

41  
2cl.



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA



EXAMENES PROFESIONALES  
DE QUIMICA

OPORTUNIDADES DE INVERSION EN  
LA INDUSTRIA PETROQUIMICA:  
EL CASO DEL OXIDO DE PROPILENO



Trabajo Escrito - Vía Educación Continua  
Que para obtener el título de  
INGENIERO QUIMICO  
p r e s e n t a:  
VALENTE DELGADO BASTIDA



México, D. F.

1997

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

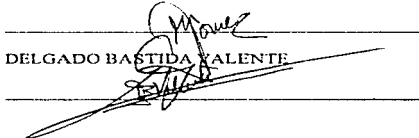
## **JURADO ASIGNADO**

<b>Presidente</b>	Prof. LOPEZ TORRES ARTURO
<b>Vocal</b>	Prof. GALDEANO BIENZOBAS CARLOS
<b>Secretario</b>	Prof. GOMEZ VELASCO HECTOR MARCELINO
<b>1er. Suplente</b>	Prof. MONTIEL MALDONADO CELESTINO
<b>2do. Suplente</b>	Prof. REYES ALDASORO GERARDO

Sitio donde se desarrollo el tema: Facultad de Química.

ASESOR: I.Q. GOMEZ VELASCO HECTOR MARCELINO

SUSTENTANTE: DELGADO BASTIDA VALENTE



The image shows two horizontal lines representing signature lines. The top line has a handwritten signature in black ink that appears to be 'H. Gomez Velasco'. The bottom line has a handwritten signature in black ink that appears to be 'Delgado Bastida Valente'. The signatures are written over the lines and extend slightly beyond them.

**DEDICO ESTE TRABAJO CON AGRADECIMIENTO Y CARIÑO:**

**A MI ESPOSA: LUCINA.**

**A MIS HIJOS: ADELINA, MANUEL, VALENTE.**

**A MIS PADRES: ESTEBAN Y LUCILA.**

**AGRADEZCO TAMBIEN LA COLABORACION DESINTERESADA DE MIS  
AMIGOS: DAVID, SEVERO Y ANDRES.**

## OPORTUNIDADES DE INVERSION EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EL CASO DEL OXIDO DE PROPILENO

### INDICE

INTRODUCCION	PAG.
<b>CAPITULO</b>	
I.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	3
A.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
B.- DELIMITACION DEL PROBLEMA.....	5
C.- HIPOTESIS.....	5
D.- OBJETIVOS.....	6
E.- MARCO DE REFERENCIA.....	7
F.- JUSTIFICACION.....	8
<b>CAPITULO</b>	
II.- PLAN ECONOMICO DE GOBIERNO.....	10
<b>CAPITULO</b>	
III.- PANORAMA DE LA INDUSTRIA QUIMICA Y PETROQUIMICA.....	14
A.- INDUSTRIA QUIMICA.....	14
B.- INDUSTRIA PETROQUIMICA.....	20
B.1.- HISTORIA DE LA PETROQUIMICA.....	20
B.2.- EVOLUCION DE LA PETROQUIMICA EN MEXICO.....	29
B.3.- IMPORTANCIA DE LA PETROQUIMICA.....	37
B.4.- TECNOLOGIA PETROQUIMICA.....	39
B.5.- CONCENTRACION FINANCIERA Y DE LA PROPIEDAD.....	42
B.6.- LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN EL CONTEXTO MACROECONOMICO (1990-1994).....	44
<b>CAPITULO</b>	
IV.- ESTUDIO DEL CASO DEL OXIDO DE PROPILENO.....	48
A.- GENERALIDADES.....	48
B.- ANALISIS DEL MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL DEL OXIDO DE PROPILENO.....	53
C.- RUTAS TECNOLOGICAS DE LOS PROCESOS DE FABRICACION.....	56
D.- DERIVADOS DEL OXIDO DE PROPILENO.....	61
V.- ANALISIS DE RESULTADOS.....	66
<b>CAPITULO</b>	
VI.- ANEXOS.....	71
<b>CAPITULO</b>	
A.- MARCO LEGAL.....	71
A.1.- GENERALIDADES.....	72
A.2.- REGLAMENTO DE LA LEY REGLAMENTARIA DE LOS ART 27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DEL PETROLEO EN MATERIA DE PETROQUIMICA.....	73
A.3.- RECLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS DENTRO DE LA PETROQUIMICA BASICA Y SECUNDARIA.....	74
A.4.- REGISTRO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA.....	75
A.5.- CLASIFICACION DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS.....	76
B.- ORIGEN DE LOS PETROQUIMICOS POR FUENTE DE MATERIAS PRIMAS.....	78
C.- ESQUEMA DE TRANSFORMACION DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA MEXICANA.....	81
C.1.- CADENA PRODUCTIVA DEL PROPILENO.....	82
<b>CONCLUSIONES</b> .....	83
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	86

## **INTRODUCCION**

**Durante la última década, la economía mundial ha cambiado de manera drástica. No es casual que naciones con un desarrollo histórico claramente distinto, que sistemas sociales de muy diversas raíces culturales y que gobiernos de los mas variados signos ideológicos están convergiendo a la liberación económica**

México está participando de esa convergencia, que parece ser unánimemente global a través de una profunda transformación de su economía. Este cambio contempla entre otras acciones el retiro del Estado de actividades económicas donde su sobreactuación acaba por ser nociva para la sociedad, caso particular el de la industria petroquímica que se consideraba área reservada al Estado. Con la clasificación de esta industria de fecha 17 de agosto de 1992 y la ley de inversión extranjera del 27 de diciembre de 1993, la iniciativa privada podrá participar en la producción de petroquímicos, secundarios, intermedios y finales.

Para realizar el presente estudio, primeramente se plantea el diseño de la investigación, planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, etc

En el capítulo dos, se analizan los planes económicos de gobierno de los periodos (1989-1994) y (1995-2000), las acciones y estrategias para lograr la recuperación económica del país

**En el capítulo tres, se hacen algunos señalamientos acerca del panorama que guarda la industria química y petroquímica, el rol que juega en el desarrollo económico de México**

**En el cuarto capítulo, se plantea el caso del óxido de propileno como una oportunidad de inversión, para los industriales mexicanos y extranjeros, análisis de mercados y rutas tecnológicas de los procesos de manufactura, así como sus derivados**

**El desarrollo del quinto capítulo, se presenta los análisis de resultados de la investigación, las cantidades que se importan de propileno y de óxido de propileno lo que representa en divisas para el país**

**En el capítulo de los anexos, se exhiben las cadenas productivas del propileno, productos intermedios y finales así como documentos correspondientes al marco legal que rige la industria petroquímica**

## **CAPITULO I.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

### **A. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En México la mayor parte de petroquímicos de importancia en las cadenas productivas los fabrica el Estado a través de la industria estatal Petróleos Mexicanos (PEMEX).

Sin embargo ésta forma de administrar la industria petroquímica no responde a los cambios de la globalización económica que se está dando en el mundo

En el país, para lograr una integración a la economía mundial se requiere un mayor dinamismo de la inversión extranjera directa, la cual juega un papel importante como complemento de la inversión interna, al promover empleo, modernizar plantas y equipo, abrir nuevos mercados de exportación

¿Cómo lograr que la inversión nacional y extranjera participe en la producción de petroquímicos, caso particular el óxido de propileno?

En el periodo de gobierno (1989-1994) Se plantean estrategias para lograr la recuperación económica del país y participar en el proceso de globalización económica,



promoviendo acciones como la reclasificación de la petroquímica básica y secundaria, publicada el 17 de agosto de 1992 en el Diario Oficial de la Federación <sup>1</sup>

Con esta nueva clasificación, el Estado mantiene la exclusividad en la producción de 8 petroquímicos básicos, pero abre la oportunidad a la inversión nacional y extranjera de participar en 13 petroquímicos secundarios en un 40% y hasta en un 100% de acuerdo con la ley de inversión extranjera. <sup>2</sup>

En la actual administración de gobierno (1995-2000) Se sigue manteniendo e impulsando las estrategias planteadas en la pasada administración, estableciendo las condiciones para una participación mas activa de la iniciativa privada nacional y extranjera en la producción de petroquímicos secundarios, intermedios y finales. Y así integrar cadenas petroquímicas que en la actualidad se encuentran desintegradas

---

<sup>1</sup> Para ver la última reclasificación de la petroquímica, consultar el Diario Oficial . 17 de agosto de 1992

<sup>2</sup> El capital extranjero puede participar hasta en un 100% en la producción de petroquímicos secundarios, de acuerdo a la Ley de Inversión Extranjera publicada el 27 de diciembre de 1993, en el Diario Oficial.

## **B.- DELIMITACION DEL PROBLEMA.**

El problema que se plantea, está encaminado al estudio del óxido de propileno, clasificado como petroquímico intermedio en la cadena petroquímica, el petroquímico secundario del cual se deriva y los productos finales que origina.

## **C.- HIPOTESIS.**

“El entorno en el que deberá desenvolverse la política industrial durante el resto de la década está conformada por tres elementos básicos la globalización creciente de la economía mundial, las oportunidades y retos derivados de los tratados de libre comercio suscritos por el país, y los efectos de apertura del comercio exterior iniciada a mediados de los años 80”<sup>3</sup>

En observancia a lo anterior se desprende la siguiente hipótesis

Dejando de producir el Estado los petroquímicos clasificados como secundarios, la iniciativa privada será quien los produzca abasteciendo la demanda interna y en su momento la demanda exterior.

---

<sup>3</sup> SECOFI. Programa de Política Industrial y Comercio Exterior . México, D. F., 1995, p.11

#### **D.- EL OBJETO DE ESTUDIO.**

Plantear las alternativas de acción en la industria petroquímicas que contribuyan a mejorar la economía mexicana, aprovechando los cambios que se han hecho al marco legal de la petroquímica en México, a partir del 17 de agosto de 1992

#### **OBJETIVOS PARTICULARES.**

- Analizar las perspectivas de la industria petroquímica en México.
- Analizar la oportunidades de inversión en los procesos de productos petroquímicos de importación (óxido de propileno)
- Integrar cadenas petroquímicas de productos factibles de elaborarse en el país.
- Establecer rutas tecnológicas en la producción de óxido de propileno.

## **E.- MARCO DE REFERENCIA /HISTORICO/.**

En 1958 el Estado mexicano había asignado a PEMEX la exclusividad de la producción de los derivados del petróleo considerados como materias primas básicas. En la elaboración de productos secundarios el capital extranjero podía entrar con el 40% de participación. Sin embargo en ésta época, todavía había una confusión entre lo que se debería considerar un producto petroquímico básico y un producto secundario. Por esta razón en 1960, el gobierno publicó una lista con 16 productos básicos reservados a PEMEX (véase el Cuadro V-5-1 de los anexos).

En 1965 la petroquímica nacional fabricaba trece productos, la mayoría relacionados con la petroquímica elaborada por PEMEX.

Durante la administración de Jesús Reyes Heróles se definió con más precisión el espacio otorgado al sector estatal. En 1967 el número de productos petroquímicos básicos había aumentado a 45 (véase el Cuadro V-5-1 de los anexos). Con este tipo de disposiciones el Estado afirmaba los principios nacionalistas que justificaban la creación de PEMEX desde la nacionalización del petróleo en 1938.

En 1975, la industria petroquímica producía 35, de los cuales 15 se consideraban como productos de la petroquímica básica y 20 de la petroquímica secundaria.

En el año de 1986, la petroquímica sufría otra reclasificación, ahora se consideraban 34 petroquímicos como básicos y 36 secundarios (véase el Cuadro V-5-2 de los anexos).

Posteriormente en 1989, vuelve a reclasificarse la petroquímica, en esta ocasión los petroquímicos básicos son 20 y secundarios 66 (véase el Cuadro V-5-2 de los anexos).

El 17 de agosto de 1992, se reclasifica nuevamente la petroquímica, reduciendo el número de petroquímicos reservados al Estado, solamente a 8 y petroquímicos secundarios 13, en los cuales la inversión nacional y extranjera puede participar con el 40% (véase el Cuadro V-5-2 de los anexos).

Apartir de esta reclasificación, da inicio el estudio que se describe en los siguientes capítulos.

## **F.- JUSTIFICACION.**

En México, como en casi todo el mundo, el Estado rige la liberalización modulando e imprimiéndole las características acordes con nuestra historia y nuestra cultura. Sabemos que el mercado genera un uso más eficiente, más productivo de los recursos siempre escasos y que estimula las capacidades productivas de la sociedad. Por eso toda la acción que se

emprenda en estos momentos con el propósito de buscar alternativas que contribuyan a mejorar la economía del país será un beneplácito para toda la sociedad.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Zedillo, Ernesto. "Confianza en el desarrollo de México". Gira de trabajo por seis ciudades Europeas. México D.F. Poder Ejecutivo Federal. 25 de enero - 3 de febrero de 1996, p.13.

## **CAPITULO II.- PLAN ECONOMICO DE GOBIERNO (1995-2000).**

El objetivo estratégico fundamental del Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 es **promover un crecimiento económico vigoroso y sustentable que fortalezca la soberanía nacional, y redunde en favor tanto del bienestar social de todos los mexicanos, como de una convivencia fincada en la democracia y la justicia**

**Asegurar nuestra soberanía, fincar una nueva legalidad y alcanzar el desarrollo social y político deseable, será posible sólo en un contexto de crecimiento económico rápido y sostenido**

La mayor urgencia de alcanzar un crecimiento económico dinámico y sostenido, proviene de la necesidad de generar los empleos que demanda el incremento de la población económicamente activa, cercano al tres por ciento anual. Puesto que la población económicamente activa es de alrededor de 35 millones, cada año algo menos de un millón de personas buscan incorporarse al mercado de trabajo

El rápido crecimiento de la población económicamente activa resulta de la incorporación al mercado de trabajos de mexicanos nacidos en décadas pasadas, cuando la tasa de crecimiento demográfico era mayor que en la actualidad. Otro factor es la incorporación creciente de la mujer al mercado de trabajo

El desafío de México no es sólo reducir el desempleo abierto, sino mejorar la calidad del empleo, mediante la generación de oportunidades de trabajo bien remunerado en el sector formal de la economía.

De ahí que una meta del Plan Nacional sea que, una vez superada la crisis financiera actual y consolidada la recuperación económica, se alcancen tasas sostenidas de crecimiento económico superiores al cinco por ciento anual

El crecimiento sostenido de la economía, del empleo y de los ingresos de los trabajadores del campo y la ciudad, requiere de la inversión para aumentar la infraestructura, las instalaciones y la maquinaria para la producción de todos los sectores económicos. Sin inversión suficiente no es posible ampliar la capacidad productiva ni absorber el aumento de la mano de obra.

De ahí la importancia de promover políticas generales y sectoriales, así como condiciones de certidumbre y estabilidad, que estimulen la inversión nacional y extranjera. El nivel de inversión depende de los recursos disponibles para su financiamiento, que provienen del ahorro interno y externo. Para que haya inversión, indispensable para el crecimiento económico, hace falta el ahorro interno, preferiblemente complementado por el ahorro externo.



El crecimiento económico depende no sólo del esfuerzo de inversión y ahorro, sino también de la eficiencia con que se utilicen los medios de producción y la mano de obra. Entre más productiva y eficazmente se asignen y usen los recursos de la sociedad, mayor será el crecimiento del producto nacional y el empleo. Consecuentemente, el aumento en la productividad y la eficiencia recibirá la mayor importancia en la estrategia para promover el crecimiento económico.

