



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

30 CATE

## Análisis de la Estructura Actual de la Rama del Benceno y Algunos Conceptos de Planeación

84

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
PRESENTA  
**Miguel Castillo Navarro**  
MEXICO, D. F. 1976



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

CLAS. Vesij  
ADQ. 1976  
FECHA 11-18-77  
PROC. 87



DUNIC.

**JURADO ASIGNADO**

**PRESIDENTE :** Prof. Alberto Bremauntz Monge.  
**VOCAL :** Prof. José Fco. Guerra Recasens.  
**SECRETARIO :** Prof. Alfonso Franyutti Altamirano.  
**1er. SUPLENTE :** Prof. Emilio Barragán Hernández.  
**2do. SUPLENTE :** Prof. Sergio Larios y Santillán.

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA :**

**SOSA TEXCOCO, S. A.**

**SUSTENTANTE**

**MIGUEL CASTILLO NAVARRO**

**ASESOR DEL TEMA :**

**PROF. ALBERTO BREMAUNTZ MONGE**

A MIS PADRES

# I N D I C E

PAGINA

## CAPITULO I INTRODUCCION.

A.	DEFINICION DE PROBLEMAS Y OBJETIVOS . . . . .	1
B.	ANTECEDENTES . . . . .	4
1.	Historia.	
2.	Importancia de la Industria Petroquímica Mexicana.	
C.	LEY PETROQUIMICA . . . . .	13
D.	SITUACION ACTUAL . . . . .	24

## CAPITULO II BENCENO.

A.	GENERALIDADES . . . . .	28
B.	OBTENCION . . . . .	30
C.	SITUACION NACIONAL . . . . .	34
D.	PROYECCION DE LA DEMANDA Y BALANCE . . . . .	36

CAPITULO III ETILBENCENO.

A.	GENERALIDADES. . . . .	40
B.	OBTENCION. . . . .	41
C.	SITUACION NACIONAL DE ETILBENCENO Y ESTIRENO. . . . .	41
D.	PROYECCION DE LA DEMANDA Y BALANCE. . . . .	45
E.	RESINAS DE POLIESTIRENO. . . . .	48
F.	RESINAS ABS SAN e INTERCAMBIADORAS DE IONES. . . . .	52
G.	ELASTOMEROS ESTIRENO - BUTADIENO. . . . .	54
H.	RESINAS POLIESTER INSATURADAS. . . . .	58

CAPITULO IV FENOL.

A.	GENERALIDADES. . . . .	61
B.	OBTENCION. . . . .	62
C.	SITUACION NACIONAL DEL FENOL. . . . .	63
D.	RESINAS FENOLICAS. . . . .	67
E.	BISFENOL A. . . . .	70
F.	ALQUILFENOLES. . . . .	74
G.	ACIDO SALICILICO. . . . .	76
H.	INSECTICIDAS. . . . .	78

CAPITULO V CICLOHEXANO.

A.	GENERALIDADES. . . . .	81
B.	OBTENCION. . . . .	81
C.	SITUACION NACIONAL. . . . .	83
D.	CAPROLACTAMA. . . . .	84
E.	ACIDO ADIPICO. . . . .	89
F.	CICLOHEXANOL . . . . .	91

CAPITULO VI OTROS DERIVADOS.

A.	ANHIDRIDO MALEICO. . . . .	92
B.	NITROBENCENO. . . . .	98
C.	CLOROBENCENOS. . . . .	105
D.	DODECILBENCENO. . . . .	113
E.	OTROS DERIVADOS. . . . .	116

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. . . 118BIBLIOGRAFIA .



## CAPITULO I.

### I N T R O D U C C I O N

#### A. DEFINICION DE PROBLEMAS Y OBJETIVOS.

Desde la aparición de la Industria Petroquímica en México, la producción de la mayoría de los productos petroquímicos básicos e intermedios ha sido inferior a la demanda, y ésta ha sido satisfecha parcialmente con importaciones. Las importaciones de básicos manejados por el estado a través de Petróleos Mexicanos, al igual que la producción, tuvo algunos efectos positivos, y la política de surtir la demanda de ambas fuentes ( producción e importación ) en forma complementaria, estuvo dando buenos resultados e impulsando el desarrollo de la petroquímica secundaria hasta 1972.

Sin embargo, a partir de 1973, la importación de petroquímicos básicos e intermedios se logró sólo parcialmente y con grandes dificultades dada la estrecha oferta y los desorbitados incrementos de los precios de la mayor parte de ellos en el mercado internacional, frenando el desarrollo de la petroquímica secundaria.

Por otra parte, el crecimiento inusitado de la demanda interna de petroquímicos debe necesariamente ser cubierta con un aumento equivalente en la producción interna debido a la escasez externa mencionada anteriormente.

Lo anterior impone la necesidad de crear un sistema que garantice el suministro de materias primas y el desarrollo del mercado de sus productos,

con el fin de lograr la integración de la industria. De no desarrollar un plan de inversión que garantice lo anterior se corre el riesgo de descapitalizarla e iniciar un peligroso retroceso que a corto plazo nos colocará en una situación de dependencia con el exterior.

El aprovechamiento de la privilegiada posición de México compara da con la de muchos países del mundo, dada su condición de productor de petróleo realizada por los recientes acontecimientos referidos a los descubrimientos de nuevos yacimientos petrolíferos importantes en el territorio nacional que garantizan con un alto porcentaje de confiabilidad no sólo la autosuficiencia en un futuro a largo plazo, sino la posibilidad de producir excedentes que pueden ser utilizados para la exportación del mercado internacional en forma de productos cuyo valor agregado sea el máximo posible, nos coloca en una situación inmejorable para utilizar y llevar adelante las investigaciones y esquemas de relaciones interindustriales para lograr el desarrollo requerido de la industria petroquímica.

Los objetivos que se han planteado en el desarrollo de esta tesis son, en primer lugar, presentar una visión general de la situación de la industria petroquímica en México y la importancia que tiene para la economía del país la promoción de su desarrollo, ya que es una de las actividades productivas que tienen mayor interrelación con las demás ramas de la actividad económica, explicada por la gran variedad de productos que genera.

Pretende también realizar un estudio más profundo de la situación de la rama del benceno, con el fin de proporcionar una referencia a la indus-

tria mexicana en la búsqueda de nuevos proyectos y fincar las bases para la integración de estas ramas.

Otro propósito es que al considerar que el proceso de industrialización del país ha llegado al final de su primera etapa, o sea que desde una visión global en el desarrollo industrial de México concluyó la etapa sustitutiva de bienes de consumo, y se enfrenta ahora a problemas y perspectivas sustancialmente diferentes a los que hubo de hacer frente en dos o tres decenios precedentes. Entre éstos se cuentan, además de la producción de bienes intermedios y materias primas para cubrir la demanda futura, como se mencionó anteriormente, la necesidad de competir en el mercado internacional. El campo de la industria petroquímica se muestra como uno de los de mayor futuro para lograr el desarrollo de una segunda etapa de industrialización.

Por último, pretende analizar la situación de esta rama de la petroquímica en el mundo y hacer proyecciones de su comportamiento en un futuro a mediano plazo, con el propósito de efectuar un planteamiento de la situación de los sectores de la industria y proponer mecanismos para sus relaciones futuras para poder lograr el desarrollo necesario en una forma progresista y sana.

## B. ANTECEDENTES.

### 1. Historia.

El nacimiento de la industria petroquímica data de 1920, año en que se dió un giro completo a la industria química orgánica, cuando por primera vez una compañía petrolera fabrica un producto químico, utilizando una materia prima que proviene del petróleo.

El acontecimiento es realizado por la Standard Oil de New Jersey - ESSO, que instala en Bayway ( New Jersey ) una planta de isopropanol a partir de propileno, subproducto de una refinería de petróleo.

Hasta entonces, todos los productos químicos orgánicos conocidos se obtenían, ya sea de la destilación de la hulla o de la madera, o de la fermentación u otros tratamientos de productos naturales o de la transformación de diversos tipos de carbones, después de una acumulación de energía sobre ellos.

Nace entonces el nuevo término de " Petroquímica " y como consecuencia había de crearse el antagónico " Carboquímica " que si bien se refiere en su más estricto significado a los productos obtenidos del carbón, se utiliza en su significado más amplio para referirse a aquellos productos orgánicos cuyo origen no es el petróleo ; así por ejemplo, se llama etanol petroquímico al obtenido vía etileno y etanol carboquímico al producido por fermentación.

Lo importante es que principia una nueva etapa para la industria química, misma que no sabemos hasta donde llegará, ya que en 1970, 50 -

años después, ya el 80 % de la industria química orgánica es petroquímica, tal desarrollo, nunca imaginado, se debe a una serie de razones que me -  
gustaría indicar brevemente :

Hasta entonces había una clara diferenciación entre las empresas petrolíferas y las químicas, en el momento en que las primeras invaden el sector químico, se inicia una competencia desigual, por la mayor potencia económica de éstas y su diferente forma de abordar las nuevas iniciativas.

Las técnicas de fabricación y los procesos de la industria del petróleo, fruto de grandes inversiones en investigación, se aplican a los procesos químicos, acercando los volúmenes de producción a los que ya se habían habituado las grandes refinerías de petróleo.

Las fábricas tradicionales que utilizaban los subproductos de la coquización o los hornos de carburos como paso intermedio para conseguir los derivados de etileno, se habían ubicado al abrigo de los grandes complejos siderúrgicos, próximos generalmente a las zonas carboníferas o junto a centros hidroeléctricos importantes en las cabeceras de los ríos, alejados normalmente de los centros de consumo. Con la utilización de las nuevas fuentes, petróleo o sus derivados y gas natural, hubo que -  
cambiar el emplazamiento de las fábricas, acercándolas a las refinerías que a su vez se aproximaban a los yacimientos de petróleo y gas natural, donde los hay, o los puertos donde llegan los grandes petroleros. Probablemente esta circunstancia, es decir, el hecho de que las factorías im-

portantes donde se desarrollaba la industria química orgánica tradicional, no fueran ubicaciones adecuadas para desarrollar las grandes producciones petroquímicas, haya influido más en la delimitación de ambos campos. Porque si en los centros tradicionales ya existentes se hubieran ido añadiendo plantas nuevas, alimentadas con las materias primas del petróleo, se habría producido una superposición y acoplamiento de procesos, de materias primas y de producciones tal, que no hubiera sido fácil su distinción. Pero no pudo ser y se defienden difícilmente compitiendo con las petroquímicas que se desarrollan vertiginosamente.

Aunque la industria petroquímica se inició en México en 1947, dando como resultado la primera planta petroquímica que operó Petróleos Mexicanos, que fué la unidad productora de azufre de Poza Rica, Ver., y que -arrancó en 1951, la Industria Petroquímica Mexicana empezó a tomar forma en 1960, año en que se empezaron a producir en cantidades importantes: Dodecibenceno, propileno, tetrámero, alquilarilos y azufre, como consecuencia del inicio de operación en 1959 de las siguientes plantas petroquímicas del Sistema Pemex, localizadas en Atzacapotzalco: una de tetrámero, una de dodecibenceno, una de alquilarilo pesado y la segunda de azufre. Desde entonces, su crecimiento ha sido mantenido a un ritmo acelerado, -promediando un 31 % anual en 13 años en la producción básica y un 17 % en la producción secundaria.

En cuanto a la situación de los hidrocarburos aromáticos, la gigantesca

demanda de benceno que comenzó a dispararse después de la última guerra mundial no podía ser satisfecha con las limitadas cantidades que se podían recuperar de la destilación del alquitrán de hulla por lo que se iniciaron las investigaciones de nuevas fuentes petroquímicas, y se logró una evolución tal que en 1956 el 62 % del benceno producido era de procedencia carboquímica ; once años más tarde, en 1967, cuando se obtenía ya por diversos procesos a partir del petróleo, el benceno de origen carboquímico era sólo capaz de cubrir el 10 % del mercado.

En 1970, las necesidades de benceno se cifraban en Estados Unidos y en Europa en 3.3 y 2.6 millones de toneladas anuales, respectivamente. El aumento previsto en Europa es enorme, esperándose llegar en 1975 a 4 millones de toneladas con una tasa anual de crecimiento del 9.6 %.

Hasta 1960, el benceno petroquímico se obtenía de los productos del reformado y de la desintegración catalítica del petróleo y de la pequeña cantidad recuperada de los aceites de purga formados en la pirólisis de naftas. Actualmente, esta tendencia al aumento de la recuperación directa a partir de los circuitos de las refinerías se ha atenuado, puesto que todos los productos del reformado disponibles se destinan prácticamente a la extracción de BTX. En Estados Unidos, la mayor parte del déficit en la oferta de benceno se cubrirá en el futuro con la hidrodeshalquilación del tolueno. Para que sea económica esta técnica, se requiere un precio muy bajo de hidrógeno, y es la razón por la cual ha tenido poco éxito hasta ahora en Europa.

El tolueno se obtiene necesariamente junto con el benceno tanto en la destilación de la hulla como en las operaciones de reformado y más especialmente en estas últimas en las que se produce de 2.5 a 3 Tm. de tolueno por tonelada de benceno. Por tanto, todo lo que se ha dicho del benceno puede aplicarse al tolueno, con la diferencia de que la demanda para la industria química es mucho menor, con una tendencia de crecimiento también inferior.

Es decir, que por una parte no se suele recuperar lo que se podría de los productos del reformado y de las cantidades recuperadas la más importante se hidrodeshalquila a benceno o se mezcla con la gasolina para aumentar su índice de octano. En México la producción de aromáticos se inició en 1964 con las plantas de benceno, tolueno y etilbenceno instaladas en Minatitlán, Ver.



## 2. Importancia de la Industria Petroquímica Mexicana.

El desarrollo económico de México, a través de la historia reciente, ha estado impulsado por sectores de la actividad económica que, en un momento dado, cobran un dinamismo inusitado y arrastran consigo a las actividades que se rezagan respecto al ritmo de crecimiento general. Así actuaron como sectores dinámicos, primero el auge de las exportaciones de bienes primarios, después de la sustitución de importaciones, sobre todo de manufacturas ligeras, junto con la expansión agrícola y en el presente, le corresponde a la petroquímica este papel.

El crecimiento sostenido de la industria petroquímica durante los últimos 15 años la sitúa como el más dinámico de los sectores industriales importantes de la economía, tanto en lo que hace a la inversión como a la producción; tal dinamismo, aún con sus defectos, se debe al ritmo marcado por el gobierno mexicano a través de Petróleos Mexicanos, que mediante la diversificación de la oferta de materias primas básicas que favorecen el establecimiento de numerosas industrias privadas dentro del campo de la petroquímica secundaria.

En la actualidad el desarrollo industrial de México y el que debe alcanzar en el futuro para resolver las demandas de una población en rápido crecimiento, determina que el mercado mexicano de productos petroquímicos sea cada vez más amplio y complejo; esto obliga a mantener una constante política de expansión, pues prácticamente no existe actividad que no utilice, en alguna forma, bienes de origen petroquímico. Esto último ha permitido a

la industria petroquímica mantener su crecimiento en el mundo, a pesar de la crisis económica general que se manifestó en la mayoría de los países. En el caso de México, no obstante que en el año de 1974 el PIB se incrementó en términos reales al 4 %, la parte correspondiente a petroquímica creció al 13%, lo que superó a casi cualquier actividad.

Durante la escasez mundial de materias primas, la infraestructura de la industria petrolera y petroquímica, evitó que los trastornos a la economía del país fueran más graves de lo que resultaron ser ; por lo que en un futuro, se debe procurar un crecimiento ininterrumpido, de tal forma que la dependencia del exterior sea mínima.

Por otro lado, sería contradictorio que teniendo las materias primas y los conocimientos necesarios, no busquemos la autosuficiencia hasta los límites factibles y no aprovechemos esa situación para hacer de México un gran exportador de petroquímicos y sus derivados, pues pocos países tienen un panorama tan alentador en este renglón. Es conveniente señalar que los cuantiosos recursos financieros que demanda el desenvolvimiento futuro de la industria petroquímica, requieren la adopción de mejores sistemas de captación, que permitan aumentar el ahorro interno y negociar créditos en forma conjunta para lograr condiciones más favorables.

Otros aspectos que demuestran la necesidad y conveniencia de más inversiones en petroquímica, inferidos del análisis de las cifras del período 1960 - 1975, son los siguientes :

- En el período 1960 - 1975, el promedio ponderado del coeficiente multiplicador - acelerador de la inversión en petroquímica es casi el doble de la del resto de la economía.
- El valor de la producción generado por la petroquímica, al considerar el efecto directo y el del multiplicador-acelerador, da un valor acumulado para este lapso, cercano a 220 mil millones de pesos y las remuneraciones al factor trabajo ascendieron a más de 40 mil millones de pesos.
- El multiplicador de empleos promedio en la petroquímica es de 14, cifra muy superior al promedio nacional ó sea que en términos absolutos, la petroquímica dió lugar de manera directa o indirecta a 750 mil nuevos empleos en el período mencionado y en cuanto a su remuneración al factor trabajo, es superior en casi 3 veces al promedio del salario mínimo industrial.
- Se estima que con la producción interna de petroquímicos en el período se liberaron divisas por cerca de \$ 95 mil millones y por lo que hace a la generación de éstas, las exportaciones por su parte, aportaron alrededor de 3 mil millones de pesos, que es una cantidad modesta debido a que hasta ahora sólo se ha exportado marginalmente.

La derrama de ingresos a que da origen la industria petroquímica, en forma directa o indirecta, se traduce en un aumento de la capacidad adquisitiva per cápita, lo que a su vez propicia el ensanchamiento del mercado interno, que siempre resulta un factor estimulante de la actividad económica en general.

Se recomienda que en los próximos años, la industria petroquímica sea atendida como actividad prioritaria y no como marginal de la industria petrolera, al ser la más racional opción para el uso de los hidrocarburos.

### C. LEY PETROQUIMICA.

Considerando la gran importancia que adquirió la industria petroquímica desde su aparición en México, se hizo necesaria su reglamentación, con el objeto de dar una mayor y mejor utilización a los recursos petroleros y evitar así situaciones que podrían causar daños irreparables a la economía del país.

La legislación que rige a la industria petroquímica en México ha sufrido varias modificaciones desde su aparición, provocadas principalmente por el avance paulatino que ha sufrido y la necesidad de fomentar su desarrollo.

La industria del petróleo en México, está regida por la ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en la rama del petróleo, publicada en el "Diario Oficial" de la federación del 29 de noviembre de 1958. De acuerdo con el artículo 3o. transitorio de esta ley, se expidió el "Reglamento de la ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en la rama del petróleo", publicado el 25 de agosto de 1959, en cuyo capítulo VIII se sientan las disposiciones que regirán a la industria petroquímica.

En resumen, en este capítulo se define que la petroquímica consiste en la elaboración de compuestos no comprendidos dentro de los productos básicos genéricos de refinación, a partir de hidrocarburos naturales del petróleo o bien que sean productos o subproductos de refinación. También indica que la elaboración de compuestos que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas que sean resultado de los procesos petroquímicos fundados en la primera transformación química importante o en el primer proceso físico importante que se efectúe a partir de productos o subproductos de refinación (sector básico) o que tengan un interés económico-social fundamental para el estado, corresponde exclusivamente a la nación; y en la de aquellos productos que sean resultado de los procesos petroquímicos subsecuentes (sector secundario),

podrán operar indistintamente y en forma no exclusiva, la nación, los particulares o ambos en forma conjunta. Dispone también que corresponde al Ejecutivo Federal, con la intervención de las secretarías del Patrimonio Nacional y de Industria y Comercio, oyendo previamente a Petróleos Mexicanos, - decidir tanto el otorgamiento de los permisos a particulares para la elaboración de productos petroquímicos del sector secundario, como la decisión en los casos de duda sobre si la elaboración de un producto determinado queda o no dentro del campo de acción reservado en forma exclusiva a la nación.

Posteriormente a la publicación de este reglamento, las secretarías del Patrimonio Nacional y de Industria y Comercio recibieron diversas solicitudes para la elaboración de productos que, dentro de una interpretación correcta del artículo 27 del citado reglamento contenido en el capítulo VIII, debían clasificarse dentro de la petroquímica básica, por lo que se vió la conveniencia de definir con precisión cuáles son los productos comprendidos en este sector, - para lo cual dichas secretarías expidieron un acuerdo, publicado el 9 de abril de 1960. En éste documento se enumeran los productos petroquímicos pertenecientes al sector básico, explicando que esta relación podrá ser adicionada o modificada posteriormente. Los productos que corresponden a esta relación son :

Etileno	Estireno
Polietileno	Butadieno
Propileno	Metanol
Polipropileno	Isopropanol
Dodecibenceno	Cloruro de Etilo
Benceno	Bicloruro de Etileno
Tolueno	Cumeno
Xileno	Amoniaco

En marzo de 1967, la Secretaría del Patrimonio Nacional dió a conocer un documento con el fin de especificar con mas detalle a qué sector pertenece cada producto petroquímico, dividiendo a la Industria en cuatro ramas :

- I.- Productos que solamente pueden obtener Petróleos Mexicanos, por ser subproductos de refinación.
- II.- Materias primas industriales básicas cuya elaboración, a partir de subproductos de refinación o de hidrocarburos naturales del petróleo, está reservada al estado por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidiarias de dicha Institución, o asociados a la misma, y en los que no podrán tener participación de ninguna especie los particulares.
- III.- Productos cuya elaboración requiere permiso presidencial y que podrán ser elaborados indistintamente y en forma no exclusiva por la nación, la iniciativa privada sola o asociada con la nación, por conducto de Petróleos Mexicanos o empresas subsidiarias, las empresas que los elaboren requieren 60 % mínimo de capital mexicano.
- IV.- Productos cuyo permiso no requiere permiso presidencial.

NOTA : En el apéndice C se enlistan los productos que incluye cada uno de estos grupos.

Con motivo del incremento y la gran importancia que habfa adquirido la industria petroquímica y con objeto de dar una mayor fluidez a su desarrollo el 9 de febrero de 1971 fue publicado el " Reglamento de la ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en la rama del petróleo, en materia de petroquímica " expedida el 16 de diciembre de 1970, derogando tanto las disposiciones del capítulo VIII del reglamento del 24 de agosto de 1959 y el acuerdo del 13 de enero de 1960.

Define que la Industria Petroquímica consiste en la realización de procesos químicos o físicos para la elaboración de compuestos a partir, total o parcialmente, de hidrocarburos naturales del petróleo, o de hidrocarburos que sean productos o subproductos de las operaciones de refinación, con exclusión de los productos básicos genéricos de refinación y los subproductos a que se refiere el artículo 23 del reglamento de 1959 antes mencionado.

Este reglamento divide, como ya se habfa hecho anteriormente, a la industria petroquímica en dos sectores : Sector básico y secundario.

El sector básico, cuyo desarrollo corresponde a la nación por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidiarias de dicha institución o asociadas a la misma, creados por el estado, en los que no podrán tener participación de ninguna especie los particulares, comprende la elaboración de aquellos productos que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas, que sean resultado de los procesos petroquímicos fundados en la primera transformación química importante o en el primer proceso físico importante que se efectúe a partir de productos o subproductos de refinación o hidrocarburos naturales del petróleo.



El sector secundario comprende aquellos productos que sean resultado de los procesos subsecuentes a los señalados anteriormente, en cuya elaboración puede operar indistintamente y en forma no exclusiva la nación, los particulares o las sociedades de particulares que tengan una mayoría de capital mexicano, ya sea solos o asociados con la nación por conducto de Petróleos Mexicanos, o con organismos o empresas subsidiarias.

La elaboración de aquellos productos de la industria petroquímica que no correspondan al sector básico y que a juicio de la Secretaría del Patrimonio Nacional, previa opinión de la Comisión Petroquímica Mexicana, tengan un interés económico o social fundamental para el país, será llevada a cabo por la nación por conducto de Petróleos Mexicanos, o de organismos o de empresas subsidiarias, o también a juicio de la Secretaría del Patrimonio Nacional, por conducto de organismos descentralizados o de participación estatal formadas íntegramente por mexicanos, ya sea solos o asociados con particulares formadas también íntegramente por mexicanos.

Para finalizar el capítulo primero, indica que la Secretaría del Patrimonio Nacional, oyendo previamente la opinión de la Comisión Petroquímica Mexicana, determinará los productos que deban de quedar en cada uno de los sectores, y revisará cada vez que lo considere necesario las determinaciones que hubiera hecho, ya sea de oficio o a solicitud de la Comisión Petroquímica Mexicana.

En el capítulo II del Reglamento, se decreta la creación de un organismo técnico consultivo que dependerá de la Secretaría del Patrimonio Nacional que se denominará " Comisión Petroquímica Mexicana " y que tendrá por objeto :

- Actuar como Órgano auxiliar técnico y consultivo de la Secretaría del Patrimonio Nacional en materia petroquímica.
- Llevar a cabo los estudios que en materia de petroquímica le solicite dicha secretaría o resuelva por sí misma.
- Opinar sobre la determinación de los productos que deban quedar o no en el campo de acción exclusivo de la nación o reservados a la nación en asociación con sociedades particulares.
- Opinar sobre las solicitudes de permisos para la elaboración de productos petroquímicos y sobre las de autorizaciones para la elaboración de especialidades de derivados básicos de refinación.
- Presentar al Ejecutivo, por conducto de la secretaría del Patrimonio Nacional, estudios y programas para el desarrollo de la industria química en México.
- Opinar acerca de la participación que correspondá a la Secretaría del Patrimonio Nacional, Petróleos Mexicanos y los particulares que elaboren productos de la industria petroquímica, en relación con la elaboración por Petróleos Mexicanos de las materias primas básicas que requiera la operación y desarrollo de las industrias en general.
- Llevar, para fines estadísticos de coordinación y promoción, el registro de las plantas elaboradoras de productos petroquímicos y de especialidades de derivados básicos de refinación, así como el registro de producción de las mismas.
- Asesorar a la secretaría de Industria y Comercio, en la promoción de la producción nacional y las exportaciones de productos petroquímicos.

- Realizar las demás actividades de carácter técnico consultivo que determine la Secretaría del Patrimonio Nacional.

Dicha comisión estará integrada por un presidente que será el Secretario del Patrimonio Nacional o el funcionario de la secretaría que éste designe; un vocal, que será el secretario de Industria Y Comercio o el secretario de la misma secretaría que éste designe ; un vocal que será el Director General de Petróleos Mexicanos o la persona que éste designe. El secretario técnico concurrirá con voz, pero sin voto. El presidente tendrá voto de calidad.

Para el despacho de asuntos derivados de las funciones de la Comisión Petroquímica Mexicana, habrá un Secretario Técnico que dependerá del presidente de la Comisión y que tendrá el personal técnico y administrativo que sea necesario, el cual estará adscrito a la Secretaría del Patrimonio Nacional.

La secretaría del Patrimonio Nacional expedirá los instructivos necesarios para determinar la organización interna y procedimientos de operación de la Comisión.

En el capítulo III se explica que para la elaboración de los productos petroquímicos en la que pueden intervenir los particulares de acuerdo con el capítulo I, la Secretaría del Patrimonio Nacional, oyendo previamente la opinión de la Comisión Petroquímica Mexicana y en cada caso a los interesados, podrá expedir permisos para llevar a cabo dicha elaboración, dichos permisos se publicarán en el " Diario Oficial " de la Federación y establecerán :

- Producto o productos petroquímicos por elaborar;
- Las materias primas que se utilizarán en la elaboración de los productos.
- El monto de la inversión que habrá de hacerse para la planta de elaboración,

en el concepto de que si la inversión realmente efectuada resultare diferente, el beneficiario del permiso deberá comunicarlo, para su aprobación, a la secretaría del Patrimonio Nacional.

- La ubicación de la planta en la que habrán de elaborarse los productos, en el concepto de que podrá cambiarse dicha ubicación previa autorización de la Secretaría del Patrimonio Nacional.
- La capacidad que deberá tener la planta de elaboración.  
En caso de ampliación de la capacidad de una planta, deberá solicitarse un nuevo permiso.
- El porcentaje mínimo de capital mexicano que deberá tener la beneficiaria del permiso.
- Las fechas en que, respectivamente, deberá iniciarse y concluirse la construcción de la planta de elaboración de los productos de que se trate, fechas que deberán ser cambiadas también con autorización.
- Las garantías que deberán otorgarse para asegurar el cumplimiento de los términos y condiciones establecidos en el permiso.
- Las causas de cancelación del permiso respectivo.

También se establece que para la elaboración de los productos que sean especialidades de derivados básicos de refinación, tales como parafinas especiales y asfaltos oxidados, se requerirá la previa autorización de esta secretaría, la cual establecerá en cada caso los términos y condiciones de la autorización correspondiente.

La misma secretaría expedirá instructivos que indiquen la forma y requisitos que deberán llenar las solicitudes de permisos y las de autorizaciones antes men-

cionadas y el procedimiento que deberá seguir la tramitación de dichas solicitudes, tomando en cuenta la necesidad de que los permisos o autorizaciones se expidan dentro de un plazo máximo de sesenta días, a fin de asegurar el oportuno establecimiento de las plantas de elaboración.

El otorgamiento de los permisos o autorizaciones referidos anteriormente se ajustará, en su caso, a lo mandado por las disposiciones legales aplicables en materia de inversiones extranjeras.

Los permisos y autorizaciones que expida la Secretaría del Patrimonio Nacional en los términos anteriores. Sólo podrán ser transferidos con la previa autorización de la propia secretaría explicando los motivos de la transferencia, en la inteligencia de que si se hace sin autorización correspondiente, será automáticamente cancelado el permiso.

A continuación se presentan los requisitos que debe llenar una solicitud de permiso petroquímico.

SOLICITUD DE PERMISO PETROQUIMICO

## REQUISITOS...

## I. Introducción y antecedentes.

## II. Estudio del producto y su elaboración.

- 1) Generalidades.
- 2) Producto (s).
- 3) Propiedades físicas y químicas.
- 4) Descripción del proceso propuesto.
- 5) Consumos de materias primas, catalizadores y servicios por tonelada de producto.
- 6) Plantas existentes con el proceso descrito.

## III. Estudio de mercado. †

- 1) Producción nacional.
- 2) Producción, importación y exportación del material.
- 3) Tipos del producto.
- 4) Precio.
- 5) Mercados.
- 6) Servicios a clientes.
- 7) Posible desarrollo.
- 8) Mercado de exportación.

## IV. Estudio de localización de la planta. ✕

## V. Estudio de costos.

- 1) Directos.
- 2) Fijos.

## VI. Capacidad de la planta e inversiones necesarias.

## VII. Estados financieros.

En el capítulo IV se presentan las disposiciones generales que, en resumen, indican las reglas que se aplicarán cuando, de acuerdo con lo previsto por las disposiciones legales aplicables en materia de inversiones extranjeras o como condición establecida en los permisos que expida la Secretaría, se requiera que los particulares, personas físicas sean de nacionalidad mexicana; o que las sociedades de particulares estén formadas íntegramente por mexicanos y contengan cláusulas de exclusión de extranjeros; o que las sociedades de particulares tengan una mayoría de capital mexicano.

Por último expresa que la Secretaría de Industria y Comercio, de acuerdo con la del Patrimonio Nacional y con la colaboración de la Comisión Petroquímica Mexicana, promoverá la exportación de productos de la industria petroquímica que sea posible elaborar en cantidades adicionales a las requeridas para el consumo interno del país.

#### D. SITUACION ACTUAL.

El panorama de la industria petrolera en México hace unos cuantos años era bastante desalentador, debido principalmente a que se observaba una franca declinación de los campos en producción y no se lograban descubrimientos que siquiera pudieran absorber la declinación de esos campos ; sin embargo, en el año de 1974 se registró un fuerte crecimiento, ya que la producción de crudo este año fué de 238 millones de barriles, lo que representa un aumento del 24.4% con respecto al año anterior, como consecuencia del descubrimiento de dos grandes yacimientos en Tabasco y Chiapas. La explotación de estos nuevos campos permitió incrementar la producción de crudo a 668,649 barriles diarios a fines de 1974, contribuyendo con el 41%, lo que permitió la supresión de importaciones.

Por otra parte, el crecimiento del área de refinación ha sido constante aunque insuficiente para cubrir las necesidades del mercado interno ; actualmente y debido al incremento de la disponibilidad de crudo, ha creado la urgente necesidad de modificar el programa de obras de refinación, para lo cual, además de las ampliaciones que se efectúan en las refineras existentes, se encuentran en construcción tres unidades nuevas que aportarán una capacidad de procesamiento de 400,000 barriles diarios que se espera estén operando todas para 1977.

En cuanto a la industria petroquímica en nuestro país, se encuentra en el umbral de convertirse en una de las más importantes a nivel mundial,



al coincidir positivamente, entre otros, los siguientes factores : un aparato productivo suficientemente maduro, la experiencia alcanzada en la operación y construcción de plantas mayores, las crecientes disponibilidades de hidrocarburos en el país y la existencia de grandes proyectos en fase de construcción o ingeniería, que nos permitirán ser prácticamente autosuficientes a corto plazo, e inclusive, generar excedentes para exportación.

En el inicio de esta rama industrial en 1959, las cuatro plantas de petroquímica básica que había en ese año representaban una inversión de 92.8 millones de pesos, ya para 1964 existían 13 plantas con una inversión de 706.7 millones de pesos, pasando de la elaboración de 5 productos en 1960 a 13 en 1964 alcanzando en este año, una producción de 420,705 toneladas.

El período 1965 - 1969 es uno de los de mayor esfuerzo en el ramo de la petroquímica básica, a través de la operación de 21 nuevas plantas, con una inversión de 1,979 millones de pesos, o sea, que en 1969 había un total de 34 plantas en producción con una inversión de 2,686 millones de pesos, elevándose a 25 el número de productos elaborados de los que en conjunto se produjeron 1.7 millones de toneladas, con un valor bruto de 1,434 millones de pesos. La tasa de crecimiento físico de la producción en este período fué de 31.85 % anual acumulativo.

En el año de 1974, la inversión de las plantas petroquímicas de - PEMEX en operación fué de 5,806 millones de pesos, que produjeron en

total 2.98 millones de toneladas de 33 productos con un valor bruto de 4,607 millones de pesos, manteniendo una tasa de crecimiento anual del 11.45 % en el volumen de la producción.

Petróleos Mexicanos, estima que habrá un incremento en el valor de la oferta de petroquímicos primarios de 14,705 millones de pesos para 1982, lo que representa un crecimiento anual del 19 %. Un hecho significativo será la total eliminación de las importaciones de estos productos, mismo que se estima en 532 millones de pesos en 1975 ; en cuanto a las exportaciones, se espera que sean del orden de 4,000 millones de pesos en 1982.

La inversión estimada en las 58 plantas del programa de desarrollo en Petroquímica de PEMEX es de 15,056 millones de pesos, que sumada a la inversión de las plantas en operación, arroja un total de 23,640 millones de pesos.

Es muy importante señalar que el monto calculado de las pérdidas que sufriría el país en el año de que se tuviera que retrasar un año el inicio de operación de las diversas plantas que integran el complejo petroquímico de la Cangrejera ascenderían a 8,605 millones de pesos, cantidad de la que 4,987 millones de pesos corresponden al valor de los productos que no se obtienen y 3,618 millones al valor de la exportación que deja de hacerse.

Por su parte, el sector secundario ha mostrado un crecimiento del orden del 17% anual en la última década, destacando la fabricación de pro-

ductos intermedios, fibras artificiales y hule sintético ; asimismo, la de resinas y plastificantes cuyo crecimiento ha sido del 22.5 %.

