

300618

5₂₀₁



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
Incorporada a la U. N. A. M.

**ESTUDIO DE PREINVERSION PARA UNA PLANTA
DE OXIDO DE PROPILENO EN MEXICO.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A :
LAURA CHAVEZ BLANCO

MEXICO, D. F.

1988

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

OBJETIVOS	1
INTRODUCCION	11
I. MARCO LEGAL	1
II. MERCADO	
GENERALIDADES	8
II.A MERCADO INTERNACIONAL	8
OFERTA Y DEMANDA	9
USOS	10
DESARROLLO Y CRECIMIENTO	
ESTADOS UNIDOS	13
BRASIL	20
EUROPA OCCIDENTAL	23
JAPON	29
II.B MERCADO NACIONAL	33
DESARROLLO Y CRECIMIENTO	34
DISPONIBILIDAD	37
USOS	38
PRECIOS	43
III. PROYECCIONES	48

IV. TECNOLOGIA	52
OBTENCION DE OXIDO DE PROPILENO (OP) POR EL PROCESO DE HIDROPEROXIDO	
GENERALIDADES	55
IV.A PRODUCCION DE OXIDO DE PROPILENO A PARTIR DE ISOBUTANO	
DESCRIPCION DEL PROCESO	56
BASES Y SUPOSICIONES DE DISEÑO	64
VI.B PRODUCCION DE OXIDO DE PROPILENO A PARTIR DE ETILENCENO	
DESCRIPCION DEL PROCESO	66
BASES Y SUPOSICIONES DE DISEÑO	72
V. EVALUACION ECONOMICA	
PREMISAS DE EVALUACION	73
ANALISIS DE SENSIBILIDAD	76
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES	83
BIBLIOGRAFIA	85

O B J E T I V O S

El presente trabajo tiene como objetivos fundamentales evaluar la factibilidad de producción de Oxido de Propileno en México, así como aportar un estudio que sea de interés y utilidad para los inversionistas dedicados a la Promoción Industrial, específicamente en el sector petroquímico.

Se tomarán como apoyo los siguientes objetivos particulares para darle seguimiento al estudio:

- Ubicar al presente proyecto dentro del contexto legal que lo rodea, dada su condición de producto petroquímico*
- Presentar un diagnóstico del mercado nacional e internacional*
- Analizar y sugerir un método de producción de acuerdo a las condiciones técnico-económicas en México*
- Justificar dicha sugerencia explicando la repercusión que tendría la elaboración de este producto en la industria petroquímica e industrias articuladas a ésta.*

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

Ante las actuales perspectivas de suministro de materias primas para la elaboración de Petroquímicos Secundarios y productos subsiguientes, en este caso en específico, nos hemos de referir al Oxido de Propileno para analizar de manera preliminar la viabilidad de instalar una planta en México.

Ya que el consumo nacional se cubre en su totalidad con importaciones y dada su posición estratégica dentro de la cadena productiva a la cual pertenece, resultaría benéfico producirlo pensando en una capacidad que permita cubrir las necesidades internas a mediano plazo, e incluso generar excedentes para exportación.

El presente estudio pretende recomendar un método adecuado para producir Oxido de Propileno de acuerdo a las características legales y técnico-económicas en México, analizando para ello el mercado nacional e internacional, así como los procesos comerciales de mayor uso.

1. M A R C O L E G A L

Está formado en primera instancia, por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, la cual en su artículo 27 y en el decreto de Expropiación Petrolera, señala, entre otras consideraciones, que el dominio directo del petróleo y todos los hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos corresponden a la Nación, siendo este dominio inalienable e imprescriptible. También apunta que la explotación, uso o aprovechamiento de estos recursos por particularmente o sociedades constituidas conforme a la legislación mexicana, no podrá efectuarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal, acorde a las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Para establecer las reglas básicas del desarrollo de la Industria Petroquímica, el Gobierno Federal decidió dedicar especial atención a esta actividad industrial, promulgando en noviembre de 1958 la "Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del Petróleo", reservándose el Estado la producción de petroquímicos básicos y creando una comisión intersecretarial para analizar los proyectos de la petroquímica secundaria y recomendar aquellos a los que se les debe otorgar permiso para iniciar su producción.

Posteriormente, se emitieron varias disposiciones que regulaban en específico esta actividad, hasta la publicación del "Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el ramo del

Petróleo en materia de Petroquímica", el 9 de febrero de 1971, resaltando entre otros, los siguientes puntos:

1. La Industria Petroquímica consiste en la realización de procesos químicos y físicos para la elaboración de compuestos a partir, total o parcialmente, de la transformación del petróleo, gas y sus derivados.
2. Dada la clasificación de la Petroquímica, define el campo de acción reservado a la Nación y dónde pueden intervenir particulares que tengan como mínimo 60 por ciento de capital mexicano.
3. Da vida jurídica a la Comisión Petroquímica Mexicana cuyo objetivo es el de promover un desarrollo armónico de la Industria Petroquímica Nacional, supervisando su apego a las disposiciones normativas contenidas en la legislación correspondiente y su atención a los lineamientos señalados en los planes y programas del Estado, en el ejercicio de sus atribuciones como órgano auxiliar técnico-consultivo en materia de petroquímica de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal.

Ya que el Óxido de Propileno es un producto que resulta afectado por dicho reglamento, se tratará de definir su ubicación dentro de este contexto.

El Artículo 2o. , Capítulo I de esta Ley Reglamentaria, dice:
"Corresponde a la Nación, por conducto de Petróleos Mexicanos o de organismos o empresas subsidiarias de dicha institución o asociadas a la misma, creadas por el Estado, en las que no podrán tener participación de ninguna especie los particulares, la elaboración de los productos que sean susceptibles de servir, como materias primas industriales básicas, que sean resultado de los procesos petroquímicos fundados en la primera transformación química importante o en el primer proceso físico importante que se efectúe a partir de productos o subproductos de refinación, o de hidrocarburos naturales del petróleo".

De acuerdo a estas disposiciones, el Oxido de Propileno se encontraba dentro de los productos susceptibles de elaboración bajo responsabilidad del Estado.

El 10 de octubre de 1986, la Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, anuncia que a partir de esta fecha entrará en vigor el Programa Integral de Fomento a la Industria Petroquímica con el cual se pretende impulsar el cambio estructural de esta rama. Los principales objetivos del programa para este sector son: desarrollar una industria petroquímica debidamente integrada; aprovechar, ahorrar y usar eficientemente los petroquímicos y la energía; reducir el déficit comercial; fortalecer la estructura tecnológica del sector, y promover la descentralización territorial

y el desarrollo regional. Busca eliminar cuellos de botella, aprovechar plenamente las instalaciones, completar los proyectos prioritarios e iniciar aquellos que permitan el cambio estructural.

A su vez, el Gobierno Federal permitirá -previo permiso- la importación de los petroquímicos básicos que se requieran para impulsar el desarrollo de la petroquímica secundaria; además, en lo sucesivo Petróleos Mexicanos ya no será intermediario para la adquisición de insumos en el mercado internacional (1).

Bajo toda esta perspectiva de cambio la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal determinó que entre otros, el Oxido de Propileno podrá ser elaborado por la Industria Privada, dada la reubicación de este producto como petroquímico secundario.

(1) Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 13 de octubre de 1986.

II. M E R C A D O

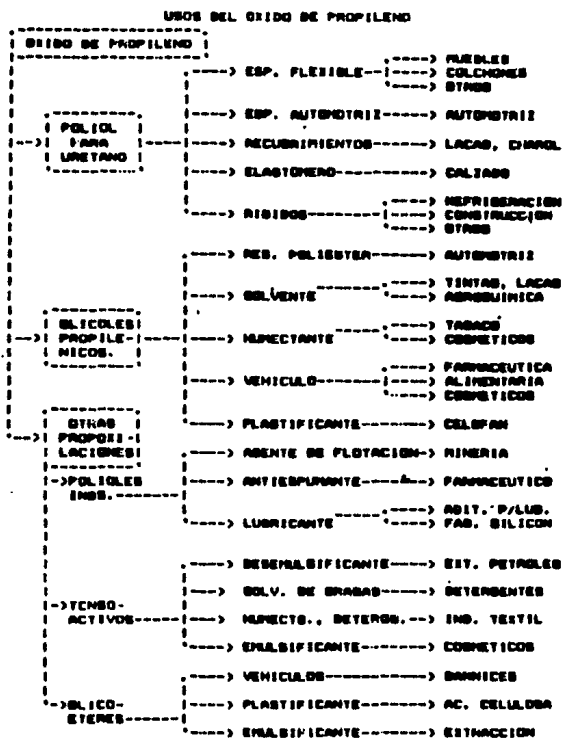
GENERALIDADES

Actualmente la producción de óxido de propileno en el mundo, está repartida en una proporción aproximada de 60:40 entre dos procesos. La mayor parte de la capacidad instalada utiliza el tradicional proceso de clorhidrinación de propileno de grado químico para formar propilenclorhidrina, que es deshidroclorinizada a óxido de propileno. El nuevo proceso comprende la peroxidación catalítica de propileno de grado químico para formar óxido de propileno y un coproducto, ya sea alcohol terbutílico o metil fenil carbinol (precursor del estireno). Las mejoras económicas, el uso más eficiente del propileno y la ausencia de efluentes de desperdicio, favorece al segundo proceso en las instalaciones recientes. En capítulos posteriores se hablará con más detalle acerca del aspecto tecnológico de estos procesos, así como de su evaluación económica (6,7,8).

Los usos principales del óxido de propileno están en la manufactura de poliols poliéter y polipropilenglicoles. De los primeros se obtienen espumas flexibles y rígidas de poliuretano (las Industrias del Transporte y de la Mueblería que utilizan espumas para asientos y empaques, son los mercados principales para la espuma flexible: la Construcción y el Aislamiento son dos de los

mercados para espuma rígida). El propilenglicol se utiliza para la fabricación de resinas poliéster no saturadas. El resto del óxido de propileno encuentra aplicación en diversos mercados tales como plastificantes, solventes, surfactantes y líquidos hidráulicos (7,8) (ver figura A).

FIGURA A



II.A MERCADO INTERNACIONAL

En esta sección se comentará la situación mundial histórica y actual, así como las tendencias del mercado de óxido de propileno. Se profundizará en el mercado de Estados Unidos dada la relación que guarda con el mercado nacional; así también el de Brasil por ser el único productor latinoamericano.

Los datos que aquí se presentan son lo más actualizados posible de acuerdo a la disponibilidad de la información.

OFERTA Y DEMANDA

La Oferta y la Demanda mundial para 1984 se presentó como sigue
(8):

(000 TMPA) (a)

REGION/ PAIS	CAPACIDAD	PRODUC CION	IMPORTA CION	EXPORTA CION	CONSUMO APARENTE
Norte América					
Canadá	64	54	neg	12	42
México	0	0	26	0	26
Estados Unidos	1352	897	12	82	827
	-----	-----	-----	-----	-----
	1416	951	38	94	895
Sudamérica					
Países Andinos	0	0	10	0	10
Argentina	0	0	4	0	4
Brasil	100	98	0	23	75
	-----	-----	-----	-----	-----
	100	98	14	23	89
Europa Occidental					
CEE					
Benelux	345	290	(b) 110	0	400
Dinamarca	0	0	neg	0	neg
Francia	65	57	16	6	67
Alemania Occidental	575	505	27	233	299
Italia	40	35	11	0	46
Reino Unido	0	0	42	2	40
No CEE					
Austria	0	0	neg	0	neg
Portugal	0	0	4	0	4
España	45	39	7	3	43
Suecia	0	0	2	0	2
Suiza	0	0	1	0	1
	-----	-----	-----	-----	-----
	1070	926	(c)	24	902

Medio Oriente					
Turquía	0	0	neg	0	neg
Lejano Oriente					
Japón	276	210	21	19	212
Corea del sur	0	0	19	0	19
Taiwán	15	15	0	0	15
	-----	-----	-----	-----	-----
	291	225	40	19	246
Oceania					
Australia	0	0	29	0	29
Africa					
Sud Africa	0	0	7	0	7

Notas:

- (a) Miles de toneladas métricas por año
 (b) Importación neta
 (c) Exportación neta
 neg Cantidades insignificantes

USOS

La Estructura de Consumo para 1984 fue la siguiente (B) :

Estados Unidos

(000 TMPA)

Poliéster poliuretano	
Espuma Flexible	370
Espuma Rígida	40
Otros	50
Exportaciones	40
Propilén glicol	170
Dipropilén glicol	24
Glicol éteres	19
Otros*	104

	827

* "Otros" incluye usos en la producción de poliéster poliéster no uretanos, isopropanolaminas y aplicaciones diversas.