### **LINEAS DE ESTRATEGIA**

El Plan Nacional de Desarrollo plantea las siguientes cinco grandes líneas de estrategia para impulsar el crecimiento económico sostenido y sustentable:

- **Hacer del ahorro interno la base fundamental del financiamiento del desarrollo nacional, y asignar un papel complementario al ahorro externo**
  
- **Establecer condiciones que propicien la estabilidad y la certidumbre para la actividad económica.**
  
- **Promover el uso eficiente de los recursos para el crecimiento.**
  
- **Desplegar una política ambiental que haga sustentable el crecimiento económico.**

- Aplicar políticas sectoriales pertinentes.

Se fortalecerá la capacidad de respuesta estratégica y la eficiencia operativa de **PEMEX** para apoyar el crecimiento y la creación de empleos.

En el caso de las áreas de participación reservada al Estado, el objetivo será **maximizar el beneficio para el país como un todo, no sólo la contribución al fisco y a las finanzas públicas. Con eso se evitará premiar, en su caso, las ventajas de exclusividad a costa del resto de la economía. En esas áreas se fomentará la participación privada en ámbitos relacionados que no formen parte de las actividades reservadas**<sup>5</sup>

En mi opinión, considero que las acciones que se plantean en el Plan Nacional de Desarrollo 1995 - 2000, son congruentes con las metas trazadas por el gobierno para restablecer la economía, sin embargo la ejecución de algunas acciones no serán a corto plazo debido a la cultura de la sociedad mexicana y la participación de sectores políticos en la toma de decisiones.

---

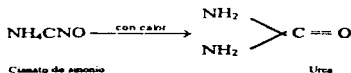
<sup>5</sup> Poder Ejecutivo Federal. Plan Nacional de Desarrollo 1995 - 2000. México, D.F. 1995, p. 164

### CAPITULO III.- PANORAMA DE LA INDUSTRIA QUIMICA Y PETROQUIMICA

#### A.- INDUSTRIA QUIMICA

Durante siglos se creyó que los compuestos químicos inorgánicos eran diferentes de los orgánicos y que éstos últimos solamente los producían los seres vivos. En 1828 el químico Federico Wohler logró producir urea, un compuesto claramente orgánico, a partir de cianato de amonio, un compuesto inorgánico. Desde entonces se sabe que no hay diferencia radical entre ambos tipos de compuestos. Se ha conservado la clasificación para facilitar el estudio de la química

La reacción de Wohler es:



Por otra parte, el término que designamos por «industria química» en el sentido más amplio "incluye a todas las industrias involucradas en la manufactura de productos químicos"<sup>10</sup>

No cabe duda que la petroquímica ha tenido un fuerte impacto en la industria química. De hecho, la industria química orgánica, obtiene muchas de sus materias primas importantes de la petroquímica, aparte que numerosos productos petroquímicos, que no existían hace apenas unos lustros, han revolucionado y modernizado a toda la industria química. Sin embargo, esto no implica que la industria petroquímica sea un sinónimo de industria química.

En la «Clasificación Mexicana de Actividades Económicas», que se basa en la «Clasificación Industrial Internacional Uniforme» de Naciones Unidas, se separa el subsector 35 que contiene sustancias químicas, productos derivados del petróleo, del carbón, del hule y de plástico. Este subsector del sector 3 industrias manufactureras, incluye nueve ramas. Las cinco primeras comprenden a las sustancias químicas. En el Cuadro III-A-1 se presentan esas ramas junto con las clases industriales que están incluidas.

Al analizar el Cuadro III-A-1, notamos que solamente una rama se refiere específicamente a la petroquímica, la 3511 petroquímica básica. En realidad esta es la única clase cuyos productos son en su totalidad petroquímicos, pero hay otras ramas y clases de sustancias químicas cuyos productos son en su mayoría de origen petroquímico. Entre estas

<sup>10</sup> Mc Graw-Hill, Concise Encyclopedia of Science and Technology, Mc Graw-Hill, 1984, petroquímica, 337. Citado en Davila, 1993, p. 102. Ver referencias.

debe mencionarse en primer lugar la de básicos orgánicos (351211), que comprende a la mayor parte de los intermedios petroquímicos, los fertilizantes nitrogenados tienen su origen en el amoníaco, que se obtiene del metano (gas natural), entre los plaguicidas, hay algunos también de origen petroquímico

Las ramas de la química que tienen mayor proporción de petroquímicos, aparte de los básicos orgánicos, son las resinas, los hules sintéticos y las fibras artificiales y sintéticas.

Dentro de la rama 3522, otras sustancias y productos químicos, hay varias clases que contienen petroquímicos importantes: pinturas, barnices y lacas, jabone y detergentes, adhesivos, películas sensibles y otros.

De las estadísticas disponibles, las más completas son sin duda las de los censos industriales. Con base en el último censo publicado por el INEGI 1986 y 1994, se preparó el Cuadro III-A-2, con algunas características seleccionadas de las industrias de sustancias químicas.

Las unidades censadas son, en algunos casos, diferentes de las empresas. Así la rama de petroquímica básica contaba en 1985 con 14 unidades y 1994 con 18 que se refieren a los centros o complejos petroquímicos de una sola empresa PEMEX. En otras ramas hay también empresas que tienen cada una varias unidades productivas, que por estar localizadas en diferentes lugares se contabilizan por separado.

La producción bruta total es la suma de las ventas de las empresas. Si comparamos el valor de los activos fijos con el de la producción, se observa que de las cinco clases químicas, las tres primeras 3511, 12 y 13 requieren más inversión en activos fijos por unidad de producción que las otras dos ramas. Esto se debe al tipo de plantas y la categoría de productos. En las primeras, las plantas son grandes y requieren elevadas inversiones por unidad de producción, especialmente la de la petroquímica básica y las de fibras químicas. Además, los productos son básicos, de calidad uniforme y de producción continua y masiva (en inglés: commodities) <sup>7</sup>

Por último, debemos insistir en que la industria petroquímica tiene una importancia cualitativa mucho mayor que cualquier cuantificación que pueda hacerse de la misma, ya sea aisladamente en relación con la industria química a la cual ha revolucionado

Sin embargo, con todos los comentarios que hemos hecho la industria química presenta la siguiente problemática

- Falta de integración vertical
- Precios de materias primas
- Disponibilidad de materias primas
- Costo de gas natural y energéticos

---

<sup>7</sup> Montaña Aubert, Eduardo Integración de la Petroquímica en México, Ed. Facultad de Química UNAM, México, D.F. 1992, p.20

Algunas causas que podemos mencionar de esta problemática es

- Bajo nivel de inversión en petróleo y petroquímica básica.
- Falta de congruencia y continuidad en política energética
- Falta de un plan.

Cuadro III-A-1

<b>INDUSTRIAS DE SUSTANCIAS QUIMICAS (Por Rama y Clase)</b>			
Rama	Clase	Nombre	Notas
3511		<b>PETROQUIMICA BASICA</b>	Productos elaborados por
		Pemes	
3512		<b>SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS</b>	Excluye la petroquímica básica
	351211	Básicos orgánicos	
	351212	Básicos inorgánicos	
	351213	Colorantes y pigmentos tintas	Excluye colorantes naturales y
	351214	Gases Industriales	
	351215	Aguarras y breá o colofonia	
	351216	Otros Químicos básicos	Incluye mat primas para la industria farmacéutica
	351221	Fertilizantes	
	351222	Insecticidas y plaguicidas	
	351231	Resinas sint y plastificantes	
	351232	Hule sintético	
3513	351300	<b>FIBRAS ARTIFICIALES Y SINTETICAS</b>	Incluye celofan y cuerda llantas
3521	352100	<b>INDUSTRIA FARMACEUTICA</b>	Excluye materias primas
3522		<b>OTRAS SUSTANCIAS Y PRODUCTOS QUIMICOS</b>	Incluye productos conexos (thiner)
	352210	Pinturas, barnices y lacas	
	352221	Perfumes, cosmet y similares	
	352222	Jabones, detergent y dentífic	
	352231	Adhesivos e impermeabilizantes	
	352232	Tintas para impresión y escritura	
	352233	Cerillos	

352234	Películas, placas y papel sensible	Excluye papel de fotocopiadoras
352235	Velas y veladoras	
352237	Explosivos y fuegos artificiales	
352237	Limpiadores, aromatizantes y similares	Incluye desinfectantes y cerosos
352238	Aceites esenciales	Incluye grasas y ceras indust.
352239	Refinación de grasas y aceites animales no comestibles	Incluye cera de abeja y sebo
352240	Otros productos químicos secundarios	

Nota: El subsector 35 de la Clasificación mexicana incluye otras cuatro ramas: 3530, refinación del petróleo; 3540, coque, lubricantes y artículos a base de asfalto; 3550, artículos de Hule; 3560, artículos de plástico.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, "Clasificación Mexicana de Actividades Económicas", México 1989.

#### Cuadro III-A-2

#### CARACTERISTICAS SELECCIONADAS DE LA INDUSTRIA DE SUSTANCIAS QUIMICAS EN 1985

Rama	Unidades censadas	Personal ocupado	Miles de millones de pesos		
			Activos fijos, al 31, dic	Produce bruta total	Valor agre. censal
TOTAL	2 236	284 097	2 952	2 987	1 089
3511 Pretoq. básica	14	28 520	991	555	219
3512 Quim básica	699	147 383	1 251	1 095	363
3513 Fibras sint.	15	8 621	298	154	72
3521 Ind. Farmaceut.	378	41 574	176	451	215
3522 Otras sustancias químicas	1 130	57 999	236	732	220



**CARACTERISTICAS SELECCIONADAS DE LA INDUSTRIA  
DE SUSTANCIAS QUIMICAS EN 1993**

Rama	Unidades censadas	Personal ocupado	Miles de nuevos pesos Activos fijos, al 31, dic	Produce bruta total	Valor agre. censal
<b>TOTAL</b>	2839	191925	39774979 5	73236051 4	26390365 4
<b>3511 Pretoq. básica</b>	18	19311	14601464 3	19642842 5	5072781 3
<b>3512 Quím. básica</b>	668	44898	14416769 7	17273225 4	5914625 4
<b>3513 Fibras sint.</b>	22	14475	3392223 1	3840381 2	1161087 2
<b>3521 Ind. Farmacéut.</b>	394	39099	2969779 4	12181020 2	5872683 2
<b>3522 Otras sustancias químicas</b>	1737	74142	4394743 0	20298582 1	8369188 3

**B.- INDUSTRIA PETROQUIMICA.**

**B.1.- HISTORIA DE PETROQUIMICA.**

Los materiales que usa el hombre para satisfacer sus necesidades son recursos naturales o derivados de éstos, que pueden clasificarse en renovables y no renovables. Entre los primeros tenemos a los vegetales y los animales. Los no renovables incluyen a los minerales y al petróleo.

Desde hace más de un siglo se extrae el petróleo de los yacimientos que lo contienen. Los primeros yacimientos donde se perforaron pozos para la explotación comercial del petróleo estaban en el norte de Estados Unidos. Esa explotación se inició en 1859. Los yacimientos de Rusia y de Irán se descubrieron algunos años después, todavía en

**el siglo pasado. A principios del siglo XX se descubrieron yacimientos en Texas y en México. En la tercera década del presente siglo se descubrieron los de Venezuela, de algunos países del Medio Oriente y los de otros lugares del mundo**

Los yacimientos de petróleo más ricos del mundo, tanto por su magnitud, como su calidad, se encuentran en el Medio Oriente, donde se concentra la mitad del petróleo conocido (estadísticas del *Worldwide Report* y del *Oil and Gas Journal*, citadas en el *Anuario Estadístico de PEMEX, 1989*). En particular es en la Península Arábiga donde se localizan los principales yacimientos gigantes y supergigantes.

El uso que se dio al petróleo durante los primeros noventa años de la industria petrolera fue la producción de combustibles, para satisfacer las necesidades de energía en el transporte, cocina, iluminación, calefacción, industria, agricultura, recreación y servicios diversos. Es decir, casi todas las actividades humanas requieren o se facilitan con los combustibles del petróleo. El uso del petróleo como fuente de productos químicos es mucho más reciente (en las últimas cuatro décadas).

La importante industria petroquímica moderna nació como resultado de varios factores, algunos tecnológicos-económicos y otros de naturaleza científica. Los principales son:

Desde las primeras décadas de este siglo la investigación química trataba de encontrar una materia prima de bajo precio y de calidad uniforme, en la cual basarse para obtener los materiales sintéticos que pudieran complementar la oferta de los materiales naturales tradicionales, que cada día resultaban más escasos y costosos.

La demanda de materiales naturales tradicionales como son: fibras, hules, cueros, resinas, abonos naturales y otros, resultaba ya muy elevada en relación a la oferta. Esa demanda se veía que continuaría aumentando año con año, debido al acelerado crecimiento de la población mundial y al aumento de ingreso por habitante.

Desde la segunda década de este siglo se conocían ya bien las características de los hidrocarburos y algunas de sus reacciones químicas. Se sabía que el petróleo tiene una composición bastante uniforme, con moléculas que pueden transformarse en olefinas e hidrocarburos aromáticos, con base en las cuales es posible sintetizar muchos de los materiales necesarios para complementar la oferta de los naturales tradicionales. En los laboratorios de las empresas petroleras se habían comenzado a crear nuevos procesos químicos para mejorar la calidad de las gasolinas, algunos de ellos muy parecidos a los usados en la producción petroquímica.

El precio internacional del petróleo se mantuvo muy estable durante casi cien años. Desde finales del siglo pasado hasta 1973 el precio del barril de petróleo (de 159 litros) se

vendió por abajo de los tres dólares de EUA. Esta estabilidad contribuyó mucho al desarrollo de la industria petroquímica.

Todo lo anterior preparó el terreno para el inicio de la petroquímica; sin embargo, el acontecimiento que desencadenó la producción petroquímica en gran escala se dió durante la segunda guerra mundial. Recién entrados los Estados Unidos a la guerra, se vieron en la imposibilidad de importar hule natural de las grandes plantaciones de Indonesia, ya que los barcos eran sistemáticamente hundidos por los japoneses.

Fue entonces cuando el gobierno norteamericano, junto con las empresas huleras, emprendieron, entre 1943 y 1944, un programa gigantesco y muy rápido para instalar catorce plantas petroquímicas y producir 700,000 toneladas al año de hule sintético. Con este hule se logró abastecer de llantas de hule a los aviones y vehiculos de los aliados en Europa.

Inmediatamente despues de la guerra, los laboratorios de investigación química aceleraron la búsqueda de nuevos procesos y materiales petroquímicos que sustituyeran a los naturales. Así, en pocos años se fueron creando resinas, plásticos, fibras y demás productos nuevos que han logrado sustituir con ventajas a muchos de los materiales naturales tradicionales.

**La industria petroquímica no puede entenderse solamente con cifras, por más que haya algunas impactantes. La verdadera importancia de los productos petroquímicos para la sociedad humana de finales del siglo XX es cualitativa y debe examinarse desde varios puntos de vista.**

Desde el comienzo de la industria química orgánica a mediados del siglo pasado, cuando se logró sustituir algunos colorantes naturales con colorantes sintéticos, se han creado productos nuevos y tecnologías para sustituir materiales naturales por sintéticos. Desde hace tiempo se sabía que algunos materiales como la madera, las fibras y hules naturales no eran suficientes para satisfacer las necesidades en aumento, de una población mundial con fuerte crecimiento.

