

157

zej



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Química

TRABAJO ESCRITO - VIA EDUCACION CONTINUA -
ESTUDIO DE MERCADO DE LAS RESINAS FENOLICAS EN MEXICO

JOSE RAMON MARTIN TORRES SANCHEZ
INGENIERO QUIMICO
México, D.F.1993

TESIS CON
FALLA LE CRIGEN



UNIVERSIDAD



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE.

	Página.
<u>CAPITULO I. INTRODUCCION.....</u>	1
<u>CAPITULO II. GENERALIDADES DE LAS RESINAS FENOLICAS.</u>	3
II.1. Historia.....	3
II.2. Métodos de Obtención.....	5
II.2.1. Resoles o resinas de una etapa.....	8
II.2.1.1. Resoles Sólidos.....	8
II.2.1.2. Resoles Líquidos.....	9
II.2.2. Novolacas.....	10
II.3. Usos.....	11
- Compuestos de madera.....	11
- Aglomerado de Fibras.....	12
- Laminados.....	12
- Resinas para fundición.....	13
- Materiales de fricción.....	13
- Compuestos de Moldeo.....	14
- Recubrimientos y adhesivos.....	15
- Abrasivos.....	15
II.4. Toxicología.....	18
<u>CAPITULO III. MATERIAS PRIMAS.....</u>	18
III.1. Generalidades de las materias primas principales.....	19
III.1.1. Fenol.....	19
III.1.2. Formaldehído.....	20
III.2. Productores nacionales de las materias primas principales.....	22

III.2.1. Productor nacional de fenol.....	22
III.2.2. Productores nacionales de formaldehído.....	23
III.3. Oferta-Demanda, precios y expectativas.....	24
III.3.1. Fenol.....	24
- Oferta-Demanda.....	24
- Precios.....	26
- Expectativas.....	28
III.3.2. Formaldehído.....	31
- Oferta-Demanda.....	31
- Precios.....	34
- Expectativas.....	34
III.4. Impacto en el costo de una resina.....	34
III.5. Toxicología.....	39
III.5.1. Fenol.....	39
III.5.2. Formaldehído.....	40
<u>CAPITULO IV. PANORAMA COMERCIAL MUNDIAL.....</u>	<u>41</u>
IV.1. Situación Mundial.....	41
IV.2. Partición del mercado de las resinas fenólicas el mundo.....	42
IV.3. Expectativas mundiales.....	43
<u>CAPITULO V. PANORAMA COMERCIAL EN MEXICO.....</u>	<u>47</u>
V.1. Situación en México.....	47
V.2. Partición del mercado de las resinas fenólicas en México.....	52

V.3. Expectativas en México.....54

CAPITULO VI. CONCLUSIONES.....55

I. INTRODUCCION.

Las resinas fenólicas son una clase de materiales sintéticos que crecieron en términos de volumen y aplicaciones por más de siete décadas. Son compuestos utilizados por una gran variedad de industrias, principalmente las de fundición, fricción y especialidades, ya que con las resinas fenólicas se pueden elaborar productos como lijas, esmeriles, discos de corte, balatas, clutches, aislantes térmicos y acústicos, laminados decorativos, reforzantes y antioxidantes de hule, yesos intemperizados, maderas intemperizadas, corazones y moldes de fundición, pinturas, polvos y compuestos de moldeo, partes dieléctricas, bajo-alfombras, etc, etc.

Derivadas de la condensación controlada de algún compuesto fenólico (mayoritariamente el fenol) y algún aldehído (siendo el más comúnmente utilizado el formaldehído), estas resinas pueden además variarse con elastómeros, breas, grasas, aceites vegetales y minerales para obtener una amplia diversidad de productos y aplicaciones.

En términos de proveedores de materias primas, en nuestro país encontramos un sólo productor local de fenol y cinco grandes empresas proveedoras de formaldehído en solución.

El fenol actualmente es un material cuyo precio está sujeto a la oferta-demanda como consecuencia de una sobre-producción mundial y a un drástico decremento en su consumo.

El precio del formaldehído (formol), en cambio, está íntimamente ligado al del metanol, su principal materia prima y cuyo único proveedor en México es PETROLEOS MEXICANOS.

En una época de libre comercio como la que comenzamos a vivir, las resinas fenólicas y sus derivados enfrentan una seria prueba contra los materiales de importación. Es importante considerar que los Estados Unidos viven un tiempo de recesión económica, donde las industrias automotriz y de la construcción son de las más afectadas (mercados en los cuales las resinas fenólicas encuentran numerosas aplicaciones), razón por la cual México se ha convertido en un mercado interesante para los resineros del exterior. Desafortunadamente los precios de las resinas fenólicas en México son más altos que los que predominan en los Estados Unidos, debido principalmente a los precios de materias primas, economías de escala y, en algunos casos, falta de tecnología de vanguardia.

Es evidente que para lograr la subsistencia de esta rama de nuestra industria deberán emprenderse acciones inmediatas tanto del sector empresarial como del paraestatal y de las autoridades gubernamentales.

II. GENERALIDADES DE LAS RESINAS FENOLICAS.

II.1. HISTORIA.

La condensación de fenoles con aldehídos en medio ácido fue descrita por primera vez como reacción general por Baeyer en 1872. En 1883, Michael encontró que también los catalizadores alcalinos activaban esta condensación. La producción industrial de formaldehído en 1890 motivó nuevas investigaciones de las reacciones de condensación fenol-formaldehído. En 1849, Lederer y Manasse habían preparado alcohol o-hidroxibencílico (saligenina) y alcohol p-hidroxibencílico por reacción de fenol con formaldehído en presencia de catalizadores alcalinos a la temperatura ordinaria y con ello demostraron que esos alcoholes eran los productos más sencillos de la condensación fenol-formaldehído. Aunque estos investigadores no ampliaron su estudio a la obtención de resinas de estos productos, otros realizaron su resinificación en presencia de amoníaco o de otros catalizadores alcalinos ó ácidos.

Hacia 1900, los investigadores dirigieron su atención a la posible explotación industrial de las resinas resultantes de condensaciones fenol-formaldehído. Los trabajos principales del período 1890-1910 se encaminaron al hallazgo de sustitutos de la laca.

El trabajo de Baekeland durante 1905-1909 fue la base para el rápido desarrollo de la industria de las resinas fenólicas, al introducir nuevas técnicas, particularmente para moldearlas. Gracias al uso de la harina de madera como relleno, se eliminó la fragilidad de las resinas. El uso de elevadas temperaturas y altas presiones en el proceso de moldeo y la aplicación de catalizadores apropiados, redujeron de modo

importante el ciclo de curado. La resina termoendurecible obtenida mediante estas innovaciones fue llamada "bakelita" (su primer nombre registrado fue "Bakelite").

En 1910, se formó la General Bakelite Company y se empezó la fabricación industrial de bakelita. Pronto se formaron dos compañías: la Condesite y la Redmanol. Estas dos firmas se unieron en 1922 con la General Bakelite Company, con el nombre de Bakelite Corporation, que mantuvo su posición predominante en la industria de resinas fenólicas hasta 1926, año en que expiraron las llamadas patentes de presión y calor de Baekeland; pero ya en 1921 comenzaron a fabricar estas resinas algunos productores independientes como Harry M. Dent en los Estados Unidos y la firma F. Raschig en Alemania.

II.2. METODOS DE OBTENCION.

Prácticamente todas las resinas fenólicas son producidas mediante la reacción de condensación entre el fenol y el formaldehído. El fenol tiene tres centros reactivos (en las posiciones orto- y para-), y cuando reacciona con el formaldehído se produce un material termofijo infusible. La reacción se controla modificando la relación molar fenol/formaldehído y otras condiciones, como el p.H..

Cuando la relación molar de formaldehído/fenol es mayor que uno y se utiliza un catalizador alcalino, la reacción procede hasta que el producto polimerizado se hace insoluble e infusible. En la práctica comercial, el producto se retira del reactor en un punto predeterminado y es inhibido para evitar que prosiga la reacción. La resina en este momento se le conoce con el nombre de **resol** o resina de una etapa. El usuario únicamente necesita aplicarle calor para completar la reacción que había sido interrumpida. En general las resinas fenólicas líquidas son de este tipo.

Cuando la relación molar de formaldehído/fenol es menor a uno y se utiliza un catalizador ácido, la reacción concluye por sí misma cuando se agota el formaldehído. Derivado de la ausencia de formaldehído, ya no se forma más entrecruzamiento de cadenas poliméricas y la resina permanece como un termoplástico, éste es, el material no sufre cambios irreversibles al someterse a un sobrecalentamiento. En esta etapa la resina se conoce como **novolaca**. También se le llama resina de dos etapas (ó de dos pasos) ya que es necesario añadirle un agente que promueva el entrecruzamiento de sus moléculas para obtener el producto terminado el cual tiene propiedades termofijas, proceso conocido como "curado de la resina". °

La hexametilentetramina (comúnmente conocida como "hexa" ó HMTA) es universalmente utilizada como el agente de curado de las novolacas debido que al calentarse por arriba de los 200°F (93°C) libera amoníaco y formaldehído, reaccionando éste último con los centros reactivos del fenol remanente para obtener un material termofijo. La mayoría de las resinas fenólicas sólidas son de dos etapas, sin embargo existen algunas pocas que son de una sola etapa.

Las distinciones más importantes entre las resinas de una sola etapa y las de dos etapas son las siguientes:

1. Las resinas de una sola etapa tienen un período de vida finito y deben ser almacenadas bajo refrigeración para inhibir la reacción, en cambio, las resinas de dos etapas pueden ser almacenadas por un tiempo mayor (aproximadamente un año) hasta que les sea agregado el agente de curado.
2. Durante el proceso de curado de las resinas novolacas es necesario una ventilación adecuada del lugar de trabajo debido al desprendimiento del formaldehído y del amoníaco. En la obtención de los resoles no se presenta esta situación.

La manufactura de resinas fenólicas es relativamente sencilla. El proceso y equipo utilizados dependen del tipo de resina y el estado físico en el cual la resina va a utilizarse. El equipo utilizado para la producción de resinas fenólicas no ha sufrido cambios significativos desde 1970. El proceso no requiere de equipos muy costosos o de mano de obra intensiva y la tecnología de la polimerización es generalmente conocida y ha sido establecida desde hace varios años. Los ligeros cambios que se han realizado en el proceso han sido el resultado de consideraciones en la utilización de materias primas, la reducción de ciclos de

reacción, presiones de tipo ecológico y la necesidad de ahorro de energía.

Mayoritariamente las resinas fenólicas son producidas mediante procesos por lote (batch), ésto permite la producción de una gran diversidad de formulaciones con diferentes pesos moleculares utilizando el mismo equipo y en un período de tiempo corto para responder a las demandas del mercado. Escasamente se utilizan procesos continuos que son útiles para la producción de grandes cantidades de un sólo tipo de resina pero que decrementan la versatilidad de una planta.