	<u>(%)</u>
Europa Occidental	
Poliéster	69
Propilén Glicol	24
Otros	7

	100
	 <u>(000 TMPA)</u>
Benelux	
Poliéster	353
Propilén Glicol	37
Otros	18
Francia	
Poliéster	39
Propilén Glicol	20
Otros	6
Alemania Occidental	
Poliéster	115
Propilén Glicol	149
Otros	34
Italia	
Poliéster	40
Propilén Glicol	3
Otros	3
España	
Poliéster	33
Propilén Glicol	4
Otros	4
Reino Unido	
Poliéster	35
Propilén Glicol	0
Otros	5
Otros Países	
Poliéster	6
Propilén Glicol	0
Otros	1

TOTAL

Polióles	621
Propilen Glicol	213
Otros	65

	899

En 1984, Portugal consumió 4,000 toneladas métricas para polióles; Suecia, 2,000 para el mismo propósito, y Suiza, 1,000 toneladas métricas para especialidades (8).

Japón

	(000 T M P A)
Polióles	144
Propilen glicoles	41
Otros	27

	212

DESARROLLO Y CRECIMIENTO

- ESTADOS UNIDOS

El patrón histórico de Oferta y Demanda en Estados Unidos es el siguiente (8):

(800 THPA)

ANO	CAPACIDAD	PRODUC	IMPORTA	EXPORTA	CONSUMO
-----	-----	CION	CION	CION	APARENTE
-----	-----	-----	-----	-----	-----
1975	1138	691	18	52	649
1976	1192	827	12	47	792
1977	1389	846	16	45	817
1978	1321	929	16	34	911
1979	1321	1020	19	81	958
1980	1288	882	15	68	767
1981	1229	837	48	81	796
1982	1256	762	23	66	719
1983	1256	861	14	75	888
1984	1352	897	12	82	827

De 1975 a 1978, así como en 1983 y 1984, casi todas las importaciones provinieron de Canadá. En 1980-1982, provinieron de Canadá y Brasil.

El desglose de las importaciones procedentes de estos países en el período 79-82, es el siguiente (7) :

	1979	1980	1981	1982
	----	----	----	----
Canadá	59	52	39	78
Brasil	41	48	61	22
	----	----	----	----
	100%	100%	100%	100%

Desde 1978, primer año en que se reportaron los destinos, las exportaciones han ido principalmente a México y Australia y en menor proporción a Venezuela y Japón (6). En 1984, el óxido de propileno fue exportado en su mayoría a Australia (36%) y a Holanda (15%).

El desglose de las exportaciones y sus destinos por región en los años recientes se presenta a continuación (7,8):

	1979	1980	1981	1982	1983	1984
	----	----	----	----	----	----
Norte América	48	58	48	36	35	31
Sud América	7	16	7	11	14	13
Europa Occidental	18	1	8	15	7	15
Asia Oriental	3	1	6	28	16	5
Oceania	32	24	31	18	28	36
	----	----	----	----	----	----
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Ya que no se espera un incremento en la producción y en la capacidad instalada de estos países, las exportaciones de Estados Unidos posiblemente se mantengan en un nivel de 68,000 a 77,000 tpa (toneladas métricas por año) hasta 1988. Así también se espera un nivel aproximado de importaciones de 25,000 tpa.

La recesión de 1980-1982 afectó severamente el consumo doméstico de óxido de propileno en Estados Unidos. El consumo en 1982 fue 25% abajo del alcanzado en 1979. Hubo una recuperación en 1983, pero se proyecta que el nivel de consumo permanezca por debajo del de 1979 hasta finales de los 80's (6).

El mayor uso final del óxido de propileno está en la producción de poliésteres, precursores del poliuretano. Esta aplicación final representa el 60-65% del consumo final del óxido de propileno desde 1980 y tiende a continuar así los próximos diez años. Se espera que el crecimiento anual promedio en el consumo de óxido de propileno para el uso antes mencionado, sea de 2.0-2.5% para el período 1986-1990.

El otro uso principal del óxido de propileno está en la producción de propileno glicol, que es utilizado en la manufactura de resinas poliéster no saturadas. Se pronostica un crecimiento anual promedio de 3% en el consumo de óxido de propileno para este uso en el período 1986-1990.

El resto de los usos representaron el 17% del consumo de óxido de propileno en 1983. Estos usos incluyen dipropilenglicol, glicoléteres, polioliolpolieter no uretano y otras aplicaciones. El consumo combinado para estas aplicaciones crecerá a una tasa promedio anual de 4% y en parte se debe a un gran incremento esperado en glicoléteres basados en óxido de propileno de modo que compartan mercado con los glicoléteres basados en óxido de etileno (específicamente el monometil eter, monoetil eter y sus acetatos). Hasta 1982 se consumió óxido de propileno para la producción de glicerina. FMC Corporation, el único productor de glicerina vía este proceso en Estados Unidos, cerró su planta a mediados de ese año (8).

A continuación se detalla la estructura de consumo para el periodo 1980-1984 (000 tpa) (7,8):

	1980	1981	1982	1983	1984
	-----	-----	-----	-----	-----
Poliolios poliuretano					
Espuma Flexible	317	329	330	349	370
Espuma Rígida	48	44	34	37	40
Otros	55	59	49	52	60
Exportaciones	70	66	58	58	40
Propilen glicol	170	165	140	169	170
Dipropilen glicol	24	20	17	23	24
Glicol éteres	12	12	11	12	19
Otros*	110	110	93	101	104
	-----	-----	-----	-----	-----
	798	805	732	881	827

* "Otros" incluye usos en la producción de poliéster no uretanos, glicerina (1980-1982), isopropanolaminas y aplicaciones diversas.

Se han dado algunos cambios en la tecnología para producir óxido de propileno así como en sus costos. Hasta 1969, esencialmente toda la capacidad de óxido de propileno en Estados Unidos, estaba basada en el proceso de clorhidrina. En ese año, la primera planta con el proceso de peroxidación fue arrancada por Oxirane (ahora parte de ARCO Chemical). Esta planta que utilizaba propileno e isobutano, se amplió en 1971 y 1974; en 1977 arrancó otra planta que usaba propileno y etilbenceno. Con el advenimiento del proceso de peroxidación, la producción de óxido de propileno vía clorhidrina se volvió desfavorable para pequeñas plantas. Tanto Union Carbide Corporation como Celanese Chemical suspendieron labores hace ya varios años (6). Entre 1978 y 1981, 207 000 tmpa de capacidad nominal de óxido de propileno basado en el proceso de clorhidrina, fueron paradas por BASF Wyandotte, Texaco y Olin. Sin embargo, estas tres compañías continúan produciendo derivados del óxido de propileno, obteniendo la materia prima de ARCO y Dow Chemical. Al 1o. de diciembre de 1983, la capacidad instalada estaba repartida equitativamente entre el proceso de clorhidrina y el de peroxidación. Se cree que ARCO (proceso de peroxidación) será el principal proveedor de óxido de propileno, casi todo a través de ventas y acuerdos comerciales (6,7,8).

La siguiente tabla menciona a los actuales productores de óxido de propileno en Estados Unidos (8).

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD (000 TMPA)
ARCO Chemical	Bayport, Texas Channelview, Texas	588 236
Dow Chemical	Freeport, Texas Plaquemine, Louisiana	408 280
		1352

Respecto a la disponibilidad del óxido de propileno, actualmente se encuentra sobrado el mercado. Tan sólo en 1982 cuando la producción se estimaba en 762 000 tpa, la industria operó al 62% de la capacidad instalada al 1o. de enero de ese año; para finales de 1985, este porcentaje fue también del 62%. Para 1987 la demanda doméstica proyectada podrá ser cubierta operando al 70-75%.

El precio del óxido de propileno permaneció estable en 23 US\$/lb (51 US\$/kg) de 1975 a 1979 y subió a 35 US\$/lb (74 US\$/kg) en 1980. Se experimentaron nuevos incrementos en 1981 y 1982, como reflejo del alto costo de la energía y del propileno. Para principios de 1984 (febrero) el precio era 47.5 US\$/lb (105.3 US\$/kg) y hasta la fecha se ha mantenido fijo (dic. 1986, OFD

Chemical Marketing Reporter).

En el futuro, el precio reflejará el costo del propileno, a pesar de que el incremento en los costos de la energía afectarán el precio del óxido de propileno a través del costo de cloro para el proceso de clorhidrina. Un cambio de 1 US\$/lb en el precio del propileno, provoca un cambio aproximado de 0.8 US\$/lb (1.8 US\$/kg) en el costo del óxido de propileno producido, ya sea por clorhidrinación o por peroxidación .

- B R A S I L

* Compañías productoras, localización de plantas y capacidades (8).

PRODUCTOR	LOCALIZACION	CAPACIDAD (000 TMPA)
Dow Dufranca	Aratú	100

* Oferta y Demanda (000 tpa) (7).

AÑO	CAPACIDAD	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1975	--	--	30	--	30
1976	--	--	31	--	31
1977	45	25	16	--	41
1978	90	71	--	18	53
1979	90	89	--	10	79
1980	90	91	--	11	80
1981	90	95	--	32	63
1982	90	91	--	16	75
1983	100	99	--	16	83
1984	100	98	--	23	75

Antes de 1981 se exportó principalmente a países de Latinoamérica; sin embargo, a partir de 1981 la mayoría de las exportaciones fueron a países ajenos a esta región.

Por ejemplo, en 1981 el 75% de destinó a Estados Unidos, el 15% a

Japón y sólo pequeñas cantidades a Venezuela (8%). En 1982 Argentina fue el único país latinoamericano que adquirió óxido de propileno de Brasil (18% del total); el resto fue al Lejano Oriente. En 1983, Argentina consumió la mitad de las exportaciones y el otro 58% se repartió en países fuera de Latinoamérica. Para 1984, Argentina recibió el 74% de las exportaciones y Japón el restante.

* Usos (000 tpa) (8).

	1980	1981	1982	1983	1984
Poliolés	18	22	26	47	41
Propilén glicol	58	42	49	33	32
Otros	4	--	--	3	2
	80	64	75	83	75

Los destinos de las exportaciones fueron los siguientes (8):

	1981	1982	1983	1984
Argentina	25%	48%	15%	15%
Chile	--	6%	5%	7%
Perú	--	6%	2%	3%
Otros países LA	8%	--	--	2%
Otros países	67% *	48% **	78%	73%
	100%	100%	100%	100%

* En 1981, estas exportaciones fueron principalmente a Estados Unidos.

** En 1982, las exportaciones fueron principalmente a países del Lejano Oriente.

• Desarrollo y crecimiento

En 1983, una filial de Dow en Argentina empezó a producir policlores y propilenglicoles basados en óxido de propileno importado; Dow Brasil suministró la mayor parte del óxido de propileno para estas operaciones hasta 1984.

El mercado doméstico de óxido de propileno crecerá a un ritmo saludable impulsado por la demanda de espumas rígidas de poliuretano. La demanda crecerá a una tasa promedio anual de 5% durante el período 1985-1990; después de este lapso el crecimiento se verá limitado por la disponibilidad doméstica del óxido de propileno. La demanda total, incluyendo los requerimientos para la exportación de derivados, alcanzará las 100 000 toneladas métricas en 1990. Para 1995 la demanda será similar pero las exportaciones de derivados declinarán (8).

- Europa Occidental

Oferta y Demanda (000 tpa) (B):

ANO	CAPACIDAD	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1975	853	558 exp neta		26	532
1976	951	766 exp neta		102	664
1977	953	743 imp neta		4	747
1978	954	798 exp neta		19	771
1979	1014	846 imp neta		3	849
1980	1139	759 exp neta		13	746
1981	1089	794 exp neta		7	787
1982	1102	814 exp neta		0	814
1983	1105	899 exp neta		34	865
1984	1070	926 exp neta		24	902

 exp neta : Exportación neta
 imp neta : Importación neta

De acuerdo a los datos históricos reportados, se observa que el Oxido de Propileno se recuperó rápidamente de la recesión de 1975 y gozó de buenos años hasta 1979. La producción de Europa Occidental estuvo en un climax de 846 000 toneladas métricas en 1979; sin

embargo, declinó un 10% en 1980 debido a la crisis económica. Se ha venido recuperando a partir de 1981 pero muy lentamente. 1984 fue un año bueno (crecimiento aproximado del 4%) y se espera un crecimiento estable pero no espectacular. Para el período 1985-1990 se pronostica una tasa de crecimiento promedio anual de 1.4% y un consumo de 980 000 toneladas para fin del período. La demanda para 1995 podría alcanzar 1.056 millones de toneladas, lo que representaría un continuo crecimiento a una tasa promedio de 1.5% anual a partir de 1990.