Sin embargo, en la actualidad estamos lejos de contar con una industria petroquímica secundaria que se pueda considerar satisfactoria. Los avances logrados en los distintos sectores de esta industria son muy significativos ; sin embargo, reflejan las limitaciones de nuestro desarrollo industrial, que fundamentado en una política de sustitución de importaciones, ha sido insuficiente en algunos renglones para cubrir satisfactoriamente la demanda nacional, y sólo en años recientes se ha otorgado un firme apoyo a la investigación tecnológica y a la construcción de grandes plantas industriales con costos competitivos a nivel internacional.

El avance del sector secundario en los últimos años se observa al considerar que en el período de 1964 a 1975 se han autorizado 342 permisos petroquímicos, con una inversión de 9,600 millones de pesos, de los cuales de 1970 a 1975 se han autorizado 261 permisos con una inversión de 6,080 millones de pesos, alcanzando una capacidad de producción de 4 millones de toneladas anuales.

Dadas las perspectivas existentes, se deberfan intensificar los esfuerzos de cambio para racionalizar la industria, apoyando la instalación de plantas competitivas a nivel internacional y procurar la integración física en grandes complejos petroquímicos, así como una mejor integración vertical por ramas específicas, de manera que se pueda lograr una mas alta eficiencia de esta industria.

## CAPITULO II.

B E N C E N O

## A. GENERALIDADES.

Como un producto orgánico básico, el benceno es superado en importancia solamente por el etileno; ésto se debe a la habilidad que tienen los átomos de hidrógeno para poder ser desplazados de su posición sobre alguno de los átomos de carbono, en un anillo bencénico, y de ser fácilmente reemplazados por un radical químico, dando origen a un número casi ilimitado de derivados.

En general, los hidrocarburos que tienen todas las valencias de sus átomos de carbono totalmente saturados por hidrógeno son químicamente muy estables, por lo que es difícil obtener nuevos productos a partir de ellos. A los hidrocarburos no saturados, como el benceno, se les pueden agregar radicales químicos con facilidad y de esta manera ir elaborando productos específicos.

Los aromáticos son una familia de productos basados en el benceno, el cual posee una estructura consistente en un anillo de seis átomos de carbono ; estos materiales han llegado a ser productos petroquímicos clave, puesto que de ellos se derivan con facilidad un sinnúmero de productos de la más variada índole tales como materiales plásticos, colorantes, fibras artificiales, etc.; en otras palabras, se puede decir que en la elaboración de cualquier producto final de origen petroquímico, ha intervenido de una u otra forma algún hidrocarburo aromático.

Los derivados químicos del benceno, con excepción del dodecilbenceno, los diclorobencenos y el diclorodifeniltricloroetano ( DDT ), se utilizan para la elaboración de polímeros de uno u otro tipo, y todos ellos tienen en común excelentes propiedades como solventes, característica que les imparte el anillo bencénico.

El etilbenceno, se usa casi exclusivamente para elaborar estireno y se produce industrialmente tanto por síntesis a partir de etileno y benceno, como por extracción fraccionada del reformado catalítico de naftas. El estireno es uno de los dos productos clave para la elaboración del hule sintético ( SBR ) y se utiliza también para producir el poliestireno.

El fenol, que se usa principalmente para hacer resinas fenólicas para usos tales como adhesivos y en laminaciones, se elabora por diversos procesos que parten, la mayoría de ellos, del benceno, siendo el proceso vía cumeno el que más importancia ha cobrado.

El ciclohexano que se usa primordialmente como materia prima para la obtención de la caprolactama ( que es el monómero del nylon 6 ), y se produce mediante la deshidrogenación catalítica del benceno.

El dodecilbenceno constituyó en el pasado una de las aplicaciones más importantes del benceno; sin embargo, el decremento en el consumo de detergentes basados en este producto, debido a la contaminación que producen, han provocado en general una fuerte sustitución con alquilbencenos de cadena lineal principalmente, que no ha alterado en forma notable el consumo de benceno en esta rama. Es de hacerse notar que en México, al igual

que en muchos otros países subdesarrollados, a diferencia de lo que se ha mencionado, el bajo costo de los detergentes derivados del dodecibenceno, ha provocado que no se presente ningún cambio en la tendencia de su consumo, efecto que no cambiará en un período a mediano plazo, en detrimento del medio ambiente.

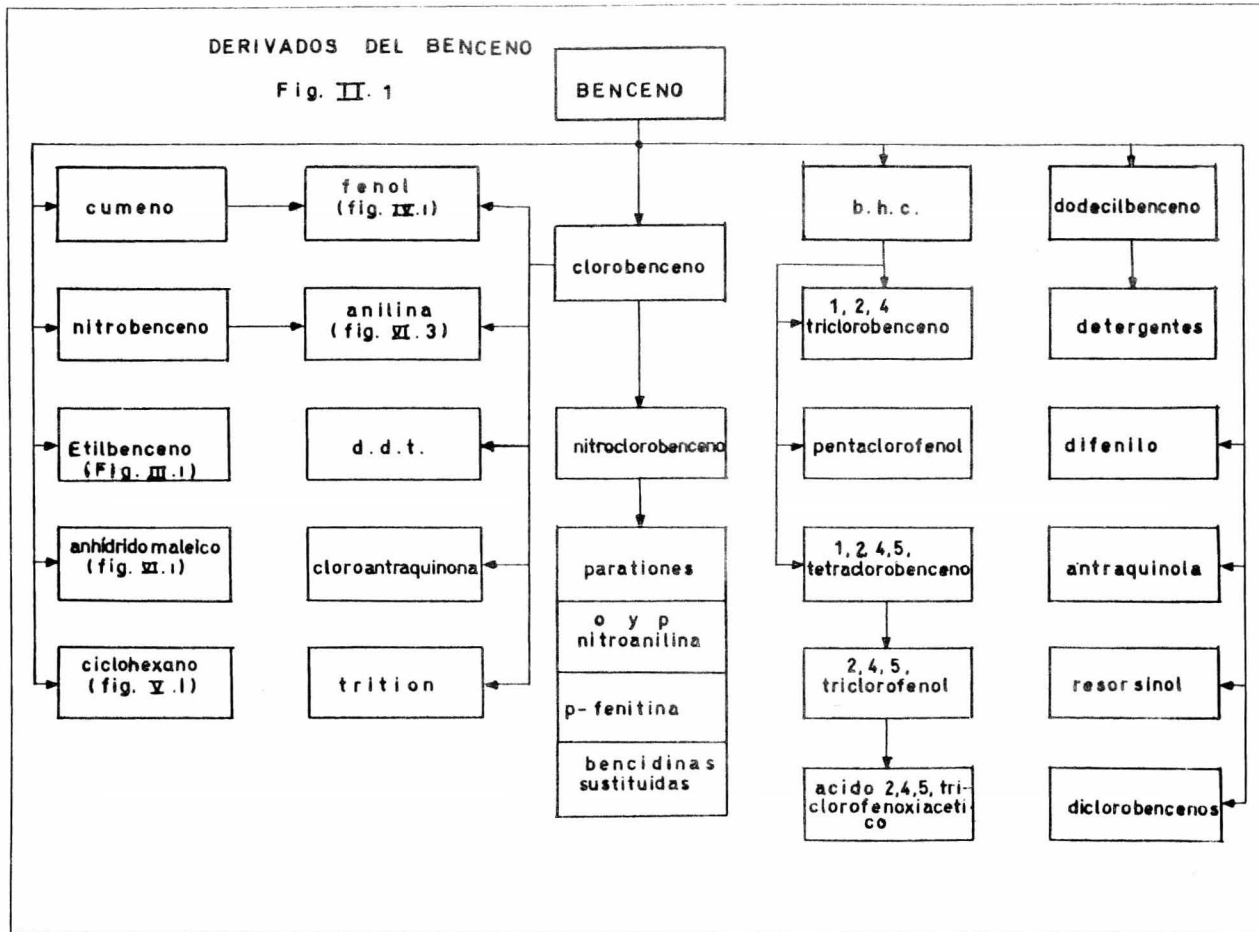
En la figura II.1, se muestran esquemáticamente las aplicaciones más importantes del benceno, entre las que destacan, además de las mencionadas anteriormente: el anhídrido maleico que ha presentado un gran incremento en su consumo, como consecuencia de su uso en la elaboración de resinas poliéster; el nitrobenceno, materia prima para la elaboración de la anilina, utilizada en la fabricación de auxiliares de la vulcanización e isocianatos poliméricos principalmente; y, por último, los clorobenzenos, que en general tienen como aplicación más importante la elaboración de insecticidas (ej. DDT, BHC y parationes).

#### B. OBTENCION.

El benceno se identifica generalmente de acuerdo con su origen como carboquímico o petroquímico. El método original de obtención de este producto es por destilación del alquitrán de hulla, obtenido a su vez como un subproducto en la industria del acero; sin embargo, dos factores contribuyeron a hacer insuficiente la cantidad de benceno derivado de estas fuentes y a provocar que actualmente la mayor parte del benceno producido sea de origen petroquímico: en primer lugar, el desarrollo tecnológico ha disminuido los requerimientos de coque por tonelada de acero, provocando que

DERIVADOS DEL BENCENO

Fig. II. 1



la demanda incremental del acero no refleje un incremento correspondiente en la disponibilidad de derivados del alquitrán de hulla, y, en segundo lugar, los principales derivados del benceno han mostrado un incremento en su demanda muy superior a la del acero.

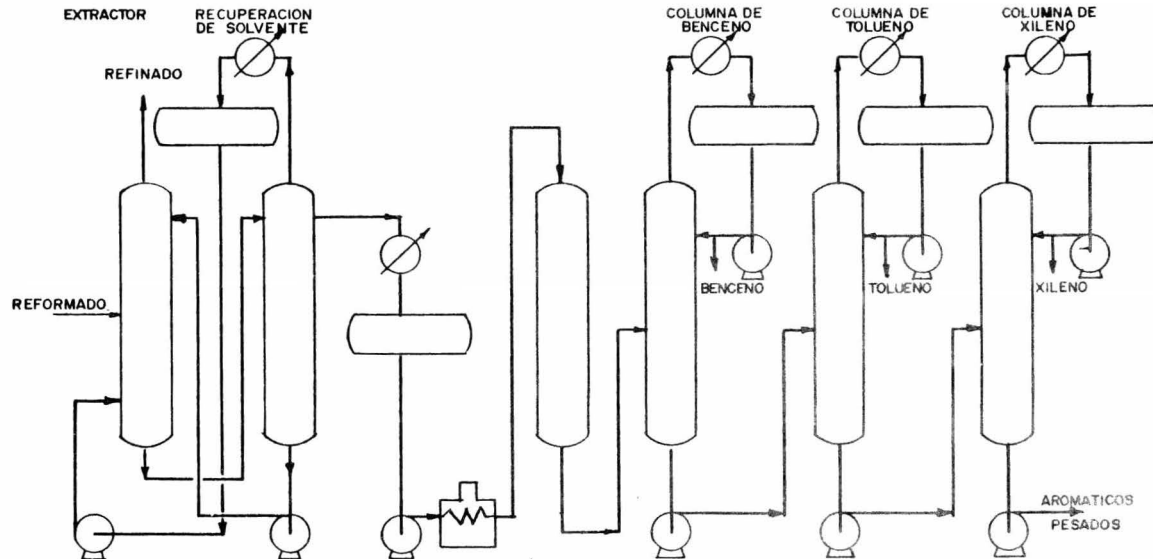
El benceno se encuentra presente en el petróleo crudo y en las corrientes resultantes de la desintegración ( cracking ) térmico y catalítico y del reformado catalítico. El benceno de origen petroquímico se obtiene principalmente del reformado catalítico y en menor grado de la desalquilación - del tolueno y extracción de la gasolina de pirólisis ; a continuación se da una breve descripción de estos procesos y algunas características de ellos:

El Reformado Catalítico , es un proceso desarrollado por la industria de refinación del petróleo para convertir naftenos y parafinas en una nafta de bajo octanaje y un reformado de alto octanaje que contenga un alto porcentaje de aromáticos ; varios tipos de reacciones tienen lugar durante este proceso, convirtiendo los diferentes precursores del benceno existentes en la alimentación a benceno vía deshidrogenación de ciclohexano, deshidrogenación y desalquilación de metil y dimetil-ciclohexano, ciclodehidrogenación de hexano e isomerización y deshidrogenación de metilmercaptano.

El benceno es recuperado ( al igual que el tolueno y el xileno ) del reformado catalítico por extracción con solvente ; el proceso más empleado para realizarlo utiliza una mezcla de agua y dietilenglicol; este proceso, desarrollado por la Universal Oil Products, y denominado " UDEX ", consiste de dos pasos : en el primero, los aromáticos se disuelven selectivamente



figura II.2: OBTENCION DE BENCENO A PARTIR DEL REFORMADO CATALITICO  
( PROCESO UDEX )



en el solvente y posteriormente se separan por destilación, siendo dicho solvente recirculado, en el segundo paso, la corriente de aromáticos se fracciona separando benceno, tolueno y xileno de los aromáticos pesados, que se alimentan a la producción de gasolinas. En la figura VI.2 se presenta un diagrama de flujo simplificado de este proceso.

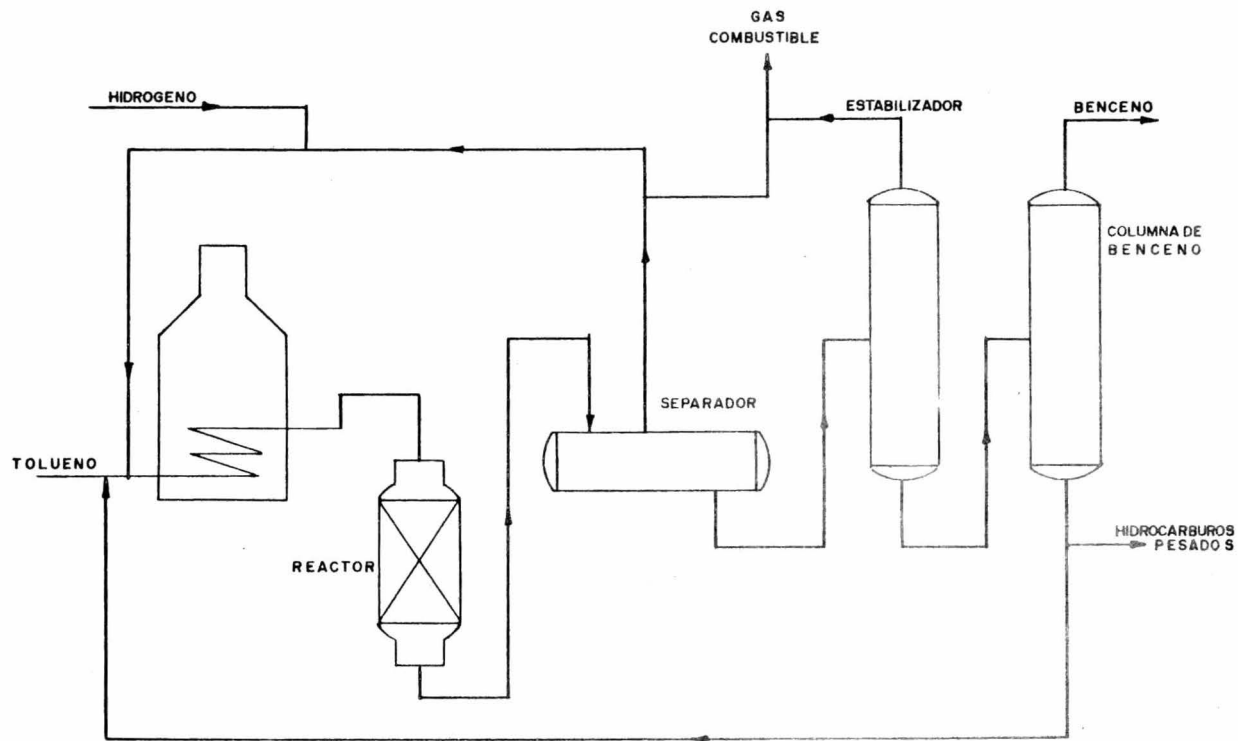
La cantidad de benceno que puede obtenerse mediante el proceso de reformado catalítico está limitada por la cantidad de precursores del benceno presentes en las naftas de alimentación y las condiciones de operación de la unidad.

Durante los próximos años, el proceso de reformado en la industria de refinación tendrá cada vez más importancia; sin embargo, esto no significa necesariamente que su importancia como fuente de benceno seguirá aumentando paralelamente, ya que tiene también como aplicación muy importante la producción de gasolinas y aunque actualmente representa la fuente más económica de benceno, el gran incremento en la demanda de energéticos podría absorber toda su capacidad.

Hidrodealquilación de Tolueno.- La producción de tolueno y xileno en el proceso " UDEX ", descrito anteriormente, es muy superior a la demanda para usos petroquímicos, por lo que se destinan a la elaboración de benceno.

Entre los diversos procesos de dealquilación, el más frecuentemente usado es el " Hydeal ", promovido también por la Universal Oil Products, y basado en la reacción catalítica del tolueno con hidrógeno; en la figura II.3, se muestra el diagrama de flujo de este proceso. La dealquilación -

FIGURA II.3: OBTENCION DE BENCENO POR DESALQUILACION DE TOLUENO PROCESO (HYDEAL)



también puede ser llevada a cabo térmicamente, como es el caso del proceso Houdry's ; sin embargo, un menor consumo de hidrógeno y el mayor rendimiento del proceso catalítico lo han hecho el proceso comercial más importante.

La versión generalizada de dealquilación utiliza el hidrógeno proveniente de la unidad reformadora, que se comprime y alimenta junto con una mezcla tolueno - xileno ( 85 - 90 % de tolueno ) a un precalentador que alimenta al reactor ; y posteriormente se envía al separador, donde el hidrógeno se elimina y recircula ; finalmente el benceno se purifica mediante una destilación fraccionada.

El benceno producido por hidrodealquilación de tolueno es más costoso que el obtenido del reformado catalítico, y en el futuro esta característica se acentuará, ya que se espera un aumento en el precio del tolueno, por lo que se piensa que este proceso irá disminuyendo en importancia.

Las gasolinas de pirólisis, obtenidas como subproductos de la obtención de olefinas mediante la desintegración de parafinas e hidrocarburos pesados ( naftas o condensados ), contienen un porcentaje muy alto de aromáticos y, en particular, de benceno. Sin embargo, no todas las gasolinas de pirólisis son aptas para la recuperación de benceno, y a pesar de que es la fuente más económica de obtención de benceno, pueden estar presentes muchos otros hidrocarburos diferentes a los precursores en los materiales de alimentación que requieren procesos adicionales que elevan su costo de producción.

### C. SITUACION NACIONAL.

El benceno se empezó a elaborar en el país desde antes de 1960 por vía carboquímica ; posteriormente, en 1964 Petróleos Mexicanos empezó a producir benceno por vía petroquímica en el complejo de aromáticos de Minatitlán, Ver., con una capacidad de 47,600 toneladas anuales, que se destinaban principalmente a la elaboración de dodecil benceno. En la actualidad, en la industria petroquímica básica, ya se inician trabajos en tres renglones que tipifican una nueva política, que son : en primer lugar la construcción de plantas para producir amoníaco, que permitirá a México abastecer ilimitadamente sus requerimientos que de este producto tenga, fundamentalmente para fertilizar la tierra ; en segundo lugar, la producción masiva de polietilenos, con la mira de realizar grandes importaciones y, por último, la producción de hidrocarburos aromáticos, para los cuales se están instalando unidades con capacidad de producción total de un millón de toneladas al año, ya que se considera que en el sector secundario de este campo y en especial en la rama del benceno, existen ya cimientos suficientes para desarrollar en ciertos renglones, rumbos masivos que respondan a este impulso de la petroquímica básica con el fin de nivelar la economía del país con exportaciones de productos con un valor agregado más alto.

Actualmente, Petróleos Mexicanos cuenta con 2 plantas con una capacidad de producción de 118,600 toneladas anuales en Minatitlán, Ver. con la que se ha cubierto prácticamente el mercado nacional ; la primera

es de 47,600 toneladas anuales y es la capacidad de producción de ben  
ceno derivado del reformado catalítico y la segunda utiliza la hidrode  
alquilación del tolueno derivado de este mismo reformado, mediante el pro  
ceso Hydeal ; esta planta inició su operación en el año de 1967. Por otra  
 parte, se encuentra en proceso de Ingeniería el proyecto para elaborar  
 299,000 toneladas anuales de benceno que se localizará en la Cangrejera,  
 Ver., la cual al entrar en operación producirá un gran excedente de este  
 producto que en un principio deberá ser comercializado en el extranjero co  
mo tal.

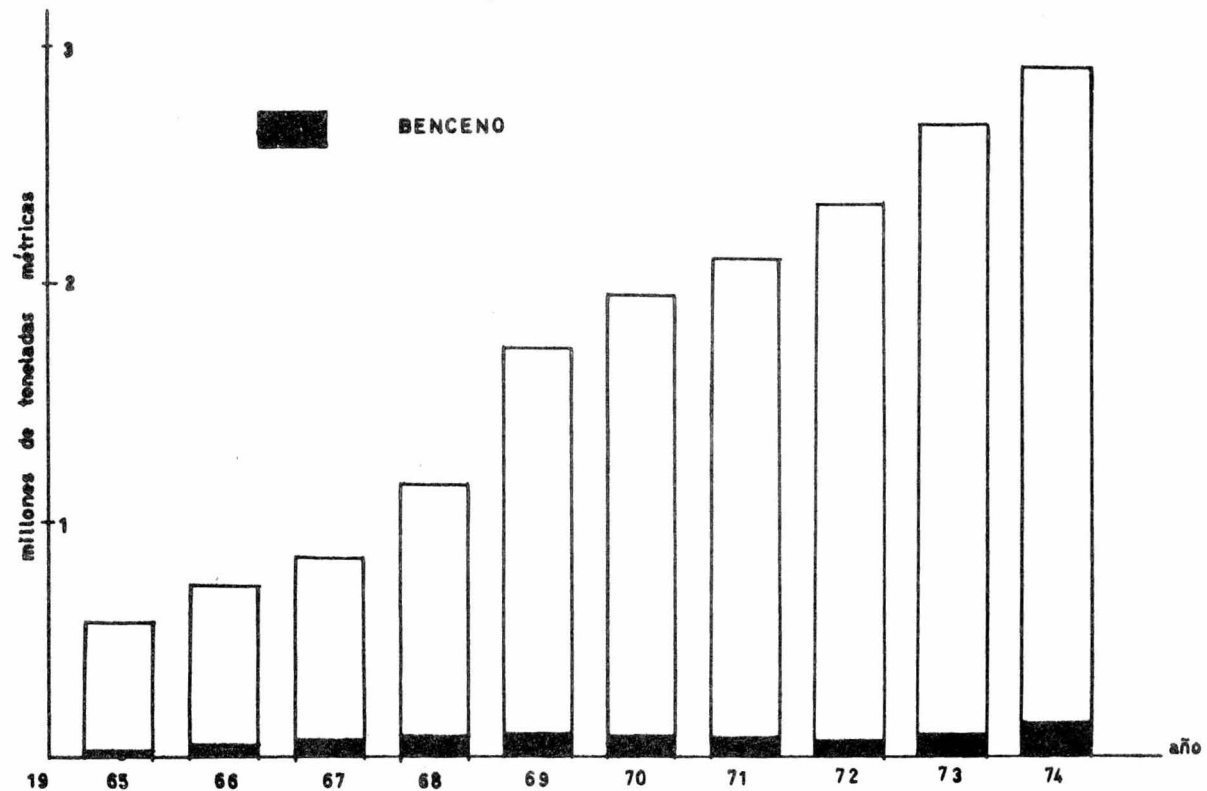
El consumo nacional aparente de benceno, de acuerdo con la Tabla  
 II.1, ha tenido un crecimiento promedio del 15.56 % anual, aumentando de  
 26,108 toneladas en 1965 a 98,245 en 1974, o sea, 3.76 veces.

TABLA II.1  
 SERIE HISTORICA DEL BENCENO  
 ( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	30,580	1	4,474	26,108
1966	36,689	1	12,014	24,676
1967	51,793	71	28,058	23,806
1968	79,561	2	36,322	43,241
1969	81,978	-	46,864	35,114
1970	77,419	-	42,656	34,763
1971	74,637	79	27,363	47,353
1972	61,754	8715	14,875	55,594
1973	81,951	1402	---	83,353
1974	97,123	1122	2,306	95,939

NOTA : No se incluyen los datos de producción de Altos Hornos de México  
 e Industrial Minera México, que se estima fué de 5,000 toneladas  
 aproximadamente en 1974.

Participación Del Benceno En La Elaboración De Petroquímicos Básicos  
fig. II. 4



Entre los 33 productos petroquímicos que actualmente elabora Petróleos Mexicanos, el benceno ocupó el 7o. lugar en cuanto a volumen de producción en 1974, representando el 3.26% del total y el sexto en cuanto al valor de dicha producción cuyo monto de 262 millones de pesos representó el 5.69% del total. En la figura II.1V se muestra esquemáticamente la participación del benceno en la producción total de la petroquímica básica.

#### D. PROYECCION DE LA DEMANDA Y BALANCE.

La demanda de benceno durante los próximos años dependerá fundamentalmente del desarrollo de un programa de integración bien planeado, tanto en el sector primario como en el secundario de esta rama ; de acuerdo a esto se ha obtenido una proyección basada en el estudio de cada una de las subramas derivadas de este producto, mismo que se presenta en los capítulos posteriores. Dicha proyección fué elaborada tomando en cuenta la tendencia de crecimiento en el mercado de los derivados más representativos y utilizando un factor de insumo de sus materias primas, hasta llegar al benceno ; dichos factores fueron obtenidos de la literatura existente y adaptados lo mejor posible a los datos históricos.

La gran diferencia entre el consumo aparente de 1974 y la demanda esperada para el año de 1975, mostrada en la tabla II.2, puede explicarse por el hecho de que en la proyección considerada se ha incluido el consumo de benceno intrínseco en los productos derivados de importación ; sin embargo la demanda real de benceno no coincidirá con dicha proyección durante



TABLA II.2  
 PROYECCION DE LA DEMANDA POR USOS DE BENCENO  
 ( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Etilbenceno</u>	<u>Dodecilbenceno</u>	<u>Ciclohexano</u>	<u>Fenol</u>	<u>Clorobenceno</u>	<u>Anhídrido Maleico</u>	<u>Anilina</u>	<u>BHC</u>	<u>Total</u>
1975	64,460	38,817	46,993	13,364	7,185	6,353	1,955	1,511	175,638
1976	76,298	36,477	48,974	14,971	7,448	7,732	2,266	1,619	195,785
1977	90,306	39,346	53,326	16,541	7,724	9,409	2,601	1,727	220,980
1978	106,895	42,440	59,539	18,354	8,046	11,449	2,959	1,835	251,517
1979	126,534	45,777	67,202	20,333	8,413	13,933	3,341	1,943	287,476
1980	149,770	49,377	75,674	22,496	8,831	16,955	3,746	2,051	328,900
1981	177,279	53,260	85,820	24,846	9,311	20,633	4,174	2,160	377,489
1982	209,841	57,449	87,755	27,445	9,863	25,108	4,625	2,268	424,354

Los factores unitarios de consumo de benceno estimados son :

Etilbenceno :	0.735	Clorobenceno :	0.63
Dodecilbenceno :	0.53	Anhídrido Maleico :	1.40
Ciclohexano :	0.93	Anilina :	0.9
Fenol ( vfa cumeno ) :	1.02	BHC :	0.383

los primeros años de ésta, pero a medida que se realicen instalaciones para elaborar los productos derivados inmediatos más importantes ( como en el caso del cumeno que será importado hasta el arranque de la planta cuyo proyecto ha sido anunciado por Petróleos Mexicanos ), dicha demanda tenderá a igualarse con el valor estimado.

Por su parte, la estructura de la oferta presentada en el balance oferta - demanda de la tabla II.3 obedece a las siguientes consideraciones :

- (1) La oferta actual, como se mencionó anteriormente ( de acuerdo con las modificaciones reportadas en las memorias de labores de PEMEX de 1975 ), es de 118,600 toneladas anuales.
- (2) Se estima que el proyecto de Petróleos Mexicanos para instalar la unidad productiva de benceno de la Cangrejera, Ver., iniciará su operación en Junio de 1978, trabajando a un 70% de su capacidad nominal durante los primeros años y que no será hasta 1981 cuando aumentará al 100%. Lo anterior está basado en una investigación directa.
- (3) Se ha considerado también el benceno intrínseco del etilbenceno obtenido directamente de la planta fraccionadora de aromáticos instalada en Minatitlán, Ver. ( capítulo III ), cuyas 8,200 toneladas anuales de capacidad nominal corresponden aproximadamente a 6,030 toneladas anuales equivalentes de benceno.

TABLA II.3  
BALANCE OFERTA - DEMANDA DE BENCENO  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>	<u>Oferta</u>	<u>Balance</u>
1975	175,638	124,630	- 51,008
1976	195,785	124,630	- 71,155
1977	220,980	124,630	- 96,350
1978	251,517	229,280	- 22,237
1979	287,476	333,930	+ 46,454
1980	328,900	333,930	+ 5,030
1981	377,489	423,630	+ 46,141
1982	424,354	423,630	- 724

## CAPITULO III.

ETILBENCENO

## A. GENERALIDADES.

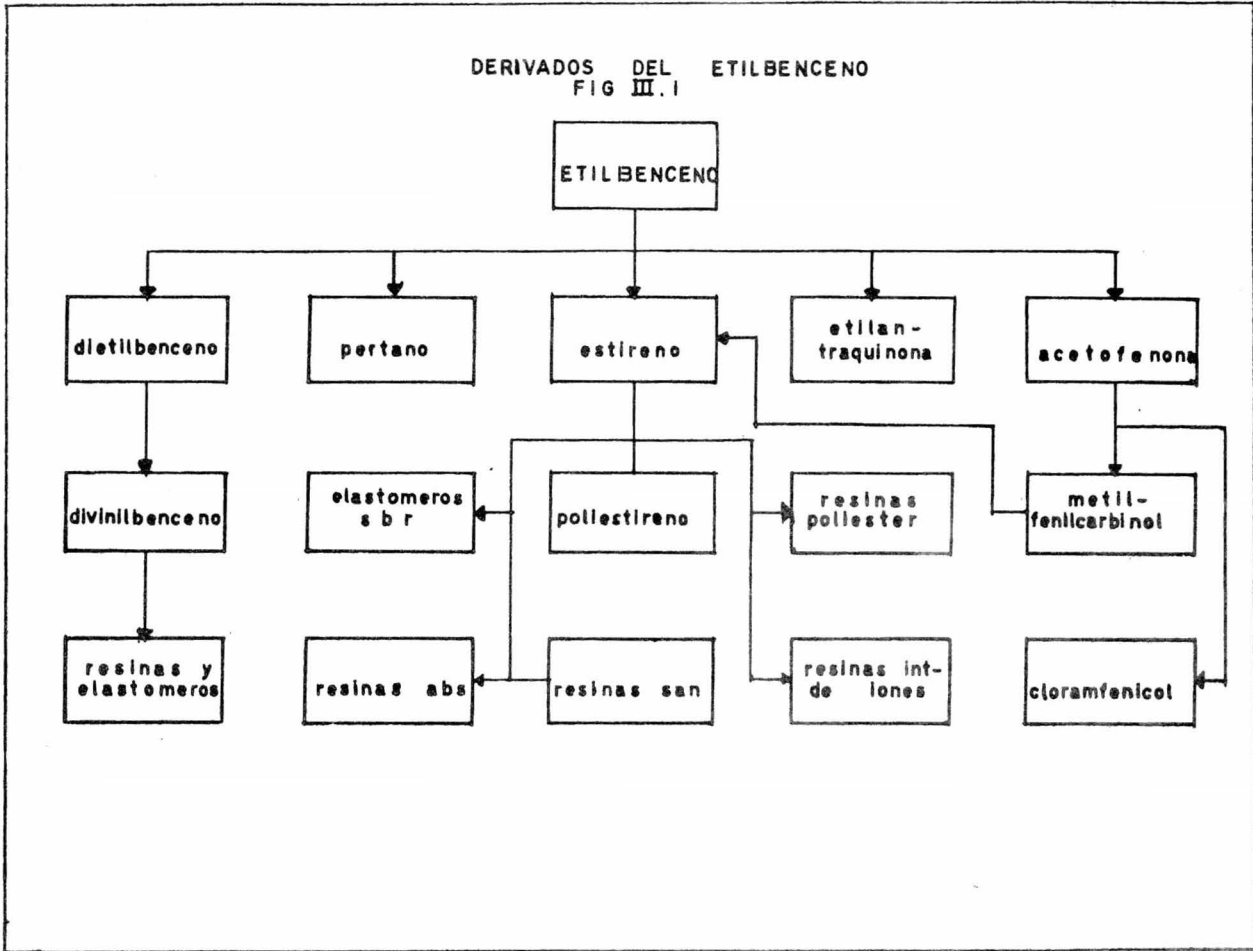
La importancia de los derivados de uso final del etilbenceno en los sectores de mayor crecimiento dentro de la industria química, tales como el de los plásticos y resinas sintéticas y el de los elastómeros, hacen de éste uno de los mayores insumos de benceno en el mundo.

Esta rama se denomina " ESTIRENO " por la mayoría de los autores, debido a que solamente una pequeña proporción de etilbenceno se destina a la elaboración de otros derivados, tales como el dietilbenceno, que genera al divinilbenceno utilizado como agente de unión de cadenas moleculares de elastómeros ( ej. SBR) y resinas; la acetofenona, que se consume en la industria farmacéutica en la elaboración de cloramfenicol, en perfumería y como componente de solventes ; la etilanttraquinona, que además de su uso como colorante puede formar parte de plastificantes al epoxidar grasas y aceites, y por último el per-tano que es un insecticida para aplicaciones muy específicas.

Debe mencionarse que el ácido benzoico, que puede obtenerse a partir del etilbenceno, no tiene importancia como insumo de éste, puesto que la mayor parte de su producción se realiza a partir de tolueno, ya que se trata de un proceso económicamente más costeable.

En México el mercado de etilbenceno se destina totalmente a la elaboración de estireno.

DERIVADOS DEL ETILBENCENO  
FIG III.1



## B. OBTENCION.

La mayor parte del Etilbenceno se obtiene sintéticamente mediante la alquilación de benceno con etileno mediante dos procesos :

El proceso " Alkar " , desarrollado por la Universal Oil Products, que presenta la ventaja de consumir materiales más baratos, ya que es posible utilizar corrientes de etileno muy diluidas ( hasta de 10% de concentración ), y el proceso clásico, que representa la mayor aportación de la producción mundial y que utiliza benceno con 99% de pureza y una corriente de etileno de 95% de concentración ó más; este proceso limita en mayor grado la formación de polietilbencenos.

La segunda fuente de obtención es la recuperación del etilbenceno que se encuentra en las corrientes de aromáticos  $C_{8g}$  provenientes del reformado catalítico, mediante superfraccionamiento de estas mezclas.

Petróleos Mexicanos tiene instaladas tres plantas para la elaboración de Etilbenceno, una de las cuales utiliza el proceso de superfraccionamiento de aromáticos, y los dos más importantes utilizan el proceso " Alkar " descrito anteriormente. En la fig. III.2 se muestra el diagrama de flujo del proceso clásico de obtención de estireno a partir de etileno y benceno.

