



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org



20651-S

Distr.
LIMITADA

ID/WG.533/3(SPEC.)
31 de enero de 1994

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLES

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Consulta sobre las Industrias Petroquímicas de
Productos Derivados en los Países en Desarrollo

Teherán, República Islámica del Irán
7 a 11 de noviembre de 1993

INFORME TECNICO:
ESTRATEGIAS NACIONALES PARA EL DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS
DE PRODUCTOS DERIVADOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO*

Preparado por

I.S. Bhardwaj
Consultor de la ONUDI

* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI. El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición.

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
1. Introducción y resumen ejecutivo	1
2. Breve estudio del estado actual y las perspectivas futuras de las industrias petroquímicas de productos derivados en los países en desarrollo, con especial atención a los plásticos, las fibras y los cauchos sintéticos	8
3. Aplicaciones y usos potenciales de los productos petroquímicos derivados en los países en desarrollo	15
3.1 Agricultura y gestión de recursos hídricos	16
3.2 Vivienda y alojamiento	24
3.3 Prendas de vestir y calzado	50
3.4 Atención de salud	59
3.5 Embalajes	80
3.6 Componentes industriales y productos mecánicos	88
4. Experiencia obtenida a partir de las pautas de desarrollo de las industrias petroquímicas de productos derivados en los países industrializados que es aplicable a las condiciones imperantes en los países en desarrollo	97
5. Identificación de las principales limitaciones y oportunidades respecto de la promoción de las industrias petroquímicas de productos derivados en los países en desarrollo	102
6. Elementos de una estrategia sectorial para el desarrollo de las industrias petroquímicas de productos derivados en los países en desarrollo	112
6.1. Disponibilidad de insumos, capacidades de fabricación, características de la demanda y evaluación del crecimiento respecto de los productos petroquímicos derivados	112
6.2. Integración de las industrias petroquímicas de productos derivados con otros sectores de la economía nacional a fin de capitalizar los efectos de sinergia ...	159

INDICE (continuación)

	<u>Página</u>
<u>Capítulo</u>	
6.3.A. Transferencia de tecnología y absorción local de tecnologías de proceso importadas	166
6.3.B. Necesidades de bienes de capital	174
6.4. Necesidades de recursos humanos	176
6.5. Infraestructura material e institucional	183
6.6. Aspectos ambientales y de seguridad de las industrias petroquímicas de productos derivados	187
7. Recomendaciones a los encargados de formular políticas y a la industria	192
<u>Apéndices</u>	
1. Referencias	194
2. Lista de abreviaturas	196

1. INTRODUCCION Y RESUMEN EJECUTIVO

1.1. Los productos petroquímicos son opciones no sólo deseables sino también esenciales en la tentativa de lograr una mejor calidad de la vida. Los productos derivados de fuentes petroquímicas, es decir, los plásticos, las fibras sintéticas, los cauchos sintéticos y diversas sustancias químicas industriales forman parte de un conjunto de recursos que complementan y suplementan diversos productos naturales como el algodón, la lana, el papel, la madera, el metal, etc.

1.2. Estos productos petroquímicos desempeñan un papel importante en la economía industrial de los países en desarrollo. Aunque en el contexto mundial hace muchos decenios que estos productos están en primera línea y han madurado, al igual que sus mercados, todavía se hallan en la fase inicial/ de desarrollo en casi todos los países en desarrollo.

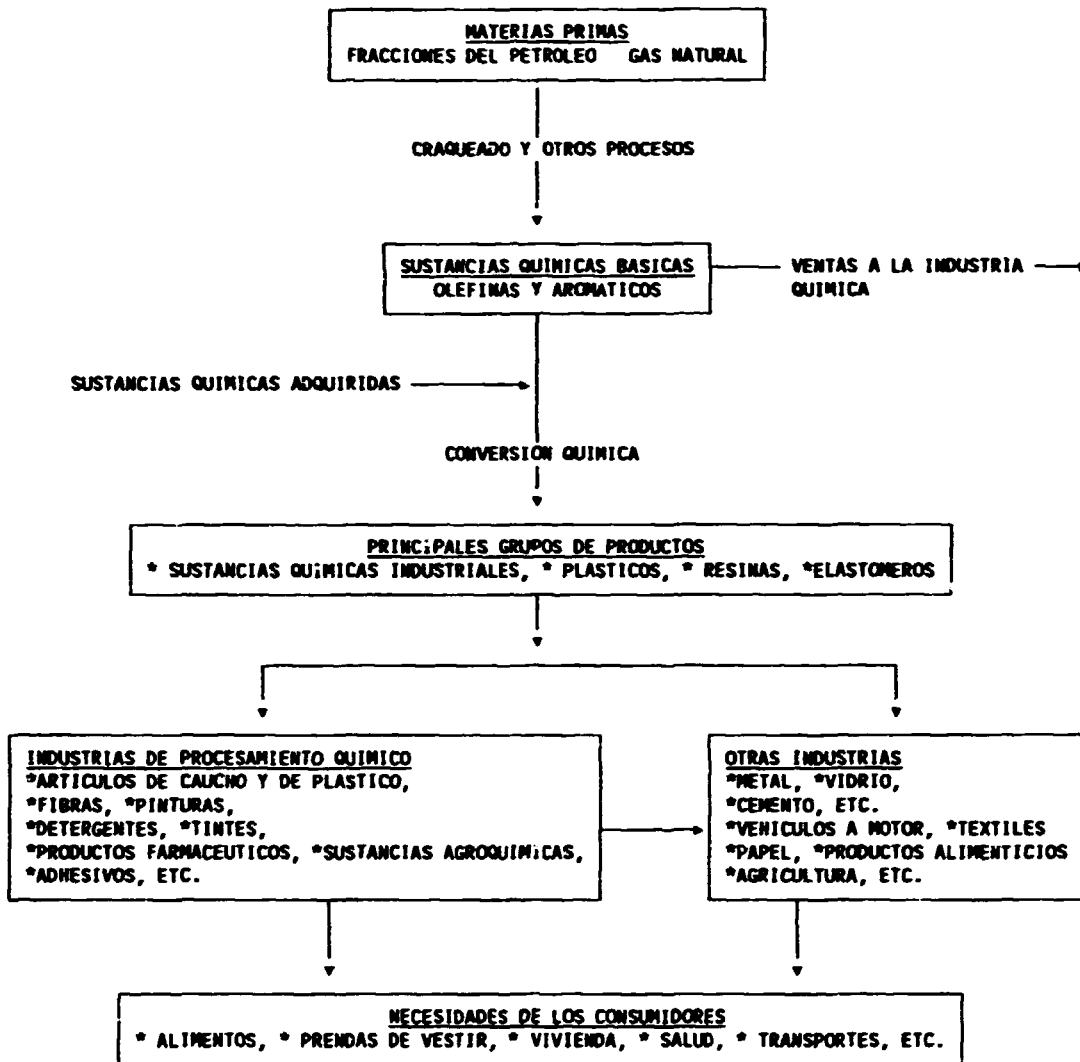
1.3. El sector petroquímico está formado por seis industrias, a saber: cauchos sintéticos, fibras sintéticas, sustancias petroquímicas orgánicas, plásticos, negro de humo y agentes tensoactivos. Además, para describir esta esfera se utilizan los siguientes términos: materias primas (insumos), sustancias petroquímicas primarias e intermedias, productos finales petroquímicos e industrias de productos derivados.

1.4. Entre las materias primas o insumos que se utilizan para la manufactura de las sustancias petroquímicas básicas figuran hidrocarburos líquidos (crudo, destilado y GNL) y gaseosos (gas natural, GLP), así como carbón y biomasa. La producción, el refinado y la elaboración de esos materiales con fines de producir insumos no se incluye en la industria petroquímica. Las sustancias petroquímicas primarias o básicas son los compuestos manufacturados a partir de las materias primas (hidrocarburos y otros) y comprenden las olefinas, los aromáticos y el gas de síntesis. Las olefinas son los hidrocarburos insaturados, como el etileno, el propileno y el butadieno. Los aromáticos son los hidrocarburos cíclicos insaturados, que comprenden el benceno, el tolueno y los xilenos. El gas de síntesis es una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono con o sin nitrógeno.

1.5. La industria petroquímica integrada comprende toda una gama de procesos tecnológicos (Figura 1.1F) y parte fundamentalmente de unas cuantas sustancias químicas básicas (Figura 1.2F).

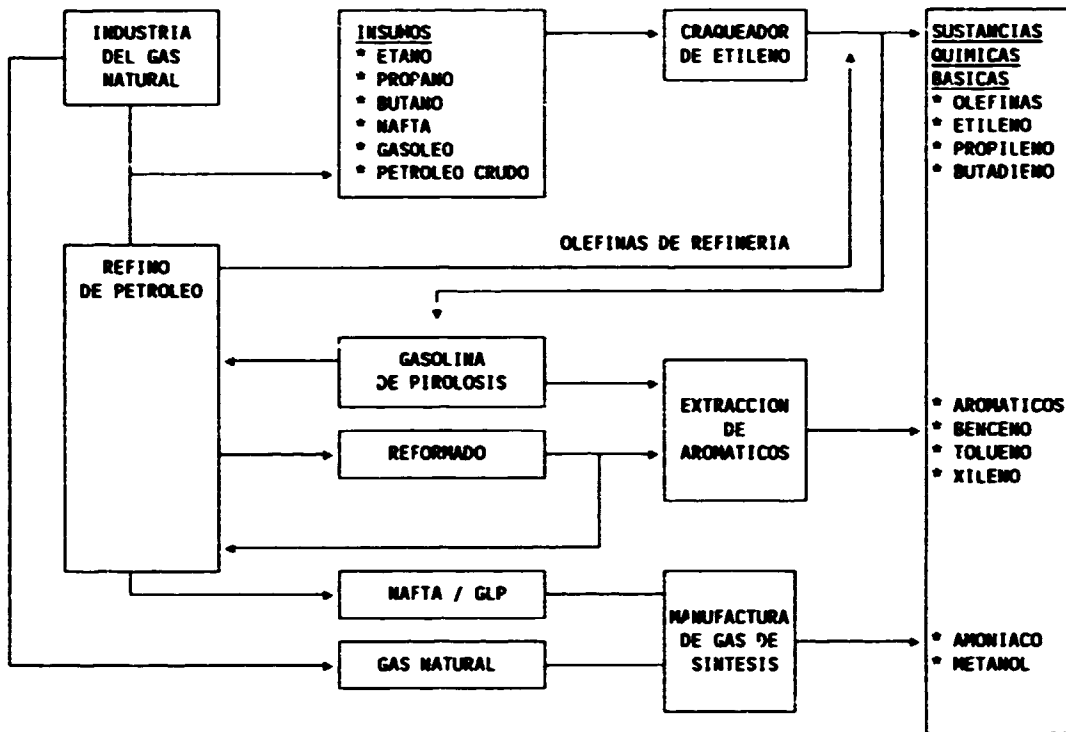
1.6. Los productos intermedios se derivan de las sustancias petroquímicas básicas. Se utilizan para la manufactura de diferentes productos finales o para abastecer a otros mercados industriales. Entre ellos figuran compuestos como el óxido de etileno, el etilenglicol, el ácido acético, los alquibencenos, el ácido tereftálico (AT) y el dimetiltereftalato (DMT), el anhídrido ftálico, el metanol, monómeros como el cloruro de vinilo (CV), el acetato de vinilo (AV), el estireno y el negro de humo.

1.7. El espectro de productos finales petroquímicos es amplísimo y muy diverso. Existen muchas variedades de plásticos, tanto termoplásticos como termoestables. Los principales termoplásticos son PEBD, CPV, PEAD, PP, PES y ABES. Los principales termoestables son PP, UP, MF, epoxia y poliésteres



EXISTEN TRES FASES PRINCIPALES EN LA CADENA ENTRE LAS MATERIAS PRIMAS Y LOS CONSUMIDORES. LA PRIMERA IMPLICA LA MANUFACTURA DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS, GENERALMENTE EN MUY GRAN ESCALA, QUE SE CONVIERTEN EN UNA GAMA DE PRODUCTOS QUE SE UTILIZAN ULTERIORMENTE EN DIVERSAS INDUSTRIAS QUE SUMINISTRAN ARTICULOS DE CONSUMO. ENTRE LAS ACTIVIDADES DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA FIGURAN LA MANUFACTURA DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS, SU CONVERSION EN LOS PRINCIPALES GRUPOS DE PRODUCTOS Y EN CIERTA MEDIDA LA ELABORACIÓN DE ARTICULOS ACABADOS EN LA INDUSTRIA QUIMICA.

FIGURA 1.1P
ESTRUCTURA DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA



APARTE DE PEQUEÑAS CANTIDADES DE ETILENO, OBTENIDAS DEL ETANOL, Y DE BENCENO SECUNDARIO DE HORNOS DE COQUE, TODOS LOS INSUMOS PARA LAS SUSTANCIAS QUIMICAS ORGANICAS SE DERIVAN DEL PETROLEO, EL GAS O LOS GASES LICUADOS. LA VIA NORMAL PARA LA PRODUCCION DE OLEFINAS ES MEDIANTE CRAQUEADORES IDEADOS PARA TRABAJAR CON INSUMOS ESPECIFICOS.

TAMBIEN SE PUEDE OBTENER DE PROPILENO Y BUTILENO DIRECTAMENTE A PARTIR DE PROCESOS DE REFINO DEL PETROLEO, O SE PUEDEN MANUFACTURAR CON CARACTER INDEPENDIENTE MEDIANTE LA ELIMINACION DEL HIDROGENO DEL PROPANO Y EL BUTANO. LOS PRINCIPALES INSUMOS PARA LOS AROMATICOS SON LOS REFORMADOS Y LA GASOLINA DE PIROLISIS.

FIGURA 1.2F
MANUFACTURA DE SUSTANCIAS QUIMICAS BASICAS

insaturados. Además, existe una gran diversidad de plásticos industriales y polímeros especiales que tienen aplicaciones críticas en esferas que necesitan unos criterios muy estrictos de rendimiento. La variedad de usos de los plásticos también es lo bastante amplia para abarcar casi todas las facetas de la vida cotidiana, e importantes sectores como la agricultura, los transportes, las comunicaciones, la defensa, la aviación, la investigación espacial y la electrónica.

1.8. Las fibras sintéticas obtenidas de los productos petroquímicos, a saber, el poliéster, el nilón y la fibra acrílica, han llegado a desempeñar un importante papel en la satisfacción de las necesidades de prendas de vestir de la población, que son cada vez mayores. En muchos casos, brindan una alternativa superior al algodón o la lana, y la disponibilidad limitada de estos últimos productos suele obligar invariablemente a centrar la atención en los productos petroquímicos. Las fibras sintéticas han ido adquiriendo una parte cada vez más importante de las necesidades de prendas de vestir de la población de todo el mundo.

1.9. La otra clase importante de polímeros de fuentes petroquímicas son los diversos elastómeros, como el CBES, el CB, el caucho butílico, etc. Forman componentes esenciales para la industria de los neumáticos, así como para la manufactura de diversos artículos de caucho para aplicaciones industriales y domésticas. En muchas aplicaciones, además de complementar la utilización de caucho natural, esos productos sintéticos son necesarios para lograr unas características especiales de rendimiento en el uso final.

1.10. Algunos de esos productos han afectado al núcleo mismo de las economías nacionales. Es poco probable que la disponibilidad actual de fibras naturales como el algodón y la lana muestre un incremento considerable. Más bien está disminuyendo, debido a una mayor presión sobre la tierra para la producción de cereales alimenticios. Así, la satisfacción de las necesidades de prendas de vestir de la población se ha convertido en un importante desafío al cual se puede hacer frente de forma eficaz y eficiente con fibras sintéticas procedentes de productos petroquímicos. Análogamente, haría falta utilizar más los productos petroquímicos en la agricultura a fin de aumentar la productividad, mejorar el almacenamiento y administrar con eficiencia diversos insumos como el agua, los nutrientes, los plaguicidas, etc. En la vivienda, los transportes, las comunicaciones y la atención de salud es muy frecuente que diversos productos petroquímicos formen una parte indispensable de nuestra existencia cotidiana.