En Europa occidental, como en Estados Unidos, el mayor uso del óxido de propileno se encuentra en la producción de polioles poliéster para poliuretanos. En el futuro, el crecimiento del consumo de óxido de propileno para poliuretanos se deberá principalmente al incremento en las aplicaciones de polímeros rígidos. También se espera un buen crecimiento en las aplicaciones de fibras elastoméricas y recubrimientos de poliuretano. En contraste, el mercado de poliuretano flexible está en su etapa de madurez, por lo que su crecimiento será más lento que otros mercados (6).

La otra aplicación principal se centra indirectamente (vía propileno glicol) en el uso de resinas poliéster no saturadas. El mercado de estas resinas ha sufrido en años pasados, pero se dará algo de crecimiento en el futuro, particularmente si el rango de aplicaciones se amplía para incluir algunos grados con propiedades

especiales.

La estructura histórica de consumo para Europa Occidental en el período 1979-1982 es la siguiente (7,8):

	1979	1980	1981	1982	1983	1984
	----	----	----	----	----	----
Polióles	72%	73%	72%	72%	71%	69%
Propilenglicóles	23%	22%	23%	23%	23%	24%
Otros	5%	5%	5%	5%	6%	7%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

La siguiente tabla detalla el consumo de óxido de propileno en los países más relevantes (800 TmPA) (8).

	1980	1981	1982	1983	1984
	----	----	----	----	----
Benelux					
Polióles	290	306	325	335	353
Propilén Glicol	34	36	35	35	37
Otros	6	6	10	10	10
Francia					
Polióles	51	40	37	39	39
Propilén Glicol	20	23	24	10	20
Otros	8	9	9	8	8
Alemania Occidental					
Polióles	98	118	108	110	115
Propilén Glicol	97	105	112	140	149
Otros	10	12	12	22	34
Italia					
Polióles	37	30	37	38	40
Propilén Glicol	--	1	1	2	3
Otros	3	3	3	3	3

España					
Poliolés	32	30	30	37	33
Propilén Glicol	1	7	3	2	4
Otros	2	2	3	4	4
Reino Unido					
Poliolés	37	33	36	34	35
Propilén Glicol	12	11	10	3	--
Otros	7	6	7	6	5
Otros Países					
Poliolés	3	5	7	0	6
Propilén Glicol	--	--	--	--	--
Otros	1	11	1	1	1
T O T A L					
Poliolés	548	570	580	609	621
Propilén Glicol	164	183	165	200	213
Otros	37	39	45	54	65

En 1980, "Otros Países" incluye usos de Suecia (3 000 toneladas métricas para poliols) y Suiza (1 000 toneladas métricas para diversos usos).

En 1981, "Otros Países" incluye usos de Portugal (2 000 toneladas métricas para poliols), Suecia (3 000 toneladas métricas para poliols) y Suiza (1 000 toneladas métricas para diversos usos).

En 1982 y 1983, "Otros Países" incluye usos de Suecia (3 000 toneladas métricas para poliols), Portugal (3 500 toneladas métricas en 1982 y cerca de 4 000 toneladas métricas en 1983 para poliols) y Suiza (1 000 toneladas métricas para diversos usos).

En 1984, Portugal consumió 4 000 toneladas métricas para poliols; Suecia, 2 000 para el mismo propósito y Suiza 1 000 toneladas métricas para especialidades.

Como podrá observarse en el cuadro anterior, el negocio de los poliols está concentrado en el Área de Benelux/Alemania Occidental, en donde además se localizan la mayoría de las plantas de poliuretanos.

Los precios del óxido de propileno en Europa Occidental en años recientes han sido los siguientes (6):

<u>ANO</u>	<u>PRECIO</u> <u>(DM/Kg)</u>
1979	1.30
1980	1.35
1981	1.60
1982	1.80

Notas: Precios de mediados de año

A pesar de una caída de cerca del 25% en los precios de propileno a mediados de 1982, un año después los productores de óxido de propileno pudieron mantener estable su precio. Para abril de 1983, el precio del óxido de propileno era 2 DM/Kg; el precio del poliol - que permaneció alto -, fue el principal responsable de esta situación. Se espera que a corto plazo se estabilice el precio.

Respecto al comercio, existe un movimiento considerable entre los países de Europa Occidental. La República Federal de Alemania es el proveedor principal de óxido de propileno; en 1982 las exportaciones de Alemania fueron de 219 000 tpa, 80% de las cuales fueron embarcadas a Bélgica y Holanda. También se exportó una

pequeña cantidad a la República Democrática de Alemania como parte de un acuerdo de comercio compensatorio de Dow con Alemania Democrática (6).

- J A P O N

• Compañías productoras, localización de plantas y capacidades.

El óxido de propileno es producido actualmente por cinco compañías en seis plantas. La capacidad total a diciembre de 1984 suma 276 000 toneladas métricas por año (6,7).

<u>PRODUCTOR</u>	<u>LOCALIZACION</u>	<u>CAPACIDAD</u> <u>(000 T M P A)</u>
Ashai Glass Company, LTD (30.6% del Grupo Mitsubishi)	Kashima Yodogawa	60 25
Mitsui Toatsu Chemicals, Inc. (13.2% del Grupo Mitsui)	Nagoya	36
Nihon Oxirane Co. (50% Atlantic Richfield Company; 30% Sumitomo Chemical Company, LTD; 20% Showa Denko K.K.)	Ichihara	90
Showa Denko K.K.	Kawasaki	35
Shuman Chemical Co., LTD (100% Tokuyama Soda Co., LTD)	Tokuyama	30
TOTAL		276

 Notas: Daicel Chemical Industries LTD., paró una planta de 13 000 tpa de óxido de propileno en Ohtake, Prefectura de Hiroshima, en 1980 (6).

Todos los productores de óxido de propileno, excepto Nihon Oxirane Co. (filial de ARCO), utilizan el proceso de clorhidrina.

* Oferta y demanda (000 tpa) (7,8)

ANO	CAPACIDAD	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORTACION	CONSUMO APARENTE
1975	221	140	nd	--	nd
1976	311	161	2	4	159
1977	281	173	--	8	165
1978	289	189	2	11	180
1979	289	212	2	13	201
1980	276	195	--	11	184
1981	276	186	5	13	178
1982	276	186	19	15	190
1983	276	196	22	18	200
1984	276	210	21	19	212

La producción de óxido de propileno se deprimió durante 1980-1982 debido a la baja en la demanda de espuma rígida para aislamiento y a las fuertes importaciones de propileno glicol y polipropileno glicol. La procedencia de las importaciones de óxido de propileno en años pasados fue la siguiente:

	1982	1983	1984
	----	----	----
Estados Unidos	69	58	7
Alemania Occidental	--	29	42
Brasil	31	21	51
	----	----	----
	100%	100%	100%

Históricamente, todas la exportaciones de óxido de propileno se destinaron a Corea del Sur.

* Usos (000 tpa)

	1980	1981	1982	1983	1984
	----	----	----	----	----
Poliolios	141	134	128	132	144
Propileno glicoles	32	31	33	34	41
Otros	8	17	19	19	27
	----	----	----	----	----
	181	182	180	185	212

Desarrollo y crecimiento.

La demanda de óxido de propileno está ligada fuertemente a la demanda de espumas de poliuretano ya que la mayoría de los poliolios (v.g. propileno glicol) se utilizan en la producción de uretanos. En contraste con la tendencia de la economía a la baja, el consumo de óxido de propileno se incrementó anualmente desde 1975 hasta 1979. En 1980 la demanda declinó debido a la sobreproducción de derivados en 1979, mientras que en 1981

permaneció estancada. En 1983, la demanda se recuperó ligeramente mostrando un incremento del 3%. Entre los usos finales del poliol, las espumas flexibles de poliuretano y los surfactantes, tuvieron un buen crecimiento. El consumo de óxido de propileno para propileno glicol se incrementó debido a la fuerte demanda de resinas poliéster no saturadas (las cuales suman el 45% del consumo total de propileno glicol). En 1984, el consumo de óxido de propileno para polioles continuó creciendo en aplicaciones para automóviles, espumas rígidas y flexibles, poliuretanos elastoméricos y recubrimientos de poliuretano. El consumo de propileno glicol creció sólo 1%. Se espera que para los años siguientes la demanda crezca a un ritmo del 2-3% anual.

El consumo de óxido de propileno podrá alcanzar casi 240 000 toneladas métricas en 1990, representando un crecimiento anual promedio de 3.6% en el período 1985-1990. La demanda será de 285, 000 toneladas métricas en 1995 (8).

II.B M E R C A D O N A C I O N A L

En esta sección se comentará la situación histórica y actual del Oxido de Propileno en México, la disponibilidad y el perfil del mercado.

DESARROLLO Y CRECIMIENTO

El patrón histórico de la Oferta y la Demanda en México es el siguiente (000 tmpa) :

<u>AÑO</u>	<u>CAPACIDAD</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>IMPORTACION</u>	<u>EXPORTACION</u>	<u>CONSUMO APARENTE</u>
1975	--	--	16.8	--	16.8
1976	--	--	20.3	--	20.3
1977	--	--	22.7	--	22.7
1978	--	--	26.6	--	26.6
1979	--	--	31.8	--	31.8
1980	--	--	35.7	--	35.7
1981	--	--	38.1	--	38.1
1982	--	--	26.2	--	26.2
1983	--	--	25.1	--	25.1
1984	--	--	25.5	--	25.5
1985	--	--	31.9	--	31.9
1986	--	--	23.7	--	23.7

Fuente: Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana, ANIQ, Ediciones 1983 a 1987.

México utilizó óxido de propileno por primera vez en 1965, cuando comenzó la producción de polioles polieter. Entre 1965 y 1974, la demanda de óxido de propileno creció a una tasa anual promedio de 22%. En 1975, el consumo se incrementó 45% respecto al año anterior debido a la expansión en capacidad para polioles polieter y propilenglicoles.

A continuación se presentan los requerimientos de óxido de propileno que el mercado de consumo demandó durante el periodo 1975-1986 para cubrir su producción.

ORDENAMENTO ALFABETICO DE ORDEN DE PROPILENO
! Cambio estadístico de la Industria Química Mexicana !

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
ORDEN DE PROPILENO (TONO)	20,300	22,746	26,505	31,829	35,755	30,071	26,240	25,160	25,300	31,983	23,776

TONELAJES EQUIVALENTES DE ORDEN DE PROPILENO

(a) RESINAS POLIESTER NO SATURADAS (Producción)	3,364	3,575	4,206	4,500	5,705	6,667	6,577	4,713	5,020	6,070	6,240
POLIMETACRIL (Producción)											
(b) Espumas Flexibles	9,510	9,070	12,549	16,201	16,920	21,291	16,205	10,990	12,925	13,663	11,210
(c) Espumas Semi-flexibles y Espumas Rígidas	2,000	2,000	1,827	3,397	3,072	3,400	2,915	2,045	1,731	1,740	2,001
(d) Otros											
Elastómeros microcelulares											
Adhesivos											
Elastómeros sólidos											
Fibras elastoméricas											
Termostáticos burlitos											
Recubrimientos											
Total	5,831	7,213	8,004	7,600	9,179	6,633	672	7,005	5,002	10,425	4,326
TOTAL	20,300	22,746	26,505	31,829	35,755	30,071	26,240	25,160	25,300	31,983	23,776

De acuerdo a esta distribución del consumo de óxido de propileno, las tasas medias de crecimiento anual para el periodo, fueron :

a) Resinas poliéster no saturadas	6.4 %
b) Espumas flexibles de Poliuretano	1.6 %
c) Espumas semiflexibles y Rígidas	(8.4) %
d) Otros	(2.5) %

El 23% de incremento entre 1978 y 1979 fue resultado de una mayor producción de poliéster. El crecimiento para 1980 y 1981, aunque menor (12% y 7%, respectivamente) fue bueno, pero un descenso de gran magnitud ocurrió en 1982. El óxido de propileno sufrió tanto como cualquier producto químico debido a los efectos de la devaluación del peso y a la recesión de ese año. Dado que el óxido de propileno y otros componentes de las resinas poliéster no saturadas y del poliuretano son importadas, la disponibilidad de materias primas bajo condiciones de comercio con dolar controlado y el peso devaluado, contribuyó al decrecimiento en el consumo de óxido de propileno durante 1982-1983 (8).