II.2.1. RESOLES O RESINAS DE UNA ETAPA.

II.2.1.1. RESOLES SOLIDOS.

En la tecnología convencional para obtener resoles, las propiedades del producto final determinan el tipo de equipo y proceso a utilizar. Las resinas de alto peso molecular que van a ser posteriormente manejadas en estado sólido requieren de un reactor relativamente pequeño equipado con un agitador de tipo ancla para prevenir la gelación local y un sistema de circulación potente para manejar fluidos viscosos (generalmente recíprocante). El reactor debe ser de rápida descarga pues la viscosidad aumenta rápidamente hacia el final de la reacción. La aplicación de calor que normalmente se utiliza para reducir la viscosidad acelera el crecimiento del peso molecular.

El fenol líquido es cargado en el reactor seguido de la cantidad previamente determinada del catalizador. La elección del catalizador depende de muchos factores incluyendo las aplicaciones que tendrá el resol. Posteriormente se adiciona el formaldehído en solución acuosa en cantidad suficiente, de manera que se pueda controlar la temperatura entre los 60 y los 70°C. El flujo al vacío durante un lapso de 1 a 3 horas mantiene la temperatura entre 80-100°C.

A diferencia de las resinas novolacas que son insensibles a la temperatura, la deshidratación de los resoles debe concluirse tan pronto como sea posible, preferentemente a una temperatura inferior a los 100°C. Durante el proceso de deshidratación se determina a intervalos cortos el tiempo de gelado (gel time) de la resina así como su viscosidad. Las resinas que se emplean en estado sólido generalmente muestran un tiempo de curado en plato de 150°C y un valor en la prueba de ablandamiento (ángulo de flujo) de 20-100s. Cuando la resina alcanza los valores deseados, se enfría el contenido del reactor rápidamente, vaciándolo a una alberca de acero inoxidable. Después de enfriarla, la resina se refrigera, lo que inhibe el aumento del peso molecular hasta que vaya a ser empleada.

II.2.1.2. RESOLES LIQUIDOS.

Los resoles que se fabrican en solución acuosa, disueltos en solventes orgánicos o que son de bajo peso molecular con un alto contenido de fenol como plastificante se producen en equipos de mayor capacidad con la intención de obtener un mejor control de la velocidad de la reacción y por ende de la viscosidad. Se utilizan como catalizadores principalmente hidróxidos de sodio, bario o calcio así como alquilaminas (p.e. la trietil-amina). El catalizador depende del uso final que tendrá el producto pues determina algunas de sus propiedades como las eléctricas, la resistencia a la humedad, el color, la abrasividad, etc.; además de que influye directamente en la velocidad de la reacción, la estructura molecular y la distribución del peso molecular de la resina a obtener.

La mayoría de los resoles se obtienen en procesos por lotes en los que, dependiendo del tipo de producto, se incluyen una o más etapas. Inicialmente se lleva a cabo la reacción del fenol y el formaldehído bajo control estricto de su temperatura. Para obtener resinas de bajo peso molecular solubles en agua, el producto se enfría y neutraliza después del calentamiento. Si se requiere un mayor avance en la resinificación, se realiza una condensación parcial en una segunda etapa al mismo o diferente p.H. Finalmente se deshidrata al vacío, momento en donde ocurre el mayor avance de la reacción. El producto se recupera en forma de jarabé o se le agrega algún solvente para obtener una solución. En las diferentes etapas del proceso se pueden adicionar aditivos y/o modificadores, cuyas combinaciones son muy variadas. Estos productos generalmente se elaboran utilizando una relación molar formaldehído fenol de 1.25-1.40 e hidróxido de sodio como catalizador. Los ciclos de reacción son cortos: 3-6 hr. a 65°C y los productos se recuperan en solución acuosa al 40-50% en peso.

II.2.2. NOVOLACAS.

En la producción de las resinas fenólicas conocidas como novolacas, el acero al carbón es comúnmente utilizado como el material de construcción de reactores y equipos accesorios, ya que no es una consideración importante el obtener un producto con ligero color o con bajo contenido de hierro. El reactor debe contar con un sistema de enfriamiento, ya sea chaqueta externa o serpentín interno. Se utiliza el vacío para el control de la temperatura y para reducir el nivel de fenol y de otros productos volátiles al término de la reacción. En una polimerización convencional, se cargan el fenol y el formaldehído al reactor a una temperatura entre 60 y 65°C. Generalmente se emplea una solución de formaldehído entre 37 y 50% en peso y de la cantidad de éste que se carga dependen las propiedades que se obtienen en la resina, siendo usual emplear de 0.70-0.85 mol de formaldehído por mol de fenol. En muchos casos se determina el índice de refracción de la mezcla fenol-formaldehído antes de añadir el catalizador para asegurarse de que se está cargando la cantidad correcta de reactivos. Se carga el catalizador y se determina el p.H. de la solución, pues una cantidad de catalizador incorrectamente añadida puede provocar graves riesgos durante la reacción. Por razones de seguridad, se dosifica el catalizador para que la reacción ocurra parcialmente después de cada adición ó se agrega paulatimamente el formaldehído a una mezcla fenol-catalizador. Cuando se completa la reacción (en 16 - 18 hr aproximadamente) más del 95 % en peso del fenol ha reaccionado. El agua se elimina mediante calentamiento (60 -80 °C) a vacío. Debido a que el contenido de fenol libre en la resina es determinante en sus características como su punto de fusión, reactividad, etc., el contenido de éste es cuidadosamente determinado analizando la estequiometría inicial y las condiciones al final de la reacción. Posteriormente se recupera el producto y se neutraliza. Cuando se desean preparar productos en

solución, se adiciona el solvente al reactor lo que reduce la viscosidad y enfría la resina.

II.3. USOS.

- COMPUESTOS DE MADERA: Este mercado incluye el triplay (plywood), los aglomerados (particle board) y los tableros de fibras (fiber board) y obleas (wafer board), así como las vigas y arcos de madera.

Las resinas a base de fenol y/o resorcinol son las que se utilizan debido a su durabilidad ante un ambiente con alta humedad.

La manufactura del "triplay" consiste en adherir tres o más láminas de madera muy delgadas con una resina fenólica bajo presión y temperatura. Generalmente se utilizan catalizadores alcalinos y resoles solubles en agua. La formulación de la resina depende de si se utilizará un proceso de manufactura en vía seca o en vía húmeda. La resina a menudo se combina con agentes de relleno y diluyentes con la intención de controlar el humedecimiento y evitar la penetración al sustrato.

Los aglomerados están hechos a base de astillas, virutas, harina de madera, harina de cáscara de nuez, harina de maíz y/o trigo y una resina fenólica que generalmente es un resol líquido. Las temperaturas y presiones de curado dependen de la densidad que se busca en el producto terminado.

Los tableros de "obleas" son, por llamarlos de alguna forma, la más reciente versión de los compuestos a base de madera y ofrecen ventajas significativas sobre los ya descritos. Para fabricarlos se emplean obleas, de tamaños y grosores específicos, que se obtienen de árboles de diámetro pequeño y crecimiento rápido. Estas obleas se unen con una resina sólida pulverizada mediante un proceso muy económico.

- AGLOMERADO DE FIBRAS: Una importante aplicación encuentran los resotes solubles en agua con bajo peso molecular para aglomerar fibra de vidrio y/o lana mineral en las industrias de los aislantes acústicos, reforzadores de alfombras, aislantes térmicos y en la fabricación de fibras y estropajos sintéticos.

- LAMINADOS: Existe una gran variedad de aplicaciones para los laminados fenólicos decorativos o para uso industrial a base de papel, algodón, lana o substratos de vidrio.

Industrialmente se utilizan para fabricar circuitos electrónicos impresos, engranes, varillas, tubos, cojinetes, etc.

Los laminados decorativos son principalmente utilizados para fabricar muebles y paneles:

La manufactura de los laminados comienza con la "impregnación" mediante la inmersión de la lámina preformada en una solución de resina fenólica. La penetración dentro de las fibras es una función de la viscosidad y estructura molecular de la resina. Posteriormente la lámina "saturada" se introduce a un horno que evapora el solvente y permite que la resina avance. Dependiendo de su uso

final, la lámina que emerge del horno se corta y almacena como un producto pre-impregnado o se apila y se comprime en caliente directamente. Se pueden añadir agentes plastificantes a la formulación de los laminados para incrementar la elongación, dureza y/o flexibilidad del material para operaciones posteriores como estampado en frío, corte y grabado.

Las resinas comúnmente utilizadas son resoles de bajo peso molecular disueltos en cetonas, alcoholes o solventes aromáticos de alta volatilidad. Los catalizadores utilizados son hidróxidos de bario, calcio o magnesio, los cuales se neutralizan al final de la reacción con ácido sulfúrico y las sales resultantes se separan por filtración.

- RESINAS PARA FUNDICION: La industria de la fundición es un mercado muy importante de las resinas fenólicas. El vaciado de metales fundidos dentro de moldes fabricados con resinas y arena es utilizado para producir numerosas partes terminadas como chumaceras para motores, transmisiones automotrices, cabezas de cilindros, etc.

Dependiendo del tipo de proceso de fundición se pueden utilizar resinas fenólicas de una etapa o composiciones de una novolaca y hexametilentetramina.

- MATERIALES DE FRICCION: Las resinas fenólicas son ampliamente utilizadas para producir balatas para frenos, revestimientos para clutches y bandas de transmisión. Las aplicaciones para la industria automotriz es el más importante de los mercados de los elementos de fricción, aunque muchas otros vehículos y máquinas dependen de estos componentes como los aviones, trenes y equipos de perforación entre otros.

Los procesos de manufactura incluyen etapas de impregnación, extrusión, moldeo de la pasta y secado dependiendo del elemento de fricción a producir.

En este sector se emplean básicamente resoles líquidos o sólidos y mezclas de novolacas con hexametilentetramina (HMTA).

- COMPUESTOS DE MOLDEO: Los componentes de los materiales fenólicos de moldeo incluyen agentes de relleno, aditivos y altas concentraciones de resina como medio de unión. Del tipo y concentración de estos elementos, así como de las condiciones de curado dependen las propiedades del compuesto de moldeo.

El compuesto curado tiene como características las siguientes: resistencia a la temperatura, resistencia a los solventes, buenas propiedades eléctricas y superficie lustrosa.

Estos materiales encuentran aplicaciones en la fabricación de contactos eléctricos, cajas para interruptores, etc. En lo que respecta a sus propiedades térmicas, se utilizan para elaborar cápsulas para distribuidores, partes para transmisiones automotrices, pistones para frenos, cafeteras, mangos para utensilios de cocina (ollas y sartenes) y en general para aquellas partes o piezas que se exponen a elevadas temperaturas.

Las composiciones de resinas novolacas y HMTA son las que principalmente se utilizan para la producción de los compuestos de moldeo.

