión acuosa son ejemplos de esta clase de adhesivos ya que presentan moderadamente menor fuerza de rompimiento, alta deformación y pobre resistencia a la temperatura y a los químicos.

Los adhesivos termoplásticos vienen en una clase no-estructural, en cambio los termofijos, caen en la clase referida a adhesivos estructurales.

2.1.3. PROPIEDADES REOLÓGICAS

Al igual que las clasificaciones anteriores, en las tablas 6.1 y 6.2 del Anexo, se describen los adhesivos que caen en estas clasificaciones, mostrando a su vez algunos ejemplos.

- FORMA FÍSICA:

Los sistemas de adhesivos están disponibles en una gran variedad de formas. De acuerdo a sus propiedades reológicas y basándose en las características de procesamiento se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ ***Líquidos***

  Los adhesivos líquidos pueden ser emulsiones de agua, solvente disperso o líquidos polimerizables. Estas emulsiones son baratas. El riesgo por fuego es eliminado y su consistencia se ajusta con agua, por lo que es necesario un adherente poroso para remover el exceso de agua. Son útiles si el solvente se evapora lo suficiente, son éstos los que permiten gran variedad de formulaciones.

- ✓ ***Pastas***

  Estos adhesivos tienen amplio rango de consistencia. Sus propiedades reológicas son más específicas que las de las soluciones, por lo que su formulación es menos versátil. Usualmente se aplican con paletas o espátulas.

- ✓ ***Secos***

  Los adhesivos secos, están disponibles como polvo, película, cinta o mastique. Deben pasar a través de un a fase fluida durante el curado. Las formas de película y cinta están limitadas a superficies de forma simple. Otra variedad de adhesivos es en forma de bola, píldora y espuma.

A continuación se muestran las características y ventajas de las distintas formas de adhesivos que existen:

Tabla 2.1. Clasificación de adhesivos por su forma.

Tipo	Observaciones	Ventajas
Líquido	Forma más común. Prácticamente disponible cualquier formulación	Fácil de aplicar. Viscosidad bajo control.
Pasta	Amplio rango de consistencias. Formulaciones limitadas.	Permite arreglos grandes de producción debido al corto tiempo de espera. Gran esfuerzo cortante y de deformación.
Polvo	Requiere mezclado o calentamiento para activar el curado.	Vida de almacén alta.
Película, cinta	Limitada a superficies planas.	Rápida y fácil aplicación. No hay desperdicios. Espesor uniforme.

- COMPOSICIÓN QUÍMICA

La clasificación de los adhesivos por composición química los describe como termofijos, termoplásticos o elastoméricos.

- ***Termoplásticos***

Los adhesivos termoplásticos representan una clase de adhesivos que pueden endurecerse o derretirse sin cambio químico, esto es sin obstruir sus propiedades. A temperaturas por encima del punto de fusión, toman lugar cambios químicos irreversibles.

Son utilizadas en forma de solución, emulsión base agua o hot-melts. Cuando se trata de soluciones o dispersiones, a la adhesión le sigue la evaporación de la fase líquida. Cuando se aplican por derretimiento o enfriamiento del sólido se emplean los términos "hot-melt" o "melt-freeze". También se pueden disolver en emulsiones base agua. Los materiales orgánicos termoplásticos tienen poca resistencia al calor y, por consecuente, poca resistencia a la deformación. Son capaces de unir gran variedad de materiales como el papel, madera y piel.

Hay cinco clases importantes de adhesivos termoplásticos:

- Plásticos celulósicos
- Polímeros vinílicos
- Polímeros acrílicos
- Hules sintéticos
- Poliamidas

✓ ***Termofijos***

Son materiales que no pueden ser calentados ni ablandados repetidamente después del curado inicial. En ocasiones se proveen en un medio solvente para facilitar su aplicación con brocha o spray; de igual manera, están disponibles en forma de líquidos solventes, pastas y sólidos.

Las resinas termofijas son sustancias orgánicas sintéticas que, mediante reacciones químicas, pueden ser convertidas a un insoluble, prácticamente infundible y fuerte sólido. Los sistemas de adhesivos termofijos se curan por una reacción química irreversible a temperatura ambiente. La mayoría de éstos adhesivos se formulan con una resina polimérica presentando una estructura molecular termofija. Dichas resinas contienen módulos de elasticidad, son intolerantes a la combustión y resisten la acción de muchos químicos. Presentan buena resistencia a la deformación, su resistencia al calor y a los solventes es buena. Estos adhesivos generalmente se degradan y debilitan por encima de altas temperaturas de calentamiento debido a la oxidación.

✓ ***Elastoméricos***

Un elastómero se define como un material que se expandirá el doble de su longitud original, sin pérdidas en las propiedades elásticas. Estos adhesivos presentan características reológicas únicas. Se basan en polímeros elastoméricos naturales o sintéticos con gran elongación. Son hechos de resinas poliméricas capaces de tener altos grados de extensión y compresión. Regresan rápidamente a su forma y dimensión original después de que la carga es removida. Los adhesivos elastoméricos pueden ser termofijos o termoplásticos. Los de tipo termofijo, pueden ser empleados en aplicaciones estructurales.

Estos adhesivos pueden proveerse de forma de pasta, soluciones solventes, dispersiones acuosas o cintas. Los adherentes típicos de estos adhesivos son el hule, láminas de metal y plástico. La forma y requerimientos de curado, varían dependiendo del tipo de resina elastomérica empleada en su formulación. Un ejemplo de este tipo de adhesivo es el base neopreno y poliuretano.

En la siguiente tabla se resume un poco lo anteriormente mencionado.

Tabla 2.2. Clasificación de adhesivos por forma física y composición química.

Composición química	Termoplásticos	Termofijos	Elastoméricos
Nombre	Acetato de celulosa, Polivinil acetato, Acrílico	Cianocrilato, Acrílico	Hule natural, Poliuretano, Silicón, Neopreno
Forma física	Líquido, película seca	Líquido, de todo tipo	Líquido, algunas películas
Características de unión	Buena de 65.5°-93°C, Pobre fuerza de deformación, Pobre resistencia a la temperatura	Buena de 93°-260°C, Buena fuerza de deformación, Buena resistencia al calor	Buena de 65.5°-204°C, Nunca se derrite completamente, alta flexibilidad
Adherentes comunes	Énfasis en no metales como madera, papel, piel, corcho, etc.	Uso estructural de la mayoría de los materiales	Uso en hule, láminas de metal, películas de plástico, etc.

2.1.4. FAMILIA QÚIMICA

La base o familia química de un adhesivo es el componente primario que mantiene los substratos unidos; es por el cual se deriva el nombre de tal. La base provee muchas de las características del adhesivo tales como mojado, propiedades de curado, fuerza y resistencia ambiental. Las familias químicas más importantes son las siguientes:

- Adhesivo base caseína
- Adhesivo base vinilo
- Adhesivo base cianocrilato
- Adhesivo de origen natural y sintético
- Adhesivo base dextrina
- Adhesivo base celulosa
- Adhesivo base acrílico
- Adhesivo base poliuretano
- Adhesivo base policloropreno
- Adhesivo termo fusible base polimérica, polietilenos, etc.
- Adhesivo base silicón

2.2. ESPECIFICACIONES

Los adhesivos de hoy en día presentan formulaciones complejas de componentes que desempeñan funciones especializadas. Muy pocos polímeros son empleados sin la adición de sustancias modificadoras tales como, un plastificante o rellenador. Los diferentes componentes que constituyen la composición del adhesivo se describieron en el capítulo I.

Hay muchas especificaciones para adhesivos, pero las más importantes son las industriales y las gubernamentales, quienes describen y establecen características técnicas y físicas o requerimientos mecánicos de estos materiales.

Los adhesivos producidos y empleados en México, generalmente cumplen con las siguientes especificaciones:

Tabla 2.3. Especificaciones de adhesivos[2].

Nombre		% Sólidos
Emulsión acrílica	Base agua	35
	Base solvente	35-50
Adhesivo caseína		45-55
Adhesivo base celulosa		10-20
Adhesivo dextrina		30-40
Adhesivo cianocrilato		100
Adhesivo termo fusible base polimérica; polietilenos, etc.		100

[2] "Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores en México" , ANIQ, Junio 2001.

Adhesivo de origen natural y sintético	Base agua	35
	Látex	30-40
Adhesivo de contacto Policloropreno	Base agua	35-45
	Base solvente	15-30
Adhesivo poliuretano líquido	Base agua	30-45
	Base solvente	17-25
Emulsión de acetato de polivinilo		20-55
Adhesivo silicón		99

Las soluciones base solvente y dispersiones o látex base agua se endurecen por la evaporación del material de transporte (también solvente o agua). La función del material de transporte es simplemente disminuir la viscosidad del adhesivo para, así, facilitar su aplicación al substrato. Una vez aplicado, el solvente o el agua se remueven por evaporación en el aire o por difusión en un substrato poroso. Los sistemas base solvente y base agua a menudo se emplean en aplicaciones con substratos porosos tales como madera, papel y piel.

2.3. PROCESOS DE OBTENCIÓN Y PROPIEDADES

2.3.1. ADHESIVO ACRÍLICO

Los acrílicos son un grupo de resinas termofijas formadas por la polimerización de ésteres o amidas del ácido acrílico, tales como acrilatos, metacrilatos y otros co-monómeros. Las resinas acrílicas se consideran pertenecientes a la familia de vinilos.

Es una resina que debido a sus propiedades cae en la categoría de adhesivo termoplástico y termofijo.

Como adhesivo termoplástico o no estructural, presenta baja fuerza y pobre resistencia a la deformación. Se distribuye comercialmente en forma de solución en solvente, emulsión y como mezcla. Se cura por evaporación del solvente o a temperatura ambiental. Éste adhesivo ofrece buenas uniones a bajas temperaturas y pobre resistencia al calor. Es un adhesivo incoloro y sus principales adherentes son el

vidrio, metal, papel, textiles y plásticos. La mayor aplicación de éstos es como etiquetas auto adheribles, estampas y señales entre otras.

Como adhesivo termofijo o estructural, se encuentran comercialmente como líquidos o pastas, se cura a temperatura ambiente. Presenta excelente unión a muchos plásticos, buena resistencia al ambiente, curado rápido, pobre fuerza de empactoy de desgajamiento. Sus principales adherentes son el metal, plástico y madera.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste adhesivo:

Propiedades del adhesivo base acrílico.

Base de adhesivo		Agua	Solvente
Contenido de sólidos		60%	40%
Viscosidad		500 ppm	200 ppm
Mojado de unión		Bajo	Moderado
Resistencia de la unión	Al calor	Pobre	Pobre
	Al agua	Moderado	Buena
	A los solventes	Pobre	Pobre
	A los aceites	Pobre	Pobre
	A la biodegradación	Buena	Buena

Los adherentes que comúnmente se emplean en la unión de adhesivos de caseína son papel, laminas cubiertas, aluminio y plástico. Las más representativas son revestimientos sensibles a la presión y los sellados en calor. Las dispersiones acuosas de los polímeros acrílicos, con o sin plastificante, son usualmente empleados en uniones de películas de PVC a piel y como revestimientos. En forma sólida, los metacrilatos son adhesivos hot-melt útiles y a parte no son tóxicos como las cintas adhesivas.

2.3.2. ADHESIVO DE CASEÍNA

Recordando la base de su clasificación, será más fácil comprender el proceso de obtención de éste adhesivo. La caseína, material proteínico obtenido por la acidificación de la leche, se diluye en solvente alcalino acuoso en ocasiones con la adición de almidón para dar mayor viscosidad o fluidos con muy alta fuerza de unión. La alcalinidad de estos adhesivos varía de pH 9 a pH 13. Prácticamente es insoluble en agua a pH 7 y la solubilidad incrementa al incrementar su acidez o basicidad. Sus propiedades reológicas dependen de la concentración del pegamento, el pH y la temperatura. Presentan buena resistencia a solventes orgánicos.

La composición del producto comercial es: 80-90 % proteína, 1-4 % ceniza, 0.1-3 % grasa, 7-10 % humedad, 0-4 % lactosa. 0-3 % ácido láctico. La preparación del pegamento se obtiene añadiendo lentamente el polvo bien mezclado al agua fría o tibia; dicha preparación toma de 20 a 60 minutos.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste adhesivo:

Propiedades del adhesivo base caseína.

Forma		Pasta acuosa
Contenido de sólidos		40%
Viscosidad		50 000 ppm
Mojado de unión		Muy alto
Velocidad de endurecimiento		Lenta
Resistencia de la unión	Al calor	Buena
	Al agua	Moderado-Bueno
	A los solventes	Buena
	A los aceites	Buena
	A biodegradación	Pobre

Los adherentes que comúnmente se emplean en la unión de adhesivos de caseína son papel, etiquetas de papel, vidrio, y otras aplicaciones en interiores. No se pueden emplear en exteriores a pesar de que resisten al calor húmedo por encima de 70°C (158°F). Ciertos pegamentos de caseína se usan para unir papel aislante de alto voltaje. La caseína presenta una propiedad única de que puede ser impregnada de

aceite aislante y así proveer excelentes características de aislamiento. También encontramos que la caseína usualmente es incorporada a adhesivos de hule látex para incrementar su resistencia al calor y la deformación.

El mayor uso de las caseínas es en el revestimiento de papel. El etiquetado de botellas de vidrio y jarras y pinturas de agua y etiquetas auto adheribles .

2.3.3. ADHESIVO CELULÓSICO

La celulosa, es un polímero compuesto de unidades de glucosa, $C_6H_{10}O_5$, de gran peso molecular. Fue el primer adhesivo termoplástico creado. Es una sustancia químicamente estable, que al reaccionar forma sustancias incoloras y amorfas, usualmente de menor peso molecular y presentando la mayor fuerza de tensión de la familia de polímeros. Este compuesto no se disuelve en ningún solvente usual por lo que no puede usarse como adhesivo. Son los esteres y éteres de la celulosa los que se emplean como adhesivos. Los solubles en agua son usados principalmente en pegado de papel y textiles A continuación se muestra cuadro comparativo entre los diferentes tipos de adhesivo celulósico que se formula:

Especie	Características
Éteres celulósicos	Se puede preparar en diferentes grados; algunos solubles en solventes orgánicos y otros en agua.
Etílicos y benzílicos	Son usados como hot-melts
Metílicos	Son empleados en empaque de comida debido no presentar toxicidad, sabor y olor. Capaces de formar soluciones altamente viscosas a bajas concentraciones, propiedad útil como agente espesante en adhesivos base agua.
Acetato de celulosa	Más resistentes al calor y poca resistencia a la humedad. Su uso principal es en la unión de plásticos
Nitrato de celulosa	Resistentes al agua. Forman fuerte unión a diferentes materiales tales como metales, vidrio y plásticos. Primer adhesivo introducido en la industria de los juguetes y maniquíes

2.3.4. ADHESIVO CIANOCRILATO

Los alquil-2-cianocrilatos dan origen a un adhesivo conocido como adhesivo de cianocrilato. Son componentes líquidos de rápido curado, excelente fuerza de rompimiento y tensión, así como buena vida de almacenamiento. Es un monómero libre de solventes con la capacidad de polimerizarse o endurecerse a temperatura ambiente, sin adición de un catalizador, simplemente con presión de contacto, presentando alta velocidad en la ejecución de la unión, por lo que hay que tomar precauciones para su manipulación.

Presentan pobre resistencia al calor y a la humedad. Poseen baja viscosidad. Se adicionan agentes plastificantes a la formulación para prevenir que las uniones se hagan quebradizas durante el envejecimiento. Las fuerzas de desgajamiento e impacto son débiles y se muestra envejecimiento y degradación a menos de 71°C (160°F). Si se expone a temperaturas mayores a esa, el adhesivo se torna amarillo y se descompone.

Las superficies de los sustratos deben estar limpias y secas antes de aplicar el adhesivo, ya que el agua y el vapor de agua son causa de su deterioro. Los cianocrilatos se polimerizan más rápidamente en presencia de substratos de alta energía, los cuales absorben mejor la humedad del ambiente que los substratos poliméricos. Una propiedad particular de estos adhesivos es que se presentan únicamente en forma líquida.

Las propiedades más importantes de los adhesivos Cianocrilatos se mencionan a continuación:

Propiedades del adhesivo cianocrilato.

Forma		Liquida
Contenido de sólidos		100%
Viscosidad		Baja
Velocidad de unión		Alta
Mojado de unión		Alto
Endurecimiento		Rápido
Desventaja		Quebradizo
Resistencia de la unión	Al calor	Pobre
	Al agua	Muy pobre

Esta clase de adhesivos es fácilmente adherible a cualquier tipo de substrato, siempre y cuando no haya presencia de agua o humedad.

Sus aplicaciones son muy amplias; se emplean para unir todo tipo de componentes de hule, de plástico y de metal.

2.3.5. ADHESIVO DE DEXTRINA

La dextrina es un producto de la degradación del almidón. Estos productos son hechos tostando polvos de almidón bajo diferentes condiciones térmicas y químicas y en presencia o ausencia de agentes hidrolíticos. Varían considerablemente en solubilidad, viscosidad y color; desde productos blancos a materiales solubles color café oscuro. La fuente base, el almidón, tiene influencia en las propiedades finales de los adhesivos, es decir, son distintos aquellos derivados del almidón de maíz que los provenientes del almidón de patata. El pH debe ser controlado para evitar la hidrólisis de la dextrina cuando no se desee. La adición de álcalis tales como tetraborato e hidróxido de sodio incrementan la viscosidad de la solución. Frecuentemente son empleadas sustancias ácidas para ayudar la descomposición. Los adhesivos base dextrina pueden unir gran variedad de substratos.

Existen dos tipos de dextrinas:

- DEXTRINAS BLANCAS: son preparadas por asado en presencia de ácido para alcanzar el color y solubilidad deseados. Éstas propiedades pueden variar controlando el tiempo y temperatura de reacción junto con la fuerza del ácido. La temperatura empleada es usualmente por debajo de 107°C (225°F). La concentración mayormente empleada en dextrinas blancas es arriba de 50%.
- DEXTRINAS AMARILLAS O CANARIAS: son preparadas asando el almidón con un catalizador ácido a altas temperaturas. Las concentraciones deseadas son de 50 a 60 % de sólidos, los colores varían de amarillo claro a café oscuro.

La forma de cinta usualmente se emplea en papel y revestimientos textiles. Las cintas más resistentes son las provenientes de dextrinas de tapioca, mientras que las más frágiles provienen de las dextrinas de maíz. Las cintas frecuentemente son

plastificadas, para control de humedad, con humectantes como el poliglicol y la urea. Cantidades excesivas de humectantes pueden provocar menor adhesividad de la cinta.

A pesar de su bajo costo, el hecho de que estén en solución significa que presentan muy bajo endurecimiento en relación a los hot-melts o epóxicos. Esto significa que la maquinaria de aplicación requiere una etapa de secado con una demanda de energía relativamente alta.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste adhesivo:

Propiedades del adhesivo base dextrina.

Tipo de dextrina		Goma de Dextrina	Pegamento de Dextrina
Forma		Pasta blanca, amarilla o café	Jarabe acuoso café
Contenido de sólidos		30-70%	60-70%
Viscosidad		Depende rango de rompimiento	1500-4000 ppm
Mojado de unión		Moderado-Alto	Alta
Velocidad endurecimiento		-	Lenta
Resistencia de la unión	Al calor	Buena	Buena
	Al agua	Pobre	Pobre
	A los solventes	Buena	Buena
	A los aceites	Buena	Buena
	A la biodegradación	Pobre	Pobre

Este adhesivo utiliza como adherentes el papel, el vidrio y los textiles. En etiquetado de botellas, su aplicación más importante es en el mercado del papel en productos tales como pastas inferiores, bolsas, cinta adhesiva, sobres, etiquetas, estampillas, cartón, conos y tubos. Su utilidad en aplicaciones industriales es la responsable de la amplia variedad de tipos de dextrinas producidas, son otras aplicaciones de los adhesivos base dextrina.