Se esperaba que para 1984 el consumo alcanzara por lo menos el nivel de 1979 (32,000 tpa, aproximadamente); así también se esperaba que el uso del óxido de propileno en la fabricación de poliéster crecería a una tasa mayor que en propilenglicoles, ya que se pronosticaba un desarrollo significativo en el mercado de poliuretanos. Sin embargo, en el periodo 82-84 el consumo promedio fue de 25 640 toneladas, con un fuerte repunte en 1985 y una baja para 1986. Toda esta fluctuación sigue siendo consecuencia de la crisis de la cual no se ha salido.

DISPONIBILIDAD

Respecto al suministro de este producto durante 1980 - 1985, Estados Unidos ha sido el principal proveedor y la cantidad restante ha sido adquirida de Europa Occidental. Hasta la fecha, toda la demanda nacional ha sido cubierta con importaciones ya que aún no se cuenta con capacidad instalada.

DESGLOSE DE IMPORTACIONES Y SU PROCEDENCIA

PAIS	TONELADAS					
	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Alemania Occ.	0.000	--	0.046	0.032	0.165	0.083
Estados Unidos	35754	30021	26240	25160	25470	31650
Francia	0.267	--	--	--	--	0.003
Holanda	--	--	--	--	69	245

Fuente: Banco Nacional de Comercio Exterior

Petróleos Mexicanos planeaba construir una planta ubicada en un principio en Morelos, Veracruz y con fecha de terminación en 1985; sin embargo, dicho proyecto en status de planeación posiblemente no se termine antes de 1990 y su ubicación será Lázaro Cárdenas, Michoacán. Cabe señalar que se planeó originalmente una capacidad de 60 000 toneladas métricas por año; los planes actuales consideran una capacidad de 100 000 toneladas (9,10,11). Así mismo, la liberación del óxido de propileno en octubre de 1986 podrá favorecer el arranque de otros proyectos ajenos al de PEMEX.

USOS

El óxido de propileno en México se ha destinado básicamente a la fabricación de poliéster poliéter y propilenglicoles, precursores de poliuretanos y resinas poliéster no saturadas. En el cuadro A, se presenta la estructura histórica del consumo de óxido de propileno en México. La participación relativa de poliuretanos y resinas poliéster no saturadas en el mercado de resinas sintéticas, se ha mantenido en el noveno y décimo lugar respectivamente, de un total de 20 productos.

<u>ANO</u>	<u>POLIURETANOS</u>	<u>RESINAS POLIESTER NO SATURADAS</u>
1977	6.1 %	2.4 %
1978	5.9 %	2.3 %
1979	6.6 %	2.0 %
1980	5.7 %	2.0 %
1981	5.3 %	2.1 %
1982	4.3 %	2.2 %
1983	2.9 %	1.7 %
1984	3.2 %	2.2 %
1985	2.6 %	2.0 %
1986	2.3 %	1.7 %

Fuente: ANIO.

El perfil de la distribución de Resinas Poliéster no saturadas en el mercado durante 1986, fue el siguiente:

MERCADO	%
Transporte	7
Construcción	10
Artículos Moldeados	30
Botones	18
Recubrimientos	6
Resanadores	10
Otros	11
	100

Fuente: ANIQ, 1987.

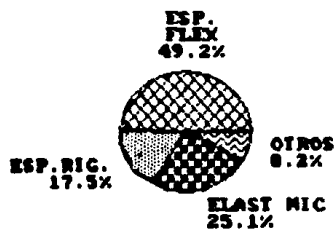
En el caso de adhesivos a base de poliuretanos, el perfil fue:

MERCADO	%
Calzado	87
Construcción	2
Automotriz	2
Envolturas	8
Otros	1
	100

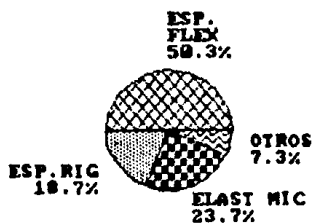
Fuente: ANIQ, 1987.

Entre los poliuretanos, la espuma flexible abarca aproximadamente el 60 % de la producción y su papel es dominante en las industrias Colchonera y Mueblera, Automotriz, de la Construcción y Aparatos domésticos.

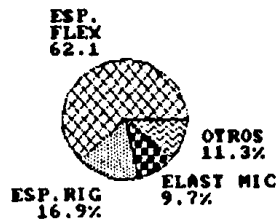
EVOLUCION DE LA PROD. NAT. DE DISTINTOS POLIURETANOS



1976

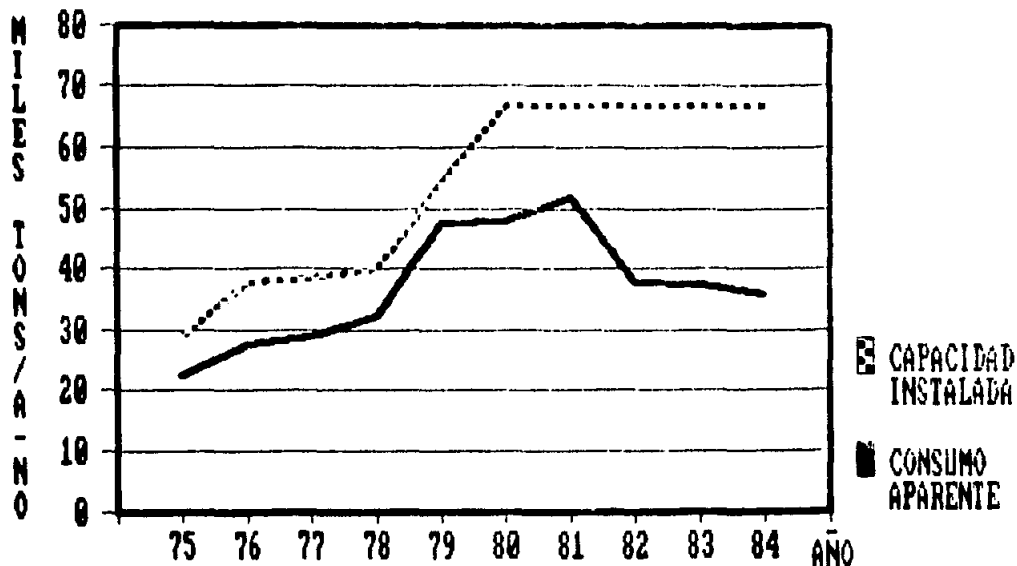


1980



1984

EVOLUCION DE LA CAPACIDAD INSTALADA Y CONSUMO APARENTE DE POLIURETANOS EN MEXICO



El desarrollo nacional de la industria de poliuretanos implica a su vez contar con sistemas productivos para sus materias primas, es decir, poliol poliéteres, TDI (toluen diisocianato) y MDI (difenilmetano diisocianato). De estas tres rutas, la de poliol poliéter es la de mayor uso.

La producción de poliuretanos en México pasó de 22 212 toneladas en 1975 a 50 975 toneladas en 1981, creciendo a una tasa anual promedio del 15.6 % ; sin embargo, a partir de 1982, la reducción del consumo en los sectores de la Construcción, Automotriz y Mueblera hizo bajar el consumo aparente hasta 25 360 toneladas en 1984.

Se estima que el consumo nacional de esta resina tenderá a recuperarse en el futuro.

Existen otros usos finales a los cuales se destina el óxido de propileno en menor proporción, tales como elastómeros microcelulares, adhesivos, etc.

PRECIOS

Durante el periodo 80-86 el precio fue el siguiente:

US ¢ / kg	
ANO	MEXICO
1980	51.0
1981	71.3
1982	81.6
1983	90.0
1984	95.7
1985	103.5
1986	99.1

Fuente: Instituto Mexicano de Comercio Exterior.
Precios a diciembre de cada año.

Problemática actual.

Para 1986, el consumo volvió a caer debido principalmente a la relación de precios entre el óxido de propileno y sus derivados. Existe una total dependencia en la adquisición del óxido de propileno, ya que el mercado es controlado por los dos únicos productores en el mundo: ARCO y Dow. Estos establecen el precio de venta y lo ajustan según sea el cliente, de tal manera que a los países que no cuentan con capacidad instalada se les vende más caro ya que no corren el riesgo de la competencia.

Dado también que estos únicos productores están integrados, los

precios de sus derivados son más bajos que aquellos que producen derivados partiendo de materia prima comprada; tal es el caso de México.

Para ilustrar el efecto que ésto causa, a continuación se resume el caso del poliol.

		México	USA
		-----	-----
Precio del Oxido de Propileno	DLS/KG	0.877	0.395*
Precio del Poliol	DLS/KG	1.316	1.009
Precio OP/Precio Poliol	(%)	66.6	39.1

Fuente: SECOFI

Datos a julio de 1987.

* Precio de transferencia.

México compra el óxido de propileno a 0.877 US dls/kg para producir poliol y venderlo a 1.316 US dls/kg, mientras que en el mercado estadounidense el precio de transferencia del óxido de propileno es 0.395 US dls/kg y el poliol se comercializa en 1.009 US dls/kg. El precio de importación del poliol es más bajo que el del mercado nacional y que el del mercado doméstico de Estados Unidos.

Esto genera que los consumidores del derivado, prefieran importar a un precio más bajo que adquirir el producto nacional, lo que a su vez deprime al mercado del óxido de propileno.

De producirse en México, es posible que el precio disminuya permitiendo que el consumo nacional se incremente, pues el alto costo de esta materia resulta un fuerte castigo para sus derivados.

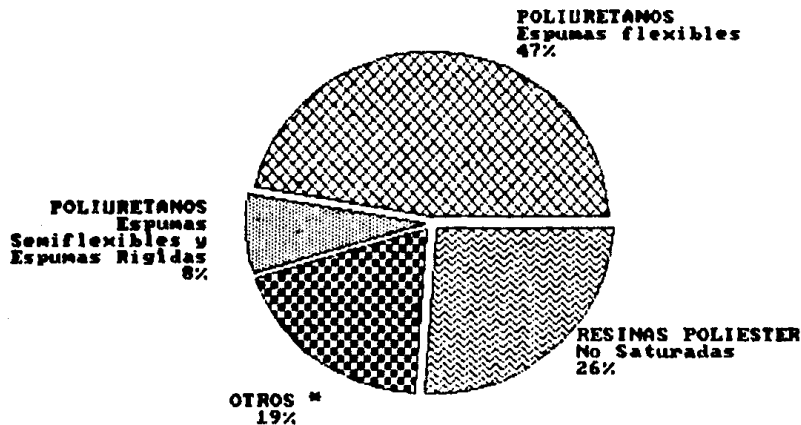
CUADRO A

**ESTRUCTURA DE CONSUMO DE GUISO DE PROPILENO
(%)**

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
GUISO DE PROPILENO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
(a) RESINAS POLIESTER NO DATIADAS	17	16	16	14	16	18	24	19	22	19	26
POLIURETANO											
(b) Espumas Flexibles	47	43	47	51	47	26	62	44	51	43	47
(c) Espumas Semi-flexibles y Espumas Rígidas	9	9	7	11	11	9	11	8	7	5	8
(d) Otros											
Elastómeros microcelulares											
Adhesivos											
Elastómeros sólidos											
Fibras elastoméricas											
Termoplásticos textiles											
Recubrimientos											
Total	27	32	30	24	26	17	3	29	28	33	19

NOTA 1: Se tomó en cuenta únicamente la producción

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE OXIDO DE PROPILENO EN MEXICO (1986)



* INCLUYE:

Elastómeros Microcelulares
Adhesivos, Recubrimientos
Elastómeros sólidos
Fibras elastoméricas
termoplásticos textiles

III. PROYECCIONES

De acuerdo a las proyecciones de 1982 respecto al crecimiento anual promedio en el consumo de óxido de propileno, se calculaba que para 1988 la demanda total sería entre 45,000 y 67,000 toneladas por año, y para 1990 las cantidades fluctuarían entre 67,000 y 85, 000 toneladas (7,8). Debido a las circunstancias por las que ha atravesado el país desde 1982, no se cree posible alcanzar esta meta.

Las empresas productoras de derivados de óxido de propileno consideran que de contar con el suministro de la materia prima , su demanda alcanzaría las 65,000 toneladas en 1995, lo que significa una tasa media de crecimiento anual del 11.8%. Se puede creer que una vez realizado el proyecto, el crecimiento sería más dinámico debido entre otras causas, a la mejor disponibilidad del producto y a un precio más competitivo y accesible que el de importación.