## C. SITUACION NACIONAL DE ETILBENCENO Y ESTIRENO.

La producción de etilbenceno en México se inició en el año de 1964, y su consumo aparente en el período 1965-1974 ha crecido con una tasa promedio anual de 13.66%. En la tabla III.1 se observa que en general ha habido grandes déficits que han tenido que cubrirse con importaciones, a pesar de que la capacidad instalada ha sido suficiente para cubrir la demanda.

FIGURA III.2: OBTENCION DE ETILBENCENO-ESTIRENO

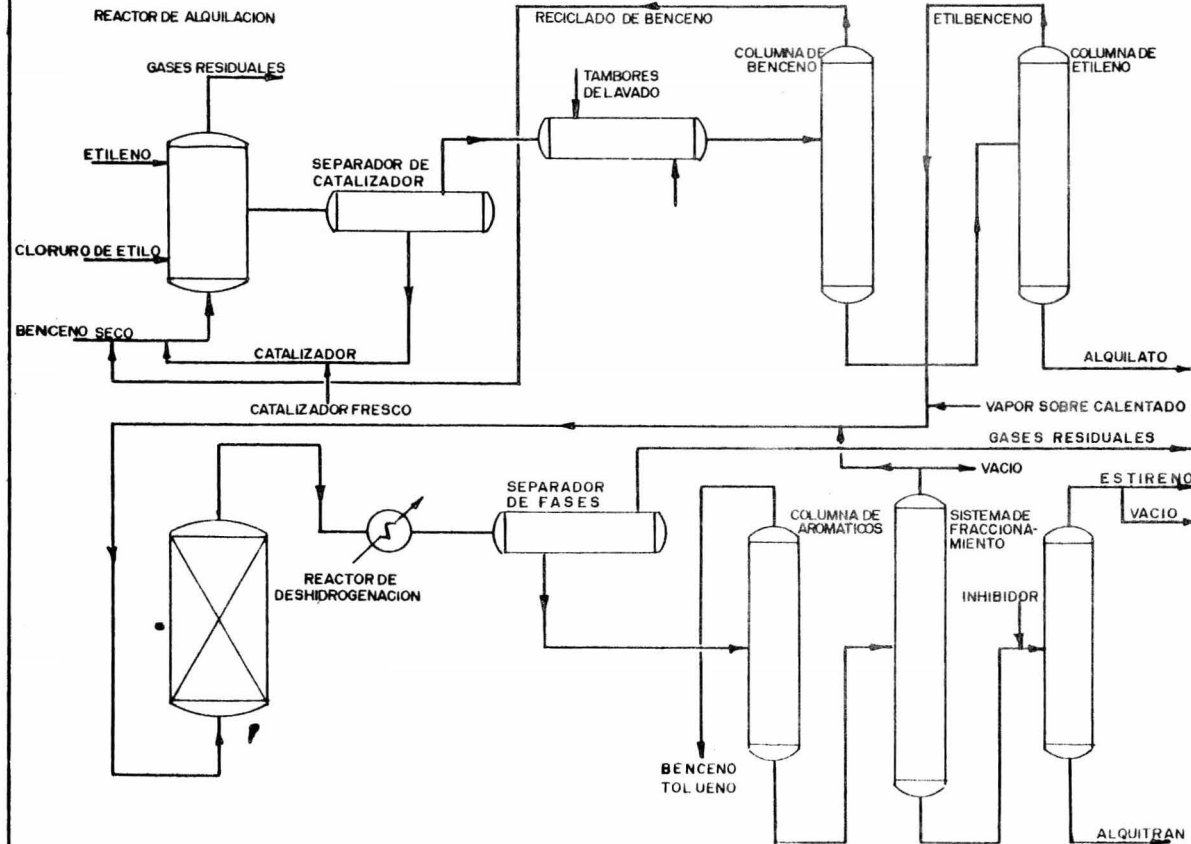


TABLA III.1  
SERIE HISTORICA DEL ETILBENCENO  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	3,099	--	--	3,099
1966	6,434	135	--	6,569
1967	8,222	855	--	9,077
1968	11,111	21,598	--	32,709
1969	12,721	21,173	--	33,894
1970	14,962	21,572	--	36,534
1971	24,651	14,134	--	38,785
1972	27,657	16,925	1	44,581
1973	30,454	13,142	--	43,596 ( 1 )
1974	37,681	1,757	--	39,438 ( 1 )

( 1 ) Estimado.

El mercado de etilbenceno, como se mencionó anteriormente, es cautivo por parte de Pemex y se utiliza totalmente en la elaboración de estireno. La oferta de etilbenceno está constituida por 3 plantas con una capacidad instalada total de 55,700 toneladas anuales ( Tabla II.2 ).

Todos los procesos para elaborar estireno parten de etilbenceno; actualmente la mayor parte de la capacidad instalada utiliza la deshidrogenación catalítica.

Existen otros dos procesos de menor importancia, uno de los cuales ha sido comercializado recientemente en España ; en este proceso, el estireno se produce como coproducto en la elaboración de óxido de propileno; el segundo proceso, desarrollado por la Union Carbide, convierte al etilbenceno en acetofenona, que se transforma posteriormente a estireno; este proceso no ha tenido aceptación debido a las desventajas que presenta.

En México, la producción de estireno se inició en 1967 en la planta localizada en Cd. Madero, Tamps., mediante el proceso de deshidrogenación catalítica, con una capacidad nominal de 30,000 toneladas anuales, y que actualmente opera al 100 % de ésta.



Petróleos Mexicanos tiene actualmente en etapa de ingeniería un proyecto para elaborar 150,000 toneladas por año de estireno, con el que pretende, además de cubrir la demanda nacional de los próximos años, exportar exedentes de producción, puesto que este tamaño de planta le permitirá competir en el mercado internacional.

En la tabla III.2 se muestran las características de las capacidades instaladas y por instalar de etilbenceno y de estireno en México.

T A B L A III.2  
PLANTAS PRODUCTORAS DE ETILBENCENO Y ESTIRENO A CARGO DE LA GERENCIA  
PETROQUIMICA DE PEMEX

<u>Proceso</u>	<u>Capacidad Nominal</u> ( T/A )	<u>Localización</u>	<u>Fecha de Arranque</u>
<u>ETILBENCENO :</u>			
Fraccionamiento de aromáticos	8,200	Minatitlán, Ver.	1964
Alkar	8,000	Minatitlán, Ver.	1967
Alkar	39,500	Cd. Madero, Tamps.	1970
<hr/>			
T O T A L	55,700		

ESTIRENO :

Deshidrogenación Catalítica	30,000	Cd. Madero, Tamps.	1967
Deshidrogenación Catalítica (1)	150,000	La Cangrejera, Ver.	1978

(1) Esta planta incluye la producción de etilbenceno que consumirá cautivamente.

El consumo nacional aparente de estireno, en el período 1965-1974, creció con una tasa promedio del 18.78% anual, notándose que en los últimos cuatro años dicho crecimiento fué tan sólo del 8.57% anual. Esta declinación en

el incremento del consumo no debe atribuirse a la saturación del mercado de los productos finales de esta rama, sino a la escasez de estireno provocada por dos situaciones, fundamentalmente :

En el año de 1971 la planta de estireno alcanzó el 100% de su capacidad, por lo que en los años posteriores la oferta nacional no se pudo incrementar.

En 1973 y 1974 principalmente, el déficit de este producto no pudo cubrirse con importaciones, ya que su oferta en el mercado internacional estaba muy limitada, y como consecuencia, su precio se había elevado tanto que resultaba incosteable su adquisición.

T A B L A III.3  
SERIE HISTORICA DEL ESTIRENO  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	--	9,582	--	9,582
1966	--	11,849	--	11,849
1967	10,205	9,767	--	19,972
1968	24,372	713	--	25,085
1969	25,085	2,640	--	27,725
1970	28,054	4,417	--	32,471
1971	30,687	5,066	--	35,753
1972	32,063	8,337	--	40,400
1973	32,794	10,887	--	43,681
1974	29,666	15,457	--	45,123

La mayor parte del consumo de estireno se destina a la elaboración de resinas de poliestireno, entre las que se incluyen tanto el poliestireno normal en sus grados cristal, medio y alto impacto, como el poliestireno expandible que se utiliza principalmente en la industria de la construcción; también se utiliza el estireno en la elaboración de elastómeros estireno-butadieno, resinas SAN, ABS e

intercambiadoras de iones y, por último, como monómero de modificación de resinas poliéster insaturadas.

El consumo por usos del estireno en 1974 puede desglosarse en la siguiente forma :

U S O	%
Poliestireno normal	51.5
Hules sintéticos	27.5
Resinas poliéster	5.9
Aislantes térmicos y acústicos	10.4
Otros (1)	<u>4.7</u>
T O T A L	100

(1) Incluye : Resinas intercambiadoras de iones, antioxidantes, cristalización de sales, etc.

#### D. PROYECCION DE LA DEMANDA Y BALANCE.

La demanda de etilbenceno durante los próximos años dependerá, como ha sucedido hasta ahora, del consumo de los derivados del estireno y muy especialmente de las resinas de poliestireno.

El pronóstico obtenido en el presente estudio se limita a considerar el crecimiento del mercado nacional, con el fin de detectar las posibles deficiencias que pudieran existir en la planeación de la rama, al visualizar el planteamiento actual.

La estimación de la demanda futura de estireno se elaboró mediante el análisis de las proyecciones de su consumo aparente y el de sus derivados finales presentada en el desarrollo del capítulo. Las proyecciones fueron determinadas

conforme a la tendencia de los datos históricos mediante el ajuste de varias curvas ( ver apéndice B ), obteniéndose los resultados presentados en las tablas III.4 y III.5 respectivamente.

T A B L A III.4  
PROYECCION MATEMATICA DEL ESTIRENO  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	65,940
1976'	78,050
1977	92,380
1978	109,350
1979	129,440
1980	153,210
1981	181,350
1982	214,660

Tasa de crecimiento : 18.37 % anual.

T A B L A III.5  
PROYECCION POR USOS DEL ESTIRENO (2).  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Poliestireno</u>	<u>Hule SBR</u>	<u>Latex SB</u>	<u>R. Poliester</u>	<u>Otros (1)</u>	<u>Total</u>
1975	36,400	13,300	1,200	3,400	4,400	58,700
1976	42,800	14,700	1,400	3,900	4,500	67,300
1977	49,700	16,400	1,600	4,500	4,600	76,800
1978	58,100	18,200	1,800	5,100	4,700	87,900
1979	67,900	20,300	2,000	5,800	4,800	100,800
1980	79,300	22,500	2,200	6,700	4,900	115,600
1981	92,700	25,000	2,400	7,700	5,000	132,800
1982	108,200	27,900	2,700	8,800	5,100	152,700

Tasa de crecimiento : 14.63 % anual.

(1) Incluye : Resinas SAN, ABS, intercambiadoras de iones, antioxidantes, cristalización de sales, etc.

(2) Los factores técnicos utilizados son :

Ton. Estireno	Ton. Estireno
_____ = 0.93	_____ = 0.23
Ton. Poliestireno	Ton. Latex SB
Ton. Estireno	Ton. Estireno
_____ = 0.23	_____ = 0.3
Ton. SBR	Ton. R. Poliéster

De acuerdo con el consumo de estireno en los últimos años, se espera que la demanda de los próximos años siga la tendencia resultante de la proyección por usos ; de acuerdo con esto y estimando que la unidad productiva de estireno actualmente en proyecto, inicie sus operaciones a mediados de 1978 y que alcance el 100% de su capacidad en 1981, se obtiene el siguiente balance Oferta - Demanda :

T A B L A III.6  
BALANCE OFERTA - DEMANDA DE ESTIRENO  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>	<u>Oferta</u>	<u>Balance</u>
1975	58,700	30,000	- 28,700
1976	67,300	30,000	- 37,300
1977	76,800	30,000	- 46,800
1978	87,900	75,000	- 12,900
1979	100,800	135,000	+ 34,200
1980	115,600	157,500	+ 41,900
1981	132,800	180,000	+ 47,200
1982	152,700	180,000	+ 27,300

Los requerimientos de etilbenceno de las plantas productoras de estireno, estarán ampliamente cubiertos, ya que la unidad que se instalará en la cangrejera estará integrada desde la elaboración de etilbenceno a partir de etileno y benceno, que se obtendrán en el mismo complejo.

En la parte final de este capítulo se presenta el estudio de la situación de los derivados del estireno, es decir, del sector correspondiente a la petroquímica secundaria de la rama.

#### E. RESINAS DE POLIESTIRENO.

Las resinas de poliestireno incluyen tanto al poliestireno normal como al denominado poliestireno expandible, que se refiere a la espuma plástica más importante después de los poliuretanos flexibles, obtenida por medio de una polimerización del estireno a bajas temperaturas en presencia de compuestos volátiles, tales como los fluorocarbonos y los cloruros de metileno y etileno.

El término poliestireno normal se aplica a los materiales plásticos más importantes para moldeo, e incluye los grados cristal, medio impacto y alto impacto, cuyas características se explican a continuación :

El Poliestireno cristal es el homopolímero del estireno ampliamente usado en moldeo por inyección y extrusión para la elaboración de productos tales como los envases para la industria farmacéutica, artículos para el hogar, calzado para dama y, en general, productos plásticos que no requieran una gran resistencia al impacto; la principal ventaja que presenta el poliestireno cristal es su precio, que es mucho menor que el de cualquier otro plástico moldeable.

El poliestireno de alto y medio impacto es la resina que resulta de polimerizar el estireno en presencia de polibutadieno, y se caracteriza por ser una mezcla física más que un copolímero, obteniéndose mejores propiedades mecánicas que dependen de la concentración de polibutadieno en la resina.

El poliestireno medio impacto se utiliza principalmente en la manufactura de empaques y envases desechables, en tanto que el alto impacto se consume en aplicaciones que requieren una mayor resistencia al impacto, como son, por ejemplo, los laminados para refrigeradores y, en general, para artículos de línea blanca y electrónica.

Actualmente se manejan una gran variedad de grados de poliestireno en el mercado, dándose como ejemplo el caso de Industrias Resistol, el principal productor en México, que elabora hasta 120 formulaciones diferentes de acuerdo con el uso final en que se utilice.

En los datos históricos de consumo de poliestireno presentados en la tabla III.8, se incluyen el normal y el expandible, debido a que, en los reportes de producción de la literatura existente, no se hace un desglose de ellos; por esta razón se han considerado conjuntamente en la proyección de la demanda.

T A B L A III.8  
SERIE HISTORICA DEL POLIESTIRENO.  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	8,000	1,095	36	9,059
1966	9,000	744	491	9,253
1967	10,170	269	345	10,094
1968	14,000	142	745	13,397
1969	16,000	363	16	16,347
1970	17,500	254	5	17,749
1971	18,900	254	28	19,114
1972	26,500	501	67	26,934
1973	30,400	1,779	485	31,694
1974	30,001	789	87	30,703

Tasa de crecimiento : 14.52 % anual.

En la tabla anterior no se han considerado las importaciones de productos elaborados de poliestireno, debido a que no existen fracciones arancelarias específicas por tipo de plástico empleado, por lo que la cuantificación resulta dudosa.

La oferta actual de poliestireno está constituida por siete empresas, dos de las cuales elaboran solamente poliestireno expandible y otras tres únicamente normal; la capacidad total autorizada, de acuerdo con los permisos petroquímicos, es de 110,660 toneladas anuales, de las cuales se encuentran en proyecto 64,800 por parte de 4 empresas. En la tabla III.9 se presenta la relación de las capacidades instaladas y por instalar y en la tabla III.10 el programa de producción esperado de los proyectos existentes.

T A B L A    I I I . 9  
EMPRESAS PRODUCTORAS Y PROYECTOS DE POLIESTIRENO.

<u>E m p r e s a</u>	<u>Localización</u>	<u>Capacidad Autorizada</u> ( T/A )
<u>En operación :</u>		
Industrias Resistol, S. A.	Lecherfa, Mex.	16,600
Productos de Estireno, S. A. de C. V.	Atizapan, Mex.	10,000 (1)
	Monterrey, N.L.	6,000
Nacional de Resinas, S. A.	México, D. F.	3,000
	Cuautitlán, Méx.	3,000
Aislantes y Acústicos de Monterrey, S. A.	Monterrey, N.L.	3,000 (1)
Basf. Mexicana, S. A.	Sta. Clara, Mex.	3,000 (1)
Ing. Mario Orozco Obregón	León, Gto.	720 (2)
Monquímica, S. A.	Monterrey, N.L.	540 (3)
	S U M A	45,860

(1) Incluye 3000T/A de poliestireno expandible.

(2) Incluye 120 T/A de copolímeros vinílicos y acrílicos.

(3) Incluye 270 T/A de poliestireno expandible.



En proyecto :

Poliestireno y Derivados, S. A. de C. V.	Sn. Cosme Xalostoc, Tlax.	40,000
Industrias Resistol, S.A.	Xicatzingo, Mex. Lecherfa, Mex.	15,000 6,000
Películas Plásticos Trans- parentes, S. A.	Tlalnepantla, Mex.	2,000
Industrial Ebro Quimex, S. A.	Tizayuca, Hgo.	1,800
	S U M A :	<u>64,800</u>
	T O T A L :	110,660

- (1) Incluye 3000T/A de poliestireno expandible.  
 (2) Incluye 120 T/A de copolímeros vinílicos y acrílicos.  
 (3) Incluye 270 T/A de poliestireno expandible.

T A B L A III.10  
 ESTIMACION DEL PROGRAMA DE PRODUCCION DE POLIESTIRENO  
 ( TONELADAS )

Año	<u>Películas</u>		<u>Ebroquimex</u>		<u>Polidesa</u>		<u>IRSA</u>		<u>IRSA</u>	
	<u>Plásticas</u>	<u>Volumen %</u>	<u>Volumen</u>	<u>%</u>	<u>Volumen</u>	<u>%</u>	<u>Volumen</u>	<u>%</u>	<u>Volumen</u>	<u>%</u>
1976	800	40	720	40			3,000	100		
1977	1,200	60	1,080	60						
1978	1,600	80	1,440	80	16,000	80			12,000	80
1979	2,000	100	1,800	100	18,000	90			13,500	90
1980					20,000	100			15,000	100
1981					36,000	80				
1982					38,000	90				
1983					40,000	100				

Bajo las consideraciones del programa de producción y la demanda obtenida mediante la proyección matemática del consumo aparente ( apéndice B ), se obtiene el siguiente balance Oferta - Demanda.

T A B L A III.11  
BALANCE OFERTA - DEMANDA DE POLIESTIRENO.  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>	<u>Oferta</u>	<u>Balance</u>
1975	39,187	45,860	+ 6,673
1976	45,781	50,380	+ 4,599
1977	53,483	51,140	- 2,343
1978	62,482	79,900	+ 17,418
1979	72,995	84,160	+ 11,165
1980	85,277	87,660	+ 2,383
1981	99,625	103,660	+ 4,035
1982	116,388	105,660	- 10,728

F. RESINAS ABS, SAN E INTERCAMBIADORAS DE IONES.

Las tres resinas a que nos vamos a referir en este inciso, constituyen el menor consumo histórico de estireno utilizado en la proyección por usos, misma que se estima crecerá al 2.13 % anual en el período 1975 - 1982.

Las resinas Acrilonitrilo - Butadieno - Estireno ( ABS ) incluyen un rango de productos preparados aproximadamente con un 50% de estireno y cantidades variables de los otros 2 monómeros ; al igual que el poliestireno de impacto, son sistemas de dos fases, en las cuales el polibutadieno se encuentra disperso en la matriz rígida de copolímero estireno acrilonitrilo, resultando materiales termoplásticos usados principalmente en la fabricación de tuberías plásticas y partes automotrices, compitiendo con el PVC rígido, semirígido y, en algunas ocasiones, con poliolefinas.

Las resinas Estireno - Acrilonitrilo ( SAN ) son copolímeros que contienen generalmente 24 a 25% de acrilonitrilo ; se caracterizan por tener propiedades mecánicas comparables con el poliestireno alto impacto y la claridad óptica del poliestireno cristal; sus principales aplicaciones son en el moldeo por inyección.

Las resinas SAN y las ABS se producen en México por Industrias Resistol, S. A. y existen dos proyectos por un total de 5900 toneladas anuales para elaborar ABS. En la literatura existente no se reportan datos de producción debido a su bajo consumo ; a continuación se muestran las importaciones y las características de las plantas elaboradoras de estos productos.

T A B L A III.12  
IMPORTACION DE RESINAS SAN Y ABS  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Resinas SAN</u>	<u>Resinas ABS</u>
1967	--	38
1968	32	197
1969	30	203
1970	76	510
1971	--	472
1972	20	643
1973	--	586
1974	23	733

T A B L A III.13  
CAPACIDADES AUTORIZADAS PARA ELABORAR RESINAS SAN Y ABS.

<u>E m p r e s a</u>	<u>Localización</u>	<u>Capacidad Autorizada</u>
<u>En operación :</u>		
Industrias Resistol, S. A.	Lecheria, Mex.	3,400
<u>En proyecto :</u>		
Industrias Resistol, S. A.	Xicotzingo, Mex.	5,000
Policyd, S. A.	Tlalnepantla, Mex.	5,000 ( 1 )
Lugatomo, S. A.	Cuautitlán, Mex.	900 ( 1 )
Poliestireno y Derivados, S. A. de C.V.	Sn. Cosme Xalostoc, Tlax.	7,000 ( 1 )

( 1 ) Se refiere unicamente a resinas ABS.

El copolímero estireno - divinilbenceno es la matriz más frecuentemente usada en la fabricación de resinas intercambiadoras de iones. . . Está

modificada mediante reacciones químicas; en el caso de resinas catiónicas está sulfonada y en el de las aniónicas contiene grupos cuaternarios de amonio ó grupos amonio.

El tratamiento de agua constituye el principal mercado de estas resinas, aunque se utiliza también en procesos químicos, entre los cuales son de hacerse notar, por su importancia, la purificación de azúcar, de antibióticos y la extracción de uranio.

Actualmente existen 2 productores de resinas intercambiadoras de iones, con una capacidad autorizada total de 1,280 toneladas anuales; Res-Int ( 600 T/A ) que inició su producción en 1970 y Química Trepic ( 680 T/A ) que arrancó a fines de 1974.

#### G. ELASTOMEROS ESTIRENO - BUTADIENO

SBR es la designación del más común de los hules sintéticos, derivado de la copolimerización del estireno y butadieno en una proporción aproximada de 1 a 3 en peso. La manufactura de elastómeros SBR es la segunda aplicación más importante del estireno; en 1974 se consumió aproximadamente el 24% del estireno en la elaboración tanto de hule como de latex en el país, absorbiendo un 75% de la producción total de hules sintéticos.

La mayor parte del SBR se destina a la fabricación de llantas para automóvil; en Estados Unidos aproximadamente el 65% de este elastómero se consume en dicha aplicación.

Otras aplicaciones del hule de estireno-butadieno, es la fabricación de bienes mecánicos tales como empaques y aislantes, entre otros; el látex se

usa en la elaboración de espumas, en la saturación de papeles, como adhesivo y aditivo textil.

En el mercado mundial el consumo del SBR ha mostrado una tendencia a estabilizarse ; ésto puede atribuírse a que en Estados Unidos, en términos de estireno, su importancia ha disminuído, ya que en 1965 aproximadamente el 30 % del consumo de estireno se destinó al SBR y en 1972 solamente se consumió el 12 % ; ésto no se debe sólo al gran incremento que han tenido otros derivados ( como el poliestireno y el poliéster ), sino principalmente a que, con el uso de las llantas radiales, la cantidad de SBR es mucho menor, ya que no puede utilizarse en grandes proporciones en la construcción de la carcaza, pues su resistencia a la abrasión no cumple con los requerimientos de este tipo de llanta, la cual está desplazando rápidamente del mercado a las llantas convencionales, con lo que éste mercado deberá sustituírse, ya sea con hule natural ó con poliisopreno.

El consumo de hule y latex SB ha crecido en México con una tasa promedio anual del 11.25 y 15.31 %, respectivamente ( tablas III.14 y III.15 ).

TABLA III.14  
SERIE HISTORICA DEL SBR

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	--	22,753	--	22,753
1966	--	26,047	--	26,047
1967	18,400	12,115	219	30,296
1968	29,000	336	2,320	27,016
1969	32,000	384	3,638	28,746
1970	33,000	506	1,209	32,297
1971	36,383	431	3,271	33,597
1972	41,353	370	4,609	37,114
1973	40,759	704	989	40,474
1974	50,137	9,266	5	59,398

T A B L A      I I I . 1 5  
S E R I E H I S T O R I C A D E L L A T E X S . B .

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	373	1,317	--	1,690
1966	1,165	420	--	1,585
1967	1,374	618	--	1,992
1968	1,506	859	--	2,365
1969	2,000	437	58	2,379
1970	2,300	616	104	2,812
1971	2,540	420	160	2,800
1972	2,870	849	136	3,583
1973	3,060	1,256	143	4,173
1974	3,750	1,105	109	4,746

La producción de los elastómeros estireno - butadieno se inició en México en 1965 por la empresa Industrias Resistol, S. A., con el látex estireno - butadieno y en 1967 la del hule SB por la empresa Hules Mexicanos, S. A., por el proceso de polimerización en emulsión y un año después Negromex, S. A., Actualmente éstos son todos los productores.

En la tabla III.16 se da una relación de las capacidades instaladas y la localización de las plantas existentes.

T A B L A      I I I . 1 6  
C A P A C I D A D E S I N S T A L A D A S D E L A S E M P R E S A S P R O D U C T O R A S D E E L A S T O M E R O S D E  
E S T I R E N O - B U T A D I E N O

<u>E m p r e s a</u>	<u>Localización</u>	<u>Capacidad Autorizada</u>
<u>Hule :</u>		
Negromex, S. A.	Salamanca, Gto.	45,000 (1)
Hules Mexicanos, S. A.	Altamira, Tamps.	44,500
<u>Latex :</u>		
Industrias Resistol, S. A.	Lerma, Mex.	4,000

(1) Incluye : Hules polibutadieno y poliisopreno.

En el año de 1974 la capacidad instalada de SBR era aproximadamente de 55,500, pero debido a la escasez de materia prima no se pudo alcanzar el 100% del nivel de producción; en julio de este año se autorizó un permiso para una ampliación de 15,000 toneladas anuales en hules sintéticos para Negro mex, por lo que la capacidad total de SBR aumentó aproximadamente a 61,000 toneladas anuales, con lo que se cree se cubrirá la demanda de 1975 ( tabla III.17 ) aproximadamente, año a partir del cuál habrá un gran déficit de SBR, a menos que haya un cambio radical en la demanda esperada, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, aunque no es probable que ocurra en los próximos años.

T A B L A    I I I . 1 7  
BALANCE OFERTA-DEMANDA DEL HULE SBR.  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>	<u>Oferta</u>	<u>Balance</u>
1975	61,090	61,000	- 90
1976	70,073	61,000	- 9,073
1977	80,060	61,000	- 19,060
1978	91,050	61,000	- 30,050
1979	103,045	61,000	- 42,045
1980	116,043	61,000	- 55,043
1981	130,046	61,000	- 69,046
1982	145,052	61,000	- 84,052

En cuanto al balance oferta - demanda de Latex SB, se espera que exista déficit a partir de 1975 ( tabla III.18 ), que deberá ser cubierto con importaciones hasta que el volumen sea atractivo para la instalación de una planta, ya que la capacidad instalada ha llegado en 1974 casi al 100% de su nivel de producción.

TABLA III.18  
BALANCE OFERTA - DEMANDA DEL LATEX SB  
( TONELADAS )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>	<u>Oferta</u>	<u>Balance</u>
1975	5,348	4,000	- 1,348
1976	6,060	4,000	- 2,060
1977	6,835	4,000	- 2,835
1978	7,674	4,000	- 3,674
1979	8,575	4,000	- 4,575
1980	9,538	4,000	- 5,538
1981	10,565	4,000	- 6,565
1982	11,655	4,000	- 7,655

#### H. RESINAS POLIESTER INSATURADAS.

En la fabricación de resinas poliéster, el polímero insaturado se hace reaccionar generalmente con monómeros del tipo vinílico, tal como el estireno ( también puede ser usado el metacrilato de metilo ), constituyendo el tercer consumo más importante del estireno.

El rápido crecimiento del consumo de las resinas poliéster es una consecuencia del gran crecimiento que ha tenido la demanda de plásticos reforzados ( en USA aproximadamente el 75% de todas las resinas poliéster se usan para hacer plásticos de fibra de vidrio reforzado, empleados principalmente en aplicaciones para la construcción, aunque también se utiliza para productos anticorrosivos ).

Las resinas poliéster insaturadas son producto de una reacción de policondensación entre equivalentes molares de algunos ácidos dicarboxílicos y glicoles, en donde uno de los ácidos es insaturado ; este policondensado se disuelve en un monómero vinílico, generalmente estireno, resultando una mezcla fluida, la cual se aplica frecuentemente en la etapa inicial de utilización.



El producto ya totalmente reaccionado se obtiene por la polimerización altamente exotérmica, por radicales libres, del estireno y el componente insaturado del policondensado original.

El consumo de las resinas poliéster en México ha crecido con una tasa promedio del 14.77 % anual en el período 1965 - 1974, como se muestra en la tabla III.19.

TABLA III.19  
SERIE HISTORICA DE LAS RESINAS POLIESTER INSATURADAS  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	2,650	115	--	2,765
1966	3,050	79	--	3,139
1967	3,400	560	9	3,951
1968	4,080	220	18	4,282
1969	5,000	625	6	5,619
1970	6,000	198	10	6,188
1971	6,780	318	9	7,089
1972	7,380	10	139	7,251
1973	7,970	126	79	8,017
1974	8,975	628	47	9,556

En cuanto a la estructura de la oferta, es difícil estimar la capacidad instalada, ya que existen 7 empresas productoras y solamente existe 1 permiso petroquímico que autoriza una capacidad de 1,440 toneladas al año ; ésto se debe a que la mayoría de estas empresas empezaron a producir mucho tiempo antes de la expedición de la ley petroquímica, sólo producen cantidades pequeñas y han ido aumentando su capacidad conforme aumenta la demanda de los usos finales de las resinas, ya que la mayor parte se autoconsume por los mismos productores. En la tabla III.20 se muestra una relación de las empresas productoras y la capacidad autorizada, en el caso en que se expidió permiso petroquímico.

TABLA III.20  
EMPRESAS PRODUCTORAS DE RESINAS POLIESTER NO SATURADAS

<u>E m p r e s a</u>	<u>Capacidad Autorizada</u> ( Toneladas )
Industria Química Delgar, S. A.	--
Industrias Químicas Synres, S. A.	--
Materiales Moldeables, S. A.	--
Pinturas Químicas Industriales Euzkadi, S. A.	--
Poliresinas, S. A.	1,440
Reichhold Química de México, S. A.	--
Resinas Sintéticas, S. A.	--

Se espera que en el período 1974 - 1982 la demanda crezca con una tasa promedio del 14.52 % anual, como se muestra en la tabla III.21 ; también se estima que en un período a corto plazo, esta demanda sea cubierta con producciones en pequeña escala, como se ha venido ocurriendo en años anteriores.

TABLA III.21  
PROYECCION DE LA DEMANDA DE RESINAS POLIESTER NO SATURADAS  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	11,328
1976	12,973
1977	14,851
1978	17,014
1979	19,484
1980	22,313
1981	25,553
1982	29,263

## CAPITULO IV.

F E N O L

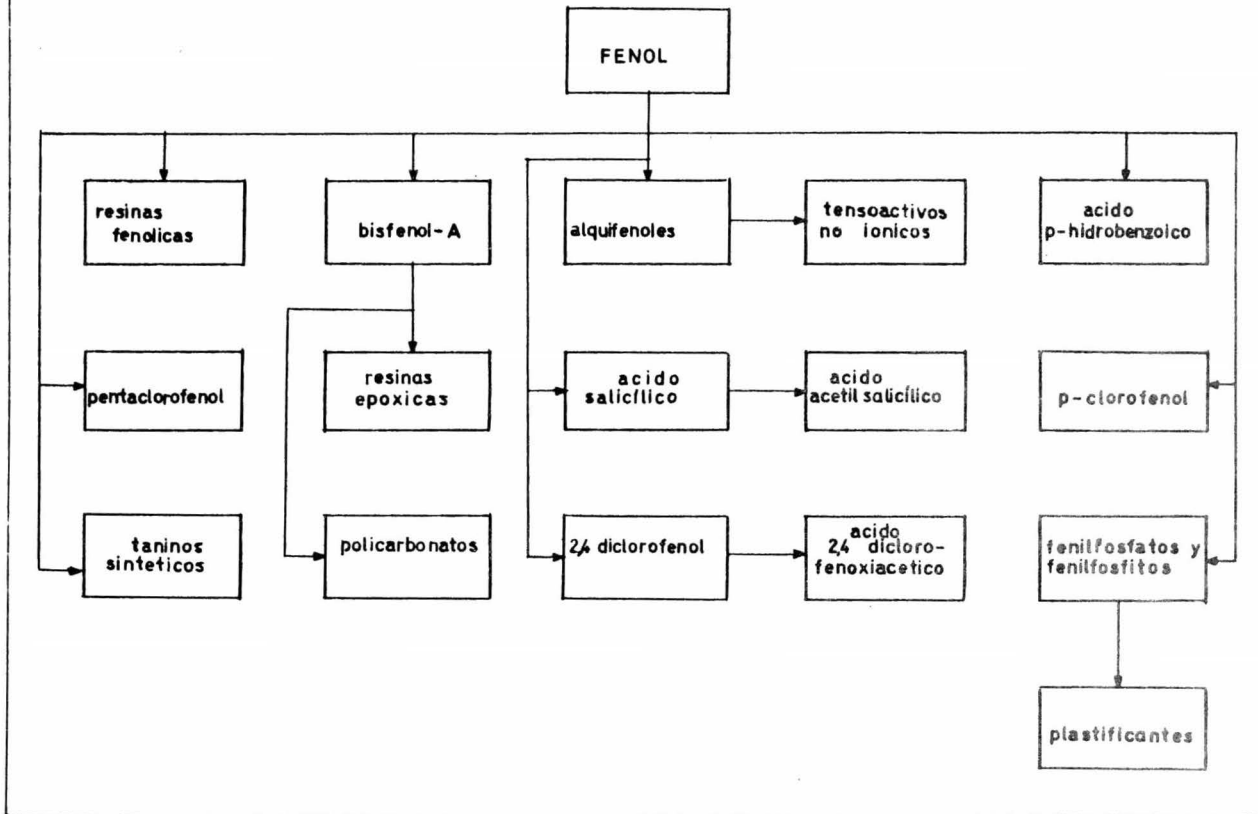
## A. GENERALIDADES.

El fenol representa una de las ramas de mayor actualidad dentro del sector petroquímico de la industria mexicana, las irregularidades inherentes a esta rama han sido propiciadas por una serie de problemas de planeación entre los sectores público y privado, por una parte, y la indisponibilidad de benceno por otra, que habfan impedido desde hace varios años que se iniciara la elaboración de éste producto en el país, frenando así el desarrollo normal de sus derivados ( ya que existía escasez en el mercado mundial ) y provocando una importante fuga de divisas para el país.