1.11. El desarrollo de los productos petroquímicos finales está separándose lentamente del de los materiales naturales como el algodón y el caucho natural debido a las aplicaciones específicas de uso final establecidas de ambas cosas. El aumento del ritmo de producción de los segundos puede no resultar prometedor.

1.12. Se prevé que la producción mundial del total de materiales plásticos importantes se duplique (es decir, a 105 millones de toneladas) para el año 2000; se prevé una expansión acelerada de la capacidad de producción de fibras sintéticas, debido sobre todo a las fibras de poliéster; la tasa de crecimiento del caucho sintético seguirá dependiendo de su demanda en el sector del automóvil. El CBES y el CB seguirán teniendo una participación importante en la esfera del caucho sintético.

1.13. Aunque siguen predominando los plásticos para artículos de consumo, los plásticos de alto rendimiento han registrado una tasa elevada de crecimiento de la demanda en los países en desarrollo que son industrialmente ricos, como Taiwán, Singapur, Corea del Sur y Hong Kong. Países como la India y China han venido consumiendo una gran diversidad de esos materiales, pero en cantidades relativamente muy inferiores. Algunos de los plásticos, como el ABES, el ESAN, los acetales, el SPF y los termoestables se fabrican para un consumo interno automático, pero su demanda se satisface en gran medida mediante importaciones.

1.14. La expansión de la capacidad está ocurriendo sobre todo en la región del Pacífico de Asia. Las actividades se realizan más tanto en países que son ricos en insumos (por ejemplo, Indonesia, Tailandia, Malasia, etc.), como en los que tienen más demanda que producción para satisfacer las necesidades de una población enorme (por ejemplo, la India y China).

1.15. Las instalaciones petroquímicas se hallan casi siempre en el sector privado en los países en desarrollo. La India es uno de los países en los que las grandes industrias, comprendido el sector petroquímico, han permanecido en el sector público. Sin embargo, y a fin de satisfacer la enorme demanda local, se está produciendo una expansión en el sector privado. Las industrias de elaboración (conversión) de los principales productos petroquímicos finales corresponden sobre todo al sector privado.

1.16. Una gran expansión de la capacidad y la elevada tasa de crecimiento concomitante prevista hasta el año 2000, especialmente en los países ricos en insumos, ha hecho bajar los precios de los principales productos básicos (como el etileno y el benceno) de los productos petroquímicos finales. Ello ha aumentado las posibilidades de más actividades de exportación e importación mundiales de esas sustancias petroquímicas primarias, al producirse un importante cambio.

1.17. Pese a una enorme producción, planificada sobre todo para la exportación, el consumo per cápita local ha venido aumentando rápidamente en los países de Oriente Medio (por ejemplo, Arabia Saudita). Ello ha exigido la creación de instalaciones de capacitación especializada y la construcción de infraestructuras para la elaboración y esferas conexas a fin de satisfacer las necesidades locales.

1.18. Singapur, Malasia, Tailandia, Taiwán, Indonesia, Filipinas, Hong Kong y Corea del Sur irán produciendo más sustancias petroquímicas y enfrentándose con un exceso de capacidad, mientras que la industria petroquímica en la India seguirá pasando por procesos de ajuste a las políticas de liberalización.

1.19. En China, las inversiones en el primer semestre de 1992 fueron casi la mitad de las realizadas en todo el período de 1979 a 1991. Se proyecta principalmente producir sustancias petroquímicas para el consumo cautivo, así como para una exportación limitada.

1.20. Por una parte, cuando los países de Sudamérica están pasando por una fase de incertidumbre, las naciones de Europa oriental, comprendidos los países de la CEI, pueden tardar en recuperarse debido a sus problemas locales.

De ahí que el crecimiento del sector petroquímico en esas regiones seguirá siendo moderado.

1.21. La situación mundial de exceso de capacidad de productos petroquímicos tanto primarios como secundarios aumenta debido sobre todo a la rápida expansión en Oriente. Ello ha constituido un peligro para los países exportadores occidentales, que han perdido mercados sobre todo en Asia.

1.22. La creación de tecnologías con eficiencia de energía e idóneas desde el punto de vista del medio ambiente, para la producción tanto de productos petroquímicos primarios como derivados, va a ser la clave del éxito de la industria en el futuro. Habida cuenta del carácter no renovable de los recursos naturales que aportan los insumos básicos a las unidades petroquímicas, la longevidad y la rentabilidad de la industria estarán sometidas a una tensión permanente.

1.23. En todo el mundo las economías en crecimiento han pagado por ese crecimiento el precio de poner en peligro al medio ambiente. Las cuestiones de la contaminación presentan desafíos permanentes a la industria química de las distintas naciones y las obligan a mejorar constantemente los conocimientos y la tecnología para atender responsablemente al medio ambiente. No cabe duda de que el crecimiento de la industria química (que se espera sea grande en Asia oriental) dependerá sobre todo de las necesidades medioambientales.

1.24. El crecimiento de las industrias de elaboración de las sustancias petroquímicas, especialmente la de los plásticos, dependerá ahora sobre todo de la demanda local y de la exportación limitada de productos acabados. Las posibilidades de empleo aumentarán con el desarrollo de esta esfera. Es probable que la demanda, en rápido crecimiento, de plásticos en los países en desarrollo aporte más oportunidades de empleo por cuenta propia.

1.25. A fin de aprovechar la oportunidad de importar los productos petroquímicos baratos, primarios y secundarios, algunos de los países en desarrollo tienen que crear más instalaciones para su transporte y almacenamiento. Por otra parte, los países que empiezan a exportar, como Indonesia, dependen sobre todo de los países desarrollados para crear la infraestructura física e institucional que precisan sus exportaciones. En consecuencia, necesitan disponer de más personal cualificado para absorber eficazmente la tecnología.

1.26. Es necesario reforzar los vínculos entre el sector petroquímico y otros sectores de la economía para una utilización eficaz y eficiente de los materiales como plásticos, fibras y cauchos. Los nuevos países ricos en petroquímica en las regiones en desarrollo han de prestar más atención a este aspecto.

1.27. Los avances conseguidos mediante la interacción entre las industrias petroquímicas, las organizaciones de investigación y las instituciones de ingeniería no se han comprendido plenamente dado que siempre se ha sentido más dependencia de la importación de la tecnología y no del desarrollo de ésta. Las industrias petroquímicas se centran sobre todo en la absorción y la asimilación de tecnología mediante la capacitación que aporta el que concede las licencias. Algunas necesidades de esas industrias se satisfacen mediante

el desarrollo local de maquinaria. Hace falta enriquecer la interacción tripartita a fin de crear una base tecnológica firme.

1.28. Los países desarrollados seguirán predominando en las calidades nuevas y especiales de productos petroquímicos, como las microfibras de poliéster, las fibras acrílicas reforzadas, los plásticos para aplicaciones biomédicas y espaciales, los catalizadores de alto rendimiento y sus tecnologías.

El concepto de desarrollo de productos con valor añadido ha adquirido importancia debido a la gran competencia en el mercado local e internacional. Como esta situación va a continuar en los próximos años, se prestará más atención al desarrollo de calidades especiales y la mejora de calidad de las ya existentes.

1.29. Los científicos y los técnicos tienen que orientar sus esfuerzos hacia las tecnologías de fusión para las gamas de productos derivados, preferiblemente con procesos para compartir multiproductos. Además, y a fin de lograr una mejor cooperación entre los países en desarrollo, hace falta una base de datos muy sólida.

En los próximos años la competencia mundial va a ir creciendo más en el sector petroquímico. La situación de exceso de capacidad continuará debido a un consumo bajo, a la enorme capacidad que se está construyendo en los países en desarrollo y a la saturación en los países desarrollados. Con el aumento de la demanda, sobre todo en la región del Pacífico de Asia, es posible que ese problema se reduzca algo para fines del año 2000.

2. BREVE ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL Y LAS PERSPECTIVAS FUTURAS DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS DERIVADOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO, CON ESPECIAL ATENCION A LOS PLASTICOS, LAS FIBRAS Y LOS CAUCHOS SINTETICOS

2.1. Se considera que los productos petroquímicos son los que tienen más valor añadido entre los que se obtienen de recursos naturales como los hidrocarburos. Si bien la utilización primaria de los hidrocarburos satisface nuestras necesidades de energía, lo cual hace que aumente en su forma primaria, la manufactura de sustancias petroquímicas desemboca en productos con valor añadido que tienen utilidad en un marco temporal más prolongado y ayudan a satisfacer algunas de las necesidades básicas. Pese a ello, el uso de hidrocarburos para sustancias petroquímicas constituye sólo entre el 7% y el 8% del consumo total de hidrocarburos.

2.2. Sin embargo, existe una economía directa de energía mediante el empleo de diversos productos petroquímicos. Una comparación del equivalente de energía de unas cuantas materias primas básicas como el metal, el vidrio, el papel, la madera y el algodón indica que los productos acabados comparables obtenidos de fuentes petroquímicas acarrearán unas economías de energía considerables. Así, el empleo de hidrocarburos para obtener sustancias petroquímicas tiene un doble beneficio.

2.3. Harían falta productos petroquímicos para satisfacer las necesidades incrementales de materiales y también en los casos en que hacen falta características/propiedades superiores en muchas aplicaciones de alto nivel. En el mundo competitivo actual, los países en desarrollo tienen que tratar de obtener un uso mejor y más eficiente de sus recursos naturales y optar por productos que son funcionalmente superiores y económicamente competitivos. La industria petroquímica, con su amplia gama de nuevos tipos de materias primas sintéticas, puede satisfacer la búsqueda de productos finales más eficientes para múltiples aplicaciones.

2.4. Históricamente, las industrias petroquímicas han estado ubicadas cerca del mercado en las naciones industrializadas adelantadas. En la actualidad las economías recomiendan que esas industrias se ubiquen cerca de las principales fuentes de gas natural.

2.5. La expansión del sector petroquímico en el decenio de 1980 se ha debido a la realización de los siguientes factores:

- Una enorme disparidad entre la demanda y la producción en los países en desarrollo.
- Un aumento de la demanda en los países desarrollados.
- Los países ricos en petróleo/gas han comprendido que sus recursos naturales se pueden convertir en productos con valor añadido sobre todo para la exportación, en lugar de vender petróleo crudo para obtener ingresos.

2.6. La necesidad de satisfacer las necesidades humanas básicas de una población en crecimiento sin agotar gravemente unos recursos naturales

preciosos constituye un enorme potencial para el crecimiento de esas industrias, encabezado por la demanda, en los países en desarrollo. Así lo demuestra lo reducido del consumo per cápita actual.

2.7. El consumo de sustancias petroquímicas ha sido bastante bajo en los países en desarrollo, debido en gran medida a lo reducido que es su PIB per cápita. Sin embargo, se ha visto que en los países en desarrollo que poseen un PIB per cápita alto y grandes capacidades de producción el consumo aumenta a una tasa más rápida. Por ejemplo, en Arabia Saudita el consumo per cápita de termoplásticos ha pasado de 20 kg a entre 60 y 80 kg en un breve espacio de tiempo (1). Análogamente, el consumo per cápita de fibras en Corea del Sur y Taiwán es mucho mayor que en otros países en desarrollo debido a sus grandes capacidades de producción, orientadas sobre todo a la exportación.

2.8. Las perspectivas de aumento de la producción de productos petroquímicos en los países en desarrollo ha cambiado en los dos últimos decenios. Países como Arabia Saudita, China, la India, México, el Brasil y Corea del Sur producen una gran diversidad de productos petroquímicos. La expansión continúa en países como la India y China. Los países que acaban de ingresar en este grupo son Malasia, Tailandia, Indonesia, el Irán, Nigeria, etc.

2.9. En Arabia Saudita sólo se consume en el mercado local el 11% aproximadamente de su producción, y la mayor parte de las sustancias petroquímicas se venden en el exterior (2).

A. Disponibilidad de insumos

2.10. Además de las reservas de gas puro en países de Asia y América Latina, la producción de petróleo lleva a la producción de una enorme cantidad de gases naturales. Por cada millón de barriles de producción de petróleo se liberan 500 millones de pies cúbicos de gas.

Las reservas totales de gas procedente del petróleo se calculan sólo en Arabia Saudita en más de 100 billones de pies cúbicos (3). El almacenamiento y la elaboración de ese gas en gran escala no se inició hasta 1982.

2.11. Hasta ahora, la industria petroquímica ha mostrado una tasa relativamente alta de cambio tecnológico. Sin embargo, en los últimos años ha predominado la tecnología ya demostrada. Las instalaciones petroquímicas están muy automatizadas, funcionan en turno permanente, a menudo con promoción catalizadora, y en consecuencia han de ser grandes para resultar económicamente viables. Las instalaciones petroquímicas utilizan gas natural, condensados de gas (concretamente etano y gases licuados del petróleo (GLP), así como productos del petróleo (concretamente nafta)), en calidad tanto de insumos como de fuente de energía. Dos terceras partes de esos hidrocarburos se utilizan como insumos para sintetizar varios compuestos. El resto de los suministros necesita energía, comprendida la eléctrica. En los Estados Unidos el 70% del etileno producido procede de condensados como propano, butano y etano obtenidos del gas natural. En cambio, en Europa y el Japón se utiliza nafta refinada del petróleo como insumo para producir etileno.

B. Componentes básicos de las sustancias petroquímicas

2.12. La tecnología para la producción de componentes básicos de las sustancias petroquímicas se ha basado sobre todo en el craqueado de nafta. La disponibilidad de enormes recursos de gas natural/condensados de gas ha llevado a pasar de la tecnología de craqueado de nafta a la de craqueado de gas. Se ha determinado que tiene más eficacia de costos y una mayor eficiencia energética.

2.13. Las instalaciones petroquímicas están sometidas al concepto del tamaño económico mínimo porque tienen una gran densidad de capital. El nivel de capacidad determina el costo unitario de las sustancias petroquímicas, lo cual a su vez apunta a la disponibilidad de mercados de un tamaño suficiente para absorber los productos petroquímicos. En consecuencia, las instalaciones petroquímicas orientadas hacia la exportación de Arabia Saudita son relativamente grandes.

2.14. Casi el 60% de la capacidad de manufactura de sustancias químicas básicas del mundo sigue hallándose en los principales centros consumidores, es decir, los Estados Unidos, Europa occidental y el Japón. Sin embargo, esta pauta ha venido cambiando rápidamente al instalarse grandes capacidades de producción sobre todo en países en desarrollo.

2.15. Arabia Saudita ha surgido como importante productor de sustancias petroquímicas con 2,4 millones de toneladas de capacidad de etileno a partir de grandes recursos no utilizados de gas procedente del petróleo. Esa capacidad seguirá aumentando en aproximadamente 1 millón de toneladas hasta 1997. El Irán y el Iraq también tendrán una gran importancia en Oriente Medio.

2.16. El Brasil, México y la Argentina han construido una capacidad combinada de etileno de 2 millones de toneladas, con objeto de lograr la autonomía.

2.17. En la zona del Pacífico de Asia están produciendo, en construcción o planeándose varias instalaciones, por ejemplo en Tailandia, Malasia, la India, China, Taiwán e Indonesia. La capacidad de etileno de la región aumentará en aproximadamente el 44% en los próximos cinco años.