2.3.6. ADHESIVO DE FUSIÓN EN CALIENTE (HOT-MELT)

Una gran cantidad de resinas termoplásticas y elastoméricas pueden utilizarse como adhesivo de fusión en caliente, como por ejemplo el hule natural, los de base celulosa, el poliuretano y el PVA. Los componentes consisten en polímeros, resinas y aditivos. El adhesivo es 100% sólido (sin contenido de agua o solventes) a temperatura normal, al calentarlo se disuelve, usualmente a temperaturas por encima de 100°C. Antes del calentamiento, el adhesivo hot-melt es un material sólido, la aplicación de calor hace que éste se funda poniéndose en contacto con la superficie del material a unir y produciéndose un alto grado de humectación entre el adhesivo y el adherente. Debido a que la película del adhesivo presenta una masa inferior a la del sustrato, la temperatura va descendiendo hasta que se produce la solidificación del adhesivo, por tanto la unión queda fija. Estos adhesivos no se distribuye como emulsiones ni soluciones.

Cualquier adhesivo, para poder considerarse como adhesivo termo fusible, debe cumplir los siguientes principios:

1. Provenir de resina termoplástica
2. Debe ser un polímero polar. Pueden ser poliamidas, EVA, poliésteres o poliuretanos
3. Los agentes de mojado pueden ser resinas fenólicas
4. Los flexibilizantes pueden ser polímeros básicos como los vinilo acetatos
5. Debe llevar antioxidantes y otros antidegradantes para prevenir completa oxidación y minimizar sus efectos en los polímeros
6. También polvos rellenadores que sirven principalmente para modificar las propiedades de flujo (incrementar la viscosidad), así como las propiedades térmicas del adhesivo
7. Y por último debe contener plastificantes

El ciclo funcional de estos adhesivos es simple y reversible. La función del adhesivo puede entenderse de la siguiente manera:

1. Cambio del adhesivo de sólido a líquido; nos da la relación de su aplicación.
2. Cambio del adhesivo de liquido a sólido; nos da la relación de la formación de la unión.
3. Etapa final del adhesivo de sólido a líquido; después de la aplicación y la solidificación, la etapa final se refiere a la resistencia de la unión a ciertas condiciones de servicio.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste adhesivo:

Propiedades del adhesivo termo fusible.

Forma		Sólida
Contenido de sólidos		100%
Velocidad endurecimiento		Rápida
Resistencia de la unión	Al calor	Pobre

VENTAJAS

El objetivo de la formulación de adhesivos hot-melt es maximizar las ventajas de este tipo de adhesivo y asegurar que el mayor grado de adhesión a superficies especificas se lleve a cabo en un tiempo abierto deseable, y que la unión resista las condiciones de servicio.

Entre las ventajas más importantes de este tipo de adhesivo se encuentra su rapidez. Esto hace que cuando sea necesario adherir superficies a alta velocidad, teniendo poco tiempo para esperar por su secado.

Otra ventaja muy importante es que la superficie en la cual se aplicó el hot melt puede ser reactivada con calor tomando nuevamente hasta enfriarse. Los adhesivos de hot-melt son capaces de dar una adhesión instantánea a casi cualquier substrato.

Su presentación comercial es variada, desde barras delgadas, cordones continuos, gránulos, pastillas cilíndricas, o películas. Ciertos tipos de hot melt pueden pegar superficies de muy baja energía como el polietileno, lo que lo hace ideal para la industria del pañal desechable

2.3.7. ADHESIVO DE HULE NATURAL

La propiedad más importante que éste adhesivo presenta es la pegajosidad tan alta. Esto ha hecho de éste un excelente material como adhesivo sensible a la presión. El hule natural presenta pobre resistencia a aceites, solventes orgánicos y agentes químicos de oxidación. La molécula de hule se cristaliza a –34°C, y las emulsiones de látex se deben proteger del congelamiento.

Es un elastómero obtenido del árbol de hule, el cual en películas delgadas no es pegajoso pero hace fuertes uniones consigo mismo al contacto. Es disponible como látex acuoso o como solución en un solvente.

A continuación se muestra un cuadro con otras propiedades representativas de éste adhesivo:

Propiedades del adhesivo de hule natural.

Forma		Látex acuoso blanco	Solución en solvente
Contenido de sólidos		40%	35-40%
Resistencia de la unión	Al calor	Pobre	Pobre
	Al agua	Buena	Buena
	A los solventes	Pobre	Pobre
	A los aceites	Pobre	Pobre
	A biodegradación	Regular	Regular

Comúnmente se emplean estos adhesivos en la unión de materiales no metálicos como papel, plástico y otros productos de hule como películas de celulosa. Se emplea en el uso de sustancias que no requieran tanta adherencia al material a unir, esto es, que no presente mucha resistencia al momento de la separación. Sus más importante aplicaciones son el mercado de cintas adhesivas, el automotriz, los no tejidos y laminación textil.

2.3.8. ADHESIVO DE NEOPRENO

"Neopreno" se ha convertido en el término comúnmente empleado para definir el elastómero de policloropreno. Las formulaciones con neopreno como adhesivo contienen óxidos de metales y antioxidantes. Éstos son responsables de la excelente resistencia de las películas de neopreno al ozono y a la oxidación.

El neopreno fue el primer elastómero sintético desarrollado que poseía propiedades comparables a las del hule natural ya que se define como "un hule sintético resistente al aceite obtenido por la polimerización del cloropreno". En la industria de los adhesivos se usan mezclándolos con otra resina. Si dicha resina no presenta características de pegajosidad, las superficies ensambladas deberán ser reactivadas mediante calor o algún solvente antes de su unión. La temperatura máxima de operación no debe exceder los 77°C (170°F). El ciclo de curado es de 30-45 minutos a 165°C (329°F).

Mecánicamente la unión con neopreno absorbe la vibración lo que proyecta buena fuerza al desgajamiento. Puede sostener bajas cargas a altas temperaturas después de la unión.

El adhesivo se aplica a las superficies como solución en solvente o en agua, y al secar estará unidas. Estos adhesivos no son vulacanizables. Inicialmente los materiales son termoplásticos y parte de su fuerza cohesiva depende de la cristalización del polímero. Su estabilidad depende de los agentes de curado y aceleradores añadidos.

El hule neopreno, más empleado en forma de solución que de látex, es conocido como adhesivo de contacto en frió. En su forma gelatinosa, el adhesivo de neopreno prácticamente es insoluble. A pesar de que las soluciones pueden ser más estables que las películas debido al efecto de dilución, ninguna forma es estable.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste adhesivo:

Propiedades del adhesivo base policloropreno.

Base de adhesivo	Agua	Solvente
Forma	Solución acuosa	Gelatinosa
Contenido de sólidos	30-50%	15-30%

Resistencia de la unión	Al calor	Buena	Buena
	Al agua	Buena	Buena
	Al aceite	Buena	Buena
	A biodegradación	Buena	Buena

Los adhesivos de contacto empleados en el mercado domestico son en su mayoría compuestos de policloropreno. Su mayor contribución es en la industria del calzado y en la manufactura de muebles.

2.3.9. ADHESIVO DE POLIURETANO

Los poliuretanos son una familia de productos que contienen grupos de uretano formados por reacción de isocianatos y grupos hidroxilo. Pueden ser base solvente y base agua, o hot-melt, así como termoplásticos o reactivos. A diferencia de otros sistemas, estos son más difíciles de procesar ya que sufren de deformación a temperatura ambiente y presentan cambios en sus propiedades con el tiempo, lo cual no es deseable. Se curan a temperatura ambiente o mayor; son flexibles y presentan alta fuerza de rompimiento y de desgajamiento.

Presentan alta resistencia al impacto, exhiben excelentes propiedades de choque y excelentes propiedades criogénicas. Son adhesivos líquidos. Cuando se aplican antes de que se gelatinicen, en ocasiones son muy fluidos y tienden a causar buenas líneas de unión. Otro problema encontrado en el uso de poliuretanos es el almacenaje. Éste debe inhibir la cristalización de la materia prima.

Los adhesivos poliuretanos generalmente son empleados en aplicaciones no estructurales como la industria del calzado. Como adhesivos estructurales, se usan con un 100% de sólidos generalmente en la industria automotriz en la unión de termoplásticos y fibra de vidrio. En la industria alimenticia, se emplean en los productos de "cocínese en la bolsa" donde no sólo se necesita la resistencia a ambientes agresivos, sino que también una línea no tóxica de pegamento.

Generalmente muestran buena adhesión a una gran gama de películas de empaque y papel. Presentan buena resistencia a los solventes, aceites y

biodegradación. La más importante aplicación en empacado es la laminación flexible. Tienen importantes aplicaciones en aeronáutica y en el espacio. Son usados para uniones metal-metal, elastómeros, espumas, plásticos, nylon, vidrio, cerámica y fluorocarbones.

2.3.10. ADHESIVO POLIVINÍLICO

De los ésteres de polivinilo el más importante es el PVA (acetato de polivinilo): dispersión acuosa, preparada por emulsión en agua y polimerización por calentamiento en presencia de catalizador. Es una resina sintética termoplástica relativamente dura pero fácilmente plastificable para formar un adhesivo de gran versatilidad. Generalmente presenta un contenido en sólidos de 50%.

Adhesivo no tóxico carente de olor, sabor y color, propiedades por las cuales participa en la industria alimenticia. Presenta buena estabilidad al calor por debajo de los 100°C. Se descompone entre 200-250°C. El adhesivo se debe aplicar a temperaturas entre 15.5 y 32°C (60-90°F). Es un adhesivo relativamente flexible, especialmente a bajas temperaturas. La sensibilidad a la humedad que muestran esta clase de adhesivos requiere la adición de funguicidas y bactericidas para aplicaciones generales y, primordialmente, uso en interiores.

Las soluciones de PVA incrementan su viscosidad al incrementar el peso molecular del polímero. Los plastificantes son responsables de la deformación bajo cargas considerables que toma lugar a elevadas temperaturas. Su formulación también contiene rellenadores y pigmentos, dependiendo de la aplicación. Usualmente se emplea en forma de emulsión, los cuales presentan 4-5% de alcohol polivinílico. Estas emulsiones se rompen si la temperatura cae al punto de congelamiento de la fase acuosa.

Presenta amplia variedad de aplicaciones debido a su fácil formulación y aplicación. Generalmente la selección de éste adhesivo es gracias a que ofrece el mejor endurecimiento y menor costo. Dicho endurecimiento es tolerante a los cambios de substrato, características del proceso o condiciones ambientales. El látex del PVA es la base del "pegamento blanco".

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste adhesivo:

Propiedades del adhesivo de acetato de polivinilo.

Forma		Dispersión acuosa blanca
Contenido de sólidos		40-60%
Viscosidad		Amplio rango
Mojado de unión		Casi alto
Velocidad endurecimiento		Rápida
Resistencia de la unión	Al calor	Buena
	Al agua	Pobre-Moderada
	A los solventes	Pobre
	A los aceites	Buena
	A biodegradación	Buena

Los adherentes comúnmente empleados en uniones con adhesivos base polivinil acetato son papel, algunas laminas metálicas, algunas películas plásticas, poliestireno, piel, madera y textiles. Su mayor uso es en empacado.

Se formulan con solventes y plastificantes para el manejo de algunos recubrimientos de barro, tintas y barnices. La presentación comercial es en solución, hot-melt, polvos secos y en emulsión. Está hecho de acetileno y ácido acético en presencia de catalizador. No solamente el polivinil acetato es buen adhesivo para un gran número de materiales porosos y fibrosos tales como papel, cartón y madera; sino también para materiales no porosos, especialmente cintas de plástico transparentes como el celofán. Son emulsiones flexibles, de ahí su uso en encuadernación. Otra aplicación importante es el uso de la emulsión P.V.A. para incrementar la adhesión entre viejo y nuevo concreto. En la industria tabacalera es el adhesivo con mayor presencia.

2.3.11. ADHESIVO DE SILICÓN

Los silicones son resinas elastoméricas termofijas. También son polímeros semi-inorgánicos hechos de una estructura de silicón alternativo y átomos de oxígeno con varios grupos orgánicos unidos. No poseen las propiedades mecánicas empleadas por los adhesivos estructurales, pero son sabiamente utilizados como selladores.

Los adhesivos de silicón retienen sus cualidades adherentes sobre un amplio rango de temperatura y después de ser expuestos a elevadas temperaturas. Son materiales muy pegajosos que se unen a una gran variedad de substratos. Debido a que los silicones presentan baja energía de superficie, se adhieren bien a plásticos con baja energía superficial tales como el polietileno y los fluorocarbones. Los adhesivos de silicón están disponibles en solución para adhesivos sensibles a la presión.

Los silicones varían en temperaturas de curado de temperatura ambiente a 120°C (250°F). La mayoría de estos sistemas únicamente requieren presión de contacto para su unión. Se deterioran al contacto constante con combustible. Los silicones deben presentar las siguientes características:

1. Buenas propiedades en temperaturas elevadas.
2. Aislantes térmicos.
3. Buenas propiedades eléctricas sobre un amplio rango de temperatura.
4. Resistencia adecuada al envejecimiento y el desgaste.
5. Resistencia a la humedad y al agua.
6. Habilidad de resistir calor y radiación al mismo tiempo.
7. Excelente fuerza de desgajamiento

2.4. MERCADOS DE APLICACIÓN

Los adhesivos son empleados en una gran variedad de mercados: construcción, empacado, muebles, automotriz, textil, aeronáutica, entre otras. Gran número de manufactureros abastecen muchos productos diferentes a los consumidores finales para diversas aplicaciones.

Como se mencionó en el primer capítulo, la división de los mercados de aplicación en la cual se basará éste trabajo, es la propuesta por la Mesa directiva de la Asociación Nacional de la Industria Química, de la sección de adhesivos y selladores[3].

Las aplicaciones típicas y más comunes de los adhesivos son las siguientes:

- Industria automotriz: estampas o etiquetas automotrices, unión de molduras
- Industria del calzado: uniones de películas de PVC a piel, cuero y piel.
- Industria de cinta adhesiva: adhesivos sensibles a la presión para uso en etiquetas auto adheribles o estampillas.
- Industria de la construcción: aplicación importante para incrementar la adhesión entre viejo y nuevo concreto. Adhesivos de este mercado son usados para uniones metal-metal, elastómeros, espumas, plásticos, nylon y vidrio.
- Industria de empacado: unión de materiales no porosos, especialmente cintas de plástico. La más importante aplicación en empacado es la laminación flexible.
- Industria de empaque flexible: los principales mercados de esta categoría son la botana, el jabón y los medicamentos entre otros.
- Industria etiquetado: en forma sólida, los metacrilatos son adhesivos hot-melt útiles y a parte no son tóxicos. El etiquetado de botellas de vidrio y jarras, pinturas de agua, entre una gran variedad de productos. Especialmente cintas de plástico transparentes como el celofán.
- Industria de auto consumo y menudeo: o bien denominado hágalo usted mismo. Se encuentran en esta clasificación los adhesivos destinados a centros comerciales, ferreterías y papelerías.
- Industria de muebles: es empleado en la construcción de muebles, laminados y uniones metal-madera. Aplicación en frió para uniones madera-madera.

[3] "Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores en México", ANIQ, Junio 2001.

- Industria de los no tejidos: Ciertos tipos de hot melt pueden pegar superficies de muy baja energía como el polietileno, lo que lo hace ideal para la industria del pañal desechable y toallas femeninas.
- Industria del papel: la mayoría de los solubles en agua son usados principalmente en pegado de papel. También en la unión de materiales porosos y fibrosos tales como papel, cartón, pastas inferiores, bolsas, sobres, etiquetas, conos y tubos, entre otros.
- Industria textil: Los solubles en agua son usados principalmente en pegado textiles y los tubos de hilaza textil.

Las siguientes tablas son una relación entre las familias químicas y los mercados de aplicación. Es decir, la tabla 2.4 muestra el porcentaje de participación de cada mercado por familia química. Esto es, el porcentaje de adhesivo consumido anualmente en cada mercado. Por ejemplo, la distribución de los adhesivos base acrílico es la siguiente: 10% del consumo total van al mercado automotriz, 4% al de calzado y cuero, 59% al de cinta adhesiva, y así sucesivamente.

Tabla 2.4. Participación de cada mercado por familia química, en porcentaje[4].

MERCADO DE APLICACIÓN	FAMILIA QUÍMICA											
	Acr	Cas	Cel	Cian	Dex	HM	Hu	Pcl	Pur	PVA	Sil	Otros
Automotriz	10			20		2	18	2.5	3	5	98	1
Calzado	4					1		59	36			8
Cinta adhesiva	59					11	38					
Construcción	7							6	1	10	2	4
Menudeo				76		1	10	21	2	32		17
Electrodoméstico						2						
Empaque					1	19				5		4
Empaque flexible									57			
Encuadernación						4				1		
Etiquetado		100			1	2				1		
HUM								1.5		3		57
Laminación						1						
Mueble						1		10	1	21		5
No tejidos						55	13					
Papel	20		100		98					16		4
Tabacalera										1		
Otros				4		1	21			5		
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

NOTA: **Familias Químicas**: Acr-acrílico, Cas-caseína, Cel-celulósico, Cian-cianocrilato, Dex-dextrina, HM-hot-melt, Hu-hule, Pcl-policloropreno, Pur-poliuretano, PVA-polivinil acetato, Sil-silicón.

[4] Fuente: "Estudio de Mercado de Adhesivos y Selladores", ANIQ, Junio 2001.

2.5. PRUEBAS DE CALIDAD

Una prueba se define como el método o proceso mediante el cual se determina la calidad y presencia de algo.

Existen pruebas en común tanto de adhesivos como de selladores para evaluar propiedades fundamentales como viscosidad, vida de trabajo, pegajosidad, porcentaje de curado, endurecimiento y porcentaje de sólidos. Las condiciones de evaluación deben ser por lo menos de 24 horas, y se deben llevar a cabo a 23ºC (73.5ºF) y 4% de humedad relativa.

Las pruebas de adhesivos miden una o varias de sus propiedades al mismo tiempo, y pueden ser desde estudios muy simples hasta los más complejos. Son necesarias, no sólo para validar las propiedades generales, sino también para producir hojas con los datos obtenidos que, en ocasiones, le pueden servir al consumidor de referencia. Existen dos categorías generales para las pruebas de los adhesivos; pruebas de propiedades fundamentales y pruebas de uso final.

2.5.1. PRUEBAS DE PROPIEDADES FUNDAMENTALES.

Estas pruebas, también denominadas pruebas físicas, usualmente se emplean para evaluar la consistencia del adhesivo saliente, o del substrato una ves que el sistema de unión se considere deseable para una aplicación específica.