Los compuestos de moldeo ya sea en forma de polvo o de pellet se transforman a

productos finales mediante procesos de compresión o inyección.

- RECUBRIMIENTOS Y ADHESIVOS: La mayoría de los recubrimientos y adhesivos derivados de resinas fenólicas están basados en la combinación de éstas con otros polímeros termoplásticos o termofijos.

Hablando de recubrimientos fenólicos éstos se utilizan para fabricar primers automotrices, tintas para impresión, recubrimientos de latas y tambores, pinturas anti-corrosivas, anti-oxidantes para llantas y productos de hule y diversos barnices. Prácticamente todas las resinas fenólicas modificadas que se emplean en la producción de recubrimientos poseen una o más de las siguientes propiedades: alta resistencia a los solventes, resistencia a la abrasión, estabilidad térmica, propiedades anti-corrosivas, propiedades aislantes y en algunos casos la aprobación de la FDA (Food & Drugs Administration) como sucede en la fabricación de recubrimientos para latas de conservas.

- ABRASIVOS: Los abrasivos fenólicos son de dos tipos: abrasivos ligados que incluyen discos de corte, discos de desbaste y esmeriles, y los abrasivos revestidos, comúnmente llamadas lijas, que incluyen hojas, discos, rollos, bandas y especialidades.

La principal aplicación de los abrasivos ligados es en el afilado y desbaste de metales donde la temperatura alcanzada en su superficie puede exceder los 1000°C.

El proceso de manufactura de los abrasivos ligados consiste primeramente en el contacto entre el grano abrasivo y un resol líquido, etapa en la que se requiere un control cuidadoso de la humedad para evitar la formación de grumos. El grano

recubierto se combina con aditivos, agentes de relleno y una mezcla en polvo de una resina novolaca de alto peso molecular y HMTA. La mezcla homogénea se transfiere a un molde y se presiona (2000-5000 psi) dentro de un horno a elevadas temperaturas. El proceso de curado tiene un programa de calentamiento cuidadosamente predeterminado para minimizar cualquier deformación. Los ciclos de curado son largos, con una duración entre 24 y 72 horas.

Los abrasivos revestidos consisten de un dorso flexible al que se encuentra adherida mediante películas adhesivas una capa de grano abrasivo. Son utilizados en operaciones de desbaste, acabado y pulido de una gran variedad de materiales como metal, madera, vidrio, plástico y cuero entre otros.

El revestimiento de este tipo de abrasivos, cuando se utilizan a altas temperaturas y con agua como medio de enfriamiento, es una resina fenólica del tipo resol de viscosidad media.

Los granos abrasivos son propiamente la parte que efectúa el desbaste o remoción de los materiales. Los tipos de granos abrasivos generalmente usados son: de carburo de silicio, óxido de aluminio, esmeril y cuarzo. Los granos abrasivos quedan soportados en una base (dorso) que puede ser papel, tela, fibra vulcanizada o una combinación de estos materiales.

El proceso de fabricación de los abrasivos revestidos es una operación continua que incluye en sí la aplicación de adhesivos, su polimerización y el recubierto de granos abrasivos sobre el dorso. Esta última operación se lleva a cabo mediante dos sistemas: uno electrostático y el otro por gravedad. En el primero, los granos abrasivos cruzan un campo magnético que permite que el grano adquiera una

carga eléctrica para así proyectarse hacia el dorso aplicado con adhesivo y quedar fijo con las aristas de corte expuestas, dando por resultado una superficie abrasiva uniforme, cortante y agresiva. En el sistema por gravedad el grano abrasivo cae de manera controlada sobre el dorso engomado para formar la superficie abrasiva adecuada.

II.4. TOXICOLOGIA.

Cuando las resinas fenólicas están en el estado conocido como "curado" no se han reportado efectos toxicológicos perjudiciales. Son muchos los materiales fenólicos curados que se utilizan para producir materiales que involucran el contacto directo con comida (p.e. recubrimientos de latas, empaques y contenedores). Asimismo en otro tipo de aplicaciones los compuestos de moldeo, los aislantes y laminados, entre otros, tienen un contacto humano continuo y no se han observado daños a la salud.

En su forma "no curada" las resinas fenólicas son muy sensibles al contacto con la piel, pudiendo provocar sarpullido o dermatitis, por lo que se deben tomar las precauciones necesarias para evitar la exposición directa a estos materiales.

III. MATERIAS PRIMAS.

Para la fabricación de resinas fenólicas se cuenta con un alto grado de integración nacional a materias primas (aproximadamente el 95% de éstas se producen en México), siendo las principales el fenol y el formaldehído.

Se utilizan también hexametilentetramina, para-formaldehído, octil-fenol, sosa, ácido sulfúrico y otros. Las materias primas de importación corresponden a un aproximado del 5%, constituido principalmente por diversos modificadores y catalizadores.

III.1. GENERALIDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS PRINCIPALES.

III.1.1. FENOL.

El fenol (CAS. 108-92-2), C_6H_5OH , es el nombre comercial del hidroxibenceno. Fue primeramente aislado del alquitrán de hulla en 1834 y llamado ácido carbólico, siendo ésta la única fuente de fenol hasta la I Guerra Mundial cuando se obtuvo sintéticamente mediante la sulfonación del benceno seguida de la hidrólisis del sulfonato.

El fenol, por debajo de los $40^{\circ}C$, es un sólido blanco cristalino con olor característico. Generalmente se comercializa en estado líquido, a granel y en pipas thermo con sistemas para inyección de vapor. La carga y el transporte del material se recomienda llevarlos a cabo manteniendo una temperatura de $45^{\circ}C$ aproximadamente.

El proceso más frecuentemente utilizado para su manufactura es la oxidación catalítica del cumeno a hidroperóxido de cumeno, que posteriormente se descompone en fenol y acetona.

La reacción completa se representa de la siguiente manera:



Más del 98% del fenol producido en los Estados Unidos sigue esta vía. Se produce como coproducto aproximadamente 0.40-0.45 kg de acetona por kg de cumeno. La relación fenol/acetona producida es 0.6.

Las especificaciones de venta del fenol que se comercializa son:

PUREZA (% en peso):	99.9	MIN.
COLOR (U. H.):	10.0	MAX.
AGUA (% en peso):	0.05	MAX.
PUNTO DE CRISTALIZACION (°C):	40.6	MIN.
HIDROXIACETONAS (p.p.m.):	20.0	MAX.

Los materiales de construcción para los equipos de almacenamiento y transporte del fenol son acero inoxidable 304 o acero al carbón recubierto con un compuesto inorgánico de zinc y silicatos (comercialmente conocido como Dimercote-8).

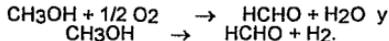
El fenol se utiliza principalmente para la producción de resinas fenólicas, agentes tensoactivos, especialidades farmacéuticas, taninos y pigmentos, aditivos para aceites lubricantes, etc.

III.1.2. FORMALDEHIDO.

El formaldehído (CAS. 50-00-0), H_2CO , es el primero de la serie de los aldehídos alifáticos. Fue descubierto por Butlerov en 1859 y ha sido producido industrialmente desde el comienzo de este siglo. La capacidad de producción anual en el mundo actualmente excede las 12×10^6 toneladas métricas (calculadas en base solución al 37%). Derivado de su bajo costo, alta pureza y variedad de reacciones químicas, el formaldehído se convirtió en uno de los productos químicos más importantes para la industria y la investigación.

A la temperatura ordinaria el formaldehído es un gas incoloro con olor picante y sofocante. Generalmente se produce y comercializa en solución acuosa con cantidades variables de metanol como estabilizador.

Históricamente el formaldehído (comúnmente conocido como formol) se ha producido mediante la oxidación catalítica del metanol. Se han reportado intentos por obtenerlo de la oxidación no catalítica del propano y butano (en E.U.A. al término de la II Guerra mundial) así como del dimetil-éter (en Japón en 1966) pero con grandes inconvenientes de índole económico derivado de la baja selectividad de las reacciones y por ende la formación de co-productos de costosa separación. La oxidación del metanol catalizada con plata se realiza a presión atmosférica y a una temperatura de 600 a 650°C y puede ser representada por las siguientes reacciones simultáneas:



Las especificaciones de venta de una solución de formaldehído 37-7% como se le conoce comercialmente son:

CONCENTRACION DE FORMOL (% en peso):	36.8 - 37.2.
COLOR (APHA):	20 MAX.
METANOL (% en peso):	6.0 - 7.0.
ACIDO FORMICO (% en peso):	0.020 MAX.
DENSIDAD RELATIVA (25/25 °C):	1.094 - 1.098.

Las soluciones de formaldehído son inestables. Las concentraciones de ácido fórmico y de para-formaldehído se incrementan al paso del tiempo dependiendo de la temperatura de almacenamiento. Bajas temperaturas minimizan la acidez, pero activan la polimerización. El metanol es el agente que inhibe estos efectos indeseables.

Los materiales de construcción recomendados para los equipos de almacenamiento y transporte del formaldehído son acero inoxidable 304, 316 ó 347.

El formaldehído encuentra sus principales usos en la manufactura de resinas fenólicas, fertilizantes, agentes quelantes, acabados textiles, piridinas e isocianatos, herbicidas y especialidades farmacéuticas entre otros.

III.2. PRODUCTORES NACIONALES DE LAS MATERIAS PRIMAS PRINCIPALES.

III.2.1. PRODUCTOR NACIONAL DE FENOL.

El fenol es producido en México por Fenoquimia, S.A. de C.V., empresa mexicana que comenzó sus operaciones en el año de 1975 y que produce además acetona y metacrilato de metilo.

Sus instalaciones se encuentran localizadas en el municipio de Cosoleacaque, Estado de Veracruz y tiene una capacidad instalada de 38,000 TON/año. La estratégica localización de su planta en la costa sureste del Golfo de México facilita y agiliza las exportaciones, tanto a granel como en tambores a los consumidores ubicados en el sur de los E.U.A. y Sudamérica.

La materia prima empleada para la fabricación del fenol es el cumeno y el diseño de la planta es de British Petroleum Chemicals.

En 1991 produjo 31,500 TON destinando 15,800 al mercado local y el resto para exportación. Durante ese año se registraron importaciones de fenol por un aproximado de 300 TON.

De las 16,100 TON de consumo nacional En 1991, el mercado de resinas fenólicas requirió 9,100 TON aprox. que representa el 57% del total de fenol consumido en México.

III.2.2. PRODUCTORES NACIONALES DE FORMALDEHIDO.

De este producto México cuenta con una capacidad instalada de aproximadamente 195,000 TON/año constituida por catorce empresas fabricantes. De éstas sólo la mitad lo comercializa pues las otras lo producen para consumo cautivo y son solamente cinco las más grandes:

EMPRESA PRODUCTORA.

Adhesivos, S.A.
Feno Resinas, S.A.
Industrias Resistol, S.A.
QB Químicos, S.A. de C.V.
(antes Química Borden)
Némesis, S.A. de C.V.