2.18. La demanda de sustancias petroquímicas está aumentando a una velocidad relativamente menor en comparación con el pasado. Sin embargo, el potencial de crecimiento rápido estaría concentrado en los países en desarrollo y cabe prever que seguirá dispersándose la manufactura de sustancias químicas básicas. Ello afectará a las futuras pautas del comercio de sustancias petroquímicas.

2.19. En la situación actual de disminución de la rentabilidad de la producción de sustancias químicas básicas y de una mayor competencia de las zonas de insumos baratos, los productores de los principales centros de consumo tienen que aumentar su rentabilidad.

C. Escenario actual y tendencias futuras del sector petroquímico

2.20. En el sector petroquímico existe una reducción de la demanda como consecuencia de la recesión económica y de una situación de exceso de capacidad. En consecuencia, las instalaciones petroquímicas hacen frente a una infrautilización considerable de su capacidad; grandes reducciones de los niveles de empleo; pérdidas debidas a un aumento del costo del producto y a una baja de los precios. Ello ha provocado respuestas como las tentativas de mejorar los procesos y las economías de energía a fin de reducir el costo de producción y racionalizar su funcionamiento mediante reducciones de la capacidad, fusiones, especialización de productos y diversificación.

2.21. El cierre de instalaciones antiguas y marginales y la ralentización temporal de otras, con la reducción de capacidades, ha formado parte de las estrategias de reestructuración de los principales productores. Además de adoptarse nuevas tecnologías, como las de elaboración a baja presión y a baja temperatura, catalizadores más eficientes y nuevas tecnologías/vías para desarrollar una ventaja tecnológica grande, pueden producirse fusiones, consolidación de operaciones, cambio a productos de gran valor añadido y medidas de racionalización. Sin embargo, los controles más estrictos en materia de protección ambiental, la erección de barreras al comercio, el aumento de los costos industriales, la reducción de la disponibilidad de financiación y las tasas aceleradas de obsolescencia tecnológica han complicado los esfuerzos encaminados a lograr que la planificación a largo plazo devuelva a la industria unos niveles razonables de rentabilidad.

2.22. Los productores de los países industrializados se están centrando en mejorar su posición competitiva mediante la minimización de los costos, la elaboración de productos nuevos y mejores, el empleo de tecnologías baratas y la adopción de especialidades y de servicios a la medida de sus clientes.

2.23. El potencial de crecimiento en los países en desarrollo es enorme, debido fundamentalmente a que sus niveles de consumo per cápita son todavía mucho más bajos. Sin embargo, las pautas de crecimiento en esos países se verán influidas por un gran número de factores, como el nivel de su desarrollo económico, la estructura de sus economías, su ingreso per cápita, la diversidad y la intensidad de los vínculos sectoriales, la disponibilidad de infraestructuras técnicas y científicas, la disponibilidad de fondos y las políticas económicas y monetarias gubernamentales. Entre los demás factores figurarían las necesidades socioeconómicas del país.

2.24. Las demandas internas distan mucho de la saturación y de ahí que en los países en desarrollo vaya a continuar la expansión en el futuro. Las oportunidades de mercado en los países en desarrollo siguen siendo prometedoras. La disponibilidad de insumos baratos en muchos de ellos, como Arabia Saudita, el Irán, México, Indonesia, etc., les daría una ventaja adicional sobre los productores tradicionales, especialmente para la producción de artículos básicos e intermedios.

2.25. Los principales países en desarrollo, como el Brasil, la India, China y México, están avanzando hacia la autonomía en varias sustancias petroquímicas comerciales. Por lo tanto, es probable que se mantengan el exceso de capacidad y el exceso de oferta en el mercado internacional.

2.26. Los cambios políticos y económicos de los últimos años, particularmente en la Unión Soviética y los países de Europa oriental, han abierto nuevas vías al crecimiento de los productos petroquímicos derivados. En la ex Unión Soviética sólo existe una capacidad de 1 millón de toneladas. Por lo tanto, se prevé que en esa región se va a producir un crecimiento considerable de la demanda de sustancias petroquímicas. Es probable que la demanda de todos los países de Europa oriental se satisfaga en gran medida mediante importaciones.

2.27. El crecimiento de la demanda en los países subdesarrollados que no participan en la producción petroquímica (como unas cuantas naciones de la CEI, Bangladesh, el Pakistán, Sri Lanka, pequeños países de Oriente Medio, etc.) puede ir en aumento debido a la fácil disponibilidad y los precios bajos en el mercado internacional.

D. Plásticos

2.28. En los próximos años, cuando los países desarrollados traten de producir materiales plásticos especiales con gran valor añadido, el aumento de los plásticos comerciales continuará sobre todo en las regiones en desarrollo.

2.29. Los plásticos comerciales mantendrán su alta demanda, que aumentará en aproximadamente el 33% de 1990 a 1995 y es probable que ascienda a una cifra de 105 millones de toneladas.

2.30. El consumo per cápita de plásticos en los países en desarrollo es muy inferior (de 1 a 3 kg per cápita) al promedio mundial (16 kg per cápita), lo que representa un enorme potencial de aumento de la demanda. Por lo tanto, parece que la situación mundial de exceso de capacidad quedará parcialmente absorbida en esas regiones en los próximos años. El costo más barato de la exportación de los materiales plásticos en las regiones ricas en insumos ha obligado al mercado desarrollado europeo y japonés a importar de ellas. Sin embargo, en la actualidad ello se ha convertido en un peligro para las industrias petroquímicas de unos cuantos países en desarrollo.

2.31. Los cambios de la política nacional de los países en desarrollo han llevado a una liberalización de las importaciones de materiales plásticos a fin de hacer que sus propias industrias sean más competitivas y presten más atención a la calidad.

2.32. Existe un desequilibrio en las capacidades de conversión en plásticos; por una parte, países como la India tienen capacidades de conversión superiores a la demanda debido a lo bajo del consumo per cápita, mientras que los países de Oriente Medio que producen unas cantidades enormes de plásticos todavía no han desarrollado una infraestructura suficiente ni siquiera para satisfacer sus demandas locales de productos plásticos.

2.33. Las tecnologías que se ofrecen a los países en desarrollo son por lo general antiguas y no hacen que esos países sean competitivos en el mercado internacional. Para superar esa situación harán falta unos vigorosos esfuerzos autóctonos en materia de I+D.

2.34. Los plásticos industriales/reforzados encuentran cada vez más aplicaciones en el sector industrial. Los principales plásticos son los PC, OPF, ABES, epóxidos reforzados con fibra de vidrio, etc. Se prevé que la tasa de crecimiento de los plásticos industriales sea de aproximadamente el 8%.

Aunque muchos de los países en desarrollo no están produciendo plásticos industriales y dependen sobre todo de las importaciones, producen en gran medida una diversidad de aditivos necesarios para mejorar el rendimiento en uso final y la capacidad de elaboración.

E. Fibras y productos intermedios de fibras

2.35. La tasa de crecimiento de la principal fibra natural, es decir, el algodón, es muy inferior a la de los productos sintéticos. La producción también varía, pues depende de la pluviosidad y de otros factores naturales diversos.

2.36. Frente a años anteriores, el costo de las fibras sintéticas está bajando a más velocidad. El abaratamiento, unas propiedades mejores y una gran duración están haciendo que al público le resulten más aceptables las fibras sintéticas.

2.37. El aumento del crecimiento de las fibras sintéticas no puede ser una amenaza para los cultivadores de fibra natural, dado que las fibras sintéticas complementan la creciente demanda de fibras. Sin embargo, en el caso de una gran producción de algodón, hay que examinar las posibilidades de exportación.

2.38. Corea del Sur y Taiwán establecieron en el decenio de 1970 unas capacidades enormes de producción de fibras sintéticas sobre todo para la exportación, tanto en forma de fibra como de sus productos acabados. En China y en los países de la ASEAN se está produciendo una gran expansión de la capacidad a fin de satisfacer el aumento de la demanda interna para cubrir la necesidad humana básica de prendas de vestir.

2.39. El aumento de la capacidad de las fibras y productos intermedios de fibras no ha mantenido el mismo ritmo que el crecimiento económico en los países en desarrollo. Ello ha llevado a reducciones de los precios, rentabilidades/pérdidas marginales y subutilización de su capacidad. Sin embargo, se prevé que para fines de siglo la utilización de la capacidad sea plena.

F. Caucho

2.40. Se prevé que la producción total de caucho (natural y sintético) aumente en un 3,4% al año y supere los 18,8 millones de toneladas para 1995. El caucho sintético seguirá teniendo una participación de un tercio en la producción total de caucho del mundo. Sin embargo, su crecimiento no afectará al mercado de caucho natural y, por el contrario, complementará la creciente demanda de caucho en el sector industrial y el doméstico.

2.41. La actual capacidad mundial de producción de todos los tipos de caucho sintético es de aproximadamente 12,1 millones de toneladas, de cuyo total los Estados Unidos representan el 22,1%, los países de la CEI el 21,4%

y el Japón el 12,8%. Francia, Alemania, el Reino Unido, Italia, los Países Bajos, el Canadá, el Brasil y Rumania representan el 28,3%. El resto de la capacidad de producción (15,4%) corresponde a los países en desarrollo.

2.42. Los países en desarrollo pueden tener problemas si aspiran a competir en el negocio del caucho sintético con los países desarrollados en los mercados de exportación. La mera posesión de petróleo barato, o incluso de componentes básicos monoméricos, no justifica el establecimiento de nuevas instalaciones. La expansión de la producción de caucho sintético en los países en desarrollo puede no satisfacer el objetivo de maximizar el empleo, debido a su alto costo de capital por unidad de mano de obra.

2.43. Con la integración económica y financiera de los mercados de la Comunidad Europea, es posible que el comercio y la exportación de unos cuantos países en desarrollo se enfrenten con una competencia más dura tanto de los países de Europa oriental como de los países asiáticos en rápido desarrollo, como Singapur, Corea del Sur, Tailandia, Malasia, Taiwán y China.

2.44. Las industrias de fabricación de neumáticos consumen el 59% de la producción total de caucho. El 10% se destina a artículos mecánicos, como cintas, tubos de goma y juntas para aplicaciones industriales y generales. Se prevé que los neumáticos y los productos conexos representen más del 61% del total de consumo nuevo de caucho en 1995. Entre otras aplicaciones el 20% corresponderá al calzado, la construcción y los adhesivos.

2.45. Existe la necesidad de crear una base estable para la industria del caucho mediante el empleo de actividades de I+D para maximizar la flexibilidad operacional, mejorar la eficacia de los procesos para utilizar mejor las materias primas y la energía, reducir al mínimo los despilfarros y la contaminación en el proceso y desarrollar catalizadores más eficientes.

2.46. Con el crecimiento proyectado a lo largo del próximo decenio será aconsejable crear una política de planificación integrada a nivel internacional con miras a contemplar los intereses de los países en desarrollo y también tener en cuenta el aumento de la disparidad tecnológica creada por las instalaciones y la maquinaria controladas por computadoras a fin de cumplir con las normas internacionales. Es necesario un esfuerzo concertado entre la industria, las instituciones académicas y otros centros de investigación a fin de colmar la laguna tecnológica y mejorar la calidad y la gama de productos. La industria tiene que ser muy selectiva si se aspira a realizar progresos rápidos en materia de innovación, invención y explotación de las nuevas tecnologías.

3. APLICACIONES Y USOS POTENCIALES DE LOS PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO

La industrialización de algunos de los países en desarrollo se está realizando a una velocidad mayor. Uno de los principales aportes a este crecimiento es el de la industria petroquímica. La demanda de materiales comerciales y su producción aumentan rápidamente. Es todo lo contrario de lo que ocurre en los países en desarrollo, que se dedican más a los materiales especializados.

Los materiales comerciales satisfacen las necesidades humanas básicas de los países en desarrollo. La demanda de esos productos petroquímicos, por ejemplo los polímeros, se ve impulsada por el consumo en unos cuantos segmentos clave de uso final. Los resultados en esos segmentos dependen de la pauta de crecimiento de las industrias a las que atienden. En consecuencia, cabe decir que existen algunos mercados centrales de polímeros, cuyos resultados deciden el aumento de la demanda.

La participación de los plásticos es muy alta entre los productos petroquímicos. En la Figura 3.1F se indica el consumo mundial de plásticos por mercados. En el presente capítulo se comentan las principales esferas de aplicación y los usos potenciales de los productos petroquímicos en los países en desarrollo.

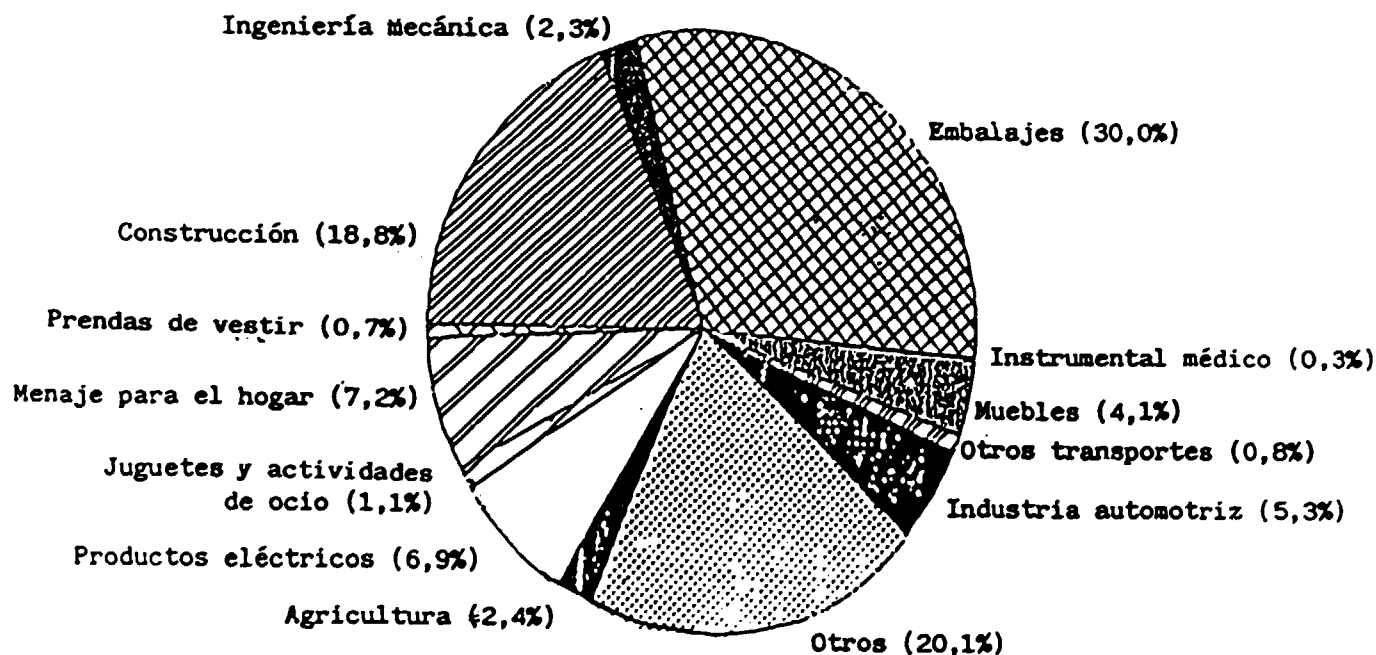


FIGURA 3.1F
CONSUMO DE PLASTICOS POR MERCADOS
IPDA 1989

3.1. AGRICULTURA Y GESTION DE RECURSOS HIDRICOS

La utilización de productos petroquímicos, especialmente de plásticos y otras sustancias químicas para la fabricación de plaguicidas, etc., ha resultado muy beneficiosa para aumentar la producción de alimentos, obtener cosechas tempranas y cultivos fuera de temporada y conseguir más tierras para el cultivo.