- ✓ VISCOSIDAD

Se define como la resistencia de un material líquido a fluir. Usualmente se mide en centipoise (cps). Los adhesivos normalmente son aplicados como líquidos y su endurecimiento se lleva a cabo por conversión de la película líquida en sólido. Probablemente la propiedad más importante del adhesivo líquido es su viscosidad, por lo cual, es de vital importancia la medición y el control de dicha propiedad. La viscosidad de un adhesivo nos indica cuan fácil el producto puede ser bombeado o disperso en una superficie. Nos revela la edad del adhesivo, la calidad de la resina y las características de mojado. A continuación se mencionan algunos instrumentos empleados en la medición de ésta propiedad:

1. Viscosímetro de tubo en "U", deseable para líquidos de baja viscosidad. La viscosidad se relaciona a un tiempo tomado, en segundos, para un volumen dado de líquido, para pasar a través de una sección capilar del instrumento.
2. Viscosímetro de caída de bola, en un principio la densidad del líquido es conocida. Es deseable para líquidos claros. Se observa el tiempo que toma la bola de hierro en caer a lo largo de una distancia.
3. Los tubos de burbuja de aire de Gardner-Holdt, son convenientes para la determinación de viscosidades cinemáticas. Se observa el tiempo que toma una burbuja de aire en elevarse a través del líquido.
4. Viscosímetro rotacional, se emplean en la medición de las viscosidades de fluidos no newtonianos, tales como las emulsiones.
5. Viscosímetro Bingham-Murray modificado, proporciona directamente la viscosidad en poises sin necesidad de conocer la densidad.

✓ GRAVEDAD ESPECÍFICA

La presencia de aire en un adhesivo líquido es indeseable debido a que puede llevar a problemas de burbujeo durante la aplicación y peor aún, da lugar a una capa discontinua de adhesivo después de haber sido aplicada.

La medición de la gravedad especifica es un método empleado para determinar si el adhesivo está aireado, y de ser así, la adición de un agente de control, la aplicación de vacío o una combinación de ambos pueden ser empleadas para mejorar la situación.

✓ PUNTO DE ABLANDAMIENTO

Cuando se aplica calor a un adhesivo hot-melt, éste no cambia del estado sólido al líquido instantáneamente a una temperatura dada, pero gradualmente se ablanda y se vuelve menos viscoso cuando la temperatura va incrementando. Para la medición de este punto se deben considerar las condiciones a las cuales va a estar sometido el adhesivo.

✓ CONTENIDO DE SÓLIDOS

Se debe revisar el contenido de sólidos en los adhesivos para asegurar que no hay errores en la formulación. '*Sólidos*' se refiere a los componentes no volátiles o inorgánicos presentes en el adhesivo.

Es muy importante saber cuanta materia sólida está presente en él liquido, ya que esto tiene influencia en la eficiencia de la unión formada, aún cuando la viscosidad sea la correcta. Por ejemplo, un contenido bajo de sólidos significa mayor cantidad de liquido a ser disipado lo cual lleva a tiempos prolongados de secado en el proceso. Esta prueba es importante ya que nos indica la cantidad de volátiles liberados durante el curado.

Usualmente éste contenido se determina secando una muestra previamente pesada de adhesivo en un horno de circulación de aire. Cuando la muestra se ha secado a un peso constante, se vuelve a tomar la medición del peso y la diferencia entre esta y la inicial se expresa en forma de porcentaje. Otra forma de determinar el porcentaje de sólidos es mediante un refractómetro.

✓ pH

Propiedad de gran importancia en los adhesivos líquidos y las películas curadas, ya que proporciona la estabilidad de ambos. En algunas resinas, principalmente termo fijas, es un factor primordial y varía de acuerdo al tipo de adhesivo; siendo los limites de 2.5 a 11. La medición del pH se lleva a cabo mediante el pHmetro el cual arroja una lectura directa del valor. Si no se cuenta con éste instrumento, se pueden usar indicadores en papel o solución.

✓ PORCENTAJE DE CURADO

Los adhesivos estructurales usualmente requieren del curado mediante la aplicación de calor, la adición de un catalizador, la adición de presión o una combinación de las tres. La fuerza desarrollada, en la unión de adhesivos, a diferentes tiempos durante el proceso de curado se puede medir mediante etapas de rompimiento.

Ésta prueba nos indica cuando un adhesivo está completamente curado. También se emplea para saber si el mecanismo de curado del adhesivo ha cambiado

de lote a lote o si presenta descomposición con el almacenamiento, humedad, etc. Los resultados se reportan en Kg/cm^2 o Lb/in^2.

✓ PEGAJOSIDAD

Se define como "la habilidad de una película de adhesivo para formar una unión de fuerza medible con un pequeño contacto en la superficie". Es decir, es la propiedad de un adhesivo a adherirse a otra superficie en contacto inmediato cuando está en estado de fluido.

✓ ENDURECIMIENTO

El endurecimiento de un adhesivo también es usado como indicador de curado y en el control de calidad de ciertas sustancias. Se puede determinar de varias formas: resistencia a la abrasión y eficiencia al rebote.

✓ GELATINIZACIÓN

Es un método conveniente para evaluar la calidad de los pegamentos animales. La referencia de un buen adhesivo es la alta fuerza para gelatinizarse y la alta viscosidad que presentan. El instrumento empleado para medir esta propiedad es el Gelómetro Bloom, el cual mide la capacidad requerida para producir una depresión de 4 mm cuando un cilindro estándar es presionado en una superficie gelatinosa.

2.5.2. PRUEBAS DE USO FINAL.

Son aquellas en donde se trata de simular el tipo de condiciones de servicio o carga a las cuales van a ser sujetos los materiales.

✓ VIDA DE ALMACENAMIENTO

Cuando una resina polimérica es almacenada por considerables periodos de tiempo, a ésta le pueden ocurrir cambios físicos y químicos afectando su desempeño como adhesivo.

Se define como la cantidad de tiempo que puede permanecer en almacenamiento un adhesivo, manteniéndose en condiciones deseables para su uso. Se determina por pruebas de viscosidad para resinas líquidas y pruebas mecánicas para los adhesivos en forma de cinta.

La mayoría de los adhesivos poliméricos tienen una vida de almacenamiento de más de 6 meses a temperatura ambiente. Por otro lado, hay algunos adhesivos que presentan una vida limitada cuando son almacenados a bajas temperaturas.

✓ VIDA DE TRABAJO

Es el lapso de tiempo que transcurre entre el momento que el adhesivo está listo para su uso y el momento en que ya no es útil. En otras palabras, es la vida útil de un adhesivo de resina sintética después de adicionar el endurecedor o catalizador. Ésta propiedad también indica el grado de polimerización de la resina. Aplica a sistemas líquidos y pastas.

✓ PRUEBAS DE DEFORMACIÓN

En la unión, los adhesivos no siempre soportan cargas por periodos cortos de tiempo. A menudo se necesita que dicha unión sobreviva a cargas continuas o estrés. El cambio dimensional ocurrido en un adhesivo estresado en un largo periodo de tiempo se llama deformación.

Los reportes deben incluir información pertinente del adhesivo y los adherentes, las deflexiones observadas, la duración de la prueba, su temperatura y el modo de fallos, en caso de ocurrir alguno durante la prueba.

✓ PRUEBAS DE DESGAJAMIENTO

El desgajamiento, en la unión, de un substrato a otro resulta una ruptura en las superficies, en ocasiones esto es indeseable e imposible de llevar a cabo.

Es una prueba mecánica la cual nos indica el comportamiento de un adhesivo en el adherente, e indica las condiciones de la superficie del sustrato. Se hace despegando una parte flexible del ensamblado, de otra parte rígida o flexible, que esté a 90° o 180°. Los valores del desgajamiento se reportan en lb/in^2 (piw) de ancho de la unión.

✓ TIEMPO ABIERTO

El tiempo en el que se da un estiramiento en la unión es el tiempo abierto. Para determinar el adecuado tiempo abierto de un adhesivo, se unta una porción de adhesivo a temperatura y grosor apropiados a una lámina, presionando pequeños fragmentos de ésta a diversos intervalos. Para los adhesivos hot-melt, el tiempo abierto es muy corto.

El tiempo abierto de un adhesivo puede ser afectado por la temperatura, volumen aplicado, temperatura de los substratos y las condiciones ambientales.

✓ PRUEBAS DE ROMPIMIENTO

Se define como "la habilidad de resistir fuerzas estáticas aplicadas en el mismo plano que el substrato". Se mide adhiriendo un fragmento final de del substrato, película de papel o plástico, a un plato de vidrio en un ángulo de 2° con la vertical para formar una unión de 25 mm2.

✓ PRUEBAS DE TENSIÓN

La fuerza de tensión de la unión se define como la máxima carga por unidad de área, requerida para romper la unión (psi). La prueba del espécimen se hace con una agarradera diseñada para mantener las cargas en línea axial. Ésta prueba requiere de maquinaria específica para asegurar la correcta evaluación.

✓ RESISTENCIA A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS

Los extremos en las temperaturas pueden provocar fallas en las uniones de adhesivos, es por eso que se deben tomar en cuenta estas consideraciones a la hora de hacer la elección del adhesivo a usar. Si las opciones son limitadas y la situación requiere de cierto tipo de adhesivo, entonces éste debe ser sometido a diferentes pruebas físicas.

✓ RESISTENCIA QUÍMICA

En muchas aplicaciones, el adhesivo debe resistir el efecto de químicos como el agua, aceites, grasas, etc., continua o intermitentemente. El modo más realista para

determinar si la unión resistirá la exposición de agentes químicos, es sometiendo las uniones al químico apropiado, simulando las condiciones ambientales presentes durante la vida de servicio del adhesivo.

- ✓ PRUEBAS DE FATIGA

La fuerza de fatiga de un adhesivo se reporta como él numero de ciclos de una carga conocida necesaria para causar una falla. Ésta fuerza depende del adhesivo, condiciones de curado, geometría de unión, modo de estrés, magnitud de estrés y frecuencia y amplitud de los ciclos de carga.

Ésta prueba se define como la aplicación repetida de una carga dada en un adhesivo, midiendo la habilidad del espécimen adherido a resistir fallas.

- ✓ PRUEBAS AMBIENTALES

Después de determinar las propiedades mecánicas y físicas de los adhesivos, se toman en cuenta los factores ambientales. Es deseable saber el rango al cual la unión de adhesivo perderá fuerza debido a los factores ambientales en el servicio.

Los adhesivos se deterioran bajo condiciones climáticas, es por eso que se requieren de pruebas ambientales como la elevación de temperatura, pruebas criogénicas, exposición de humedad, atomizado de sal, inmersión en agua y otros fluidos, envejecimiento a calor estático, lluvias, vacío, choques térmicos, entre otras. Estas pruebas se definen como las circunstancias, condiciones o influencias circundantes.

2.6. *VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE ADHESIVOS*

La tabla 2.5 enumera algunas de las ventajas y desventajas encontradas en la formulación y aplicación de los adhesivos.

Tabla 2.5 Ventajas y desventajas de los adhesivos.

Ventajas	Desventajas
1. Gran área de estrés de tolerancia	1. Las superficies deben limpiarse adecuadamente
2. Excelente fuerza de fatiga	2. Se necesitan largos periodos de curado
3. Amortigua vibraciones y absorbe choques	3. Limitaciones en las temperaturas de operación
4. Minimiza o previene corrosión galvánica entre metales diferentes	4. Se requiere calor y presión
5. Une todo tipo de formas	5. Control rígido de proceso necesario
6. Provee contornos planos	6. Difícil inspección de las partes unidas
7. Sella uniones	7. Vida útil dependiente del medio ambiente
8. Une cualquier combinación de materiales	8. son necesarias consideraciones ambientales, de salud y seguridad
9. Más barato y rápido que los métodos mecánicos	9. En ocasiones se requiere especial entrenamiento
10. El calor requerido no afecta los metales de l ensamble	10. Los solventes presentes en la mayoría de los adhesivos tienden a deteriorar los adherentes
11. Se usan como aislantes y conductores	11. Diseño de unión

A continuación se da con más detalle una explicación breve de las ventajas y desventajas que presentan el uso de adhesivos.

☑ *VENTAJAS EN EL USO DE ADHESIVOS*

1. Gran área de estrés de tolerancia. La distribución uniforme en la tensión permite gran fuerza y rigidez en el ensamble, lo que permite reducir el espesor del material y su peso. Debido a que el área completa es unida, la unión con adhesivo minimiza la tensión concentrada que comúnmente ocurre con tornillos, pernos, remaches y molduras.
2. Excelente fuerza de fatiga. No se quiebran o deforman la superficie de ensamblado. Hojas delgadas pueden ser unidas manteniendo su fuerza.
3. Amortigua vibraciones y absorbe choques. Una buena distribución en la tensión también nos da mejor resistencia a la fatiga bajo circunstancias de vibración. Los adhesivos estructurales tienen la capacidad de absorber, transferir y distribuir la tensión, así, los metales se fatigan antes que los adhesivos.
4. Minimiza o previene corrosión galvánica entre metales diferentes. Cuando metales desiguales son unidos, usualmente ocurren problemas causados por corrosión. La capa de adhesivo aísla este problema.
5. Une todo tipo de formas. Permite la fácil fabricación de contornos únicos. Superficies con contornos complejos y únicos son adheridas satisfactoriamente mediante adhesivos, cosa que con métodos convencionales de unión sería muy difícil.
6. Provee contornos planos. Permite el ensamble y fabricación de partes planas o lisas. Cuando se requiere unir superficies lisas o planas, los adhesivos eliminan la presencia de operaciones de llenado o triturado.
7. Sella uniones. Actúa como sellador. En ocasiones actúa como sellador ante otros líquidos o gases.
8. Une cualquier combinación de materiales. Unen sustratos desiguales. Los metales no se unen satisfactoriamente a los no metales, ahí es cuando los adhesivos actúan. Materiales pesados pueden ser unidos a sustratos delgados. Propulsores sólidos también son unidos a cascos de acero.

9. Más barato y rápido que los métodos mecánicos. Reduce costos de horas hombre. Esto usualmente depende de la maquinaria requerida y el número de partes a fabricar. Los costos se reducen significativamente en los ensambles de metal con metal.
10. El calor requerido no afecta los metales del ensamble
11. Se utilizan como aislantes o conductores. Con el adhesivo apropiado, la unión se convierte en un aislante eléctrico perfecto. Muchos adhesivos se emplean como conductores.

☒ *DESVENTAJAS EN EL USO DE ADHESIVOS*

1. Las superficies deben limpiarse adecuadamente
2. Se necesitan largos periodos de curado. Cuando se necesita de gran fuerza a elevadas temperaturas, los adhesivos frecuentemente son curados a altas temperaturas en hornos, presas o autoclaves. Esto no es práctico ni deseable con ciertos materiales, configuraciones o porciones.
3. Limitaciones en las temperaturas de operación.
4. Se requiere calor y presión
5. Control rígido de proceso necesario. Para producir uniones de optimas condiciones, el proceso se vuelve crítico. Por ejemplo, la reparación de la superficie es una de las áreas más críticas y se requiere personal especializado para hacerlo, así como de técnicas de manejo y una constante seguridad en el control de calidad.
6. Difícil inspección de las partes unidas, lo que da dificultad en control de calidad y valor de calidad. El análisis de calidad de una parte unida mediante adhesivo es más difícil que el hecho con métodos convencionales. El uso de técnicas no-destruibles ha aumentado la posibilidad de una determinación de calidad satisfactoria.
7. Vida útil dependiente del medio ambiente. La vida de servicio de algunos adhesivos tiene menor duración que lo deseable para el producto final.
8. Necesarias consideraciones ambientales, de salud y seguridad. Los efectos del ambiente cambian dependiendo el tipo de adhesivo y el tiempo de exposición.

Los adhesivos se caracterizan por tener debilidad a la exposición del sol y al calor. Ciertos adhesivos presentan poca resistencia a condiciones climatológicas. Sabemos que la moderada exposición a fluidos comunes tienen pequeños efectos en los adhesivos, éste cambia dependiendo el tipo de adhesivo y el tiempo de exposición. Por esto, es necesario considerar las pruebas ambientales para una buena elección de adhesivo.

9. En ocasiones se requiere especial entrenamiento para el manejo del adhesivo y de la maquinaria empleada en su fabricación
10. Los solventes presentes en la mayoría de los adhesivos tienden a deteriorar los adherentes. Esto puede ser controlado mediante una selección adecuada del sustrato a unir, así como del sistema de adhesivo a emplear.
11. Diseño de unión. Para asegurarse de que la tensión va en la dirección donde la unión del adhesivo es la mas fuerte, y minimizar la tensión en la dirección débil.

Capítulo III
SELLADORES

Los selladores son como los adhesivos en muchos sentidos. De hecho a menudo se consideran en la misma rama debido a que muchas de sus formulaciones son semejantes. Usualmente, un sellador debe unirse efectivamente a un substrato siempre y cuando lo deje desempeñar sus funciones. Sin embargo, un sellador normalmente es empleado para excluir o contener, es decir es usado como barrera de protección, mientras que un adhesivo se usa para sostener o mantener. Los selladores generalmente eliminan la mugre, humedad y químicos, o sirven para contener líquidos o gases. También excluyen ruido y vibraciones, mejoran la apariencia y desempeñan una función de unión. Algunos selladores pueden emplearse para ensamblar partes, como aislantes eléctricos o térmicos, barreras de fuego y productos para alisar o rellenar. Por lo anterior, se observa que el sellador necesita fluir mucho más para su aplicación en lugar de estar en posición rígida.

Los materiales empleados como selladores usualmente presentan menor fuerza que los usados como adhesivos. Esto se debe a que las formulaciones de selladores contienen grandes cantidades de material inerte o rellenadores, principalmente para reducir los costos y para cubrir huecos o brechas. Las formulaciones de los selladores también contienen resinas elastoméricas para proveer flexibilidad y elongación en lugar de alta fuerza de tensión.

No importa la aplicación, un sellador debe tener tres funciones básicas:

1. Rellenar o tapar un hueco entre dos o más substratos.
2. Formar barreras debido a las propiedades físicas del sellador y a su adhesión al substrato.
3. Mantener su propiedad de sellado en el tiempo de vida esperado, condiciones de servicio y ambientales.

No hay muchas funciones alternativas al proceso de sellar. La soldadura se puede emplear en lugar del sellador en algunas ocasiones, dependiendo del substrato y del movimiento relativo que los substratos tendrán durante su servicio. Sin embargo, la integridad y simplicidad que ofrecen los elastómeros orgánicos, usualmente hacen de

ellos un material deseable para desempeñar esas funciones. Materiales base hule son usualmente empleados para rellenar huecos o para sellar uniones. Es bien sabido que los hules son incompresibles, propiedad importante en un sellador. Los hules naturales no son empleados en la formulación de selladores, se prefieren hules sintéticos y hules de polisulfuro.

La aplicación correcta del sellador involucra más que escoger el material con las correctas propiedades físicas y químicas. Substratos a sellar, diseño de la unión, desempeño esperado, requerimientos de producción y costo económico son los aspectos a considerar.

PROPIEDADES DE LOS SELLADORES

Al igual que los adhesivos, los selladores presentan diferentes clases de propiedades; las más importantes a considerar son:

Propiedades Mecánicas

Éstas incluyen: elongación, compresibilidad, fuerza de adhesión a otros substratos, módulos de elasticidad, resistencia al desgarre o al rompimiento. Dependiendo de la naturaleza de la aleación será la fuerza que requerirá el sellador.

Una propiedad importante en el desempeño de los selladores es la '*capacidad de movimiento*'. El sellador deberá tener suficientes características mecánicas para permanecer unido al substrato durante su servicio y para proveer una barrera. El substrato se moverá considerablemente, por lo que se requiere que el sellador se expanda o contraiga significativamente sin perder la adhesión a la superficie.

Propiedades de producción

Incluyen: rango de curado, color, bajo flujo de temperatura, habilidad para ser "pintado", propiedades de no burbujeo y el costo.

Propiedades de desgastamiento

Incluyen: resistencia a radiación UV, propiedades mecánicas a bajas y altas temperaturas, resistencia a la hidrólisis, desgastamiento térmico y oxidación.