LOCALIZACION GEOGRAFICA.

Sn. Martín Texmelucan, Tlx.
Tizayuca, Hgo.
Lerma, Edo. de Méx.
Xalostoc, Edo. de Méx.
Sn. Martín Texmelucan, Tlx.

La demanda nacional de este producto durante 1991 fue de aproximadamente 114,000 TON, de las cuales 21,100 TON fueron consumidas por el mercado de resinas fenólicas.

III.3. OFERTA-DEMANDA, PRECIOS Y EXPECTATIVAS.

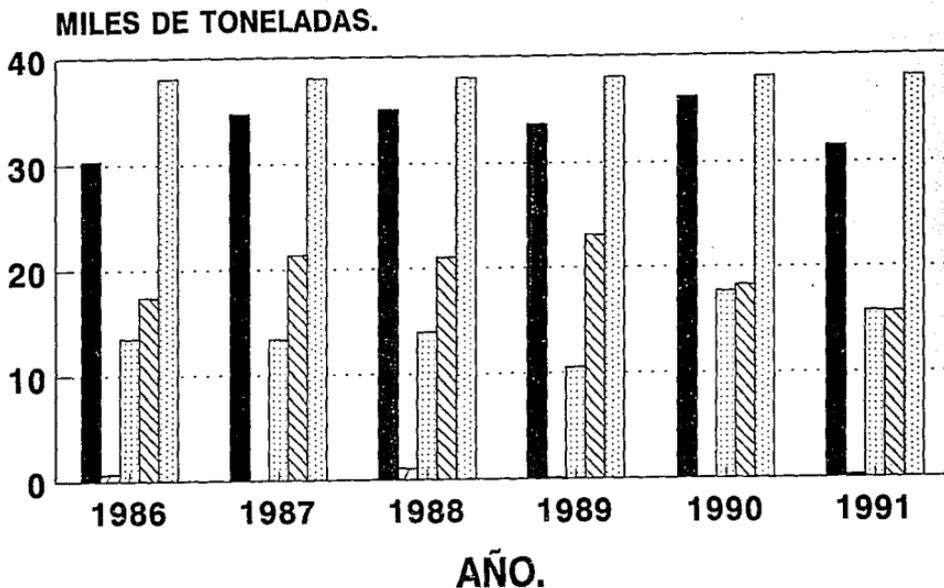
III.3.1. FENOL.

- OFERTA-DEMANDA.

El consumo aparente de fenol en México ha decrecido drásticamente en los últimos 5 años (ver GRAFICA No.1.); de totalizar 21,300 toneladas en 1987 hasta cerca de las 15,400 durante 1992. Han sido varias las razones de la contracción de la demanda de este material, siendo las principales:

1. El cierre de operación de la planta de Paraterbutil-fenol y Bisfenol-A que la empresa ESQUIM, S.A. de C.V. tenía en el fraccionamiento industrial de CIVAC en Cuernavaca , Morelos ante la caída de sus ventas por la internación a México de resinas epóxicas terminadas y semi-terminadas provenientes de los E.U.A. y Europa, así como de la fuerte competencia en sus mercados de exportación por empresas integradas desde la producción del benceno (p.e. DOW CHEMICAL Co.). El consumo de ESQUIM promediaba las 3,000 TPA de fenol.
2. El decremento del 14% en el consumo de fenol por parte del mercado resinero en el período comprendido entre 1991 y 1992 como consecuencia de la importación de resinas fenólicas y/o sus derivados a México, aunado a las importaciones directas de fenol por empresas de este sector por el orden de las 120 TPM. Esta situación representa una pérdida en el consumo de fenol nacional de aproximadamente 1,800 TPA.
3. Importaciones de fenol realizadas por fabricantes de agentes tensoactivos (nonil-fenol etoxilados) cuyo promedio son las 60 TPM (800 TPA).

CONSUMO APARENTE (FENOL). MEXICO 1986-1991.



GRAFICA NO. 1.

PRODUCCION.
 IMPORTACION.
 EXPORTACION.

C. APARENTE.
 CAP. INST.

FUENTE: ANIQ, SECOFI.

-PRECIOS.

En los Estados Unidos existen dos escalas de precio principales: el precio base contractual para las operaciones de compra-venta locales y la cotización de oportunidad (spot) para la comercialización al exterior. Durante los últimos cuatro años ambos precios han sufrido una drástica y continua caída, de cotizarse a 0.645 USD/lb el spot y 0.47 USD/lb el contrato en octubre de 1988 hasta alcanzar las cifras récord de 0.185 y 0.285 USD/lb el spot y la base contrato respectivamente en diciembre de 1992 derivado de las crisis en la industria automotriz y de la construcción en el vecino país del norte y a la agresiva entrada a aquel país de material del exterior por la sobre-oferta de fenol que impera en el mercado japonés.

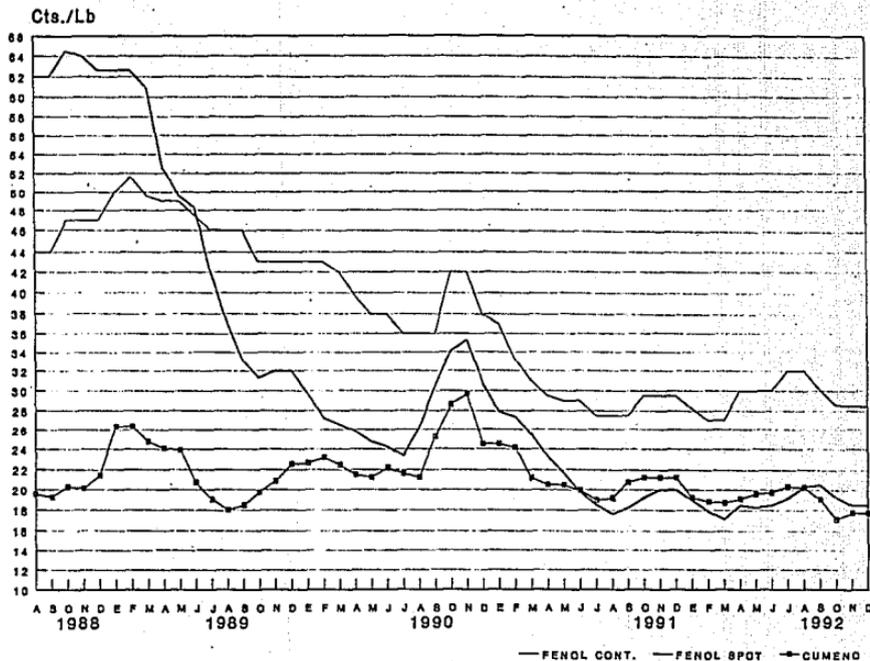
En la GRAFICA No.2. se muestra la historia de precios de fenol comparativamente con la del cumeno en los E.U.A. de 1988 a 1992. Debe observarse que la tendencia en las tres curvas es bastante semejante.

Los precios domésticos de fenol en el mercado mexicano generalmente han sido superiores a los precios base contrato en los Estados Unidos: un 12% arriba cuando el valor contrato del fenol en los E.U.A. promedió 0.40 USD/lb durante 1990 y un 6% arriba durante 1992 cuando el precio en contrato en el mercado estadounidense promedió los 0.29 USD/lb. Lo anterior debido principalmente a las diferencias en las economías de escala entre el productor nacional y los grandes productores del exterior (E.U.A. Y Japón).

Contrariamente a la situación que se ha presentado en los E.U.A., en México el precio del fenol se ha comportado de manera bastante independiente a la cotización del cumeno de PEMEX a partir del último cuarto de 1991, hecho que muestra el esfuerzo del productor de fenol mexicano por proteger su mercado

TENDENCIA DE PRECIOS

FENOL EN LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.



GRAFICA NO. 2

FLETE ECUALIZADO CONTRATO
SPOT FOB PUERTO DEL GOLFO USA

FUENTE: ICIS LOR

140896 0-1 3/1480/91

contra la constante amenaza de importaciones (GRAFICA No. 3.).

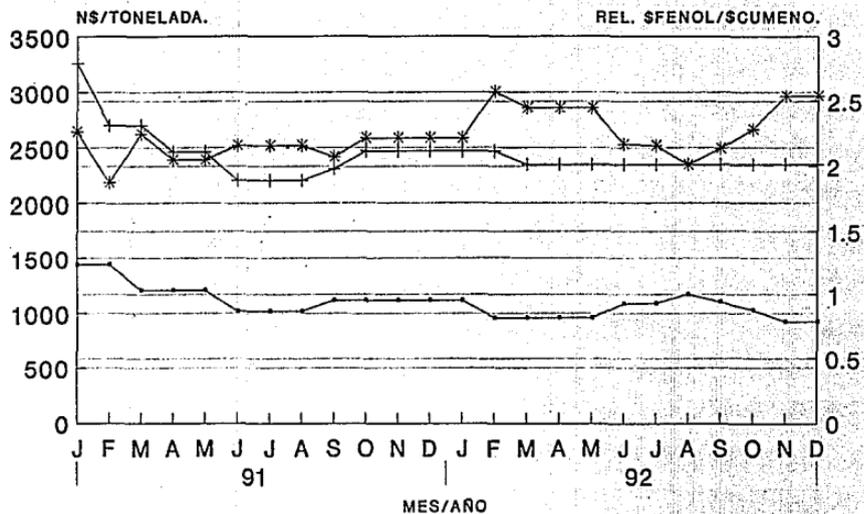
- EXPECTATIVAS.

Para un futuro cercano (los próximos dos años) no se prevee que ocurra un aumento perceptible en la demanda nacional de fenol. Aunque el mercado de los aditivos para aceites lubricantes tiene asegurado un crecimiento aproximado del 20% en su consumo de fenol (de 1950 TPA en 1992 a cerca de las 2350 TON para 1993) derivado del incremento en su capacidad instalada para atender mercados de exportación principalmente; las importantes contracciones en el consumo de fenol estimadas para los mercados resinero y de nonil-fenoles etoxilados, anularán cualquier posibilidad de recuperación en la demanda de fenol total en México, es más se espera un ligero decremento en ésta. La industria resinera afrontará uno de sus peores años como consecuencia de la caída de los precios internacionales de las resinas que favorecerán mayores importaciones (en la GRAFICA No.4. se puede observar la tendencia a la baja en el consumo de fenol para el mercado de resinas).

Las empresas etoxiladoras que durante 1992 exportaron importantes volúmenes de sus producciones se verán afectadas seriamente por el reciente incremento del 73% en el óxido de etileno de PEMEX (junto con el fenol y el noneno de importación, el óxido de etileno son las materias primas más importantes para este sector de nuestra industria química).

Para 1993 se estima ocurra una ligera mejoría en el precio del fenol en México como reacción ante la lenta recuperación del valor del material en los E.U.A. que para comenzar el año de 1993 fue de 0.02 USD/lb en la base contrato (con lo que esta cotización se incrementó de diciembre de 1992 a enero de 1993, en valores

HISTORIA DE PRECIOS. FENOL Y CUMENO.