Los derivados más importantes de ésta rama, como se muestra en la figura IV.1, son : las resinas fenólicas, que en los EE.UU. utilizan aproximadamente el 50% del consumo total de fenol; los alquilfenoles, que a su vez se utilizan para elaborar agentes tensoactivos y lubricantes; el ácido salicílico, materia prima para elaborar el ácido acetilsalicílico ó aspirina; el 2,4 diclorofenol, utilizado para la elaboración de herbicidas y el bisfenol A cuyo consumo se destina a la elaboración de resinas epóxicas. El fenol también se utiliza para elaborar el pentaclorofenol, que es un preservativo para la madera, y los taninos sintéticos, que son compuestos químicos que pueden usarse junto con extractos curtientes de origen vegetal, que los pueden reemplazar parcial o totalmente, y que pueden también producirse a partir del naftaleno. Estos productos se producen en el país desde 1964 y actualmente se cuenta con tres empresas con una capacidad instalada de 3,300 toneladas anuales, de las que no se cuenta con datos de producción.

DERIVADOS DEL FENOL

Fig. IV-1



Debe mencionarse que el fenol se utiliza también en algunas plantas de EE.UU. para elaborar caprolactama y ácido adípico; sin embargo, estos procesos no han tenido mucha importancia comercial.

#### B. OBTENCION.

Existen varios procesos para la elaboración de fenol y todos ellos parten del benceno, con excepción de uno desarrollado por la Dow Chemicals, que utiliza como materia prima al tolueno. Desde un punto de vista económico, los procesos pueden dividirse en dos categorías :

- 1) Aquéllos que dependen de la comercialización de los productos y
- 2) Aquéllos que dependen únicamente del fenol.

Entre los procesos clasificados en el primer grupo, se pueden mencionar como los más importantes : el de sulfonación, empleado por Reichhold Chemicals y Monsanto, que tiene como subproductos el sulfito y el sulfato de sodio, utilizados en la industria del papel; el proceso de cloración de benceno, desarrollado por la Dow Chemicals, que da una serie de subproductos tales como el óxido de difenilo, diclorobencenos, fenilfenoles y otros, que dado lo limitado de su mercado, no lo hacen muy atractivo y por último el proceso más utilizado en el mundo, el de hidroperoxidación de cumeno que produce paralelamente acetona.

Los procesos pertenecientes al grupo en que el único producto comercialmente importante es el fenol son : el Rashing modificado, desarrollado por Hooker y que se basa en la formación de mono clorobenceno y el proceso Dow, que parte de tolueno.

Los procesos económicamente más atractivos son, como ya se mencionó, el de fenol vía cumeno y el Rashing modificado; de éstos, el primero es el más aceptado, a pesar de que requiere una mayor inversión y un mayor consumo de servicios, ya que son más que compensados por su mejor rendimiento.

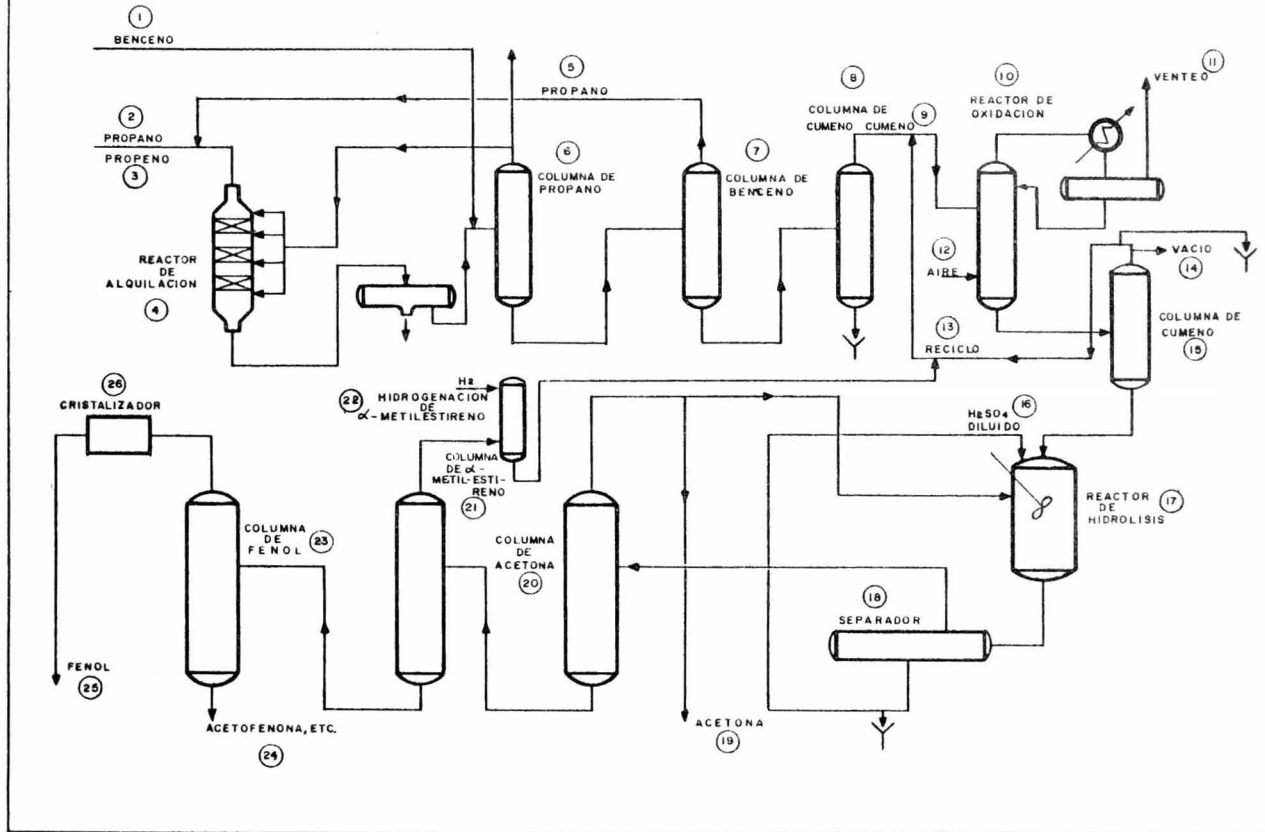
El proceso de obtención de fenol vía cumeno, el diagrama del cual se muestra en la figura IV.2, parte de la alquilación de benceno con propileno en presencia de un catalizador, que puede ser ácido sulfúrico cuando es en fase líquida y ácido fosfórico cuando se lleva a cabo en fase vapor, posteriormente, el cumeno obtenido se alimenta al tanque de oxidación, donde se emulsifica en una solución acuosa de carbonato de sodio; la reacción de oxidación es autocatalítica y sólo pequeñas cantidades de hidroperóxido de cumeno se agregan para el inicio de la reacción; el producto obtenido se desintegra posteriormente en fenol y acetona, obteniéndose 0.6 toneladas de acetona por tonelada de fenol producida, aproximadamente.

#### C. SITUACION NACIONAL DEL FENOL.

La demanda de fenol, hasta el año de 1975, ha sido cubierta exclusivamente con importaciones, ya que a pesar de que existe un permiso petroquímico concedido a Fenoquimia, S. A. en diciembre de 1963, se había venido retrasando el proyecto por diversos factores, tales como la esporádica producción de ciclohexano ( materia prima para el proceso original de este proyecto ), provocada por la indisponibilidad de benceno para ser procesado por esta planta ; esta situación y otros factores económicos forzaron a que el

# OBTENCION DE FENOL (VIA CUMENO)

Fig. IV. 2.



proceso fuera cambiado y se utilizara como materia prima cumeno. Esta serie de retrasos hicieron que hasta el primer trimestre de 1976 estuviera en fase de arranque la planta que se localiza en Cosoleacaque, Ver., y tiene una capacidad instalada de 25,000 toneladas anuales; con esta capacidad de acuerdo con la demanda esperada para los próximos años, se cubrirá el mercado hasta el año de 1981.

El consumo nacional aparente de fenol durante el periodo de 1965 a 1974 promedió un crecimiento anual del 15.78%, pasando a ser de 2,606 toneladas en 1965 a 9,739 en 1974, lo que representa una fuga de divisas de aproximadamente 125 millones de pesos en 1974. En la tabla IV.1 se presentan las importaciones de fenol en este periodo.

TABLA IV.1  
IMPORTACIONES DE FENOL  
( Toneladas )

Año	Importación
1965	2,606
1966	2,684
1967	3,373
1968	3,754
1969	5,328
1970	6,003
1971	6,879
1972	7,202
1973	9,254
1974	9,866

El problema que se ha presentado actualmente a la integración de esta rama es que, de acuerdo con la ley petroquímica, el cumeno forma parte de la industria básica a cargo de PEMEX. Por ello PEMEX tiene un proyecto, que



actualmente se encuentra en fase de ingeniería, para elaborar 40,000 toneladas anuales de este producto; dicha planta se localizará en La Can- grejera, Ver., y, hasta su arranque, el cumeno que la planta de Fenolquímia consume deberá ser importado. La producción de 40,000 toneladas anuales de cumeno es suficiente para elaborar hasta 28,000 toneladas anuales de fenol ( se obtienen de 0.7 a 0.72 toneladas de fenol por tonelada de cumeno ), o sea que con la unidad productiva de Pemex se proyecta únicamente cubrir la demanda de Fenolquímia a capacidad total.

En 1971, el 57% del fenol se destinó a la elaboración de resinas fenólicas, el 19% a alquilfenoles, 12% a ácido salicílico y el 12% restante al ácido 2,4 D y taninos sintéticos. Otro producto que, representa un mercado potencial para el fenol y que se empezó a producir hasta 1974, es el bisfenol A. La proyección de la demanda de fenol por usos, que se muestra en la tabla IV.2, ha sido especialmente complicada en su elaboración, dado el nivel de profundidad del presente estudio y que la información del consumo histórico de algunos derivados tales como el ácido salicílico y los alquilfenoles y otros es muy deficiente en algunos casos, e incompleta en otros, por lo que dicha proyección no es muy confiable, pero aún así es un buen indicador de la tendencia del consumo de fenol para los próximos años.

TABLA IV.2  
PROYECCION DE LA DEMANDA POR USOS DEL FENOL  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Resinas fenólicas</u>	<u>Bisfenol A</u>	<u>Alquil fenoles</u>	<u>Acido Salicílico</u>	<u>2,4 D</u>	<u>Total</u>
1975	7,302	1,753	2,321	1,007	719	13,102
1976	8,153	2,027	2,618	1,076	803	14,677
1977	9,104	2,324	2,749	1,144	896	16,217
1978	10,165	2,652	2,963	1,214	1,000	17,994
1979	11,350	3,010	3,176	1,282	1,116	19,934
1980	12,674	3,394	3,390	1,351	1,246	22,055
1981	14,139	3,807	3,604	1,419	1,390	24,359
1982	15,802	4,249	3,818	1,487	1,551	26,907

Se asumió que el consumo unitario de fenol es :

Resinas fenólicas :	0.73
Alquifenoles :	0.46
Bisfenol A :	0.88
Acido salicílico :	0.74
Acido 2, 4 D :	0.5

Con el fin de tener un punto de comparación, se elaboró una proyección matemática del consumo aparente histórico de fenol, que aparece en el apéndice B , y cuyos resultados se muestran a continuación. :

TABLA IV.3  
PROYECCION MATEMATICA DEL CONSUMO APARENTE DE FENOL  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	12,376
1976	14,521
1977	17,038
1978	19,991
1979	23,456
1980	27,522
1981	32,293
1982	37,890

#### D. RESINAS FENOLICAS.

Las resinas fenólicas, elaboradas comercialmente desde 1910, han tenido un firme crecimiento histórico en su consumo, lo que puede atribuirse a su bajo costo de producción y a la gran variedad de tipos y presentaciones, - que dan a estos materiales una gran versatilidad de aplicaciones en las que no han podido ser desplazadas por otros plásticos.

Las resinas fenólicas se obtienen de la condensación del fenol y del formaldehído, existiendo una gran variedad de formulaciones que dependen de la proporción de materias primas utilizadas en su elaboración ( el S.R.I. reporta que el consumo de fenol puede variar de 0.25 a 1.2 toneladas de fenol por tonelada de resina producida ) y se han clasificado en dos grupos :

- Cuando la relación molar formaldehído y fenol es mayor de 1 y el proceso se lleva a cabo en un medio alcalino, obteniéndose un material termofijo e insoluble, comúnmente llamado " resol ".
- Cuando la misma relación es menor a 1 y el medio en que se lleva a cabo la policondensación es ácido, obteniéndose la reacción al consumirse todo el formaldehído y quedando sitios reactivos en la molécula de fenol, lo que da como resultado una resina termoplástica denominada " novalaca ".

Las características de las resinas termoplásticas son : resistencia al calor, excelentes propiedades dieléctricas, son fácilmente moldeables y es muy difícil colorearlas ( excepto en algunas aplicaciones de moldeo ).

En cuanto a las aplicaciones de estos materiales, su uso como aglutinantes en la elaboración de madera aglomerada y como adhesivo en la de aislantes térmicos de fibra de vidrio y lana mineral, constituyen sus dos principales mercados y, por consiguiente, su demanda es altamente dependiente de la industria de la construcción. Por otra parte los compuestos fenólicos moldeables son uno de los productos plásticos más antiguos que no han desaparecido del mercado, ya que la automatización del moldeo de termofijos los hacen económicamente más atractivos; estos compuestos consisten generalmente de 35 a 45% de resina fenólica y el resto puede ser mica, fibra de vidrio o asbestos, según el uso final a que se destinen; se usan principalmente para elaborar partes automotrices y eléctricas, tales como interruptores, teléfonos y equipo de comunicación en general.

El uso de las resinas fenol-formaldehído, al igual que las de urea formaldehído, como aglutinante de arena de fundición, ha tenido un gran incremento, debido al gran éxito que han logrado por sus propiedades de alta resistencia a la adhesión, a la humedad y a la facilidad para producir una superficie tersa en los corazones. Otros usos de las resinas fenólicas son como abrasivos para ruedas trituradoras y para otras aplicaciones como friccionantes.

La producción de resinas sintéticas en nuestro país, se inició en 1947 con la elaboración de resinas fenólicas por la empresa Bakelite de México, S. A. Actualmente existen diez empresas productoras de las que solamente Poliresinas, S. A. tiene permiso petroquímico para elaborar hasta 4,310 toneladas anuales : estas compañías se enlistan a continuación :

Admex, S. A.  
 Cyanamid de México, S. A.  
 Devoe de México, S. A.  
 Industria Química Delgar, S. A.  
 Industrias Químicas Formex, S. A.  
 Industrias Resistol, S. A.  
 Reichhold Química de México, S. A.  
 Resinas Modificadas, S. A.  
 Union Carbide Mexicana, S. A.

El consumo de resinas fenólicas en el país ha aumentado de 4,313 toneladas en 1965 a 11,543 en 1974, o sea, 2.68 veces, promediando un crecimiento del 11.56% anual, como se observa en la tabla IV.4.

TABLA IV.4  
 SERIE HISTORICA DE LAS RESINAS FENOLICAS.  
 ( Toneladas )

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	4,050	265	2	4,313
1966	3,180	250	5	3,425
1967	3,756	348	-	4,104
1968	3,942	289	-	4,231
1969	4,346	415	1	4,760
1970	4,960	338	-	5,298
1971	5,700	271	-	5,971
1972	6,430	326	7	6,749
1973	7,534	236	29	7,741
1974	11,252	319	28	11,543

Tasa de crecimiento 11.56%.

A continuación se presenta la demanda esperada para los próximos ocho años, elaborada con base en la tendencia histórica del consumo, que se muestra en el apéndice B ; se espera que en este período la demanda será cubierta progresivamente con ampliaciones en las plantas existentes.

TABLA IV.5  
 PROYECCION DE LA DEMANDA DE RESINAS FENOLICAS.  
 ( Toneladas )

Año	Demanda
1975	10,003
1976	11,169
1977	12,471
1978	13,925
1979	15,549
1980	17,362
1981	19,368
1982	21,646

Tasa de crecimiento : 11.66%.

#### E. BISFENOL A.

El bisfenol A o difenilol propano es un derivado del fenol que resulta de la reacción de éste con acetona en un medio ácido, y su importancia en el mercado se debe primordialmente a su uso como intermediario en la producción de resinas epóxicas. En países industrialmente desarrollados se utiliza también, aunque en menor escala, en la elaboración de otros polímeros, tales como las resinas policarbonato, fenoxi y polisulfonas.

La producción de bisfenol A requiere un proceso delicado, ya que se producen paralelamente algunos isómeros y coproductos mono y trihidroxidados, que aunque no interfieren en la obtención de resinas epóxicas, no pueden emplearse para hacer policarbonatos.

El consumo de bisfenol A en México depende exclusivamente de la producción de resinas epóxicas y ha promediado en el período 1965 - 1974 un crecimiento del 22.821% anual ; dicho consumo se ha cubierto por medio de importaciones

hasta el año de 1974, en que Esquím, S. A., inició la operación de su planta localizada en Cuernavaca, Mor., autorizada para la producción hasta de 2,500 toneladas anuales y con lo que se espera cubrir la demanda hasta 1979, de acuerdo con la proyección estimada de resinas epóxicas que se presenta en la tabla IV.9, y asumiendo que se requieren 0.7 toneladas de bisfenol A por tonelada de resina epóxica.

TABLA IV.6  
SERIE HISTORICA DEL BISFENOL A.  
( Toneladas )

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	--	292	--	292
1966	--	470	--	470
1967	--	394	--	394
1968	--	582	--	582
1969	--	526	--	526
1970	--	681	--	681
1971	--	591	--	591
1972	--	737	--	737
1973	--	1,496	--	1,496
1974	998 *	859	--	1,857

\* Estimado

Las resinas epóxicas que han tenido mayor éxito comercialmente son aquellas que se obtienen a partir de bisfenol A y epíclorhidrina, debido a sus características de dureza, resistencia química, resistencia a la tensión y buenas propiedades dieléctricas. Los recubrimientos protectores, representan la más importante aplicación de las resinas epóxicas, ya que son extremadamente resistentes al calor y a la corrosión; la excelente adhesividad al metal de éstos -

materiales, los hacen incomparables en su uso como " primers " ( recubrimientos anticorrosivos para metales ) y en una variedad de aplicaciones similares. Otras aplicaciones de estas resinas son en laminados estructurales y eléctricos, adhesivos y agentes de unión y en pavimentos ; el problema que se presenta en la utilización de estas resinas es su alto costo de aplicación.

El consumo nacional aparente de resinas epóxicas ha promediado un crecimiento del 13.7% anual durante el período 1965 - 1974, el cual se ha cubierto básicamente con producción nacional, como se muestra en la tabla IV.7. La estructura de la oferta la constituyen 3 empresas con una capacidad instalada de 3,500 toneladas anuales, existiendo además un proyecto de 1,000 toneladas anuales : las características de estas plantas se muestran en la tabla IV.8.

TABLE IV.7  
SERIE HISTORICA DE LAS RESINAS EPOXICAS  
( Toneladas )

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	600	--	--	600
1966	675	--	--	675
1967	710	2	--	712
1968	820	1	--	821
1969	815	2	--	817
1970	990	10	--	1,000
1971	1,020	15	--	1,035
1972	1,100	62	--	1,162
1973	1,220	67	--	1,287
1974	1,826	79	--	1,905



TABLA IV.8  
PRODUCTORES DE RESINAS EPOXICAS

E m p r e s a	Capacidad Autorizada ( T/A )	Localización
Admex, S. A.	1,000 ( 1 )	Lerma, Mex.
Devoe de México, S. A.	1,400 ( 2 )	Xalostoc, Mex.
Poliresinas, S. A.	500	Xalostoc, Mex.
Productora Química de Jalisco, S. A.	<u>1,600</u>	Atotonilquillo, Mex.
T o t a l	4,500	

( 1 ) En proyecto.

( 2 ) Sin permiso petroquímico.

En la tabla IV.9 se presenta el balance oferta - demanda de las resinas fenólicas, elaborado con base en la proyección matemática de su consumo aparente ( apéndice B ) y asumiendo que el proyecto de Admex, S. A. arrancará en 1978.

TABLA IV.9  
BALANCE OFERTA - DEMANDA DE LAS RESINAS EPOXICAS  
( Toneladas )

Año	Demanda	Oferta	Balance
1975	1,992	3,500	+ 1,508
1976	2,303	3,500	+ 1,197
1977	2,641	3,500	+ 859
1978	3,014	4,500	+ 1,486
1979	3,420	4,500	+ 1,080
1980	3,857	4,500	+ 643
1981	4,326	4,500	+ 174
1982	4,828	4,500	- 328

## F. ALQUILFENOLES.

El fenol puede ser alquilado en presencia de cloruro de aluminio o ácido fosfórico, produciendo diferentes alquilfenoles, que se utilizan principalmente en la elaboración de detergentes no iónicos, para lo cual son oxietilados u oxipropilados. Cabe mencionarse que esta aplicación del fenol tiene un futuro dudoso, ya que al igual que los detergentes iónicos derivados del dodecibenceno, estos productos presentan el problema de no biodegradabilidad, debido a lo largo de las cadenas de los hidrocarburos que generalmente se utilizan en ellos.

Los productos de mayor importancia son : el nonil, dodecil, octil y paraterbutil fenoles, que también se utilizan como aditivos en aceites lubricantes y en la elaboración de resinas fenólicas.

A continuación se muestran los datos históricos de consumo de alquilfenoles, mismo que promedio un crecimiento del 21.84 % en el período 1965 - 1971 ; los datos de 1972 a 1974 se han estimado con base en la proyección de la demanda de los datos anteriores, como se muestra en el apéndice B , por carecer de información en la literatura existente.

TABLA IV.10  
SERIE HISTORICA DE LOS ALQUILFENOLES  
( Toneladas )

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	960	141	--	1,101
1966	610	204	--	814
1967	830	219	--	1,049
1968	980	110	--	1,090
1969	1,540	46	--	1,586
1970	3,300	2	--	3,302
1971	3,600	2	--	3,602
1972	3,657	6	--	3,651 *
1973	4,033	83	--	4,116 *
1974	4,351	230	--	4,581 *

\* Estimado.

En las tablas IV.11 y IV.12 se presentan las características de las plantas productoras de alquilfenoles y la proyección de su demanda, respectivamente. Debido a que no existe información sobre la capacidad instalada de alquilfenoles, no se puede elaborar un balance oferta - demanda.

TABLA IV.11  
PRODUCTORES DE ALQUILFENOLES

Empresa	Capacidad Autorizada ( T/A )	Localización
Canamex, S. A.	8,300 ( 1 )	Cholula, Pue.
Polaquímia, S. A.	N.d	Xalostoc, Mex.
Compañía Química Anuyal, S. A.	685	Tultitlán, Mex.
Ingsam, S. A.	500	Lerma, Mex.
Química Retzloff Interamericana S. A.	350	Matamoros, Tamps.

N.d. : dato no disponible.

( 1 ) Se refiere a detergentes no iónicos.

TABLA IV.12  
PROYECCION DE LA DEMANDA DE ALQUILFENOLES  
( Toneladas )

Año	Demanda
1975	5,046
1976	5,511
1977	5,976
1978	6,441
1979	6,905
1980	7,370
1981	7,835
1982	8,300

#### G . ACIDO SALICILICO .

El ácido salicílico se obtiene a partir del fenolato de sodio y bióxido de carbono, mediante la síntesis de Kolbe. El ácido salicílico se produce en grado técnico o medicinal y se utiliza principalmente en la manufactura del ácido acetilsalicílico ó aspirina y en menor grado en sales y ésteres empleados como saborizantes ( ejemplo metil salicilato ), antioxidantes, protectores de rayos ultravioleta y retardadores de la vulcanización.

Desde el descubrimiento del ácido acetilsalicílico o aspirina, ha sido el analgésico de uso general más empleado, siendo también ingrediente de diversos productos químicos farmacéuticos.

La elaboración del ácido acetilsalicílico en México se inició en 1960 ; actualmente lo producen dos compañías, que en conjunto tienen una capacidad instalada de 1,200 toneladas anuales ( Dow Química Mexicana y Salicilatos de México, S. A. ).

La información disponible del consumo histórico de estos dos productos, que se muestra en la tabla IV.13 y IV.14, incluye únicamente el período 1965 - 1971, por lo que las proyecciones de la demanda de ambos se hicieron con base en los datos del ácido acetilsalicílico ( apéndice B ) y su equivalente en ácido salicílico ( mostradas en la tabla IV.15 ) no son confiables, pero para el alcance del estudio pueden resultar satisfactorios.

TABLA IV.13  
SERIE HISTORICA DEL ACIDO SALICILICO  
( Toneladas )

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	560	11	--	571
1966	535	37	--	572
1967	670	43	--	713
1968	640	30	--	670
1969	678	113	--	791
1970	942	127	--	1,069
1971	1,055	113	--	1,168

Tasa de crecimiento : 12.67 % anual.

TABLA IV.14  
SERIE HISTORICA DEL ACIDO ACETILSALICILICO  
( Toneladas )

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	599	--	--	599
1966	597	--	--	597
1967	730	--	--	730
1968	744	--	--	744
1969	840	--	--	840
1970	1,106	--	--	1,106
1971	1,242	--	--	1,242

Tasa de crecimiento : 12.92 % anual.

TABLA IV.15  
PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE LOS ACIDOS SALICILICO Y ACETILSALICILICO  
( Toneladas )

Año	Acido Salicilico	Acido Acetilsalicilico
1975	1361	1,601
1976	1454	1,710
1977	1546	1,819
1978	1640	1,929
1979	1732	2,038
1980	1825	2,147
1981	1918	2,256
1982	2010	2,365

## H. PLAGUICIDAS.

Como ya se mencionó al principio de este capítulo, algunos de los herbicidas e insecticidas de más importancia se derivan del fenol por lo que en este inciso haremos una breve descripción de ellos y de su mercado en el país.

En primer lugar mencionaremos a los ácidos 2,4 diclorofenoxiacético ( 2,4 D ) y 2,4,5 triclorofenoxiacético ( 2,4,5 T ) ( aunque este último no se deriva directamente del fenol, como se verá posteriormente ), genéricamente denominados herbicidas clorofenoxi, que son los herbicidas orgánicos de mayor producción mundial. Estos herbicidas de tipo hormonal se cree que interfieren en el crecimiento y desarrollo de las plantas al afectar la división celular, reservas de alimento y respiración ; generalmente, la acción de estos productos es selectiva, no son tóxicos para los mamíferos, son muy potentes y resultan comparativamente muy económicos ( en EE. UU. se obtiene control a un costo aproximado de 4 pesos por acre ).

El 2,4 D el más importante de estos productos, y se obtiene de la reacción del ácido monocloro acético con la sal de sodio del 2,4 diclorofenol ( derivado clorado del fenol ); se produce en México desde 1966 por el único productor actual, Polaquimia, S. A., que tiene instalada una capacidad de 3,100 toneladas anuales ( que incluye 2,4,5 T y pentacloro fenol ). El 2,4,5-T se prepara en forma similar, haciendo reaccionar al ácido monocloro acético con la sal sódica del 2,4,5 tricloro fenol, que a diferencia de su homólogo, se obtiene del 1,2,4,5 tetraclorobenceno, que es un derivado clorado del benceno ; por esta razón no se considera su mercado en

este estudio que además es de mucho menor importancia que el del 2,4 D. El consumo del ácido 2,4 diclorofenoxiacético ha crecido al 12.86 % anual durante el período 1966 - 1974 (Tabla IV.16), esperándose que durante los próximos 8 años su crecimiento promedie un 11.62% anual (Tabla IV.17), de acuerdo con la proyección matemática de la demanda, presentada en el apéndice B. Por otra parte, se estima que la capacidad instalada de Polaquímia, S. A., para la elaboración de éste producto sea aproximadamente de 2,300 toneladas anuales con la cuál se espera que se satisfagan las necesidades del mercado hasta 1979.

TABLA IV.16  
SERIE HISTORICA DEL ACIDO 2, 4 DICLORO FENOXIACETICO  
(Toneladas)

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	--	155	--	155
1966	418	15	--	433
1967	750	--	--	750
1968	545	--	--	545
1969	805	--	--	805
1970	850	--	--	850
1971	866	--	--	866
1972	900	--	--	900
1973	1,240	145	--	1,385
1974	1,140	--	--	1,140



QUÍMICA

TABLA IV.17  
 PROYECCION DE LA DEMANDA DEL AC.2,4 DICLOROFENOXIACETICO  
 ( Toneladas )

Año	Demanda
1975	1,437
1976	1,605
1977	1,792
1978	2,000
1979	2,232
1980	2,491
1981	2,780
1982	3,102

El pentaclorofenol es un derivado de menor importancia, que además de su uso como preservador de la madera, se utiliza como fungicida en pinturas y como herbicida. En México lo elabora Polaquímia, S. A., desde 1967. En el estudio de los insecticidas derivados del fenol, se encontró que Guanos y Fertilizantes, S. A., obtuvo un permiso para elaborar parationes a partir del fenol.

Los parationes ( etflico y metflico ), son insecticidas órganofosfatados derivados del para - nitrofenol, que generalmente se obtiene del para - nitroclorobenceno, obtenido a su vez del benceno ; por otra parte no se tiene noticia de ningún proceso comercial que utilice como materia prima fenol para la producción de estos insecticidas, y menos aún el de Stauffer Chemical ; por último, al realizarse una investigación de las empresas que importaron fenol en 1974, Guanos y Fertilizantes no aparece en ésta relación. De lo anterior se deduce que en realidad Guanos y Fertilizantes utiliza clorobenceno como materia prima.



## CAPITULO V.

C I C L O H E X A N O

## A. GENERALIDADES.

La rama del ciclohexano, al igual que la del fenol, es de muy reciente desarrollo en México, debido a que la escasez de benceno provocó un retraso en la integración planeada por PEMEX, lo que trajo como consecuencia la importación de grandes volúmenes de caprolactama, su principal derivado, hasta 1972, año en que se regularizó la producción de ciclohexano y por consiguiente, la iniciación de la elaboración de caprolactama.

Los E.E.U.U. producen la mayor parte del ciclohexano que se consume en el mundo, ya que las grandes cantidades de benceno derivadas del reformado catalítico ( en contraste con la situación prevaleciente de aromáticos derivados del carbón en Europa ), hacen que se disponga de benceno, y por otra parte de hidrógeno, a precios que permiten la oferta de ciclohexano a un precio ligeramente mayor que el del benceno en el mercado internacional.

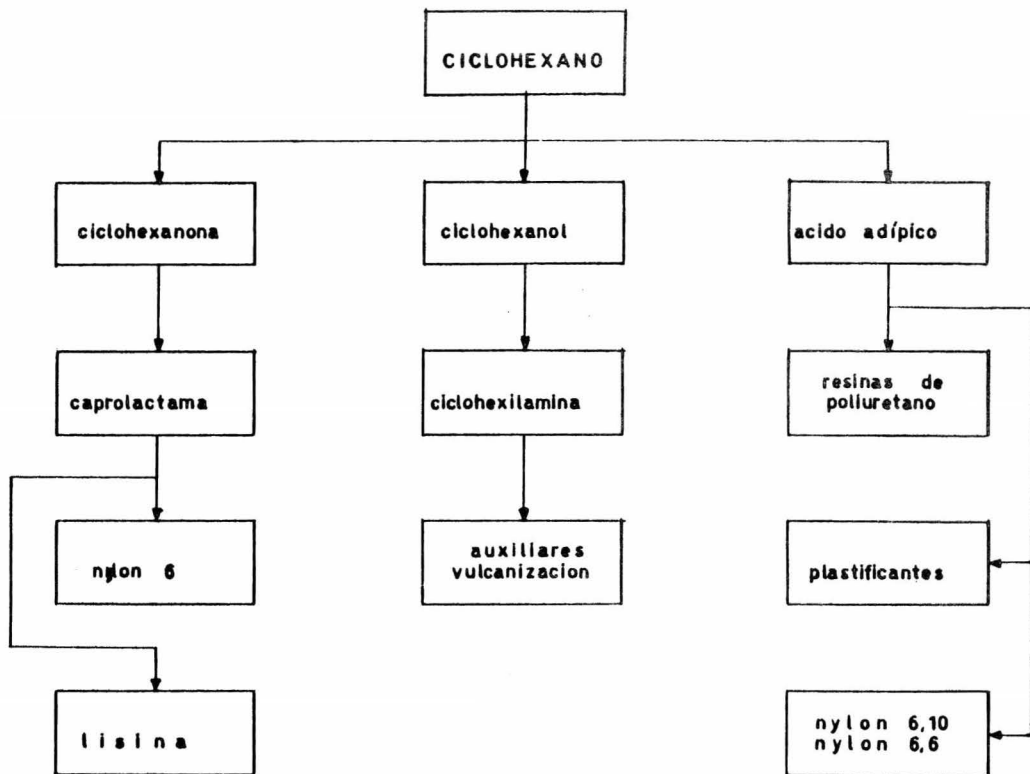
El ciclohexano es un producto importante, porque es el punto de partida para la elaboración de los nylons ( poliamidas ) más importantes, ya que es materia prima para la caprolactama, que puede obtenerse también a partir de tolueno, del ácido adípico y de la hexametildiamina. El diagrama de flujo de los derivados del ciclohexano se muestra en la figura V.1.

## B. OBTENCION.

La mayor parte del ciclohexano se obtiene comercialmente mediante la hidrogenación catalítica del benceno, que generalmente se lleva a cabo en fase líquida; sin embargo, Du Pont utiliza un proceso de hidrogenación en fase vapor ;

DERIVADOS DEL CICLOHEXANO

Fig. 5.1



en ambos casos, el rendimiento es muy cercano al estequiométrico.

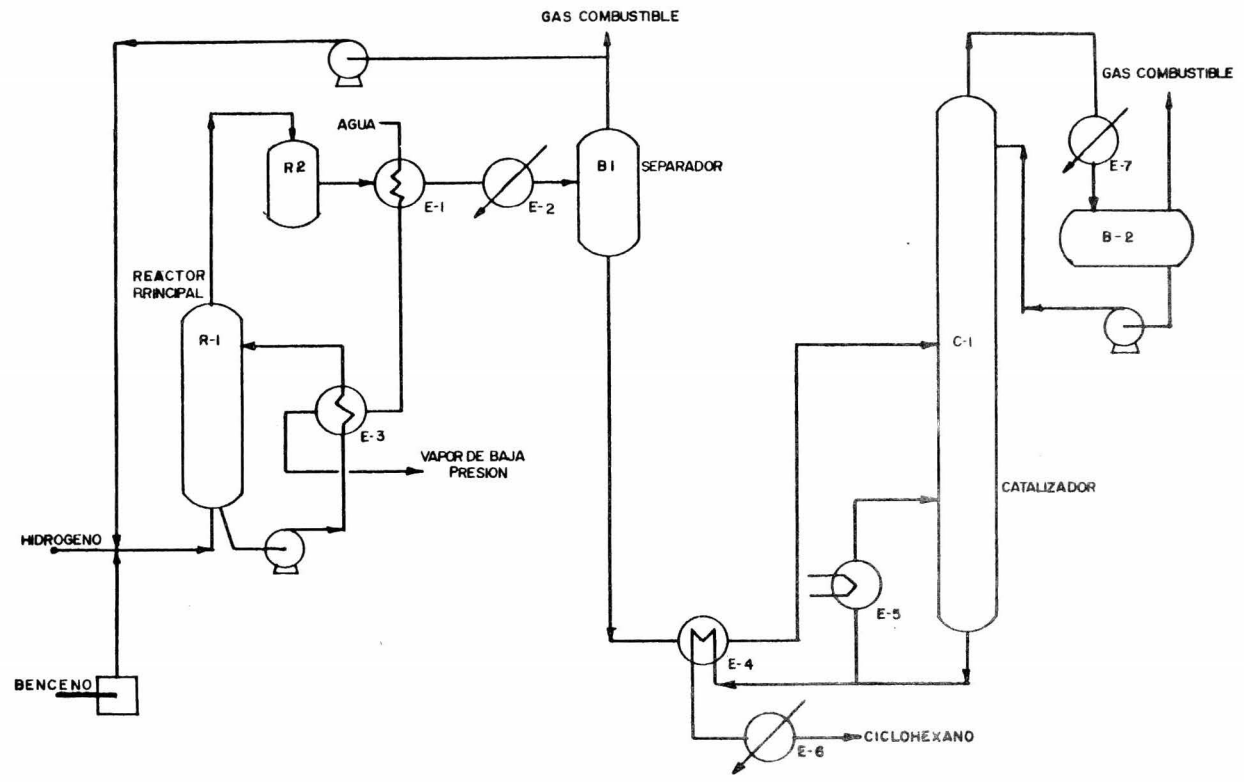
La ventaja del proceso en fase vapor, es que no requiere de una separación del níquel suspendido en la corriente de salida del reactor, pero por otra parte, requiere de un equipo más grande, en particular el reactor, con su correspondiente inventario de catalizador. El proceso en fase líquida se lleva a cabo a una presión de 300 psig, mientras que en base vapor solamente a 10 psig; esto, sin embargo, pocas veces representa una ventaja, ya que la mayor parte del ciclohexano que se produce en el mundo utiliza el hidrógeno de la corriente de salida del reformado, que se encuentra disponible a 250-300 psig.