Propiedades de adhesión

La adhesión es un factor importante para determinar el desempeño de un sellador. La adhesión se ve afectada por las interacciones fisicoquímicas entre el

sellador y la superficie a la cual fue aplicado. Sin embargo, en ciertas uniones hay gran movimiento por lo que no es deseable una adhesión fuerte. Cuando la fuerza adhesiva es más fuerte que la fuerza cohesiva del sellador, éste se separará al contraerse o expandirse.

Las condiciones que influencian en la adhesión del sellador incluyen: exposición al agua, temperaturas extremas, consideraciones de movimiento y limpieza de las superficies. A menudo en un proceso de condicionamiento de superficies es necesario hacer el substrato compatible con el sellador.

EFECTOS QUÍMICOS

Los selladores presentan efectos químicos en el substrato. La incompatibilidad química puede causar que el sellador o el substrato se ablande, endurezca, quiebre, inhiba el curado o cause otros cambios.

CONSIDERACIONES DE PROCESO

Una consideración importante para cualquier proceso de sellado es la relativa facilidad de manejo y aplicación del sellador. Existe gran variedad de rangos de selladores disponibles con grados diferentes de aplicación.

Un material considerado como sellador debe cumplir con tres criterios:

1. Debe estar, en algún momento, en forma líquida para así poder ser esparcido a lo largo del substrato.
2. Debe ser capaz de endurecerse para resistir y distribuir el estrés.
3. Debe resistir el ambiente al cual se enfrentará durante y después del proceso.

VIDA ÚTIL DE LOS SELLADORES

Durante los años cincuentas y sesentas, se pensaba que los selladores presentaban una vida útil de 25 años. Debido a la corta vida de las estructuras, ahora se sabe que los selladores deben ser remplazados después de un periodo de tiempo. A continuación se muestra una tabla con información de duración de los selladores de acuerdo a su base polimérica así como lo muestra la siguiente tabla:

Polímero	Vida del sellador (años)
Hule butilo	10-15
Acrílico	>25
Polisulfuro	>25
Poliuretano	>25
Silicón	>20

3.1. CLASIFICACIÓN

A menudo los selladores, al igual que los adhesivos, se dividen en clases de producto, familias químicas y aplicaciones industriales. El costo del material del sellador también es un criterio importante a considerar. Sin embargo, existen métodos particulares de clasificación desarrollados especialmente para los selladores, los cuales son:

- Habilidad de endurecimiento
- Capacidad de movimiento
- Familia química
- Uso final

3.1.1. TIPOS DE SELLADOR.

Ésta clasificación engloba las habilidades de endurecimiento presentes en cada sellador. Existen los selladores denominados "endurecidos" que a su vez se subdividen en rígidos o flexibles, y los denominados "no endurecidos".

- ENDURECIDOS

Se definen como los selladores de fluido pesado que se endurecen para formar, tanto un sellado rígido, como flexible. En la tabla 3.1 se muestran algunas características de selladores tanto rígidos como flexibles.

✓ ***Rígidos***

Se caracterizan por su inhabilidad para flexibilizarse, presentando poca o nula elasticidad. Este tipo de selladores comúnmente se usan cuando ambas funciones de sellado y unión se requieren. Un sellador representativo de este grupo es el base acrílico.

✓ ***Flexibles***

Permanecen flexibles después del curado y generalmente son productos base elastómero. En el caso de elastómeros verdaderos, éstos regresan a su dimensión original después de la elongación. Por el contrario, pueden estar hechos de materiales que se deforman permanentemente bajo estrés sin romperse o desgarrarse. El rango de flexibilidad y endurecimiento varía considerablemente.

✓ NO ENDURECIDOS

Éstos selladores no se endurecen, ellos permanecen húmedos o "fluidos" después de su aplicación y antes o después de aplicarse, presentan propiedades físicas similares. A pesar de que estos selladores se mantienen húmedos, pasan a través de conversiones químicas, evaporación de solventes o algún otro mecanismo de curado. Éste tipo de selladores está disponible en muchas formas pero se caracterizan por su consistencia como mastique. Algunos ejemplos de selladores no endurecidos son las resinas de bajo endurecimiento y los selladores base aceite. En la siguiente tabla se describen algunos selladores de este tipo.

Tabla 3.1. Tipo de sellador. Selladores endurecidos[1].

Base del sellador	Forma y tipo	Curado			Vida de envasado	Comentarios
		Características	Tiempo	Temperatura		
RÍGIDOS						
Acrílico	E	-	Depende de la formulación	Depende de la formulación	-	Tiene aplicaciones limitadas como sellador. Especialmente exteriores.
Asfalto	P,PTP	Material de tipo termoplástico, DS	Muchas semanas	25°C	Muy grande	De fácil manejo, color negro
FLEXIBLES						
Polisulfuro	L,ETF	TA, C/H	14-21dias	25°C	1 año a 27°C	De fácil manejo, no pegajoso.
Uretano	E,ETF	TA, C/H	14-21dias	25°C	3-9 meses	Económico, difícil de manejar, exceso de humedad puede causar burbujeo
Silicón	ETF	TA, C/H	7-14 días	25°C	6 meses	Excelente para servicios de alta temperatura, buena barrera térmica, alto costo, color transparente
Acrílico	RTP	TA	21 días	25°C	3-9 meses	Requiere calentamiento para su manejo, baja fuerza cohesiva

Continuación Tabla 3.1.

Base del sellador	Forma y tipo	Curado			Vida de envasado	Comentarios
		Características	Tiempo	Temperatura		
Hule butilo	RTP	TA	-	-	6-12 meses	Fácil de aplicar, relativamente costoso, requiere mucho tiempo de endurecimiento para lograr la fuerza deseada. Impermeables.

Notas :

Forma: E-emulsión, L-líquido, P-pasta, PTP-polímero termoplástico, RTP-resina termoplástica, ETF-elastómero termofijo.

Curado: DS-desprendimiento de solvente, TA-temperatura ambiente, C/H-acelerado por calor o humedad.

Tabla 3.2. Tipo de sellador. Selladores no endurecidos[1].

Base del sellador	Forma	Vida de envasado	Comentarios
Hule butilo	Pasta	Indefinida	Relativamente costoso, difícil de medir las propiedades de fuerza
Acrílico	Pasta	Indefinida	Pobre fuerza cohesiva
Asfalto	Pasta	Indefinida	Disponible en color negro, no se emplea en substratos porosos, de fácil manejo

[1] Fuente: "Handbook of adhesives and sealants". Edward M. Petrie. 2000.

3.1.2. CAPACIDAD DE MOVIMIENTO

Si existe un espacio amplio, el sellador no puede ser unido a todas las superficies que rodea. Estos factores propician en los selladores cambios en volumen y probablemente en las dimensiones de las superficies a sellar. El sellador debe permanecer unido a la superficie sellada pero, debido a que el volumen ha cambiado, hay una superficie libre en donde pueden ocurrir los movimientos necesarios.

Los selladores empleados hoy en día se clasifican dependiendo sus capacidades de movimiento como los que se describen a continuación y en la tabla 3.3. :

- SELLADORES DE BAJO RENDIMIENTO

La función primordial de estos selladores es como rellenadores de grietas para prevenir la entrada de polvo, lluvia y viento en condiciones estáticas. Sin embargo, el exceso de contracción, endurecimiento con la edad y adhesión pobre, limitan su servicio. El uso de éstos materiales es limitado en el mercado del consumidor.

- SELLADORES DE MEDIO RENDIMIENTO

Estos selladores aceptan niveles bajos de contracción/expansión térmica inducida. El precio es mayor que el de los selladores anteriores y mucho menor que el de los de alto rendimiento. Este sistema generalmente se cura por evaporación de solventes y oxidación, o una mezcla de ambas. Los selladores que caen en ésta categoría se formulan con extendedores no volátiles y rellenadores para minimizar el encogimiento.

- SELLADORES DE ALTO RENDIMIENTO

Presentan la mayor capacidad de movimiento, 12%, y excelente resistencia a extremos ambientales. Se curan por reacción química de resinas elastoméricas. Debido a su naturaleza química reactiva, tiende a ser más compleja su aplicación, siendo la más común en exteriores con aplicaciones de grandes movimientos.

Tabla 3.3. Clasificación de acuerdo a la capacidad de movimiento.

Clasificación	Capacidad de movimiento	Vida de servicio	Costo	Sellador
Selladores de bajo rendimiento	0-5 %	2-10 años	Bajo	Asfáltico
Selladores de medio rendimiento	5-12 %	5-15 años	Medio	Acrílico, butilo, polibuteno
Selladores de alto rendimiento	Más de 12 %	10-15 años	Alto	Polisulfuro, poliuretano, silicón

3.1.3. USO FINAL

A menudo se clasifica a los selladores dependiendo el uso final al cual se destinan.

Selladores interiores actúan para contener un medio; los selladores exteriores actúan para excluir contaminantes. Algunos selladores desempeñan ambas funciones. Ésta clasificación incluye los selladores de concreto, para automóviles, construcción, aeropuertos y avenidas y como aislante de vidrio.

3.1.4. FAMILIA QUÍMICA

Existen más de 10 familias de polímeros empleadas de manera simple o en mezcla para cumplir con las características de almacenamiento, propiedades de aplicación, desempeño o rendimiento físico y durabilidad requerida en cada aplicación. En México, comúnmente se emplean y fabrican las siguientes familias químicas:

- Sellador Acrílico
- Sellador Asfáltico
- Sellador base Hule butilo
- Sellador de Polibuteno
- Sellador de Polisulfuro
- Sellador de Silicón
- Sellador base Uretano

La razón por la que no se fabrican actualmente, en nuestro país, el resto de las familias de selladores existentes, es debido al alto costo de producción que presentan éstos materiales.

3.2. ESPECIFICACIONES

Las formulaciones de los selladores contienen una base de polímero modificada por diferentes extendedores o aditivos. Estas formulaciones son más complejas que las de los adhesivos, debido a las especificaciones que deben cumplir de curado y desempeño.

La formulación de los selladores contiene una base de resina polímero, rellenadores, plastificantes, agentes tixotrópicos, catalizadores, agentes de curado y otros ingredientes.

Existe un rango óptimo de porcentaje de resina en la formulación de un sellador. El contenido de polímero usualmente se mide como el porcentaje en peso del polímero base en la formulación después de que el solvente o el agua ha sido evaporado del sistema. La tabla 3.4. muestra la concentración típica del solvente, expresado como el por ciento en peso de la formulación después del curado del sellador, y su contenido típico de polímero.

Tabla 3.4. Concentración típica de selladores.

Resina base	Contenido de solvente, %	Contenido de polímero, %
Acrílico	20-40	35-45
Emulsiones de látex	35-45	35-45
Polisulfuro	0	30-45
Silicón	0	60-85
Uretano	0	30-45

Al igual que los adhesivos, los selladores producidos y empleados en México, deben presentar 99% de sólidos. A continuación se menciona la composición cualitativa de cada familia química:

Tabla 3.5. Especificaciones de selladores[2].

Nombre Sellador	Composición
Acrílico	Asfalto, cargas y plastificantes
Asfáltico	Resinas acrílicas, cargas y estabilizadores
Polisulfuro	Hule polisulfuro, cargas y plastificantes
Silicón	Arena sílica en hule (fundida), cargas y plastificantes
Uretano	Polímero de uretano y cargas

* "Cargas" se refiere a polvos de CaCO3 (Carbonato de Calcio o Cal), cationes y SO3- (iones Sulfito).
* "Plastificantes" se refiere a aceites minerales, vegetales o de hidrocarburos.
* "Estabilizadores" le dan propiedades de antiescurrimiento y evitan los cambios de viscosidad.

3.3. PROCESOS DE OBTENCIÓN Y PROPIEDADES

La formulación de un sellador depende de la base del material, la cual, como ya se ha mencionado, es parte principal de la formulación y de los requerimientos de la aplicación.

Los selladores modernos generalmente son formulados a partir de polímeros elastoméricos sintéticos. Algunos de los polímeros empleados en la formulación del sellador incluyen polisulfuros, uretanos, acrílicos y hule butilo.

[2] "Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores en México", ANIQ, Junio 2001.

3.3.1. SELLADOR ASFÁLTICO

Los mastiques se formulan a partir de materiales obtenidos como subproductos del refinamiento del petróleo. Usualmente son sólidos o semisólidos, los cuales se deben aplicar en caliente

Estos selladores se vuelven quebradizos a bajas temperaturas, lo cual cambia al adicionar hule como agente flexibilizante; al agregar resinas epóxicas la tendencia de éstos materiales al flujo frío se reduce. Se aplica a 121-204°C (250-400°F).

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste sellador:

Propiedades del sellador base asfáltica.

Capacidad de movimiento max.	±3
Vida esperada	2-10 años
Temperatura de servicio	-29 a 66°C
Temperatura de aplicación	4-50°C
Tiempo de curado	Continuo
Contracción, %	5
Resistencia a la extensión a baja Temp.	Bajo-moderado

La mayor aplicación de éstas resinas es en la unión de avenidas.

3.3.2. SELLADOR ACRÍLICO

Las emulsiones y soluciones de polimetil metacrilato o sus copolimeros se usan como selladores. Presentan capacidad de movimiento moderada y excelente adaptabilidad al ambiente. Su aplicación más común es en exteriores debido a que éste sellador expele fuertes olores. El sellador acrílico base solvente tiene excelente adhesión a superficies de construcción comunes. Tiene capacidad de movimiento de ±12.5%. También presenta excelente durabilidad y permanencia del color, pobre recuperación y excelente resistencia al ambiente y a los rayos UV.

Las emulsiones de acrílico presentan capacidad de movimiento de ±10%. Son sensibles al agua y pierden adhesión en exteriores. Sin embargo, tienen bajo encogimiento, excelente flexibilidad y buen recuperación.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste sellador:

Propiedades del sellador base acrílico.

Capacidad de movimiento max.	±10 a 12.5
Vida esperada	5-20 años
Temperatura de servicio	-29 a 82°C
Temperatura de aplicación	4-80°C
Tiempo de curado	14 días
Contracción, %	10-15
Resistencia a la extensión a baja Temp.	Alto

Un sellador acrílico es Pintable. Sus aplicaciones son el sellado de juntas de bajo movimiento y grietas, y de juntas de carpintería u obras.

3.3.3. SELLADOR BASE HULE BUTILO

La composición del hule butilo es variable, depende de la forma y la aplicación que se le dé al final. Son impermeables a gases y olores, no se endurecen tan fácilmente ni se oxidan, por lo que su uso mayor es en interiores.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste sellador:

Propiedades del sellador base hule butilo.

Capacidad de movimiento max.	±7.5
Vida esperada	5-15 años
Temperatura de servicio	-40 a 82°C

Temperatura de aplicación	4-50°C
Tiempo de curado	Continuo
Contracción, %	20
Resistencia a la extensión a baja Temp.	Moderado-alto

3.3.4. SELLADOR DE POLISULFURO

El polisulfuro fue uno de los primeros elastómeros sintéticos. Estos selladores son sistemas 100% sólidos. Se curan a temperatura ambiente para generar materiales flexibles. Los aditivos empleados en su formulación son, generalmente, rellenadores, plastificantes retardadores o aceleradores y agentes promotores de adhesión.

La aplicación primordial de los selladores de polisulfuro es en el moldeado e instalado de conectores eléctricos, vidriado de ventanas y sellado de auto partes.

Las principales ventajas de este sellador son la fácil aplicación, buena adhesión, buena resistencia al ambiente y solventes, aceptable encogimiento y buena transmisión de vapor húmedo. La desventaja más grande radica en su elevado costo por lo que a nivel nacional, su producción no es tan significativa.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste sellador:

Propiedades del sellador base polisulfuro.

Capacidad de movimiento max.	±25
Vida esperada	10-20 años
Temperatura de servicio	-40 a 82°C
Temperatura de aplicación	4-50°C
Tiempo de curado	30-45 días
Contracción, %	8-12
Resistencia a la extensión a baja Temp.	Bajo-alto

3.3.5. SELLADOR DE SILICÓN

Los selladores base silicón se curan con calor o a temperatura ambiente. Se basan en mezclas de rellenadores, polímeros de silicón, agentes de unión y catalizadores. Carecen de solventes y presentan características de bajo encogimiento. Se pueden aplicar en rangos de -20 a 65.5°C (-4-150°F). Los selladores de silicón son resistentes al agua, se adhieren, sellan y también son aislantes eléctricos.

Presentan buena adhesión a los metales en general, a la madera, vidrio, hule, algunos plásticos y al concreto. La pintura no se adhiere a esta clase de selladores.

Su resistencia a los rayos UV, al agua y al calor es excelente. Ofrecen resistencia a temperaturas mayores a los 232°C (450°F). Se espera que se desempeñen en un periodo de 20-30años o más.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste sellador:

Propiedades del sellador de silicón.

Capacidad de movimiento max.	±25 a 100
Vida esperada	10-50 años
Temperatura de servicio	-54 a 200°C
Temperatura de aplicación	-30 a 70°C
Tiempo de curado	5-14 días
Contracción, %	0-5
Resistencia a la extensión a baja Temp.	Bajo

3.3.6. SELLADOR DE URETANO

La materia prima empleada en la formulación de éste sellador incluye isocianatos, polioles, catalizadores y solventes y aditivos. También contienen antioxidantes, pigmentos, rellenadores y otros agentes.

Los selladores base uretano se caracterizan por tener amplio rango de flexibilidad y endurecimiento, la resistencia al hundimiento, la tixotropía y la adhesión a

varios substratos son buenas. Presentan excelente elongación y recuperación. La resistencia a la abrasión y al desgarramiento es destacable, haciéndolos ideales para uniones en pisos y avenidas. Sin embargo, los rayos UV causan que se quiebre y envejezca. No se recomienda el uso continuo del sellador a temperaturas sobre 82°C (180°F).

Se emplean comúnmente en tareas tales como instalaciones eléctricas y de ventanas, equipos montados, goteras, juntas de tuberías. Éste sellador se puede pintar.

A continuación se muestra un cuadro con las propiedades más representativas de éste sellador:

Propiedades del sellador de uretano.

Capacidad de movimiento max.	±25
Vida esperada	10-20 años
Temperatura de servicio	-40 a 82°C
Temperatura de aplicación	4-50°C
Tiempo de curado	8-21 días
Contracción, %	0-5
Resistencia a la extensión a baja Temp.	Bajo-alto

La forma comercial más comúnmente empleada es la espuma de poliuretano de expansión, que combina propiedades de adhesión, fijación, sellado, aislamiento y capacidad de relleno. Hay otras espumas que son resistentes al fuego, con propiedades aislantes. Presenta excelente adhesión. Sus aplicaciones son los empotramientos y anclajes de ventanas y puertas, fijación de paneles y elementos de construcción, montaje de marcos y ventanas, relleno de grietas y huecos, y sellado de juntas resistentes al fuego.

3.4. MERCADOS DE APLICACIÓN

A continuación, la tabla 3.6 enumera algunas de las aplicaciones típicas encontradas para diferentes selladores dependiendo de su especificación.

Tabla 3.6. Aplicaciones típicas para selladores.