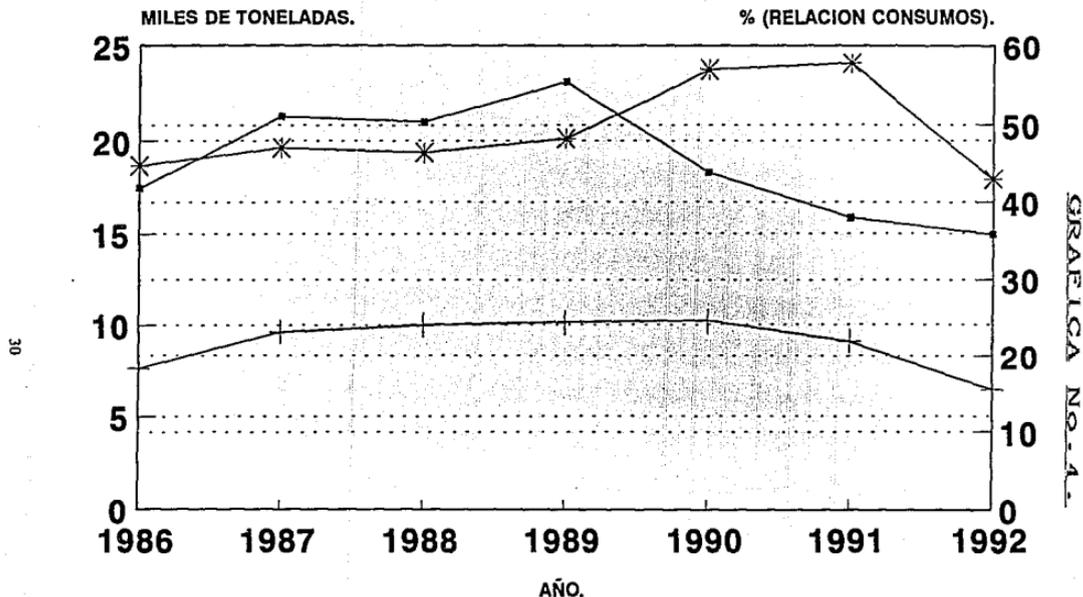


GRAFICA NO. 3.

—+— PRECIO CUMENO LAB PM —+— PRECIO FENOL C&F
 —*— REL. \$FENOL/\$CUMENO.

FUENTE: ANIO. FENOCUMINA
(INIA/PREF. CRT).

CONSUMO APARENTE NACIONAL DE FENOL VS. CONSUMO PARA RESINAS FENOLICAS.



—●— C. AP. NACIONAL.

+ CONSUMO PARA R.F.

* RELACION CONSUMOS.

promedio, para la base contrato, de 0.285 a 0.305 USD/lb FOB Houston). Es probable y varios productores norteamericanos comparten esa opinión, que se produzca otro ligero incremento, de similar magnitud, para el segundo semestre del presente año (1993).

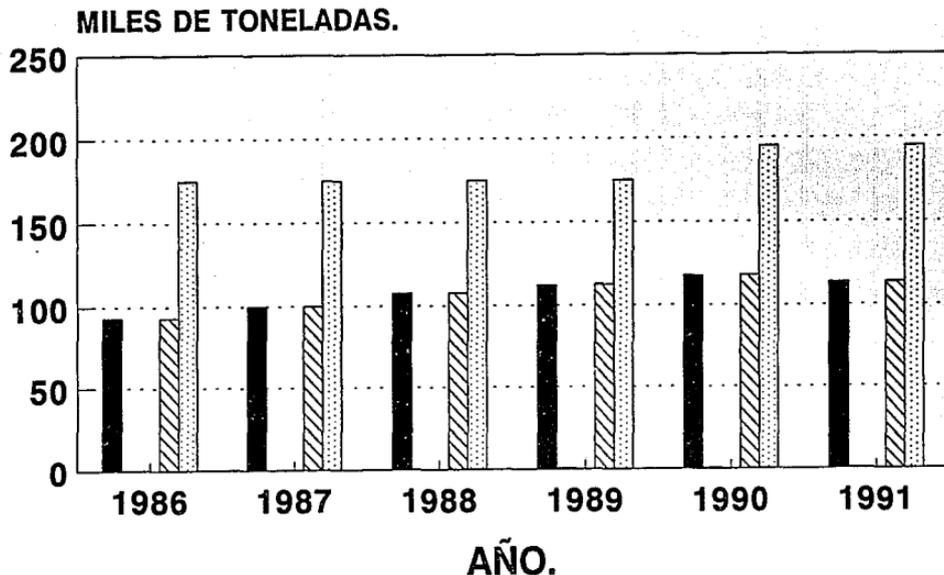
III.3.2. FORMALDEHIDO.

- OFERTA-DEMANDA.

Analizando la GRAFICA No.5. que nos muestra el consumo aparente de formaldehído en México de los últimos seis años, podemos observar que su crecimiento fue constante desde 1986 hasta finalizar 1990 (de 93,300 toneladas en 1986 a 118,000 en 1990) derivado del incremento de la demanda en sus diversos mercados entre ellos el de las resinas fenol-formaldehído; sin embargo, a partir de 1991 comienza un lento decremento en el consumo de este material debido, entre otras causas, a la contracción de las ventas de resinas sintéticas por importaciones de resinas provenientes de los E.U.A., baja en las exportaciones de partes terminadas mexicanas para la industria automotriz norteamericana e internación de derivados de resinas fenólicas como vajillas, aparatos eléctricos y electrónicos, balatas y polvos de moldeo, en su mayoría de países orientales, a México. La disminución del consumo de formol para producir resinas sintéticas se aprecia en la GRAFICA No.6.

Al ser el formaldehído un material de bajo valor agregado, contando con varios productores locales cuya capacidad instalada excede en más del 70% la demanda del mercado mexicano y que se comercializa en solución acuosa (la más común es 37% formaldehído y 63% agua), este material no se ve amenazado por las importaciones y a la vez es difícilmente sujeto a ser exportado, siendo excepciones

CONSUMO APARENTE (FORMOL). MEXICO 1986-1991.



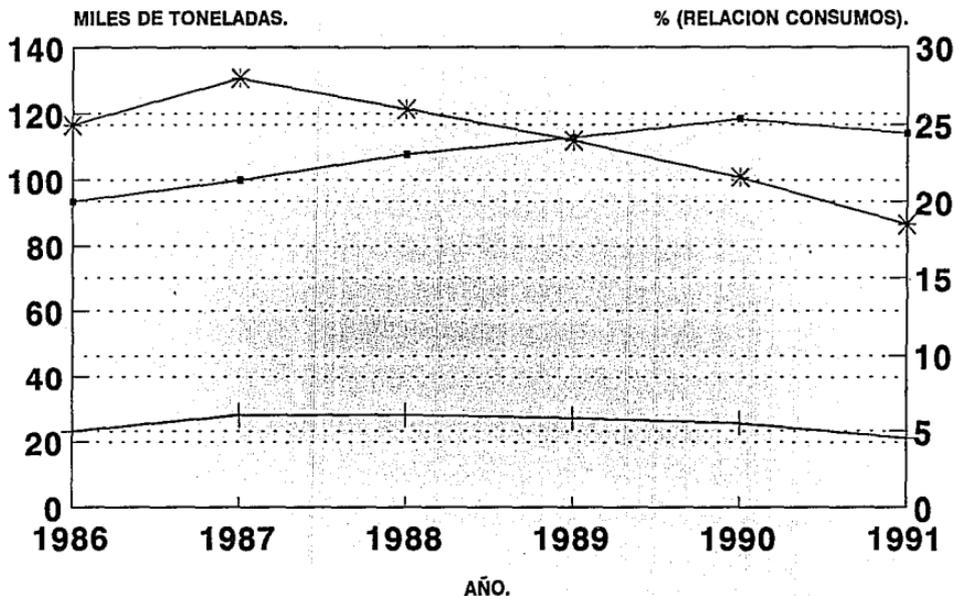
PRODUCCION.
 IMPORTACION.
 EXPORTACION.

C. APARENTE.
 CAP. INST.

FUENTE: ANIQ, SECOFI.

GRAFICA No. 5.

CONSUMO APARENTE NACIONAL DE FORMOL VS. CONSUMO PARA RESINAS FENOLICAS.



GRAFICA No.-6.-

—■— C. AP. NACIONAL. —+— CONSUMO PARA R.F.
 —*— RELACION CONSUMOS.

33

pequeñas cantidades, mayoritariamente en tambores, a Cuba y Centroamérica.

- PRECIOS.

El precio del formaldehído es muy variable, ya que está íntimamente ligado a las variaciones del precio del metanol, su principal materia prima, cuyo único productor en México es PETROLEOS MEXICANOS y que ha fluctuado desde 1988 con mucha frecuencia (tan sólo durante 1992, se registraron una decena de cambios en el precio de este material. Ver GRAFICA No.7.).

El precio local es muy semejante al que impera en los E.U.A. p.e. hoy en México el precio del formol al 37% promedia los N\$ 750.00/TON CF, cuando en los E.U.A. se cotiza a 0.11 USD/lb (N\$ 765.00/TON) en la misma base.

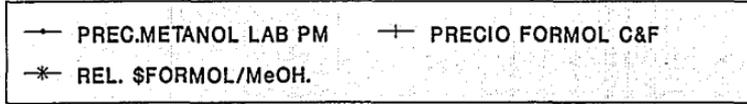
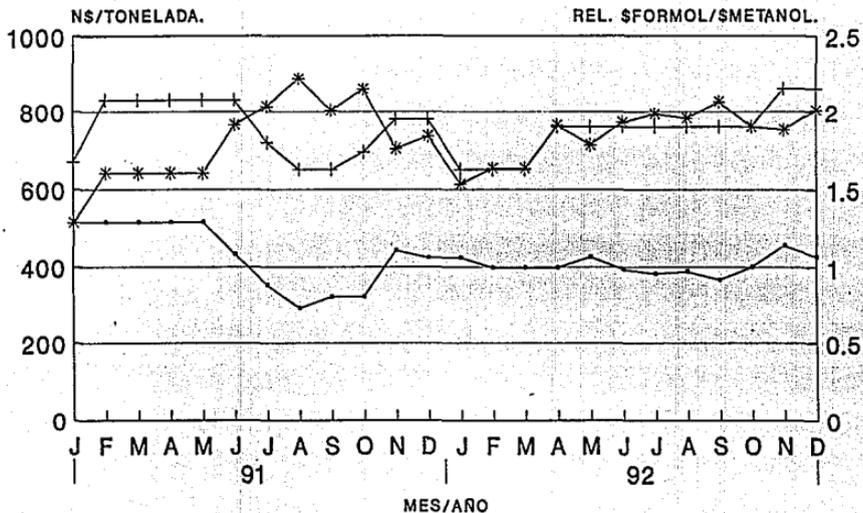
- EXPECTATIVAS.