Los productos sintéticos obtenidos desde las primeras décadas del siglo XX, los primeros hules sintéticos, las fibras artificiales y algunos plásticos y detergentes, se fabricaban a partir del carbón y de los subproductos de su coquización. Se trataba de materiales con propiedades apenas comparables con las de la madera, el papel, el hule y las fibras naturales, los jabones y otros productos con los que competían. La bakelita, la caseína, las fibras artificiales, los primeros hules sintéticos, eran materiales con propiedades comparables, pero no mejores que los productos naturales.

Durante la tercera y cuarta décadas de este siglo se investigó y se lograron crear productos con características francamente mejores que los naturales, usando como materia

**prima los hidrocarburos del petróleo. Así, casi un siglo después de que el químico Adolf von Bayer fabricara en la pequeña empresa que fundó entonces, los primeros colorantes sintéticos producidos industrialmente.**

En los laboratorios de investigación y desarrollo tecnológico de las empresas químicas y petroleras de varios países, se han creado numerosos procesos y productos con propiedades similares o mejores que los naturales. Así en la segunda década de este siglo se logró sintetizar el amoníaco a partir del nitrógeno del aire. Con ello, los fertilizantes sintéticos desplazaron a los naturales como la sal nitro que importaba Europa desde Chile en grandes cantidades.

Más tarde, se crearon otros productos como el nylon o el hule butilo, este último unas diez veces más impermeable al aire que el hule natural; el dodecibenceno con que se obtienen los detergentes domésticos, que tiene un poder de lavado muy superior a los jabones tradicionales de aceites naturales, el polietileno que sustituye con ventajas técnicas y económicas a varios usos del papel, de la madera y de otros productos tradicionales. Las fibras químicas como nylon, poliéster y acrílicas tienen ventajas sobre el algodón y la lana, por más que todavía no se inventa una fibra con la enorme capacidad de absorber agua que tiene el algodón.

En resumen, los químicos que trabajan con los hidrocarburos del petróleo han logrado crear numerosos productos en esta segunda mitad del siglo veinte, que no sólo han

aliviado la escasez de materiales naturales, sino además, han logrado sintetizar materiales plásticos, adhesivos y otros muchos, que tienen propiedades sorprendentes y que han facilitado el avance del conocimiento científico y tecnológico de lo infinitamente pequeño y de lo infinitamente grande.

Los mercados de productos químicos se han ampliado con nuevos productos, muchos de los cuales combinan alta calidad y bajo precio, además se ha modificado la actitud de muchos consumidores de productos químicos, que se han vuelto más exigentes y demandan ahora moléculas con características muy específicas, que deben diseñarse a la medida.

Entre 1950 y 1970, la producción petroquímica mundial pasó de 3.7 a 60.5 millones de toneladas, es decir, creció el 15% anual durante 20 años. En esos años la producción petroquímica se concentraba en EUA y en Europa Occidental. Puede decirse que fue la etapa introductoria de la petroquímica en varios países desarrollados. En el cuadro III-B-1, adjunto, se muestran las cifras de producción petroquímica por país o región del mundo, para 1950, 1970 y 1990.

Durante los años sesentas y setentas se inició el desarrollo petroquímico en la Unión Soviética y los países de Europa Oriental, así como en algunos países en vías de desarrollo, especialmente aquellos que contaban ya con una industria petrolera, y con alguna

experiencia en refinación del petróleo, como fue el caso de México que se trata más adelante.

En algunos de esos países las primeras plantas petroquímicas se instalaron desde antes de 1960, sin embargo, la etapa de crecimiento acelerado, o sea la introducción de la petroquímica ocurrió hasta después de 1970

En la década de 1970-1980, especialmente en 1973 y 1979, hubo incrementos importantes en los precios del petróleo a nivel mundial. Esto repercutió en la petroquímica, especialmente en la de países importadores de petróleo, ya que los precios de los hidrocarburos usados como materia prima y como energéticos aumentaron mucho

Ya en los años de la década pasada (1980-90), los precios del petróleo y de los hidrocarburos, base de la petroquímica, se estabilizaron pero a niveles muy superiores a los prevalecientes antes de la crisis de 1973. Por ejemplo, el precio del crudo a nivel mundial antes de 1973 variaba entre 2 y 3 dólares el barril (de 159 litros), los precios en los últimos años han variado entre 12 y 22 dls. por barril, es decir, de 6 a 7 veces el nivel previo a 1973.

De la misma forma, el precio del etileno, por ejemplo, que antes de 1973 nunca fue mayor de 110 dls. la tonelada, tuvo fuertes incrementos y oscilaciones en los años setentas y ochentas, pero el nivel ahora es muy superior, en 1991 se cotizaba a 473 dls. la tonelada, y en febrero de 1992 bajó un poco a 440 dls/ton. Estos precios en realidad son precios



**nominales para el mercado interno de los EUA, pero son una referencia bastante confiable del nivel de precios a nivel mundial**

**El mayor costo de las materias primas para la petroquímica hizo cambiar la estructura de costos de producción. Se estima que el costo promedio de la materia prima en una planta desintegradora de nafta petroquímica aumentó del 34% antes de 1973 a 63% en años recientes.**

**El incremento del precio de las materias primas petroquímicas tuvo dos efectos diferentes. En los países importadores de petróleo se mejoraron los procesos y se logró un ahorro considerable de petróleo como materia prima en la petroquímica y un ahorro no menos importante como energético, tanto para las industrias químicas, como para otras industrias y actividades económicas en general. Es decir, en todos los usos del petróleo, en esos países, hubo ahorros: transportes, calefacción, enfriamiento, generación eléctrica, etc.**

**El efecto de los mayores precios del petróleo en los países subdesarrollados fue completamente diferente. No se pensó en ahorrar energía, se pensó en iniciar la industria petroquímica en forma masiva. En aquellos países que contaban con petróleo, se trató de aprovechar la ventaja de tenerlo para operar plantas petroquímicas a un costo menor.**

**Después de casi dos décadas de la crisis de 1973, se ha visto la ventaja que tienen los países desarrollados que desde hace mucho investigan y ponen en práctica tecnologías**

para ahorrar energía, en relación con la situación en que se encuentran muchos de los países petroleros, que se endeudaron para instalar grandes plantas petroquímicas y que recientemente se han dado cuenta que la ventaja que les da tener materia prima a bajo costo no compensa la falta de tecnología ni su escasa capacidad competitiva

## **B.2.- EVOLUCION DE LA PETROQUIMICA EN MEXICO.**

La primera planta petroquímica en México la instaló PEMEX en 1958 y arrancó en 1959 en la Refinería de Azcapotzalco, en el Distrito Federal fue una planta para fabricar dodecibenceno, la materia prima principal de los detergentes domésticos

Es interesante notar que otra planta que tenía PEMEX en operación desde 1951, para recuperar azufre, en Poza Rica, Veracruz, no se consideraba ni por PEMEX ni por las empresas extranjeras que le vendían la tecnología, como una planta petroquímica. De hecho, la recuperación del azufre se hace para mejorar la gasolina y otros combustibles, no para el mercado petroquímico

En cambio, como se verá en seguida, la nueva planta de dodecibenceno se consideraba una amenaza al mercado internacional de la petroquímica. No tanto esa planta en sí, como la posibilidad de que se multiplicara la producción petroquímica de México, amenazando a los intereses establecidos.

**Cuando los ingenieros de PEMEX trataron de comprar la tecnología para producir el dodecibenceno a las empresas que lo producían en el mundo, se encontraron con una negativa rotunda**

**Fue la experiencia que ya tenían los técnicos de PEMEX en la construcción y operación de plantas similares a la mencionada, la razón principal de haber logrado construir y operar esa planta exitosamente desde su arranque, a pesar de no haber comprado la tecnología**

Antecedentes.- Para entender el rápido desarrollo que tuvo la petroquímica entre 1960 y 1990, no obstante tratarse de una industria de reciente creación, es necesario remontarse algunas décadas antes

Entre 1920 y 1940, la industria química casi no existía en México, pero durante esos años se estableció la infraestructura indispensable para el desarrollo industrial. Se multiplicaron las comunicaciones, los transportes, se fundaron bancos, escuelas tecnológicas, se facilitó la agricultura con obras de riego y hubo excedentes agrícolas, entre otras muchas actividades y requisitos para el desarrollo industrial

En la década de 1940-50, gracias a las circunstancias de la segunda guerra mundial, no llegaba al país muchos de los productos químicos necesarios, lo que facilitó el desarrollo

acelerado de la producción química. El número de establecimientos de esa industria aumentó de 379 a 1710, o sea 16% anual; el capital invertido a precios constantes aumentó al 26% anual; el número de trabajadores pasó de 10,000 a 34,280, o sea creció el 13% anual, durante una década.

En los cincuentas, se reanudó la importación de muchos productos químicos, pero ya había para entonces un buen grupo de empresarios químicos y una nueva generación de economistas con mayor preparación, que se encargaron de las oficinas públicas relacionadas con el fomento y la regulación industrial. Al mismo tiempo, en PEMEX hubo técnicos con mayor visión. Fue así como a mediados de los años cincuentas, técnicos y directivos de PEMEX se dieron cuenta de que era factible sustituir la importación de algunos productos de la petroquímica, construyendo las plantas necesarias.

Se buscó algún producto para comenzar y se localizó al dodecibenceno, que se fabrica por el proceso de alquilación, proceso ya conocido en PEMEX y usado en la fabricación de iso octano, una gasolina de alta calidad que se usaba en los motores de avión de hélice. fue entonces cuando se trató de comprar la tecnología para instalar la planta de dodecibenceno, con el resultado ya mencionado.

La petroquímica en los sesentas - Una vez que se inició la producción de dodecibenceno y se substituyó por producción nacional el producto importado, la actitud de las empresas extranjeras cambió. Probablemente razonaron: si no les vendemos la

tecnología, la consiguen por otro lado y si no la pueden comprar la desarrollan sólo como hicieron con el dodecibenceno, lo cual nos resulta todavía más peligroso. Así fue como en los sesentas Pemex pudo comprar las tecnologías que necesitó y desgraciadamente los técnicos de PEMEX se acostumbraron a comprar, en lugar de desarrollar tecnología, que es mucho más difícil.

El crecimiento que tuvo la petroquímica en los sesentas fue casi exclusivamente con plantas de PEMEX. Sólo posteriormente se inició la producción de otras plantas de la iniciativa privada, lográndose un fuerte impulso a dicha industria. Ese impulso fue posible gracias a que se rompió el mito de que no había en México la capacidad necesaria para establecer una industria como la petroquímica.

En 1962 y 1963 iniciaron operaciones las primeras dos plantas de amoníaco que instaló PEMEX, en Cosoleacaque, Ver., y en Salamanca, Gto. En 1964 se inició la producción de aromáticos en Minatitlán, Ver., entre estos, se encuentra el benceno que se necesitaba como materia prima para el dodecibenceno y así se dejó de importar. En 1965 inició operaciones la segunda planta de dodecibenceno, ubicada en Ciudad Madero, Tamps. En 1966 la primera planta de polietileno de baja densidad de Reynosa, Tamps. En 1967 Empezaron a producir plantas de etano, etileno, dicloroetano, cloruro de vinilo, y estireno. En 1968 y 1969 iniciaron la producción las plantas de acetaldehído y de ciclohexano.

Desde 1963 se firmó un protocolo financiero Franco-Mexicano, con el cual se ayudó al establecimiento de las primeras empresas petroquímicas separadas de PEMEX. «Industrias derivadas del etileno» recibió un aval de 13.5 millones de pesos para sus proyectos de glicoles y aminas; «Síntesis Orgánicas», otro de 16.2 millones para producir anhídrido ftálico. La «Industria Nacional Química-Farmacéutica» se reestructuró y cambió de nombre a «Industria Petroquímica Nacional», recibiendo un aval por 25.7 millones de pesos del crédito Francés para su planta de metanol que instaló en San Martín Texmelucan, Pue. Esta planta poco después pasó a PEMEX.

A dicho protocolo Francés de 1963, se le sumaron en 1965 otros préstamos de Inglaterra (310 millones de pesos, 8.8 millones de libras esterlinas), de Alemania (62.5 millones), de Japón 528 millones de pesos. Este último con una tasa de interés de 5.5% sobre saldos insolutos.<sup>8</sup>

Indudablemente se trataba de que las empresas compraran equipo y tecnología en esos países. A México le convino, porque logró una cierta competencia y diversificación del financiamiento. Cabe aclarar que la petroquímica requiere además de tecnologías de proceso, de producto y de equipo, una inversión cuantiosa, especialmente en las plantas gigantes que se instalan para los productos básicos.

Legislación y Comisión Petroquímica. En el reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo, publicado en 1959, se mencionaba

---

<sup>8</sup> Montaña Aubert, Eduardo, op. cit., p. 297

(artículo 30) que los permisos a particulares para fabricar petroquímicos los otorga el Ejecutivo Federal, con la intervención de las Secretarías de Patrimonio Nacional y de Industria y Comercio, oyendo previamente la opinión de PEMEX. Desde ese año funcionó de hecho la Comisión Petroquímica (con los dos Secretarios de Estado y el director de PEMEX), que contaba con el asesoramiento de expertos en cada Secretaría y los de PEMEX.

Se analizaban los proyectos presentados por los grupos de empresarios privados que solicitaban permiso y se otorgaban los permisos a los proyectos que se consideraban más ventajosos para el país. Debido a que la legislación (el Reglamento de 1959) no era muy explícito y por los conflictos de intereses que había constantemente entre los diversos grupos de inversionistas, después de algunos años se vio la conveniencia de hacer otro reglamento.

En febrero de 1971 entró en vigor un nuevo reglamento se le dio vida legal a la Comisión Petroquímica y se le dotó de personalidad jurídica y recursos propios. También se establecieron las características de los permisos y las garantías que deberían dar los inversionistas para asegurar el cumplimiento del proyecto objeto del permiso.

Producción Petroquímica en México - La producción petroquímica en los años sesentas correspondió en su mayor parte a PEMEX. En 1960 la producción del país fue la de PEMEX, de solamente 51,418 tpa (toneladas por año), correspondientes a dos productos; en 1970 se produjeron 1.5 millones de tpa, de las cuales 1.0 millón de ton fueron

**de 14 productos de PEMEX y medio millón de 10 productos de las empresas con permiso petroquímico (véase el Cuadro III-B-2)**

Es interesante aclarar que el número de permisos fue mucho mayor, pero por una o por otra razón, varios de los proyectos no se terminaban o bien dilataban mucho en terminarse. Otro dato que conviene tomar en cuenta para juzgar la producción privada en relación con la de PEMEX, es que la mayor parte de las plantas de la iniciativa privada son por lo general de menor tamaño que las de PEMEX, ya que los productos son menos básicos y de uso más específico, o sea con una demanda menor.

En la siguiente década (1970-80), la petroquímica de PEMEX creció al 13% anual, llegando a 3.4 millones de tpa, mientras que la privada lo hizo al 17.9% anual, llegando a 2.6 millones de tpa. Esta fue una década de fuerte crecimiento de la inversión privada y menor de PEMEX en petroquímica, ya que dedicó sus recursos a invertir en la extracción de crudo de los yacimientos recién descubiertos en el sureste del país.