Los plásticos comerciales como el PE, el PP y el CPV se emplean mucho en este sector. Los productos de plástico que se utilizan son sobre todo extrusionados, como películas, planchas y tubos. También se utilizan algunos de los productos moldeados por inyección en el montaje de sistemas de riego, etc. El uso de esos productos plásticos no sólo aumenta la productividad de alimentos, sino que también ayuda a economizar en el costo de producción mediante el control del suministro de agua en el riego, limita la evaporación de agua y protege las semillas y los plántones.

El empleo de plásticos en la agricultura recibió un gran impulso en los países en desarrollo a principios del decenio de 1980. Se empezó con el empleo de PEBD en este sector, que obtuvo una importante participación en el total de plásticos con su utilización en revestimiento de canales, ordenación del riego y de los recursos hídricos, cultivo de pastos, envases para productos lácteos, etc. En el Cuadro 3.1(1) se indica la superficie mundial sometida a plasticultivos, y en el Cuadro 3.1(2) se indica la utilización de plásticos por sectores.

CUADRO 3.1(1)
ESTADISTICAS MUNDIALES SOBRE SUPERFICIES EN PLASTICULTIVO

(En hectáreas)

País	Riego por goteo	Cubierta orgánica	Invernaderos
China	1.500.000	2.870.000	182.000
Estados Unidos	9.000.000	150.000	30.000
Egipto	250.000	5.000	9.000
India	55.000	1.000	25
España		100.000	45.000
Japón		133.000	107.000
Europa		100.000	115.000
Hungría			5.000
Marruecos			4.400
Canadá			4.000
Israel	Toda la superficie		2.000
Continente africano			15.000

CUADRO 3.1(2)
USO DE PLASTICOS EN LA AGRICULTURA POR SECTORES

Segmento de uso	Producto	Proceso	PEBD/PEBDL	PEAD	CPV
Riego	Películas de revestimiento de canales	Extrusión	X		
Almacenamiento de cereales alimentarios	Revestimiento de tapaderas	"	X		
Viveros	Sacos para viveros	"	X	X	
Cultivos de alto valor	Laterales de goteo	"	X		X
Invernaderos	Películas estabilizadas UV	"	X		
Cultivo de verduras y hortalizas	Túneles bajos	"			X
Agricultura general	Películas de estiércol blanco y negro	"	X		
Coberturas directas	Películas normales de PEBD	Co-extrusión	X	X	
Horticultura	Cajas, cajones para el transporte de verduras y hortalizas y recipientes para verduras y cajas de propagación	Moldeo por inyección	X	X	

El consumo mundial de película de plástico para la agricultura y la horticultura se calcula actualmente en torno a 1 millón de toneladas al año. Se ha alcanzado esa notable cifra al cabo de muchos años de esfuerzos conjuntos de desarrollo por los horticultores y las industrias del plástico. Cada vez es mayor el reconocimiento del plasticultivo en los países en desarrollo, especialmente Asia sudoriental, China, la India y algunos países latinoamericanos. En general, la pauta de crecimiento indica un desarrollo espectacular de algunas aplicaciones especialmente adecuadas para las condiciones agronómicas y climáticas de un país o una zona determinados.

Por ejemplo, en Europa oriental en los últimos cinco años el empleo de plásticos ha aumentado de 15.000 a 20.000 hectáreas. La participación de las poliolefinas (PEBD, PEBDL, AVE) en películas para la aplicación agrícola es de aproximadamente 3 millones de toneladas. Esos cálculos no incluyen las películas utilizadas para envasar los productos cosechados, los sacos de fertilizantes, etc. El mercado está desigualmente distribuido en Europa, donde solamente Francia, España e Italia consumen aproximadamente el 65% de las agripelículas. Las principales aplicaciones son ensilado (40%), invernaderos (28%), cubierta orgánica (17%) y túneles bajos (7%). Las otras aplicaciones son coberturas directas, pantallas de energía, revestimiento de estanques y películas para la desinfección de suelos.

Alemania es un país industrializado muy desarrollado cuya economía está muy orientada hacia las exportaciones. Sólo el 2% de su producto nacional bruto procede de la agricultura. El país produce aproximadamente 9,3 millones de toneladas de plásticos. La participación de la agricultura es de aproximadamente 0,372 millones de toneladas, y más de la mitad se destina a fines de embalaje (sacos de fertilizantes, latas de plaguicidas, macetas y recipientes para plantas, etc.). Casi 70.000 toneladas de PEBD, sobre todo en forma de película, se utilizan para invernaderos, cubierta orgánica, ensilado, cobertura de artículos a granel como paja, heno y remolacha azucarera, y revestimiento de depósitos de agua, y entre otros productos figuran redes, mallas y esteras, tubos y tuberías, así como macetas y recipientes de diversas formas. Unas 40.000 toneladas de CPV se utilizan en forma de películas y tuberías para coberturas, revestimientos y transporte de agua y otros productos líquidos. Se utiliza PP para artículos no tejidos, esteras y redes. Se utiliza PEAD para conductos (transporte de agua, riego, calentamiento de suelos) y todo género de contenedores. El poliestireno (6.000 toneladas) se elabora sobre todo para macetas, bandejas y otros artículos. Se utiliza poliestireno expandido como material aislante en invernaderos, edificios para ganado, almacenamiento en frío y macetas y como acondicionador de suelos en jardinería paisajística.

La cubierta orgánica goza de más popularidad en los Estados Unidos. Los estados con mayor concentración de verduras y hortalizas en ese régimen son el de la Florida con 40.000 hectáreas, Carolina del Sur con 5.060 hectáreas, Carolina del Norte con 2.800 hectáreas, Georgia con 1.640 hectáreas y Luisiana con 760 hectáreas. En la zona mesoatlántica los estados de Delaware, Maryland y Virginia tienen en total unas 4.000 hectáreas de verduras y hortalizas bajo cubierta orgánica. Entre Tennessee, Texas y Kansas disponen de un total de 1.300 hectáreas. En el nordeste se calcula que el total de superficie en régimen de cubierta orgánica es de aproximadamente 4.000 hectáreas.

El Japón ha venido cultivando sobre todo verduras y hortalizas (78%), flores (10%) y frutas (11%) mediante el empleo de productos plásticos en la horticultura en una superficie de aproximadamente 0,2 millones de hectáreas (Cuadro 3.1(3)).

CUADRO 3.1(3)
UTILIZACION DE PLASTICOS PARA EL CULTIVO DE PRODUCTOS
AGRICOLAS Y SUPERFICIE CUBIERTA EN EL JAPON

(En hectáreas)

	Verduras y hortalizas	Flores	Frutas	Total
Casas de plástico	30.856	3.848	4.762	39.466
Refugios contra la lluvia	4.750	517	3.583	8.850
Túneles	57.018	568	-	57.586
Cubierta orgánica	120.332	-	-	120.332

En Asia sudoriental, en particular Malasia, se ha producido un aumento rápido en el empleo de refugios contra la lluvia para el cultivo de verduras y hortalizas de clima templado. En la India han venido aumentando rápidamente aplicaciones como revestimientos de canales, revestimientos de depósitos de agua, cubiertas para el almacenamiento de cereales alimentarios en el exterior y riego por goteo.

Por lo que respecta a China, en 1985 el 23,4% del total de productos plásticos se utilizaban en la esfera de la agricultura. Entre los principales productos figuran las películas de plástico, los sistemas de riego por aspersión y por goteo, las tuberías para el transporte de agua, los tubos para el gas de pantanos, las instalaciones de pesca, las piezas y accesorios para maquinaria agrícola, etc. Como el promedio de valor de tierra cultivada per cápita en China es de sólo aproximadamente 0,1 hectáreas, se han utilizado mucho las películas plásticas para el desarrollo de la agricultura china de verduras y hortalizas, frutas, cereales y cultivos industriales. En 1987 la superficie cubierta para el cultivo en invernaderos y bajo cubierta orgánica era de aproximadamente 70.000 hectáreas y 2,3 millones de hectáreas respectivamente. En la India el empleo de plásticos y su aumento en el sector agrícola han sido modestos en comparación con China, Europa occidental, el Japón e Israel.

En Europa oriental, Bulgaria consumía aproximadamente 30.000 toneladas de plásticos en el sector agrícola hasta 1990. Las principales aplicaciones de los plásticos en esta región son los invernaderos, el cultivo bajo cubierta orgánica, el riego, el almacenamiento, el alojamiento del ganado y el embalaje de productos agrícolas.

3.1a. RIEGO Y ORDENACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS

El aumento de la demanda para usos industriales y domésticos ha hecho que el agua resulte más escasa y cara con fines agrícolas. El agua adecuada para el consumo por los seres humanos y el ganado es limitada. Las únicas fuentes de

agua potable son las precipitaciones y las aguas subterráneas, que varían según los lugares, las estaciones y los años. Existe una necesidad urgente de ordenar científicamente los recursos hídricos a fin de satisfacer las demandas futuras. La cifra de utilización mundial del agua calculada por la FAO (1977) sugiere que se prevé que su utilización para la agricultura disminuya del 80% en 1967 a un 53% proyectado para el año 2000.

Como la agricultura es la columna vertebral de todos los países en desarrollo, el riego desempeña un papel importante en el mantenimiento de niveles de alto rendimiento y la estabilidad de la producción. Del total de 172 millones de hectáreas de superficie cultivada bruta, sólo el 40% está regado (de 60 a 70 millones de hectáreas) en la India, y la Comisión Nacional de Agricultura ha proyectado (1976) que para el año 2025 se pueda aumentar la superficie cultivada a aproximadamente 210 millones de hectáreas con una superficie potencial máxima en riego de sólo 105 a 110 millones de hectáreas. Sin embargo, si se adoptan prácticas eficientes de ordenación de los riegos, esa cifra puede aumentar.

En la India, la agricultura se lleva la mayor parte del agua y representa entre el 85% y el 90% del total de utilización de agua debido a que en este sector se emplean los métodos convencionales de riego por inundación. Sin embargo, es probable que esa cifra disminuya al 75% aproximadamente o menos en los próximos 30 a 40 años. Además, la calidad del agua disponible para la agricultura también está bajando debido a la contaminación industrial. Así, al reducirse el agua disponible para el riego, se están haciendo esfuerzos para utilizar los recursos disponibles de forma más eficiente. La pluviosidad anual es la única fuente de suministro de agua potable, y en un estudio realizado en la India se ha calculado que el quantum de corriente superficial es de 144 millones de hectáreas/tonelada al año. El Cuadro 3.1(4) indica la proyección de la demanda de agua en la India.

CUADRO 3.1(4)
PROYECCION DE LA DEMANDA DE AGUA EN LA INDIA PARA EL AÑO 2000

(En millones de hectáreas/metros cúbicos)

Tipo de recurso	Fuente utilizable de agua	Riego	Otros usos	Total
Aguas superficiales (planes grandes, medianos y menores)	66,6	45,6	3,44 a 9,8	49 a 55,4
Aguas subterráneas	20,4	21,0	4,5 a 6,5	25,5 a 27,5

i) Revestimiento de canales

El empleo de plásticos en el riego y la ordenación de recursos hídricos ha resultado muy ventajoso para aumentar la eficiencia del uso de esos recursos y reducir los encharcamientos y la salinidad de los suelos. Se han utilizado con éxito películas de plástico en los riegos como material de revestimiento.

Para esta aplicación se ha averiguado que lo más idóneo es la película de PEAD muy resistente. El empleo de revestimientos con película de plástico ha brindado varias ventajas: las pérdidas por filtración suelen evitarse casi totalmente, suele lograrse una economía de costos considerable al reducirse la sección del revestimiento con ladrillo y hormigón y se suele conseguir una mejor recuperación de resistencia en la mampostería, así como en el hormigón.

Los tubos y tuberías de CPV, PEAD y PEBD han seguido desempeñando un papel cada vez más importante en los riegos por pozos entubados/pozos y en la adopción de sistemas de riego por aspersión. Un estudio de investigación sobre la "economía del riego por aspersión" indicó que la instalación de aspersores en las explotaciones agrícolas no sólo mejora la eficiencia de la utilización de los recursos hídricos, sino que también aumenta la superficie regada neta, con lo cual se incrementa la intensidad del cultivo en esas explotaciones.

La aplicación prudente de métodos avanzados de riego, por ejemplo, por goteo y por aspersión, ha permitido la utilización más beneficiosa de recursos hídricos escasos en las zonas desérticas, áridas y semiáridas. Hacen falta esfuerzos de desarrollo intensivo que orienten acerca de una mejor utilización de los plásticos en la agricultura en general y en el riego en particular.

ii) Riego por goteo

Se describe el riego por goteo como la aplicación regulada y lenta de agua de riego en torno a la zona donde tienen sus raíces los cultivos, mediante una red de tuberías y emisores de plástico.

Aunque el concepto es sencillo, la utilización generalizada del riego por goteo es de origen reciente. El concepto tuvo sus inicios en Israel con la conclusión de que la planta crece mejor cerca de un grifo que gotea, y ese sistema se utilizó comercialmente por primera vez a fines del decenio de 1960 para las verduras y hortalizas. La agricultura del Valle de Arava (Israel), que es una zona desértica con agua salobre, se convirtió en progresiva y rentable gracias al empleo de este nuevo método de riego, con una productividad muy superior. El concepto se difundió a otras zonas con condiciones normales. En la actualidad el riego por goteo es una práctica común de la agricultura israelí.

Otro factor importante que verdaderamente dio impulso al microrriego fue el gran avance realizado en la esfera del material, cuando se averiguó que productos de la petroquímica como PEBD, PEBDL, PEAD, PP, CPV, etc. eran los más idóneos para los componentes del riego por goteo moderno. La mejora de la tecnología del proceso y la reciente introducción de PEBDL, que posee una fuerza y una resistencia al craqueo por tensión mucho mayores, han llevado a la producción de tubos de goteo lateral duros, flexibles y de excelente calidad. Cuando se añaden aditivos adecuados, entre ellos antioxidantes, estabilizantes y negro de humo para aclarar el polietileno, se hace realidad un producto duradero y económico para el microrriego. El empleo comercial a gran escala de este sistema ha sido lógicamente mayor en Israel, los Estados Unidos, Australia y Oriente Medio, que han adolecido tradicionalmente de escasez de agua para riego (Cuadro 3.1(5)).

CUADRO 3.1(5)
RIEGO POR GOTEO: UN ESCENARIO INTERNACIONAL

Países	Superficie (millones de hectáreas)
Estados Unidos	9
Israel	Toda la superficie
Egipto	0,25
China	1,50

El riego por goteo tuvo sus comienzos en el decenio de 1970, aunque su adopción generalizada no se produjo hasta después de mediados de 1980. En los primeros años el nivel de adopción fue muy bajo en países en desarrollo como la India, debido a una falta de comprensión, la no disponibilidad de un buen sistema, la elevada inversión inicial y la falta de asistencia financiera del Gobierno y de los bancos comerciales. A principios del decenio de 1980 se asistió al comienzo de campañas sostenidas de promoción. Las perspectivas del riego por goteo son muy brillantes en todos los países en desarrollo. Se ha predicho que este sector aumentará a una tasa media anual del 30% en los próximos años.

iii) Cultivo en superficies cubiertas (cubierta orgánica)

El cultivo con cubiertas orgánicas es la práctica de cubrir el suelo en torno a las plantas a fin de crear condiciones más favorables para el crecimiento y conservar la humedad disponible. Las coberturas naturales, como la paja y el compost, se vienen utilizando desde hace siglos. La aparición de cubiertas sintéticas ha modificado los métodos y los beneficios del cultivo bajo cubierta. Las cubiertas de papel llamaron mucho la atención en el decenio de 1920 pero no se adoptaron para la producción comercial de verduras y hortalizas debido a los fallos del papel y el costo del material. En los decenios de 1960 y 1970 se asistió a la introducción y el crecimiento de cubiertas de materiales plásticos.