Como ha estado ocurriendo, se estima que el consumo aparente de formaldehído continuará decrecentándose ligeramente (a una velocidad de 1500-1800 TPA), proporcionalmente a la contracción en la demanda de éste para la producción de resinas fenólicas. Su caso no es tan crítico como el del fenol ya que la participación del consumo de formol para el mercado resinero en la demanda total nacional de formaldehído es de 18.5% cuando para el fenol significa el 57%.

III.4. IMPACTO EN EL COSTO DE UNA RESINA.

Puesto que en la manufactura de las resinas fenólicas la inversión de capital y los costos de mano de obra no son demasiado altos, las materias primas representan una porción significativa del total de los costos de producción. Los costos del fenol y del formaldehído pueden llegar a ser hasta el 95% del total de los costos de las

HISTORIA DE PRECIOS. FORMOL Y METANOL.



GRAFICA NO. 7.

materias primas de una resina fenólica típica. A continuación se ilustra (Tabla No.1.) los componentes más importantes del costo de producción de una resina fenólica y un compuesto de moldeo fenólico. Es importante mencionar que la estructura de costo está basada en la que tendría la operación de una planta nueva.

TABLA No.1.

**COMPONENTES MAS IMPORTANTES EN EL COSTO DE PRODUCCION DE
UNA RESINA FENOLICA.**

(CENTAVOS DE DOLAR POR LIBRA).

1989.

	<u>RESOL FENOLICO SOLIDOS 50%^a</u>	<u>POLVO DE MOLDEO NOVOLACA FENOLICA^b</u>
COSTOS VARIABLES NETOS.		
Materias Primas	49.3	72.0
Utilities	0.1	2.2
MANO DE OBRA	1.6	8.0
DEPRECIACION	2.1	6.1
OTROS COSTOS DE PRODUCCION	13.8	31.0
TOTAL DE COSTOS DE PROD.	66.9	119.3

NOTAS:

- a. Los costos están estimados para una planta productora de resinas fenólicas ubicada en la costa del golfo de los E.U.A. operando al 100% de su capacidad de 55 millones de libras anuales. Los costos de materias primas y de servicios representan a los que imperaban a mediados de 1989 en esa misma región.
- b. Los costos están estimados para una planta productora de resinas fenólicas ubicada en la costa del golfo de los E.U.A. operando al 100% de su capacidad de 15 millones de libras anuales. Los costos de materias primas y de servicios representan a los que imperaban a mediados de 1989 en esa misma región.

FUENTE: SRI INTERNATIONAL 1990.

La Tabla No.2. ilustra el efecto que los cambios en los precios de compra del fenol y el formaldehído tienen en el costo de producción de una resina fenólica.

TABLA No.2.

COMPARACION COSTOS DE MATERIA PRIMA vs. COSTO DE PRODUCCION DE UNA RESINA FENOLICA.

(CENTAVOS DE DOLAR POR LIBRA).

1989

	RESOL (SOLIDOS 50%) ^a			POLVO DE MOLDEO NOVOLACOB ^b .		
	COSTO UNIT.	COSTO M.P.	COSTO TOTAL	COSTO UNIT.	COSTO M.P.	COSTO TOTAL.
FENOL	45.00	48.52	66.08	45.00	71.14	118.40
	46.00	49.34	66.90	46.00	72.04	119.30
	47.00	50.17	67.73	47.00	72.94	120.20
FORMOL	25.80	49.01	66.57	25.8	71.80	119.06
	26.80	49.34	66.90	26.8	72.04	119.30
	27.80	49.69	67.25	27.8	72.30	119.56

NOTAS:

- a. Los costos están estimados para una planta productora de resinas fenólicas ubicada en la costa del golfo de los E.U.A. operando al 100% de su capacidad de 55 millones de libras anuales. Los costos de materias primas y de servicios representan a los que imperaban a mediados de 1989 en esa misma región.
- b. Los costos están estimados para una planta productora de resinas fenólicas ubicada en la costa del golfo de los E.U.A. operando al 100% de su capacidad de 15 millones de libras anuales. Los costos de materias primas y de servicios representan a los que imperaban a mediados de 1989 en esa misma región.

FUENTE: SRI INTERNATIONAL 1990.

III.5. TOXICOLOGIA.

III.5.1. FENOL.

El fenol tiene varios sinónimos como ácido carbólico, mono-hidroxibenceno, alcohol fenólico, y ácido fénico.

No. de la O.N.U.:	1671.
Temperatura de Fusión:	42 °C.
Temperatura de ebullición:	181 °C.
IDLH:	250 p.p.m.
TLV:	5 p.p.m.
Presión de vapor:	0.3570 mmHg @ 20°C.
Gravedad Especifica:	1.1000 (H2O=1).
Solubilidad en agua:	0.0820 g/ml @ 20°C.

-Toxicidad aguda: La absorción de fenol por la piel puede ser rápida y causar la muerte.

-Toxicidad crónica: Posibles efectos en el hígado, riñones y páncreas. Cancerígeno y mutagénico.

El fenol es altamente tóxico causando síntomas de envenamiento por todas las rutas de exposición y es considerado como veneno.

El contacto directo de la piel con fenol no causa dolor pero puede resultar al limpiar la zona de contacto seguida por una severa quemadura y síntomas de envenamiento si no es limpiado enseguida.

El contacto con los ojos puede causar severos daños y ceguera.

Los vapores de fenol son irritantes para los ojos y vías respiratorias.

La ingestión de cantidades inferiores a las letales (menos de 1 gramo) causa quemaduras en la boca y garganta.

El fenol altera y precipita las proteínas celulares envenenando así directamente todas las células. En pequeñas cantidades este compuesto tiene un efecto estimulante sobre el centro respiratorio, similar al del salicilato. Esto causa alcalosis respiratoria seguida de acidosis. Los hallazgos patológicos en muertes producidas por fenol son necrosis de las mucosas, edema cerebral y cambios degenerativos hepáticos y renales. Puede haber también necrosis vesical.

III.5.2. FORMALDEHIDO.

El formaldehído también es conocido como formol, metanal y en algunos casos como formalina.

No. de la O.N.U.:	1198.
Temperatura de Fusión:	-92 °C.
Temperatura de ebullición:	96,7 °C.
IDLH:	800 mg/kg.
TLV:	1 p.p.m.
Presión de vapor:	1.30 mmHg @ 25 °C.
Gravedad Específica:	1.1000 (H2O=1).
Solubilidad en agua:	0.2100 g/ml @ 25 °C.

-Toxicidad aguda: laringitis, bronquitis.

-Toxicidad crónica: cancerígeno, mutagénico, teratogénico.

El contacto directo sobre la piel causa irritación.

Los vapores provocan irritación ocular y nasal. El respirarlos provoca náuseas, tos, dificultad para inhalar aire, edema pulmonar, neumonitis y en caso drástico, la

muerte.

Su ingestión puede provocar severa irritación del tracto gastrointestinal, vómitos violentos, diarrea, colapso general y la muerte.

IV. PANORAMA COMERCIAL MUNDIAL.

IV.1. SITUACION MUNDIAL.

El consumo de las resinas fenólicas en Norte América, Europa Occidental y Japón creció anualmente a un ritmo del 3.6%, de 1260 MTM (miles de toneladas métricas) en 1986 a cerca de las 1402 MTM en 1989. Sin embargo, se espera que el crecimiento de la demanda mundial sufra un decremento para promediar 1.8% en base anual para 1994, cuando el consumo en estas regiones se estima llegue a las 1529 MTM.

En la tabla siguiente (TABLA No.3.) se presentan las estadísticas de la oferta y demanda de contenido de resina.

TABLA No.3.**OFERTA Y DEMANDA DE LAS RESINAS FENOLICAS POR REGION (1989a).
MILES DE TONELADAS.**

	PROD.	IMP.	EXP.	CONSUMO		CREC. ANUAL *
				1989	1994	
NORTEAMERICA.						
CANADA	99	10	15	94	104	2.0
MEXICO	14	1	0	15	16	1.6
E.U.A.	748	18	29	721	783	1.7
EUROPA OCC.	460	b.	37 ^b	425	458	1.5
JAPON	146	5	4	147	168	3.0
TOTAL	1467	34	65	1402	1529	1.8

NOTAS:

- a. Todos los datos están en base 100% resina seca.
b. Exportaciones netas.
c. Porcentaje de crecimiento anual promedio (1989-1994).

FUENTE: SRI INTERNATIONAL 1990.

**IV.2. PARTICION DEL MERCADO DE LAS RESINAS FENOLICAS EN EL
MUNDO.**

Con respecto a su uso final la demanda de las resinas fenólicas se distribuye de la siguiente forma en esta misma región (Tabla No.4.):

TABLA No.4.**CONSUMO DE LAS RESINAS FENOLICAS POR APLICACION.****1989 a.****MILES DE TONELADAS.**

	<u>E. U. A.</u>		<u>EUROPA OCC.</u>		<u>JAPON</u>	
	<u>1989</u>	<u>1994</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>	<u>1989</u>	<u>1994</u>
PLYWOOD	299	325	87	96	14	15
AISLANTES	106	118	61	66	-b	-b
LAMINADOS	84	96	74	80	41	48
AGLOMERADOS	71	78	-c	-c	-c	-c
FUNDICION	44	44	31	32	16	18
COMPTOS. DE MOLDEO	43	48	50	55	30	38
HULE	21	22	-b	-b	-b	-b
FRICCION	13	14	11	10	-b	-b
RECUBRIMIENTOS	10	10	20	21	-b	-b
ABRASIVOS	9	10	26	28	-b	-b
OTROS	21	18	65	70	46	49
TOTAL	721	783	425	458	147	168

NOTAS:

- Todos los datos están en base 100% resina seca.
- Incluidos en OTROS.
- Incluye las resinas consumidas para producir los separadores para baterías, filtros de aceite y papel carbón.

FUENTE: SRI INTERNATIONAL 1990.

IV.3. EXPECTATIVAS MUNDIALES.

La producción de triplay continuará siendo el sector con mayor consumo de resinas fenólicas en los Estados Unidos de América, pero enfrentará una fuerte competencia por parte de la industria de los aglomerados, ya que estos últimos materiales pueden ser producidos a bajo costo y presentan buenas cualidades estructurales por lo que se preve un moderado potencial de crecimiento en la demanda de resinas fenólicas en este mercado.

En lo que se refiere a la demanda de resinas para producir laminados, ésta se incrementará ligeramente como resultado del continuo crecimiento en la comercialización de muebles y utensilios para el hogar de bajo costo y fácil fabricación o armado (los famosos "hágalo usted mismo").

La demanda de resinas fenólicas en la industria de procesamiento del hule, en adhesivos y en la de materiales abrasivos se estima que tendrá un crecimiento moderado (GRAFICA No.8.).