Partiendo del consumo de óxido de propileno reportado para 1986 (23,776 toneladas métricas) y suponiendo que la planta arrancara para 1991 (11), se podrían presentar los siguientes escenarios:

PROYECCION DE CONSUMO DE OXIDO DE PROPILENO

ESCENARIOS
(Miles de toneladas métricas)

	<u>A</u>	<u>B</u>				<u>C</u>		
PERIODO 86-90	27.2	27.8				30.0		
TMCA %	3.5	4.0				6.0		
PERIODO 90-95	36.5	37.2				44.1		
TMCA %	6.0	6.0				8.0		
	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>	<u>G</u>	<u>H</u>	<u>I</u>	<u>J</u>	
PERIODO 86-95	40.1	43.7	47.5	51.6	56.0	60.0	65.9	
TMCA %	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	
PERIODO 95-2000	44.3	48.2	57.8	62.8	75.0	81.3	96.8	
TMCA %	2.2	2.0	4.0	4.0	6.0	6.0	8.0	

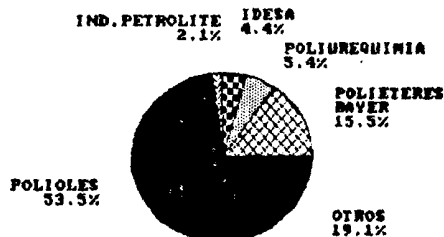
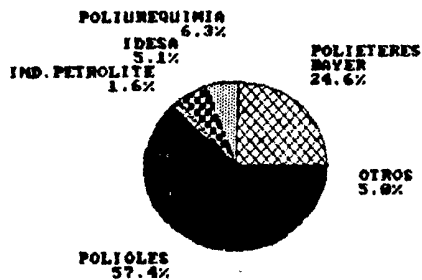
Los escenarios A, B y C cubren el periodo 86-95 con tasas variables para dos subperiodos (86-90 y 90-95). El segundo subperiodo tiene tasas más altas pensando en la posible reactivación del mercado por las causas antes mencionadas. Los escenarios restantes cubren el periodo 86-95 a una tasa constante y se agrega el cálculo para 95-2000.

La demanda estimada del óxido de propileno, así como las expectativas de exportación directa e indirecta a través de sus derivados, indican que una planta de 100,000 toneladas por año, alcanzaría el 90% de utilización de capacidad al séptimo año de operaciones. Sin embargo, pensar en la exportación de los

excedentes como uno de los objetivos para definir el tamaño de planta, quizá fuera moverse dentro de un escenario optimista, pues ésto implicaría una fuerte competencia con Dow y ARCO.

Situándonos en una posición más conservadora, una planta de 70,000 toneladas cubriría satisfactoriamente nuestras necesidades y correría menos riesgo de quedar con capacidad ociosa suponiendo que el mercado no creciera al ritmo esperado. Una planta de este tamaño alcanzaría su máxima capacidad al tercer año de operación.

PRINCIPALES COMPAÑIAS CONSUMIDORAS DE OXIDO DE PROPILENO



IV. TECNOLOGIA

El óxido de propileno se produce principalmente por dos métodos: Clorhidrina e Hidroperoxidación. El proceso de Clorhidrina (tecnología de Dow y BASF) es aun la ruta comercial de mayor uso en los países de economía no centralizada; cerca del 60% de la capacidad instalada está basada en este proceso (6,12), a pesar de que los procesos de peroxidación (tecnología de ARCO) quizá cambien el panorama en un futuro cercano.

En los últimos años, la tecnología de ARCO ha venido desplazando a la Convencional (Clorhidrina) en base a sus menores costos de producción, la importancia de sus coproductos y a la eliminación de los fuertes problemas de contaminación (8).

----- PROCESO -----	----- MATERIAS PRIMAS -----	----- PRODUCTOS -----
Vía Clorhidrina	Propileno y Clorhidrina	Oxido de propileno y Cloruro de Calcio
Vía Isobutano	Propileno e Isobutano	Oxido de propileno y Alcohol Terbutílico
Vía Etilbenceno	Propileno y Etilbenceno	Oxido de propileno y Estireno

De los tres procesos, el vía Clorhidrina produce cloruro de calcio producto altamente contaminante y que no tiene ningún uso comercial, mientras que en los otros el coproducto es utilizable y

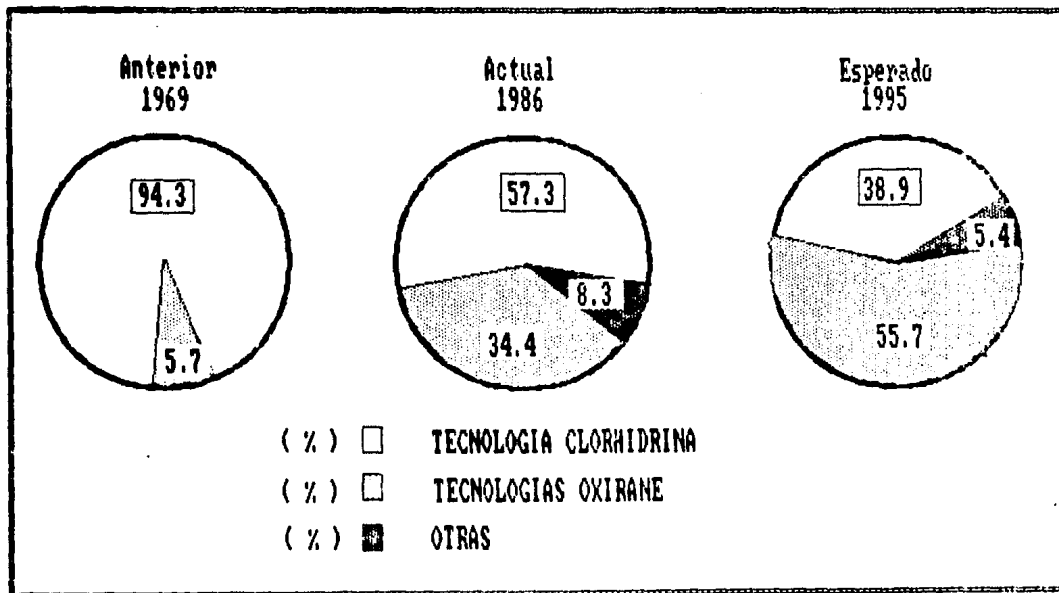
de alto valor comercial. Es por estas razones que se estima que la tecnología ARCO sería la adecuada en el caso de instalar una planta en México.

En el presente estudio se describirán las dos rutas que presenta la tecnología de ARCO.

- a. Proceso de Hidroperoxidación vía Isobutano (12).
- b. Proceso de Hidroperoxidación vía Etilbenceno (12).

Cabe mencionar que existen otros procesos menos importantes comercialmente hablando, o bien, en status previo a la comercialización y que no son objeto de estudio del presente trabajo.

EVOLUCION DEL CAMBIO TECNOLOGICO EN LA PRODUCCION MUNDIAL DE OXIDO DE PROPILENO



**OBTENCION DE OXIDO DE PROPILENO (OP) POR EL PROCESO DE
HIDROPEROXIDO.**

GENERALIDADES.

Existen dos procesos comerciales importantes utilizando hidroperoxido para oxidar propileno y obtener Oxido de Propileno:

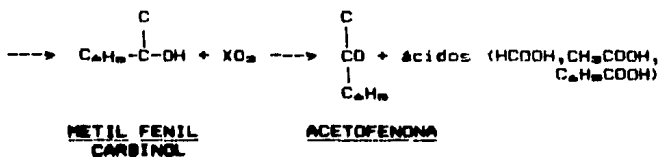
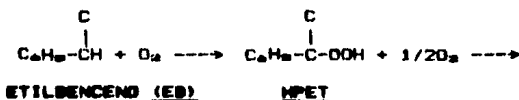
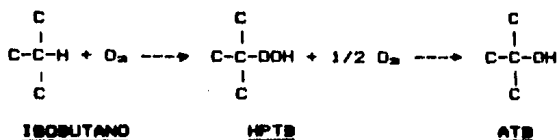
- a) Proceso de Isobutano
- b) Proceso de Etilbenceno

Los pasos comunes a ambos procesos son los siguientes:

1. PREPARACION DE HIDROPEROXIDO.

- El isobutano se oxida a hidropedroxido de terbutilo (HPTB).
- EL etilbenceno se oxida a hidroperoxido de etilbenceno (HPEB).

En el primer caso, una cantidad substancial de alcohol terbutílico (ATR o TRA) es co-producto. En el segundo caso, los co-productos son alcohol y cetona en pequeñas cantidades.



2. EPOXIDACION.

La reacción para producir OP a partir de hidroperóxido, es:



Algo de HPTB ó HPER se descompone en ROH, sin producir C₃H₄O.

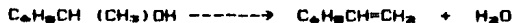
3.a RECUPERACION DE ATB (Alcohol terbutílico).

En el proceso de isobutano, el producto de la epoxidación es liberado de los gases y se separa en OP crudo y ATB.

Se puede procesar el ATB hidrogenándolo para obtener isobutano y recircularlo (no económico), o bien, deshidratándolo para formar isobutileno (el mercado de isobutileno es pequeño).

3.b RECUPERACION DE ESTIRENO.

En el proceso de etilbenceno los productos de la epoxidación son: OP, α -metil fenil carbinol, pequeñas cantidades de acetofenona y otros constituyentes menores. Después de la separación del OP, el α -metil fenil carbinol se deshidrata en fase líquida o vapor, para formar estireno.



METIL FENIL
CARBINOL

ESTIRENO

Después de la recuperación de estireno, el residuo que contiene acetofenona se hidrogena para formar alcohol y ser recirculado.

IV. a PRODUCCION DE OXIDO DE PROPILENO A PARTIR DE ISOBUTANO.

DESCRIPCION DEL PROCESO.

A continuación se describe el proceso para producir DP con co-producción de alcohol terbutílico (ATB) como aditivo para gasolina.

De acuerdo a la figura 1, el proceso es el siguiente:

1. Preparación del Hidroperóxido.-

El isobutano es oxidado con oxígeno (95% de pureza) a 125° C y 33 kg/cm² en reactores verticales paralelos (R-101 A-H). El enfriamiento ocurre por vaporización y reflujo de condensados. El gas es enfriado con refrigerante antes de ser venteado.

La presión del producto de reacción proveniente de R-101 es reducida a 5 kg/cm² en V-101. Ambos, el vapor y el líquido, son alimentados a la columna C-101 para retirar lo más posible de isobutano como destilado. El producto de fondos, es rectificado a baja presión en la columna C-102 para separar el butano, así como el resto del isobutano. Parte del destilado condensado que es una mezcla de isobutano y butano (corriente 5) es mezclado con el coproducto ATB, como se describe más adelante. El resto, junto con el destilado de C-101, se recircula a los reactores de

oxidación R-101 A-H. Los fondos de C-102 son una mezcla de HPTB y ATB. Una pequeña parte (corriente 6) es utilizada para disolver el catalizador; el resto (corriente 7) es utilizado como agente epoxidante.

2. Epoxidación.-

La epoxidación tiene lugar en los reactores horizontales R-201 A-D, que tienen varios compartimientos verticales. Una solución de catalizador de Molibdeno entra en el primer compartimiento y prosigue en cascada a través de los siguientes compartimientos. La alimentación de propileno y el propileno recirculado son agregados en cada compartimiento. El vapor de los reactores es rectificado en la columna C-301 recuperando propileno, el cual es condensado y reciclado a R-201. El producto líquido de R-201 es destilado en las columnas de separación C-302 A y C-302 B, para separar los compuestos pesados en el fondo de la columna. Su tratamiento se describe más adelante. El destilado de C-302 A y B, se destila nuevamente en una segunda columna de propileno C-303. El propileno recuperado aquí, es rectificado en la columna de propano C-304 con una mezcla de propano-propileno retirada como producto de fondos, en donde la cantidad de propano es igual a la introducida en la alimentación. Este producto de fondos es recirculado a la planta de propileno o a la refinería, o utilizado como combustible. El propileno destilado se puede recircular al reactor.

3. Recuperación del Oxido de Propileno.-

El producto de fondos de la columna de propileno C-383, es tratado en la columna C-385, para recuperar OP crudo como un destilado. Este se destila para separar los compuestos ligeros en la columna C-401 y las fracciones pesadas en la columna de OP, C-402; la pequeña cantidad de OP impuro que queda en los fondos de C-402, es recuperada recirculándola a la columna C-385 de OP crudo. El OP obtenido como destilado en C-402, contiene pequeñas cantidades de hidrocarburos C_6-C_8 , que son separadas por extracción con octano en C-403. El octano se recupera en C-404.