Base genérica	Especificación	Uso típico
Asfalto		Para goteras, reparación de avenidas
Hule butilo	No curado	Con polibuteno, para construcciones de metal, aislantes de ruido
	Curado	Selladores caseros, cintas, aislante de vidrio
Polibuteno		Aislante de vidrio
Acrílico	No plastificado	Base agua para uso en interiores en bordes de paredes
	Plastificado	Para uniones en exteriores como casas con buena capacidad de movimiento
	Base solvente	Uniones exteriores como construcciones, alrededor de puertas y ventanas con poco movimiento
Polisulfuro		Uniones de edificios, tanques de combustible de aviones y barcos, aislante de vidrio
Uretano		Uniones de edificios, aislante de vidrio, para compuestos de membranas impermeables
Silicón		Módulos cortos de uniones de edificios. Módulos cortos de avenidas, uso casero, aislante de vidrio, en uniones prefabricadas.

Las tablas que a continuación se presentan, describen la relación existente entre las familias químicas de los selladores y sus mercados de aplicación. Esto es, la tabla 3.7 muestra el porcentaje de participación de cada mercado terminal por familia química. Por ejemplo, la distribución de los selladores base Silicón es la siguiente: 11% del consumo total se destinan al mercado automotriz y 89% al de construcción; de igual modo, se representa igual para las demás familias químicas.

Tabla 3.7. Porcentaje de participación de cada mercado por familia química.[3]

MERCADO	FAMILIA QUÍMICA					
	Acrílico	Asfáltico	Polisulfuro	Silicón	Uretano	Otros
Automotriz	0	0	3	11	1	9
Construcción	11	1	53	89	23	58
Menudeo	89	99	44	0	76	33
TOTAL	100	100	100	100	100	100

[3] Fuente: "Estudio de Mercado de Adhesivos y Selladores en México", ANIQ, Junio 2001.

3.5. PRUEBAS DE CALIDAD

Existen pruebas de calidad que se aplican tanto a adhesivos como a selladores. Las condiciones bajo las cuales se realizan estas pruebas son al menos 24 horas de evaluación, de 23°C a ± 2% y 10°C a ± 4 % de humedad relativa.

Éstas son algunas pruebas previamente explicadas (capítulo 2) que se deben hacer para verificar la calidad de los selladores:

- Viscosidad
- Vida de almacenamiento
- Vida de trabajo
- Porcentaje de curado
- Endurecimiento
- Contenido de sólidos

Recordando que las pruebas usadas para medir las propiedades fundamentales de los selladores son similares a las de los adhesivos. Las pruebas realizadas a selladores son menores pero más elaboradas, debido a las especificaciones que debe cumplir cada uno. A continuación se describen esas pruebas de calidad:

✓ MÉTODO DE CURADO

Los selladores se caracterizan por su método de curado. Los parámetros de curado generalmente involucran agentes catalíticos, tiempo, temperatura o humedad. Como en adhesivos, las características de curado varían significativamente dependiendo las familias y las formulaciones.

✓ CAPACIDAD DE MOVIMIENTO

La capacidad de movimiento de un sellador es tal vez la característica más importante de éste. Por lo menos la unión del sellador se moverá en respuesta a los cambios diarios y ambientales. Éste movimiento se determina por la geometría del espécimen y el coeficiente de expansión térmica del substrato.

La capacidad de movimiento se expresa como un valor en porcentaje "±", que indica la cantidad de movimiento que puede tener un sellador en compresión y extensión.

✓ ADHESIÓN AL DESGAJAMIENTO

Ésta prueba en conjunto con la prueba de adhesión ténsil da un buen indicador de cómo un sellador se desempeña durante el servicio.

✓ FUERZA DE DESGARRO O ROMPIMIENTO

Ésta prueba es importante debido a que los selladores resisten la abrasión la cual puede venir de fuentes exteriores, tales como llantas de automóvil continuamente rodando sobre el concreto. De igual forma, se presenta a causa de fuentes internas, tales como las partículas de mugre atrapadas en el sellador causando abrasión cada que el sellador pasa por un ciclo de expansión/contracción.

✓ PRUEBAS AMBIENTALES

En el campo donde más se requieren ésta clase de pruebas es en el de la construcción, ya que ahí es de vital importancia tomar en cuenta los factores ambientales a los que los selladores estarán expuestos.

La inmersión del espécimen en agua antes de cada prueba es parte de la mayoría de las especificaciones requeridas antes de cada prueba, porque el agua o la humedad generalmente se encuentran en las aplicaciones de selladores para exteriores. Para las pruebas de inmersión se recomienda tres semanas mínimo.

El ozono y los rayos UV son factores ambientales a considerar. El ozono en cantidades de 50 ppm en la atmósfera puede causar el quebramiento de la superficie después de exposiciones razonables. De igual forma, los rayos UV causarán el endurecimiento de algunos selladores causando pérdida de adhesión. UV es de especial consideración para selladores con aplicación en vidrios. La resistencia a la degradación de la superficie después de varias horas en un medidor de ambiente estándar, indica buen desempeño del sellador.

3.6. *VENTAJAS Y DESVENTAJAS EN EL USO DE SELLADORES*

Familia química	Fuerzas	Debilidades
Acrílico	De fácil manejo	Alto encogimiento, pobre resistencia al ambiente, débil flexibilidad
Asfáltico	Bajo costo, resistencia al combustible	Pobre resistencia al ambiente
Hule butilo	El menor PTVH, buena flexibilidad	débil resistencia al ambiente
Polisulfuro	Bajo PTVH, resistencia al combustible, buena flexibilidad	Lento curado, baja profundidad de curado
Silicón	Mejor resistencia al ambiente, la mayor flexibilidad, buena adhesión, resistencia al calor	Alto PTVH, baja profundidad de curado, lento curado
Uretano	Buena resistencia al ambiente, la mejor adhesión, alta flexibilidad	débil resistencia a rayos UV, débil resistencia al calor

NOTA: *Fuerzas*: PTVH-porcentaje de transmisión de vapor húmedo

Capítulo IV
ADHESIVOS Y SELLADORES EN EL MERCADO NACIONAL

El estudio de mercado realizado por la Asociación Nacional de la Industria Química[1] presenta estadísticas e información referente al periodo de 1998 al 2000.

A continuación se hará un breve resumen de los aspectos más relevantes encontrados en dicho estudio.

El consumo aparente de adhesivos en el año 2000 fue de 79,779 Tons., con un valor de 108 MMUSD; el consumo para Selladores en el mismo año fue de 2,306 Tons., con un valor de 3 MMUSD. El crecimiento anual en el periodo de 1998-2000, fue del 19% y del 13% respectivamente.

Las familias químicas de mayor volumen para adhesivos son las elaboradas a base de PVA, Poliuretano y Hot-melt; para selladores las producidas a base de Silicón, Asfálticos y otros como Hule Butilo, Polibuteno, etc.

Los principales mercados terminales para adhesivos son el calzado, el mercado del papel y los destinados a distribuidores. En cuanto a selladores se encontró que los mercados con mayor consumo fueron el automotriz, el de construcción y de igual forma el de distribución.

Los precios de los adhesivos y selladores dependen de las familias químicas debido a sus componentes, complejidad de sus procesos, costos de producción y del mercado al cual se destinan. El precio promedio de un adhesivo es de $1.23 USD/Kg. y de un sellador de $2.56 USD/Kg.

[1] "Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores en México". ANIQ. Junio 2001.

4.1. PANORAMA ECONÓMICO

El PIB de la Industria manufacturera representa el 19.7% del PIB nacional. El crecimiento del primero en el periodo 1992-1999[2] fue de 21.8%. La Industria Química tuvo 2.6% de participación en el PIB nacional[3] en 1999.

En volumen, el 0.85% de la Industria Química corresponde a la sección de Adhesivos y Selladores.

En el año 2000 debido al crecimiento del PIB nacional, la demanda nacional aumentó.

Una de las principales causas de los cambios en la economía del país observadas a lo largo de los años se debe al crecimiento en la población. En 1990[4] se registró en el país un total de 81,249,645 habitantes, de los cuales 49.1% eran hombres y 50.9%, mujeres; en el periodo de 1990-2000 se experimentó un crecimiento anual de 2.8%. La mayor parte de la población habita en localidades urbanas, 71.3%, y tan sólo 28.7% de la población en localidades rurales.

Con tal evolución, se observa un crecimiento en la distribución porcentual de la población desempleada para la industria manufacturera, la cual en 1998 fue de 20.4% y para 1999 subió a 24.8%; por otra parte la industria del comercio incrementó el número de empleos un 13.2%. La mayor parte de la población empleada tiene un nivel de ingreso anual de 1 hasta 2 salarios mínimos[5].

Con base en lo anteriormente descrito, sabemos que los sueldos y salarios para el 2000 disminuyeron un 17.5%. De manera proporcional la inflación del país presentó una disminución del 17.8%, con respecto a 1999[6]. Lo anterior se muetra en el siguiente cuadro:

	1998	1999	2000	% Crecimiento 99 vs 00
Sueldos y salarios*	22.4	22	18.2	17.5
Inflación*	18.6	12.3	10.1	17.8

(*) Cifras en porcentaje con respecto al mismo periodo del año anterior.

[2] INEGI. Cuadernos de información oportuna No. 324.
[3] Anuario Estadístico de la Industria Química. ANIQ. 2000.
[4] INEGI/CONAPO, Estadísticas Sociodemográficas; Censo Nacional de población.
[5] INEGI, Sistema de Cuentas Nacionales de México.
[6] Banco de México. Informe anual 2000.

4.2. ANÁLISIS DEL MERCADO NACIONAL

El análisis del mercado nacional realizado en el presente trabajo está fundamentado y basado en el estudio de mercado previamente mencionado, así como en fuentes externas, tales como bancos de estadísticas de cámaras y secretarías, anuarios estadísticos y otras bases de datos disponibles en Internet.

4.3. ADHESIVOS

4.3.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

El análisis de demanda tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia de consumidores a los cuales se pretende ofrecer el mercado, en ubicaciones geográficamente definidas.

En proyectos de producción de bienes, que es el caso de éste trabajo, para estimar la demanda actual del producto hay que analizar series históricas de estadísticas relacionadas con la producción, importación y exportación de los productos involucrados, relativas a periodos de tiempo establecidos.

Con lo anterior se obtiene el consumo aparente, el cual indica que porción de la producción nacional es destinada a satisfacer los requerimientos y necesidades domésticas o industriales. De igual forma representa la demanda existente de los adhesivos en cuestión a nivel nacional.

- DEMANDA HISTÓRICA

Como se mencionó anteriormente, para llevar a cabo un efectivo análisis del mercado nacional, es necesario revisar las cifras históricas nacionales. La tabla 4.1 presenta la demanda histórica durante el período 1990-2000.

Tabla 4.1. Demanda histórica de Adhesivos en México.

Tons.	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1990	51,358	1,111	164	52,305
1991	43,763	2,537	553	45,747
1992	49,249	3,051	482	51,818
1993	47,173	1,866	488	48,551
1994	51,762	4,239	1,585	54,416
1995	49,221	3,722	1,797	51,146
1996	53,622	3,711	2,248	55,085
1997	57,644	4,589	3,098	59,135
1998	60,476	3,957	1,716	62,717
1999	66,368	3,696	3,113	66,951
2000	78,381	5,337	3,939	79,779

Fuente: Anuario estadístico de la industria química mexicana. 1990-2000.

Demanda histórica de Adhesivos en México

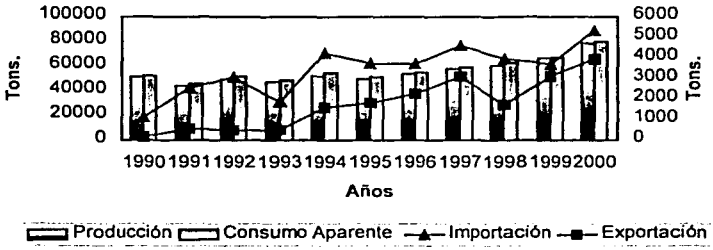


Figura 1.

Como se observa en la figura 1, la producción de adhesivos en los últimos 10 años ha presentado una serie de cambios importantes, pero en general se comporta con un ritmo ascendente a la fecha.

El crecimiento que ha presentado el **consumo aparente** nacional de adhesivos se describe en el siguiente cuadro:

Año	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00
Crecimiento, %	-	(12.5)	13.3	(6.3)	12	(6)	7.7	7.4	6	6.7	19.2

En 1993 se observa una disminución en la producción y el consumo aparente de éstos materiales, se esperaba un consumo de 49,634 Tons., sin embargo, se obtuvieron 48,551 Tons. que representa 2% menos de lo esperado. La razón del cambio en la tendencia productiva de los adhesivos probablemente se debió al exceso de material existente en inventarios debido a las importaciones de años anteriores, las cuales, evidentemente no se consumieron como se esperaba.

Esto no causó mayores repercusiones en la trayectoria ascendente de la industria de adhesivos, ya que a partir de 1993 se ha equilibrado el exceso de importaciones, y demás factores que influencien la demanda nacional, con un buen manejo en la producción y el consumo de dichos materiales.

Otro factor que ha ayudado a la creciente demanda nacional es la adquisición de nuevas tecnologías, lo que conlleva a la apertura de nuevos mercados de aplicación, y por lo tanto nuevos y mejores materiales tanto adhesivos como selladores. Es por eso que hoy por hoy, la industria de los adhesivos y selladores ha dejado atrás los métodos mecánicos de unión y ensamble de superficies. Actualmente los consumidores, tanto mercado doméstico como industrial, prefieren técnicas más rápidas, fáciles y baratas de unión.

- CONSUMO APARENTE

Se hizo un análisis de los cambios ocurridos en los últimos 3 años, y el resultado se observa en la figura 2:

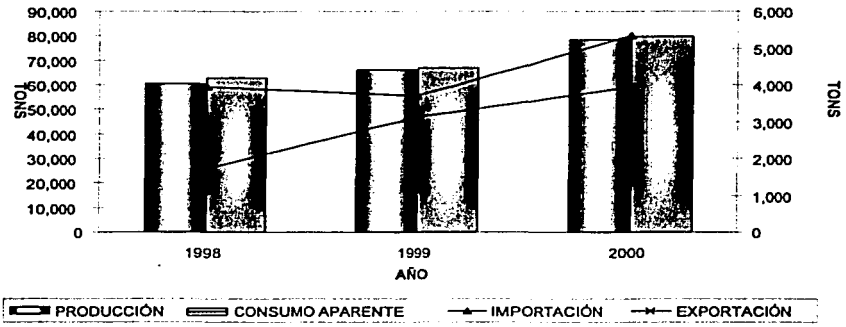


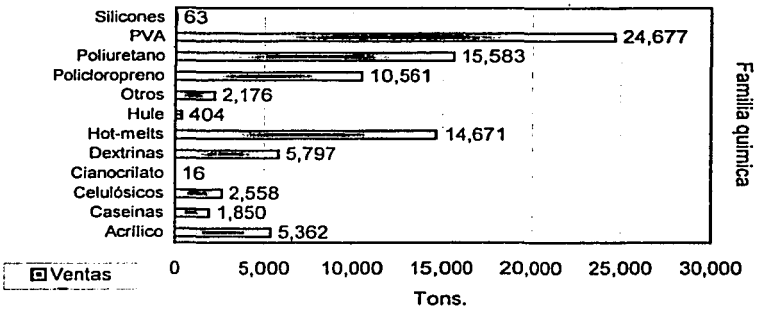
Figura 2.

Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Se ha observado a lo largo de los años un creciente desarrollo económico de éstos materiales. Se presentó, en promedio, un aumento en el consumo del 12% en el periodo de 1998-2000, en las exportaciones del 54% y del 19% en importaciones para el mismo periodo. Éste impacto se ve reflejado en el crecimiento económico de consumo aparente el cual para el año 2000 es de 108,248 MUSD.

- VENTA DE ADHESIVOS

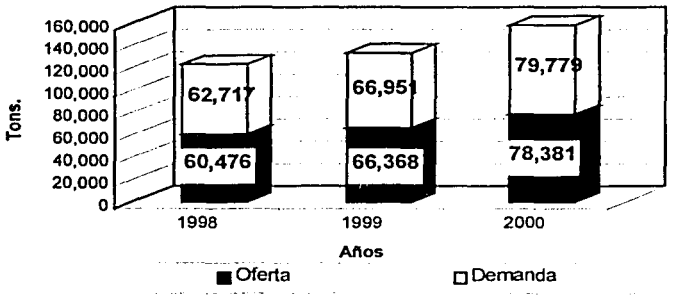
A continuación se muestran las ventas obtenidas para el año 2000 de adhesivos dependiendo la familia química a la cual pertenezcan:



Los mercados que mayor volumen de consumo de adhesivo presentan son el de calzado y cuero y el de papel, seguido por el de menudeo. Para éste año las ventas totales de adhesivos fueron de 116 MM USD.

- OFERTA Y DEMANDA

La Figura 3 muestra la relación existente entre la oferta y demanda de adhesivos a nivel nacional.



Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Figura 3.

Como se observa, son directamente proporcionales; esto refleja gran estabilidad en la economía ya que el total de la oferta nacional se cubre con la demanda. De obtener cifras negativas, como es el caso de años anteriores, significaría la existencia de errores de almacenaje, distribución, importación o exportación.

- DISTRIBUCIÓN DE ADHESIVOS

En la tabla 4.2 se muestra la distribución de la demanda de adhesivos por sector o mercado de aplicación, y por familia química para el año 2000.

Tabla 4.2 Distribución de la demanda de adhesivos. Año 2000.[7]

Tons.	Consumo aparente
Automotriz	3,329
Calzado y cuero	10,661
Cinta adhesiva	4,618
Construcción	3,337
Menudeo	8,638
Electrodomésticos	105
Electrónico	92
Empaque	3,913
Empaque Flexible	7,501
Encuadernación	153
Etiquetado	2,357
HUM	2,320
Laminación textil	166
Muebles	6,150
No tejidos	7,522
Papel	16,162
Tabacalera	268
Otros	2,488
Total	**79,779**

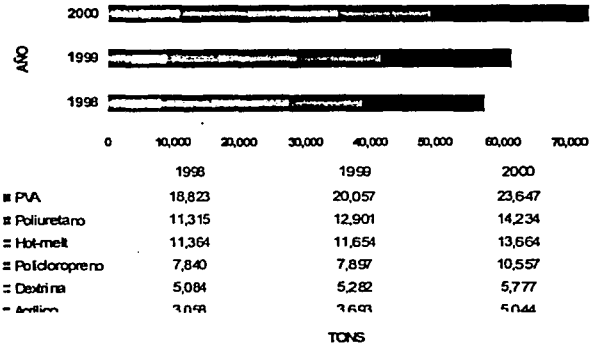
Tons.	Consumo aparente
Acrílico	5,044
Caseína	1,850
Celulósico	2,558
Cianocrilato	16
Dextrina	5,777
Hot-melt	13,664
Hule	369
Otros	2,000
Policloropreno	10,557
Poliuretano	14,234
PVA	23,647
Silicón	63
Total	**79,779**

[7] "Estudio de Mercado de Adhesivos y Selladores en México". ANIQ. Junio 2001.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

4.3.2. ANÁLISIS POR FAMILIA QUÍMICA

Los adhesivos con mayor volumen de consumo son los elaborados a base de PVA, Poliuretano y Hot-melt, como se muestra en la figura 4:



	1998	1999	2000
PVA	18,823	20,057	23,647
Poliuretano	11,315	12,901	14,234
Hot-melt	11,364	11,654	13,664
Policloropreno	7,840	7,897	10,557
Dextrina	5,084	5,282	5,777
Acrílico	3,058	3,693	5,044

Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Figura 4.