En la década pasada, las ventas de PEMEX aumentaron 7.9% anual para llegar en 1990 a 7.3 millones de ton. De esta cantidad el 13.7% correspondió a exportaciones. Por su parte, el sector secundario (los fabricantes con permiso petroquímico), vendieron 7.2 millones de ton., de los cuales el 16.7% fueron exportaciones.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Montaña Aubert, Eduardo, op. cit. p. 298.



**CUADRO III-B-1**  
**Producción Petroquímica Mundial, 1950, 1970 y 1990\***  
(millones de toneladas)

Región o País	1950	1970	1990*
Estados Unidos y Canadá	3.0	23.5	96
Europa Occidental	0.5	19.5	121
Japón	-	9.0	44
Unión Soviética y Europa Oriental	-	5.5	24
Resto del mundo	0.2	3.0	65
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>3.7</b>	<b>60.5</b>	<b>350</b>

\*Estimado y citado por Montaño, 1992, p. 294. Ver referencias.

«The petrochemical industry in developing countries: prospects and strategies», sectorial studies, series No. 20, Vol. 1, Viena, 1985.

Fuente H. Bakis, R. Guglielmo, «La petrochimie dans le monde», 3a. Ed., Press Universitaire de France, Paris, 1979.

**CUADRO III-B-2**  
**Producción petroquímica mexicana, 1960, 1970, 1980 y 1990**  
(millones de toneladas)

Concepto	1960	1970	1980	1990	Incremento 1980-90
Ventas de Pemex	0.05	1.0	3.4	7.3	7.9%
Número de prod.	2	14	32	34	
Ventas de otras empresas a	-	0.5	2.6	7.2	10.7%
Número de prod.	-	10	48	66	
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>0.05</b>	<b>1.5</b>	<b>6.0</b>	<b>14.50</b>	<b>9.2%</b>
Número de prod.	2	24	80	100	

a) Ventas de empresas del sector secundario (con permiso petroquímico). Son estimados con base en cifras publicadas para los productos de mayor volumen.

b) De este total, el 14% se exporta.

Fuente: Memorias de PEMEX. Estimado y citado por Montaño, 1992, p. 299. Ver referencias.

Conviene aclarar que las cifras de la petroquímica de PEMEX proceden de sus memorias anuales, mientras que las del sector secundario son estimaciones basadas en datos de los permisos y en documentos que publican algunas empresas, que incluyen a los productos de mayor volumen. Los datos para 1980 y 1990 se tomaron de los perfiles que se presentaron antes.

En relación con las estadísticas globales de la petroquímica, incluso a nivel mundial de las Naciones Unidas, los criterios son muy variados. Hay quienes prefieren considerar todos los productos y volúmenes que las empresas obtienen, aún y cuando sean solamente intermediarios internos. Aquí se ha tratado de no duplicar cifras, por ello se presenta solamente los volúmenes de venta de las empresas.

### **B.3.- IMPORTANCIA DE LA PETROQUIMICA**

En Europa, especialmente en los países más industrializados, la producción de la química orgánica antes de la llegada de la petroquímica era importante, sin embargo, en dos décadas, de 1955 a 1975, la parte de la petroquímica en la química orgánica pasó de menos de 10% a más de 90%. Es decir, en veinte años se sustituyeron no solamente las materias primas tradicionales, también los procesos y muchos de los productos.

En los Estados Unidos, donde se iniciaron las industrias de petróleo y de la petroquímica, ya en 1950 el 50% de la química orgánica era petroquímica y en 1975 más del 95%.

En países como México, donde antes de iniciarse la petroquímica prácticamente no había industria química orgánica, desde un principio, en los años sesentas, la petroquímica ha proporcionado la mayoría de las materias primas a la industria química orgánica. Incluso una parte de la química orgánica, como la producción de ácidos sulfúrico y nítrico se hace ahora con azufre obtenido del petróleo y con amoníaco que se obtiene a partir del gas natural. Hay otros inorgánicos básicos como el cloro, cuya producción se destina en su mayoría a la petroquímica.

PEMEX, la empresa que inició la petroquímica en nuestro país, es la que tiene el mayor número de plantas petroquímicas en operación, sus ventas de petroquímicos en el interior del país representan el 1.5% en 1960 y el 9.6% en 1970 de sus ventas totales. En los siguientes años continuó aumentando la proporción hasta un máximo de 19.2% en 1982. Después la proporción ha variado, siendo menor que la de 1982. En 1990 fue de 12.1%. La proporción de la petroquímica en las exportaciones petroleras ha sido menor, del orden de 1%, pero tiende a aumentar. En 1990 fue de 2.4% y en 1991 de 3.0%.<sup>10</sup>

Además de haber proporcionado materias primas abundantes y nuevos e importantes productos a la química orgánica tradicional, la petroquímica le ha dado a la

---

<sup>10</sup> Montaña Aubert, Eduardo, op. cit. p. 14

química ventajas tecnológicas en costo y facilidad de transformación. En general ha logrado darle a toda la industria química un fuerte impulso. Así la rama de productos químicos en México, que incluye los productos de refinación, los hules y los plásticos, compite por el segundo lugar entre las industrias de transformación, contra la rama de productos metálicos, maquinaria y herramienta. Cada una de las dos ramas tiene valores de la producción cercanos entre sí y no muy lejanos de la rama de alimentos, bebidas y tabaco que conserva el primer lugar entre los sectores industriales del país.

#### **B.4.- TECNOLOGIA PETROQUIMICA.**

Los ingenieros que operan las refinerías petroleras consideran que la tecnología petroquímica es sólo una copia de la tecnología de refinación. Es verdad que antes de que surgiera la petroquímica, las refinerías de petróleo ya tenían procesos que operaban en condiciones de presión y temperatura extremas, manejando muchas veces catalizadores costosos que se envenenan fácilmente y en general operaban con tecnologías similares a las de algunas plantas petroquímicas. Esos conocimientos y experiencias los heredó la industria petroquímica, pero los supo integrar a otras que provenían de la química orgánica tradicional.

En otras palabras, la tecnología petroquímica es hija y heredera de dos tipos de tecnología con características bastante diferentes: la de refinación del petróleo y de la

**química orgánica tradicional** La primera maneja grandes volúmenes de productos y la **segunda** moléculas muy específicas, frecuentemente con muy alto grado de pureza

**Lo que vende la industria petrolera** son combustibles que consisten en cortes o **fracciones de petróleo** con docenas o centenas de moléculas similares, que para uso como **combustible** son adecuadas. La petroquímica en cambio, produce moléculas específicas, **generalmente muy puras** o que deben pasar especificaciones muy estrictas

Cuando se instalaron las primeras plantas de amoníaco en México, hace ya varias **décadas**, tenían capacidades de 30,000 a 50,000 toneladas por año (en adelante tpa)(unas 100 ó 150 ton /día). A los químicos de entonces, acostumbrados a producciones de escala **reducida**, les parecía que eran plantas grandes. A los petroleros, que manejaban plantas de 100,000 barriles/día (unas 16,000 ton /día), les parecía plantas de juguete.

Con el tiempo, las plantas petroquímicas de productos básicos como etileno, **benceno**, amoníaco, aumentaron de tamaño y actualmente las capacidades de medio millón de tpa (unas 150,000 ton./día) no son raras. En muchas de éstas plantas además, se controla **la pureza** o los máximos de impurezas de los productos, a niveles de decimos de 1% o incluso de partes de millón.

Entre los productos de consumo final, en cambio, hay algunos que se consumen en **cantidades reducidas**. Generalmente son productos para usos muy especiales y se les llaman

así, especialidades. Estos requieren tecnologías de fabricación no muy diferentes de las usadas en varias ramas de la química tradicional como los colorantes o la farmacéutica.

Es decir, la petroquímica encontró una fuente de materias primas con enorme potencialidad en los hidrocarburos del petróleo. Además, supo adaptar las tecnologías de fabricación a una gama amplia de condiciones de operación, de tamaño de plantas y de características de calidad de productos finales

Otra característica tecnológica de muchas plantas petroquímicas, especialmente en los productos básicos e intermedios, es la relativa sencillez de la transformación química, combinada con condiciones de reacción muy precisas. Esto facilitó que las plantas contengan cada día un mayor número de instrumentos de medición y control automatizados y computarizados. Con esto, las plantas petroquímicas modernas requieren menos mano de obra, pero de mayor nivel de conocimientos y requieren también inversiones muy cuantiosas

Después de convivir con la petroquímica algunas décadas, se observa en años recientes una retroalimentación tecnológica de la petroquímica industria la industria de refinación. En la operación de algunas plantas de refinería hay cambios, por ejemplo, la carga de las catalíticas tiene cada vez menos impurezas y se seleccionan con mayor cuidado las corrientes de hidrocarburos que la componen, para obtener gasolinas con mayor octanaje. En las plantas de alquilación se tiene especial cuidado que las cargas no contengan moléculas con oxidrilos o con triples ligaduras, que producirían alquilados de menor calidad.

En otras palabras, la industria petrolera ha ganado también de la convivencia con la petroquímica.

#### **B.5.- CONCENTRACION FINANCIERA Y DE LA PROPIEDAD**

Las plantas petroquímicas grandes, generalmente las que inician las cadenas petroquímicas o que están más cerca de los hidrocarburos de las refinerías, requieren fuertes inmobilizaciones de capital. Las inversiones en una planta rara vez son menores de 100 millones de dólares y en ocasiones sobrepasan el millar. Esas inversiones son comparables a las usuales en la industria petrolera.

Dichas plantas son costosas no solamente por su tamaño, en ocasiones los equipos requieren materiales de construcción de elevado precio, para evitar la corrosión acelerada y para reducir los riesgos de accidentes. Además, la automatización y los equipos para reducir la contaminación son otros elementos que contribuyen al elevado costo, sin aumentar la capacidad de producción. También la tecnología cuesta, si hay que comprarla cuesta más a la larga, pero si se desarrolla en los laboratorios de la empresa, también tiene un costo.

En el mundo solamente hay dos tipos de empresas con la capacidad financiera y tecnología para invertir en las plantas petroquímicas gigantes: las empresas químicas grandes y las petroleras, todavía más grandes.

Con algunas excepciones, las primeras plantas petroquímicas a nivel mundial las instalaron las empresas químicas grandes. Sólo en los años cincuentas, al ver el éxito de los nuevos productos petroquímicos, las petroleras comenzaron a invertir en la petroquímica, muchas veces asociados con empresas químicas. La petrolera ponía la materia prima inicial y parte del capital, la química ponía el resto, la tecnología y el conocimiento del mercado de productos químicos.

En los cincuentas, las firmas petroleras dedicaban en promedio menos del 2% de su inversión total a la química; en los sesentas la producción había aumentado a un 5 ó 7% y en los setentas ya era de un 13 a 15%. En los ochentas no se tiene datos, pero probablemente siguieron aumentando, sólo que a un ritmo menor, porque algunas empresas petroleras han vendido su participación directa a las empresas químicas.

En México, PEMEX inició la petroquímica y a lo largo de más de 40 años ha variado sensiblemente sus inversiones en ella. La proporción de su inversión total dedicada a la petroquímica, ha variado entre 10% y 20%.

Además de la ventaja de disponer de las materias primas de partida, las empresas petroleras grandes operaban en casi todo el mundo desde antes de que se iniciara el «boom» de la petroquímica (entre 1950 y 1970). El conocimiento que tienen las empresas petroleras de los mercados, lo han sabido aprovechar y recientemente la petroquímica de muchos



países, no solamente subdesarrollados, sino algunos industrializados, se ha visto dominada por filiales de esas empresas.

Los países de origen de las grandes empresas petroleras, especialmente Estados Unidos que tiene varias de las más grandes, han obtenido importantes ganancias de divisas no solamente por la exportación de productos químicos, sino por las utilidades de sus empresas petroquímicas. Es decir, han sabido combinar sus ventajas financieras, con las tecnológicas, las de conocimiento de los mercados y las no menos importantes de la comercialización de las tecnologías. Esta última actividad la realizan las firmas de ingeniería, generalmente asociadas o con contratos de las empresas químicas, que son las que normalmente crean la tecnología o que cuentan con las patentes.

#### **B.6.-LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN EL CONTEXTO MACROECONOMICO (1990 - 1994).**

En lo que respecta al periodo 1990-94, la economía mexicana presentó una tasa media de crecimiento de 2.6%. En general, todos los sectores que integran el PIB registraron avances: el agropecuario, la minería y los servicios comunales, sociales y personales observaron los menores crecimientos, en tanto que la industria manufacturera, y el comercio, restaurantes y hoteles registraron tasas de crecimiento anual de 2.3%, en ambos casos.

Los cinco sectores restantes presentaron una dinámica mayor a la del PIB. Destacan los servicios bancarios con 8.9%, el transporte con 6.1%, la construcción con 4.8%, la electricidad con 4.4% y los servicios financieros con el mismo aumento .

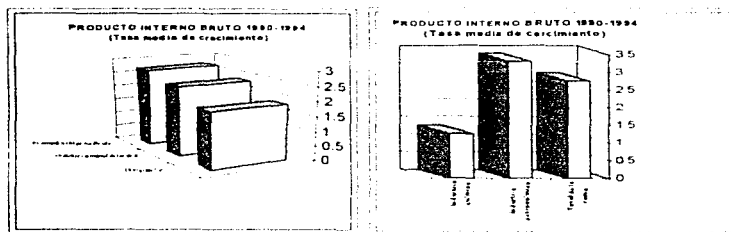
Dentro de la industria manufacturera sobresale la dinámica registrada por los productos metálicos, con 5.9%, y productos minerales no metálicos, con 3.4%. A su vez, registraron avances mas modestos los alimentos, bebidas y tabaco (2.4%), sustancias químicas, caucho y plástico (1.9%) y otras empresas manufactureras (2.0%). En contraste, el resto de las industrias mostraron decrementos, siendo el más acentuado el de textiles y prendas de vestir con 3.3%.

Para efecto del análisis al que se refiere este estudio, debe destacarse que la División "V" correspondiente a sustancias químicas, caucho y plásticos, registro una tasa media de crecimiento durante el periodo 1990-94 de 1.9%. Dentro de esta division, que ha contribuido en los últimos años con cerca del 18% del valor del producto interno bruto del sector de manufacturas, destaca la petroquímica básica, que registró en el periodo de referencia un incremento de 3.9%, la industria química, con 3.4%, las resinas sintéticas y artificiales (4.7%), otros productos químicos (3.4%), y abonos y fertilizantes, que fue la única rama que presentó un decremento dentro de dicha division, del orden de 7.6%.

Resalta por si misma la importancia de la industria petroquímica, ya que se encuentra presente en la vida cotidiana y juega un papel relevante en la economía nacional,

el desarrollo tecnológico y el uso de recursos naturales no renovables. Además, esta industria guarda una relación estrecha con la mayoría de las cadenas productivas, ya sea proporcionando materias primas a otras industrias o elaborando productos finales.

CUADRO III-B-3



Durante el periodo de 1990-94, se observa un claro dinamismo de la industria petroquímica, toda vez que consigna una tasa media de crecimiento de 3.4%, superior a la registrada por el PIB de 2.6%, de la industria manufacturera de 2.3% y de la propia división V con 1.9%. De esta manera la contribución al PIB de esta industria alcanzó en 1994, el

1.2% y, dentro de la industria manufacturera, contribuyó con el 5.5% del total (véase el Cuadro III-B-3).<sup>11</sup>

En este estudio la industria petroquímica se divide en cinco subramas principales y catorce subramas de especialidades. Las primeras son intermedios, fertilizantes nitrogenados, resinas sintéticas, fibras químicas, y elastómeros y negro de humo.