Las cubiertas pueden aumentar el rendimiento y mejorar la calidad del producto mediante la conservación de la humedad de los suelos, la protección de la estructura de éstos y la modificación de su temperatura. Las cubiertas negras, al ser opacas, impiden el crecimiento de las malas hierbas, mientras que las cubiertas reflectantes repelen a determinados insectos. A lo largo de los años las cubiertas han ido adquiriendo aceptación para cultivos como los de fresas, tomates, melones, pepinos, calabazas, pimientos, berenjenas y sandías. En España, de una superficie total de 146.175 hectáreas en régimen de plasticultivo, 100.000 hectáreas están bajo cubierta, sobre todo para fresas, espárragos, melones y ahora algodón. En toda Europa hay aproximadamente 0,2 millones de hectáreas bajo cubierta. Los Estados Unidos tienen aproximadamente 0,15 millones de hectáreas bajo cubierta.

China ha venido ocupando la vanguardia en el empleo de cubiertas plásticas. La superficie bajo cubierta ha mostrado un crecimiento enorme en los últimos 10 a 12 años, de sólo 79 hectáreas en 1979 a nada menos que 2,87 millones de hectáreas en 1989. Los principales cultivos bajo cubierta son los de algodón,

melones, maíz, arroz, verduras y hortalizas y maní. Se utilizan sobre todo películas de PEBD de un espesor de 14 micras. Las películas más finas de PEBDL (de 8 a 10 micras) también han resultado igual de eficaces que las más gruesas de PEBD, y como tienen mejor precio están adquiriendo popularidad. En el Cuadro 3.1(6) se indica la superficie bajo cubierta en diversos países.

CUADRO 3.1(6)
CULTIVOS BAJO CUBIERTA: PANORAMA INTERNACIONAL

País	Superficie (millones de hectáreas)
China	2,9
Resto de Asia	0,4
Europa occidental	0,2
Norteamérica	0,15

iv) Cultivos protegidos (invernaderos, túneles)

El cultivo en invernaderos es el método de cultivo en condiciones ambientales protegidas y controladas. El empleo de invernaderos de vidrio está más o menos restringido a un número limitado de países de Europa nordoccidental. En cambio, los invernaderos de plástico han adquirido rápidamente importancia mundial. Los invernaderos, al capturar el calor y el dióxido de carbono, ayudan a mejorar la actividad fotosintética y por lo tanto a obtener una cosecha mejor con un alto rendimiento. En condiciones climáticas extremas y fuera de estación los invernaderos, mediante el empleo de sistemas idóneos de control, pueden servir para obtener cosechas satisfactorias y lucrativas.

Se ha determinado que las películas de polietileno con estabilización UV constituyen el material de revestimiento más adecuado para los invernaderos. Otros materiales de revestimiento son la fibra de vidrio, AVE, etc. En la actualidad se están ensayando materiales más recientes como las planchas de acrílico y plásticos industriales como los policarbonatos, pero aunque son técnicamente prometedores, ello se ve contrarrestado por su elevado costo.

La adaptación de los invernaderos también guarda una relación directa con las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas imperantes en cada lugar. Hay grandes zonas con invernaderos en la región del Mediterráneo, China y el Japón. Los invernaderos de España, a lo largo de la costa del Mediterráneo, tienen unas estructuras enormes sin grandes mecanismos de control. Todas ellas cuentan con mallas de nilón para aportar ventilación durante las horas del día. En España hay aproximadamente 28.000 hectáreas bajo cultivo en invernaderos y aproximadamente 17.000 hectáreas en túneles bajos. Europa occidental tiene aproximadamente 61.000 hectáreas en invernaderos.

En Asia, China y el Japón, especialmente, han logrado un progreso constante en el cultivo en invernaderos. En Asia hay aproximadamente 0,182 millones de hectáreas en invernaderos. En China, la superficie en régimen de invernaderos y de túneles ha pasado de 16.000 hectáreas en 1978 a 0,112 millones de hectáreas en 1988. Es frecuente el empleo de película de polietileno con un plazo de vida de dos a tres años. Los principales cultivos son pepinos,

tomates, ajos y col china. Ultimamente se están utilizando invernaderos de plástico para cultivar flores, condimentos, algunas frutas y, lo que resulta interesante, refugios de ganado. Los invernaderos para la producción no suelen contar con calefacción, sino que están ideados para aprovechar al máximo la energía solar, como los que están adosados a un muro.

En el Japón hay aproximadamente 42.000 hectáreas en régimen de invernaderos, el 77% de cuya superficie se utiliza para verduras y hortalizas. En ese país también se hace uso eficaz de las películas de plástico para cubrir refugios contra la lluvia. Resulta interesante que se esté utilizando CPV para casas de plástico y túneles en el Japón. Hay países de África y de Oriente Medio que también han recurrido a invernaderos y túneles, con entre 20.000 y 25.000 hectáreas. En el Cuadro 3.1(7) se indica la superficie que dedican los países en desarrollo y los desarrollados al régimen de invernadero.

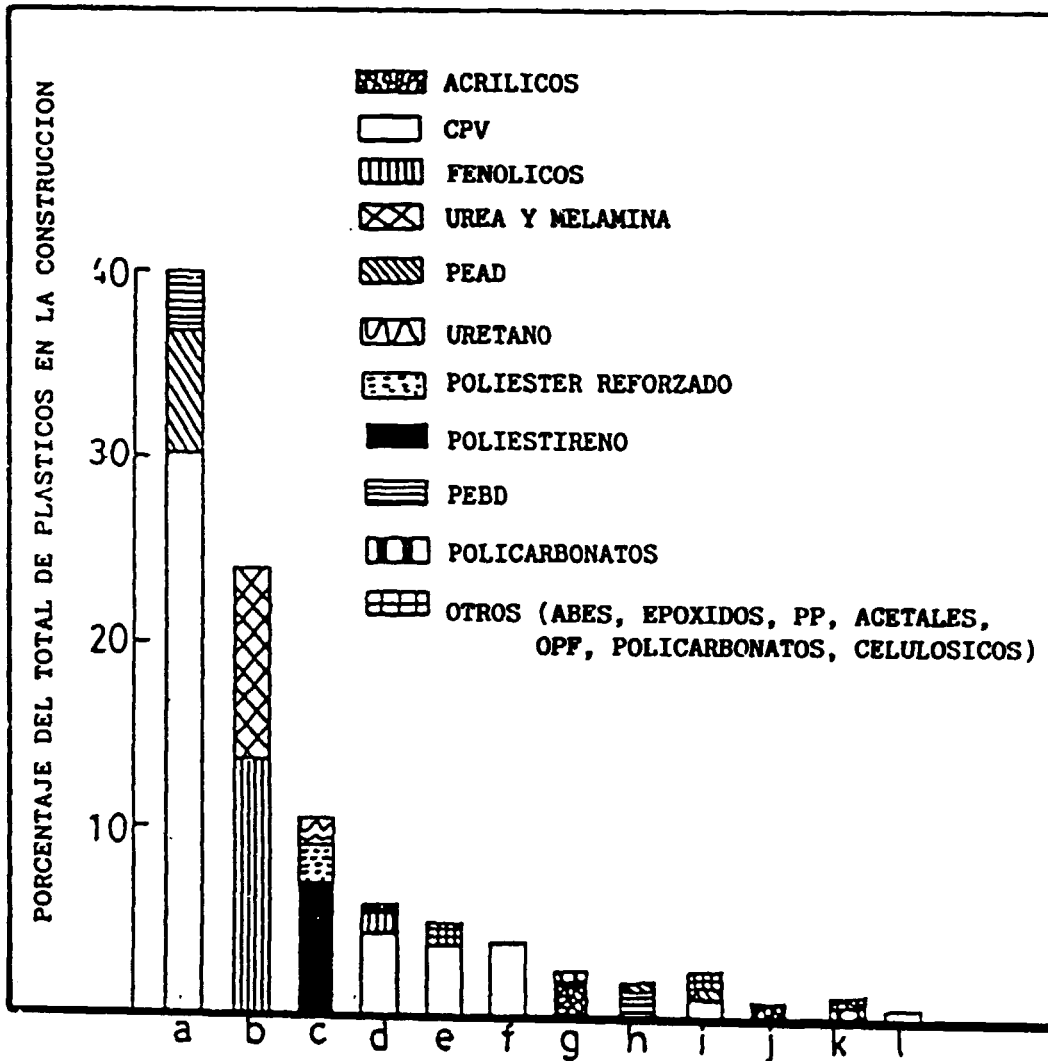
CUADRO 3.1(7)
CULTIVOS PROTEGIDOS: PANORAMA INTERNACIONAL

Países	Superficie (hectáreas)
Invernaderos	
Asia (sobre todo China y el Japón)	182.000
Europa occidental	61.000
África/Oriente Próximo	15.000
Túneles	
Europa	54.000
Sólo Italia y España	27.000
Egipto	8.800
Japón	55.000

En la actualidad en todo el mundo se reconocen en general las ventajas potenciales de los plasticultivos y se prevé que las actividades de desarrollo en marcha en las industrias y las instituciones de investigación desemboquen en un aumento de la demanda de plásticos. Es necesario prestar atención inmediatamente a las cuestiones ambientales, especialmente las de eliminación de desechos. Es inevitable que las mejoras tecnológicas del material utilizado para invernaderos, silos, avenamiento de tierras y embalaje de productos tengan un impacto considerable.

3.2. VIVIENDA Y ALOJAMIENTO

De los tres principales productos petroquímicos, este sector consume sobre todo plásticos. Uno de los principales consumidores de plástico, después únicamente del embalaje, es el sector de vivienda y alojamiento (Figura 3.1F). El consumo en este sector oscila entre el 13% y el 22% en los países en desarrollo (Cuadro 3.2(1)). Aproximadamente el 20% de la producción mundial total de plásticos constituye sólo el 2% (en valor) del total de los materiales de construcción. Algunas de las principales esferas de consumo de plásticos en la construcción son las tuberías y los complementos, las



- a. TUBERIAS, ACCESORIOS Y CANALIZACIONES
- c. AISLAMIENTO
- e. MATERIALES PARA SUELOS
- g. VIDRIOS Y CLARABOYAS
- i. FONTANERIA
- k. LAMINADOS DECORATIVOS

- b. TABLEROS ENCOLADOS CON RESINAS
- d. PANELES Y REVESTIMIENTOS
- f. EXTRUSION DE PERFILES
- h. BARRERAS DE VAPOR
- j. APARATOS DE ALUMBRADO
- l. REVESTIMIENTO DE PAREDES

FIGURA 3.2(1F)
DISTRIBUCION DE PLASTICOS EN LA CONSTRUCCION POR APLICACIONES

CUADRO 3.2(1)
CONSUMO DE PLASTICOS EN LA CONSTRUCCION
(1985)

(En millones de toneladas)

	Total consumo	Consumo en el sector de la construcción	
			%
Europa occidental	13,8	2,76	20
Japón	7,0	0,91	13
Estados Unidos	18,4	3,92	21
Canadá	1,2	0,26	22

canalizaciones, los tableros encolados con resinas sintéticas, el aislamiento, los paneles y revestimientos, el material para suelos, los perfiles extrusionados, la vidriería y las claraboyas, las barreras de vapor, la fontanería, los elementos de alumbrado, los laminados decorativos, los revestimientos de paredes, etc. (Figura 3.2(1F)). En el Cuadro 3.2(2) se indica la extensión del empleo de los diferentes productos de plástico con aplicación en la construcción y se da una idea comparada del consumo de productos de plástico en países desarrollados (Estados Unidos) y en desarrollo (India). Se dispone de una gran diversidad de materiales plásticos a escala mundial, pero sólo una docena, aproximadamente, tiene importancia desde el punto de vista de la industria de la construcción. Esos materiales se enumeran en el Cuadro 3.2(3). junto con las abreviaturas habituales.

El potencial demostrado de los polímeros en la sustitución de materiales convencionales es resultado de las notables propiedades que se enumeran a continuación:

- Alta relación resistencia/peso.
- Consumo reducido de energía.
- Alta resistencia a la corrosión.
- Facilidad de fabricación/producción en serie.
- Facilidad de colorear, configurar y dimensionar.
- Excelente aislamiento eléctrico y térmico.
- Facilidad de fabricación a la medida.
- Facilidad de mantenimiento.

La relación resistencia/peso de los plásticos es de 2 a 3 veces superior a la del acero y el aluminio y varias veces superior a la de otros materiales de construcción, como el ladrillo y el hormigón. Los metales utilizan de 2,5 a 7 veces más unidades de energía por volumen. Además, el volumen unitario de los plásticos sustituye en igual peso a entre 3 y 8 unidades de metales. El escaso peso de los polímeros es un factor clave en su competitividad de costos frente a otros materiales. En el Cuadro 3.2(4) se indican las propiedades de los plásticos en comparación con el material convencional, es decir, el metal utilizado para aplicaciones de construcción.

CUADRO 3.2(2)
CONSUMO DE PLASTICOS EN LA CONSTRUCCION EN LOS ESTADOS UNIDOS
EN COMPARACION CON LA INDIA, POR APLICACIONES

	Consumo (1983-1984)			
	Estados Unidos		India	
	miles de toneladas	%	miles de toneladas	%
Tuberías, tubos y canalizaciones	1.847	40	43	86,2
Tableros encolados con resinas sintéticas	1.028	25	-	-
Aislamiento	437	10	0,25	0,5
Paneles y revestimientos	259	6	0,53	1,1
Material para suelos	197	5	3,0	6
Extrusión de perfiles	132	4	0,39	0,8
Vidriería y claraboyas	98	2,5	0,12	0,24
Barreras de vapor	90	2,0	0,03	0,06
Fontanería	87	2,0	0,64	1,3
Aparatos de alumbrado	45	1,0	0,76	1,5
Laminados decorativos	35	0,8	-	-
Revestimientos de paredes	26	0,5	0,18	0,36

* Porcentaje del total de plásticos que se utilizan en la construcción de todo tipo

CUADRO 3.2(3)
PRINCIPALES PLASTICOS DE USO EN LA CONSTRUCCION

Nombre del plástico	Abreviatura
Poliétileno	PE
Cloruro de polivinilo	CPV
Polipropileno	PP
Poliestireno	PE
Metacrilato de metilo polimerizado	MAMP
Acetato de polivinilo	APV
Melaminaformaldehído	MF
Ureaformaldehído	UF
Fenolformaldehído	FF
Poliéster	PES
Epoxia	EP
Poliuretano	PU
Acrlonitrilo-butadieno-estireno	ABES
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	PRFV

CUADRO 3.2(4)
COMPARACION DE LAS PROPIEDADES DE LOS PLASTICOS Y EL METAL EMPLEADOS EN TUBERIAS

Número de serie	Características	Tuberías de plástico			Tuberías convencionales	
		PEBD	PEAD	CPV	MF/HG*	AC
1	Peso específico	0,91-0,93	0,94-0,96	1,35-1,45	7,2-7,8	2-2,8
2	Resistencia a la tracción en kg/cm ²	115-170	265-280	445-600	1.400-6.000	100-400
3	Coefficiente de Young 10, kg/cm	1,3-1,5	8,0-9,1	24-31	2.100	.
4	Conductividad térmica L Cal/m h. C	0,288	0,434	0,125	70	0,24
5	Coefficiente de expansión térmica - por C	16-18	12-16	5-6	1,0-1,2	.
6	Flexibilidad	Muy flexible, las tuberías se pueden enrollar	Menos flexible que PEBD	Relativamente rígido	Rígido	Rígido
7	Tamaños disponibles (mm)	12 a 140	10 a 400	16 a 315	50 a 315 MF* 60 a 100 HG*	50 a 315
8	Métodos frecuentes de acoplamiento	Insertión de juntas tipo y por compresión	Por compresión, de rosca y por soldadura de fusión	Soldadura con disolventes, rosca	Roscas en HG Plomo y cemento en MF	Cemento
9	Aplicación	Riego, distribución de agua, etc.	Distribución de agua, etc.	Distribución de agua, alcantarillado, tuberías para agua de lluvia, etc.	Distribución de agua HO para alcantarillado, etc.	Cañerías principales de agua, tuberías para agua de lluvia, alcantarillado, etc.
10	Esfuerzos de las bajas temperaturas	Buenas propiedades en bajas temperaturas, no afectadas por gran número de ciclos de descongelación	Igual que PEBD	Tendencia a fragilizarse a temperaturas bajas de estallido, posibles problemas de manipulación; los ciclos repetidos de congelación y descongelación reducen la presión de trabajo	Probabilidad de reventar a temperaturas bajo cero	Probabilidad de reventar a temperaturas bajo cero
11	Dependencia de trabajo	Si	Si	Si	Despreciable	Despreciable

* MF = hierro fundido
 HG = hierro galvanizado

Los materiales tradicionales de construcción, como madera, cemento y acero, suelen escasear y los métodos de construcción de prácticamente todos los materiales tradicionales se basan en el trabajo manual y en un gran volumen de agua para tratarlos, lo cual implica que el asentamiento lleve mucho tiempo. El aumento de la demanda de vivienda en todo el mundo ha obligado a todos a pensar en reducir los tiempos de construcción de edificios. La única forma posible de lograrlo es la prefabricación en fábricas y con materiales adecuados para la producción en serie.