4. Recuperación del catalizador.-

La corriente 11 de la figura 1, hoja 1/2, (de C-302), conteniendo ATB, fracciones pesadas, otras impurezas orgánicas y catalizador, es mezclada con agua en un mezclador estático y calentado a 200°C y 7.2 kg/cm^2 durante 15 minutos. El molibdato es precipitado y después recuperado en una centrifuga M-502. Este molibdeno es disuelto en V-502 con una mezcla de HPTB y ATB (corriente 6). También se agrega una pequeña cantidad de catalizador. Esta solución de catalizador está entonces disponible para utilizarse en el reactor de oxidación R-201. El líquido proveniente de la centrifuga M-502 es mezclado con aceite combustible para usarse en el reboiler.

5. Recuperación de ATB.-

El producto de fondos de C-305 es principalmente ATB crudo, que contiene trazas de hidroperóxido y cerca de 0.1% de ácido fórmico o sus ésteres. Como todos estos compuestos son perjudiciales para la gasolina, la corriente de ATB es calentada a 204°C y 4.2 kg/cm² en V-601 para descomponer el hidroperóxido. Para separar el ácido fórmico y sus ésteres, el ATB de V-601 es pasado a través de un catalizador de lecho fijo de óxido de magnesio e hidróxido de potasio. El ácido fórmico y sus ésteres son rápidamente absorbidos por el catalizador. Este es periódicamente regenerado pasando aire a 420°C durante varias horas. A este ATB es al que se le mezcla la corriente 5 de butano-isobutano. El ATB de grado (ATBG) tiene una pureza de 93-94%; el porcentaje sobrante está compuesto de butano, isobutano, agua, acetona, alcohol metílico y propionaldehído.

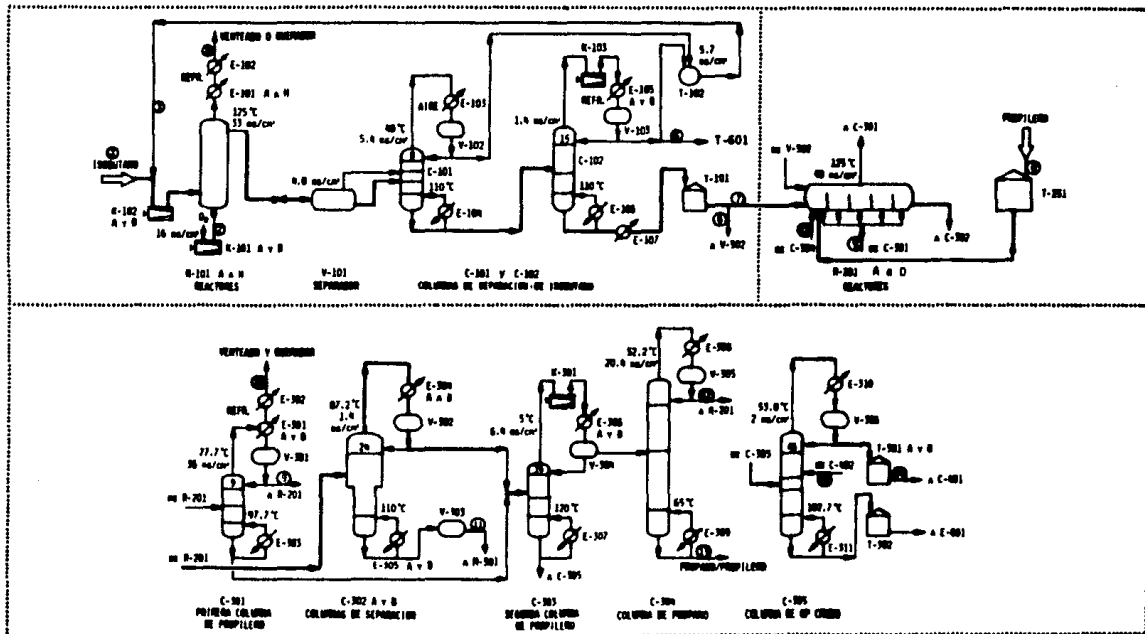
Notas:

Alimentación de Isobutano.- Debe contener cantidades poco apreciables de butenos u otros compuestos insaturados que al oxidarse formen aldehídos, ácidos u óxidos. Esto disminuiría la producción de OP.

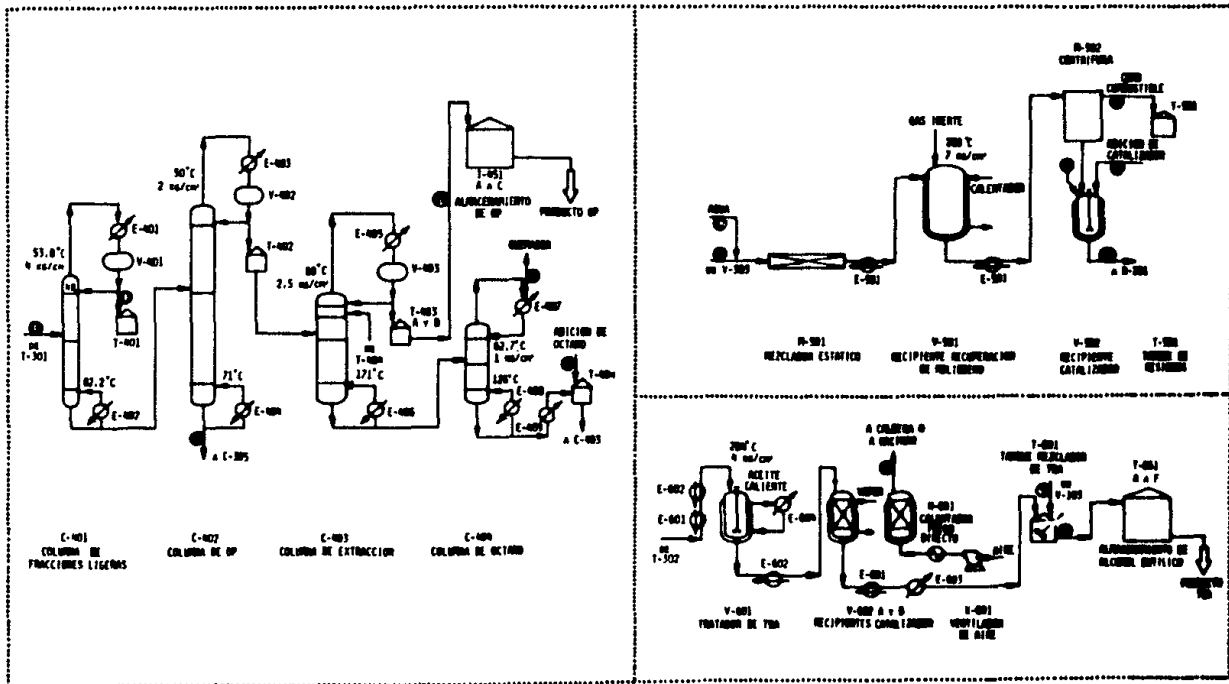
Alimentación de Propileno.- De grado químico 92% o mayor. El grado de pureza del propileno de refinería (60-70%) es poco económico (para igual porcentaje de recuperación de OP, mayor inversión en equipo).

FIGURA 1 (CONT.) DE 20

OXIDO DE PROPILENO POR EL PROCESO DE ISOBUTANO CON COPRODUCCION DE ALCOHOL TER-BUTILICO



OXIDO DE PROPILENO POR EL PROCESO DE ISOBUTANO CON COPRODUCCION DE ALCOHOL TER-BUTILICO



Bases y suposiciones de Diseño

Oxidación de Isobutano.

Oxígeno	:	95% de pureza
		125°C
		33 kg/cm ²
		5 horas
Conversión	:	48%
Selectividad	:	49.8% para ROOH
		48.5% para ROH (incluyendo el efecto de descomposición en la destilación)

Epoxidación.

125°C, 41 kg/cm ² , 30 minutos		
ROOH en ROH como agente de epoxidación		
Catalizador de Molibdeno 400 ppm		
Conversión de ROOH	:	98.5%
Selectividad para ROOH a OP y ROH	:	83%
a ROH sin OP	:	11.7%
Selectividad para propileno a OP	:	99%
Adición de propileno	:	5 veces el consumo
Recirculación del Producto de Reacción		
después de retirar el OP	:	85%

Tratamiento de ATB.

Descomposición del hidroperóxido: 204°C

4.2 kg/cm²

10 minutos

Retiro de Ácidos y éteres : Catalizador alcalino

(KOH+MgO)

160°C

IV.b PRODUCCION DE OXIDO DE PROPILENO A PARTIR DE ETILBENCENO

DESCRIPCION DEL PROCESO.

En este proceso se obtiene Estireno como coproducto. De acuerdo a la figura 2, el proceso es el siguiente:

1. Preparación del Hidroperóxido.-

El etilbenceno se oxida con aire a 140°C y 1.75 kg/cm^2 en R-101 A-F, en paralelo. El gas proveniente de R-101 es lavado con la alimentación de etilbenceno, enfriado en los condensadores E-101 y E-102 y venteado. El líquido oxidante de R-101 es agitado y evaporado bajo vacío en S-101 para retirar parte del etilbenceno sin reaccionar. El etilbenceno (EB) recuperado, junto con los condensados provenientes de E-101 y E-102, son lavados con una solución alcalina y reciclados.

2. Epoxidación.-

Los fondos de S-101, una solución al 17% de HPER en EP, reaccionan con propileno en R-201. Esta operación es similar a la del proceso de isobutano, excepto que la presión es más baja.

3. Recuperación del Propileno y del Catalizador.-

El producto de reacción (corriente 11), es destilado en C-301 para recuperar al máximo el propileno sin reaccionar, el cual es condensado y recirculado a R-201. El producto de fondos de C-301 es lavado en V-302, a baja presión para separar los gases y después ser tratado con una solución de amoniaco en R-301. El líquido se separa en dos capas en V-303. La capa acuosa inferior contiene el catalizador de molibdeno; la capa orgánica superior es una mezcla de OP, α -metil fenil carbinol, acetofenona e impurezas orgánicas. El tratamiento para separar el catalizador de molibdeno es necesario, ya que el alcohol α -metil fenílico podría descomponerse en estireno y polimerizarse parcialmente durante la subsecuente destilación para separarlo del OP.

4. Recuperación del OP.-

La fase orgánica de V-303 es destilada en C-302 para retirar el propileno remanente que contiene el propano introducido en la alimentación. El propileno y el propano son separados en C-303. El propileno se recicla; el propano es quemado o regresado a la refinería que suministró la alimentación de propileno. Los fondos de C-302 son destilados en C-304 para obtener OP crudo como un destilado que es purificado de la misma manera que en el proceso de isobutano.

El producto de fondos de C-304 es destilado más adelante en

C-305, para recuperar etilbenceno que se recircula a R-101. Los fondos de C-305 son destilados en C-306 para recuperar el α -metil fenil carbinol y la acetofenona de lo más pesado.

5. Recuperación de Estireno.-

El α -metil fenil carbinol (corriente 21) es procesado para obtener estireno como se muestra en la figura 2, hoja 3/3.

Primero se mezcla con alúmina (como catalizador) y trifenil metano (como solvente) y después se calientan en R-601 a 245.5°C. La reacción principal en R-601 es la deshidratación del α -metil fenil carbinol a estireno y agua; otros productos son el etilbenceno y fracciones pesadas.

El vapor de R-601 es reflujaado en C-601, condensado en E-601 y separado en V-601 en agua y una fase orgánica. El agua se manda al drenaje. La fase orgánica es destilada en C-602 para recuperar etilbenceno y recircularlo para ser destilado más adelante en C-603 y de esta manera recuperar estireno como un co-producto de este proceso.

La mayor parte de acetofenona es hidrogenada a α -metil fenil carbinol, el cual es reciclado como vapor a R-601.