Las tres primeras subramas son las más relevantes, ya que en conjunto representan poco más del 90% del volumen de la producción en los últimos años. Por su parte fibras químicas, y elastómeros y negro de humo contribuyen en promedio con un 4% y el resto se divide en las especialidades petroquímicas. En cuanto al valor de la producción, la estructura se modifica ligeramente, toda vez que las cinco ramas señaladas concentran el 92% del valor total.

---

<sup>11</sup> Secretaría de Energía, Petroquímica 1994. Anuario Estadístico, México D.F., 1994, p. 12.

## **CAPITULO IV.- ESTUDIO DEL CASO DEL OXIDO DE PROPILENO**

### **A.- GENERALIDADES.**

Antes de la apertura comercial, la integración de la industria nacional reflejaba las distorsiones creadas por las propias barreras a la importación. El proteccionismo alentó una integración vertical excesiva, pues ante el acceso limitado a insumos de importación, muchos productores se vieron forzados a estructurar sus procesos productivos en forma integrada, a fin de no depender de un número limitado de proveedores nacionales, a menudo ineficientes. De esta manera, se obstaculizaron las posibilidades de especialización de las empresas nacionales en ciertas etapas o componentes de la producción

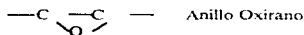
La apertura comercial naturalmente generó una mayor disponibilidad de insumos extranjeros e intensificó la competencia en el mercado nacional. Ante estos hechos, muchas empresas, particularmente la ubicadas en las etapas finales de las cadenas productivas, buscaron alternativas de proveeduría de insumos, con objeto de reducir rápidamente sus costos. El resultado fue un incremento en las importaciones de insumos y componentes y una reducción en la integración nacional de la producción

La experiencia de la industria petroquímica nacional en un entorno de apertura comercial ha demostrado que es difícil emular la fuerza competitiva de cadenas petroquímicas integradas mediante esquemas comerciales entre productores desintegrados

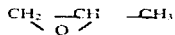
La integración permite la utilización óptima de la inversión en la infraestructura, la planeación e instalación de plantas de escala competitiva y un ahorro logístico considerable. Asimismo, la empresa petroquímica integrada cuenta con una flexibilidad superior en el manejo de la distribución de las utilidades generales a lo largo de la cadena productiva, y un mayor aliciente para desarrollar eslabones productivos adicionales.

Por ésta razón, la privatización de la petroquímica secundaria de Petróleos Mexicanas abre oportunidades importantes para integrar las operaciones de los productores nacionales, fortalecer las cadenas correspondientes y aprovechar las posibilidades de exportación.

Caso particular se presenta el estudio del óxido de propileno, producto petroquímico intermedio derivado de la cadena productiva del propileno clasificado como petroquímico secundario. El óxido de propileno pertenece a la familia de los compuestos epoxidados que se caracterizan por contener un anillo de tres miembros.



Su fórmula química es:



Líquido de bajo punto de ebullición, incoloro y miscible con la mayoría de los solventes orgánicos, pero forma un sistema de dos capas con agua. El óxido de propileno

puede existir como dos isómeros ópticos, la mezcla recémica es el producto comercial. En la Tabla IV-A-1, se resumen sus propiedades físicas

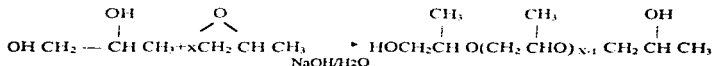
**TABLA IV-A-1 CONSTANTES FISICAS DEL OXIDO DE PROPILENO**

PROPIEDAD	VALOR
PESO MOLECULAR, ( $\mu$ /gmol)	58.8
PUNTO DE EBULLICION A 101.3 Kpa, (°C)	34.2
PUNTO DE CONGELACION, (°C)	-112
LIMITES DE EXPLOSIVIDAD EN AIRE, (%VOL.)	2.3 - 3.7
PUNTO DE INFLAMACION, (°C)	-20
CALOR DE FUSION, (KJ/MOL.)	6.54
INDICE DE REFRACCION, (1.36)	1.36

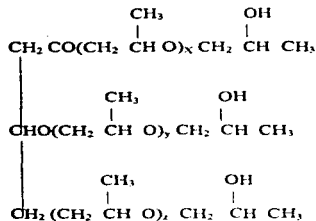
El óxido de propileno exhibe un alto grado de reactividad como resultado de la presencia del anillo oxirano. Reacciones tales como aquellas con haluros de hidrógeno y amoniaco proceden a una velocidad satisfactoria sin usar un catalizador, la mayoría de las reacciones requieren de un catalizador ácido o básico.

Las principales reacciones del óxido de propileno son las de polimerización para formar poliéter-polióles.

El polipropilenglicol que es el más simple de los polióles basados en óxido de propileno. Es preparado por la polimerización (catalizada por una base) de óxido de propileno con propilenglicol como iniciador.



Tal polioli es comúnmente conocido como polioldiol. Un poliolioltriol resulta de la polimerización de óxido de propileno iniciada con glicerol.



Otros polioliol trioles, podrían ser obtenidos iniciando la reacción con trimetilpropano, trietanol amina y hexanotrioles

Polioliol con un mayor número de grupos hidroxil terminales resultan cuando la reacción es iniciada con compuestos tales como pentaeritriol, 2,2,6,6 tetrakis (hidroximetil) ciclohexanol o con productos naturales como la sucrosa, rafinosa o d-mannitol.

Los pesos moleculares de los polioliol preparados de acuerdo con las reacciones descritas fluctúan entre 200 a 7000.

Los altos polimeros de oxido de propileno con pesos moleculares de 100,000 o mayores pueden ser preparados con un catalizador que consiste de  $\text{FeCl}_3$  y

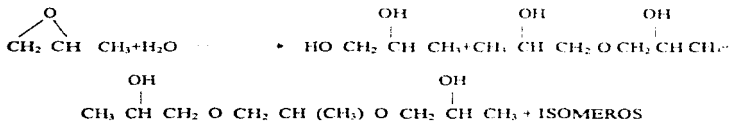


aproximadamente cinco equivalentes de óxido de propileno. La adición de pequeñas cantidades de tolueno diisocianato incrementan grandemente los pesos moleculares de los polímeros obtenidos

Los homopolímeros de óxido de propileno pueden también ser preparados con catalizadores tales como dietil zinc y compuestos de triálquil aluminio.

El óxido de propileno es copolimerizado con  $\text{CO}_2$  y anhídridos para formar policarbonatos y poliésteres.

Otras reacciones importantes del óxido de propileno son las de hidratación con agua para producir propilenglicol, algo de dipropilenglicol, tripropilenglicol y otros propilenglicoles de mayor orden. Conforme la relación molar de óxido de propileno a agua se incrementa. Usualmente, alrededor de 15 a 20 moles de agua por mol de epóxido se usa en la producción de propilenglicol. La reacción es catalizada por ácidos y bases, sin embargo, en el proceso comercial se lleva a cabo mediante calor y presión sin catalizador.



Para efectuar la hidrólisis del óxido de propileno se ha reportado que el dióxido de carbono en mezclas con hidróxido de potasio, bromuro de tetraetil amonio y carbonato de potasio, resultan catalizadores efectivos.

El óxido de propileno tiene la facultad de reaccionar con amoníaco y aminas para dar isopropanol amina, con dióxido de carbono o disulfuro de carbono reacciona para dar carbonato de propileno el cual puede ser hidrolizado para dar propilenglicol.

## **B.- ANALISIS DE MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL DEL OXIDO DE PROPILENO Y SUS DERIVADOS.**

La capacidad mundial para la producción de óxido de propileno en 1992 fue de 3.7 millones de toneladas, siendo los principales productores los Estados Unidos (40%), Europa Occidental (36%) y Japón (9.5%).

La estructura de consumo en esas regiones se indica en la Tabla IV-B-1.

**Tabla IV-B-1.- CONSUMO DE OXIDO DE PROPILENO. (%).**

	U.S.A	EUROPA OCCIDENT	JAPON
POLIIOLES POLIETER PARA URETANOS	60	68.5	73
PROPILENGLICOL	27	20.5	17
GLICOLETERES	4	2	0
OTROS	9	9	10
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Actualmente en México no se produce óxido de propileno y las importaciones reportadas en los últimos años se indican en la Tabla IV-B-2

**Tabla-IV-B-2.- VOLUMEN Y VALOR DE LAS IMPORTACIONES DEL OXIDO DE PROPILENO Y SUS DERIVADOS EN MEXICO.**

PRODUCTO	1990	1991	1992	1993	1994
OXIDO DE PROPILENO	37,811 TON (11726 M\$D)	40,064 TON (12900 M\$D)	40,059 TON (12898 M\$D)	40,208 TON (13156 M\$D)	46,903 TON (14931 M\$D)
PROPILENGLICOL	2,417 TON (9668 M\$D)	1,748 TON (6970 M\$D)	1,428 TON (5412 M\$D)	1,927 TON (7500 M\$D)	2,066 TON (8187 M\$D)
DIPROPILENGLICOL	77 TON (334 M\$D)	303 TON (1340 M\$D)	244 TON (1073 M\$D)	98 TON (430 M\$D)	118 TON (523 M\$D)
TRIPROPILENGLICOL	42 TON (181 M\$D)	111 TON (464 M\$D)	6 TON (24 M\$D)	16 TON (64 M\$D)	6 TON (24 M\$D)
GLICOLETERES	1,664 TON (6724 M\$D)	2,006 TON (8006 M\$D)	2,258 TON (8933 M\$D)	3,632 TON (14525 M\$D)	4,072 TON (16274 M\$D)
<b>TOTAL</b>	<b>42,010 TON (16334 M\$D)</b>	<b>44,121 TON (17386 M\$D)</b>	<b>43,995 TON (16910 M\$D)</b>	<b>45,879 TON (17615 M\$D)</b>	<b>53,985 TON (21311 M\$D)</b>

La capacidad instalada de producción de los derivados del óxido de propileno se indican en la Tabla IV-B-3

**Tabla IV-B-3.- CAPACIDAD INSTALADA Y PRODUCCION NACIONAL DE LOS DERIVADOS DEL PROPILENO.**

PRODUCTO	CAPACIDAD INSTALADA, (TON)					PRODUCCION, (TON)				
	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994
GLICOETERES*	18,500	19,800	19,800	19,800	19,800	14,556 (-3,944 M US)	17,780 (-3,224 M US)	11,291 (-20,509 M US)	18,038 (-13,043 M US)	22,789 (-4,751 M US)
GLICOLES PROPILENICOS*	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	9,917 (-15,083 M US)	11,165 (-12,489 M US)	11,547 (-13,725 M US)	11,529 (-14,933 M US)	15,397 (-3,864 M US)
TOTAL	43,500	44,800	44,800	44,800	44,800	24,473 (-13,561 M US)	28,945 (-15,708 M US)	23,468 (-27,234 M US)	29,614 (-17,976 M US)	38,186 (-3,915 M US)

- \* PRINCIPALES PRODUCTORES DE GLICOETERES Y GLICOLES PROPILENICOS:
- GRUPO INDUSTRIAS DERIVADAS DEL ETILENO S.A.
- POLIOLES S.A.

## C.- RUTAS TECNOLOGICAS DE LOS PROCESOS DE FABRICACION.

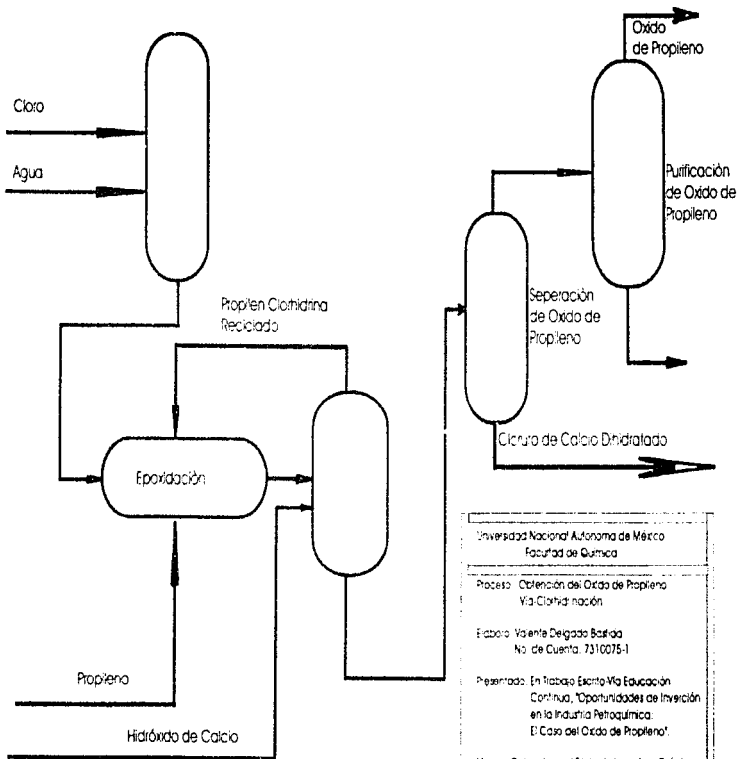
El óxido de propileno es producido por dos principales procesos clorhidrinación y por oxidación.

### PROCESO VIA CLORHIDRINACION:

Este proceso es similar al proceso de clorhidración usado por muchos años para la producción de óxido de etileno, propileno y ácido hipocloroso (cloro y agua) reaccionan para dar propileno-clorhidrina. La solución de propileno-clorhidrina con posterior tratamiento con cal apagada (o sosa cáustica) forma el óxido de propileno.



Por cada unidad de óxido de propileno producido, 1.4 a 1.5 unidades de cloro son consumidas. El cloro es dispuesto como una solución débil (por ejemplo 5 a 6 % peso) de cloruro de calcio. Si se usa sosa cáustica, la solución de cloruro de sodio gastada puede ser reciclada a una planta de cloro-sosa cáustica. La reacción produce aproximadamente 0.1 unidades de subproducto dicloro propileno por unidad de óxido de propileno.



Universidad Nacional Autónoma de México  
 Facultad de Química

Proceso: Obtención del Oxido de Propileno  
 Via Clorhidración

Edificio: Valente Delgado Basilio  
 No. de Cuenta: 7310075-1

Presentado: En Trabajo Escrito Via Educación  
 Continua, "Oportunidades de Inversión  
 en la Industria Petroquímica:  
 El Caso del Oxido de Propileno".