3.2.1. APLICACIONES IMPORTANTES DE LOS PLASTICOS EN LA VIVIENDA Y LA CONSTRUCCION

En el Cuadro 3.2(5) se indican las aplicaciones generales de los plásticos en la vivienda y la construcción. En los países en desarrollo, las ventajas de la utilización de los plásticos en la vivienda y la construcción se reconocieron mucho después que en los países desarrollados. La pauta de consumo de los plásticos por aplicaciones se indica en el Cuadro 3.2(6) respecto de la India, como ejemplo de país en desarrollo.

La principal proporción, del 45% al 60%, de esta aplicación corresponde al CPV. Este material se utiliza sobre todo para tuberías, accesorios, canalizaciones, suelos, hilos y cables. Las tuberías de plástico se aplican sobre todo en el suministro de agua y los desagües. Las demás aplicaciones se hacen en sustitución de accesorios de cobre con sifones de CPV para urinarios automáticos y la sustitución total de los sistemas de descarga al cromo para urinarios. El empleo de tanques de plástico de almacenamiento de agua en alto ha sustituido en gran medida a los depósitos convencionales de RCC, AC y HG. Esos depósitos consumen sobre todo PEAD, PEBDL y PRFV. Los depósitos de PRFV son caros y se utilizan para aplicaciones concretas. Los depósitos de plástico son livianos, a prueba de goteos y de oxidación, higiénicos, irrompibles, fáciles de instalar y exentos de mantenimiento, etc. Esta aplicación se ha venido utilizando para sustituir las bacinillas de enfermos y las letrinas con desagües manuales.

El sistema de suministro de agua en los países en desarrollo es insuficiente, y en consecuencia existe un desequilibrio. A fin de alcanzar el objetivo de un suministro uniforme de este elemento esencial harán falta grandes cantidades de tuberías. Las necesidades de tuberías de plástico seguirán aumentando debido a su gran utilización en los sistemas de saneamiento, tanto en las zonas rurales como en las urbanas.

En los países en desarrollo están apareciendo otras esferas de aplicación para satisfacer las necesidades de materiales de construcción. Se trata de satisfacer la necesidad básica de vivienda del ser humano. Sólo en la India había en 1991 un déficit de 30,98 millones de casas, que aumentará a 35,90 millones para 1996, según dice el diario nacional Indian Express, edición de Baroda de 23 de mayo de 1993. Análogas situaciones existen en otros países en desarrollo, especialmente en los que tienen altas densidades de población, como China.

CUADRO 3.2(5)
APLICACIONES MUNDIALES DE LOS PLASTICOS EN LA CONSTRUCCION

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
<u>Excavación</u>	
Avenamiento de tierras	PEAD/UCPV/PP/NILON/TEJIDO
<u>Suelos</u>	
Capas hidrófugas y bases para suelos	Película de PE, alquitrán, polímeros
Membranas de capas hidrófugas para suelos de hormigón sólido	Compuesto de caucho/bitumen revestido con película de PE
Membranas endurecedoras	Película de PE
Aislamiento térmico	Espuma de poliuretano, espuma rígida de CPV
<u>Estructuras de contención</u>	
Cojinetes de soporte de baja fricción para puentes y tuberías	PTFE
<u>Elementos primarios y accesorios</u>	
Estructuras apoyadas en el aire	Película de PE o tejido revestido de CPV
Juntas estructuras y llaves de agua	CPV plastificado: extrusionado, CPV rígido, CPV en espuma y PU
Cuñas de mampostería	Nilón, PE o PP
Atornilladores automáticos para fijar planchas y paneles	PE, CPV
Azulejos de alicatado	Espuma de poliuretano, virutas de mármol y MAMP
Estructuras soportadas por marcos	Tejidos revestidos de CPV
<u>Paredes externas</u>	
Paneles de relleno de muros de cierre	UP, espuma nucleada rígida de uretano, espuma de UCPV
Paredes para acopio de energía solar	Planchas acrílicas exolíticas de doble cribado
Muros de coronación	UCPV
Dispositivos para dar sombra	Plásticos reforzados con fibra de vidrio y revestidos de vinilo

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
<u>Divisiones de paredes internas</u>	
Paneles interiores y exteriores	CPV, espuma de UCPV, CPV revestido de acero, UCPV, núcleo de espuma de uretano, opaco o en planchas transparentes
Paneles interiores configurados	CPV y acrílicos
Extrusiones translúcidas entrelazadas	UCPV
Tablas de cierre acústico	Espuma de poliuretano
Paneles de construcción	CPV, CPV y acero, hormigón reforzado, espuma de poliuretano, planchas de plástico reforzado con fibra de vidrio, CPV laminado con rejillas alveolares
Juntas de paneles	UCPV, obturadores de silicona
Tabiques	Paneles revestidos de UCPV, revestidos de Melinex/UCPV, plásticos laminados
Tabiques fincs	Espuma
<u>Suelos</u>	
Moldes	PP
<u>Tejados</u>	
Planchas de techumbre	Acero revestido de CPV plastificado Acero revestido de plásticos laminados a espuma de uretano, aluminio pintado laminado a isocinatos, fibra de vidrio tejida laminada a poliéster termoplástico, espuma de uretano laminada a diversas planchas rígidas impermeables
Sistema multipaneles	Poliuretano y acero
Techos de bohardillas	Plásticos reforzados
Refuerzos de techumbre	CPV, CPV/lana mineral, PE/espuma, PE, acetato etilénico de vinilo, malla de nilón, tablero de espuma de poliuretano, espuma fenólica

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
Aislamientos y pisos del techo	Tableros de espuma de poliuretano, rociados, espuma rígida de poliuretano, UCPV, espuma, película metalizada, uretano
Unidades combinadas de bandas/canalones	UCPV
Bloques de relleno de aleros	Espuma flexible de uretano, PE, espuma de PE, espuma de CPV
Sistema de viseras secas	UCPV
Vierteaguas, tapas y cubiertas para fijar pernos	PE y PP
Apoyo de redes para aislamientos técnicos bajo techumbres	PE y PP
Techumbres para parques zoológicos	PC
 <u>Accesorios, para puertas, ventanas, etc.</u>	
Bisagras	Acetato/nilón (con muelle)
Bisagras moldeadas integralmente	PP
Guarniciones de puertas	Nilón, acrílico, PP
Accesorios para puertas correderas	Nilón, UCPV
Anclajes y fallebas de ventanas	Nilón acetálico
Burletes para puertas/ventanas	UCPV, UCPV/CPV flexible
Bastidores auxiliares de ventanas y puertas y cierres de oquedades	UCPV, espuma de UCPV
Tacos para sostener bastidores	PE
Banda dentada para puertas/ventanas	PP
Cojinetes a bolas para puertas de garajes	Nilón
Cierres de puertas	Acetálico
Aldabas automáticas de puertas exteriores	Acetálico y nilón

CUADRO 3.2(5) continuación

APLICACION	MATERIAL
Obturadores estructurales	CPV y PV en espuma, obturadores de silicona para edificios
Tapaderas y manillas de alzacristales	PE
Película de atenuación solar	Película de poliéster, poliéster estabilizado UV revestido con sustancias antirreflectantes
<u>Aperturas externas, ventanas</u>	
Bastidores de ventana	Aluminio revestido de CPV plastificado, acero, barras templadas para vidriería de UCPV, plásticos, acero revestido
Vidrios	Plancha acrílica
Vidrios de seguridad	Vidrio-PC laminado con espuma de uretano, rejas para ventajitas
Paneles para ojos de buey	Acrílico
Laminados antibalas	PC fundidos con capas intermedias patentadas
Sistemas de dobles ventanas	Canales extrusionados de UCPV, canal flexible de CPV, vidrios de CPV de doble forro, película de poliéster con accesorios de nilón, espuma de PE
Ventanas apersianadas	Diversos plásticos
Persianas ciegas verticales	CPV
Vidriería provisional	Película de PE
Bastidores auxiliares de ventanas y anclajes impermeables	UCPV
<u>Aperturas internas, puertas</u>	
Puertas convencionales	Puertas celulares o macizas con superficies de plásticos laminados, UCPV revestido con el marco
Puertas correderas	Paneles de acrílico
Decorativas	Acrílico
Arquitrabes	UCPV, UCPV de espuma
Puertas plegables completas	CPV plastificado con aislamiento, UCPV

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
Puertas flexibles	CPV
Puertas y persianas de tambor	UCPV
Revestidas de metal y CPV	CPV
Bastidores auxiliares e impermeabilizantes de puertas	UCPV, UCPV de espuma
<u>Balaustradas</u>	
Pasamanos	Acrílicos, UCPV, CPV sobre acero
Coronamientos de pasamanos	CPV plastificado extrusionado
Railes de barandillas	Tubos enmangados en caliente-CPV
<u>Techos colgantes</u>	
Translúcidos para iluminación	Tipo modular, lámina de UCPV, película plástica de CPV
Opacos	Pan de UCPV, núcleo de poliuretano
Decorativos	UCPV, espuma de UCPV
Bastidores de plástico	UCPV
<u>Aperturas en techos, luces centrales</u>	
Luces de techos	Acrílico, CPV, laminado de cable de CPV
Plancha ondulada	UCPV, laminado de cable de UCPV
Techumbre de doble capa	Extrusiones entrelazadas translúcidas de UCPV
Tejas	Laminado de cable de CPV
Cubiertas de bovedas cañón	Acrílico o UCPV
Barras patentadas de vidriería	UCPV
Claraboyas	PC, burbujas de aire capturadas
<u>Acabados de muros externos</u>	
Paneles arquitectónicos de revestimiento	Acrílico, vinílico, espuma de UCPV
Revestimientos de muros o "shaiplap"	UCPV extrusionado, espuma de UCPB, aluminio de superficie rígida o de superficie de acero/CPV
Revestimientos protectivos (rociado o brocha)	Vinilo basado en solventes, vinilo con base de agua

CUADRO 3.2(5) continuación

APLICACION	MATERIAL
Acabado a paleta ligado con resina	Poliuretano/agregado
<u>Acabados de paredes internas</u>	
Revestimientos de muros para túneles, criptas, etc.	UCPV
Revestimiento lavables de paredes	Textiles revestidos de vinilo, papeles revestidos de vinilo, película de poliéster, laminados metalizados de película/algodón, cartón laminizado
Azulejos y alicatado	Vinilo, espuma de UCPV
Revestimientos protegidos rociados, tuberías de grandes diámetros y rectangulares para revestir columnas durante el vertido de hormigón	Vinilo basado en solventes UCPV
Azulejos acústicos	Vinilo, UCPV
Obturadores de pared	CPV, cierres de silicona para la construcción, cierres de PE
Revestimientos aislados de paredes	Espuma de poliuretano, laminados, espuma de UCPV
Paneles de aislamiento	EPS/PP
Aislamiento	PU, espuma de poliisocinato
<u>Acabados de suelos</u>	
Azulejos y pisos continuos	Vinilo, base de CPV de espuma con superficie de borra de nilón, alfombras de fieltro de agujas de PP y azulejos, alfombras y azulejos de PP, alfombras de PP, azulejos de nilón/Terylene
Revestimientos de suelos sin costura	Vinilo, revestimiento de vinilo, poliuretano
Laca de madera y cierre de hormigón	Resina de poliuretano
Zócalos, comprendida la combinación de zócalos/cableado eléctrico	UCPV, UCPV configurado, CPV plastificado
Aislamientos semibombeados y contra sonido de impactos, anclajes aislados de tabiques	Compuestos de espuma de plásticos y madera/fibra, espuma de PE

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
Cribas en seco	Espuma de PE, espuma de poliuretano
Bases para alfombras	CPV en espuma
Acabado monolítico de suelos	Hormigón de uretano
Rodaduras y saledizos	CPV plastificado
<u>Acabados de techos</u>	
Tejas y revestimientos de techos	Laminado de cartón-yeso de CPV, espuma de CPV/cartón-yeso de poliuretano, vinilos
Dovelas (cableados eléctricos)	UCPV
<u>Acabados de techos</u>	
Chapas para techos	Laminado de CPV/asbestos, polímero de alquitrán bituminoso
Planchas de acero ondulado	Revestidas de CPV plastificado, laminadas a espuma de uretano
Plancha de aluminio ondulado	Pintada y laminada a espuma de uretano
Planchas de plástico ondulado	Laminado de cable de UCPV, UCPV
Arandelas, tapas y cubiertas para anclar pernos	PE y CPV
Aperturas de ventilación	UCPV y PRV, PP, UCPV
Sistema de viseras secas y acabado del techo	UCPV, poliuretano de aislamiento, rociado de espuma de poliuretano, espuma de CPV
Guardaaguas	CPV
Postizos de montaje para losas de pavimento de techos	PE
Revestimientos protectores (rociado o brocha)	Vinilo con base de agua, PU
Unidades prefabricadas de fontanería	Poliuretano
Eliminación de desechos	
Conductos y desaques	UCPV
Sacos para desechos	
Recipientes para desechos	PE

CUADRO 3.2(5) continuación

APLICACION	MATERIAL
<u>Avenamiento</u>	
Sistemas para suelos	PEAD, UCPV
Sistemas de distribución del agua	PEAD, PP y UCPV
Sifones transparentes de avenamiento	TPX
Abrazaderas para tubos, anillos de obturadores, arandelas de junta, protectores de condensadores, terminales de ventilación, etc.	Diversos
Desagües subterráneos	PEAD, UCPV, PP, tejido de PP/nilón para desagües subterráneos
Anclajes para tuberías de desagüe de alquitrán/fibras y de arcilla	PP
Anclajes y tuberías para alcantarillado	UCPV, UCPV (anclajes solamente), PE, PP/ABES
Conductos ondulados	CPV, PE, PP y nilón
Tuberías moldeadas de madera	Nilón reforzado a CPV
Sifones en carretera	PP
Obturadores de expansión de desagües	Nilón acetálico
Equipo de desobstrucción	PE
Rejillas de sumideros	PP
Sistemas de captación de agua de lluvia	UCPV, PP, PEAD
Desagües de techos y balcones	UCPV y PRV<PP y PE
Cubiertas de ventanas exteriores	Butirato de terita
Unidades combinadas de bandas/canalones	UCPV
Compactado en instalaciones de tratamiento de efluentes	UCPV
Obturadores de tuberías moldeadas	Nilón, acetálico de celulosa, CPV, UCPV, PP, PEED