OXIDO DE PROPILENO POR EL PROCESO DE ETILBENCENO

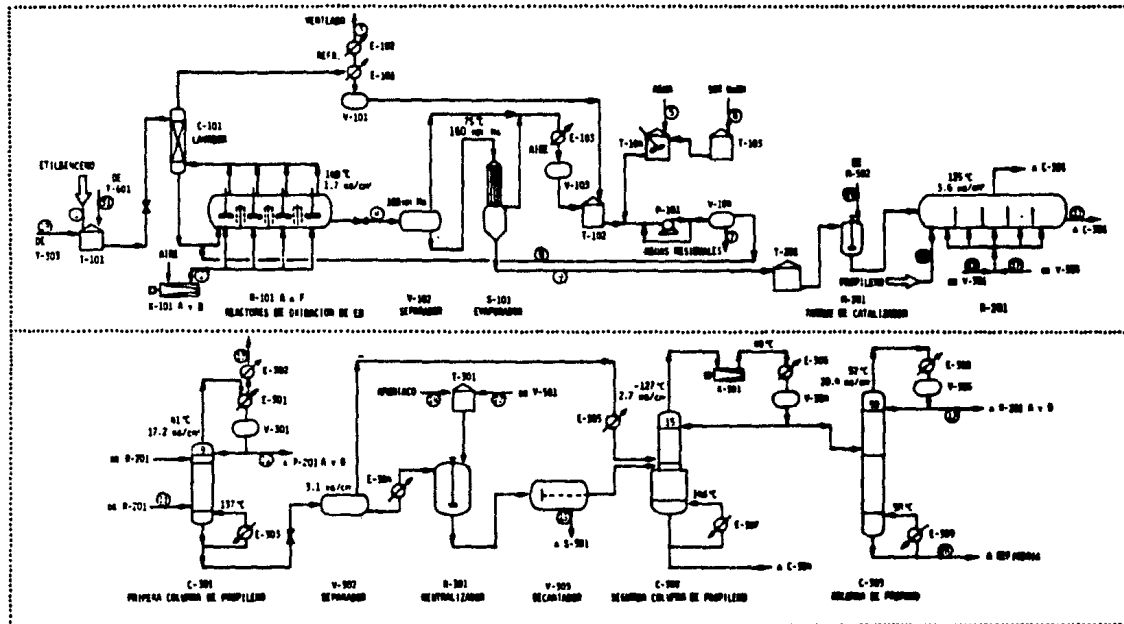


FIGURA 2 ANEXO 7 DE 31
**OXIDO DE PROPILENO POR EL
 PROCESO DE ETILBENCENO**

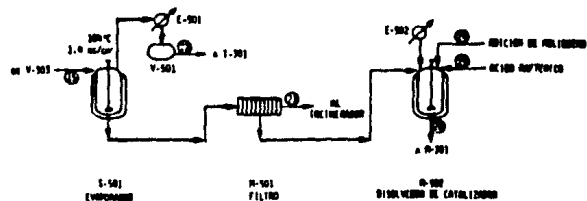
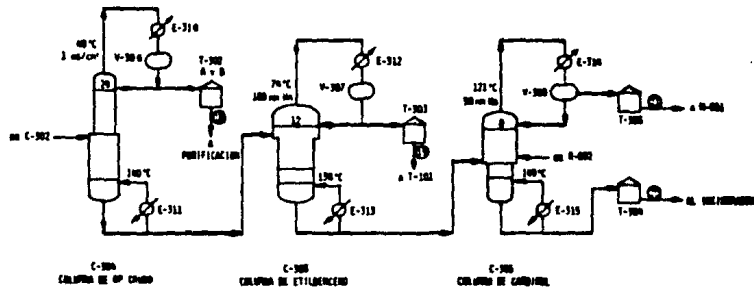
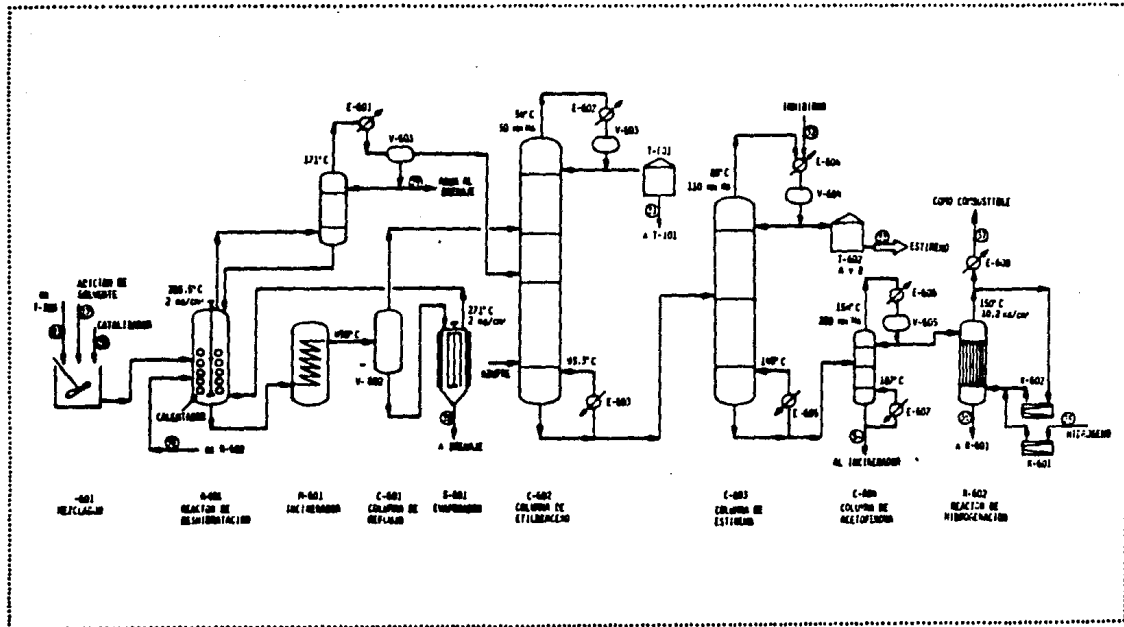


FIGURA 2 (CONT. 3 DE 3)
**OXIDO DE PROPILENO POR EL
 PROCESO DE ETILBENCENO**



Bases y suposiciones de Diseño

Oxidación de etilbenceno.

140°C, 1.7 kg/cm², 4.5 horas

Conversión	: 10%
Selectividad	83.5% para hidroperóxido
	7.1% ² para carbinol
	8.4% para acetofenona
	1.0% para ácidos

Epoxidación.

125°C, 24 kg/cm², 75 minutos

Solución de Hidroperóxido : 17% en etilbenceno

Conversión	: 99.5%
Selectividad	: 83.6% para OP
	13% para acetofenona
	1.4% para ROH
	2.0% para ácidos

Propileno.

Conversión	: 20% por paso
Selectividad	: 90% para OP

Deshidratación.

266°C, 2 kg/cm²

Conversión	: 80%
Selectividad	: 90% para estireno

V. EVALUACION ECONOMICA

PREMIAS DE EVALUACION

La evaluación económica que a continuación se presenta, se realizó bajo las siguientes premisas:

- Dólares constantes (diciembre de 1987).
Paridad : 2198.3 pesos/dolar.
- Se asume que las materias primas isobutano, etilbenceno y propileno, se importan, debido a la poca factibilidad de realización oportuna de los proyectos que podrían suministrar los insumos para esta planta.
- Los consumos unitarios utilizados son los reportados por SRI Institute, U.S.A., en la evaluación de dichos procesos.
- Capacidades evaluadas:

TONS DE OP/ANO

78,000
98,000
98,000
198,000

- Respecto a la localización de la planta, se sugiere ubicarla en Coatzacoalcos, Veracruz, ya que se cuenta con la infraestructura de la zona, fácil acceso a los puertos marítimos para la importación de materias primas así como posible exportación de producto terminado.

En el caso del presente estudio, se sugiere esta ubicación más no se tomará en cuenta el flete para el cálculo de costos de materia prima.

PRENSAS DE EVALUACION

PRECIOS DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

Isobutano	85% Precio Internacional
Propileno Grado Químico	85% Precio Internacional
Oxígeno	Precio Nacional
Hidróxido de Potasio	Precio Nacional
Molibdeno en polvo	Precio Internacional
Octano	Precio Importación
Propileno diluido	50% Precio Propileno
Combustible (combustóleo)	Precio Nacional
Fracc. Ligeras (proceso vía isobutano)	Precio nacional Metanol
Etilbenleno	85% Precio Internacional
Acido Nafénico	Precio Nacional
Amoniaco	Precio Nacional
Sosa Caústica	Precio Nacional
Hidrógeno	Precio Nacional
Alúmina	Precio Importación
Trifenilmetano	Precio Importación
Ter-butyl catecol	Precio Internacional
Oxido de Propileno	Precio Importación
Estireno	Precio Nacional
BTRA (Ter-butyl alcohol)	Precio Internacional

COSTOS DE SERVICIOS Y MANO DE OBRA

Los costos de servicios fueron tomados de la zona de Coahuila de Zaragoza, Veracruz, así como la mano de obra (120% del salario mínimo vigente al 31 de diciembre de 1987).

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En el resumen de sensibilidades (cuadro B) se puede apreciar que la rentabilidad del proyecto por el proceso de etilbenceno está 7.4 puntos porcentuales en promedio, por arriba de la rentabilidad del proceso vía isobutano y en cuanto a inversión fija el proceso de etilbenceno requiere en promedio 5.55% más que la de isobutano.

Desde el punto de vista "precio del producto" (cuadro C), el proceso de etilbenceno ofrece una mayor flexibilidad para combinar capacidad, ROI antes de impuestos y precio competitivo; no así el proceso de isobutano en donde la ROI resulta poco atractiva (20%) si se quiere conservar competitividad.

En este trabajo también se analizó - a groso modo - la capacidad de endeudamiento bajo distintas condiciones de apalancamiento (2:1 y 1:1). Se aplicó una tasa real del 8% anual para pago de intereses y pagos de capital a 5 y 10 años (cuadro D y E). Se observó que el sistema de pago a diez años permite la generación de flujo y que el proceso de etilbenceno soportaría hasta un sistema de pago a 5 años con una ROI de 38.9% a 34.3% a una capacidad instalada de 70,000 y 100,000 toneladas de óxido de propileno por año, respectivamente.

Para el caso del proceso vía isobutano, el sistema de pagos a 5 años genera flujos negativos a excepción de la alternativa de

100,000 tpa, una ROI de 26.5% y apalancamiento 1:1, con un flujo de 9.63 MM USD. Sin embargo, esta alternativa está lejos de ser tan atractiva como su equivalente en el proceso de etilbenceno, en donde a la misma capacidad y apalancamiento, se obtiene una ROI de 34.3% y un flujo de 7.44 MM USD.

CUADRO B**RESUMEN DE SENSIBILIDADES****PROCESO VIA ISOBUTANO**

Capacidad tons de OP/año	70,000	80,000	90,000	100,000
Total Inversión Fija (MM USD)	109.5	121.7	133.5	145.1
Costos Variables (USD/TON OP)	534.7	534.7	534.7	534.7
Costos Fijos (USD/TON OP)	180.4	175.3	170.9	167.1
Admon y Vta (USD/TON OP)	57.2	57.2	57.2	57.2
Total Costo Producción	772.3	767.2	762.0	759.0
ROI antes Impuestos (%/año del Tot. Inv. Fija)	23.0	24.0	25.7	26.5

PROCESO VIA ETILBENCENO

Capacidad tons de OP/año	70,000	80,000	90,000	100,000
Total Inversión Fija (MM USD)	115.7	126.5	140.9	153.0
Costos Variables (USD/TON OP)	389.3	389.3	389.3	389.3
Costos Fijos (USD/TON OP)	186.9	181.4	176.7	172.6
Admon y Vta (USD/TON OP)	57.2	57.2	57.2	57.2
Total Costo Producción	633.4	627.9	623.3	619.1
ROI antes Impuestos (%/año del Tot. Inv. Fija)	30.9	32.2	33.3	34.3

COMERCIO EXTERNO
ESTADO DE LA UNIÓN

CUADRO C

RESUMEN DE SENSIBILIDADES

PRECIO DEL PRODUCTO*

USD/TON OP

Capacidad tons de OP/año 70,000 80,000 90,000 100,000

Proceso Isobutano

• ROI 20% Inv. Act. Fijo 1085.2 1071.4 1059.6 1049.2

• ROI 25% Inv. Act. Fijo 1163.4 1147.4 1133.7 1121.8

Proceso Etilbenceno

• ROI 20% Inv. Act. Fijo 964.1 949.1 936.33 925.1

• ROI 25% Inv. Act. Fijo 1046.8 1029.4 1014.6 1001.7

Precio de importación del Oxido de Propileno: 1144.4 USD/TON.

- * Precio al que puede venderse el OP asegurando una ROI del 20% ó 25% anual (según sea el caso), sobre la Inversión Fija Total.