Materia: Obtención del Título de Ingeniero Químico

En el mundo solamente productores de cloro-sosa cáustica altamente integrados tales como Dow, pueden operar plantas de clorhidrina competitivamente contra plantas de peroxidación. Las eficiencias varían entre plantas, pero el rendimiento de óxido de propileno promedia alrededor de 93% del valor teórico y 0.78 unidades de propileno se consumen por unidad de óxido de propileno

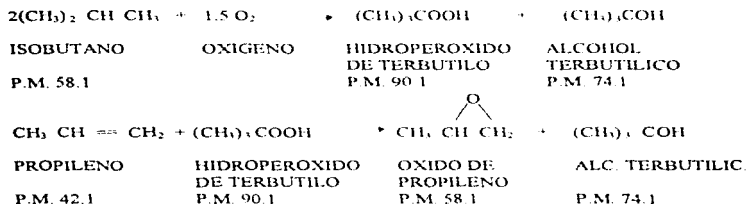
C. E. Lumus ha desarrollado un proceso de clorhidrina modificado, que reduce el consumo de cloro y minimiza los desechos. Este proceso involucra la reacción de cloro con alcohol terbutílico y licor de celda electrolítica, lleva a la producción del óxido de propileno, con retorno de la salmuera a la celda para la producción de más cloro y sosa cáustica

#### **PROCESO DE PEROXIDACION.**

Todas las operaciones comerciales de peroxidación, usan solamente hidroperóxido como agentes oxidantes. Arco Chemical y sus afiliados operan plantas basadas en hidroperóxidos, en estos procesos, primeramente se oxida isobutano o etilbenceno con oxígeno o aire a temperaturas y presiones elevadas para obtener sus respectivos hidroperóxidos. Los hidroperóxidos reaccionan subsecuentemente con propileno para formar óxido de propileno ya sea alcohol terbutílico terciario (a partir de isobutano) o metil fenil carbonil (a partir de etil benceno) como subproductos

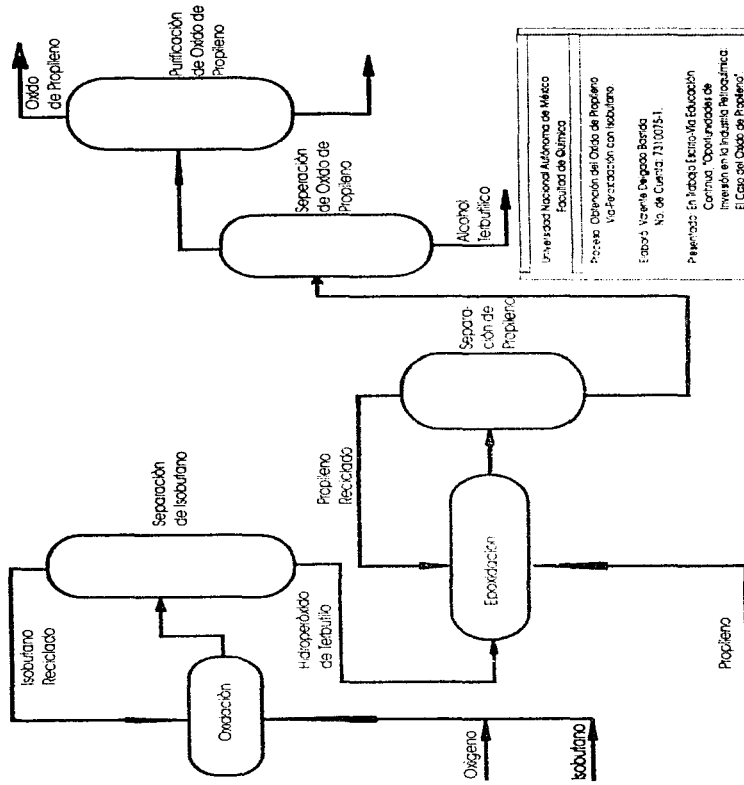
El alcohol terbutílico (tba) es usado como disolvente o puede ser convertido a metil terbutil éter (mtbe) para usarse como un mejorador del octanaje de gasolinas. El metil fenil carbonil es deshidratado a estireno. En ambos procesos se obtienen de 2 a 3 veces de subproductos con respecto a óxido de propileno. Obviamente el valor del coproducto debe ser suficiente más alto que el hidrocarburo de partida para proporcionar una operación económicamente exitosa.

El proceso basado en isobutano puede ser representado como sigue:



El rendimiento de óxido de propileno es alrededor de 93% del teórico y 0.77 unidades de propileno se consume por unidad de óxido de propileno.





Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Química

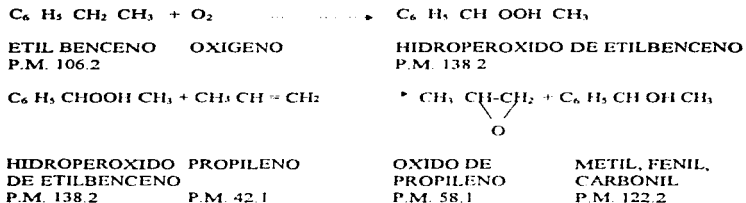
Proceso: Obtención del Óxido de Propileno  
Volvencación con Isobutano

Estados: Nueva España, Barro  
No. de Cuenta: 73100151.

Presentado en: Trabajo Final de la Educación  
Continua "Ocupación de  
Ingeniería en la Industria Petrolera  
El Caso del Óxido de Propileno"

México, Obtención de Título de Ingeniero Químico

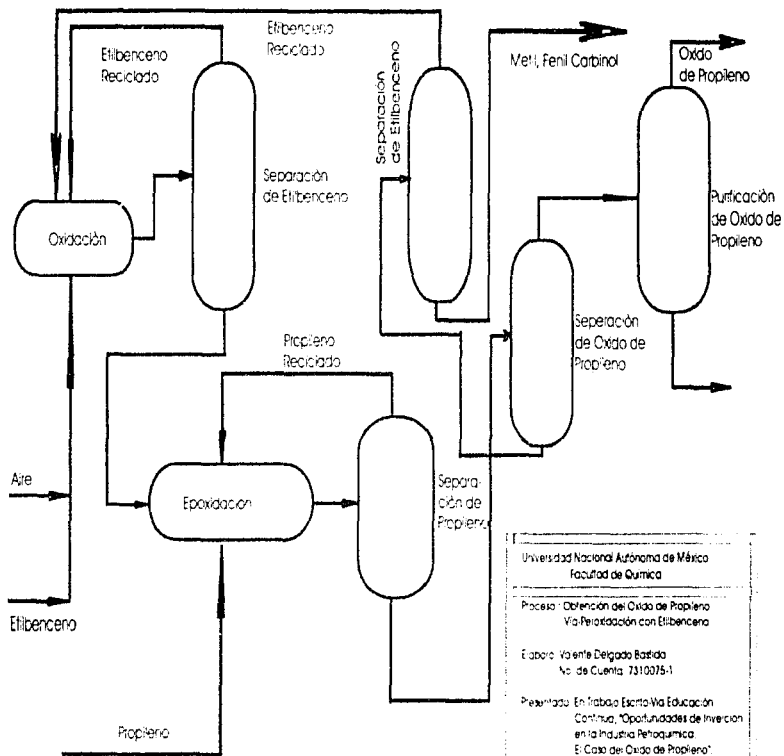
El proceso basado en etilbenceno puede ser representado como sigue:



El óxido de propileno resultante es de aproximadamente del 91% del teórico y cerca de 0.8 unidades de propileno se consumen por unidad de óxido de propileno

Texaco también ha desarrollado una ruta de peroxidación para la síntesis de óxido de propileno usando isobutano, sin embargo, esta empresa no ha reportado instalaciones de plantas nuevas con esta tecnología

Entre 1969 y 1980, Daicel Ltd. de Japón operó una planta de óxido de propileno basada en ácido peracético. En esta planta el ácido peracético (producido por la oxidación de acetaldehído) reacciona con propileno para formar óxido de propileno y ácido acético como subproducto. Puesto que se producían grandes cantidades de ácido acético, el proceso quedó limitado a situaciones donde este subproducto podía ser vendido a precios atractivos. Puesto que el ácido acético se produce a partir de otras rutas más directas y a más bajo costo, este proceso no fue adoptado por otros productores.



Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Química

Proceso: Obtención del Oxido de Propileno  
Vía Peroxidación con Etilbenceno

Elaboró: Valente Delgado Bastida  
No. de Cuenta: 7310075-1

Presentado: En Trabajo Escrito-Via Educación  
Continua, "Oportunidades de Inversión  
en la Industria Petroquímica:  
El Caso del Oxido de Propileno".

Motivo: Obtención del Título de Ingeniero Químico

## **NUEVOS DESARROLLOS.**

Los más promisorios desarrollos en la producción de óxido de propileno es el proceso Olin Corporation por la oxidación directa de propileno a óxido de propileno. En enero de 1990, Olin arrancó una planta piloto de 5,000 ton/año en Lake Charles, Louisiana. El proceso usa una sal de nitrato fundida como catalizador y cocatalizadores como paladio sobre alumina o hidróxido de sodio que pueden mejorar la conversión a óxido de propileno. Si se logran mejoras en la conversión y selectividad global hacia óxido de propileno entonces Olin podría tener una operación de 100 a 150 mil toneladas métricas en un futuro próximo.

Bayer AG y Degusa AG han investigado conjuntamente un proceso perácido que involucra la reacción de peróxido de hidrógeno con ácido propiónico. El ácido perpropiónico resultante reacciona con propileno para formar óxido de propileno y el ácido original. El diseño básico para una planta de 150,000 ton/año ya ha sido preparado. Interox S. A. que es propiedad conjunta de Laporte LPC y Solvay And Ciesla, también ha desarrollado un proceso basado en hidropéroxido de hidrógeno para la elaboración de óxido de propileno. El proceso ha sido probado en planta piloto en Jemeppe Sur Sambre, Bélgica. También Texaco está investigando un proceso de peroxidación a óxido de propileno. Sin embargo, esos procesos basados en peróxido de hidrógeno no han sido comercializados a la fecha.

En una manera más inovativa de la química tradicional, Cetus Corporation está investigando la oxidación enzimática directa de propileno a etileno a sus respectivos óxidos y glicoles. En adición Exxon y Warwiczik están investigando una ruta microbiológica.

#### **D.- DERIVADOS DEL OXIDO DE PROPILENO.**

##### **POLIOLES POLIETER PARA URETANOS:**

Los polioles poliéter para uretanos (ppu) son los productos que consumen la mayor parte del óxido de propileno en el mundo, aproximadamente el 60%. Estos materiales son polimeros de adición del óxido de propileno con un compuesto iniciador que contiene dos o más hidrógenos activos (por ejemplo grupos hidroxil o aminos). El iniciador usado depende del tipo de poliuretano (es decir, flexible, rígido o no espumado) producido a partir del poliéter poliol, propilenglicol, aductos de glicerina y otros grupos polifuncionales con hidrógenos activos (por ejemplo sucrosa y etilendiamina) son los tres principales tipos de productos químicos empleados

Las espumas flexibles de poliuretano son consumidas en la manufactura de bienes durables que incluyen muebles, vehículos automotrices, bajo alfombras y colchones, mientras que las espumas rígidas son empleadas como materiales de aislamiento en construcción, refrigeración y otras aplicaciones. Los ppu son también consumidos en aplicaciones de no espumados tales como productos microcelulares (que incluyen materiales

de moldeo por inyección reactiva), elastómeros, selladores, adhesivos y recubrimientos de superficies.

### **PROPILENGLICOL.**

Aproximadamente 15 moles de agua son empleadas por mol de óxido de propileno en orden de maximizar la producción de monopropilenglicol. Para estimados de requerimientos del óxido de propileno se supone que los rendimientos se aproximan al 99% del teórico y que 0.77 unidades de óxido de propileno es consumida por unidad de monopropilenglicol producido. Típicamente alrededor de 0.11 unidades de diopropilenglicol y 0.01 unidades de triopropilenglicol son producidas por unidad de monopropilenglicol. Arco, Dow y Olefin producen propilenglicol en los Estados Unidos.

El principal uso del propilenglicol es como intermediario en la producción de resinas poliéster insaturado que a su vez son consumidas por las industrias de la transportación y construcción. Debido a sus excelentes características de solvente y baja toxicidad el propilenglicol es empleado en alimentos, medicamentos, cosméticos, detergentes, recubrimientos, plastificantes, celofán y humectante de tabaco.

### **DIPROPILENGLICOL.**

Todo el dipropilenglicol comercial (dpg) es obtenido como un coproducto de la producción de monopropilenglicol a partir del óxido de etileno. Este también puede ser

producido directamente por la reacción de propilenglicol con óxido de propileno. Suponiendo rendimientos del 92% del teórico, se estima que 0.95 unidades de óxido de propileno se requieren para producir una unidad de dipropilenglicol ya sea como subproducto o por producción directa. Los mercados del dppg son resinas poliéster insaturados, plastificantes, producción de polioles de alto peso molecular para poliuretanos y resinas alquídicas, solventes para fragancias y recuperación de aromáticos en corrientes de refinería.

#### **GLICOLETERES.**

Los éteres glicólicos de óxido de propileno (serie P) son producidos por la reacción catalizada del óxido de propileno con un alcohol. Propilenglicoléteres son los productos principales, sin embargo algo de di y tripropilenglicol monoalquileter son formados como subproductos por la reacción adicional del glicol monoalquileter con óxido de propileno. Algunas veces el monoalquil propilenglicol eter se hacen reaccionar con óxido de propileno para dar éteres glicoles de alto peso molecular.

Arco, Dow y Union Carbide producen glicol éteres basados en óxido de propileno en los Estados Unidos. Los éteres glicólicos serie E que son basados en óxido de etileno y consecuentemente muchos consumidores reformulan estos productos y sus acetatos. Puesto

que los glicol éteres serie P son química y físicamente similares a sus análogos de la serie E, en muchos casos pueden ser usados como sustitutos de solventes o mezclas con solventes

Los mas importantes glicol éteres de la serie P son los producidos a partir de metanol y son el propilenglicol monometil éter (pm) y el dipropilenglicol monometil éter (dpm) que se usan en la producción de propilenglicol monometil éter acetato que son solventes importantes en recubrimientos de superficies tintas

#### **OTROS DERIVADOS DEL OXIDO DE PROPILENO.**

Polióles poliéter para no uretanos, que se emplean en la producción de copolímeros de bloque y al azar con óxido de etileno, agentes no iónicos de superficie activa, fluidos funcionales y lubricantes. La mayoría de los polióles no uretanos consumidos como surfactantes son copolímeros de bloque y al azar de óxido de etileno y propileno. El surfactante más común e importante se usa como desemulsificante de aceite crudo para romper emulsiones aceite/agua. Otros usos importantes son la recuperación mejorada de aceite crudo, agentes de control de espumas, agentes de limpieza, etc.

El óxido de propileno reacciona con amoníaco para formar una mezcla de mono, di y triisopropanofaminas. La producción de las tres alcanolaminas formadas varían dependiendo de la relación de reactantes usadas. Dow Chemical produce estos productos en



Midland, Estados Unidos. Las isopropanol aminas son consumidas en la producción de isopropanolaminas grasas e isopropanol aminas espumas que son empleadas como estabilizadores de espumas en detergentes sintéticos.

La diisopropanolamina es también usada en combinación con sulfolano en el proceso sulfinol para el tratamiento de gas natural amargo y en la producción de 2,6 dimetilnorfolina.

Las polioxipropilenaminas son poliéter aminas que consisten de dos grupos amino primarios que penden de la cadena de polioxipropileno. La preparación toma lugar por la reacción del iniciador apropiado con óxido de propileno y después la conversión de grupos hidroxilo formados a grupos amina por reacción con amoníaco. Las polioxipropilenaminas son usadas como agentes curantes de epoxies, en adhesivos, agentes de superficie activa, inhibidores de corrosión y en poliurea rim.

Desde 1987 Arco Chemical está produciendo 1,4 butanodiol a partir de alcohol alílico obtenido por la isomerización catalítica de óxido de propileno en plásticos termofijos. El 1,4 butanodiol es un producto químico versátil que se emplea para producir tetrahidrofurano y resinas polibutílen tereftalato entre otros.