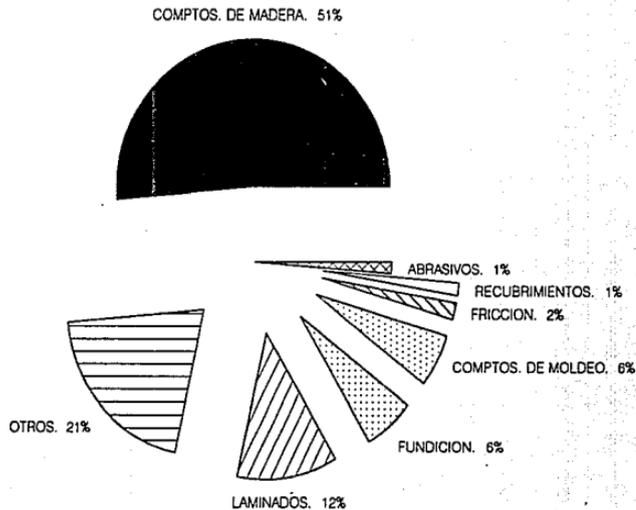
Aproximadamente el 20% de la demanda de las resinas fenólicas en los países de Europa Occidental se utiliza para elaborar adhesivos para madera (en triplay y aglomerados). Los requerimientos de resina han crecido de manera constante y paralelamente al incremento de la actividad en la industria de la construcción. Adicionalmente la demanda de adhesivos fenólicos seguirá en crecimiento debido a que éstos no han presentado riesgos contra la preservación de la ecología como algunos de sus sucedáneos (derivados de resinas de urea y/o uretanos).

En el mercado europeo se estima un ligero crecimiento en casi todos los productos derivados de resinas fenólicas a excepción de los materiales de fricción donde se espera un decremento. (Ver GRAFICA No.9).

A diferencia de los mercados anteriores, en Japón la demanda de las resinas fenólicas se inclina principalmente hacia las industrias de los laminados y compuestos de moldeo. En estos últimos es donde se espera el mayor crecimiento especialmente para aplicaciones en la industria del transporte.

CONSUMO POR APLICACION E.U.A.

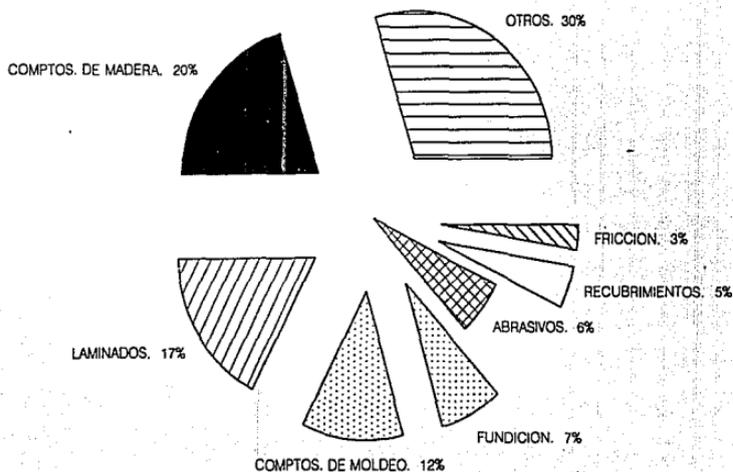
MILES DE TONELADAS.



GRAFICA No.8.

CONSUMO POR APLICACION EUROPA OCC.

MILES DE TONELADAS.



GRAFICA No. 9.

Los mercados de la electrónica y de las telecomunicaciones continuarán demandando grandes cantidades de laminados fenólicos industriales para la fabricación de circuitos impresos. (Ver GRAFICA No.10.).

V. PANORAMA COMERCIAL EN MEXICO.

V.1. SITUACION EN MEXICO.

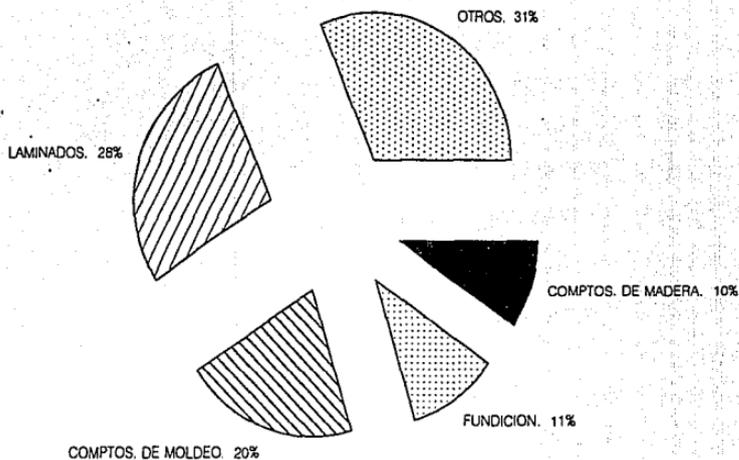
La producción de resinas fenólicas en México se incrementó a un ritmo del 8.5% anual en el período comprendido entre 1974 y 1980, año en que la producción totalizó las 13,000 toneladas. La creciente demanda de resinas fenólicas en las industrias de la fundición y en la de los compuestos de moldeo fueron las causas principales de este sensible crecimiento. Sin embargo, hacia 1983 la demanda en estos dos mercados sufrió una caída y como resultado se paralizó la producción. A partir de 1984 se produjo una importante recuperación en la demanda de resinas fenólicas para llegar a 1985 a la cifra récord de una producción de 15,770 toneladas anuales, seguida de una segunda caída en 1986 cuando la producción anual fue de 11,700 toneladas, cifra semejante a la de 1979. La GRAFICA No.11. nos muestra el consumo aparente histórico de las resinas fenólicas en México.

El consumo aparente de las resinas fenólicas en México sufrió un decremento, de un volumen de 15,470 toneladas en 1990 a 13,122 durante 1991, lo que representa una contracción cercana al 15%.

La utilización de la capacidad instalada continua siendo por demás baja, simplemente en 1991 se ocupó el 37% de la planta productiva nacional.

CONSUMO POR APLICACION JAPON.

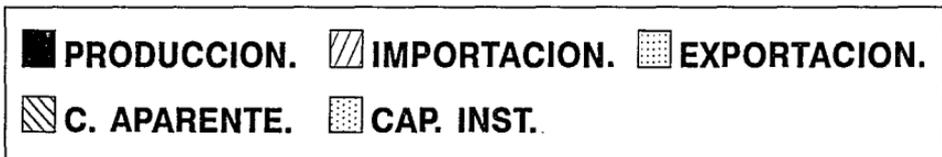
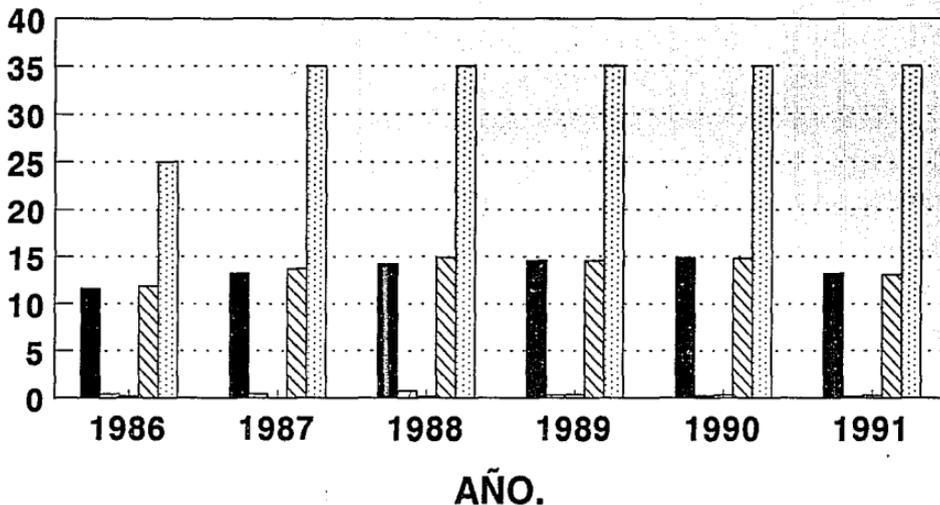
MILES DE TONELADAS.



GRAFICA No. 10.

CONSUMO APARENTE RESINAS FENOL-FORMOL (MEXICO).

MILES DE TONELADAS.



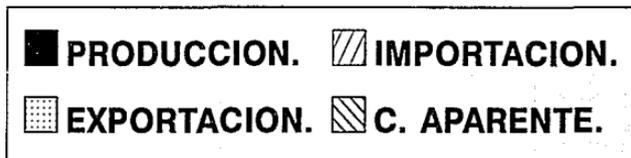
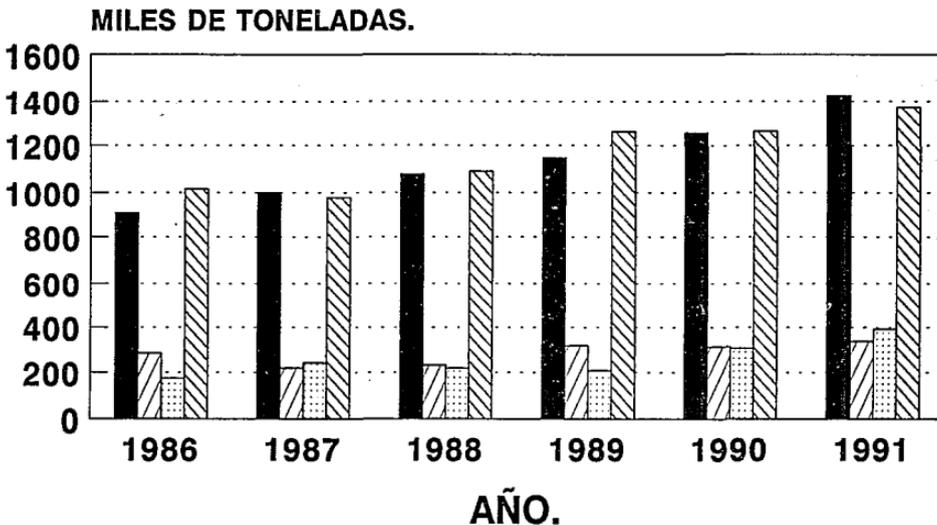
FUENTE: ANIQ, SECOFI.

GRAFICA No. 11

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CONSUMO APARENTE

RESINAS SINTETICAS (MEXICO).



FUENTE: ANIQ, SECOFI.

GRAFICA No. 12.

El sector de las resinas fenólicas en nuestro país está constituido por aproximadamente 25 empresas, de las cuales tres dirigen totalmente su producción a autoconsumo (Cyanamid de México, S.A. de C.V., Fábrica Nacional de Lija, S.A. de C.V. e Industrias Unidas, S.A.).