La reacción de hidrogenación es exotérmica y, por otro lado, la conversión es favorecida a bajas temperaturas, por lo que el calor de reacción debe ser controlado, ya que a temperaturas mayores de 275°C se obtienen productos con un alto contenido de benceno, que es muy difícil de separar posteriormente.

En la figura V.2 se presenta el diagrama de flujo del proceso desarrollado por el Instituto Francés del Petróleo que ha tenido una gran aceptación comercial, ya que aunque requiere una mayor inversión que otros, tiene un menor requerimiento de servicios, por lo que es muy ventajoso a altas capacidades. Este proceso emplea dos reactores en serie : el primero que opera en fase líquida y el segundo en fase vapor, en donde se completa la reacción.

Otra fuente importante de ciclohexano, es la gasolina natural ( que usualmente contiene 5-15 % de ciclohexano ). El ciclohexano se separa de la mezcla de hidrocarburos mediante destilación fraccionada, obteniéndose un material con 85 % de pureza que se usa generalmente como solvente para la producción

Figura V.2: OBTENCION DEL CICLOHEXANO (PROCESO IFP)



de polietileno de presión media, ya que al no poder separarse completamente de otros hidrocarburos de punto de ebullición similar, no cumple con los requerimientos para la producción de caprolactama.

#### C. SITUACION NACIONAL.

La producción de ciclohexano en el país se inició en 1967 por Petróleos Mexicanos. Actualmente se tiene instalada una planta en Minatitlán, Ver., con una capacidad de 85,000 toneladas anuales, con la que se podrá cubrir la demanda nacional hasta 1980; esta unidad utiliza el proceso desarrollado por el I.F.P., descrito anteriormente. La operación de esta planta ha sido muy irregular y a un porcentaje mínimo de su capacidad, ya que la disponibilidad de benceno para producir el ciclohexano requerido para la caprolactama no era suficiente. De acuerdo con los datos históricos presentados en la tabla V.1, se puede decir que el consumo de este producto se inició a partir de 1972, al empezarse a producir la caprolactama, ya que anteriormente se utilizaba como solvente en algunas aplicaciones cuyos requerimientos son mínimos en términos de ciclohexano.

TABLA V.1  
SERIE HISTORICA DEL CICLOHEXANO  
( Toneladas )

	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	--	--	--	--
1966	--	--	--	--
1967	--	326	--	326
1968	741	2,131	--	2,872
1969	1,940	11	--	1,951
1970	360	--	--	360
1971	1,340	28	--	1,368
1972	4,578	354	--	5,112
1973	27,791	2,139	--	29,930
1974	42,203	683	--	42,886

De acuerdo con el análisis de las subramas del ciclohexano, presentado en este capítulo, se prevé que en el período de 1975-1982, la demanda de ciclohexano estará regida principalmente por la producción de caprolactama, y en menor grado por su uso como solvente en la elaboración de aceites y resinas.

En la tabla V.1, se presenta la proyección de la demanda de ciclohexano basada en el estudio de caprolactama que se presente en el inciso D y la proyección de su consumo como solvente elaborada en el apéndice B. Se asumió que se requieren 1.06 toneladas de ciclohexano por tonelada de caprolactama.

TABLA V.2  
PROYECCION DE LA DEMANDA POR USOS DEL CICLOHEXANO  
( Toneladas )

Año	Caprolactama	Otros ( 1 )	Demanda
1975	46,910	3,620	50,530
1976	48,660	4,000	52,660
1977	52,960	4,380	57,340
1978	59,270	4,750	64,020
1979	67,140	5,120	72,260
1980	75,880	5,490	81,370
1981	86,380	5,860	92,280
1982	88,130	6,230	94,360

( 1 ) Solventes.

#### D. CAPROLACTAMA.

La producción de la epsilon-caprolactama como monómero del nylon 6 en un país, indica un avance en la independencia económica del extranjero, debido a la creciente demanda que ha tenido en los últimos años esta fibra sintética.

Existe una gran variedad de procesos comerciales para la obtención industrial de caprolactama, teniendo la mayor parte de ellos como materia prima al ciclohexano. La ruta clásica para la elaboración de caprolactama utiliza como producto intermedio la ciclohexanona que se obtiene al oxidar en primer lugar el ciclohexano a una mezcla de ciclohexanona-ciclohexanol, denominada comúnmente "aceite K-A", que posteriormente se deshidrogena. La caprolactama se obtiene finalmente al oximar la ciclohexanona con sulfato de hidroxilamina, obteniéndose como subproducto el sulfato de amonio grado fertilizante. Los procesos desarrollados por el Instituto Francés del Petróleo y por Scientific Design, que utilizan básicamente la ruta clásica, han logrado sobresalir recientemente por el rendimiento que se obtiene en ellos (aproximadamente 90%), lo que ejerce un efecto considerable sobre la economía del nylon.

El consumo de caprolactama en México, ha crecido al 15.33% promedio anual en el período 1965 - 1974, llegando a 35,733 toneladas en 1974. A pesar de que el consumo de este producto había justificado el montaje de una planta, no fué hasta 1972 cuando se inició su producción por parte de Univex, S. A., que actualmente tiene instalada una capacidad de 40,000 toneladas anuales en Salamanca, Gto., y proyecta una ampliación de 50,000 toneladas más que se estima entrará en operación en 1980.

TABLA V.3  
SERIE HISTORICA DE CAPROLACTAMA  
( Toneladas )

	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	--	9,898	--	9,898
1966	--	11,380	--	11,380
1967	--	15,060	--	15,060
1968	--	15,236	--	15,236
1969	--	20,297	--	20,297
1970	--	25,150	--	25,150
1971	--	24,239	--	24,239
1972	3,000	26,189	--	29,189
1973	25,910	2,536	--	28,446
1974	31,400	4,333	--	35,733

A continuación se muestra una tabla comparativa de la proyección matemática del consumo aparente de la caprolactama y la demanda estimada en base a la proyección del nylon 6, obtenidas en el apéndice B ; como se observa, ambas proyecciones concuerdan bastante bien.

TABLA V.4  
PROYECCIONES DE LA DEMANDA DE  
CAPROLACTAMA  
( Toneladas )

Año	Matemática	Por nylon 6
1975	38,458	38,785
1976	42,917	43,518
1977	47,945	48,830
1978	53,612	54,791
1979	59,991	61,478
1980	67,154	68,982
1981	75,172	77,402
1982	84,116	86,849



De acuerdo con la proyección con base en el nylon 6 y estimando que Univex arranque su ampliación de 50,000 toneladas anuales en 1980, se obtiene el siguiente Balance en el que se observa que habrá déficit importante en 1978 y 1979, por lo que se podría arrancar la planta en el segundo trimestre de 1979.

TABLA V.5  
Balance Oferta - Demanda de Caprolactama  
( Toneladas )

Año	Oferta	Demanda	Balance
1975	38,785	38,785	--
1976	40,000	43,518	- 3,518
1977	40,000	48,830	- 8,830
1978	40,000	54,791	- 14,791
1979	40,000	61,478	- 21,478
1980	70,000	68,982	+ 1,018
1981	80,000	77,402	+ 2,598
1982	90,000	86,849	+ 3,151

El polímero de la caprolactama o nylon 6, es el producto históricamente más importante de la rama del ciclohexano. Este polímero se emplea en su mayor parte para elaborar fibras poliamídicas, y una pequeña parte se destina a los plásticos.

El éxito que han logrado las fibras de nylon, se debe principalmente a su elasticidad, alta resistencia a la tensión y a la abrasión. Los usos finales de la fibra de nylon 6, que es la única de las poliamídicas que se produce en el país, se pueden desglosar como sigue :

Uso	%
Textiles	32
Cuerda para llanta	30
Alfombras y recubrimientos	27
Industrial	8
Otros	3
<b>T o t a l</b>	<b>100</b>

El mercado de policaprolactama, es cubierto actualmente por 5 productores que, de acuerdo con los permisos petroquímicos, tienen una capacidad autorizada de 45,580 toneladas anuales, que incluyen un proyecto de ampliación en etapa de construcción a la planta de Nylon de México; En la tabla V.6 se muestra una relación de las plantas existentes y en proyecto, capacidades autorizadas y localización.

TABLE V.6  
PRODUCTORES DE POLICAPROLACTAMA ( NYLON 6 )  
Capacidad autorizada

E M P R E S A	Capacidad autorizada		Localización
	Instalada ( T/A )	Proyecto ( T/A )	
Celanese Mexicana, S. A.	9,900	--	Ocotlán, Jal.
Celanese Mexicana, S. A.	6,180	--	Toluca, Mex.
Fibras Químicas, S. A.	15,000	--	Monterrey, N.L.
Nylon de México, S. A.	6,400	--	La Leona, N. L.
Nylon de México, S. A.	--	1,600	La Leona, N. L.
Fibras Sintéticas, S. A.	4,000	--	México, D. F.
Kimex, S. A.	2,500	--	Tlalnepantla, Mex.
<b>T O T A L</b>	<b>43,980</b>	<b>1,600</b>	

El consumo aparente de policaprolactama ha tenido un crecimiento promedio del 12.77 % anual en el período 1965 - 1974 ; a continuación se muestran la serie histórica y el balance oferta demanda de éste producto ; en éste último se observa que si no se aumenta la capacidad de producción se tendrá déficit desde 1978, el cuál podría llegar a ser el 42% de la demanda en 1982.

TABLA V.7  
SERIE HISTORICA DE POLICAPROLACTAMA  
( Toneladas )

	Producción	Importación	Exportación	Consumo Aparente
1965	11,105	94	--	11,199
1966	12,945	368	100	13,213
1967	13,690	111	202	13,599
1968	13,851	113	213	13,751
1969	18,452	38	243	18,247
1970	22,863	252	229	22,886
1971	20,666	643	191	21,118
1972	26,522	41	1,043	25,890
1973	25,860	32	629	25,263
1974	32,484	538	--	33,022

TABLA V.8  
BALANCE OFERTA - DEMANDA DE POLICAPROLACTAMA  
( Toneladas )

	Oferta	Demanda	Balance
1975	35,259	35,259	--
1976	39,562	39,562	--
1977	44,391	44,391	--
1978	45,580	49,810	- 4,230
1979	45,580	55,889	- 10,309
1980	45,580	62,711	- 17,131
1981	45,580	70,365	- 24,785
1982	45,580	78,954	- 33,374

#### E. ACIDO ADIPICO.

La oxidación de la mezcla ciclohexanona - ciclohexanol, obtenida de la oxidación del ciclohexano, produce ácido adípico con rendimientos sobre el 90 %. Los principales derivados finales de este producto son : el nylon 66, ésteres para plastificantes y lubricantes sintéticos, resinas de poliuretano y el nylon 6,10.

El consumo más importante del ácido adípico es en la elaboración de nylon 6,6 ; para lo cuál es convertido en adiponitrilo, que posteriormente se hidro

gena catalíticamente para dar hexametilén diamina que finalmente reacciona con ácido adípico formando una sal que se polimeriza, produciendo el nylon 6,6.

El consumo del ácido adípico ha sido muy pequeño ( tabla IV.8 ) y su demanda ha sido cubierta a base de importaciones; de acuerdo con la proyección de su demanda no se justifica su producción a corto plazo. La tasa de crecimiento promedio en el período 1966 - 1974 ha sido del 34.71 % anual y se espera que en el período 1974 - 1982 crezca a una tasa promedio del 26.66 % anual.

La razón fundamental por la que ha sido bajo el consumo de ácido adípico es que en México el nylon 6 ha cubierto todas las aplicaciones del nylon 6,6, ya que entre uno y otro las diferencias son pequeñas y se pueden considerar sustituibles en todas sus aplicaciones, por lo que no es probable que se produzca en el futuro.

TABLA IV.8  
IMPORTACIONES DE ACIDO ADIPICO  
( Toneladas )

Año	Importación
1965	40
1966	117
1967	110
1968	278
1969	298
1970	384
1971	580
1972	599
1973	983
1974	1,269

En México el ácido adípico se ha destinado principalmente a la elaboración de plastificantes y en menor grado a la de poliésteres; es de resaltar que la producción nacional de plastificantes derivados del ácido adípico cubren prácticamente todo el mercado interno.

Los plastificantes monoméricos del ácido adípico pueden ser usados en lugar de los derivados del anhídrido ftálico, impartiendo mayor flexibilidad a los compuestos vinílicos, pero con la desventaja de ser más volátiles que los ftalatos correspondientes.

#### F. CICLOHEXANOL.

La subrama del ciclohexanol es la de menor importancia, ya que sus usos principales son como solvente y para la elaboración de ciclohexilamina, empleada para elaborar aceleradores de hule tal como la n-ciclohexilbenzotiazol ( 2 - sulfenamida ) ciclamatos e inhibidores de la corrosión. La ciclohexilamina se hacía tradicionalmente por hidrogenación de la anilina ; actualmente, los productores de aminas alifáticas operan plantas flexibles que pueden producir muchas aminas diferentes por la interacción de amoníaco y los alcoholes respectivos ; de esta forma, el ciclohexanol se usa como punto de partida, con la ventaja de que los rendimientos son mejores que usando anilina. En México no se produce, ya que su consumo está limitado a la elaboración de aceleradores de la vulcanización ( existen 2 productores : Cyanaquim, S. A. de C. V., y Química Orgánica de México S. A. ) , como solvente y además se emplea por 2 compañías ( Henkel Onyx Mex, S. A. y Nacional de Resinas, S. A. ) para elaborar ftalato de deciclohexilo, que es un plastificante.

## CAPITULO VI.

OTROS DERIVADOS

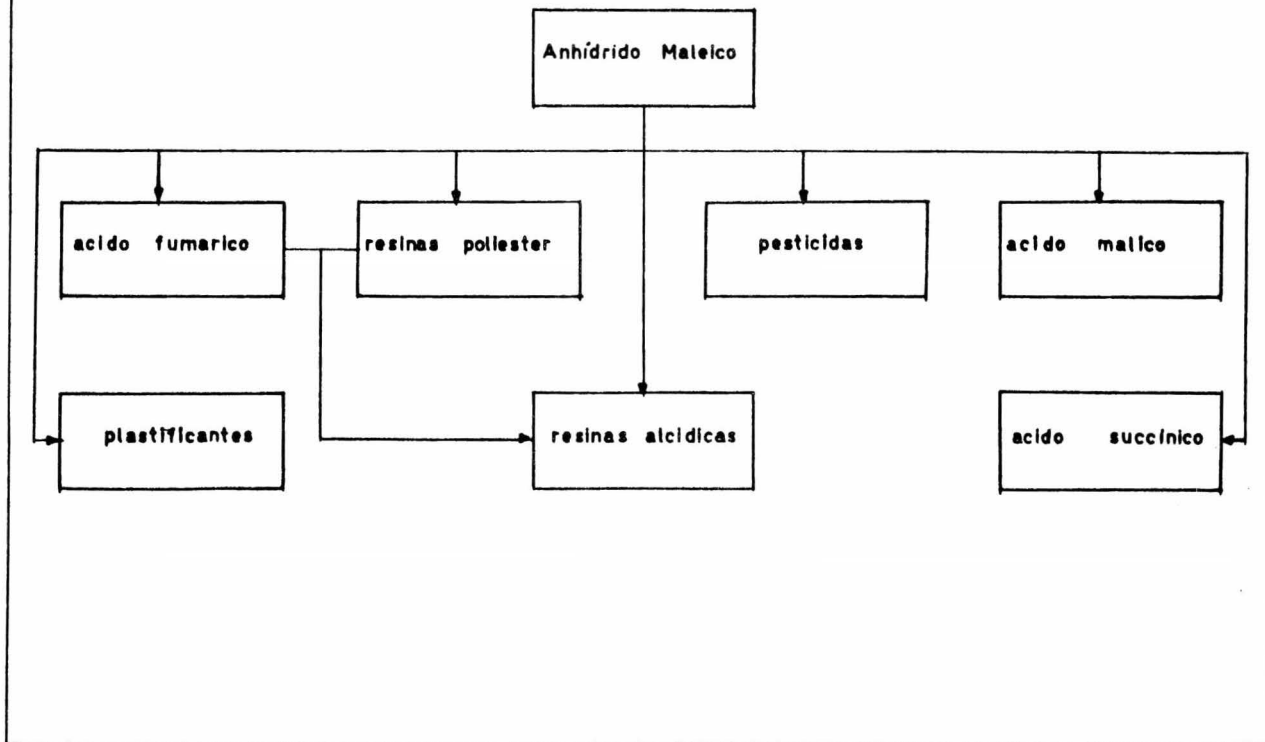
## A. ANHIDRIDO MALEICO.

El anhídrido maleico es uno de los productos que han provocado un gran incremento en la demanda de benceno en los últimos años, debido al alto requerimiento de esta materia prima para su elaboración ( se obtienen de 0.7 a 0.82 toneladas de anhídrido por cada tonelada de benceno procesado ). Los butenos normales, representan una segunda fuente de este producto ; sin embargo ésta vía presenta una serie de factores que lo hacen económicamente in costeable comparado con el proceso vía benceno, exceptuándose algunos países de Europa y Japón, donde la disponibilidad de  $C_4$  'S es mayor que la de benceno.

El proceso de oxidación catalítica de benceno en fase vapor se utiliza para producir todo el anhídrido maléico en E.E.U.U. y la mayor parte del mundo, debido principalmente al menor costo de materia prima. En la figura VI.2 se muestra un diagrama de flujo simplificado del proceso desarrollado por Scientific Design , en el cual el aire se mezcla con benceno y se envía a un reactor catalítico de cama fija ( el catalizador utilizado es básicamente pentóxido de vanadio ), posteriormente se pasa a un enfriador donde la temperatura de los gases calientes está controlada ; el producto obtenido se pasa a través de una torre lavadora en donde el anhídrido maleico es absorbido en agua y por consiguiente convertido en ácido, que posteriormente se vuelve a deshidratar y por último se envía a un sistema de destilación discontinuo para su purificación final.

DERIVADOS DEL ANHÍDRIDO MALEICO

Fig. XI .1



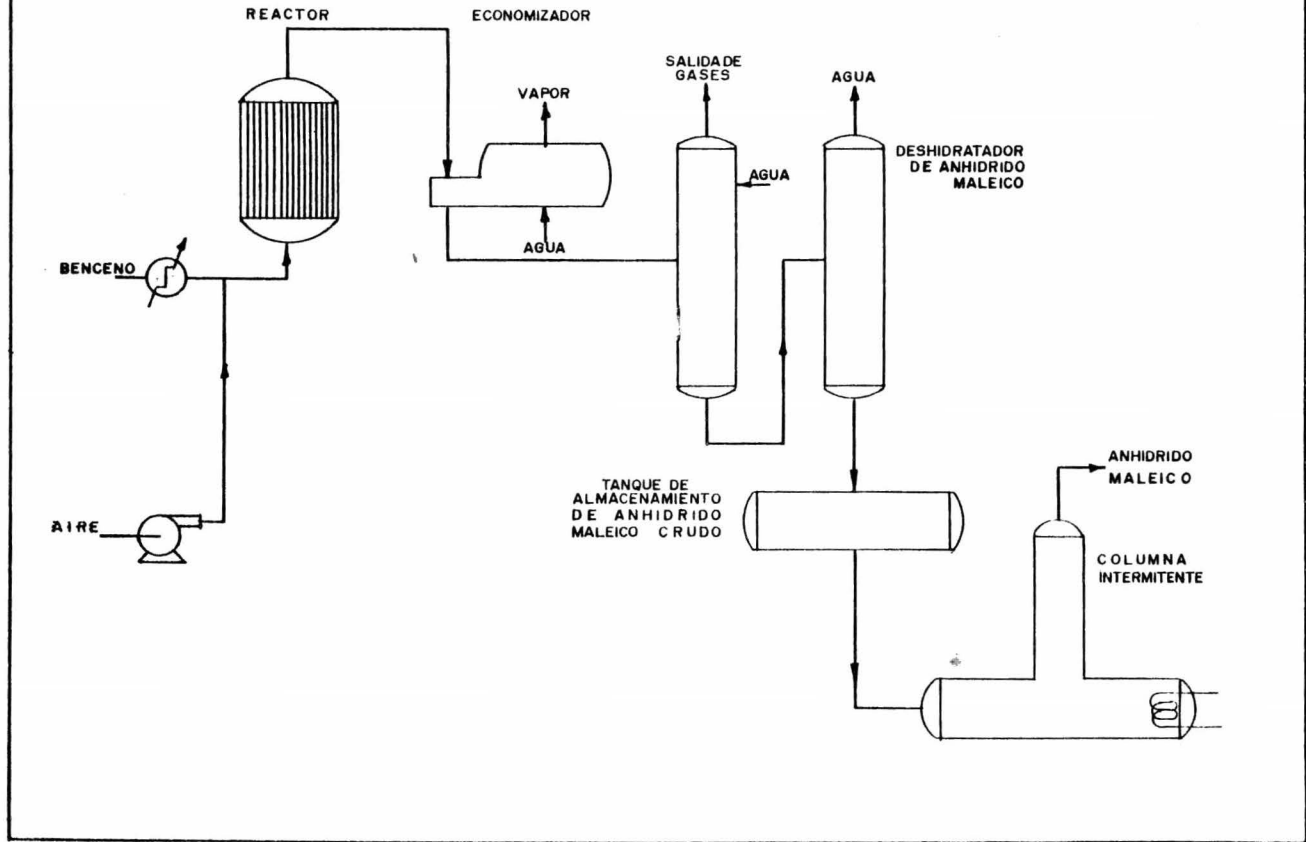
El anhídrido maleico se utiliza para la elaboración de resinas poliéster insaturadas, productos agroquímicos, ácido fumárico, resinas alquílicas y otros productos, que debido a su poca importancia, existe muy poca información de su consumo aparente, por lo cual el análisis de ésta subrama no se ha elaborado como en la de otros productos.

Las resinas políester para las cuales se utiliza el anhídrido maleico son las insaturadas, que se hacen con glicoles y ácidos dicarboxílicos insaturados y finalmente reticulados con monómeros vinílicos como el estireno ó el vinil tolueno. El análisis de mercado de las resinas poliéster insaturadas ha sido ya presentado en el Capítulo III, por lo que sólo mencionaremos que el anhídrido maléico es el anhídrido insaturado que se usa más frecuentemente en la elaboración de éstos productos.

El ácido fumárico se obtiene mediante la isomerización catalítica del ácido maleico a su isómero trans. La principal ventaja para los productores de anhídrido maleico de producir ácido fumárico, es que el ácido maleico recuperado por absorción en agua puede convertirse en un producto comercial, eliminando así la deshidratación a anhídrido, paso que disminuye mucho el rendimiento del proceso. La principal aplicación del ácido fumárico es como acidulante alimenticio y en la elaboración de resinas poliéster, teniendo algunas ventajas sobre el anhídrido maleico en esta última, tales como menor costo e imparte mejor resistencia química y al calor a las resinas; por otra parte los plastificantes derivados del ácido fumárico en contraste con los maleatos, no son tóxicos, por lo que pueden usarse en emulsiones de acetato de vinilo que vayan a estar en contacto con alimentos.



FIGURA VI.2: OBTENCION DEL ANHIDRIDO MALEICO



Existen tres productores en México de ácido fumárico, que tienen en conjunto una capacidad autorizada de 1970 toneladas anuales ; ellos son : Compañía Nacional de Industrias, S. A. ( 1,000 T/A ), Hexaquímica, S. A. ( 720 T/A ) y Derivados Maleicos, S. A. ( 250 T/A ). Los datos de producción no están reportados en la literatura y las importaciones no son significativas, por lo que no es posible la estimación del mercado en el futuro, aunque se piensa que en un período a mediano plazo ( 1982 ), la demanda será cubierta por los actuales productores.

Otra aplicación importante del anhídrido maleico es en la agroquímica, un sector importante y de reciente gran impulso en nuestro país. Los productos de este grupo derivados del anhídrido maleico son :

**MALATION.** ( O,O dimetil fosforaditioato del dietil mercapto succinato ) que es hecho a partir del ácido dimetil ditiofosfórico y el maleato de dietilo ( obtenido del anhídrido maléico y del etanol ). Este producto, debido a su baja toxicidad y a la gran variedad de insectos que controla, tiene un mayor rango de aplicaciones que los demás insecticidas organofosfatados. Química Lucava, S. A. es la única empresa productora de malatión en México con una capacidad autorizada de 300 toneladas anuales, con la que ha cubierto casi totalmente la demanda de éste producto .

**HIDRAZINA MALEICA.** Este producto manufacturado mediante la condensación del anhídrido maléico con sulfato de hidrazina y frecuentemente formulado con alguna sal de la dietanolamina , su aplicación más importante es como herbicida.

CAPTAN. ( N- triclórometilto -4- ciclohexeno - 1,2 - dicarboximida ), se produce por la reacción de butadieno con anhídrido maleico para formar el anhídrido tetrahidroftálico, que posteriormente reacciona con amoníaco para formar la tetrahidroftalimida, que finalmente se hace reaccionar con perclorometil mercaptano en presencia de hidróxido de sodio para obtener el captan ; este producto se utiliza en el tratamiento del algodón y como fungicida en una amplia variedad de frutos .

ENDOTAL. ( Sal disódica del ácido dicarboxílico 7- oxabicyclo ( 2.2.1 ) heptano -2,3 ), este herbicida se elabora por medio de la saponificación del producto de la condensación del furano con anhídrido maleico .

Estos tres últimos productos tienen un mercado muy pequeño en México y su demanda es cubierta con importaciones .

Las resinas alclídicas que se utilizan principalmente como recubrimientos, se obtienen ácidos ó anhídridos polibásicos, alcoholes polihídricos, tales como la glicerina, y pentaeritritol. El componente polibásico más usado es el anhídrido ftálico y en mucho menor grado el anhídrido maleico .

En la tabla VI.I se presenta la serie histórica de las resinas alclídicas; sin embargo, no existe información del consumo de anhídrido maleico en la producción de estos productos ; por esta razón y el hecho de que son sustituibles los anhídridos ftálico y maleico, no puede elaborarse una proyección de dicho consumo. A continuación se enlistan las compañías elaboradoras de resinas alclídicas :

Admex, S. A.  
 Compañía Industrial Química, S. A.  
 Canamex, S. A.  
 Devoe de México, S. A.  
 Egon Meyer, S. A.  
 ICI de México, S. A.  
 Industria Química Delgar, S. A.  
 Industrias Oleoquímicas, S. A.  
 Industrias Químicas Synres, S. A.  
 Mobil Atlas, S. A. de C. V.  
 Pinturas Euzkadi, S. A.  
 Polímeros y Productos Químicos, S. A.  
 Reichhold Química de México, S. A.  
 Resinas Sintéticas, S. A.

TABLA VI.I  
 SERIE HISTORICA DE LAS RESINAS ALCIDICAS  
 ( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	4,300	40	-	4,340
1966	6,080	27	4	6,103
1967	6,870	584	8	7,446
1968	7,557	408	2	7,963
1969	8,500	163	-	8,663
1970	9,100	299	4	9,395
1971	10,000	323	2	10,321
1972	11,500	478	2	11,976
1973	12,200	451	3	12,648
1974	13,328	398	-	13,726

Otros usos menores del anhídrido maleico son : el ácido málico, que se obtiene mediante la hidratación catalítica del anhídrido maleico con vapor ; la única aplicación de este producto es como alidulante alimenticio y se produce en México por Derivados Maleicos, S. A. con una capacidad instalada de 1,500 toneladas anuales ; en la elaboración de plastificantes ( ej. maleato de dibutilo ), y en la de aceites lubricantes.

El consumo aparente del anhídrido maleico ha promediado un crecimiento del 24.55 % anual en el período 1965 - 1974, como se muestra en la tabla VI.2, llegando a 3,644 toneladas en 1974. Derivados Maleicos, S. A., es la única compañía de las tres que han obtenido permiso petroquímico, que produce el anhídrido maleico ( desde 1972 ), debido a que ha cubierto la demanda nacional de este producto en los dos últimos años del período mencionado. En la tabla VI.3 se muestran las características de los permisos otorgados para la elaboración de este producto.

TABLA VI.2  
SERIE HISTORICA DEL ANHIDRIDO MALEICO  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	-	505	-	505
1966	-	878	-	878
1967	-	1,142	-	1,142
1968	-	1,401	-	1,401
1969	-	1,383	-	1,383
1970	-	1,933	-	1,933
1971	-	1,825	-	1,826
1972	250	1,331	-	1,581
1973	2,500	15	-	2,515
1974	5,487	-	1,843	3,644

TABLA VI.3  
CAPACIDADES AUTORIZADAS DE ANHIDRIDO MALEICO

<u>Compañía</u>	<u>Capacidad Autorizada</u> ( T/A )	<u>Localización</u>
Derivados Maleicos, S. A.	10,000	Puebla, Pue.
Industria Química Delgar, S.A.	2,200	San Luis Potosí, S.L.P.
Lugatorm, S. A.	<u>2,150</u>	Tepetzotlán, Mex.
T O T A L	14,350	

De acuerdo con la proyección hecha a partir de los datos históricos de consumo, presentada en la tabla VI.4, y asumiendo que los 2 proyectos existentes arranquen cuando el mercado así lo requiera, la demanda será satisfecha con producción nacional hasta 1981.

TABLA VI.4  
PROYECCION DE LA DEMANDA DE ANHIDRIDO MALEICO  
( Toneladas )

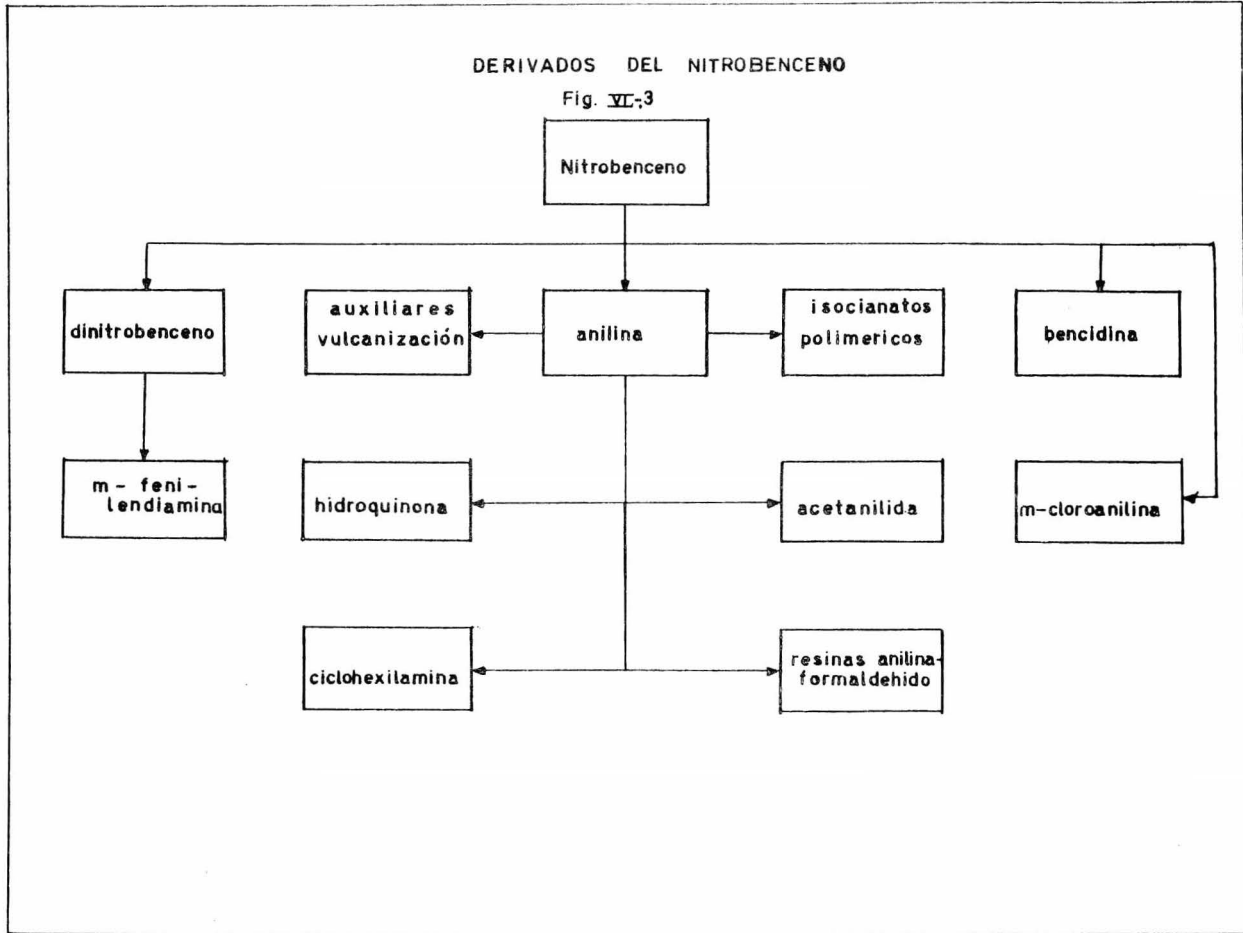
<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	4,538
1976	5,523
1977	6,721
1978	8,178
1979	9,952
1980	12,111
1981	14,738
1982	17,934

#### B. NITROBENCENO.

La rama del nitrobenzeno deriva su importancia de las diversas aplicaciones de la anilina, ya que la mayor parte del nitrobenzeno que se consume en el mundo, se destina a la elaboración de éste producto y solamente un pequeño porcentaje de este consumo se utiliza : como solvente ( para éteres celulósicos y por sus propiedades selectivas en la industria del petróleo ) y para la elaboración de otros derivados tales como la bencidina y la m-fenilendiamina, usados en la elaboración de numerosos pigmentos y colorantes. y la m-cloro-anilina que es un intermedio en la fabricación de algunos herbicidas. En la figura VI.3 se presenta un diagrama de los productos que integran esta rama.

DERIVADOS DEL NITROBENCENO

Fig. VI:3



El nitrobenzeno se obtiene al hacer reaccionar benceno con una mezcla de ácidos nítrico y sulfúrico, produciendo paralelamente agua, que no requiere ser eliminada, cuando el producto se alimenta a una unidad productiva de anilina, lo que es muy usual, ya que también en la reacción de reducción se produce agua. Cuando se desea obtener nitrobenzeno puro, es necesario un paso de destilación al vacío.