## **CAPÍTULO V.- ANALISIS DE RESULTADOS**

Los olefinas (etileno, propileno y butadieno), al igual que los aromáticos (benceno, tolueno y xilenos), el metanol y el amoniaco, son los productos químicos orgánicos con los mayores volúmenes de producción y consumo en la industria petroquímica mundial

Estos productos dan origen a una gran variedad de petroquímicos derivados, los cuales son a su vez transformados en una multitud de productos industriales de consumo intermedio y final, que inciden en una diversidad de sectores económicos, como el agrícola, el automotriz, el de la construcción, el eléctrico, del transporte, muebles, pinturas y recubrimientos, textil y farmacéutico, entre los más importantes

A nivel mundial, las olefinas y sus derivados participan con cerca del 50% en promedio de la capacidad instalada, producción y consumo total de productos petroquímicos, mientras que en México representan el 42% en promedio. El restante 58% incluye a los aromáticos, metanol, amoniaco y sus correspondientes derivados

Las olefinas dan origen a las cadenas productivas del etileno, propileno y butadieno, siendo las dos primeras las de mayor relevancia y sobre las que se ha cimentado el crecimiento de la industria petroquímica mundial

En la cadena del propileno, la industria petroquímica mexicana presenta un menor grado de integración y plantas con economías de escala de baja competitividad resultando en 1992 con importantes faltantes en varios derivados, como el isopropanol, el ácido acrílico, los ésteres del ácido acrílico, los metacrilatos, el óxido de propileno y los propilenglicoles, que se han tenido que adquirir en el exterior

Es importante señalar que uno de los factores que ha limitado el desarrollo de esta cadena productiva ha sido el tradicional déficit nacional del propileno

Durante los últimos cinco años, la balanza comercial de esta cadena se ha caracterizado por ser deficitaria, tanto en volumen como en valor , lo que ha generado crecientes importaciones de derivados y bienes manufacturados de uso final que se elaboran con éstos productos

Por lo anterior, se considera de carácter prioritario evaluar y analizar la factibilidad de identificar y promover proyectos de inversión de ésta cadena, que permita abastecer la demanda interna, contemplando los incrementos futuros, así como para destinar excedentes al mercado de exportación

La realización de proyectos en esta cadena, traería beneficios tanto al sector petroquímico como a la industria en general, ya que permitirían consolidar la estructura de la industria petroquímica nacional, reducir la dependencia del exterior y en consecuencia

equilibrar la balanza comercial, aunado al efecto detonador en la generación de nuevos empleos en la elaboración de todos los derivados de la cadena, hasta la comercialización final.

El propileno es la segunda olefina en importancia después del etileno y a diferencia de este último, además de los usos químicos, se emplea en la elaboración de combustibles

De acuerdo al Chemical Economics Handbook publicado por SRI International, durante 1992 la producción mundial de propileno para aplicaciones químicas fue de 34.9 millones de toneladas que fueron obtenidas en cerca de 80% como producto del etileno, mientras que el 20% restante provino de operaciones de refinación y de deshidrogenación de propano.

En México la capacidad instalada de propileno en 1992 ascendió a 350 mil toneladas anuales, alcanzando una producción de 344 mil toneladas e importándose un volumen de 110 mil. Este tradicional déficit ha impedido un mayor desarrollo de la cadena productiva, sin embargo, con la planta de Petróleos Mexicanos en el Complejo Petroquímico Morelos, se abrirán un escenario importante para el encadenamiento de nuevos proyectos

Se espera que la planta produzca 350 mil toneladas anuales, distribuida en 100 mil de propileno grado químico y 250 mil para producir el grado polímero, empleando un proceso

de deshidrogenación de propano. Es conveniente señalar que dicha planta quedará integrada a la unidad fraccionadora y tratadora de hidrocarburos, así como a la planta de polipropileno instalada en el mismo complejo.

Con lo que se abren posibilidades para plantear nuevas conversiones en los derivados que consumen propileno grado químico donde destaca el óxido de propileno producto que se importa en cantidad del orden de 47,000 toneladas anuales (1994), que presenta una salida de divisas del orden 50.5 Millones de dólares al año.

El óxido de propileno es un petroquímico estratégico del cual derivan otros productos de importancia industrial siendo los más importantes los polioles poliéteres para uretanos, propilenglicoles y glicéteres de los cuales una parte se importan aproximadamente 4,000 toneladas al año y presenta una erogación adicional de 16 millones de dólares. El valor de la producción nacional de los derivados del óxido de propileno es del orden de 24,000 toneladas anuales que equivalen a 21.3 millones de dólares, siendo las principales empresas productoras el Grupo Idesa y Polioles S.A.

La ruta tecnológica más importante para producir óxido de propileno en México es vía hidroperóxidos tomando en cuenta que se dispone de los hidrocarburos respectivos (isobutano y etil benceno), así del propileno grado químico (a un futuro cercano) en el CPQ Morelos dependiendo del hidrocarburo empleado es posible obtener como coproductos alcohol terbutílico o estireno para satisfacer la demanda interna y tener un

**margen para exportaciones, la capacidad de la planta debe ser del orden de 50 a 60 mil toneladas anuales de óxido propileno con lo cual se obtendrían 125 a 150 mil toneladas de coproductos ya sea estireno para resinas o alcohol terbutílico para gasolinas.**

Considerando que los derivados del óxido de propileno (polioles poliéter propilenglicoles y glicoléteres) tienen un mayor valor comercial (1.5 vs 1.05 dólares), existe la posibilidad de ampliar el alcance del proyecto involucrando los productos que no se producen en el país o que se puedan colocar en el mercado internacional llevando a cabo procesos más adentro de la cadena de transformación.

El alcohol terbutílico que se obtiene como producto en la oxidación del isobutano y también de la oxidación de propileno con hidroperóxido de terbutílico, puede ser subsecuente deshidratado a isobutileno de alta pureza (9 grados polímeros) para satisfacer la demanda de producción poliisobutileno y hule butilo, materiales de amplia aplicación en la industria de los elastómeros y adhesivos, y que actualmente cubren su mercado con importaciones.

## **CAPITULO VI. ANEXOS**

- A - MARCO LEGAL**
- A.1 - GENERALIDADES**
- A.2.- REGALAMENTO DE LA LEY REGLAMENTARIA DE LOS ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL, EN EL RAMO DEL PETRÓLEO EN MATERIA DE PETROQUIMICA.**
- A.3.- RECLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS DENTRO DE LA PETROQUIMICA BASICA Y SECUNDARIA**
- A.4.- REGISTRO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA.**
  
- B.- ORIGEN DE LOS PETROQUIMICOS POR FUENTE DE MATERIAS PRIMAS**
  
- B.1 - CADENAS PRODUCTIVAS DE LAS OLEFINAS**
  
- C.- ESQUEMA DE TRANSFORMACION DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA MEXICANA**
- C.1.- CADENA PRODUCTIVA DEL PROPILENO**

### **A.- MARCO LEGAL.**

En paralelo al desarrollo alcanzado por la industria petroquímica en nuestro país, se han realizado diversas adecuaciones a la normatividad que rige esta industria.

A continuación se describe brevemente los aspectos más importantes del marco legal actual que regula a la industria petroquímica mexicana

#### **A.1.- GENERALIDADES.**

La industria petroquímica mexicana tiene como marco normativo el Artículo 27 Constitucional, que establece el dominio que ejerce la Nación sobre los recursos naturales incluyendo al petróleo y todos los carburos de hidrógeno, sólidos, líquidos o gaseosos, indicando además que, tratándose de estos materiales no se otorgarán concesiones ni contratos

En particular, de conformidad con las modificaciones a la Ley reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del petróleo, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de mayo de 1995, se expresa, en sus artículos 3º y 4, que la Nación llevará a cabo por conducto de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios, la exploración y explotación del petróleo y otras actividades tales como la elaboración, el transporte, almacenamiento, la distribución y las ventas de primera mano de aquellos derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas y los del gas que constituyen petroquímicos básicos



**A.2.- REGLAMENTO DE LA LEY REGLAMENTARIA DEL ARTICULO  
27 CONSTITUCIONAL EN EL RAMO DEL PETROLEO EN  
MATERIA PETROQUIMICA.**

Este reglamento se publicó el 9 de febrero de 1971 y establece, entre los elementos más importantes la determinación, por parte de la Secretaría de Energía, de los productos que deba quedar o no dentro del campo de acción exclusivo de la Nación o reservados a ésta, en asociación con sociedades particulares, así como de otros productos que sean resultado de los procesos subsecuentes, de opinar sobre las solicitudes de permiso para elaborar productos petroquímicos, y llevar a cabo, para fines estadísticos, de coordinación y promoción el registro de las empresas elaboradores de productos petroquímicos

Se consigna además, que la Secretaría indicara la forma y requisitos que deberán cumplir las empresas mediante solicitudes de permiso para la elaboración de productos petroquímicos y las solicitudes de autorizaciones para la elaboración de especialidades de derivados básicos de refinación, así como el procedimiento que deberá seguirse en la tramitación de dichas solicitudes

Al respecto también se señala que los permisos y autorizaciones que expida la Secretaría de Energía solo podrán ser transferidos con la previa autorización de la propia Secretaría

Por otra parte, la legislación vigente en materia petroquímica, que se deriva del Artículo 27 Constitucional, clasifica a esta industria en dos grandes áreas:

- a) La petroquímica básica reservada a la Nación, a través de Petróleos Mexicanos, se centra en la obtención de las materias precursoras de las cadenas productivas de la Industria
- b) La petroquímica secundaria, transformadora de los petroquímicos básicos en la que pueden participar en forma directa el Estado y los inversionistas nacionales y extranjeros  
Cabe señalar que la Secretaría de Energía regula a las empresas incluidas en esta industria

Es importante destacar que la fabricación de explosivos y fuegos artificiales, queda comprendida entre las actividades con regulación específica, en las que se permite la participación de la inversión extranjera hasta por el 49% del capital de las sociedades. Con excepción de la petroquímica básica la inversión extranjera podrá tener participación en esta industria en cualquier proporción, cumpliendo con las disposiciones que marca la Ley respectiva

### **A.3.- RECLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS DENTRO DE LA PETROQUIMICA BASICA SECUNDARIA.**

A partir del 17 de agosto de 1992 existen por Ley ocho petroquímicos básicos y trece petroquímicos secundarios, en estos últimos se requiere de permiso previo para su producción otorgado por la Secretaría de Energía (vease Cuadro V-5-2). Los demás petroquímicos, considerados, como desregulados pueden ser elaborados indistintamente por organismos y empresas de los sectores público y privado, sin requerir autorización alguna por parte de esta Secretaría

#### **A.4.- REGISTRO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA.**

Con el propósito de contar con un instrumento estadístico, para mantener un conocimiento adecuado del comportamiento de la industria petroquímica nacional con fines de planeación, coordinación y promoción, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el 13 de julio de 1990, la resolución que reestructura la inscripción en el Registro de la Industria Petroquímica de las empresas que elaboran productos petroquímicos

Esta resolución establece que todas las empresas que elaboren derivados petroquímicos que resulte de la transformación directa de materias primas consideradas como petroquímicos básicos y secundarios, están obligadas a inscribirse en el Registro de la Industria Petroquímica a través de la Secretaría de Energía, proporcionando información relativa a su operación, independientemente de que requieran o no de permiso para su elaboración

De conformidad con la reestructuración efectuada en la Secretaría de Energía y con base en el Reglamento Interior de la misma, publicado el 1º de junio de 1995, desaparece la Comisión Nacional de Petróleo, Gas y Petroquímica, y las funciones que esta desempeñaba se transfieren a la Dirección General de Recursos Energéticos y Radiactivos, inscrita a la Subsecretaría de Política y Desarrollo de Energéticos

**V-5-1. CLASIFICACION DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS**

1960 1/	1967 2/
PETROQUIMICOS BASICOS (EXCLUSIVOS DE PEMEX)	PETROQUIMICOS BASICOS (EXCLUSIVOS DE PEMEX)
Etileno	Acetaldehido (a partir de etileno)
Poli-etileno	Etanol
Propileno	Etilbenceno
Poli-propileno	Etilénclorhidrina
Dodecilbenceno	Materia prima para negro de humo
Benceno	Acroléina
Tolueno	Alcohol isopropílico
Xileno	Alcoholes oxo
Estireno	Amoniaco
Butadieno	Benceno
Metanol	Butadieno
Isopropanol	Ciclohexano
Cloruro de etilo	Clorotormo
Dicloroetileno	Cloruro de alilo
Cumeno	Cloruro de etilo
Amoniaco	Cloruro vinilo (monómero)
<b>TOTAL 16</b>	Cumeno
	Citromuro de etileno
	Dicloro etano
	Dicloruro de metilo
1/ PUBLICADO EN EL D.O.F. EL 9 DE ABRIL DE 1960	Dicloruro de propileno
2/ PUBLICADO EN EL D.O.F. 1967	Dodecil benceno
	Estireno (monómero)
	<b>TOTAL 45</b>
	Etanol
	Etilbenceno
	Etilénclorhidrina
	Materia prima para negro de humo
	Isopreno (monómero)
	Metanol
	M-xileno
	O-xileno
	P-xileno
	Naftaleno
	Oxido de etileno
	Oxido de propileno
	Perclorotileno
	Polibuteno
	Poli-etileno de baja densidad
	Poli-etileno de alta densidad
	Poli-propileno
	Tetractoruro de carbono
	Tetrámero de propileno
	Tolueno
	Tricloroetileno
	Viniloaleno

V.4-2 CLASIFICACION DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS

1948 1)		1948 2)		1948 4)		1948 5) 1948 5)	
EXCLUSIVOS DE PEMEX	RECLASIFICADOS COMO SECUNDARIOS	EXCLUSIVOS DE PEMEX	RECLASIFICADOS COMO SECUNDARIOS	EXCLUSIVOS DE PEMEX	RECLASIFICADOS COMO SECUNDARIOS	EXCLUSIVOS DE PEMEX	RECLASIFICADOS COMO SECUNDARIOS
ACETALDEHIDO	ACETATO DE ETILO	AMONIACO	SARFOLACTAMA	BUTANOS	ACETILENO	BUTANOS	BUTANOS
ACETONITRILLO	ACETILENO	BUTENO	CLOLOMANO	ETANOS	AMONACO	ETANOS	ETANOS
ACROLINTRILO	ACIDO ACETICO	BUTADIENO	CLOLOMANOXA	HEPTANOS	BENENO	HEPTANOS	HEPTANOS
ALFA OLEFINAS	ACIDO ACRILICO	DIÓXIDO DE ETILENO	CLOLOBENZENOS	HEPTANO	BUTADIENO	HEXANO	HEXANO
AMONIACO	ACIDO CARMICO	ETANO	CLOLOBENZOL	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
BENENO	ACROFINA	ETANO	CLOLOBRENOL	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
BUTADIENO	ALCOHOL 1° Y 2°	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
CLOLOMANO	ALCOHOL ALCIL	HEXANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
CLOLOPDIETILO	ALCOHOL ALIFATICO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
CUMENO	ALCOHOL ETILICO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
CLOLOBENZENOS	AMONIACO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
DIÓXIDO DE BLENDO	AROMATICO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
ESTIRENO	N. BUTANO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
ETANO	BUTADIENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
ETER METIL TEREFALATO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
ETILBENENO	CLOLOBRENOL	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
ETILENO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
HEXANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
ISOPROPANOL	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
MATERIA PRIMA N. 4	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
METANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
N. PARAFINAS	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
OLEFINAS Y TERMAS	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
OXIOLENO	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
OXIDO DE ETILENO	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
PARAFINOS	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
POLIETILENO ALTA DENSIDAD	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
POLIETILENO BAJA DENSIDAD	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
PROPILENO	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
1,2-DICLORO ETILENO	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
TOLUENO	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
XILENOS	ETILBENENO	HEPTANO	CLOLOPDIETILO	HEPTANO	BUTANOS	HEPTANO	HEPTANO
<b>TOTAL M</b>	<b>TOTAL M</b>	<b>TOTAL M</b>	<b>TOTAL M</b>	<b>TOTAL M</b>	<b>TOTAL M</b>	<b>TOTAL M</b>	<b>TOTAL M</b>
1) PUBLICADO EN EL D.F. EL 15 DE OCTUBRE DE 1948							
2) PUBLICADO EN EL D.F. EL 15 DE AGOSTO DE 1949							
3) PUBLICADO EN EL D.F. EL 7 DE JUNIO DE 1949							
4) PUBLICADO EN EL D.F. EL 11 DE AGOSTO DE 1949							
5) CONTIENE LA RECLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS PETROQUIMICOS SECUNDARIOS EN EL D.F. DEL 17 DE AGOSTO DE 1949. EN SU MOMENTO LA RECLASIFICACION LA INGRESO A LA MEXICANA EN LA PETROQUIMICA SECUNDARIA DE ADICION CON LA MEXICANA EN LA PETROQUIMICA SECUNDARIA EN EL D.F. DEL 27 DE DICIEMBRE DE 1949							