Diez muestran un comportamiento mixto al autoconsumir y vender producto (como son: Isomex, S.A. de C.V., Conductores Monterrey, S.A. de C.V. Div. KEMEK, Canamex, S.A. de C.V., Materiales Moldeables, S.A., Basf Mexicana, S.A. de C.V., Neste Resinas, S.A. de C.V., Industrias Químicas del Pacífico, S.A., Petroderivados, S.A. de C.V., Paneles Ponderosa, S.A. e Industrias Resistol, S.A.) y el resto están enfocadas únicamente a la atención del mercado (Reichhold Química, S.A. de C.V., Ashland de México, S.A. de C.V. QB Químicos de México, S.A. de C.V., Fordath, S.A., Fenoresinas, S.A. Pioneer, S.A., Polifos, S.A. de C.V., Adhesivos, S.A., Resinas de México, S.A., Nacional de Resinas, S.A., Ameyal, S.A. y Poliresinas Huettenes Albertus, S.A. de C.V.).

Por lo que respecta a precios del sector resulta sumamente difícil establecer una generalidad en función de la diversidad de productos existentes, sin embargo, se puede establecer que regularmente los precios domésticos son más altos que los precios locales norteamericanos para productos homólogos o semejantes. Estas diferencias van desde un 15% para el mejor de los casos hasta algunas situaciones verdaderamente dramáticas cuya diferencia se acerca al 200%, lo que favorece las importaciones de resina principalmente en la zona norte de nuestro país. Lo anterior es debido básicamente a la diferencia en los precios de las materias primas, economías de escala y en algunos casos, falta de tecnologías de vanguardia.

V.2. PARTICION DEL MERCADO DE LAS RESINAS FENOLICAS EN MEXICO.

La distribución del mercado de las resinas fenólicas en México se muestra en la TABLA No.5. en la que también se incluye una estimación de la forma como se distribuirá el mercado en 1994.

TABLA No.5.

CONSUMO DE LAS RESINAS FENOLICAS POR APLICACION.
(MILES DE TONELADAS).

	AÑO:	
	<u>1990</u>	<u>1994.</u>
MERCADO:		
COMPUESTOS DE MOLDEO	2.00	1.60
FUNDICION	3.50	3.60
FRICCION	3.00	3.50
LAMINADOS	1.00	0.50
ADHESIVOS Y HULE	2.90	3.00
AISLANTES	1.70	2.10
OTROS	1.20	1.50
TOTAL	15.30	15.80

NOTA:

a. Todos los datos están en base 100% resina seca.

FUENTE: ANIQ.

Durante el período comprendido entre 1990 y 1991 se observó una contracción de la demanda de resinas fenólicas en México por las siguientes causas:

-FRICCION: Este mercado se contrajo de 3,000 toneladas en 1990 a sólo 2414 en 1991 lo que representa un 20% aprox. debido principalmente a:

- Desactivación del mercado automotriz de exportación por recesión en los E.U.A.

- Mayor importación de autos en 1991 que en 1990.
- Caída de las exportaciones de balata y clutch a los E.U.A. por baja demanda.
- Importaciones a México de balatas del Canadá, Corea y Checoslovaquia que desplazaron producto nacional.
- Caída de las exportaciones de esmeriles y lijas a los E.U.A. y Europa.

- **FUNDICION:** Este mercado sufrió una contracción durante 1991 del 14% con respecto al volumen alcanzado en 1990 por la baja de exportaciones en automanufacturas y autopartes al mercado automotriz norteamericano, así como la mayor importación de castings de algunas empresas mexicanas.

- **ESPECIALIDADES:** Este mercado sufrió una contracción del 12% en 1991 con respecto a 1990 debido principalmente a la menor exportación de bienes de este sector.

- **OTROS USOS:** Este sector está compuesto por muchos subsectores como son hule, adhesivos, lacas y tintas, pinturas y barnices, laminados, aislantes térmicos, maderas intemperizadas, polvos de moldeo, etc. Debido a la diversidad de mercado que comprende no se tiene una información tan precisa como de los anteriores, sin embargo se sabe que se redujo en volumen de 1990 a 1991 en un 15% aproximadamente por algunas causas como son:

- Importaciones a México de laminados decorativos.
- Importaciones de llantas y productos de hule.
- Importaciones de productos moldeados.
- Caída de las exportaciones de aislantes térmicos.
- Importaciones de pinturas y barnices entre otros.

V.3. EXPECTATIVAS EN MEXICO.

Debido al período de recesión económica que aún sufren los E.U.A. y a problemas de control ambiental de las empresas clientes del sector, así como a la caída de los precios internacionales de las resinas que favorecerán mayores importaciones, se espera que la producción nacional de 1992 (aún no reportada en ninguna fuente de información) sea del orden de las 12,400 toneladas, lo que representará una ocupación de la capacidad instalada del orden del 35% y una contracción del 6% en el consumo aparente de resinas fenólicas contra la obtenida en 1991 (13,120 toneladas).

Refiriéndonos nuevamente a la TABLA No.5., observamos los crecimientos esperados en los diferentes mercados de las resinas fenólicas entre 1990 y 1994 encontrando lo siguiente:

- Los compuestos de moldeo decrecerán en su consumo aparente de 2,000 a 1,600 TPA como consecuencia de la importación de productos terminados de oriente principalmente, como lo son ollas, vajillas, y productos para la industria eléctrica.

- Mucho se ha comentado de que parte de la industria de la fundición norteamericana se viene a México, pero lo cierto es que este subsector es uno de los pocos que emplea casi al máximo su capacidad instalada. Se estima un crecimiento de 100 TON para 1994.

- El mercado de resinas de fricción se espera crezca de la mano al supuesto crecimiento del poder adquisitivo de la población (en total 500 toneladas para 1994).

- Se estima que los laminados fenólicos se verán fuertemente amenazados por importaciones de sucedáneos de E.U.A. e Israel en donde se está cambiando por laminados a base de resinas de melamina y poliéster-epoxi por tener éstos mayor versatilidad, durabilidad, mejor apariencia y ventajas en costo. Recordemos que estos laminados van, entre otras, a la industria eléctrica y electrónica, mercados que no pueden absorber considerables variaciones en los costos de sus materias primas. Se espera un decremento de 1,000 TPA en 1990 a 500 TPA para 1994.

- El mercado de los adhesivos se espera que tendrá un ligero crecimiento, no así el del hule que comienza a sufrir importaciones de llantas, mangueras y suelas a precios mejores que los locales.

- Para el mercado de los aislantes se preve un ligero crecimiento (de 1,700 TPA en 1990 a 2,100 TPA en 1994).

VI. CONCLUSIONES.

Es evidente que para lograr la subsistencia de este sector de nuestra industria química deberán emprenderse acciones inmediatas tanto del sector empresarial como del sector paraestatal y autoridades gubernamentales, siendo éstas las siguientes:

- AUTORIDADES:

- Evitar el otorgamiento de nuevos permisos petroquímicos en este sector pues la capacidad instalada es ya muy alta.
- Negociación cuidadosa de los productos de la industria resinera en los términos del Acuerdo de Libre Comercio (A.L.C.).
- Apoyos financieros que consoliden la instalación de equipos y sistemas anticontaminantes en las empresas del sector y entre las empresas clientes de éstas.

- PARAESTATALES:

- Mayor eficiencia y calidad en los servicios y productos que proveen a las industrias del sector.
- Políticas comerciales más adecuadas a la modernidad.

- FABRICANTES DE RESINAS:

- Actualización tecnológica para enfrentar el reto de la apertura comercial.
- Eficientación operativa buscando mayor competitividad con rentabilidad.
- Incremento en el servicio esmerado y personalizado a los clientes de las industrias resineras.
- Inversiones en equipos y sistemas anti-contaminantes que aseguren un futuro más sano.

Como se mencionó a lo largo del presente estudio, los precios internacionales de las resinas fenólicas son menores que los domésticos, por lo que el Acuerdo de Libre Comercio favorecerá, teóricamente, la entrada agresiva de estos productos a nuestro país.

Se sabe que el mercado norteamericano es casi 100 veces mayor que el mexicano y el canadiense casi 30 veces más grande que el nuestro, lo cual parece empujar más la balanza hacia la desaparición de este sector de la industria química de México.

Sin embargo, esta aparente debilidad se puede convertir en una importante fuerza y ser la esperanza de subsistir, considerando lo que los norteamericanos llaman "Small is beautiful". La ventaja competitiva consiste en saber atender al cliente pequeño que requiere de soporte técnico, atención personalizada efectiva y probablemente condiciones de venta especiales. Estos clientes representan aproximadamente el 80% del mercado nacional.

La oportunidad de supervivencia consiste en seguir atendiendo al cliente pequeño, al tiempo que se optimicen la tecnología, la calidad y se realicen esfuerzos por mejorar la competitividad con la intención de poder formar parte del nuevo contexto mundial.

BIBLIOGRAFIA.

Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology., 3rd. ed., vols. 1,2,3,4,12 y 17.
E.U.A., John Wiley & Sons, Inc., 1984.

Dreisbach, Robert H., Manual de Toxicología Clínica: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento., 5a. ed.
México, D.F., Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V., 1984, 586pp.

Kaigai Gijutsu y Shiryo Kenkyusho, Toxic and Hazzardous: Industrial Chemicals Safety Manual., sin ed.
Tokyo, The International Technical Information Institute (ITI), 1977.

Acosta Tobón, Alberto, Curso Básico de Administración de Empresas., sin ed., vol. Mercadeo.
Bogotá, Colombia, Grupo Editorial Norma, S.A., 1991.

Perry, Robert H. y Cecil H. Chilton, Chemical Engineer's Handbook, 5a. ed.
Mc-Graw Hill Kogakusha, LTD, 1973.

"Chemical Prices",
En Chemical Marketing Reporter, Oil Paint and Drug Reporter (OPD).
Schnell Publishing Company Inc.

Hughes, Carolyn S. y Zari Sedaghat-Pour, PHENOL.,
En Chemical Economics Handbook, Marketing Research
Report, Chemical Information Services.
E.U.A., Stanford Research Institute (SRI), March, 1989.

Wheeler, Kevin , R. Willhalm y Y. Sakuma, FORMALDEHYDE.,
En Chemical Economics Handbook, Marketing Research
Report, Chemical Information Services.
E.U.A., Stanford Research Institute (SRI), March, 1990.

Tong, David A., J. Riepl y Y. Sakuma, PHENOLIC RESINS.,
En Chemical Economics Handbook, Marketing Research
Report, Chemical Information Services.
E.U.A., Stanford Research Institute (SRI), August, 1990.

"Chemical Prices", (Phenol & Cumene Prices).,
En Independent Chemical Information Services.
The ICIS-LOR Group, LTD, Houston (Tx), E.U.A.

Estadístico de la Industria Química Mexicana,
ANUARIO 1992, Asociación Nacional de la Industria
Química, A.C. (ANIQ).