CUADRO D
RESUMEN DE SENSIBILIDADES
PROCESO VIA ISOBUTANO

Capacidad tons de OP/año	70,000	70,000	100,000	100,000
Apalancamiento	2:1	1:1	2:1	1:1
ROI (%)	23.8	23.8	26.5	26.5
Flujo: (MM USDd)				
- Con pago a 5 años	-6.11	-1.00	-5.94	0.03
- Con pago a 10 años	1.19	4.48	3.74	8.09
Apalancamiento	2:1	1:1	2:1	1:1
ROI (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Flujo: (MM USDd)				
- Con pago a 5 años	-0.40	-3.29	-11.12	-4.35
- Con pago a 10 años	-1.10	2.19	-1.45	2.90
Apalancamiento	2:1	1:1	2:1	1:1
ROI (%)	25.0	25.0	25.0	25.0
Flujo: (MM USDd)				
- Con pago a 5 años	-5.38	-0.27	-7.13	-0.36
- Con pago a 10 años	1.92	5.20	2.54	6.89

CUADRO E
RESUMEN DE SENSIBILIDADES
PROCESO VIA ETILDENCENO

Capacidad tons de OP/año	70,000	70,000	100,000	100,000
Apalancamiento	2:1	1:1	2:1	1:1
ROI (%)	30.9	30.9	34.3	34.3
Flujo: (MM USDd)				
- Con pago a 5 años	-1.93	3.47	0.30	7.44
- Con pago a 10 años	5.78	9.25	10.50	15.09
Apalancamiento	2:1	1:1	2:1	1:1
ROI (%)	20.0	20.0	20.0	20.0
Flujo: (MM USDd)				
- Con pago a 5 años	-0.87	-3.47	-11.73	-4.59
- Con pago a 10 años	-1.16	2.31	-1.53	3.06
Apalancamiento	2:1	1:1	2:1	1:1
ROI (%)	25.0	25.0	25.0	25.0
Flujo: (MM USDd)				
- Con pago a 5 años	-5.69	-0.29	-7.52	-0.38
- Con pago a 10 años	2.02	5.50	2.68	7.27

C O N C L U S I O N E S

El análisis realizado presenta la conveniencia de llevar a cabo un proyecto para la producción de óxido de propileno en México.

Justificaciones:

La posición del Óxido de Propileno en la cadena productiva a la cual pertenece, lo convierte en producto estratégico para lograr una integración vertical adecuada.

Su producción permitirá equilibrar e impulsar el desarrollo de sus derivados -sobre todo a la industria de poliuretanos- debido, en primer lugar a, su disponibilidad a menor precio que el actual (el de importación), redundando esto consecuentemente en los costos de producción de dichos derivados y haciéndolos a su vez competitivos.

También se debe considerar que sustituirá importaciones y en dado caso, incluso podría exportar excedente. Esto daría como resultado una balanza comercial positiva que contribuiría al saneamiento de la economía industrial.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que de producirse el óxido de propileno en México, se escoja la ruta de Etilbenceno ya que económicamente es más rentable, más flexible en cuanto a capacidad instalada y precio, y permite un mayor apalancamiento que la ruta de Isobutano. Por otra parte, su coproducto (monómero de estireno) tiene mayor valor comercial que el coproducto de la ruta Isobutano (alcohol terbutílico). El impacto de la producción del Estireno puede resultar más trascendente que el IBA, pues la Industria del Plástico está fuertemente articulada a otros sectores industriales; además se sustituirían importaciones e incluso podrían exportarse los excedentes.

También se recomienda instalar una planta de 70,000 toneladas de óxido de propileno al año, ya que cubrirían satisfactoriamente las necesidades internas y dado el caso de que las expectativas de demanda nacional no se cumplieran, quedaría un excedente para exportación. Como tamaño máximo de planta se recomienda 100,000 tpa, pues a pesar de que la rentabilidad aumenta en función de la capacidad instalada, la comercialización de esos volúmenes de producción de óxido de propileno, tendría una baja probabilidad de lograrse.

Por último, se recomienda incluir en la estructura accionaria la participación del socio tecnológico, pues esto facilita la apertura de canales de comercialización y el control adecuado del proceso interno para apoyar el desarrollo de los pasos subsiguientes de la cadena productiva.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Comisión Petroquímica Mexicana.-
PETROQUIMICA 1984.-
S E M I P. Octubre 1984, México.
- 2.- Comisión Petroquímica Mexicana.-
PETROQUIMICA 85'.-
S E M I P. Julio 1986, México.
- 3.- Diario Oficial de la Federación.-
18 de Octubre de 1986.-
13 de Octubre de 1986.-
- 4.- Reglamento de la Ley Reglamentaria del artículo 27
constitucional en el ramo del Petróleo, en materia de
Petroquímica.-
S E M I P. Oficialía Mayor.-
Junio 1984, México.
- 5.- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.-
Artículo 27.
- 6.- Masilugan, Aida G. .-
PROPYLENE OXIDE.-
C E H Marketing Research Report.-
SRI International
February 1984, USA.
- 7.- PROPYLENE OXIDE.-
SRI International. World Petrochemicals.-
1984, USA
- 8.- PROPYLENE OXIDE.-
SRI International. World Petrochemicals.-
1986, USA.
- 9.- MEMORIA DE LABORES 1984.-
Petróleos Mexicanos.-
1985, México.
- 10.- MEMORIA DE LABORES 1985.-
Petróleos Mexicanos.-
1986, México.
- 11.- MEMORIA DE LABORES 1986.-
Petróleos Mexicanos.-
1987, México.
- 12.- PROPYLENE OXIDE.-
PEP, SRI International.-
Supplement D. Report 2D.-
1985, USA.

- 13.- PEP COST BOOK 1984.-
SRI International.-
1984, USA.
- 14.- PEP COST BOOK 1986.-
SRI International.-
1986, USA.
- 15.- OFD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc. .-
Oct-Dic 1987, USA.
- 16.- Weekly Propane Newsletter.-
October 19/87, USA.
- 17.- Dewitt & Company.-
November 5/87, USA.
- 18.- Propylene Service Newsletter.-
September 30, 1987, USA.
- 19.- Asociación Nacional de Industrias Químicas.-
ANUARIO ESTADISTICO DE LA INDUSTRIA QUIMICA.-
ANIQ.-
1985-1987, México.
- 20.- Asociación Nacional de Industrias Químicas.-
DIRECTORIO DE EMPRESAS, PRODUCTOS, SERVICIOS Y
DISTRIBUIDORES DE LA INDUSTRIA QUIMICA MEXICANA.-
ANIQ.-
1986, México.
- 21.- CHEMICAL ORIGINS AND MARKETS. FLOW CHARTS AND TABLES.-
SRI.
5TH Edition. 1977, USA.
- 22.- Comisión Petroquímica Mexicana.-
EVOLUCION Y TENDENCIA DEL MERCADO MUNDIAL DE LA INDUSTRIA
PETROQUIMICA.-
S E M I P.
1986, México.
- 23.- ANUARIO ESTADISTICO LATINOAMERICANO 84'.-
A P L A.-
1985.
- 24.- PREDICAST. Forecast abstracts.-
SRI.
1976 - 1984. USA.
- 25.- World-Product-Casts.-
SRI.-
1976 - 1985. USA.

- 26.- World-Regional-Casts.-
SRI.
1979 - 1984. USA.
- 27.- Predicasts' BASEBOOK.
SRI.-
1985. USA.
- 28.- Importaciones Comparativas por Producto-País.-
Banco Nacional de Comercio Exterior y Secretaría de Comercio
y Fomento Industrial.-
1979 - 1986, México.
- 29.- Diario Oficial de la Federación.-
Viernes 18 de diciembre, 1987.
- 30.- Chow P., Susana.-
PETROQUIMICA Y SOCIEDAD.-
Fondo de Cultura Económica, S.A. DE C.V.
México, D.F., 1987.
- 31.- W. B. Speir, The Rust Engineering Co.-
CHOOSING AND PLANNING INDUSTRIAL SITES.-
Chemical Engineering
Nov. 30, 1970. p. 69-75.
- 32.- ENTRARA EN VIGOR EL PROGRAMA INTEGRAL DE FOMENTO A LA
PETROQUIMICA: SECOPIN".-
Periódico Excelsior. Artículo.-
Viernes 10 de octubre de 1986, México, p 14-A.
- 33.- LIBRE IMPORTACION DE PETROQUIMICOS BASICOS PARA LA
INDUSTRIA.-
Periódico Excelsior. Artículo.-
Sábado 11 de octubre de 1986, México, p 14-A, 19-A.
- 34.- PETROCHEMICAL INDUSTRY'S OUTLOOK.-
HIGHLIGHTS OF ASSOCIATION MEETINGS.-
Hydrocarbon Processing.-
May 1987, p 41-43.
- 35.- Angeles, Luis.-
LA INDUSTRIA PETROQUIMICA MEXICANA EN LA DINAMICA
INTERNACIONAL.-
Estudio de caso. Serie Economía Internacional. Num. 1.
Centro de investigación y docencia económicas, A.C..
p 165-122 .-
- 36.- Gessner G., Hawley.-
DICCIONARIO DE QUIMICA Y DE PRODUCTOS QUIMICOS .-
Ediciones Omega, S.A.-
Barcelona, España. 1975.

- 37.- PERFILES QUIMICO-TECNOLOGICOS.-
Cuadernos de Posgrado.18. 3a. edición.-
Facultad de Química. UNAM.
México, 1985.
p. 129,144.
- 38.- OXYDE DE PROPYLENE.-
Informations Chimie.-
Mars, 1984.
No. 247, p. 131 (+ 7 p).
- 39.- Bruce. F., Greek.-
PRODUCTION OF BASIC PETROCHEMICALS WILL CONTINUE UPWARD IN
1987.-
Chemical & Engineering.-
Feb, 9, 1987.
p. 9-10.
- 40.- CHEMICAL PROFILE. DIPROPYLENE GLYCOL.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
Feb, 16, 1987.
- 41.- CHEMICAL PROFILE. ETHYLBENZENE.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
July 28,1986.
- 42.- CHEMICAL PROFILE. PROPYLENE GLYCOL.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
Feb, 28, 1984.
- 43.- CHEMICAL PROFILE. PROPYLENE GLYCOL.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
Feb, 9, 1987.
- 44.- CHEMICAL PROFILE. PROPYLENE OXIDE.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
Feb, 27, 1984.
- 45.- CHEMICAL PROFILE. PROPYLENE OXIDE.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
Feb, 2, 1987.
- 46.- CHEMICAL PROFILE. STYRENE.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
August 4,1986..

- 47.- CHEMICAL PROFILE. STYRENE.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Schnell Publishing Company, Inc.-
September 5, 1983.
- 48.- KEY CHEMICALS, PROPYLENE.-
Chemical & Engineering.-
Feb. 9, 1987.
p. 13.
- 49.- KEY CHEMICALS, PROPYLENE.-
Chemical & Engineering.-
June 9, 1986.
p. 17.
- 50.- KEY CHEMICALS, STYRENE.-
Chemical & Engineering.-
September 16, 1985.
p. 17.
- 51.- HPI Construction Boxscore.-
Hydrocarbon Processing.-
June 1986.
p 6,17.
- 52.- Lons, D.K.-
PETROCHEMICAL STRATEGIES FOR THE 90's.-
Energy Progress.-
September 1986.
Vol.6, No. 3, p. 168-170.
- 53.- Gómez Avila, Jesús.-
TENDENCIAS TECNOLOGICAS MUNDIALES EN PETROQUIMICA BASICA.-
Rev. Soc. Quim. Mex.-
Vol. 29, No. 6, nov-dic. 1985, p. 374-379.
- 54.- EO MAKER'S STOCKS FALL, PRICES RISE.-
OPD Chemical Marketing Reporter.-
Dec, 21, 1987. p. 16,20.
- 55.- Goldsmith, James & O'Fee, Robert.-
POLYURETHANE DISPERSIONS OFFER VOC AND PROPERTY
ADVANTAGES.-
Adhesives Age.-
Vol. 30, No. 2, feb. 1987, p. 30-31.
- 56.- SPOTLIGHT: EXPLORING HORIZONS FOR POLYURETHANE.-
Plastics Compounding.-
Vol. 10, No. 1, feb. 1987, p. 64 (+3 p).
- 57.- PLASTICS: A BIRDSEYE VIEW INTO THE FUTURE.-
Advanced Materials & Process Inc. .-
Metal Progress.-
Vol. 131, No. 1, ene. 1987, p. 32 (+6p).

58.- FORECAST 1987.-
Chemical Week.-
Jan. 7-14, 1987. p. 38-42.

59.- Markets Newsletter.-
Chemical Week.-
Feb. 18, 1987. p. 21, 26-29.