**B.- ORIGEN DE LOS PETROQUIMICOS POR FUENTE DE MATERIAS PRIMAS  
(PORCENTAJE)**

		PETROQUIMICO	E.U.A.	MEXICO	JAPON	EUROPA OCCIDENTAL
GAS NATURAL		METANOL	95.3	100.0	100.0	96.0
		AMONIACO	100.0	100.0	89.0	98.0
<b>OLEFINAS:</b>						
LIQUIDOS DE GAS NATURAL		ÉTILENO	68.0	98.0	3.0	16.3
		PROPILENO	19.0	2.0	0.0	20.4
		BUTADIENO	30.0	2.0	0.0	0.0
GASES DE SALIDA DE REFINERIA		ÉTILENO	3.0	(*)	2.0	1.0
		PROPILENO	49.0	(*)	25.0	0.0
		BUTADIENO	18.0	(*)	4.7	0.0
PETROLEO CRUDO	GAS OIL	ÉTILENO	29.0	2.0	95.0	82.8
		PROPILENO	32.0	98.0	75.0	76.6
		BUTADIENO	52.0	98.0	95.0	100.0
<b>AROMATICOS</b>						
NAFTAS		BENCENO	98.4	100.0	84.5	93.0
		TOLUENO	99.6	100.0	92.5	99.0
		XILENOS	99.6	100.0	99.2	100.0
		BENCENO	1.6	0.0	15.5	7.0
		PROPILENO	0.4	0.0	7.5	1.0
		XILENOS	0.4	0.0	0.8	0.0
CARBON		METANOL	4.7	0.0	0.0	4.0
		AMONIACO	0.0	0.0	12.0	2.0

(\*): INCLUIDO EN NAFTAS Y GAS OIL  
FUENTE: COMISION PETROQUIMICA MEXICANA, CON DATOS DE CHEMICAL ECONOMICS  
HANDBOOK SAI INTERNATIONAL JULIO/1992 Y DE PETROLEOS MEXICANOS.

**B.1.- CADENAS PRODUCTIVAS DE LAS OLEFINAS  
PETROQUIMICOS PROPUESTOS PARA DETERMINAR SU VIABILIDAD TECNICO - ECONOMICA**

PRODUCTO	CADENA PRODUCTIVA	USOS	PRODUCCION NACIONAL	COMENTARIOS
Etileno	Etileno	Iniciador de la cadena	si	Técnicamente no existe disponibilidad nacional de este producto que permita aumentar la capacidad de producción actualmente instalada en sus derivados inmediatos
Propileno	Propileno	Iniciador de la cadena	si	Aun con el próximo aumento de capacidad será insuficiente la disponibilidad de propileno grado químico el cual presenta un buen potencial de nuevos proyectos
Butadieno	Butadieno	Iniciador de la cadena	si	Tradicionalmente se ha tenido un fuerte déficit de producción Nacional que no ha permitido el crecimiento de la cadena
Poliétileno lineal de baja densidad	Etileno	Empaque Recubrimiento para cables y alambres	no	Importaciones crecientes, en algunas aplicaciones sustituye al polipropileno de alta densidad
Alfadienas lineales	Etileno	Alquibenceno lineal Alcoholes grasos Plastificantes Componentes de polietileno de alta y lineal de baja densidad	no	La demanda futura de estas alfadienas lineales en nuestro País dependerá de la instalación de plantas de polietileno lineal de baja densidad y de la ampliación de capacidad del polietileno de alta densidad, así como de una posible integración de este proyecto con la producción de alcoholes grasos, oligómeros de alfadienas (lubricantes sintéticos), alquibenceno lineal o a purtos plastificantes
Cloruro de vinilo	Etileno	Resinas de PVC	si	Elvadas importaciones para su alta demanda en la fabricación de PVC. Puede estudiarse integrado a dicloroetano
Dicloroetano	Etileno	Cloruro de vinilo	si	Capacidad y producción nacional insuficiente
Esteres del ácido acético	Etileno	Ponurclenanos Adhesivos Resinas alquidáticas	si	Los únicos ésteres que se fabrican en el País son los acetatos de etilo, isopropilo, metilamilo, butilo y bencilo, siendo los demás de importación. Por tal motivo, sería conveniente revisar la posibilidad de emplear tecnología oxo para la producción de varios grupos de ésteres
2-Etilhexanol	Etileno	Plastificantes	si	El reciente anuncio del cierre definitivo de la única planta en México por falta de competitividad y que es ocasionada en parte por la obsolescencia tecnológica del proceso empleado permite estudiar la instalación de una nueva planta por una nueva demanda de producción

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

**B.1.- CADENAS PRODUCTIVAS DE LAS OLEFINAS  
PETROQUIMICOS PROPUESTOS PARA DETERMINAR SU VIABILIDAD TECNICO - ECONOMICA**

PRODUCTO	CADENA PRODUCTIVA	USOS	PRODUCCION NACIONAL	COMENTARIOS
Alcoholes grasos	Etileno	Sulfonantes	No	Producción nacional insuficiente, su demanda en la producción de jabones y detergentes parece justificar nuevas inversiones por la ruta novedosa a partir de etileno y alfa olefinas
Glicóteres	Etileno Propileno	Plasticantes Acetatos	Si	Sería conveniente estudiar la factibilidad de instalar una planta multipropósito donde se pueda obtener diferentes familias de glicóteres
Alcoholes acrílicos	Etileno	Alquitranes sulfonatos Lineales	No	Su producción a partir de una nueva planta o bien mediante la reconversión de las instalaciones actuales de dodecibenceno ramificado (dodecibenceno) representa una buena oportunidad de análisis si se considera el aumento del consumo del producto para la fabricación de detergente biodegradables
Oxido de propileno	Propileno	Poliésteres Glicóteres Polipropilenglicóles Compuestos etoxilados	No	Elevadas importaciones. Existen dos procesos de oxidación aceptables donde las materias primas y subproductos involucrados en su fabricación tienen déficit de producción nacional
Ésteres de ácido acrílico	Propileno	Resinas acrílicas	Si	La reciente entrada en operación de una planta de ácido acrílico reforzará la posición competitiva en la línea de acrilatos de la Empresa quedando excedentes para el mercado nacional
Poliésteres	Propileno	Espuma de polietileno	Si	El bajo valor agregado del óxido de propileno hace conveniente su integración a otro proyecto como el de los poliésteres los cuales representan la mayor demanda de óxido
Hidrocloreto	Butileno	En la manufactura de bandas mangueras y adnesivos	No	Especialidad de la que debe evaluarse el tamaño del mercado considerando su integración a la producción de cloropreno
Fibra de polipropileno	Propileno	Cuerdas para lanchas, Raftas	Si	La mayor disponibilidad de propileno en 1994 permite efectuar un análisis de mercado de esta fibra para determinar las posibilidades de inversión

\* Fabricación nacional limitada a unas cuantas familias de estos productos



**C.- ESQUEMA DE TRANSFORMACION DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA MEXICANA  
CADENA PRODUCTIVA DEL PROPILENO**

**PROPILENO**

ELASTOMEROS ETILENO-PROPILENO

ACRILONITRILLO

POLIPROPILENO

OXIDO DE PROPILENO

CUMENO

TETRAMERO DE PROPILENO

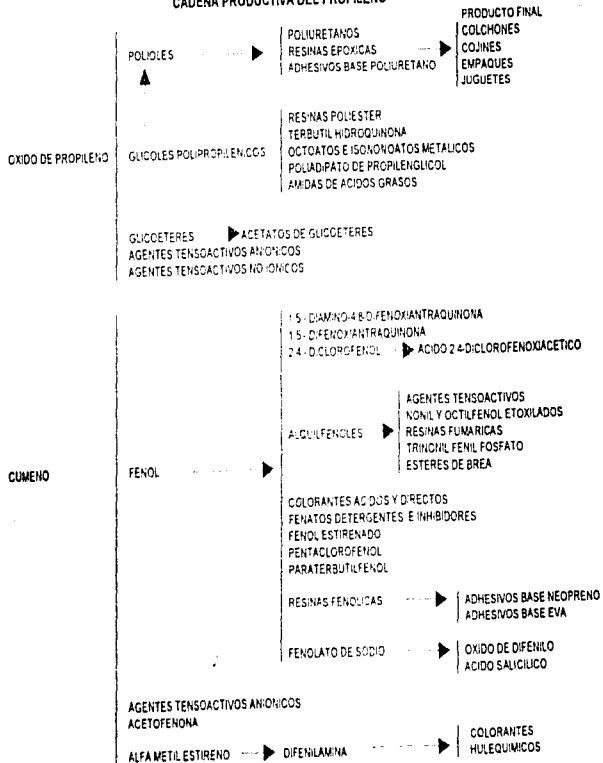
NONENO

ISOPROPANOL

ACROLEINA

CLORURO DE ALILO

C.1.- ESQUEMA DE TRANSFORMACION DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA MEXICANA  
CADENA PRODUCTIVA DEL PROPILENO



## **CONCLUSIONES**

En México como en todo el mundo la importancia fundamental de la industria petroquímica radica en el hecho de que se ubica en el centro del mapa industrial de cualquier economía, ya que sus productos constituyen los primeros pasos en las cadenas de transformación y tiene un extraordinario poder multiplicador conforme sus productos avanzan en la industria de proceso, como lo demuestra el hecho de que se enlaza con cuarenta y tres de las setenta y dos ramas que conforman el aparato productivo nacional, por lo tanto, el carácter estratégico de la industria se manifiesta en el hecho de que la disponibilidad, calidad y precio de los productos petroquímicos repercuten en la eficiencia de todo el sector productivo del país, y es partícipe del tratado comercial que incluye al mercado más grande de la tierra, lo posiciona en condiciones ideales para desarrollar una industria fuerte y competitiva a nivel mundial

Desarrollándose de manera integrada y se proyecte a niveles diez o doce veces más grandes que hoy, al substituir todo el suministro de petroquímicos y sus derivados que los Estados Unidos de Norteamérica importan actualmente del lejano oriente y otras regiones

En los últimos años la industria petroquímica nacional no ha crecido en forma importante, debido al ajuste productivo que se ha dado a consecuencia de la política de apertura comercial instrumentada como parte del proceso de reestructuración económica del país.

**Proporcionando así los mecanismos para que la industria petroquímica logre**

- **Integrarse al contexto internacional aprovechando las ventajas comparativas para ser más competitiva**
- **Incrementar su participación en la economía nacional**
- **Contar con cadenas productivas integradas y fortalecidas.**
- **Contar con un suministro de materias primas seguro, confiable y competitivo.**
- **Tener operaciones financieramente viables**
- **Instalaciones seguras e integradas al medio ambiente**

Sin embargo en la actualidad es posible plantear nuevos esquemas de mercado abierto apoyado por las reformas a la legislación en materia de petroquímica y de inversión, logrando así la factibilidad de integrar cadenas productivas que antes no podía hacerse, por la protección que tenía el Estado con algunos productos petroquímicos

En la actualidad los derivados del propileno ofrecen las mejores oportunidades para el establecimiento de proyectos orientados a complementar líneas de productos no fabricados por la industria petroquímica mexicana, particularmente en el área de especialidades, así como en aquellos petroquímicos de los que no existe producción nacional.

**El primer producto factible de elaborarse por su elevado nivel de importación es el óxido de propileno, 46903 toneladas (1994)**

Los derivados del óxido de propileno como son los glicoles propilénicos, los polioles y el polipropilenglicol, incluyen una amplia variedad de productos que podrían incrementar su oferta al existir disponibilidad del óxido, por lo que se considera recomendable estudiar con detalle las posibilidades de proyectos por familia de productos, además las cadenas petroquímicas que incluyen el óxido de propileno permiten aumentar el valor agregado de los productos finales lo cual beneficia directamente al aparato productivo

Finalmente las condiciones del entorno para invertir en petroquímica han cambiado. Actualmente es difícil sustentar un proyecto que no sea parte de un esquema de integración productiva, con instalaciones ya existentes o mediante la construcción simultánea de plantas de materia prima o derivados, como puede ser el caso de un proyecto de óxido de propileno-polioles.

Con estas acciones se tendría una balanza comercial positiva al eliminar importaciones e incrementar las exportaciones directas e indirectas.

## **BIBLIOGRAFIA**

Asociación Nacional de Industria Química, A.C. Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana  
ANIQ, México, D.F. 1994.

Comisión Nacional del Petróleo, Gas y Petroquímica. "Análisis de las Cadenas productivas Etileno-Propileno-Butadieno", México, D.F., 1994.

DAVILA Sanchez, Mauricio. La Industria Petroquímica. Internacionalización de la Producción e Inversión Extranjera Directa en el Mercado Mexicano. Tesis de Doctor en Filosofía, Universidad Laval Quebec, Canada, 1993.

GOMEZ Velasco, Marcelino. "Diplomado sobre Oportunidades en la Industria Química, Petroquímica" Módulo I, II, III, IV, Ed. Facultad de Química, UNAM, México, D.F., 1994 - 1995.

FERNANDEZ Flores, Rafael. La Química en la Sociedad, Ed. Facultad de Química, UNAM México, D.F., 1994.

KIRK, Richard O., and T. John Dempsey. "Propylene Oxide", Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd ed., vol. 19, John Wiley & Sons, New York, 1982, p.p. 246-274.

MONTAÑO Aubert, Eduardo. Integración de la Petroquímica en México, Ed. Facultad de Química, UNAM, México, D.F., 1992.

Poder Ejecutivo Federal. Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, México, D.F., 1989.

Poder Ejecutivo Federal. Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, México, D.F., 1995.

SECOFI. Programa de Política Industrial y Comercio Exterior, México, D.F. 1995.

Secretaría de Energía. Petroquímica 1994. Anuario Estadístico, México, D.F. 1994.

WINGROVE, A.S. y Caret, R.L. Química Orgánica. Harper & Row Latinoamérica, México, 1984.

ZEDILLO, Ernesto. "Confianza en el desarrollo de México", Gira de trabajo por seis ciudades europeas, Poder Ejecutivo Federal, México, D.F., 25 de enero-3 de febrero de 1996.