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
<u>Agua fría y caliente</u>	
Tuberías principales de agua y anclajes	UCPV, PE, PP
Tuberías del servicio de agua	UCPV, PE, PP
Protección para tuberías subterráneas	Película de PE
Cisternas para la captación de agua fría	PE, PP, UCPV
Revestimientos para cisternas de captación de agua fría	PE
Desagües	UCPV, PE, PP
Válvulas esféricas	Acetálico o nilón
Válvulas	PP, copolímero acetálico, nilón reforzado
Flotadores esféricos	PP, PE, espuma de PE
Tubos silenciadores	PE
Cojinetes de grifos o cojinetes de desagüe	Acetálico, latón, crucetas de acrílico
Anclajes de duchas; rosetas para válvulas mezcladoras y accesorios	Acetálico
Abrazaderas para tubos	Diversos materiales plásticos
Placas para células	PE
Cinta de sellado de roscas de tubos	Politetrafluoroetileno no sinterizado
Cables para juntas (cables de empalme) para roscas de cierre y bridas de tubo	
Depósitos de almacenamiento de agua caliente con aislamiento	Espuma rígida de uretano
Aislamiento de tuberías	Espuma rígida de uretano cubierta de CPV, espuma repartida de poliuretano, secciones de tubería
Baños de fontaneros	PE
Bombas	Poliéster termoplástico

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
<u>Gas combustible por aire comprimido, gases médicos al vacío, etc.</u>	
Tuberías	PE, PP, UCPV, CPV plastificado revestido de cobre y acero
Anclajes y válvulas	UCPV, PE, PP
Equipo de control	Acetálico
Regulador	Acetálico
Volantes de mano y discos	PE, PP
<u>Refrigeración</u>	
Secciones de pared y paneles de pared rellenos de espuma	Superficie de PVC
Forros de pared	UCPV, acero revestido de CPV
Aislamiento	Espuma de poliuretano, espuma de PE
Frigoríficos	Estructuras aisladas con espuma rígida de uretano, espuma de CPV
<u>Calefacción de talleres</u>	
Tanques de expansión para sistemas de agua caliente	PP
Tuberías para calentamiento de losas	Polibutileno
Tuberías para sistemas de agua caliente	Aislamiento con CPV plastificado
Sistemas de calefacción de células	Elementos de materiales de plástico conductivos en forma de planchas, encapsulados en vainas aislantes de humedad, película resistente de poliéster
Moldeado para sistema de calefacción	EPS
Conductos de aire caliente	Metálicos revestidos de espuma rígida de uretano
Panales colectores de energía solar	Superficie de policarbonato, polímeros, planchas negras de PP impregnadas de carbono, ERC
Aislamiento	Espuma de poliisocinato laminada con CPV

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
Canales absorbentes laterales	Polisulfona negra, policarbonatos rellenos de vidrio
<u>Ventilación y aire acondicionado</u>	
Conductos	PP o UCPV moldeados por insuflación, PE
Abanicos de extracción	Acetálico, UCPV/PP
Rejerías de persiana	UCPV/PP, acrílico
Malla para rejas, etc.	UCPV expandido o perforado
Persianas y ladrillos huecos de ventilación	UCPV, PP o aluminio
Conexiones flexibles entre conductos	CPV
Tuberías y conductos	Aislamiento con espuma rígida de uretano, amortiguadores de vibración APV
Cubiertas de placas de ventilador	Mica/PP
Sistemas de conductos, comprendidos los giratorios	UCPV, PP
Conductos de cableado	Polibutileno
Paletas de ventiladores de mesa	Copolímeros por injerto
Moldeo intrincado	Tereftalato de polibutileno
Revestimiento para cables de ventilación a presión	Fluoropolímeros
Cables aislados	Poliétileno o CPV plastificado
Bandejas de cables	UCPV
Cables	Película de poliamida y copolímero de AVE
Interruptores, tomas, enchufes, etc.	Ureaformaldehído o acetálico
Aislamiento de cableado	Teflón o polisulfonas
Abrazaderas de cables	PP, PE, nilón, UCPV
Revestimientos de cable	Poliuretano basado en polielitileno
Cajas de revólver	UCPV
Fijaciones de cables	PP, PE, nilón, CPV

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
Enchufes de lámparas	TPE/TPB
Conductos eléctricos con protectores de cables	Vinilo flexible
<u>Alumbrado</u>	
Montajes de luces	Acrílico y vinilo
<u>Dispositivos de circulación</u>	
Cubiertas de teléfonos acústicos	Acrílico
Señales, letreros, etc.	Acrílico o UCPV
Placas para buzones	Nilón
Espejos livianos	Película metalizada de poliéster
Carriles de vagonetas	UCPV
Railes y accesorios de cortinas	Nilón y acetálico, UCPV (sólo railes), acero revestido de CPV
Poleas de cortinas	Nilón
Persianas venecianas	UCPV
Mecanismos para persianas venecianas	Nilón, acetálico, PP, PE
Persianas cilíndricas	UCPV
Postigos de cilindro	Tejidos revestidos
Tablones con listones y esteras de seguridad	CPV
<u>Mobiliario general de vivienda</u>	
Superficies de trabajo, lados y superficies de bancos	Diversos materiales
Campanas extractoras	UCPV o PP
Paneles de armarios	Espuma de poliuretano
Estanterías	Espuma de poliuretano
Soportes de repisas	Nilón, UCPV
Bisagras y accesorios para puertas	
Asientos para estadios	UCPV
Cajones	UCPV
<u>Muebles y enseres de cocina</u>	
Lavaderos, unidades de lavar	Acrílico, acrílico reforzado con minerales

CUADRO 3.2(5) continuación

APLICACION	MATERIAL
Superficies de trabajo	Diversos materiales
Ventiladores de extracción	Acetálico
Campanas	UCPV o PP
Utensilios de cocina	PP mezclado con espuma
Grifos mixtos de cocina	Acetálico, acrílico
Tubos para visualizar lavaplatos	Copolímero de metalcristato de metilestireno
<u>Mobiliario y accesorios sanitarios</u>	
Bañera (y paneles)	Acrílico
Unidad completa de cuartos de baño	
Lavabos (únicos o múltiples) repisas para cosméticos	Acrílico reforzado con fibra de poliéster
Repisas para duchas	Acrílico
Gabinetes para ducha	Acrílico
Cubículos prefabricados para inodoros, duchas y vestuarios	Laminados de plástico, UCPV
Encaje para la cisterna del WC	PE, acrílico, PP, urea-formaldehído
Asientos de inodoro guateados	Espumas plásticas
Conjuntos de sifón para WC	PE, PP
Asientos para baños	CPV
Conectores de cubetas de WC	AVE, PP, CPV
Tuberías para depósitos de agua de WC y obturadores de conectores y guarniciones para efluentes para bañeras y lavabos	CPV
Tiradores de depósito de descarga	PE, PP
Armaritos de cuarto de baño	PE
Bañeras	PP, acrílico
Accesorios de cuarto de baño (toalleros, tendederos de baño)	Acrílico
Cestos para desechos	ABES

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
<u>Accesorios de limpieza</u>	
Lavabos para laboratorios y cámaras oscuras	CPV, PP o PE
<u>Muebles</u>	
Sillas y taburetes	CPV, PP, TPB, PRFV
Sillas, sofás, mesas, etc.	Acrílico
Asientos para sillas	Revestimientos de nilón, hilados de nilón 6
Materiales de tapicería	Vinilo CPV
Accesorios para tuberías	TPE reciclado o virgen, revestimiento de poliuretano de nilón, espuma de poliéster, espuma de PE
Rellenos para muebles	Acetálico
<u>Elementos primarios de solares</u>	
Railes y postes para vallas	UCPV
Puertas	UCPV
Vallas	Malla de alambre y eslabones de cadenas revestidos de CPV plastificado, malla de PE
Coronaciones muros	UCPV
Remaches para montar vallas	PE, PP, nilón
Accesorios para caminos	PE, UCPV
Refuerzos para sembrados de hierba y contención de suelos	PP, PE, malla o tejido
Superficies de recreo durante todo el año	PU
Rejillas	Plásticos reforzados con fibra de vidrio
Laterales de piscinas	Espuma estructural de poliestireno
<u>Unidades estructurales: plásticas</u>	
Paredes no maestras	Diversos laminados de espuma rígida

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
<u>Sección: plásticos</u>	
Campanas de extracción de aire y de polvo	UCPV, PP, CPV plastificado
Railes de vallas, coronaciones de muros	UCPV
Entibado de tuberías en el suelo	UCPV
Extrusiones generales como equilibrado de paneles	UCPV, UCPV en espuma
Rodapiés	CPV en espuma
Cintas obturadoras de espuma	CPV en espuma o PU
<u>Tubos, tuberías: plásticos</u>	
Tuberías metálicas	Revestidas de CPV
Conectores y guarniciones para tuberías de fibra de alquitrán	PP
Tuberías y guarniciones	PP, PE, UCPV
Accesorios para tuberías	Fluoropolímeros
<u>Malla de alambre: plásticos</u>	
Malla de plásticos	PE, PP
Vallas	Malla de alambre y eslabones de cadena revestidos de CPV plastificado, malla de PE
Espaciadores para barras de refuerzo	PE, PP
Alambres y cuerdas	PP
<u>Acolchados celulares: plásticos</u>	
Espuma	Espuma de PE, UCPV, bloque de planchas de espuma de poliuretano plastificado de CPV y secciones de tuberías. Espuma rígida de uretano
Espuma <u>in situ</u>	UP, espuma rociada de uretano rígido
Paneles, tabiques, etc. de relleno, aislamiento de tuberías	Diversos núcleos y superficies Uretano rígido, espuma de PE
<u>Chapas películas: plásticas</u>	
Chapas, películas	PE y CPV
Película, adhesivo por contacto	PE

CUADRO 3.2(5) continuación

APLICACION	MATERIAL
Fibra de madera: película acabada	CPV
Membrana permeable al agua	Tejido de nilón de PP
<u>Planchas de superposición: metal y plástico</u>	
Planchas de metal ondulado	Revestidas de CPV, laminadas a espuma de uretano
Planchas onduladas de plástico	UCPV
<u>Planchas rígidas</u>	
Cartón-yeso revestido	Revestido de CPV plastificado, revestido de melamina
Planchas de plástico	Acrílico, carbón extrusionado de perfil PP, UCPV o laminado de alambre de UCPV
Laminados y paneles para revestimiento de paredes, relleno de tabiques, paneles, aislamiento, decoración para suelos, superficies de trabajo	Planchas de plásticos reforzados con fibra de vidrio, película de poliéster reforzado con vidrio. Plásticos celulares, uretano RIM
<u>Azulejos: plásticos</u>	
Azulejos para paredes y techos	Vinilo
<u>Planchas flexibles: plásticas</u>	
Azulejos para suelos y suelos continuos	Vinilo
<u>Papeles y tejidos: plásticos</u>	
Acabados internos de paredes	UCPV, papeles y textiles revestidos de vinilo
Membranas permeables al agua	Tejido de nilón PP
<u>Revestimientos delgados: plásticos</u>	
Pinturas de revestimiento de superficies	Lacas de poliuretano
<u>Cierres: plásticos</u>	
Ooturadores de mampostería	Nilón, CPV, PE o PP
Anclajes de muros	PP
Carpintería metálica arquitectónica	Nilón y acetálico

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
Remaches	Nilón, PP, PE, CPV
Anclas y pernos de rocas inyectados de resina	Poliéster fenólico
Tuercas, pernos, etc.	CPV, PP
Arandelas para fijar pernos	Nilón
<u>Diseño, planificación física</u>	
Película para delineantes	Poliéster basado en película (puede suministrarse diazosensibilizado)
Película para dibujar y película negativa	Película con base de poliéster
Instrumentos para estudio de delineantes	Acrílico y CPV
Símbolos de planificación	Acrílico
<u>Protección</u>	
Película para protección contra el mal tiempo durante la construcción de estructuras y almacenes; embalaje, revestimientos de hormigón; control de curado de hormigón; refugios de aire o de burbujas, vidriería provisional	PE, AVE y CPV
Cascos de seguridad	PP
Lonas embreadas	Revestidas de CPV, poliuretano (con ojales)
Refugios o almacenes provisionales	Plancha de CPV sobre bastidor de metal, PE sobre bastidor
Película para protección contra la radiación solar	Poliéster
<u>Obras provisionales</u>	
Forros de cierres de hormigón armado para producir efectos decorativos	Vinilo, espuma de PE
Cierres en columnas	Tuberías de UCPV de gran diámetro, tuberías cuadradas o rectangulares de UCPV
Trabajos de reparación y mantenimiento, suelos	PP

CUADRO 3.2(5) continuación

<u>APLICACION</u>	<u>MATERIAL</u>
Vías provisionales de acceso	PP, tejido de nilón
<u>Almacenamiento</u>	
Contenedores a granel, tanques de almacenamiento	PE, PP y CPV
<u>Aislamiento contra las vibraciones</u>	
Suelos de aislamiento contra impactos	Espuma de PE, espuma de CPV, espuma de poliuretano
<u>Aislamiento antisonoro</u>	
Obturación acústica de paneles	Espuma de CPV y astillas de espuma de CPV, espuma de poliuretano
<u>Aislamiento térmico</u>	
Conductos de cableado	Espuma de fibra de vidrio, productos de fibra, productos asfálticos, tableros de yeso para tabiques

CUADRO 3.2(6)
PAUTA DE CONSUMO POR APLICACIONES DE PLASTICOS EN
VIVIENDAS EN PAISES EN DESARROLLO

	Componentes	Materiales	Pauta de consumo % de participación
1	Hilos y cables	CPV PEBD	28,79 4,96
2	Accesorios eléctricos	Fenólicos/PP	0,670
3	Asientos de inodoros	PP, HIPS	0,223
4	Impermeabilización	PEBD	0,074
5	Planchas para techumbre	PRFV	0,119
6	Diversos perfiles como balaustradas, mampirlanes, juntas de expansión, etc.	CPV	0,377
7	Tuberías y conductos	CPV	49,64
8	Elementos sanitarios como: a) Cisternas de descarga de agua b) Cubetas de inodoros c) Piezas para fontanería	PP/HIPS CPV CPV	0,29 0,347 0,248
9	Depósito de agua en alto	PEBD	0,745
10	Azulejos y zócalos para suelos	CPV	2,929
11	Papel de pared	CPV	0,178
12	Tabiques	CPV	0,943
13	Cielos rasos y paneles de paredes termoformados	HIPS	0,034
14	Película para aislamiento térmico	Poliéster	0,049
15	Aislamiento acústico y térmico	Espuma de PE y PU	0,173
16	Otros		0,248

Los plásticos han venido encontrando un uso en el suministro de viviendas más baratas. Su popularidad está aumentando para el uso de paneles compuestos con espuma de PE/PU para puertas y tabiques, perfiles extruidos de CPV para ventanas, plásticos reforzados con fibra y planchas de CPV con óxido de hierro para techumbres, moldes de acrílico/policarbonato y aislamiento de perfiles, azulejos y planchas de CPV para pisos y zócalos, papel de pared y coberturas y productos hechos de CPV y materiales termoestables para aplicaciones eléctricas.