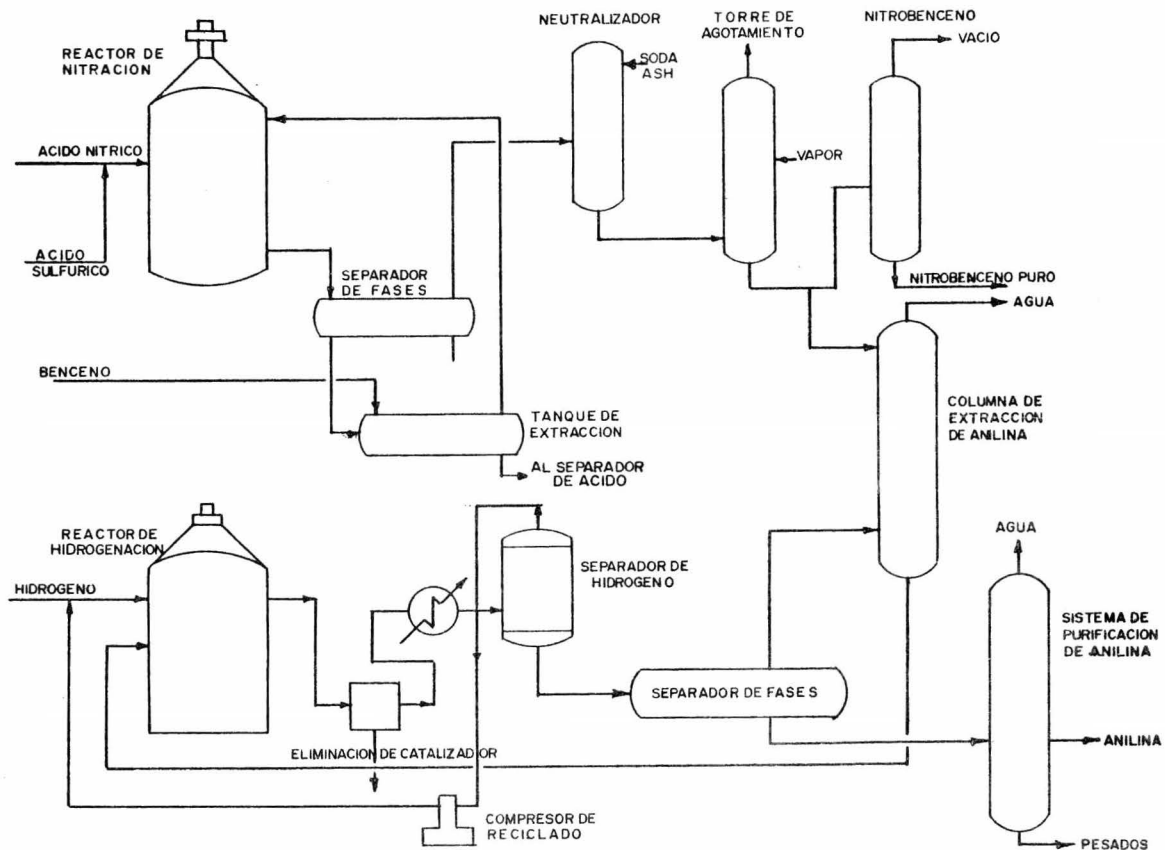
El nitrobenzeno puede ser convertido en anilina mediante una reducción, cuya técnica tradicional se lleva a cabo en fase líquida; el nitrobenzeno se hidrogena bajo presión usando un catalizador de níquel Raney, obteniéndose un rendimiento un poco menor del 98%. En la figura VI.4 se muestra el diagrama de flujo de un complejo integrado nitrobenzeno - anilina, empleando hidrogenación en fase líquida. Anteriormente se obtenía la anilina mediante un proceso de aminólisis de clorobenzeno; sin embargo, ha sido desplazado por no ser comercialmente competitivo con el descrito anteriormente.

Estratégicamente, la anilina es uno de los productos químicos más importantes, ya que de ella se derivan numerosos colorantes, productos farmacéuticos, auxiliares de la vulcanización, antioxidantes que estabilizan toda clase de productos (derivados del petróleo, alimentos para animales, hules, plásticos, etc.), productos fotográficos, etc. Los dos consumos más importantes de la anilina son, en la elaboración de productos químicos auxiliares de la vulcanización y en la de isocianatos poliméricos.

Los productos denominados "auxiliares de la vulcanización", entre los que se encuentran: los aceleradores, antioxidantes, estabilizadores



Figura VI.4: OBTENCIÓN DE NITROBENCENO-ANILINA



y otros, constituyen el mercado históricamente más importante de la anilina.

El mercaptobenzotiazol ( MBT ) y sus derivados, productos que se enlistan a continuación, constituyen el grupo de aceleradores de la vulcanización más importante, comúnmente denominados " aceleradores tiazol " y se derivan de la anilina :

2-mercaptobenzotiazol ( MBT )  
 Disulfuro de benzotiazilo ( MBTS )  
 N-oxidietilen - 2 - benzotiazol sulfenamida  
 N-ciclohexilbenzotiazol - 2 - sulfenamida  
 Terbutilbenzotiazol - 2 - sulfenamida

Los antioxidantes derivados de la anilina , constituyen la mayor parte del consumo de éstos productos, entre los cuales se pueden mencionar como los más importantes la fenil  $\alpha$  naftilamina, la fenil  $\beta$  naftilamina, los productos de condensación de anilina con aldehidos y cetonas, y otros productos derivados de la difenilamina y la hidroquinona que también se usa como revelador fotográfico y que no es un derivado exclusivo de la anilina.

La información de consumo nacional aparente de auxiliares de la vulcanización en la literatura es muy deficiente, por lo que no se ha podido hacer un análisis de su mercado. La oferta está constituida por 5 compañías, que en conjunto tienen una capacidad instalada de 9,456 toneladas anuales (Tabla VI.5), con la que se elaboraron 6,629 toneladas en 1974, cubriendo en volumen totalmente el mercado nacional y se exportó un excedente de 219 toneladas ; a continuación se hace un desglose del consumo aparente de estos productos:

Aceleradores :	% Parcial 100	% Total 51.09
Tipo tiazol	38.87	
Tipo carbamida	21.8	
Tipo sufenamida	18.38	
Tipo tiuramilo	6.9	
Otros aceleradores	14.05	
Antioxidantes :	100	24.4
No manchantes	54.74	
Manchantes	45.26	
Antiozonantes		15.22
Espojantes		6.18
Retardadores :	100	3.21
Manchantes	77.81	
No manchantes	22.19	
	T O T A L	100

TABLA VI. 5  
CAPACIDADES INSTALADAS PARA LA ELABORACION DE AUXILIARES DE LA  
VULCANIZACION

<u>E M P R E S A</u>	<u>Capacidad Instalada</u> ( T/A )
Compañía Química Ameyal, S. A.	1,150
Cyanaquim, S. A. de C. V.	5,906
Micro, S. A.	600
Química Orgánica de México, S. A.	800
Química Heterocíclica Mexicana, S. A.	1,000
T O T A L	9,456

En cuanto a los isocianatos poliméricos, comúnmente denominados polifenilisocianatos de polimetileno ( PMPPi ), utilizados en la elaboración de espumas rígidas de poliuretanos, constituyen también una aplicación muy im -

portante de la anilina. En México, el consumo de estos productos y en particular el difenilmetan -4,4' - diisocianato ( MDI ), constituyen un importante mercado potencial para la anilina, ya que ninguno de ellos se produce actualmente en el país.

El consumo nacional aparente de MDI que, como ya se mencionó, se destina principalmente a la elaboración de espumas rígidas de poliuretano y en menor cantidad en la de resinas termoplásticas, gomas y algunas fibras, se ha satisfecho exclusivamente con importaciones ( Tabla VI.6 ), mismas que en el año de 1974 alcanzaron aproximadamente el valor de 21 millones de pesos. En la tabla VI.7 se muestra la proyección de la demanda para el periodo 1975 - 1982, que se espera tendrá un crecimiento promedio anual del 29.55%.

TABLA VI.6  
IMPORTACIONES DEL DIFENILMETAN 4-4' DIISOCIANATO ( MDI )  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Importación</u>
1967	5
1968	12
1969	80
1970	187
1971	220
1972	493
1973	880
1974	1,328

**TABLA VI.7**  
**PROYECCION DE LA DEMANDA DE MDI.**  
**( Toneladas )**

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	1,980
1976	2,790
1977	3,786
1978	4,984
1979	6,401
1980	8,053
1981	9,957
1982	12,128

Refiriéndonos ahora al mercado de la anilina en México, podemos decir : que la producción de anilina constituye casi el único insumo de nitrobenzeno en el país y que hasta la fecha los permisos petroquímicos concedidos para la elaboración de anilina reportan como materia prima benceno ; por lo anterior puede explicarse el hecho de que no ha habido importaciones importantes de nitrobenzeno ; debido a que en la mayoría de la información de los productos derivados de la anilina, están reportadas en grupos de productos clasificados por su uso, no es posible determinar la participación exacta de ellos en cada una de las agrupaciones mencionadas y por tanto una proyección por usos. Por lo anterior, se ha estimado que el análisis del mercado de la anilina con base en sus datos históricos de consumo aparente presentados en la Tabla VI.8 es satisfactorio para los fines que el presente estudio pretende.

TABLA VI.8  
SERIE HISTORICA DE LA ANILINA  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	-	240	4	236
1966	-	319	11	308
1967	-	99	5	94
1968	-	443	1	442
1969	-	432	7	425
1970	-	1,024	4	1,020
1971	-	1,389	-	1,389
1972	67	1,056	-	1,123
1973	1,042	527	-	1,569
1974	1,640	151	-	1,791

El consumo nacional aparente, como se muestra anteriormente, ha tenido un crecimiento promedio anual del 25.26% durante el período 1965 - 1974, que solamente en éste último año, se puede decir, que fué cubierto con producción nacional. Actualmente solamente una de las tres plantas autorizadas se encuentra en operación ; dicha unidad cuenta con una capacidad autorizada de 2,440 toneladas anuales que, por sí sola, y tomando en cuenta los consumos históricos únicamente, será suficiente para cubrir la demanda hasta 1976 ; a continuación se presentan las características de las autorizaciones para elaborar anilina, de acuerdo con los permisos petroquímicos.

TABLA VI.9  
PERMISOS PETROQUIMICOS PARA ELABORAR NITROBENCENO Y ANILINA

<u>Empresa</u>	<u>Capacidad Autorizada</u> ( T/A )		<u>Localización</u>
	Nitrobenzeno - Anilina		
Cyanaquim, S. A. de C. V.	3,440	2,440	Altamira, Tamps.
Química Orgánica de México, S. A.	600	600	Mexicali, B. C.
Compañía Química Ameyal, S. A.	n.e.	1,500	Tultitlán, Mex.

n.e. : No especificada.

De acuerdo con lo anterior, se estima que la planta de Compañía Química Ameyal inicie sus operaciones en 1975 con lo que se tendrá una capacidad de producción de 3,940 toneladas anuales con lo que se espera cubrir la demanda hasta 1979, de acuerdo con la proyección que se presenta en la tabla VI.10 la cual no toma en cuenta la elaboración de nuevos productos, existiendo una capacidad excedente exportable durante los próximos 5 años.

TABLA VI.10  
BALANCE OFERTA-DEMANDA DE ANILINA  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>	<u>Capacidad de Oferta</u>	<u>Balance</u>
1975	2,172	3,940	+ 1,768
1976	2,518	3,940	+ 1,422
1977	2,890	3,940	+ 1,050
1978	3,288	3,940	+ 652
1979	3,712	3,940	+ 228
1980	4,162	3,940	- 222
1981	4,638	3,940	- 698
1982	5,139	3,940	- 1,199

Como nota aclaratoria, se hace notar que en el balance anterior no ha sido tomado en cuenta el proyecto de Química Orgánica de México, por considerar que no será llevado a cabo, ya que desde febrero de 1967 le fué otorgado el permiso petroquímico y a la fecha no se ha notificado ningún avance. Sin embargo su permiso para la elaboración de nitrobenceno se está utilizando y autoconsumiendo en la elaboración de pentacloronitrobenceno.

#### C. CLOROBENCENOS.

La rama de los clorobencenos presenta una relativa importancia, derivada principalmente a su uso en la elaboración de insecticidas, destacando principalmente el D.D.T. ( dicloro difeniltricloroetano ). En otros países, el

clorobenceno, se usa también como materia prima para elaborar fenol y anilina; sin embargo, estos procesos tienden a desaparecer al ser desplazados por otros económicamente más atractivos.

El DDT se obtiene mediante la reacción del clorobenceno con cloral en presencia de ácido sulfúrico. Como la mayoría de los insecticidas clorados, el DDT tiene la desventaja de ser químicamente estable, o sea que permanece activo por un largo tiempo después de realizar su función, por otra parte el hecho de que una gran cantidad de insectos hayan desarrollado inmunidad a este producto, hacen que su popularidad en la agricultura, haya venido decreciendo; sin embargo, su consumo doméstico, especialmente en aerosol, ésta ampliamente difundido y se espera que seguira teniendo un crecimiento aceptable durante un período a mediano plazo.

Existen en México dos compañías productoras de DDT ( Guanos y Fertilizantes de México, S. A. y Diamond Chemicals de México, S. A. ), con una capacidad estimada de aproximadamente 8,500 toneladas anuales. El consumo nacional aparente, que se muestra en la tabla VI.11, ha presentado un crecimiento del 2.84 % anual en el período 1965 - 1973 ; los datos presentados en dicha tabla han sido considerados con base en diferentes fuentes de información, ya que existen una serie de discrepancias entre dichas publicaciones. De acuerdo con lo anterior, puede notarse que la tasa de crecimiento del consumo nacional aparente es muy pequeña, notándose una gran disminución del consumo aparente en 1974, lo que podría atribuirse a una fuerte sustitución de éste insecticida en el mercado desde 1973, lo que provocó un gran excedente del producto



que no fué comercializado y como consecuencia, las plantas elaboradoras tuvieron que disminuir su producción.

TABLA VI.11  
SERIE HISTORICA DEL DDT.  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	5,511	1,875	784	6,602
1966	6,243	1,565	841	6,967
1967	5,691	1,845	1,084	6,452
1968	5,283	965	1,485	4,763
1969	5,400	1,229	151	6,478
1970	5,709	108	733	5,084
1971	7,939	83	164	7,858
1972	7,813	395	865	7,343
1973	8,359	395	261	8,493
1974	3,463	308	-	3,771

A pesar de las observaciones anteriores y dado que el producto nunca ha sido un importante insumo de benceno, se considerará para el presente estudio que no será más que hasta un plazo medio cuando el consumo de DDT decline definitivamente. En la tabla VI.12 se presenta la proyección de la demanda de este producto obtenida en el apéndice B

TABLA VI.12  
PROYECCION DE LA DEMANDA DE DDT  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	6,105
1976	6,036
1977	5,965
1978	5,895
1979	5,825
1980	5,756
1981	5,687
1982	5,619

Además de las aplicaciones mencionadas, el monoclorobenceno tiene algunos usos importantes como solvente y como producto intermedio. Por ejemplo, tanto el monoclorobenceno como el O-diclorobenceno, son ampliamente utilizados como solventes en procesos de fosgenación (tales como la elaboración de TDI y de MDI). Como intermediario, el clorobenceno tiene importantes aplicaciones en la elaboración de nitroclorobencenos, cloroantraquinonas y el tritión, que es un insecticida fosfatado; estos 2 últimos no tienen importancia comercial en el país.

Los nitroclorobencenos, se obtienen mediante la nitración de clorobenceno en una mezcla de ácidos nítrico y sulfúrico, obteniéndose una mezcla de isómeros orto y para, siendo este último el de gran importancia comercial ya que es materia prima para la elaboración de los parationes y otros productos de menor importancia tales como: la para-nitroanilina y la orto-nitroanilina producidos por Promotora Técnica Industrial, S. A., con una capacidad instalada de 145 y 170 toneladas anuales, respectivamente; pigmentos, bencidinas sustituidas y la para - fenitidina.

Los parationes etílico y metílico son dos importantes insecticidas fosfatados, utilizados en el control de plagas del algodón; la ventaja que presentan estos productos es que son altamente tóxicos por lo que el tiempo de inmunización que los insectos pueden desarrollar es muy largo. Para la elaboración de estos productos, Guanos y Fertilizantes de México, S. A. tiene una capacidad instalada de 6,000 toneladas anuales y un proyecto de 4,000 toneladas anuales más y Química Potosí cuenta también con una capacidad autorizada de 6,000 toneladas anuales, que hasta 1974 no había arrancado. De acuerdo con

los datos históricos de consumo presentados en la tabla VI.13, la producción de paratión metílico se inició en 1972 ; por otra parte, el paratión etílico no se empezó a producir hasta 1974, y aunque no se tiene el dato de producción, se estima que fué aproximadamente de 2,000 toneladas ; en la tabla VI.14 se presentan las importaciones realizadas en el período 1965 - 1974.

TABLA VI.13  
SERIE HISTORICA DEL PARATION METILICO  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	-	6,724	-	6,724
1966	-	7,419	-	7,419
1967	-	3,535	-	3,535
1968	-	5,526	-	5,526
1969	-	6,732	-	6,732
1970	-	262	-	262
1971	-	2,076	-	2,076
1972	1,540	3,176	-	4,716
1973	5,064	-	-	5,064
1974	3,584	101	-	3,685

TABLA VI.14  
IMPORTACIONES DE PARATION ETILICO  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Importación</u>
1965	2,834
1966	926
1967	979
1968	1,560
1969	1,466
1970	992
1971	841
1972	1,169
1973	1,749
1974	138

Como se puede observar en las tablas anteriores, el consumo aparente histórico, no sigue una tendencia definida, por lo que resulta difícil elaborar una proyección de la demanda ; sin embargo, a continuación se muestra una tendencia de dicha demanda con el fin de estimar el consumo de benceno requerido para este producto en los próximos años.

TABLA VI.15  
PROYECCION DE LA DEMANDA DE PARATIONES  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Paratión Metflico</u>	<u>Paratión Etflico</u>
1975	10,049	3,087
1976	10,381	3,652
1977	10,712	4,320
1978	11,044	5,111
1979	11,376	6,047
1980	11,708	7,154
1981	12,040	8,464
1982	12,371	10,013

Guanos y Fertilizantes de México, S. A. y Penwalt, S. A. de C. V., son las dos empresas productoras de clorobenceno en México ; la primera utiliza este producto para elaborar DDT y parationes, por lo que no existen datos estadísticos de su mercado en la literatura, con excepción de las importaciones, que han sido poco significativas con relación a la producción ; por tal razón y el hecho de que el clorobenceno no consume cantidades importantes de benceno, se ha elaborado una tendencia del consumo de este producto para los próximos años con base en las proyecciones de D.D.T. y parationes presentadas anteriormente, y que de ninguna manera pueden tomarse en cuenta para un análisis de esta rama, pero que sí son un indicador aceptable para estimar

la mayor parte del insumo de ésta.

TABLA VI.16  
PROYECCION ESTIMADA DEL CONSUMO DE MONOCLOROBENCENO  
( Toneladas de Monoclorobenceno )

<u>Año</u>	<u>Paratión Metflico (1)</u>	<u>Paratión Etflico (2)</u>	<u>D.D.T. (3)</u>	<u>Total</u>
1975	5,527	1,482	4,396	11,405
1976	5,710	1,767	4,346	11,823
1977	5,892	2,074	4,295	12,261
1978	6,074	2,453	4,244	12,771
1979	6,257	2,903	4,194	13,354
1980	6,439	3,434	4,144	14,017
1981	6,622	4,063	4,095	14,780
1982	6,804	4,806	4,046	15,656

Se estima que los requerimientos de clorobenceno son :

- ( 1 ) 0.55 Ton./Ton. de Paratión Metflico.
- ( 2 ) 0.48 Ton./Ton. de Paratión Etflico.
- ( 3 ) 0.72 Ton./Ton. de D.D.T.

DICLOROBENCENOS. Estos productos pueden obtenerse mediante la cloración de benceno en presencia de cloruro de aluminio, o bien como coproductos en la producción de monoclorobenceno, siendo el consumo de benceno en ambos muy poco significativo.

El uso del para-diclorobenceno es como insecticida y en desodorantes ambientales ; el segundo isómero ( orto ) tiene mayor demanda, ya que se emplea como solvente en la limpieza de partes metálicas, un buen medio de transferencia de calor, un importante intermediario en la manufactura de pigmentos y, como se mencionó anteriormente, se usa como solvente en los procesos de fosgenación. Debido al tipo de aplicaciones en que se utiliza, se espera que su demanda no varíe significativamente en los próximos años.

El consumo de estos productos es muy bajo, por lo que no existen datos

estadísticos de la producción realizada por Penwalt, S. A. de C. V. y Productos Químicos e Industriales del Bajío, S. A.

HEXACLOROBENCENO. El benceno al ser nitrado en presencia de luz actínica produce hexaclorobencenos ; de los diferentes estereo-isómeros obtenidos, únicamente el Gama es un insecticida activo ampliamente usado en E.U. en la década de los 50's y cuya importancia ha declinando, debido a su sustitución por insecticidas órgano fosfatados ( ej. paratión ) que son químicamente más inestables.

El contenido de isómero-Gama en el producto obtenido de la cloración es aproximadamente del 14 %, que es concentrado y separado por cristalización fraccionada. El BHC remanente después de la extracción del isómero-Gama es desintegrado en ácido clorhídrico y 1, 2, 4 triclorobenceno, un solvente e intermediario del pentacloronitrobenceno y del pentaclorofenol, que a su vez es intermediario en la obtención de 2, 4, 5 triclorofenol, materia prima para la elaboración del ácido 2, 4, 5 triclorofenoxiacético que, como se mencionó anteriormente, es un importante insecticida.

El B. H. C. se produce en México desde 1961; actualmente existen 2 compañías que, en conjunto, se estima que tienen una capacidad instalada de 4,000 toneladas anuales aproximadamente ( Diamond Chemicals de México, S. A. y Guanos y Fertilizantes de México, S. A. ). De acuerdo con los datos históricos de consumo mostrados en la tabla VI.17, durante los próximos años su incremento será mínimo y, aún más, se espera que este producto sea sustituido por los parationes en su uso como agentes de control de plagas del algodón. En la tabla VI.18 se muestra la proyección de la demanda.

TABLA VI.17  
SERIE HISTORICA DEL B.H.C.  
( toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u>
1965	929	121	-	1,050
1966	783	144	-	927
1967	2,276	33	-	2,309
1968	1,113	43	-	1,156
1969	1,538	58	-	1,596
1970	3,007	161	-	3,168
1971	3,820	192	-	4,012
1972	3,634	194	-	3,828
1973	3,890	96	-	3,986
1974	1,822	56	-	1,878

TABLA VI.18  
PROYECCION DE LA DEMANDA DE B.H.C.  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	3,944
1976	4,227
1977	4,509
1978	4,792
1979	5,074
1980	5,356
1981	5,639
1982	5,921

En cuanto al ácido 2, 4,5 triclorofenoreacético, su consumo histórico ha sido cubierto mediante la producción realizada por Polaquimia, S. A. ; sin embargo este volumen nunca ha sido importante, por lo que no se dará mayor énfasis a su situación en el mercado.

#### D. DODECILBENCENO.

Las plantas de tetrámero y dodecilbenceno instaladas por Petróleos Mexicanos en Atzacapotzalco, las que iniciaron su operación en 1959, pueden

considerarse como las primeras plantas verdaderamente petroquímicas en México en el concepto moderno, tanto por su complejidad de diseño y de operación como por los requisitos tan estrictos que deben ajustarse a sus productos. El tetrámero es una de las dos materias necesarias para producir el dodecilbenceno, siendo la otra el benceno ; a su vez, el dodecilbenceno es la materia prima base para la industria de los detergentes.

El gran poder detergente y el bajo costo de producción, hacen de las sales de sodio de los ácidos alquilbencensulfónicos, los materiales más comunes para la formulación de detergentes de uso doméstico ; actualmente se producen dos tipos de detergentes alquilados : los alquilatos de cadena ramificada hechos con dodeceno ( tetrámero de propileno ), que es el material original de estos productos y los alquilatos de cadena lineal elaborados mediante la reacción de cloruros de alquilo lineales u olefinas lineales con benceno. El primer tipo es el detergente tradicionalmente usado ; sin embargo en los países altamente desarrollados en los que se consumieron grandes cantidades de él, después de la segunda guerra mundial, tuvieron graves problemas de contaminación en los ríos desde mediados de la década de los 50's, debido a que éste producto no es biodegradable en poco tiempo. A tal grado creció dicho problema, que en 1965 en E.U. se discontinuó la producción de dodecilbencensulfonato de sodio para consumo interno siendo sustituido por los detergentes basados en alquilatos lineales.

En nuestro país, la producción de dodecilbenceno está destinada a Petróleos Mexicanos, para lo cuál tiene instaladas dos plantas cuyas características se muestran en la tabla VI.20, lo cuál ha constituido y seguirá siendo



el principal problema para la sustitución de los detergentes basados en éste producto.

El consumo nacional aparente del dodecibenceno, ha tenido un crecimiento promedio anual del 8.96 % durante el periodo 1965 - 1974 ( tabla VI.19 ) durante el cual se han realizado sólo importaciones complementarias para cubrir la demanda instantánea y también exportaciones importantes de las cuales no se tiene información.

TABLA VI.19  
SERIE HISTORICA DEL DODECILBENCENO  
( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Aparente</u> (1)
1965	36,453	n.d.	n.d.	29,603
1966	41,650	n.d.	n.d.	30,618
1967	49,539	n.d.	n.d.	36,754
1968	45,843	n.d.	n.d.	38,104
1969	44,942	n.d.	n.d.	42,813
1970	49,456	n.d.	n.d.	43,629
1971	47,563	n.d.	n.d.	45,048
1972	53,334	n.d.	n.d.	51,719
1973	48,721	1,398	1,003	49,116
1974	60,002	4,103	--	64,105

( 1 ) Cifras correspondientes a ventas interiores ( PEMEX ).

TABLA VI.20  
PLANTAS PRODUCTORAS DE DODECILBENCENO  
A CARGO DE PETROLEOS MEXICANOS

<u>Localización</u>	<u>Capacidad Nominal (T/A)</u>	<u>Año de arranque</u>
Atzacapotzalco, D. F.	44,500	1959
Cd. Madero, Tamps.	28,000	1965
Poza Rica, Ver.	70,000	Proyecto

En la tabla VI.21 se muestra una proyección de la demanda de dodecibenceno, misma que se espera crecerá al 7.86 % anual durante el periodo 1975 - 1982.

TABLA VI.21  
 PROYECCION DE LA DEMANDA DE DODECILBENCENO  
 ( Toneladas )

<u>Año</u>	<u>Demanda</u>
1975	63,806
1976	68,824
1977	74,237
1978	80,075
1979	86,372
1980	93,165
1981	100,491
1982	108,394

#### E. OTROS DERIVADOS.

A continuación se mencionan otros productos derivados del benceno de menor importancia, tanto como insumo de benceno como en volumen en el mercado nacional.

##### 1.- Antroquinona.

Este producto se obtiene mediante el calentamiento del ácido o-benzilbenzoico ( obtenido de la reacción del benceno y del anhídrido ftálico ) en medio ácido ; este producto es un intermediario importante en la manufactura de tintes de uso textil ( algodón y rayón ).

##### 2.- Difenilo.

El difenilo es el producto de la deshidrogenación térmica del benceno; se utiliza como solvente de tintes, pero principalmente formando parte de una mezcla eutéctica con el óxido de difenilo ( 73.5 % de óxido de difenilo y 26.5 de difenilo ) que es un fluido de transferencia de calor más frecuentemente conocido como Dowtherm A. Los bifenilos policlorinados ( otros derivados del difenilo ) son utilizados como fluidos dieléctricos en sistemas cerrados ( ej. transformadores y capacitores ), fluidos hidráulicos, lubricantes y plastifi -

cantes ; estos materiales son altamente tóxicos, por lo que su uso en sistemas abiertos ha sido restringido.

El difenilo se produce en México por Reel Química, S. A. para la elaboración de fosfatos y fosfitos de sus derivados ; por otra parte El Dow - therm A es importado en su totalidad ; en 1973 el volumen de importación fué de 287 toneladas.

### 3.- Resorcínol.

Este producto era tradicionalmente obtenido mediante la hidrólisis del ácido bencendisulfónico ; al igual que el fenol y los aresoles, el resorcínol forma polímeros de condensación con formaldehído, los que tienen las mismas aplicaciones que las resinas fenol - formaldehído , con la desventaja de que su precio es más elevado. En 1971 fué comercializado por primera vez un proceso para obtener resorcínol a partir del m-diisopropilbenceno por la Signal Chemical Company , que ha presentado muchas ventajas de eficiencia.

4.- Muy pequeñas cantidades de benceno, se usan como solventes, por ejemplo en la elaboración de pinturas y cementos ahulados.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) De acuerdo con la demanda estimada de benceno, existirá un importante déficit en los próximos años, que será superada en 1979, año a partir del cuál existirá un gran volumen exportable ; sin embargo las bases sobre las que se hizo dicha proyección están sujetas a fallas en la planeación y a retrasos de algunos proyectos, ocasionando que el déficit mencionado no sea tan importante, pero por otra parte, existen otros productos tales como el poliestireno que se empieza a producir a gran escala con fines de exportación, lo que aumentará la demanda de benceno esperada, en su renglón.

De lo anterior se puede concluir :

- a) El déficit de benceno hasta 1979, no será de la magnitud que se estima en la tabla II.3, pero será significativo ocasionando que el desarrollo de la rama éste regido en parte por la oferta externa de éste producto.
  - b) Es importante no retrasar el desarrollo de los proyectos que puedan captar los excedentes de benceno y exportar derivados de mayor valor agregado.
  - c) Es necesario continuar ampliando la capacidad de elaboración de benceno y no detenerse en el proyecto actual, con el fin de proporcionar un fuerte soporte a esta rama de la petroquímica para estimular la exportación.
- 2) En cuanto a la subrama del etilbenceno, la demanda de los productos finales que considera el presente estudio, en general, se han cubierto median-

te la oferta interna, recurriendo a las importaciones en forma complementaria únicamente ; en contraste con lo cual, las importaciones de etilbenzeno y de estireno principalmente han sido muy importantes, llegando a ser la de este último más del 34 % del consumo aparente de 1974.

La situación para los próximos años, será radicalmente diferente, ya que la demanda de etilbenzeno y estireno estará ampliamente cubierta, quedando grandes excedentes de exportación a partir de 1979 ; por otra parte, dada la situación futura del poliestireno y la gran facilidad para comercializar éste producto en el exterior, se sugiere aumentar su capacidad de elaboración, con el fin básico de exportar los excedentes de estireno a que nos hemos referido, en forma más elaborada.

Por último, otro punto importante en la programación de ésta subrama es el fuerte déficit de elastómeros estireno - butadieno que existirá a partir de 1976 y dado que no se espera un fuerte desplazamiento del mercado, se sugiere la instalación de una planta con una capacidad aproximada de 40,000 toneladas anuales de hule y de 4,500 de látex que arranquen en el segundo semestre de 1977.

- 3) El consumo de los productos pertenecientes a la subrama del fenol, ha sido prácticamente cubierto con producción nacional, con excepción del fenol mismo y el bisfenol A. Para junio de 1976, el panorama es ya diferente, ambos productos se elaboran en el país, sin embargo, no se ha logrado la integración total ya que el cumeno ( materia prima para la elaboración de fenol ), tendrá que importarse hasta que se inicie su elaboración por parte

de PEMEX, para cuando esto ocurra, ésta rama constituirá una de las más completas y de mayor importancia en cuanto a consumo de benceno.

En cuanto a la situación futura de todos los derivados, en general será cubierta hasta 1981 con la producción de las actuales plantas y los proyectos anunciados.

- 4) En la rama del ciclohexano, seguirá siendo realizada por la línea ciclohexano - caprolactama - nylon 6, ya que los otros derivados no justifican instalaciones para su elaboración. Lo que se puede concluir del estudio de este renglón es lo siguiente :
  - a) Si la política que ha prevalecido en el desarrollo de éste sector no se modifica : la capacidad de elaboración de ciclohexano, cubrirá la demanda hasta 1980, quedando hasta ésta fecha capacidad ociosa ; se sugiere adelantar el arranque de la ampliación de UNIVEX a 1979 ya que el déficit de caprolactama esperado para este año lo justifica así ; y por último, se sugiere la instalación de una planta con una capacidad de por lo menos 30,000 toneladas anuales de nylon 6, en dos fases de 15,000 cada una ( 1979 y 1981 ) para cubrir la demanda hasta 1982.
  - b) Se propone la realización de un estudio para promover la exportación de nylon 6, planteando un programa en la línea ciclohexano - caprolactama - nylon 6 a mediano plazo para lograrla en forma no esporádica.
- 5) Entre el resto de los productos, incluidos en el último capítulo se observa

una buena coordinación en la elaboración tanto de los productos intermedios como sus derivados y en general, considerando los proyectos mencionados, se tiene garantizado el abastecimiento del mercado interno de los productos más importantes a un mediano plazo ( la demanda de anhídrido maleico estará cubierta hasta 1981 y la de anilina hasta 1979 ); sin embargo, resulta conveniente hacer una observación en cuanto a las importaciones de MDI, que de acuerdo con su crecimiento, se podrá justificar el montaje de una planta de aproximadamente 10,000 toneladas anuales de MDI que iniciara su operación en el transcurso de 1978 y que incluiría la elaboración de la anilina que requiera .

6) Se debe hacer mención, como comentarios adicionales los siguientes :

- La información presentada en el presente trabajo se basa en los permisos petroquímicos otorgados hasta el primer semestre de 1975 .
- Los proyectos sugeridos, se basan en la información lograda en una primera etapa de investigación de mercado, o sea que de tomarse en cuenta el primer paso es realizar un estudio más a fondo como por ejemplo a nivel de campo .
- Se hace constar en el presente trabajo, que la información de consumo histórico de muchos productos, es nula, escasa, deficiente y en algunos casos no verídica .

A P E N D I C E     A

RELACION DE PERMISOS PETROQUIMICOS

DE LA RAMA DEL BENCENO

NOTAS :

- ( 1 )    Esta relación cubre todos aquellos permisos petroquímicos y modificaciones que autoricen como materia prima ó como producto autorizado cualquier compuesto derivado del benceno desde 1961 hasta el 30 de junio de 1975.
- ( 2 )    No se incluyen en esta relación, aquéllos permisos que fueron transferidos ó desistidos posteriormente.



Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Aceto, S. A.	21-VI-74	Acido 2,4 Diclorofenoxiacético. Acido 2,4,5 Triclorofenoxi acético.	Fenol, ácido monocloroacético 2, 4, 5 triclorofenol.	1,500 300	0.8	Proyecto
Aditivos Mexicanos S. A.	2-II-67	Fenatos Detergentes Fenatos Inhibidores	Fenol, azufre, tetrapropileno, etilenglicol, bióxido de carbono, olefina de cadena lineal, alcohol tri-decílico.	570	15.6	Operación
Admex, S. A.	15-VIII-67	Resinas Epóxicas.	Epiclorhidrina, bisfenol-A.	1,000	4	Otorgado a Química orgánica. Proyecto.
	30-X-71	Resinas Epóxicas.	Epiclorhidrina, bisfenol-A.	---	4	Cambio de localización. Proyecto.
Aislantes y Acústicos de Monterrey, S. A.	24-VII-68	Poliestireno	Estireno	1,000	2	Operación.
	31-VIII-71	Poliestireno	Estireno	2,000	0.4	Aumentó de capacidad e inversión.
Aromáticos Petroquímicos, S. de R. L.	4-VI-71	Ciburo de bencilo, cloruro de benzal, citrónal, geraniol, linalool, mentol, alcohol bencílico, feniletanol, eugenol, isoeugenol, citral dimetilacetal, citral, citronelol, benzaldehído y otros.	Acetaldehído, ácidos acético, cloroacético, fórmico; isopropanol, anhídrido acético, fenol, metanol, óxido de etileno, tolueno.	400	5.0	Operación.

Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Arsen, S. A.	10-I-75	Mismo permiso 4-VI-71.	Mismo permiso 4-VI-71	1,500	5	Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
	6-II-70	Acido Arsanilico	Fenilamina, ácido nítrico.	72	0.7	Operación.
	30-IX-71	Acido Arsanilico	Fenilamina, ácido nítrico.	48	0.9	Aumento de capacidad y de inversión y cambio de localización. Operación.
Atcoquim, S. A.	23-V-73	Taninos Sintéticos y dispersantes Acido etilendiamino tetraacético y sus sales de sodio Herbicidas triazínicos Acido metanilico, ácido P. Nitro Dioxidifenil sulfona y ácidos Alk il-Aril sulfónicos	Fenol, formaldehído, amoniaco, ácido acético, etilendiamina, isopropilamina, nitrotolueno.	550	13.4	Operación.
				180		
				600		
				640		
				500		
Canamex, S. A.	22-V-61	Emulsificantes y detergentes no iónicos.	Fenol, óxido de etileno noneno.	1,200	2.4	Operación.
	18-IX-65	Emulsificantes y detergentes no iónicos.	Fenol, óxido de etileno noneno.	1,200	8.6	Aumento de capacidad y de inversión.

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Celanese Mexicana, S. A.	17-XII-65	Amil, etil y dodecil fenoles y agentes tensoactivos no iónicos de óxido de propileno.	Oxido de propileno, fenol, pentano, etileno, dodecileno.	300	n. d.	
	28-X-72	Emulsificantes y detergentes no iónicos. Agentes tensoactivos no iónicos, alquilfenoles.	Fenol, óxido de etileno. Noneno, octeno, óxido de propileno, penteno, dodecileno.	2,600 3,000	5.4	Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
	17-XII-71	Polímero de caprolactama.	Caprolactama	9,900	54.7	Operación.
	17-XII-71	Polímero de caprolactama.	Caprolactama	6,180	86.5	Operación.
Compañía Química Ameyal, S. A.	15-XI-67	Difenilnitrosamina	Difenilamina, alcohol metílico.	100	0.8	Proyecto.
	28-X-70	Antidegradantes para hules : N-fenil-N (1,3 dimetil-butil-parafenil)en diamina; N-Fenil N isopropil-para fenilendiamina : Productos de condensación de difenilamina y acetona; 2,2,4 trimetil 1,2 dihidroquinolina polimerizada octil difenilamina; trinitro fenol fosfito; dimetil ditiocarbamato de sodio; fenil beta naftilamina; vinil benceno; fenol; 4, terbutil, 2,6 divinil benceno; fenol; 2,2 metil bis (4 metil, 6 ter	Acetona, anilina, amoniaco, alquilfenoles, difenilamina, estireno, fenol, formaldehído.	450	5.6	Operación.

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
	21-V-74	Fosfato de tricresilo Fosfito de trifenilo Fosfito de Trimetilo Fosfito de difenil-N-Decilo Fosfato de trifenilo		160 200 100 150 60	1.25	Diversificación de la línea de productos, así como aumento a la inversión. Operación.
Derivados Macroquímicos, S. A.	17-XII-67	Metil, etil e hidroxietil celulosa	Oxido de etileno, cloruro de etilo, y metilo, benceno, metanol.	600	4.5	Operación.
Derivados Maleicos, S. A.	2-VII-67	Anhídrido ftálico Anhídrido maleico Acido Malico Acido Fumárico Anhídrido Maleico	Ortoxileno, benceno	6,000 3,000 1,500 250 7,000	30  52.5	Proyecto Operación Operación Proyecto Aumento en capacidad e inversión para este producto y cambio de localización. Operación
Derivados Sintéticos, S. A.	30-V-73	Poliuretanos lineales segmentados	Diisocianato de difenilo sus homólogos y polieteres glicolicos.	450	30.3	Operación
Esquim, S. A.	18-IV-72	Bisfenol A Bisfenol A	Fenol, acetona	1,000	14.9	Operación Cambio localización.
	24-XII-74	Bisfenol A	Fenol, acetona	1,500		Aumento de capacidad. Operación.

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Compañía Universal de Industrias, S. A.	31-V-72	6, terbutil fenol); 2, 6 diterbutil 4 metil fenol 6, etoxi, 1, 2 dihidro 2, 2, 4 trimetil quinolina. Antidegradantes para hule.	Acetona, anilina, amoniaco, alquilfenoles, difenilamina estireno, fenol, formaldehído.	700	13.2	Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
	3-IV-73	Para ter butil fenol Octil fenol Nonil fenol	Fenol, noneno, isobutileno, diisobutileno.	400 65 220	1.0	Operación.
	21-V-74	Anilina	Benceno, ácido nítrico.	1,500	2.0	Proyecto.
	15-III-69	Acido fumárico	Anhidrido maleico	1,000	0.5	Operación.
	31-VIII-71	Acido arsánflico	Fenilamina, ácido nítrico.	300	1.8	Operación.
Cyanaquim, S. A. de C. V.	31-V-72	Aceleradores Antidegradantes Nitrobenzeno Anilina	Azufre ciclohexilamina, morfolina, difenilamina acetona amoniaco, hidrógeno, benceno, ácido nítrico, metanol, disulfuro de carbono anilina, tolueno formaldehído.	1,916 3,990 3,440 2,440	97.4	Permiso otorgado a Productos Hulquimex, S.A. y cambios de localización y diversificación de la línea de productos. Operación.

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Fenoquimia, S. A.	14-XII-63 11-VII-72	Fenol Fenol	Ciclohexano Ciclohexano	5,400	25.0	Prorroga al plazo para terminar obras. Cambio de tecnología, de materias primas, aumento de capacidad y de inversión, cambio de localización. arranque Cambio de localización.
	17-XII-71	Fenol Acetona	Cumeno	19,600 15,000	74.5	
	26-X-72	Fenol Acetona	Cumeno			
Fibras Químicas, S.A.	30-VIII-73	Polímero de caprolactama.	Caprolactama	15,000	72.0	Operación
Fibras Sintéticas, S. A.	5-VI-71	Polímero de caprolactama.	Caprolactama	1,800	13	Operación
	17-XII-71	Polímero de caprolactama.	Caprolactama	2,200	12	Aumento de capacidad y de inversión.
Guanos y Fertilizantes de México, S.A.	17-XII-71	Paranitrofenol Paration Metílico Paratión Etlíco Otros pesticidas Agentes de flotación	Metanol, fenol, xileno	3,500 6,000 2,000	125	Permiso a Montrose Mexicana, S.A. Autoriza aumento en la inversión. Operación.

Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Henkel Onyx-Mex, S. A.	22-X-65	Taninos Sintéticos	Fenol, beta naftol, cresoles, formaldehído y dihidroxil-benceno.	1,500	3.6	Operación
	2-II-67	Ftalato de Di-ciclohexilo	Anhídrido ftálico, ciclohexanol.	400	2.1	Operación
	29-III-60	Taninos Sintéticos	Fenol, betanaftol, cresoles, formaldehído, dihidroxibenceno.			Cambio de localización. Operación.
	12-II-70	Ftalato de Di-ciclohexilo.	Anhídrido ftálico, ciclohexanol.			Cambio de localización y autoriza la fabricación de taninos sintéticos.
	30-III-72	Sulfactantes no iónicos.	Oxidos de etileno, propileno y alquilfenoles.	1,440	2.2	Operación.
Hexaquimia, S. A.	17-IX-71	Acido fumárico	Anhídrido maleico	720	0.8	Operación.
Hules Mexicanos, S. A.	22-VIII-64	Hules sintéticos de estireno-butadieno	Estireno-butadieno	44,500	175.0	Operación.
	15-VIII-67	Hules sintéticos de estireno-butadieno	Estireno-butadieno			Cambio de localización. Operación.
Industria Química Delgar, S. A.	28-X-70	Plastificantes derivados de los anhídridos ftálico y maleico y ácido adípico.	Anhídrido ftálico, anhídrido maleico, ácido adípico.	2,400	2.0	Operación.
	14-XI-70	Anhídrido Maleico	Benceno	2,200	3.0	Proyecto.

Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Industrial Ebro Quí-mex, S. A.	29-III-73	Poliestireno	Estireno	1,800	7.0	Proyecto
Industrias Lubrizol, S. A.	17-X-66	Alkilfenato de calcio, fosfanato de bario, amida orgánica y dialkil ditiofosfato de zinc, sulfato de calcio sobrebásico.	Metanol, anhídrido carbónico, metil fenol, amoníaco, formaldehído, polietileno anhídrido maleico, poliamina.	13,000	37.5	Operación.
Industrias Resistol, S. A.	17-XII-71	Resinas de poliestireno (homopolímeros de uso general, poliestirenos expandibles, copolímero de acrilonitrilo, estireno y hule sintético estireno, terpolímeros de acrilonitrilo, butadieno-estireno, y acrilonitrilo-hule sintético-estireno de menos de 33o/o y de 33o/o de butadieno. Terpolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno y acrilonitrilo-hule sintético-estireno de más de 33 o/o de butadieno equivalente.	Estireno, butadieno Acrilonitrilo	16,600	36.6	Operación.
	18-IV-72	Emulsiones estireno-butadieno.	Estireno-butadieno	3,400	15.6	Operación.
				4,000	9.3	Titularidad del permiso a nombre de Adhesivos Resistol, S. A. Operación.



Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad (T/A)	Inversión N.M.\$	Observaciones
	18-VI-75	Resinas de poliestireno, copolímeros y terpolímeros de estireno.	Estireno, acrilonitrilo, butadieno	26,000	69.2	Aumento de capacidad y de inversión como sigue : Lechería de 20,000 a 26,000 T. A. Xicotzingo ; 20,000 T/A nueva.
Ing. Mario Orozco Obregon	14-II-69	Poliestireno y copolímeros de estireno.	Estireno y monómeros acrílicos.	720	1.0	Operación.
Ingsam, S. A.	14-XI-69	Alquilfenoles	Octeno, noneno, dodeceno, fenol.	500	0.5	Operación.
	18-II-74	Alquilfenoles Trietanolaminas Polietilenglicoles	Octeno, noneno, dodeceno, fenol. Oxido de etileno, amoníaco.	3,000	1.0	Diversificación y aumento de inversión. Operación.
Kimex, S. A.	23-X-71	Polímero de caprolactama.	Caprolactama.	2,500	20	Operación.
Lugatam, S. A.	14-XI-70	Anhídrido Maleico Acido maleico	Benceno	2,150 850	5.2	Proyecto.
	27-X-71	Resinas acrilonitrilo-butadieno-estireno.	Acrilonitrilo, butadieno, estireno.	900	2.3	Proyecto.
Micro, S. A.	31-V-72	Aceleradores, retardadores, esponjantes antioxidantes, peptizantes del hule.	Dimetilamina, dietilamina, dibutilamina, fenol, estireno tolueno, benceno, urea glicoles.	600	0.8	Operación.

Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad (T/A)	Inversión MM\$	Observaciones
Monquímica, S. A.	29-IX-71	Poliestireno moldeable o expandible.	Estireno	540	2.8	Operación
Nacional de Resinas, S. A.	6-XI-65	Resinas de poliestireno incluyendo el de alto impacto.	Estireno	2,500	1.5	Operación
	15-III-69	Plastificantes derivados del anhídrido ftálico, y de los ácidos sebásticos, adípico y acético.	Anhídrido ftálico, metanol ciclohexanol, isopropanol anhídrido acético, glicerina.	4,800	3.8	Proyecto
	4-VI-73	Poliestireno y copolímeros. Poliestireno y copolímeros.	Estireno. Estireno.	3,000 500	2.5 3.5	Operación. Regularización y ampliación al permiso de fecha 6-XI-65.
Negro Mex, S. A.	22-X-65	Hules sintéticos, este reoespecíficos de poli butadieno, poliisopreno y copolímeros de estireno butadieno.	Butadieno, isopreno estireno.	30,000	82.5	Operación.
	17-VII-74	Hules sintéticos, este reoespecíficos de poli butadieno, copolímeros de estireno-butadieno.	Butadieno, isopreno estireno.	15,000	35.0	Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
Nil, S. A.	18-XII-71	Poliésteres sólidos y líquidos.	Estireno, glicoles, etilenglicoles, bisfenoles, pentaeritritol, anhídrido ftálico, anhídrido maleico, dicloropentadieno, ácidos adípico, benzoico acético.	1,400	2.2	Operación.

Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Nitrogeno Industrial y Alimentico, S. A.	10-VIII-67	Acido arsánflico	Anilina	90	0.5	Operación.
Nylon de México, S. A.	7-IX-71	Polímeros de caprolactama.	Caprolactama	6,400	41.4	Operación.
	20-VI-75	Polímero de caprolactama.	Caprolactama	1,600	0.6	Aumento de capacidad y de inversión. Construcción.
Organo Síntesis, S. A.	31-VIII-71	2,2 metilen bis 3,4,6, trichlorofenol hexaclorofeno )	2,4,5 trichlorofenol P formaldehído.	20	0.5	Operación.
	31-VIII-71	Trichlorocarbanilida	Dicloroanilina, isocianato de paraclorofenilo.	36	0.4	Proyecto.
Películas Plásticas Transparentes, S.A.	18-II-74	Resinas de poliestireno.	Estireno.	2,000	1.1	Operación.
Pigmentos y Oxidos, S. A.	7-IV-75	Acetil para toluidina; 3 nitro acetil paratoluidina; 1.5 dinitro 4,8 difenoxi-antraquinona; 1.5 diamino 4.8 dihidroxi antraquinona; 2 etoxi, 5 acetamino fenil dietanolamina; y otros.	Oxido de etileno, tolueno, benceno, amoniaco, metanol, dicloroetileno, ácido nítrico, fenol, anhídrido acético, anilina, anhídrido ftálico, paratoluidina, paraclorofenol, Para. nitroanilina beta naftol.	1,605	14.1	Proyecto.

Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Polaquimia, S. A.	17-I-63	Alquilamido polioxieta- noles, etoxilados de aceites vegetales, o ácidos grasos, alquilpo- lioxietales, alquilfe- nolpolioxietales y compuestos del óxido de etileno con deriva- dos bencenicos o de brea.	Oxido de etileno.	1,000	1.0	Se refiere a capa- cidad de transfor- mación de óxido de etileno. Ope- ración.
	2-VIII-63	Acido 2,4 diclorofeno- xiacético. Pentacloro fenol. Acido 2,4,5 tri- clorofenoxiacético.	Fenol acido mono- cloroacético, deriva- dos clorados del benceno.	800 800	2.0	Operación.
	11-VIII-69	Acido 2,4 diclorofeno- xiacético. Acido 2,4,5 triclорofenoxiacético.	Acido monocloro - acético.	1,500	1.0	Aumento de capa- cidad y de inver- sión. Operación.
	15-II-72	Alquilfenoles	Fenol, octeno, nono, dodecileno, tri- deceno.	1,000	2.9	Proyecto.
Polibásicos, S. A. de C. V.	11-VII-72	Oxietilar y oxipropilar, Sorbitol, almidones, al- coholes grasos. Acidos grasos, aminas y alquil- fenoles.	Oxido de etileno, óxido de propileno.	1,500	3.5	Proyecto.
Policyd, S. A.	7-IV-75	Cloruro de polivinilo	Cloruro de vinilo,	32,000	100.3	Permisos otorga- dos a Geon de México, S.A. Operación.
		Plasticantes deriva- dos del anhídrido ftá- lico.	anhídrido ftálico, alcoholes, 2 etil- hexilico, isodecili- co, tridecilico, acrí-	3,000		
		Resinas de acrilonitri- lo-butadieno estireno Latex de estireno buta- dieno.	lonitrilo, butadieno, estireno.	5,000 5,000		

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Poliestireno y Derivados, S. A.	23-IV-75	Poliestireno	Estireno	40,000	121.2	Proyecto.
Poliresinas, S. A.	31-I-67	Resinas fenolicas	Fenol, formol, hexa-	1,200	1.3	Operación.
		Resinas melamina-formaldehído.	metilentetramina, butanol, negro de humo, propilenglicol,	100		
		Resinas poliéster no saturadas.	anhídrido maléico, anhídrido ftálico estireno, para terbutil catecol butadieno, tolueno.	1,000		
Poliresinas, S. A.	6-IX-74	Resinas poliéster saturadas.	anhídrido ftálico estireno, para terbutil catecol butadieno, tolueno.	200	8.4	Aumento de capacidad y de inversión así como adición de productos. Operación.
		Resinas fenolicas	Fenol, formol, hexa-	3,110		
		Resinas melamina-formaldehído.	metilentetramina, butanol, negro de humo, propilenglicol, anhídrido maléico, anhídrido ftálico	1,620		
		Resinas urea-formaldehído.	co, anhídrido maléico, anhídrido ftálico	1,420		
Productora Química de Jalisco, S. A.	27-XI-64	Resinas epóxicas.	estireno, para terbutil catecol butadieno, tolueno.	500	5.0	Operación.
	24-IV-73	Resinas epóxicas.	Estireno, butadieno, acrílico nítrico.	440		
Productora Química de Jalisco, S. A.	27-XI-64	Resinas epóxicas.	Epiclorhidrina-bisfenol A.	800	5.0	Operación.
Productora Química de Jalisco, S. A.	24-IV-73	Resinas epóxicas.	Epiclorhidrina-bisfenol A.	800	4.0	Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
		Resinas epóxicas.	Epiclorhidrina-bisfenol A.	800	4.0	Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
Productos de Estireno, S.A. de C.V.	I-XII-66	Resinas de poliestireno, acrilonitrilo butadieno-estireno, y estireno hule sintético.	Estireno, butadieno, acrílico nítrico.	10,000	.30	Operación.

Empresa	Fecha del D.O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MMS	Observaciones
Promotora Técnica Industrial, S. A.	4-VI-71	Resinas de poliestireno, acrilonitrilo, butadieno-estireno, y estireno hule sintético.	Estireno, butadieno acrilonitrilo.	6,000	--	Legaliza la operación de 6,000 T/a nombre de Bakelita de México, S.A. que operaba sin permiso. Operación
	22-X-65	Metafenil amina; meta toluen diamina; clorhidrato de bencidina; clorhidrato de tolidina; ácido metanitro benceno sulfónico.	Benceno, tolueno.	500	1.0	Operación.
Química Colfer, S. A.	31-V-73	Acido 3-nitro 4 hidroxifenil arsónico.	Ortonitroanilina, ácido nítrico.	180	2.1	Proyecto.
	6-IX-73	Trifenil fosfito y difenildecil.	Fenol	240	0.4	Operación.
Química Joyamex, S. A.	15-XII-71	Para-ter-butyl fenol	Fenol	1,000	2.3	Proyecto.
Química Lucava, S. A.	16-VIII-71	o,o Dimetil o-(2,5 dicloro 4 bromofenil ) tiofosfato.	Fenol, benceno.	100	2.3	Operación.
		o,o,Diethyl o-(2,5-dicloro 4 bromo fenil ) Tiofosfato.		50		
	6-IX-73	o,o Dimetil ditiosfato del dietil mercaptano succinato.	Anhídrido o ácido maleico, metanol.	300	2.2	Operación.

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Química Orgánica de México, S. A.	27-VI-64	Nitrobenceno Pentacloro nitrobenzono.	Benceno	600 600	5.0	Operación.
	2-II-67	Anilina.	Nitrobenceno	600	2.1	Proyecto.
	21-II-67	Aceleradores de hule; 2 mercapto benzotiazol disulfuro de mercapto benzotiazol y sal de zinc del 2 mercapto benzotiazol.	Anilina, bisulfuro de carbono, amoníaco, azufre.	500	2.6	Operación.
	31-V-72	Aceleradores para hule.	Anilina, amoníaco, mercapto benzotiazol isopropanol diciclohexilamina, morfina, terbutilamina.	300	0.5	Autoriza la diversificación de la línea de productos y aumento en la inversión.
	6-IX-73	Dicloro benceno.	Benceno.	1,500	2.5	Construcción.
Química Potosí, S. A. de C. V.	6-XI-68	P-nitro fenolato de sodio.	Amoníaco, metanol, clorobenceno, tolueno, benceno, xileno.	4,500	11.3	Operación parcial.
		Paration metílico, paration etílico. Malation y demetoxifosfato, otros productos mono y ditiofosfatos		6,000 3,500		
Química Retzlöff Interamericana, S. A.	17-XI-70	Surfactantes no iónicos	Oxidos de etileno, propileno, fenol,	1,150	7.9	Operación.
		Alquifenoles	dietanolamina, cloruro de metilo.	350		
		Amidas orgánicas		50		
		Cuaternarios de amonio.		100		
		Dicloropropionanilida		350		
		Sal monosódica de metil arsonato. Acidos alquilarisulfónicos y sus sales.		250 800		

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Química Tlaloc, S. A.	17-X-66	Clorhidrato de anilina 2, 4-dinitroclorobenceno. N-nitrobenzensulfonato de sodio.	Benceno, clorobenceno, ácido nítrico.	200 50 50	1.0	Operación.
	17-X-66	Clorhidrato de bencidina.	Benceno, ácido nítrico.	40	0.3	Proyecto.
	29-I-70	Acido metanflico. Acido sulfanflico. Acido naftionico y su sal sódica.	Anilina, nitrobenzeno.	120 60 96	0.2	Operación.
Química Trepic, S. A.	29-I-68	Resinas intercambiadores de iones.	Estireno, divinilbenzeno.	680	2.5	Operación.
	26-XII-74	3, 4 dicloropropionanilida.	3, 4 dicloroanilina, ácido propionico.	408	0.6	Operación.
	10-I-75	Resinas intercambiadores de iones. 3, 4 dicloropropionanilida.	Estireno divinilbenzeno, 3, 4 dicloroanilina, ácido propionico.	-- --	-- --	Operación.
Reactivos y Resinas S. A.	27-X-72	Resinas poliéster.	Anhídrido ftálico, maleico propilenglicol y estireno.	240	0.1	Operación.
Real Química, S.A.	17-XII-71	Fosfatos y fosfitos orgánicos.	Fenol, nonilfenol, 2 etilhexanol, butanol, Ac. cresílico.	720	0.3	Operación.
Res Int., S. A.	15-VIII-67	Resinas intercambiadores de iones.	Estireno, divinilbenzeno alcohol polivinílico y peróxido de benzoilo.	600	0.6	Operación.



E m p r e s a	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Salicilatos de México S. A.	31-VIII-71	Acetatos de : amilo, bencilo, geranilo, terpenilo; benzoatos de amilo y bencilo; butiratos de amilo, etilo y propilo; salicilatos de amilo, bencilo, metilo; p-hidroxibenzoatos de etilo, metilo y propilo. Acido salicilico Acido acetil-salicilico Acido salicilico.  Acido acetil salicilico.	Metanol, ácido acético, trietanolamina, benceno, cloruro de bencilo, fenol, anhídrido acético, bióxido de carbono.   Fenol anhídrido acético.	700   360 400 440  400	6.5     0.9	Operación.     Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
Signa, S. A.	29-V-72	Hexaclorofeno 3, 4, 4 triclora carbamida.	2, 4, 5-triclorofenol, p-formaldehído, percloroetileno 3, 4 dicloroanilina, clorofenil isocianato y tolueno.	20 40	--	Operación.
Simon, S. A.	29-IX-71	Resinas de poliuretano en solución.	Toluendiisocianato, butilenglicol, trimetilolpropano, fenol, acetato de etilo.	273	1.3	Operación.

Empresa	Fecha del D. O.	Productos autorizados	Materias primas principales	Capacidad ( T/A )	Inversión MM\$	Observaciones
Sociedad Mexicana de Química Industrial S. A.	21-II-67	Colorantes diazo y naftoles: rojo sólido KB, rojo sólido 3 GL, rojo sólido B, escarlata sólido G, escarlata sólido R, burdeo sólido GP, azul sólido BB, naftol AS-G, naftol AS-IRS	Acido y anhídrido acético p-cloro nitroanilina, ortotoluidina, anisidina, cloro benceno, toluidina, metanol, xileno, trietanolamina.	133	24.3	Operación.
	28-X-70	Intermedios para colorantes. Naftoles Colorantes Diazo Arlidas Intermedios para colorantes.	Anilina, benceno, tolueno ácido y anhídrido acético formaldehdo, etc.	237 n.d. n.d. n.d. n.d.	5.8	Aumento de capacidad y de inversión. Operación.
	30-III-72	Esteres poliglicoles de ácidos grasos, esterios poliglicólicos de alcoholes y de aminas grasas y eteres alquilaril poliglicólicos de fenoles.	Oxido de etileno, iso-octil fenol nonilfenol.	2,000	1.7	Operación.
Univex, S. A.	18-V-68	Caprolactama Ciclohexanol Sulfato de amonio	Ciclohexanol, amoniacio benceno.	40,000 15,000 180,000	200	Operación.
	29-VIII-73	Caprolactama Ciclohexanol	Ciclohexano, amoniacio.	50,000 22,800	400	Aumento en la capacidad y la inversión. Proyecto.

A P E N D I C E      B

PROYECCIONES MATEMATICAS DE LOS

PRODUCTOS DERIVADOS DEL BENCENO

NOTA :

Las ecuaciones a que se ajustaron los datos históricos para obtener la proyección son :

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| ( 1 ) Grado 1 :               | $Y = A + BX$                  |
| ( 2 ) Grado 2 :               | $Y = A + BX + CX^2$           |
| ( 3 ) Grado 3 :               | $Y = A + BX + CX^2 + DX^3$    |
| ( 4 ) Hiperbólica compuesta : | $Y = \frac{1}{(A + BX)^{DX}}$ |
| ( 5 ) Exponencial compuesta : | $Y = Ae^{BX} + Ce^{DX}$       |
| ( 6 ) Hiperbólica :           | $Y = AX^B$                    |
| ( 7 ) Logarítmica :           | $Y = AB^X$                    |

PROYECCION DEL ESTIRENO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 6444.666667 4130.806061  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1573.340945

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 2746.333333 5979.972727 -168.1060606  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 991.6109801

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 3672.433333 5158.571678 9.99009374 10.79370629  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 973.2967434

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 9.764805926E-5 1.573264401E-5  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 3367.647355

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: -7250.449499 0.9510515327 10233.97379 0.1787909254  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 6026.205646

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 8702.518886 0.7267450624  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1122.412409

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 10318.34775 1.183666943  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 4523.033036

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT	
1965	9582	10575	8558	8830	8220	9436	8703	12213
1966	11849	14706	14034	13943	15490	13551	14402	14457
1967	19972	18837	19173	18947	20712	17080	19337	17112
1968	25085	22968	23977	23776	24910	20762	23834	20255
1969	27725	27099	28444	28366	28359	24957	28030	23975
1970	32471	31230	32574	32652	31243	29894	32001	28378
1971	35753	35360	36369	36570	33690	35766	35794	33591
1972	40400	39491	39827	40054	35793	42775	39442	39760
1973	43681	43622	42949	43040	37619	51152	42967	47063
1974	45123	47753	45735	45463	39220	61167	46386	55706
1975	0	51884	48185	47259	40634	73143	49713	65938
1976	0	56014	50299	48362	41994	87462	52958	78048
1977	0	60145	52076	48708	43022	104584	56130	92383
1978	0	64276	53517	48233	44038	125059	59236	109351
1979	0	68407	54622	46870	44959	149542	62287	129435
1980	0	72538	55331	44556	45797	178818	65273	153208
1981	0	76668	55823	41226	46562	213825	68213	181348
1982	0	80799	55919	36815	47264	256886	71106	214655
1983	0	84930	55680	31258	47911	305742	73956	254080
1984	0	89061	55103	24480	48508	365597	76765	300746

PROYECCION DEL POLIESTIRENO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 3279.866667 2755.369697  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2113.205613

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 7406.616667 691.094697 187.5795455  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1614.872326

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 10549.56667 2095.63345 791.993007 36.63111888  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1480.994746

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 9.010950809E<sup>-5</sup> 3.993267529E<sup>-5</sup>  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 5746.436976

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 9963.875064 2.47678941 7010.396888 0.1559589092  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1705.965859

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 6714.947221 0.6016116558  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 3172.972855

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 7083.178566 1.168255165  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1715.132569

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIFTE		RELACIONES SON:						
DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT	
1965	9059	6035	8286	9209	7690	9031	6715	8275
1966	9253	8791	9541	9233	11766	9647	10109	9667
1967	10094	11546	11171	10402	14292	11199	13004	11294
1968	13397	14301	13176	12495	16010	13082	15461	13194
1969	16347	17057	15556	15292	17255	15290	17683	15414
1970	17749	19812	18311	18575	18198	17870	19733	18008
1971	19114	22567	21442	22123	18937	20887	21650	21037
1972	26934	25323	24948	25717	19533	24412	23461	24577
1973	31694	28078	28829	29136	20022	28532	25184	28712
1974	30703	30834	33085	32161	20432	33348	26832	33543
1975	0	33589	37716	34573	20779	38976	28416	39187
1976	0	36344	42722	36150	21078	45554	29943	45781
1977	0	39100	48103	36675	21338	53243	31420	53483
1978	0	41855	53860	35926	21566	62229	32852	62482
1979	0	44610	59992	33683	21768	72732	34245	72995
1980	0	47366	66499	29729	21947	85007	35600	85277
1981	0	50121	73381	23844	22108	99355	36923	99625
1982	0	52877	80638	15801	22253	116124	38215	116388
1983	0	55632	88271	5389	22384	135723	39478	135970
1984	0	58387	96278	7615	22503	158630	40715	158848
1985	0	61143	104661	23431	22612	185403	41928	185575

PROYECCION DEL HULE ESTIRENO+BUTADIENO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 17501.2 2958.654545  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 5068.427826

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 28545.11667 -2563.303788 501.9962121  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 3518.998469

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 14347.46667 10029.25058 -2228.321096 165.4737762  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1981.348677

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 2.154512222E-5 2.63261619E-5  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 7869.397123

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 18506.06766 -1.707033027 17974.37434 0.1059867051  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 4272.326561

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 20551.8974 0.3051648805  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 6299.123666

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 20773.15334 1.085302958  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 4555.468178

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT
1965	22753	20460	26484	22314	21335	23341	20552
1966	25047	23419	25426	26816	27702	22827	25393
1967	30296	26377	25373	28848	30762	24813	28738
1968	27016	29336	26324	29402	32560	27485	31375
1969	28746	32294	28279	29470	33744	30539	33586
1970	32297	35253	31237	30046	34582	33950	35507
1971	33597	38212	35200	32122	35206	37745	37217
1972	37114	41170	40166	36691	35690	41965	38765
1973	40474	44129	46137	44747	36075	46657	40184
1974	59398	47088	53112	57282	36389	51874	41497
1975	0	50046	61090	75288	36650	57674	42722
1976	0	53005	70073	99759	36871	64122	43871
1977	0	55964	80060	131687	37060	71291	44956
1978	0	58922	91050	172066	37223	79262	45984
1979	0	61881	103045	221888	37366	88124	46963
1980	0	64840	116043	282146	37491	97977	47897
1981	0	67798	130046	353833	37603	108932	48791
1982	0	70757	145052	437941	37703	121111	49650
1983	0	73716	161063	535464	37793	134652	50476
1984	0	76674	178078	647394	37874	149707	51272

PROYECCION DE LAS RESINAS POLIESTER

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 1760.5333 731.84848  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 282.64752

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 2668.45 577.89016 13.496212  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 263.71655

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 1942.0333 690.01496 10.314685 1.4733877  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 262.44215

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.00028590791 0.0001177985  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1117.3306

LOS PARAMETROS DE LA EXPOENCIAL COMPUESTA SON: 376.48911 0.80438224 2533.196 0.13886854  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 4337.40186

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 2338.7661 0.55085108  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 507.57527

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 2549.7695 1.1451922  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 383.97778

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIFTE		RELACIONES SON:						
DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERDO	LOCARYT	
1965	2755	2660	2623	2477	2742	2339	2920	
1966	3139	3224	3280	3293	3856	3269	3944	
1967	3951	3956	3128	1959	4691	3809	4284	
1968	4282	4688	4604	4631	5285	4400	5019	
1969	5619	5420	5308	5318	5717	5066	5676	
1970	6188	6152	6040	6029	6046	5025	6275	
1971	7089	6883	6799	6772	6306	6695	6931	
1972	7251	7615	7587	7556	6516	7693	7353	
1973	8017	8347	8403	8391	6689	6840	7846	
1974	9556	9079	9247	9284	6834	10157	8315	
1975	0	9811	10118	10245	6957	11070	8763	
1976	0	10543	11019	11203	7064	13409	9193	
1977	0	11275	11946	12406	7157	15406	9607	
1978	0	12006	12902	13624	7238	17701	10008	
1979	0	12738	13886	14944	7310	20338	10395	
1980	0	13470	14898	16377	7374	23369	10772	
1981	0	14202	15937	17930	7432	26849	11137	
1982	0	14934	17005	19613	7484	30849	11594	
1983	0	15666	18101	21435	7531	35445	11841	
1984	0	16398	19225	23404	7574	40725	12180	
1985	0	17129	20376	25529	7613	46799	12512	

FECHA: 2 MAR 1976 A LAS 19:33:10.437

ASC\*\*\*\*\*PIN





PROYECCION DEL FERRO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 1910.7333 851.66667  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 435.10432

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 1919.9 397.09333 41.325753  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 314.86977

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 2354.0667 12.000777 124.41935 5.0602176  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 302.04942

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.00032704575 0.00012001569  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1574.6154

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 27.274209 0.47166635 2104.5769 0.16243665  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 415.63736

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 1978.0933 9.63191024  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 751.08737

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 2132.0054 1.1733313  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 395.53341

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIFTE		RELACIONES SON:						
DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT	
1965	2606	1862	2358	2486	2232	2493	1978	2502
1966	2684	2714	2879	2837	3116	2923	3065	2536
1967	3373	3566	3483	3177	4349	3433	3960	3445
1968	3754	4417	4169	4075	4934	4034	4750	4042
1969	5328	5269	4938	4902	5367	4744	5469	4743
1970	6003	6121	5790	5827	5700	5579	6137	5865
1971	6879	6972	6724	6819	5965	6562	6765	6630
1972	7202	7824	7741	7848	6181	7719	7361	7662
1973	9254	8676	8841	8884	6348	9080	7929	8990
1974	9866	9527	10023	9896	6510	10681	8475	10548
1975	0	10379	11288	10854	6638	12565	9001	12376
1976	0	11231	12636	11728	6742	14781	9510	14571
1977	0	12082	14066	12487	6846	17388	10004	17038
1978	0	12934	15579	13101	6931	20455	10483	19991
1979	0	13785	17174	13540	7007	24062	10950	23456
1980	0	14637	18853	13773	7074	28306	11406	27522
1981	0	15489	20613	13770	7133	33299	11852	32293
1982	0	16341	22457	13500	7190	39172	12288	37890
1983	0	17192	24383	12974	7240	46081	12715	44457
1984	0	18044	26392	12040	7282	54208	13134	52163
1985	0	18896	28483	10789	7327	63769	13545	61295