Participación de los adhesivos en el año 2000, por familia química:

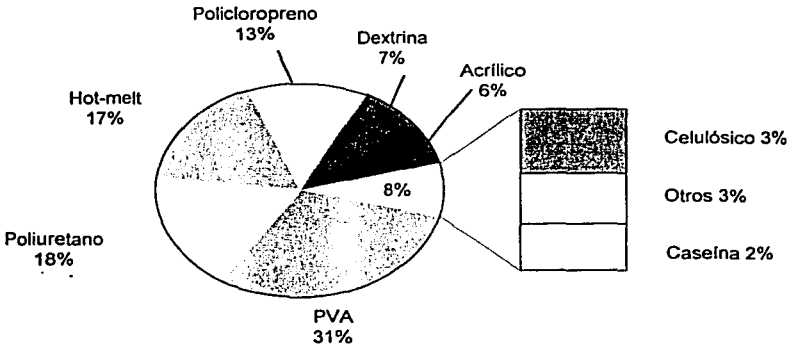
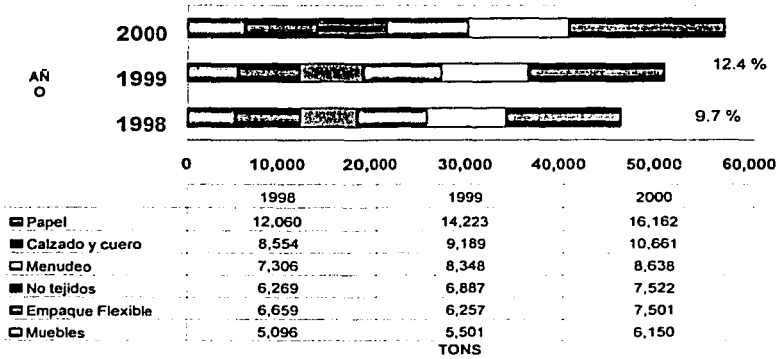


Figura 5.

4.3.3. ANÁLISIS POR MERCADO DE APLICACIÓN

De 1999 al 2000 hubo un incremento en el consumo nacional del 12.4%. Los mercados con mayor volumen de adhesivo consumido se representan en la figura 6:



Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Figura 6.

Muestra de todos los mercados para el año 2000:

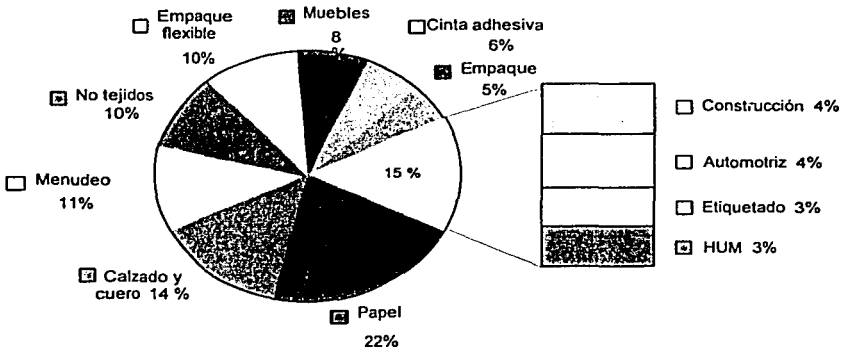


Figura 7.

Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

A continuación se hará un breve análisis de cada mercado al cual se destinan los adhesivos.

4.3.3.1. AUTOMOTRIZ

El número de unidades totales producidas[8] en 1999 fue de 1,604; de las cuales el 31.5% corresponde a la producción doméstica. Para el año 2000 se tienen 2,071 unidades producidas, mostrando un incremento del 29 % con respecto al año anterior.

En 1999 se consumieron 1,512 Tons. (1.6 MMUSD) de Adhesivo en este mercado. Para el año 2000, hubo un incremento del 29 % en el volumen de producción; en este año no se registró variación en la exportación pero se presenta un volumen de importación 8 veces mayor que en 1999. Por lo anterior, el consumo para el año 2000 aumentó 120% respecto a 1999, con un valor de 4 MMUSD.

Los Adhesivos destinados a este mercado son variados, entre ellos destacan:

Familia Química	% en Volumen
Acrílico	18
Cianocrilato	0.1
Hot-melt	11
Hule	3
Policloropreno	10
Poliuretano	17
P.V.A.	38
Silicón	2
Otros	1

El mercado de Auto partes, para efectos del estudio, se incluyó en el mercado Automotriz.

[8] Asociación Nacional de la Industria Automotriz. Mayo 2000.

4.3.3.2. CALZADO Y CUERO

En 1999 se registró una producción de 210 MM de pares, esto representa un consumo de 2 a 3 pares por persona[9]. La capacidad instalada tuvo una utilización del 70%. Para el año 2000 el consumo fue de 180 MM de pares, lo que representa un volumen de adhesivo de 10,662 Tons. con un valor de 15 MMUSD. La producción total de adhesivos para el mercado de Calzado y Cuero, se destina al consumo doméstico.

El consumo en calzado por tipo de material ha reportado cambios en los últimos años. Dadas las ventajas económicas y de manejo en material sintético, el calzado de piel se ha visto afectado. Los adhesivos a base de poliuretanos y policloroprenos son los más representativos en la elaboración de calzado.

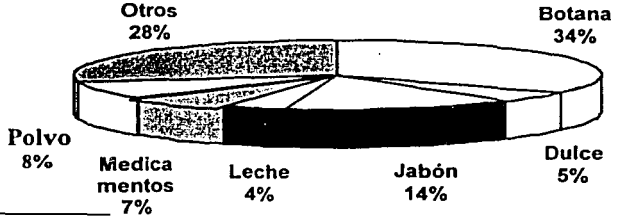
Tipo de Material	1998 %	1999 %	2000 %
Piel	51	50	49
Sintético	30	31	32
Textil	19	19	19

4.3.3.3. EMPAQUE FLEXIBLE

En el 2000 se presentó una producción de adhesivo de 7,648 Tons., con un valor de 4.3 MMUSD, mostrando un crecimiento del 26% respecto al año anterior. La relación del mercado que tenemos con respecto a EUA es de 27:1[10].

El adhesivo que se utiliza para el proceso de empaque flexible, es elaborado a base de poliuretano. El 17.6% del adhesivo producido es exportado.

Los principales mercados de empaque flexible corresponden a:



[9] Centro de Investigación y Asesoría de Cuero y Calzado. Mayo 2000.
[10] Convención Anual de Secciones. Sección de Adhesivos y Selladores. Mayo 2000.

4.3.3.4. ENCUADERNACIÓN

La producción Nacional de Libros[11] en 1999 mostró una disminución del 5.6%; esto fue debido a la baja en la producción privada y el estancamiento en la producción gubernamental. Para el 2000 se tiene una producción de 346 MM de unidades, que representan un consumo de adhesivo de 153 Tons., con un valor de 427 MUSD.

Para el proceso de encuadernación los adhesivos termo fusibles son los que se utilizan principalmente, y en algunos casos los elaborados a base de P.V.A. El 62% de la producción de ésta es exportada.

4.3.3.5. ETIQUETADO

La industria refresquera[12] maneja la siguiente estructura de envasado.

		1998	1999	2000
Porcentaje				
Retornable	Vidrio	19.41	18.48	16.63
	PET	11.9	11.33	11.33
No Retornable	Vidrio	22.61	0	0
	PET	30.42	56.4	59.22
	Lata	14.48	13.79	13.79
Total (MM Botellas / año)		**206**	**209**	**211**

La capacidad instalada para PET es de 1,920,000 Tons. la cual se destina al consumo doméstico.

La industria cervecera[13] en 1999 mostró que gran parte la cantidad producida fue destinada a la exportación de sus productos. El consumo nacional no se ve afectado dada su tendencia creciente.

Solamente el 40% del total de botellas de cerveza son etiquetadas. Tomando en cuenta esto, y haciendo una clasificación por tipo de botella, se observa que en los

[11] Cámara Mexicana de la Industria Editorial. 2000.
[12] Convención Anual de Secciones. Sección de Adhesivos y Selladores. Mayo 2000.
[13] Asociación Nacional de Fábricas de Cerveza, Asociación Mexicana de Embotelladoras. 1999.

últimos 3 años la industria embotelladora de cerveza no ha mostrado cambios en su producción.

Tipo de botella	1998 %	1999 %	2000 %
Vidrio ½ Lt.	60	60	60
Vidrio 1Lt.	15	15	15
Vidrio ¼ Lt.	9	9	9
Latas	16	16	16

Para cubrir las necesidades del proceso de etiquetado, se consumen 2,357 Tons. (1.6 MMUSD) de adhesivo base caseína, PVA y hule, en el año 2000.

4.3.3.6. HÁGALO USTED MISMO (HUM)

Este mercado se refiere a los adhesivos destinados a centros comerciales, la aplicación la define el usuario o consumidor final. Debido a esto, el consumo de adhesivos en éste mercado presenta gran diversidad de familias químicas. La producción total de éste mercado se destina al consumo doméstico; para el año 2000 se tuvo un consumo de 2,320 Tons. con un valor de 4 MMUSD.

La tendencia en éste mercado es creciente del año 1999 al 2000, ya que tan solo en un año se mostró un incremento del 50%.

4.3.3.7. MENUDEO

En éste mercado se clasifican los adhesivos destinados a papelerías, ferreterías, adhesivos específicos para decoración y área escolar, entre otras aplicaciones. Al igual que en el mercado HUM, la mayoría de las veces el usuario define la aplicación final, por lo que encontramos gran diversidad de familias químicas para la elaboración de estos adhesivos.

La producción en el año 2000 fue de 8,647 Tons., con un valor de 29.6 MMUSD, lo que muestra un incremento del 3.4% respecto a 1999. La cuarta parte de lo que se produce se exporta.

4.3.3.8. MUEBLES

En 1999 la producción nacional de muebles de madera[14] tuvo un incremento del 11.8% con respecto al 2000. El consumo aparente de los adhesivos requeridos en éste mercado para el 2000 fue de 6,150 Tons. con un valor de 6.3 MMUSD, de igual manera se presentó un incremento del 11.8% en la producción en volumen respecto a 1999; siendo la veinteava parte exportada.

La familia química con más participación en el presente mercado es el adhesivo base PVA, aunque también son utilizados los adhesivos base policloropreno, poliuretano, Hot-melt y otros.

4.3.3.9. NO TEJIDOS

Sabemos que una de las variables críticas para la demanda en productos desechables es la población, dependiendo el grupo de edades. Tomando en cuenta la clasificación de la población mexicana[15], tenemos:

Edad	%	Millones de Consumidores
0-14	35.9	30
15-29	28.7	24
30-39	11.9	10
40-49	9.6	8
50-59	11.9	10
60 +	5.9	5

Con base en lo anterior, se muestra una clasificación desglosada del consumo de adhesivos para éste mercado en el año 2000, teniendo un total de 7,522 Tons., con un valor de 19 MMUSD:

[14] Convención Anual de Secciones. Sección de Adhesivos y Selladores. Mayo 2000.
[15] INEGI/CONAPO, Censo Nacional de Población.

	1998 Ton	1999 Ton	2000 Ton	Crecimiento 00 Vs. 99 %
Toallas Sanitarias	4,942	5,493	6,060	10.3
Pañales desechables	1,327	1,394	1,492	7.03

Los adhesivos producidos a base Hot-melt y Hule son los que intervienen en el proceso de elaboración de no tejidos.

4.3.3.10. PAPEL

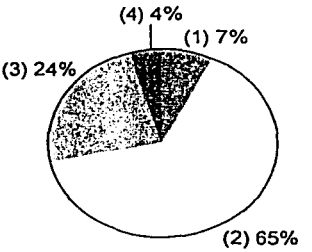
El consumo de adhesivos para este mercado en el año 2000 fue de 16,162 Tons., con un valor de 7 MMUSD. Se reporta un incremento del 13.6% con respecto al año anterior.

La razón por la cual éste es el mercado con mayor consumo de adhesivos, es debido a que su distribución se dirige a distintos mercados terminales, como son:

- Sacos y Bolsas
- Tubos, Conos y Tissue
- Corrugado
- Etiquetas y Sobres

A continuación se muestra el consumo de adhesivos para éste mercado en el año 2000:

Papel	1998 Tons	1999 Tons	2000 Tons	% crecim.
(1) Sacos y bolsas	603	994	1,160	16.7
(2) Tubos, conos y Tissue	8,820	9,569	10,424	8.9
(3) Corrugado	2,224	3,072	3,869	25.9
(4) Etiquetas y sobres	413	587	710	17.3
Total	12,060	14,223	16,162	13.6



Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Debido a ésta distribución, hay gran variedad de familias químicas presentes en el mercado del papel, de las cuales resaltan los adhesivos a base Celulósicos y Dextrinas, además de los base PVA.

4.3.3.11. TABACALERA

El mercado mexicano de Cigarros tiene una relación de 15:1 con respecto al mercado Estadounidense[16]. En 1999 se tuvo un consumo de 45.3 billones de unidades; dada la tendencia que ha llevado dicho mercado en los últimos 5 años, se observa un consumo para el año 2000 de 49.75 billones de unidades. Esto corresponde un volumen de 268 Tons. de adhesivo base Acetato de Polivinilo, con un valor de 185 MUSD; teniendo así un crecimiento del 9.8% respecto a 1999. El 45.3% del volumen producido de P.V.A. es exportado.

4.3.4. IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE ADHESIVOS

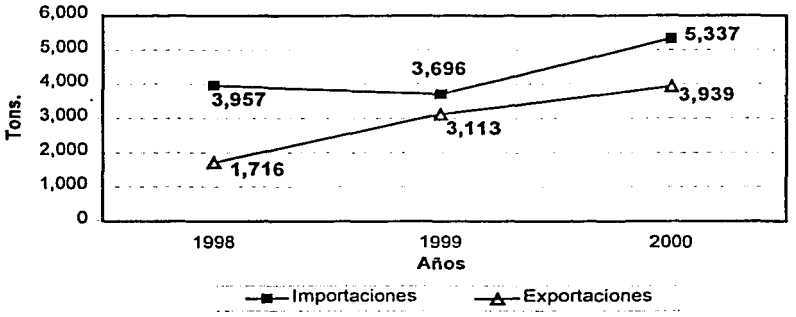
Las fracciones arancelarias de importación y exportación para cada familia química se describen en la tabla 4.3:

Tabla 4.3. Fracciones arancelarias de adhesivos.

PRODUCTO	IMPORTACIÓN	EXPORTACIÓN
Colas de Caseína	3501.9001	3501.90
A base de resinas plásticas (PVA)	3506.1001	3506.10
Dextrinas y demás almidones	3506.1002	3506.10
Los demás	3506.1099	3506.10
Cianocrilatos	3506.9102	3506.91
Hot-melts 100%	3506.9103	3506.91
A base de resinas (poliuretanos)	3506.9104	3506.91
Los demás	3506.9199	3506.91
Pegamentos a base de nitrocelulosa	3506.9901	3506.99

[16] Convención Anual de Secciones. Sección de Adhesivos y Selladores. Mayo 2000.

Como se observa en la figura 8, las importaciones han presentado a lo largo de los años cambios variables, volviéndose un factor inestable para la tendencia o proyecciones nacionales de adhesivos. Para el año 2000 subieron las importaciones de los adhesivos de 3,696 Tons. a 5,337Tons. Lo que representa casi el doble, 44.4%.



Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Figura 8.

Las familias químicas que más se importaron fueron los adhesivos termo fusibles o Hot-melts destinado al mercado de no tejidos, y los poliuretanos destinados al mercado de empaque flexible.

Las familias químicas que mayor exportación presentaron fueron los adhesivos poliuretanos, PVA y hot-melt. Los mercados de destino de dichos adhesivos son el mercado de empaque, no tejidos y tabacalero.

4.3.5. PRECIOS

El costo es un importante factor para la selección de los materiales a emplear en la unión. Los adhesivos desarrollados específicamente para resistir condiciones extremas ambientales, usualmente son más caros que los destinados al uso general. Los adhesivos en forma de película o polvo requerien de mayor procesamiento que los de forma líquida o en cinta; por lo que resultan más caros.

Al estimar el costo en el uso de adhesivos, no sólo se debe considerar el precio del adhesivo sino también el costo de todo lo que se requiere para obtener una unión confiable y completa. De este modo, el costo de optimizar y acelerar uniones con adhesivos debe incluir los costos de trabajo, del equipo, tiempo requerido para el curado del adhesivo y las pérdidas económicas debidas a devoluciones o uniones defectuosas.

Los parámetros a considerar para saber el costo real de un sistema de adhesivos son los siguientes:

- ✓ Eficiencia de cobertura en relación al área unida o al numero de componentes.
- ✓ Facilidad de aplicación y equipo necesario para el procesamiento.
- ✓ Tiempo total de procesamiento
- ✓ Costo de trabajo por ensamble e inspección de las partes unidas
- ✓ Costos de desechos o desperdicios ambientales
- ✓ Cantidad de material devuelto o rechazado en comparación con otros métodos de unión

El costo de los materiales adhesivos se debería calcular como el costo por unidad en peso o volumen (USD/Kg), debido a que muchos adhesivos se venden como soluciones diluidas, un De éste modo definimos el costo de producción.

El costo de producción incluye costos incurridos durante la formulación de adhesivos, depreciación del material y del equipo y el uso de energía en diferentes procesos necesarios.

El precio de un adhesivo terminado varia entre 0.5 – 2.5 USD/Kg. Con excepción de los adhesivos de cianocrilato, los cuales son los de mayor precio.

Los precios promedio de las compañías productoras en México, en el periodo de 1998-2000 se presentan en la tabla 4.4:

Tabla 4.4 Precios de adhesivos.

USD/Kg.	1998	1999	2000
Acrílico	0.70	0.84	0.65
Caseínas	0.48	0.50	0.51
Celulósicos	0.72	0.81	0.75
Cianocrilato	229	240	252
Dextrinas	0.29	0.24	0.32
Hot-Melts	2.34	2.37	2.19
Hule	1.41	1.28	1.34
Otros	2.26	3.13	2.57
Policloropreno	2.01	2.17	1.92
Poliuretano	0.79	0.97	0.95
PVA	1.20	1.09	1.14
Silicones	5.21	4.63	1.63

Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

4.4. SELLADORES

4.4.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Debido a que no se encuentra reportada información histórica sobre selladores, el análisis de la demanda se realizará con las cifras obtenidas del estudio de mercado[17].

En la tabla 4.5 y en la figura 9 se observa la tendencia creciente que ha ido presentando la sección de selladores en el mercado nacional para el periodo de 1998-2000.

[17] "Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores". ANIQ. Junio 2000.

Tabla 4.5. Demanda nacional de selladores.

Tons.	1998	1999	2000	% Crecimiento 00 Vs. 99
Producción	1,405	1,450	1,676	15.6
Importación	652	732	800	9.3
Exportación	140	150	170	13.3
Consumo Aparente	1,917	2,031	2,306	13

Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

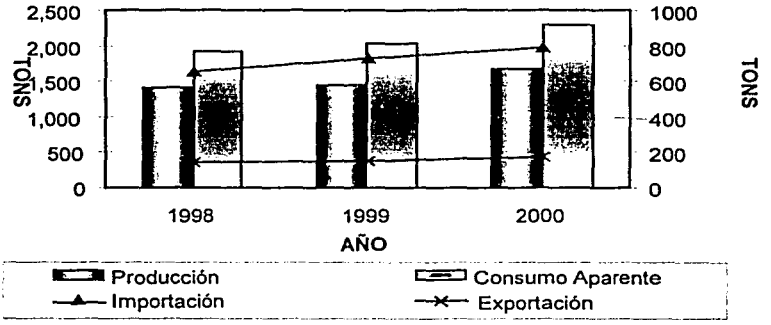


Figura 9.

El crecimiento que se tuvo en el consumo aparente del año 2000 fue poco más del doble con respecto al año anterior. Al igual que en adhesivo, esto se debió en gran parte a la implantación de nuevas tecnologías y por consiguiente la apertura de nuevos mercados terminales. También se observa que la producción representa del 38-40% del consumo nacional, esto hace ver la importancia y necesidad de mejorar la capacidad de producción de estos materiales, así como la disminución del costo del producto terminado. Una de las razones más sobresalientes del porque de la baja producción y en nuestro país es el elevado precio del sellador. Esto produce que los consumidores, o los mismos fabricantes, lo importen para así re-distribuirlo o emplearlo en sus procesos de ensamblaje.

- VENTA DE SELLADORES

Las ventas de selladores, dependiendo la familia química, obtenidas en el año 2000 se muestran a continuación:

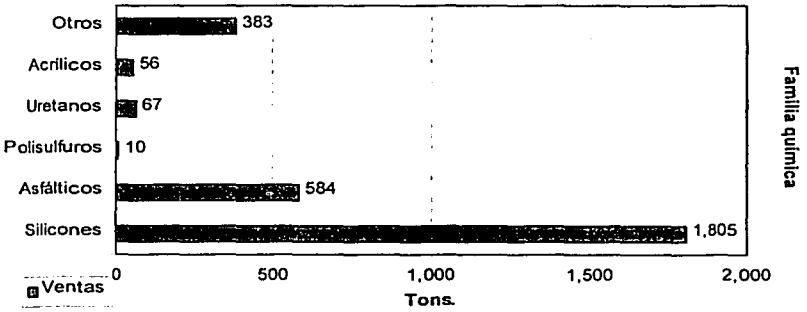
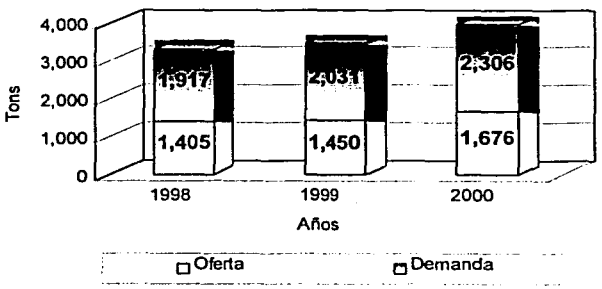


Figura 10.

El mercado con mayor participación es el de la construcción, representando el 47% del consumo nacional de selladores.

- OFERTA Y DEMANDA

La figura 11 muestra la relación existente entre la oferta y demanda de selladores a nivel nacional.



Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Figura 11.

Se observa que la oferta y la demanda son directamente proporcionales pero, a diferencia de los adhesivos, éste caso refleja la existencia de un mercado potencial.

El mercado potencial es la parte de la demanda que queda insatisfecha por la oferta nacional, la tabla 4.6 describe de mejor forma lo anterior.

Tabla 4.6. Mercado potencial para selladores.

Año	Demanda	Oferta	Mercado potencial	% de participación en la demanda
1998	1,405	1,917	512	36.4%
1999	2,031	1,450	581	28.6%
2000	2,306	1,676	630	27.3%

Es decir, si a la oferta le agregáramos el porcentaje del mercado potencial, se cubriría por completo la demanda, lo que propiciará un sector más estable.

- DISTRIBUCIÓN DE SELLADORES

Una vez descrita la demanda nacional de selladores, con el fin de encontrar errores o fallas en éste sector, la descripción de la distribución de éstos materiales se realizó dependiendo su familia química y el mercado terminal, como lo muestran las tablas 4.7 y 4.8.

Tabla 4.7. Distribución por mercado

Tons.	Consumo aparente
Automotriz	221
Construcción	1,565
Menudeo	324
Otros	195
Total	**2,306**

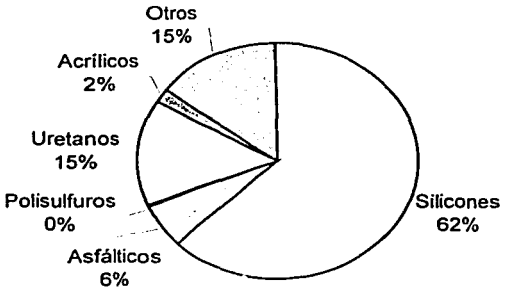
Tabla 4.8. Distribución por familia química

Tons.	Consumo aparente
Acrílico	57
Asfáltico	154
Polisulfuro	10
Silicón	1,635
Uretano	67
Otros	383
Total	**2,306**

Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

4.4.2. ANÁLISIS POR FAMILIA QUÍMICA Y USO FINAL

Los selladores con mayor participación en el consumo nacional son los silicones y los uretanos. La figura 12 describe la participación de cada familia química en el consumo nacional de selladores:



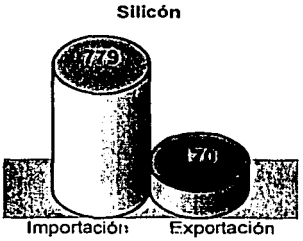
Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Figura 12.

Los mercados de aplicación más relevantes son el automotriz, el de construcción y el dirigido al menudeo. Existen otros mercados de aplicación como el de electrodomésticos y hágalo usted mismo, los cuales no son tan destacables para las empresas encuestadas.

4.4.3. IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE SELLADORES

Las fracciones arancelarias que clasifican éstos productos, son las 3214.9001 y 3214.1002. La figura 13 describe la cantidad de silicón importada y exportada en el año 2000. Las demás familias químicas no mostraron movimientos considerables es éstas áreas.



Fuente: ANIQ. Estudio de Mercado.2001

Figura 13.

4.4.4. PRECIOS

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

Tabla 4.9. Precio comercial de selladores en México.

Sellador	USD/Kg
Silicones	0.53
Asfálticos	0.34
Polisulfuros	11.20
Uretanos	10.27
Acrílicos	2.39
Otros	2.40

Debido a la demanda de sellador de silicón que existe, éste resulta ser el material más económico y con mayores ventajas para su manejo y producción. En la tabla anterior se observa la razón de la escasez de otras familias de selladores.

4.5. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL MERCADO NACIONAL DE ADHESIVOS Y SELLADORES

Las industrias de los adhesivos y selladores se dividen básicamente en:

1. Productores de la base del material.
2. Formuladores que toma la base del material y la combinan, procesan y empacan, para formar sistemas adhesivos o selladores que proveen diferentes niveles de desempeño.
3. Consumidores de uso final que toman el adhesivo empacado y producen productos ensamblados.

En México existen más de 50 compañías productoras y distribuidoras de adhesivos y selladores. La tabla 4.10 enumera las más representativas empresas en su ramo.

Tabla 4.10. Listado de empresas productoras y distribuidoras de adhesivos y selladores en México.

Empresa	TIPO		RAMO		Ubicación
	A	S	F	D	
3M de México	x			x	D.F.
Ácidos Carboxílicos	x			x	D.F.
Adhesivos aplicados CK	x		x		Gto.
Adhesivos de Cuernavaca	x		x		Mor.
Adhesivos de Jalisco	x		x		Jal.
Aranal comercial	x			x	D.F.
Adhesivos y Productos Especiales	x		x		Mty.
Ato Findley	x			x	D.F.
Bostik Mexicana		x	x		Edo. Mex.
Casa Ruiz		x	x		D.F.
Clariant Hoechst	x		x		Edo. Mex.
Comex	x		x		D.F.
Chromer	x		x		D.F.
Devcon de México	x		x		D.F.

Empresa	TIPO		RAMO		Ubicación
	A	S	F	D	
Dow Corning de México	x	x	x	x	D.F.
Essex (Dow Química)		x		x	Son.
Grupo Pega	x		x		Edo Mex.
H.B. Fuller	x		x		D.F.
Henkel Mexicana	x	x	x		Edo Mex.
Hysol Indael de México	x		x		D.F.
Imperquímia		x	x		Hgo.
Lord de México	x		x		Edo Mex.
Mastiques Madison		x	x		D.F.
Pegadex	x		x		Gto.
Pegamentos Anahuac	x		x		Jal.
Pegamentos Hernán	x		x		Gto.
Pegamentos Industriales de León	x		x		Gto.
Pegamentos y Aprestos	x		x		Edo Mex.
Polímeros Especiales	x		x		Edo Mex.
Probst	x		x		Edo Mex.
Productos de Consumo Resistol	x		x		D.F.
Productos 777	x		x		Jal.
Productos Flexo	x		x		Gto.
Productos Industriales Eurotec	x		x		Gto.
Productos Pacsa	x			x	Qro.
Productos Pennsylvania		x	x		Jal.
Productos Sigma	x		x		Jal.
Protexa	x			x	Mty.
Química Nova	x			x	Gto.
Reichhold Química	x			x	D.F.
Rhom & Haas	x		x		D.F.
Sika Mexicana		x	x		Qro.

Empresa	TIPO		RAMO		Ubicación
	A	S	F	D	
Solder de México	x	x	x		Gto.
Tecnoadhesivos	x		x		Edo Mex.
Texsa	x			x	Edo Mex.
Three Bond de México	x		x		D.F.
Ultrasil	x	x	x		D.F.
Wacker Mexicana	x			x	D.F.
Winner	x		x		Gto.

NOTA:

Tipo: A-adhesivos, S-selladores.

Ramo: F-fabricante, D-distribuidor.

4.6. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

La planeación estratégica es analizar la situación presente y la que se espera a futuro, determinar la dirección de la empresa y desarrollar medios para el cumplimiento de la misión.

Una estrategia es la determinación del propósito o misión y de los objetivos básicos[18] a largo plazo de una empresa, así como la adopción de los cursos de acción y de la asignación de recursos necesarios para cumplirlas.

La formulación de una estrategia supone la evaluación de una industria mediante el análisis de las condiciones externas. La atención debe centrarse en el tipo de competencia al interior de la industria, posibilidad de nuevas empresas se incorporen al mercado, sean nacionales o transnacionales; disponibilidad de productos o servicios sustitutos, como por ejemplo algún otro proceso o material de unión; y la posibilidad de concentración entre oferentes y clientes. Es importante tener claro el perfil de cada empresa para determinar donde se encuentra y hacia donde o quien debe dirigirse.

[18] Son los fines que se persiguen por medio de una actividad.

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

Para esto es necesario evaluar y auditar el ambiente interno de la empresa respecto de sus recursos en investigación y desarrollo, producción, operaciones, adquisiciones, comercialización y productos y servicios.

Si se quiere triunfar o sobresalir en un entorno competitivo, se debe saber el tipo de estrategia a seguir para lograrlo. A continuación se describen algunas de las más importantes estrategias empleadas a nivel industrial:

Las *estrategias de mercadotecnia* son diseñadas para orientar a los administradores en el suministro de productos o servicios a los clientes y en la persuasión de los clientes para que compren.

Existe la estrategia general de liderazgo de costos, la cual tiene por objetivo que una compañía posee una estructura de costos bajos en comparación con la de sus competidores. Haciendo énfasis en las áreas de investigación y desarrollo, ventas y servicios.

Por otra parte está la estrategia de enfoque, que limita su atención a grupos especiales de clientes, una línea de producción en particular, una región geográfica específica u otros aspectos convertidos en el punto focal de los esfuerzos de la empresa.

Descrito lo anterior se define, de manera general, la jerarquía de estrategias como: *estrategias corporativas* son las que permiten tomar decisiones respecto de las industrias en las que la compañía desea competir; *estrategias de negocios* donde se da la obtención de una ventaja competitiva en una línea de productos en particular; o *estrategias funcionales* que se dan en el área de finanzas, producción, comercialización, servicio, etc. como apoyo a las dos anteriores.

Como se observó en la sección de selladores del presente capítulo, las ventas reportadas para el año 2000 representan la cuarentava parte de las ventas de adhesivos para el mismo año. Lo cual es un claro ejemplo del déficit estratégico existente en la industria de los selladores.

Las empresas de ésta rama de la industria, como táctica[19] en la solución del problema en cuestión podrían concentrarse o especializarse en productos de un solo mercado, o bien diversificarse ampliando sus operaciones a nuevos y redituables mercados. Siempre y cuando se cuente con tecnología existente para la elaboración de productos de ésos mercados. Otra táctica a seguir es la elaboración de pronósticos sobre condiciones previsibles. Todo esto con el fin de incrementar los niveles de ventas y ubicar a las empresas nacionales en una mejor posición competitiva dentro de su rama industrial.

[19] Las tácticas son los planes para la ejecución de las estrategias.

CONCLUSIONES

Hoy en día, gran parte del desarrollo de los adhesivos y selladores se enfoca en al tiempo de producción y al costo, mejorías ambientales, o aplicaciones a nuevos substratos tales como plásticos y cerámicas avanzadas. Debido a la introducción de nuevas tecnologías se da como resultado la apertura de nuevos mercados de aplicación.

El objetivo de un proceso de unión es, producir una unión que falle solamente bajo condiciones de servicio por el desgastamiento total de uno o ambos substratos. Dicha unión se llevará a cabo con la aplicación de algún adhesivo o sellador a una superficie, trayendo al contacto una segunda superficie bajo condiciones adecuadas de presión, y una solidificación tan rápida como sea posible.

En la industria de adhesivos, los mercados con mayor crecimiento son aquellos que emplean adhesivos de mejor calidad, tales como los elaborados a base de PVA, poliuretano, policloropreno y hot-melt; los cuales cumplen íntegramente con el objetivo anteriormente descrito. Entre los mercados más relevantes se encuentra el mercado del papel, el cual es el que mayor consumo de adhesivo presentó en el año 2000; debido a la introducción de nuevas empresas y gran versatilidad de productos en el mercado nacional. Lo mismo sucedió con la industria del calzado, que año con año demanda mayor cantidad de pares como consecuencia al crecimiento en la población. Otro mercado muy importante es el destinado a distribución, en el cual como se mencionó en el capítulo IV, se clasifican los adhesivos destinados a papelerías, ferreterías, adhesivos específicos para decoración y área escolar, entre otras aplicaciones en donde el usuario define la aplicación final.

Las familias químicas anteriormente mencionadas presentan las siguientes características en común:

- ✓ Son resinas termoplásticas
- ✓ Línea de adhesivo no tóxica
- ✓ Buena flexibilidad
- ✓ Velocidad de endurecimiento rápida
- ✓ Buen costo

- ✓ Buena resistencia al calor, solventes y aceites
- ✓ Fácil formulación y aplicación
- ✓ Sus principales adherentes son materiales porosos y fibrosos tales como el papel, piel, textiles, cartón y madera. Así como materiales no porosos como laminas metálicas, plástico y vidrio.
- ✓ La característica más importante de los adhesivos termofusibles o hot-melt, es que se emplean para asegurar que el mayor grado de adhesión a superficies especificas se lleve a cabo en un tiempo abierto deseable, y que la unión resista las condiciones de servicio. El máximo precio de los adhesivos hot-melt se compensa con ahorros en las operaciones y su uso. Esto es debido a que es posible realizar las uniones con menor cantidad de adhesivo que con otros sistemas.
- ✓ Las aplicaciones típicas son en el mercado del papel, la industria del calzado y en la manufactura de muebles.

A continuación se describen las familias químicas y mercados con mayor volumen de adhesivo consumido en México para el año 2000:

Consumo aparente de adhesivo por mercado	Tons.
Papel	16,162
Calzado y cuero	10,661
Distribuidores	8,638
Empaque Flexible	7,501

Consumo aparente de adhesivo por familia química	Tons.
PVA	23,647
Poliuretano	14,234
Policloropreno	10,557
Hot-melt	13,664

También se asume que los costos de nuevos sistemas disminuirán a medida que aumenta el volumen de producción y de competencia. Debido a esto, se incrementarán mercados vírgenes de utilización y se traerá un control de procesos más rígido. Esto, como resultado, da personal mejor capacitado y por ende mayor demanda de empleos.

En resumen se observa que las razones principales del crecimiento rápido en ésta sección de la industria son:

- ✓ Buen costo de producción
- ✓ Nuevos materiales (aluminio, plástico, cerámicas, etc)
- ✓ Mayores estándares de desempeño y rendimiento
- ✓ Menor cantidad de contaminantes en el adhesivo
- ✓ Nuevas tecnologías
- ✓ Mayor auge en su uso como hot-melts
- ✓ Apertura a nuevos consumidores

En la industria de selladores los materiales sintéticos son los que dominan. Éstos se expandirán debido a las características de rendimiento que presentan, las cuales son superiores a las de los selladores naturales.

Los selladores sintéticos son los silicones, acrílicos y poliuretanos. El crecimiento de la industria de selladores se presenta principalmente en el sector de construcción ya que, para éste caso, no se ha logrado llegar al nivel de productividad[1] de los adhesivos.

Una razón importante de ésta diferencia es el costo que representa su formulación, que da como resultado gran número de importaciones para poder cubrir la demanda esperada.

Los selladores son un mercado joven que está en crecimiento a nivel nacional. Con la introducción de nuevas tecnologías se logrará colocar a las empresas nacionales en una mejor posición competitiva, ya que las empresas transnacionales representan gran porcentaje del consumo de selladores en México.

Parte fundamental para el crecimiento de ésta sección es la instrumentación de nuevas estrategias. Para lo cual se requiere analizar la situación presente y la que se espera a futuro de la empresa para determinar su situación competitiva; elaborar supuestos o pronósticos sobre condiciones previsibles y evaluar los factores económicos, sociales y geográficos entre otros, en función de los avances tecnológicos presentes en el mercado. Se pueden emplear diferentes estrategias como las

[1] Productividad total de toneladas producidas/total de personal ocupado al año.

estrategias de mercadotecnia, estrategia general de liderazgo de costos o la estrategia de enfoque para lograr dicho crecimiento.

Un ejemplo de planeación estratégica a considerar para prever el futuro de la producción y consumo nacional de adhesivos es, generar una estrategia tomando en cuenta el comportamiento histórico del PIB y compararlo con el crecimiento del mercado de adhesivos (demanda histórica). Con esto se puede hacer un estimado de la producción y las ventas para el siguiente año o los subsecuentes. Lo anterior se describe a continuación:

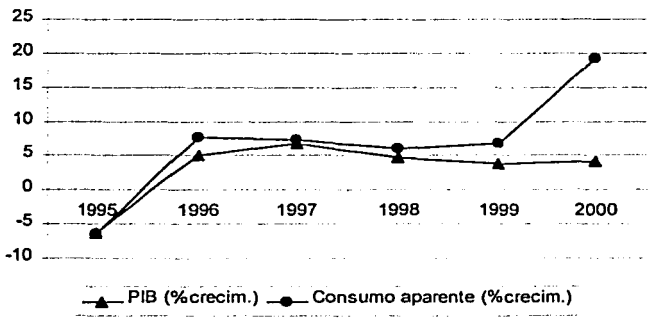
Relación del PIB vs crecimiento del mercado de adhesivos.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PIB (1)	-6.2	5.1	6.8	4.8	3.7	4.2
PIB (2)	1,230,608	1,293,859	1,381,352	1,447,946	1,501,008	1,603,262
Consumo aparente (1)	-6.4	7.7	7.35	6.05	6.75	19.2
Consumo aparente (3)	51,146	55,085	59,135	62,717	66,951	79,799

(1) % de crecimiento con respecto al mismo periodo del año anterior.

(2) Millones de pesos.

(3) Toneladas.