PROYECCION DE LAS RESINAS FENOLICAS

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 2004.666667 692.5151515  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1124.099756

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 4986.063333 798.1931818 135.5109394  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 542.1328635

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 3481.666667 536.1437451 153.791958 17.53399378  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 446.0332776

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.0001309285512 0.0001550653478  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2006.585642

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 29232.88937 2.835425773 2240.76834 0.1527248164  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 654.0007069

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 3053.857399 0.383965706  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1497.699412

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 2973.799071 1.116587195  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 936.0591777

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERRO	LOGARIT	
1965	4313	2697	4323	3882	3497	4326	3054	3321
1966	3425	3390	3932	4079	4535	3142	3985	3708
1967	4104	4082	3811	4179	5033	3549	4656	4140
1968	4231	4775	3962	4288	5325	4128	5200	4623
1969	4760	5467	4383	4509	5517	4809	5605	5161
1970	5298	6160	5076	4949	5653	5602	6076	5763
1971	5971	6952	6039	5713	5755	6527	6447	6435
1972	6749	7545	7274	6906	5833	7604	6786	7185
1973	7741	8237	8779	8632	5896	8858	7100	8023
1974	11543	8930	10556	10998	5947	10320	7393	8959
1975	0	9622	12604	14108	5989	12023	7668	10003
1976	0	10315	14922	18068	6025	14006	7929	11169
1977	0	11007	17512	22983	6056	16318	8176	12471
1978	0	11700	20373	28958	6082	19010	8412	13925
1979	0	12392	23505	36098	6105	22147	8638	15549
1980	0	13085	26908	44508	6126	25801	8855	17362
1981	0	13777	30582	54295	6144	30058	9084	19386
1982	0	14470	34527	65562	6160	35018	9265	21646
1983	0	15162	38743	78415	6175	40796	9459	24170
1984	0	15855	43230	92960	6188	47528	9647	26988
1985	0	16547	47986	109301	6200	55370	9830	30134

PROYECCION DE RESINAS EPOXY

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 364.6 115.7818182  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 152.946248

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 718.2666667 -61.05151515 -16.07575758  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 100.271353

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 357.2333333 259.1656954 -53.3537296 4.207847708  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 67.71499405

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.001037708392 -0.0008083948591  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 279.316122

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 67.36975062 -0.1069630568 473.1037031 0.1175917034  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 122.541899

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 502.8253284 -0.4179950298  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 203.2302133

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 514.3413624 1.117031856  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 124.5679921

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE		RELACIONES SON:						
DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT	
1965	600	480	573	567	542	593	503	575
1966	675	596	660	638	753	653	672	642
1967	712	712	680	708	866	722	796	717
1968	821	828	731	810	936	801	898	801
1969	817	944	815	845	884	891	985	894
1970	1000	1059	931	900	1019	993	1063	999
1971	1035	1175	1079	1000	1045	1109	1134	1116
1972	1162	1291	1259	1170	1066	1241	1199	1247
1973	1287	1407	1471	1436	1083	1389	1260	1393
1974	1905	1522	1715	1821	1096	1556	1316	1738
1975	0	1638	1992	2353	1108	1745	1370	1556
1976	0	1754	2301	3055	1117	1959	1421	1941
1977	0	1870	2641	3954	1126	2199	1469	2168
1978	0	1986	3014	5075	1133	2469	1515	2422
1979	0	2101	3420	6442	1140	2774	1560	2705
1980	0	2217	3857	8081	1145	3117	1602	3022
1981	0	2333	4326	10017	1150	3503	1643	3376
1982	0	2449	4828	12276	1155	3938	1683	3771
1983	0	2564	5362	14882	1159	4427	1722	4212
1984	0	2680	5928	17862	1162	4978	1759	4705
1985	0	2796	6526	21240	1166	5597	1795	5256

PROYECCION DE LOS ALGEBRILLADOS

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 27.428571 464.85714  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 556.13161

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 1539.7143 606.57143 133.92857  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 272.60044

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 2063.7143 1203.3492 308.59824 14.555556  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 260.33339

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMUESTA SON: 0.00054004611 0.00050641765  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1062.8197

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMUESTA SON: 2082.1843 1.2952482 381.5744 0.3138266  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 836.34788

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 700.89036 0.63922524  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 793.18208

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 580.40833 1.2735138  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 442.75341

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIFTE		RELACIONES SON:						
DATOS ORIGINALES		GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT
1965	1101	397	1067	1154	871	1092	701	734
1966	814	862	775	775	1209	871	1692	941
1967	1049	1327	925	838	1388	1041	1415	1199
1968	1090	1792	1256	1256	1466	1351	1700	1527
1969	1586	2257	1856	1942	1571	1836	1941	1944
1970	3352	2722	2609	2609	1626	2509	2203	2476
1971	3602	3167	3856	3763	1667	3433	2431	3153
1972	0	3651	5259	4735	1699	4608	2665	4010
1973	0	4116	6329	5619	1726	6428	2815	5114
1974	0	4581	8467	6324	1747	8891	3054	6513
1975	0	5046	11673	6733	1768	11845	3244	8294
1976	0	5511	13547	6999	1789	16482	3432	10563
1977	0	5976	16288	6594	2793	21563	3612	13452
1978	0	6441	19298	5761	1695	26880	3787	17181
1979	0	6905	22575	4322	1615	41265	3956	21817
1980	0	7370	26126	2141	1829	57846	4124	27400
1981	0	7835	29933	721	1831	79176	4287	34000
1982	0	8300	34014	6056	1838	108857	4447	41661

PROYECCION DEL ACIDO ACETIL SALICILICO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 400.1428571 109.1785714  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 72.68126531

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 617.1428571 -35.48809529 10.08113333  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 36.85760428

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 593.1428571 -8.154761905 10.08333333 0.6666666667  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 36.87108817

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.0008800112998 0.0025537816085  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 158.021945

LOS PARAMETROS DE LA EXPOENCIAL COMPUESTA SON: 204.2409372 0.9119749265 443.729179 0.1417258782  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 44.4798194

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 617.1529383 0.366609613  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 103.5689286

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 485.5840367 1.135627231  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 54.94055213

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

AÑOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT
1965	599	609	600	596	545	593	517
1966	597	619	619	622	717	622	666
1967	730	728	673	677	802	692	723
1968	744	837	765	765	852	788	859
1969	840	946	892	808	885	903	932
1970	1106	1055	1055	1051	909	1039	996
1971	1242	1164	1255	1259	926	1197	1054
1972	0	1274	1491	1515	940	1379	1167
1973	0	1383	1763	1822	951	1589	1356
1974	0	1492	2071	2187	960	1831	1501
1975	0	1601	2415	2611	967	2109	1744
1976	0	1710	2795	3099	974	2431	1984
1977	0	1819	3212	3656	979	2801	2322
1978	0	1929	3665	4285	984	3227	2681
1979	0	2038	4154	4990	988	3719	3093
1980	0	2147	4679	5775	991	4285	3427
1981	0	2256	5240	6644	994	4937	3859
1982	0	2365	5837	7601	997	5689	4490
1983	0	2475	6471	8651	1000	6555	5119
1984	0	2584	7141	9797	1002	7553	5848
1985	0	2693	7847	11043	1004	8703	6619

PROYECCION DEL ACIDO 2,4 DICLOROPENTACETICO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 394 91.73333333  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 127.891194

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 438.1180476 69.85021645 2.188311686  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 127.1831117

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 418.0634521 85.22642722 1.4206578211 0.2432655933  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 127.1463549

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.001499596353 0.0008354578537  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 166.3079523

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 26.67296286 0.12340588051 483.9764835 0.1693506138  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 129.611272

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 438.7486374 0.4364740066  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 136.6427681

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 450.6787633 1.115792247  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 128.8335949

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIEPPE

DATOS ORIGINALES	RELACIONES SON:							
	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERRO	LOGARIT	
1966	433	486	506	502	428	516	439	515
1967	750	577	583	586	431	581	591	576
1968	545	669	663	667	749	653	704	645
1969	805	761	749	751	876	733	757	723
1970	850	853	838	838	881	822	877	809
1971	866	944	932	929	921	920	949	906
1972	960	1056	1030	1027	943	1025	1014	1015
1973	1385	1123	1133	1131	978	1151	1074	1136
1974	1140	1220	1246	1244	958	1286	1130	1273
1975	0	1311	1351	1356	1315	1437	1182	1425
1976	0	1403	1467	1503	1029	1605	1239	1596
1977	0	1495	1557	1651	1041	1792	1279	1767
1978	0	1587	1712	1716	1053	2000	1324	2001
1979	0	1678	1841	1992	1061	2239	1366	2241
1980	0	1779	1974	2184	1069	2491	1408	2501
1981	0	1862	2112	2424	1076	2780	1447	2810
1982	0	1951	2254	2640	1083	3102	1486	3146
1983	0	2045	2400	2838	1088	3462	1523	3523
1984	0	2137	2551	3179	1094	3847	1558	3945
1985	0	2229	2706	3454	1098	4309	1593	4418

PROYECCION DE CA P R O L A C T A M A

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 6314.333333 2726.612121  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1733.268016

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 7440.083333 2163.737121 51.17045455  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1692.855099

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 6414.866667 3073.04934 145.9865967 11.9489122  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1679.779027

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 8.060259376E<sup>-5</sup> 3.152920924E<sup>-5</sup>  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 4335.024087

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 729.2724117 0.3462043045 9215.898001 0.1413289688  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2181.896837

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 8453.295493 0.560818795  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2310.723971

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 9257.013777 1.147403521  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1991.291791

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIERE		RELACIONES SON:						
DATOS ORIGINALS	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT	
1965	9898	9041	9655	9354	8918	10099	8453	10622
1966	11390	11768	11972	12073	13922	11861	12470	12187
1967	15060	14494	14392	14643	17124	13824	15653	13984
1968	15236	17221	16914	17136	19350	16037	18394	16045
1969	20297	19947	19538	19624	20986	18553	20846	18410
1970	25150	22674	22265	22179	22241	21427	23090	21124
1971	24239	25401	25094	24871	23232	24720	25175	24237
1972	29189	28127	28025	27774	24036	28502	27133	27810
1973	28446	30854	31059	30958	24700	32849	28986	31909
1974	35733	33580	34194	34496	25259	37849	30750	36613
1975	0	36307	37433	38458	25736	43605	32438	42010
1976	0	39034	40773	42917	26146	50232	34061	46102
1977	0	41760	44216	47946	26505	57862	35624	55307
1978	0	44487	47762	53612	26819	66650	37136	63460
1979	0	47214	51409	59991	27098	76770	38601	72814
1980	0	49940	55160	67154	27347	88426	40024	83547
1981	0	52667	59012	75172	27571	101850	41408	95862
1982	0	55393	62967	84116	27792	117312	42757	109992
1983	0	58120	67024	94059	27955	135121	44073	126206
1984	0	60847	71183	105073	28122	155634	45359	144809

PROYECCION DEL NYLON 6

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 7520.4 2236.072727  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1879.610789

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 10324.56667 833.9893939 127.4621212  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1635.578381

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 9763.966667 1331.211538 19.6544289 6.533799534  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1631.542334

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 5.988633609R<sup>5</sup> 3.901710595R<sup>5</sup>  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 4383.471733

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 27.90125824 0.6671722013 10036.31873 0.1138055426  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1632.405112

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 9481.248061 0.4501993935  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2684.807367

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 9933.530141 1.122056987  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1630.640534

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATORIO	GRADO1	GRADO2	GRADO3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERRO	LOGARIT	
1965	11199	9756	11286	11121	10111	11260	9481	11146
1966	13213	11993	12502	12557	14501	17609	12954	12506
1967	13599	14229	13974	14111	16955	14124	15548	14033
1968	13751	16465	15700	15821	18522	15824	17698	15746
1969	18247	18701	17681	17728	19610	17731	19568	17668
1970	22886	20937	19917	19870	20409	19867	21242	19824
1971	21118	23173	22408	22287	21021	22262	22768	22244
1972	25890	25409	25154	25017	21504	24945	24179	24959
1973	25263	27645	28155	28100	21896	27951	25496	28005
1974	33022	29881	31411	31575	22219	31320	26734	31423
1975	0	32117	34921	35482	22491	35095	27906	35259
1976	0	34353	38687	39859	22723	39376	29021	39562
1977	0	36589	42708	44746	22923	44066	30086	44391
1978	0	38825	46983	50182	23098	49377	31107	49810
1979	0	41061	51513	56206	23251	53329	32088	55889
1980	0	43298	56299	62857	23386	61498	33034	62711
1981	0	45534	61339	70175	23507	69471	33948	70365
1982	0	47770	66634	78199	23616	77844	34833	78954
1983	0	50006	72184	86968	23714	87227	35691	88590
1984	0	52242	77989	96520	23803	97741	36525	99404



PROYECCION DE OTROS USOS DEL CICLOHEXANO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 810.9285714 760.0952381  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2162.987969

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 4059.071429 2161.904762 324.6666667  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1570.032617

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 3950.428571 6171.2114 1859.742424 161.8080808  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 721.7595751

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.002540523902 0.0001949556829  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2863.158037

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 728.3789586 0.0113969607 165.9411905 0.4580022945  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1572.804026

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 455.9801733 0.9429262022  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2439.969943

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 434.760825 1.334223614  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2088.826531

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERRO	LOGARIT
1967	326	51	2222	523	366	982	456
1968	2872	709	1034	2347	682	1127	877
1969	1951	1469	495	2194	563	1300	1285
1970	360	2229	606	1334	1205	1737	1665
1971	1368	2990	1366	638	1422	2327	2080
1972	1932	3750	2776	1077	1617	3271	2470
1973	2465	4510	4834	3621	1792	4768	2856
1974	9602	5270	7542	9241	1951	7140	3240
1975	0	6030	10900	18909	2095	10893	3620
1976	0	6790	14907	33596	2227	16832	3998
1977	0	7550	19563	54271	2348	26225	4374
1978	0	8310	24868	81906	2459	41079	4748
1979	0	9070	30823	117471	2562	64566	5120
1980	0	9830	37427	161938	2657	101701	5491
1981	0	10590	44680	216278	2745	160412	5860
1982	0	11351	52583	281461	2827	253234	6228
1983	0	12111	61135	358458	2904	399982	6594
1984	0	12871	70337	448240	2975	631981	6954

PROYECCION DE LA DEMANDA DE DISPONIBILIDAD DE METILENO (MDI)

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 327.86667 245.48571  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 142.77296

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 192.3 144.63929 55.732143  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 32.518438

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 123 57.464286 26.857143 2.75  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 31.237378

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.013860737 0.0012746642  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 175.07914

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 11.864889 0.072548294 58.028239 0.53349745  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 48.536099

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 65.378344 1.5347456  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 144.76403

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 50.052396 1.7456944  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 52.785031

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT
1969	80	82	103	95	79	86	87
1970	187	163	126	137	177	155	189
1971	220	409	260	267	299	273	266
1972	493	654	505	499	457	474	549
1973	880	900	862	851	668	819	773
1974	1328	1145	1331	1339	966	1407	1417
1975	0	1391	1911	1980	1418	2410	1296
1976	0	1636	2602	2730	2184	4121	1590
1977	0	1882	3405	3786	3768	7039	1905
1978	0	2127	4319	4984	8976	12014	2240
1979	0	2372	5345	6401	60506	20499	2592
1980	0	2618	6482	8053	8361	34965	2963
1981	0	2863	7731	9957	4797	59628	3350
1982	0	3109	9091	12128	3514	101679	3754
1983	0	3354	10562	14585	2852	173371	4173
1984	0	3600	12145	17343	2449	295599	4607
1985	0	3845	13840	20419	2177	503987	5057

PROYECCION DEL ANHIDRIDO MALEICO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 223.133333 265.030303  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 325.2500547

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 724.1333333 14.53030303 22.77272727  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 325.6158398

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 505.5333333 1105.17871 213.7016317 14.33177933  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 206.3534696

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.001726912825 0.000274310055  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 491.3284069

LOS PARAMETROS DE LA EXPOENCIAL COMPUESTA SON: 1083.858812 2.182902831 523.6933832 0.1963089071  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 376.7020531

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 505.1690634 0.7112991343  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 401.0508023

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 583.474923 1.184293857  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 308.9972232

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT
1965	505	488	761	400	500	515	691
1966	878	753	844	965	879	762	818
1967	1142	1018	973	1274	1177	942	1104
1968	1401	1283	1147	1413	1416	1148	1354
1969	1383	1548	1366	1469	1614	1397	1587
1970	1933	1813	1631	1528	1779	1701	1807
1971	1826	2078	1942	1675	1919	2070	2016
1972	1581	2343	2798	1977	2040	2518	2217
1973	2515	2608	2699	2579	2145	3065	2411
1974	3644	2873	3147	3508	2237	3729	2599
1975	0	3138	3639	4869	2319	4538	2781
1976	0	3403	4178	6749	2391	5523	2959
1977	0	3669	4762	9233	2456	6771	3132
1978	0	3934	5391	12408	2515	8178	3301
1979	0	4199	6066	16359	2588	9852	3467
1980	0	4464	6786	21173	2616	12111	3630
1981	0	4723	7552	26935	2660	14738	3790
1982	0	4984	8364	33731	2701	17934	3948
1983	0	5259	9221	41648	2738	21824	4102
1984	0	5524	10124	50772	2773	26558	4255
1985	0	5789	11072	61187	2805	32318	4405

PROYECCION DE LA DEMANDA DEL DICLORODIFENIL TRICLOROETANO (DDT)

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 6462.8 14.854545

LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1380.8777

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 6067.1383 187.97879 17.984848

LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1374.6799

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 10244.933 3522.5058 785.43823 48.692308

LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1075.6293

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 2.831867E-5 0.00017403227

LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1432.9505

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 738.6835 0.86619008 6993.2521 0.012145858

LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1385.8333

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 6623.4991 0.042109578

LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1395.0966

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 6588.1209 0.98946526

LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1398.3689

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE RELACIONES SON:

DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT
1965	6602	6448	6232	7459	6863	6397	6519
1966	6967	6433	6361	5952	6255	6470	6450
1967	6452	6418	6454	5432	6076	6457	6324
1968	4763	6403	6511	5606	5990	6491	6248
1969	6478	6389	6532	6182	5939	6463	6189
1970	5064	6374	6518	6868	5906	6420	6142
1971	7858	6359	6467	7372	5883	6366	6102
1972	7343	6344	6380	7402	5865	6306	6068
1973	8453	6329	6257	6606	5852	6242	6038
1974	3771	6314	6098	4871	5841	6174	6011
1975	0	6299	5904	1726	5832	6105	5987
1976	0	6284	5673	3062	5825	6036	5965
1977	0	6270	5406	9786	5819	5965	5945
1978	0	6255	5104	18736	5814	5895	5927
1979	0	6240	4765	30206	5809	5825	5910
1980	0	6225	4391	44487	5805	5756	5894
1981	0	6210	3980	61871	5802	5687	5879
1982	0	6195	3534	82652	5798	5619	5864
1983	0	6181	3051	107120	5796	5551	5851
1984	0	6166	2533	135568	5793	5485	5839
1985	0	6151	1978	168289	5791	5419	5827

PROYECCION DE LA DEMANDA DE DERECHEREFNO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 25266.333 3251.3758  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2947.4965

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 28436.583 1667.2508 144.01136  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2755.4858

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 21081.9 8190.4606 1270.3508 85.71892  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2337.1918

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 1.7740594E<sup>-5</sup> 1.9170223E<sup>-5</sup>  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 6000.9238

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 724.46788 0.13894454 24423.032 0.078292698  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2733.5106

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 26687.262 0.30143451  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 3968.3243

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 27746.757 1.0786422  
 LA DESVIACION ESTANDAR ES: 2731.652

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIEMPRE RELACIONES SON:

DADOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPERBOL	EXPONENC	HIPERBO	LOGARIT
1965	23603	28670	30548	29902	29405	26437	29059
1966	30616	31571	33347	32667	32268	32869	32382
1967	36754	35602	34734	36535	34866	34848	37164
1968	33104	38274	37410	39034	42363	37612	40531
1969	42813	41525	40373	40890	44017	40590	43351
1970	43629	44777	43624	43007	45134	43797	45800
1971	45048	48028	47164	45570	46073	47251	47978
1972	51719	51273	50931	49151	46756	50970	49949
1973	49116	54551	55107	54367	47301	54972	51754
1974	64105	57782	59510	61670	47746	59277	53424
1975	0	61033	64202	71556	48116	63908	54981
1976	0	64285	69181	84559	48429	68687	56443
1977	0	67536	74449	101193	48698	74237	57821
1978	0	70788	80004	121972	48930	79984	59127
1979	0	74039	85848	147411	49133	86155	60370
1980	0	77290	91880	178024	49312	92778	61556
1981	0	80542	98399	214325	49471	99881	62691
1982	0	83793	105107	256829	49613	107495	63780
1983	0	87044	112102	306650	49741	115651	64828
1984	0	90296	119386	362502	49857	124383	65838
1985	0	93547	126958	426700	49962	133723	66814

DESEA LA GRAPICA DE LAS PROYECCIONES ?

NO

PROYECCION DE LA DEMANDA DE HEXACLORURO DE BENCFRO (BHC)

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 837.6667 282.42424  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 873.41852

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 270.91667 836.71591 50.390152  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 792.96398

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 2539.3333 1655.8252 490.04254 32.753497  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 545.36963

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.00079438245 0.00032386161  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1013.852

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 229.63809 0.27013523 745.74147 0.19082495  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 1157.676

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 863.36802 0.58189221  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 869.21122

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 985.79836 1.1453285  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 965.12085

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIETE

DATOS ORIGINALES		RELACIONES SON:						
		GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERRO	LOGARIT
1965	1050	1120	515	1341	894	1078	863	1129
1966	927	1403	1201	926	1387	1226	1292	1293
1967	2309	1685	1706	1098	1699	1424	1636	1421
1968	1156	1967	2270	1660	1914	1678	1934	1696
1969	1536	2250	2653	2417	2072	1996	2203	1943
1970	3138	2532	2935	3171	2192	2389	2449	2225
1971	4012	2815	3117	3726	2287	2871	2679	2545
1972	3878	3097	3198	3886	2363	3459	2895	2519
1973	3936	3379	3178	3453	2476	4174	3101	3343
1974	1878	3662	3057	2232	2400	5043	3297	3829
1975	0	3844	2836	26	2525	6056	3485	4385
1976	0	4227	2513	3162	2564	7372	3666	5023
1977	0	4509	2090	8129	2598	8918	3841	5753
1978	0	4792	1567	14468	2627	10790	4010	6585
1979	0	5074	942	2282	2654	13057	4174	7546
1980	0	5356	217	32661	2677	15800	4334	8643
1981	0	5639	609	44905	2698	19121	4489	9899
1982	0	5921	1536	59510	2717	22140	4641	11338
1983	0	6204	2564	76672	2735	28004	4790	12986
1984	0	6486	3693	96588	2750	33891	4935	14873
1985	0	6769	4922	119454	2765	41016	5077	17034

PROYECCION DE LA PENAMA DE PARATIJN UTILICO

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 1 SON: 1761.9167 74.35  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 556.84487

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 2 SON: 2867.5714 677.33442 60.308442  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 433.40242

LOS PARAMETROS DEL POLINOMIO DE GRADO 3 SON: 3422.2937 1208.523 186.38167 8.4048822  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 420.29509

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA COMPUESTA SON: 0.00044310493 0.00096169092  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 451.78146

LOS PARAMETROS DE LA EXPONENCIAL COMPUESTA SON: 37693.306 2.8121585 465.72806 0.16811224  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 456.66479

LOS PARAMETROS DE LA HIPERBOLICA SON: 1773.0326 0.22257896  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 509.75698

LOS PARAMETROS DE LA LOGARITMICA SON: 1524.6479 0.96740814  
LA DESVIACION ESTANDAR ES: 569.86785

LAS PROYECCIONES SEGUN ESTAS SIEMPRE			RELACIONES SON:						
DATOS ORIGINALES	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	HIPCOMP	EXPCOMP	HIPERBO	LOGARIT		
1965	2834	1886	2251	2392	1928	2839	1475		
1966	426	1613	1754	1684	1351	816	1520		
1967	479	1539	1378	1247	1229	812	1388		
1968	1560	1465	1123	1032	1175	952	1302		
1969	1466	1391	989	989	1145	1126	1239		
1970	992	1316	875	1065	1126	1332	1190		
1971	841	1242	1081	1212	1113	1576	1150		
1972	1169	1168	1309	1379	1103	1854	1116		
1973	1749	1094	1657	1515	1096	2205	1087		
1974	0	1019	2125	1570	1090	2609	1062		
1975	0	945	2714	1494	1085	3087	1040		
1976	0	871	3424	1235	1081	3652	1020		
1977	0	797	4254	744	1078	4320	1002		
1978	0	722	5205	23	1075	5111	985		
1979	0	648	6277	1136	1073	6047	970		
1980	0	574	7469	2627	1071	7154	957		
1981	0	500	8782	4551	1069	8464	944		
1982	0	425	10215	6961	1067	10013	932		
1983	0	351	11770	9905	1066	11846	921		
1984	0	277	13444	13435	1064	14015	910		

A P E N D I C E    C

LEGISLACION    P E T R O Q U I M I C A



## LISTA DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS

Listas que representan el criterio seguido por la Comisión Petroquímica, para la clasificación de productos que requieren permiso presidencial para su elaboración.

NOTA :

Estas listas están sujetas a variación o cambios tecnológicos y a ser ampliadas en el crecimiento de la Industria Petroquímica en México.

1. Productos que solamente puede obtener Petróleos Mexicanos, por ser Subproductos de Refinación.

Etileno

Propileno

Butilenos

Mono-Olefinas en General

- II . Materias primas industriales básicas cuya elaboración, a partir de productos o subproductos de refinación o de hidrocarburos naturales del petróleo, está reservada al estado por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidiarias de dicha institución o asociadas a la misma en las que no podrán tener participación de ninguna especie los particulares.

Acetaldehído ( a partir del etileno )

Acetileno

Acido Cianhídrico

Acilonitrilo ( monómero )

Acroleína

Alcohol Isopropílico

Alcoholes Oxo

Amoníaco

Benceno

Butadieno  
Ciclohexano  
Cloroformo  
Cloruro de Alilo  
Cloruro de Etilo  
Cloruro de Metilo  
Cloruro de Vinilo ( monómero )  
Cumeno  
Dibromuro de Etileno  
Dicloroetano  
Dicloruro de Metilo  
Dicloruro de Propileno  
Dodecil Benceno  
Estireno ( monómero )  
Etanol  
Etilbenceno  
Etilenclorhidrina  
Extracto Aromático para Negro de Humo  
Isopreno ( monómero )  
Metanol  
Meta-Xileno  
Naftaleno  
Orto-Xileno  
Oxido de Etileno  
Oxido de Propileno  
Para-Xileno  
Percloroetileno  
Polibutenos  
Polietileno de Baja Densidad  
Polietileno de Alta Densidad  
Polipropileno  
Tetracloruro de Carbono  
Tetrámero de Propileno  
Tolueno  
Tricloroetileno  
Vinil Tolueno

III. Productos secundarios cuya elaboración requiere permiso presidencial y que podrán ser elaborados indistintamente y en forma no exclusiva por la nación, la iniciativa privada sola o asociada con la nación, por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidia

rias de dicha institución o asociados a la misma, creados por el Estado.

Las empresas que los elaboren requieran 60% mínimo de capital mexicano.

- \* Aceleradores y Antioxidantes para Hule
- \* Acetato de Butilo
- \* Acetato de Celulosa
- \* Acetato de Etilo
- \* Acetato de Isopropilo
- \* Acetato de Vinilo
- \* Acetona
- Acetofenona
- Acetoncianhidrina
- \* Acido Acético
- Acidos Acrílicos
- Acido Adípico
- \* Acidos Arilsulfónicos
- \* Acido Benzóico
- \* Acido Fumárico
- Acido Isoftálico
- \* Acido Nítrico
- \* Acido Maleico
- \* Acido Malico
- \* Acido Monocloroacético
- \* Acido Tereftálico
- \* Acidos Clorofenoxiacéticos
- \* Aditivos para Lubricantes
- \* Alquilfenoles
- \* Anhídrido Acético
- \* Alcohol Diacetona
- \* Alcohol Polivinílico
- Adiponitrilo
- \* Amidas orgánicas
- \* Anhídridos Ftálico y Maleico
- \* Anilina
- Antraquinona
- \* Bencidina
- \* Benzaldehído
- \* Benzoatos y Perbenzoatos
- Bisfenol - A
- \* Butanol
- \* Butirato de Polivinilo

Butiraldol  
Butiraldehído  
\* Caprolactama  
\* Carboximetilcelulosa  
\* Cianuros  
\* Ciclohexanol y Ciclohexanona  
\* Clorhidratos de anilina, bencidina, tolidina y toluidina  
\* Clorobencenos  
\* Dialquil Ditioposfatos  
\* Detergentes y Surfactantes No Iónicos  
\* Dilenilaminas  
\* Dimetil Teraftalato  
\* Etanolaminas  
\* Eteres Glicólicos  
\* 2 Etil-Hexanol  
\* Etilenglicoles  
Etilencianhidrina  
Epil-Clorhidrina  
Fenol  
\* Fenoles-Bloqueados  
\* Formaldehído  
\* Fosfatos de Amonio  
\* Ftalatos  
Hexano-Tilendiamina  
\* Hules Sintéticos en General  
\* Intermedios para Colorantes  
\* Metacrilato de Metilo  
\* Metilaminas  
\* Metil Etil, e Hidroietil Celulosa  
\* Metil Isobutil Carbinol  
\* Metil Isobutil Cetona  
\* Metil Etil Cetona  
\* Nitrato de Amonio  
Nitro-Toluenos  
\* Negro de Humo  
\* Nitrobenzeno  
\* Octoatos  
\* Oxido de Mesitylo  
\* Poliacrilonitrilo  
\* Parafinas Cloradas  
\* Pentacloronitrobenzeno  
\* Pentacloro Fenol  
\* Pentaeritritol  
\* Propilenglicoles

- \* Poliestireno
- \* Pantotenato de Calcio
- \* Parathiones y Malathiones
- \* Peróxido de Benzóilo
- \* Peróxido de Diterbutilo
- \* Peróxido de Metil Etil Cetona
- \* Resinas Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno
- \* Resinas Estireno-Acrilonitrilo
- \* Resinas Epóxicas
- \* Cloruro de Bencilo
- \* Cloruro de Colina
- \* Cloruro de Polivinilo
- \* Copolímeros de Cloruro y Acetato de Vinilo
- \* Copolímeros de Estireno-Butadieno
- \* Crotonaldehído
- Derivados de Acetileno
- \* Ditiocarbamatos
- \* Sulfato de Amonio
- \* Taninos Sintéticos
- \* Tiuramilo
- \* Tolidina
- Toluidina
- Trinitrotolueno
- \* Tributil Fosforotritioito
- \* Tetraetilo de Plomo
- \* Urea

IV. Productos cuya elaboración no requiere permiso presidencial.

Acido Acetil-Salicílico  
Adhesivos  
 Adhesivos Formulados  
 Aerosoles  
Barnices  
 Colorantes Sintéticos  
D.D.T.  
 Desinfectantes Formulados  
 Detergentes Iónicos  
 Diisocianato de Tolileno  
 Espuma Aislantes  
 Explosivos Formulados  
Fertilizantes Formulados  
Fibras Acrílicas  
Fibras Celulósicas

Fibras de Nylon  
Fibras Poliéster  
Fumigantes Formulados  
Herbicidas Formulados  
Industria Hulera  
Insecticidas Formulados  
Lacas Formuladas  
Pelfcula de Acetato de Celulosa  
Perfumes  
Pinturas  
Poliuretanos  
Productos Farmacéuticos  
Resinas Acrflicas  
Resinas Alquídálicas  
Resinas Fenol-Formaldehfo  
Resinas Urea-Formaldehfo  
Silicones  
Sulfas  
Vitaminas

NOTA : \* Los productos así marcados han sido objeto de Permiso  
Petroquímico.  
Los productos subrayados ya se están produciendo o están  
próximamente a producirse en el País.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) " Chemical Economics Handbook ", Stanford Research Institute, Menlo Park, Calif.
- 2) " Chemical Origins and Markets ", S.R.I., Menlo Park, Calif., 1967.
- 3) A.V. Hahn, " The Petrochemical Industry ", Mc. Graw Hill Co. Inc., New York, N. Y., 1970.
- 4) R. B. Stobaugh Jr., " Petrochemical Manufacturing & Guide " Vol. 1 : aromatics & derivates, Gulf Publishing Co., Houston, Texas ; 1966.
- 5) A. L. Waddams, " Chemicals from Petroleum ", Butler and Torner Ltd., London, G. B., 1a. Ed., 1968.
- 6) M. Sittig, " Organic Chemical Process Encyclopedia ", Noyes Development Corp., Park Ridge, N.J., 2a. Ed., 1969.
- 7) M. Sittig, " Aromatics Manufacture and Derivates ", Noyes D. C., 1969.
- 8) M. Sittig, " Aromatics Hydrocarbon Manufacture and Technology ", N. D. C., 1a. Ed. 1976.
- 9) Hydrocarbon Processing, " Petrochemical Handbook ", Gulf Publishing Co., Noviembre 1975.
- 10) Kirk - Othmer, " Encyclopedia of Chemical Technology ", John Willey & Sons, Inc., 2a. Ed. 1963.

- 11) R. T. Morrison and R. N. Boyd, " Organic Chemistry ", Allyn and Bacon, Inc., 2a. Ed. 1971.
- 12) Memorias de Labores ( 1966 - 1975 ), Petróleos Mexicanos.
- 13) " El Petróleo ", PEMEX, XV Ed. 1976.
- 14) " Desarrollo y Perspectivas del Sector Secundario de la Industria Petroquímica ", Instituto Mexicano del Petróleo, 1973.
- 15) Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos ( 1965 - 1974 ), Sria. de Ind. y Com., Dirección General de Estadística.
- 16) " Memorias del VII Foro Nacional de la Industria Química ", A. N. I. Q., 1974.
- 17) " Memorias del VIII Foro Nacional de la Industria Química ", A. N. I. Q., 1974.
- 18) Anuarios de la Industria Química Mexicana ( 1967 - 1974 ), A.N.I.Q.
- 19) " Desarrollo de la División de Refinación de Petróleos Mexicanos ", Gerencia de Refinación, PEMEX, Revista del I.M.I.Q, Feb. 1975.
- 20) " La Petroquímica como alternativa para el consumo de hidrocarburos ", Ing. José Luis García Luna. Revista del I.M.I.Q. nov - dic. 1974.
- 21) " Petroquímica ", Revista del I.M.I.Q., Agosto 1975.
- 22) " Memorias de la Reunión Nacional de Estudio para el Desarrollo de la Industria Química ", I.E.P.E.S., 1970.



- 23) " Memorias de la Reunión Nacional sobre Petroquímica ", I.E.P.E.S.  
1976.
- 24) Guía de la Industria Química , Editorial Cosmos, México, D. F.  
1970.
- 25) Producción Química Mexicana, Ed. Cosmos, 12a. Ed. 1976.
- 26) " La Problemática actual de la Industria Química ", Revista Expansión,  
14 nov. 1973.
- 27) La Petroquímica Mexicana, Industrias Resistol, S. A., 1975.
- 28) Guía de los Mercados de México, Marynka Olizar, 8a Ed. 1975 -  
1976.