GLOSARIO

PARA ADHESIVOS

Absorción: penetración de un adhesivo líquido en un substrato.
Adherir: mantener dos superficies unidas por adhesión.
Adherente: material de superficie o substrato el cual es unido a otro substrato por un adhesivo.
Adhesión: estado de unión de dos superficies con una capa de adhesivo mediante fuerzas intermoleculares o acción mecánica entrelazada o ambos.
Adhesivo: sustancia capaz de mantener unidos dos substratos mediante adhesión.
Adhesivo acuoso: adhesivo base agua como su medio dispersante o de transporte.
Adhesivo de hot-melt: adhesivo que no contiene portador líquido, es aplicado en forma fundida y se endurece con perdida de calor.
Adhesivos sensibles a la presión: adhesivos que están permanentemente pegajosos en estado sólido y pueden formar uniones mediante aplicación temporal de presión.
Adhesivo base solvente: adhesivo que contiene como vehículo de transporte un solvente liquido orgánico volátil. Este término no se aplica a los adhesivos acuosos.
Adsorción: la dispersión de un adhesivo liquido en una superficie sin penetración.
Cohesión: la fuerza interna sin tomar en cuenta el volumen del adhesivo debido a las fuerzas intermoleculares las cuales mantienen las partículas unidas.
Condiciones de servicio: las condiciones "en uso" en las cuales la estructura unida será sometida.
Consistencia: la habilidad de un liquido a resistir el flujo cuando la fuerza de rompimiento se aplique.
Contenido de sólidos: cantidad de material no volátil en la composición del adhesivo.
Cobertura: la medida de la habilidad del adhesivo a ser dispersado sobre una superficie de un adherente.
Cuerpo: relativo a la consistencia del adhesivo y es función del contenido de sólidos y las propiedades reológicas.
Curado: reacción química que afecta las propiedades físicas del adhesivo.

Deformación: es el tiempo relacionado con el cambio dimensional de un material bajo una carga sostenida.

Dispersión: suspensión de una fase en otra en un sistema de dos fases. Las llamadas emulsiones de adhesivos son de hecho dispersiones.

Endurecer: termino usado para definir el estado de curado de un adhesivo, ya sea por pérdida de agua por evaporación o absorción o por pérdida de calor como en hot-melt.

Fuerza, desgajamiento: resistencia de la unión de adhesivo a la acción de desgajamiento.

Fuerza, impacto: habilidad de un material a resistir tratamientos de choque, por ejemplo vientos repentinos.

Fuerza, mojado: fuerza de la unión de adhesivo inmediatamente después de ser removida por inmersión en agua.

Fuerza, rompimiento: resistencia de la unión de adhesivo a una fuerza de rompimiento actuando en el mismo plano que la película de adhesivo. También denominado esfuerzo cortante.

Fuerza, tensión: resistencia de la unión de adhesivo a una fuerza actuando perpendicularmente a la película de adhesivo.

Fuerza, unión: es una medida de la carga requerida para romper una unión de adhesivos, aplicada como tensión, rompimiento o desgajamiento.

Interfase: área de contacto entre un adhesivo y un adherente.

Juntura: punto en el cual dos adherentes son unidos por un adhesivo

Lámina: producto formado por la combinación de dos o más capas de material.

Mojado: término empleado para describir la dispersión de un adhesivo en una superficie de adherente. Un buen mojado es un pre-requisito para una buena adhesión.

Monómero: compuesto químico que se combina con sigo mismo; usualmente en presencia de algún catalizador, para formar un polímero.

Pasta: composición del adhesivo no fluido de alta viscosidad con una consistencia plástica.

Pegajosidad: propiedad de un adhesivo de permite una unión a llevarse a cabo inmediatamente después de la aplicación con presión de contacto suave. La fuerza de la unión depende del grado de pegajosidad disponible en el adhesivo húmedo.

Pegamento: originalmente asociado con adhesivos de origen animal, pero ahora erróneamente empleado para definir los adhesivos.

Pegar: ver unión (v.)

pH: medida de la acidez o alcalinidad de una sustancia, en la escala de 1 al 14. Los ácidos fuertes están bajo 3, el agua en 7 y las bases fuertes sobre 10.

Plastificante: sustancia añadida a un adhesivo para incrementar su flexibilidad.

Polímero: compuesto químico producido de la combinación de monómeros para producir uno de mayor peso molecular. Cuando dos o más monómeros diferentes son unidos se denomina copolímero.

Porosidad: la habilidad del substrato adherente a absorber un adhesivo liquido.

Punto de ablandamiento: temperatura a la cual un adhesivo se derrite y empieza a fluir.

Resina: termino genérico empleado en polímeros orgánicos naturales o sintéticos.

Resistencia, agua: un adhesivo descrito por esta propiedad, es capaz de mantener la unión depuse de ser inmerso en agua, o expuesto a una alta humedad. No significa que sea resistente al agua o "water-proof".

Reología: el estudio de las caracteristicas de fluido de los materiales, usualmente líquidos bajo estrés.

Solvente: el portador liquido de la composición del adhesivo.

Substrato: la superficie del material a unir.

Termofijos: no se ablandan al calentar.

Termoplásticos: capaces de presentar ciclos de ablandamiento y endurecimiento al calentar o enfriar.

Tiempo, abierto: tiempo transcurrido desde la aplicación del adhesivo a la combinación de substratos para formar la unión.

Tiempo, endurecimiento: tiempo requerido después de la aplicación del adhesivo para alcanzar una condición de curado o endurecido.

Tixotropía: adhesivos que reducen en viscosidad cuando se rompen o estiran y tienden a revertir a su viscosidad original.

Unión: (s.)la combinación de dos materiales con un adhesivo; (v.)combinar dos materiales con un adhesivo.

Vida de envasado: La vida practica de trabajo del adhesivo después de haber sido preparado para su uso.
Viscosidad: medida de la resistencia de un líquido a fluir.

PARA SELLADORES

Abrasión: resistencia al desgaste debido a hachones mecánicas en la superficie.
Acelerador: ingrediente empleado en pequeñas porciones para acelerar la acción del agente de curado.
Acrílico: grupo de polímeros o resinas termoplásticas formadas de ácido acrílico.
Activador: material que acelera los mecanismos normales de curado.
Adsorción: la acción de un cuerpo a condensarse, mantener gases y otros materiales a su superficie.
Agente de secado: componente de pintado o sellador que acelera la oxidación de aceites o polímeros insaturados.
Asfalto: mineral de origen natural.
Cabeza: la parte superior de una ventana o puerta.
Carbón negro: carbón finamente dividido empleado para reforzar los agentes rellenadores.
Catalizador: sustancia usada en cantidades pequeñas para promover una reacción, mientras se mantiene intacta; algunas veces se refiere al agente de curado para selladores.
Cohesión: atracción molecular que mantiene unido el cuerpo del adhesivo o sellador. La fuerza interna de un adhesivo o sellador.
Compatible: la habilidad de dos o más sustancias a mezclarse sin reaccionar o afectar sus materiales adversos.
Compuestos de bulto: cualquier sellador que no presenta forma definida y es almacenado en un contenedor.
Curado: endurecimiento debido a una reacción química.
Curado químico: curado debido de una reacción química. Usualmente involucra interacción molecular de los polímeros.

Deformación: deformación de un cuerpo bajo tiempo en condiciones de carga.

Durabilidad de la unión: ciclo de prueba para medir la fuerza en la unión después de repetidos ciclos de extensión y ambientales.

Dureza: resistencia de un material a ser medido en un instrumento como el durómetro.

Elasticidad: habilidad de un material de regresar a su forma original después de remover una carga.

Elastómero: material de hule que regresa aproximadamente a sus dimensiones originales en corto tiempo después de un relativamente largo periodo de deformación.

Endurecedor: sustancia añadida para controlar la reacción del agente de curado en un adhesivo o sellador. En ocasiones empleado como sinónimo de agente de curado o catalizador.

Endurecimiento: medida de la energía almacenada y repuesta durante un ciclo de carga. Se expresa en porcentaje.

Endurecimiento permanente: la cantidad de deformación que permanece en un sellador o adhesivo después de remover una carga.

Envejecimiento: el cambio progresivo en las propiedades físicas y químicas de un adhesivo o sellador.

Epóxico: resina formada por la combinación de epiclorodrina y bisfenoles. Requiere de agentes de curado para convertirse un plástico sólido.

Estrés: fuerza por unidad de área, usualmente expresada en lb/in^2.

Extendedor: material orgánico empleado como sustituto de parte del polímero en un sellador o adhesivo.

Falla a la fatiga: falla de un material como resultado de un ciclo rápido de deformación.

Fuerza de separación: la carga requerida para separar un sellador.

Fuerza ténsil: resistencia de un material a fuerzas de tensión. Expresado en psi.

Látex: dispersión coloidal del hule (sintético o natural) en agua, el cual es base del sellador.

Mastique: sellador pegajoso pastoso.

Módulos: el radio de estrés para estirar demasiado. También es la fuerza ténsil a una elongación dada.

Monómero: material compuesto de un simple tipo de molécula.

Plastificante: material que ablanda el sellador o adhesivo mediante la acción de solventes, pero que es relativamente permanente.

Polímero: compuesto que consiste en una larga cadena de moléculas.

Prueba de desgajamiento: prueba de un adhesivo o sellador usando un substrato rígido y uno flexible.

Prueba de rompimiento: método para deformar una unión sellada forzando a los substratos a deslizarse entre ellos.

Relajación de estrés: reducción del estrés en un material que se ha puesto en constante deformación por un largo periodo de tiempo.

Rellenador: material finamente sedimentado añadido a un adhesivo o sellador que mejora ciertas propiedades.

Retardador: sustancia añadida para disminuir el rango de curado del sellador.

Sellador: material aplicado a una unión o a una superficie para prevenir el paso de líquidos, sólidos o gases. En construcción, es un material que presenta propiedades de adhesión y cohesión para formar un sellado. En ocasiones se define como un material elastomérico con capacidad de movimiento mayor al 10%. También se dice que es un material usado para rellenar huecos o brechas de una superficie.

Sellado de compresión: sellador de rendimiento que es instalado por medio de compresión e insertado a una unión.

Sellador de rendimiento: sellador preformado por manufactura antes de distribuirse a su sitio de trabajo.

Substrato: es un adherente; superficie a la cual se une un sellador.

Temperatura ambiente: temperatura del aire circundante al objeto bajo construcción o prueba.

Termofijo: material que se endurece por reacción química que puede ser activado con calor.

Termoplástico: material que puede ser ablandado por calor repetidamente.

Tiempo abierto: intervalo de tiempo desde que el adhesivo es aplicado hasta que se vuelve inútil en el trabajo.

Tiempo de curado: tiempo requerido para efectuar el curado a una temperatura dada.

Tixotrópico: material que mantiene su forma lo menos agitada. Un sellador tixotrópico se puede emplear en uniones verticales como una pared, y mantiene su forma y posición sin hundirse durante el proceso de curado.

Transmisión de vapor húmedo: usualmente expresado en términos de gramos de agua por metro cuadrado, por 24 horas.

Unión: (s) punto en el cual dos substratos se unen.

UV: luz ultravioleta. Parte del espectro de luz que puede causar cambios químicos en materiales selladores.

Vida de almacenamiento: longitud de tiempo que un sellador o adhesivo puede ser almacenado bajo condiciones específicas y siga manteniendo sus propiedades.

Vida de trabajo: periodo de tiempo después del mezclado durante el cual un sellador o adhesivo se puede usar. Se expresa en minutos u horas.

Viscosidad: medida de las las propiedades de fluido de líquidos o pastas, usualmente se expresa en poises.

Vulcanización: mejorar las propiedades elásticas de un sellador o hule mediante cambios químicos, usualmente por calor.

ANEXO

Tabla 6.1. Origen, tipo, forma y familia química de adhesivos comunes.[1]

Origen	Tipo	Familia química	Ejemplos
Natural	Animal	Albúmina	
		Caseína	
		Cera de abeja	
	Vegetal	Resinas naturales	Goma arábiga, bálsamo canadiense
		Aceites y ceras	Cera Carnauba, aceite de lianza
		Proteínas	Frijol de Soya
		Carbohidratos	Almidón, dextrinas
	Mineral	Minerales inorgánicos	Silicatos, magnesia, fosfatos, sulfuro
		Ceras minerales	Parafina
		Resinas minerales	Ámbar
		Bitumen	Asfalto
Sintético	Elastómero	Hule natural	Hule natural y derivados
		Hule sintético	Butilo, polibuteno, policloropreno, poliuretano, silicón, polisulfuro, etc.
	Termoplástico	Derivados de celulosa	Acetato, nitrato, etil celulosa, etc.
		Polímeros vinílicos	PVA, PVAlc, PVC
		Poliéstres	Poliestireno, poliamidas
		Polieteres	Éter polifenólico

[1] Fuente: "Handbook of Adhesives and Sealants", Edward M. Pietre. 2000.

Origen	Tipo	Familia química	Ejemplos
Sintético	Termofijo	Amino-plásticos	Urea-formaldehido
		Epóxicos	Epoxi-nylon, epoxi-polisulfuro, etc.
		Poliaromáticos	Polimida, polifenileno
		Poliacrilatos	Metacrilato, cianocrilato
		Furanos	Fenol furfural

Tabla 6.2. Clasificación general de las familias de resinas poliméricas comúnmente empleadas en la formulación de adhesivos y/o selladores.[2]

Familia química	Tipo		Sell.	Función		Forma	Curado	Adherentes	Precio USD/Kg
	TF	TP		Estructural	No-Estructural				
Resinas termofijas									
Acrilico	x	x	x	x	x	S,SP	TA	Metal, plástico, textiles, papel, láminas cubiertas, aluminio, vidrio y madera.	Adh: 0.65 Sell: 0.90
Cianocrilato	x			x		L	TA s/A	Metal, plástico y vidrio, hule de plástico y de metal.	252
Resinas elastoméricas									
Hule natural		x	x		x	L,CT,SP	TA, ES	Hule natural, madera, piel, fieltro, papel y metal.	1.34
Poliuretano		x			x	L, P	TA	Plástico, metal y hule.	0.95
Asfalto		x	x		x	L,CT	TA	Avenidas	0.19
Hule butilo		x	x		x	L,CT	TA	Metal, vidrio, aluminio y concreto.	2.18
Polisulfuro	x		x	x		L,P	TA	Metal, vidrio, fibra de vidrio, aislantes.	2.7

[2] "Handbook of adhesives and sealants", Edward M. Pietre. 2000.

Familia química	Tipo		Sell.	Función		Forma	Curado	Adherentes	Precio USD/Kg
	TF	TP		Estructural	No-Estructural				
Uretanos			x			Es	TA	Metal, plástico, madera, vidrio y concreto.	8.97
Cloropreno (neopreno)		x	x		x	L,CT	TA, ES	Metal, piel, plástico, hule, madera y material de construcción.	1.92
Silicón	x		x	x		L	TA, ES	Metal, vidrio, papel, plástico, hule y concreto	1.63 0.50
Resinas termoplásticas									
Polivinil Acetato		x	x		x	L,E	TA, ES/W	Materiales porosos como madera, piel, textiles y papel. Algunas láminas metálicas y plásticas.	1.14
Hot-melts		x		x		S	TA	La mayoría de los substratos.	2.2
Resina celulósica		x			x	S	TA, ES/W	Plásticos, piel, madera, papel y vidrio	0.75

Familia química	Tipo		Sell.	Función		Forma	Curado	Adherentes	Precio USD/Kg
	TF	TP		Estructural	No-Estructural				
Otros materiales									
Pegamentos animales	x			x		L	TA	Papel, etiquetas de papel, vidrio, platos delgados, madera, textiles y otras aplicaciones en interiores.	0.51
Pegamentos vegetales	x			x		L	TA	Papel, el vidrio y los textiles.	0.32

NOTAS:

Forma: L-líquido, P-pasta, S-sólido, SP-sensible a la presión, CT-de contacto, E-emulsión, Es-espuma.

Curado: TA-temperatura ambiente, TA s/A- temperatura ambiente en ausencia de aire, ES/W-evaporación de solvente o agua

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. ASH M. & I.,
   "Handbook of adhesive chemical & compounding ingredients"
   Synapac Information Resources, Inc. (1999).
2. BOOTH Ken,
   "Industrial packaging adhesives",
   CRC Press, Inc. (1990).
3. CAGLE Charles,
   "Adhesive Bonding, Techniques and applications",
   Mc Graw-Hill Book Co. (1990).
4. EVANS Robert M.,
   "Polyuretane sealants. Technology and applications",
   Technomic publishing Co. (1993).
5. FLICK E. W.,
   "Adhesives & sealants compound formulations"
   Noyes Publications. (1984).
6. HOUWINK R. And SALOMON G.,
   "Adhesión and adhesives",
   Volumen I: Adhesives (1965)
   Volumen II: Adhesion (1967)
   Elsevier Publishing Company.
7. KINLOCH A.J.,
   "Adhesion and adhesives. Science and technology",
   Chapman & Hal. (1987).
8. KOONTZ Harold & WEIHRICH Heinz,
   "Administración. Una perspectiva global",
   McGraw Hill Co. (1998).

9. LIESA Francisco y BILURBINA Luis,
"Adhesivos Industriales",
Marcombo Boixareu Editores. (1990)
10. PACKHAM D.E.,
"Handbook of adhesion",
Longman scientific & technical. (1992).
11. PETRIE Edward M.,
"Hanbook of adhesives and sealants",
McGraw-Hill Co. (2000)
12. PIZZI A. & MITTAL K.L.,
"Handbook of adhesive technology",
Marcel Dekker, Inc. (1994).
13. SKEIST I.
"Handbook of adhesives",
Van Nostrand Reinhold. (1990).
14. WAKE William C.,
"Adhesion and the formulation of adhesives",
Applied Science publishers. (1982).

REVISTAS O COLECCIONES

15. *"Adhesion International 1993; prodedings of the 16th anual meeting of the Adhesion Society, Inc. International Symposium on the interphase and general papers"*,
SHARPE Louis H., Gordon AND Breach publishers,
Canadá, (1996), p.p. 621-627.
16. *"Adhesives and sealants. Handbook comitee. Asm International"*,
American Society for Metals,
Estados Unidos de América. (1990).
17. *"Anuario estadístico de la Industria química"*,
Asociación Nacional de la Industria Química,
México. (1990-2000).

18. *"Estudio de mercado de Adhesivos y Selladores",*
Asociación Nacional de la Industria Química,
México. (2001).

19. *" Memorias de la Convención anual de Secciones. Sección de Adhesivos y Selladores".*
Asociación Nacional de la Industria Química,
México. (2000).

ORGANIZACIONES PÚBLICAS

20. *Asociación Nacional de la Industria Química.*
México D.F.
http://www.aniq.org.mx

21. *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz.*
México D.F.
http://www.amia.com.mx

22. *Banco de México.*
México D.F.
http://www.banxico.org.mx

23. *Banco Nacional de Comercio Exterior.*
México D.F.
http://www.bancomext.com.mx

24. *Cámara Mexicana de la Industria Editorial.*
México D.F.
http://www.caniem.com.mx

25. *Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.*
México D.F.
http://www.canacintra .org.mx

26. *Cámara Nacional de Investigación y Asesoría Tecnológica de Cuero y Calzado*
México D.F.
http://www.ciatec.mx

27. *Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.*
México D.F.
http://www.inegi.gob.mx

28. *Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.*
México D.F.
http://www.siem.gob.mx/siem2000/

PÁGINAS EN INTERNET

29. http://www.3m.com/intl/mx/
30. http://www.bostik.com.mx/
31. http://www.henkel.com/int_henkel/company/index.cfm
32. http://www.girsa.com.mx/empresas/resistol.asp
33. http://www.nationalstarch.com/home.asp
34. http://www.rohmhaas.com/around/LAR.html
35. http://www.winnerpegamentos.com/
36. http://www.solder.com.mx/Productos.htm
37. http://www.bayer.com.mx