Hace falta prestar más atención a la selección de materiales/formulaciones idóneos, a fin de lograr rendimientos satisfactorios y una gran durabilidad

de los productos plásticos para las aplicaciones de vivienda. Ello tiene importancia sobre todo porque las condiciones climáticas son diferentes según las regiones.

A los efectos de estimar la demanda de plásticos en la vivienda, las aplicaciones de los plásticos podrían agruparse en tres categorías según su crecimiento previsto. El primer grupo consiste en aplicaciones de plásticos exclusivamente. En este caso la demanda sería proporcional al crecimiento de la industria de la construcción. Esas aplicaciones son cables y accesorios, accesorios eléctricos y asientos de inodoros. El segundo grupo de aplicaciones está formado por las que se pueden o no utilizar como materiales de construcción. La tasa de crecimiento de esas aplicaciones puede ser superior a la de la industria de la construcción. Esas aplicaciones son impermeabilizado, planchas de techumbre, tuberías y conducciones, elementos sanitarios, tanques de almacenamiento de agua en alto, azulejos para suelos y zócalos, papeles y coberturas de paredes, espuma para aislamiento térmico y acústico, películas de poliéster, etc. El tercer grupo de aplicaciones son las populares en países desarrollados pero no en países en desarrollo hasta ahora. Se trata, por ejemplo, de perfiles especiales para ventanas y cierres rodantes para puertas, etc., sistemas de aperturas para eliminación de desechos y planchas onduladas opacas para techumbres.

La pauta de consumo y la proyección de la demanda de plásticos en la vivienda para países en desarrollo se han calculado sobre la base del promedio de la pauta del consumo de plásticos en esos países (Cuadro 3.2(7)). En comparación con los países desarrollados la tasa compuesta de crecimiento anual para los países en desarrollo será casi del doble en el período de 1995 al año 2000.

Cuadro 3.2(7)
PAUTA DE CONSUMO DE PLASTICOS PARA VIVIENDA
EN PAISES EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Región	1992-1993	1995	2000	TCCA ¹ , % 1995-2000
Asia meridional y sudoriental	1.448	2.628	6.535	20%
Africa y Oriente Medio	476	777	1.774	18%
Economías europeas de planificación centralizada	960	1.742	4.332	20%
América Latina	645	1.134	2.700	19%
Otros países en desarrollo	260	473	1.170	20%

¹Tasa compuesta de crecimiento anual.

* El renglón de vivienda comprende el material para construcción, transmisión de energía, telecomunicaciones y suministro de agua potable.

Fuente: Compilado de diferentes fuentes.

3.3. PRENDAS DE VESTIR Y CALZADO

3.3.1. PRENDAS DE VESTIR

La necesidad humana básica de prendas de vestir se satisface mediante fibras en el sector textil. Las fibras naturales siguen siendo las predominantes en este sector; sin embargo, su proporción disminuyó con la captura del mercado mundial por las fibras sintéticas a principios del decenio de 1950. Las fibras petrosintéticas (por ejemplo, poliéster, nilón, fibras acrílicas, etc.) ya desempeñan un papel importante en la satisfacción de las necesidades cada vez mayores de prendas de vestir. Ello se debe a que es poco probable que las fibras naturales, el algodón, la lana, etc. muestren un crecimiento considerable en el futuro. Sería un grave problema satisfacer las futuras necesidades de vestir de una población mundial en crecimiento. Las fibras sintéticas procedentes de sustancias petroquímicas pueden ayudar a hacer frente a ese problema con eficacia y eficiencia, en especial cuando los productos sintéticos brindan unas posibilidades superiores al algodón y la lana.

En el mundo existen varios grandes productores de algodón. Ello no les ha impedido producir fibras/hilados sintéticos para satisfacer las necesidades locales. En el Cuadro 3.3(1) figura la participación correspondiente a las fibras naturales y sintéticas en los principales países productores de algodón.

CUADRO 3.3(1)
PARTICIPACION DE LAS FIBRAS NATURALES Y SINTETICAS EN LOS
PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE ALGODON

(En miles de toneladas)

Producción	China	Estados Unidos	CEI (Ex URSS)	India
Algodón 1990/1991	4.470	3.400	2.834	2.074
Fibras sintéticas (1990)	1.309	3.430	914	433
Productos de celulosa (1990)	203	229	561	217

Gracias a la producción de grandes cantidades de fibras sintéticas China ha logrado alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Liberar superficie del cultivo de algodón para otros cultivos.
- b) Producir textiles para el mercado de exportación, tanto de algodón como sintéticos.
- c) Ofrecer tejidos a su población local con mejor aspecto, fáciles de cuidar y más duraderos.

Análoga tendencia se está siguiendo en otros países en desarrollo como la India. En el Cuadro 3.3(2) se indica el consumo per cápita de fibras sintéticas en varios países en desarrollo a principios del decenio

CUADRO 3.3(2)
COMPARACION DEL CONSUMO DE FIBRAS SINTETICAS
EN PAISES EN DESARROLLO

País	Fibras sintéticas: producción en miles de metros en 1984	Población en millones 1983	Consumo per cápita (kg)
China	701	1.019	0,69
Indonesia	149	155	0,96
Filipinas	53	52	1,02
Tailandia	89	49	1,81
Brasil	216	130	1,67
Corea del Sur	746	40	18,65
India	153	733	0,21
México	285	75	3,80
Egipto	19	45,2	0,42
Pakistán	17,5	89	0,196

de 1980. Existía la sensación de que el aumento del consumo de fibras/hilados sintéticos afectaría negativamente a los medios de vida del sector más débil de la sociedad que depende de la economía relacionada con el algodón. Ahora se reconoce que esa tecnología moderna ha creado una situación en la cual los métodos tradicionales de fabricación de tejidos tendrán que adaptarse a las nuevas condiciones socioeconómicas. Hasta el decenio de 1960 las fibras naturales eran el único material para las prendas de vestir en los países en desarrollo. Con el aumento de las fibras sintéticas, la participación del algodón se redujo a aproximadamente el 70% en 1985. Sin embargo, la tendencia indica el predominio de las fibras naturales sobre las sintéticas, con el algodón siempre en primer lugar. Las otras fibras no sintéticas como las celulósicas, la lana y la seda tendrán una participación marginal.

Las propiedades que favorecen el uso de fibras sintéticas en todos los tipos de condiciones climáticas han mejorado la aceptabilidad en todos los países en desarrollo. En los Cuadros 3.3(3) y 3.3(4) se da una visión comparada de las propiedades de las fibras naturales y las sintéticas.

El poliéster da la misma sensación que la seda o la lana, el nilón se parece más al algodón y el acrílico a la lana. Los aspectos destacados de las fibras acrílicas se resumen infra:

- Tacto extraordinariamente suave y aspecto sedoso.
- Colores brillantes.
- Calidez de los productos de hilado muy denso que incorporan fibra encogible.
- Escaso encogimiento al lavado.
- Buena recuperación contra las arrugas.
- Escasa formación de borra.
- Pliegues duraderos.

CUADRO 3.3(3)
COMPARACION DE PROPIEDADES DE FIBRAS PARA SU USO EN TEXTILES

Propiedades	Nilón	Poliéster	Algodón	Viscosa	Seda
Duración (algodón=1)	3,0	3,5	1,0	0,3	1,0
Absorción de humedad*	4,0%	0,4%	8,5%	14,0%	8,0%
Brillantez del estampado:					
Inicial	Muy brillante	Muy brillante	No muy brillante	Brillante	Muy brillante
Exposición a la luz natural	Se reduce	No se reduce	Se reduce mucho	Se reduce mucho	Se reduce lentamente
Efecto del jabón	Se reduce	No se reduce	Se reduce mucho	Se reduce mucho	Se reduce
Resistencia a la abrasión	Excelente	Muy buena	Escasa	Muy escasa	Escasa
Apresto	Bueno	Muy bueno	Mediano	Mediano	Bueno
Resistencia a las arrugas	Buena	Muy buena	Muy escasa	Escasa	Muy escasa
Recuperación del arrugado	Buena	Excelente	Escasa	Escasa	Escasa
Aparición de electricidad estática*	Moderada	Alta	-	-	Escasa
Comodidad/sensación*	Mediana	Escasa	Excelente	Buena	Muy buena

*La desventaja se supera mediante la texturización/ondulado y la aplicación de acabados durante la elaboración del tejido.

CUADRO 3.3(4)
PROPIEDADES COMPARADAS DE FIBRAS

Muestra representativa	Algodón	Viscosa	Nilón	Poliéster
Tenacidad	3,5	2,1	5,0	5,0
Coefficiente de elasticidad	55	65	24	100
Extensión	7,3	21	20	20
Densidad	1,52	1,52	1,14	1,38
Recuperación de humedad	8,5	11	4,2	0,4
Relación humedad-sequedad	110	50	90	100
Indice de refracción	1,557	1,534	1,550	1,630
Imbibición de agua				
Porcentaje relativo	45	100	13	5
Coefficiente de fricción	0,22	0,43	0,47	0,58

Debido a la facilidad de teñido y a las características de masa, la fibra sintética brinda posibilidades de aplicación en toda una gama de textiles tejidos y de punto como materiales para vestidos, saris, paños para trajes y puntos sencillos y dobles.

La fibra de poliéster se utiliza mucho para mezclar con algodón, por lo general en una relación de 60:40, y en los países en desarrollo existen instalaciones adecuadas de elaboración para trabajar el material conforme a sus necesidades. En lo que respecta a la fibra acrílica, el hilado no plantea ninguna dificultad especial en el sistema del hilado del algodón. Por el contrario, resulta más fácil elaborar esta fibra en el sistema del algodón en comparación con las otras fibras sintéticas. Además, el hilado con el sistema del algodón modificado mediante el empleo de fibra acrílica de 64 mm de largo también facilita la manufactura de tejidos gruesos de punto e hilados para calcetería. La elaboración de esas fibras sintéticas en máquinas convencionales para el algodón también ha alentado a los fabricantes a optar fácilmente por ese material.

A continuación se enumeran las aplicaciones de las fibras sintéticas en las prendas de vestir:

- i) El hilado de filamento de nilón (HPN) se utiliza sobre todo para saris y para prendas de vestir de punto debido a su escasa densidad en comparación con el hilado de filamento de poliéster (HFP). Tiene una absorción de humedad más alta y más masa en los hilados ondulados, lo cual significa una mayor protección. Los hilados de menor gramaje, comprendidos los monofilamentos, se pueden producir con facilidad, lo cual sirve para reducir el peso del tejido por metro. El HPN tiene unos costos de elaboración más bajos.
- ii) El HFP se prefiere en las prendas para hombre debido a su recuperación mucho mayor contra las arrugas y su resistencia a éstas, un mejor apresto, una retención más prolongada de los estampados y los colores, además de una mayor resistencia a la abrasión y la borra en comparación tanto con el HPN como con la fibra larga de poliéster (FLP). El empleo de HFP en prendas de vestir para mujer como saris se ha popularizado a un ritmo más rápido desde que se desarrollaron las técnicas de ondulado,

torcido, texturización y resistencia a la humedad, que han brindado una gran maniobrabilidad en cuanto a diseño, patrones, modas, etc. También ha aumentado la permeabilidad al aire, que supera el defecto inherente de escasa absorción de la humedad.

- iii) En el caso de la FLP, su principal aplicación se halla en los tejidos para camisas, los materiales para vestidos y para trajes de hombre, dado que se puede mezclar con algodón, lana y viscosa para obtener un efecto mate y suave. Esa mezcla sirve para aumentar la absorción de humedad. Sin embargo, como el hilado en cuentas más altas es difícil y caro, su empleo en saris es despreciable. El proceso de carbonización se creó para reducir el peso. No tiene aplicaciones para saris más que cuando se emplea ese proceso de carbonización.
- iv) Las fibras acrílicas están a punto de sustituir a la lana gracias a sus propiedades superiores. En todo el mundo el principal uso final de los acrílicos es la calcetería, los tejidos de punto, los cortes de traje para hombre, etc. Las esferas de aplicación no relacionadas con el vestuario son mantas, alfombras, tapices, etc. Sin embargo, debido al costo de los factores en los países en desarrollo, el empleo de los acrílicos se ha limitado únicamente a suéteres, jerseys, etc. Los acrílicos carecen de las propiedades necesarias para penetrar en el mercado de los tejidos planos, lo cual ha limitado su potencial de crecimiento.

A continuación figuran algunos de los factores indicativos de la alta demanda futura de fibras sintéticas para prendas de vestir en los países en desarrollo:

- a) Entre los habitantes de los países en desarrollo ha aumentado la conciencia de la calidad. Anteriormente existió la moda de más prendas sintéticas de importación, pero al disponer ya de prendas de ese tipo fabricadas localmente, son las que tienen más demanda.
- b) El aumento de la competencia en el mercado ha hecho que existan diseños mejores y más nuevos de productos textiles.
- c) Algunos de los países en desarrollo están exportando prendas ya hechas de fibra e hilado a países desarrollados y obteniendo con ello unas divisas muy valiosas.
- d) Debido a la sobrecapacidad de fibras sintéticas en países como Taiwán y Corea del Sur, la competitividad de costos ha aumentado. Ese abaratamiento llevará los productos sintéticos a la población perteneciente al grupo de ingresos más bajos.
- e) En los países en desarrollo la mano de obra es barata, y de ahí que vaya a haber más demanda de los productos acabados.
- f) El consumo per cápita de fibras sintéticas es muy bajo, lo cual no sólo indica que ese consumo aumentará en los próximos años, sino que en gran medida sustituirán a las fibras naturales. En el Cuadro 3.3(5) se indica la tendencia de consumo de fibras sintéticas y su participación en las prendas de vestir.

CUADRO 3.3(5)
TENDENCIA DEL CONSUMO DE FIBRAS SINTETICAS Y SU PARTICIPACION EN
LAS PRENDAS DE VESTIR EN PAISES EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

	1984		1990		1995		2000	
	Total	Prendas de vestir	Total	Prendas de vestir	Total	Prendas de vestir	Total	Prendas de vestir
China	703,11	421,86	843,73	506,24	140,60	84,36	2.812	1.685
Indonesia	148,80	89,28	107,14	64,30	297,60	178,56	596	360
Filipinas	52,04	31,22	62,45	37,50	104,08	62,40	208	125
Tailandia	88,69	53,21	106,43	63,88	177,40	106,44	356	215
Brasil	172,01	103,20	206,41	123,84	344,00	206,40	690	415
Corea del Sur	746,00	447,60	895,20	537,12	-	-	-	-
India	153,93	92,36	370,00	110,82	680,00	184,00	1.080	370
México	285,00	171,00	342,00	205,20	570,00	342,00	1.140	684
Egipto	18,98	11,50	22,75	13,65	40,00	24,00	75	45
Pakistán	17,44	10,46	12,50	7,50	35,00	21,00	68	40

Como ejemplo, en el Cuadro 3.3(6) se indica la estimación de la demanda de textiles y fibras en la India. Esto da una idea de las futuras necesidades en materia de prendas de vestir y de la participación de los productos sintéticos y el algodón en este sector.

CUADRO 3.3(6)
ESTIMACION DE LA DEMANDA DE TEXTILES Y FIBRAS EN LA INDIA

	1989-90	1994-95	1999-2000
Población en millones de habitantes	834	902	972
Demanda total per cápita (metros)	14,158	15,830	17,933
Necesidades totales de paño de algodón (millones de metros)	8.340	9.020	9.720
Necesidades totales de paño distinto del algodón (millones de metros)	3.468	5.259	7.710
Necesidades totales de paño para el consumo doméstico (millones de metros)	12.160	14.279	17.430
Necesidades adicionales de exportación de paño de algodón 15% (millones de metros)	1.251	1.353	1.458
Total de paño de algodón necesario (millones de metros)	10.696	11.793	12.798

Posible perfil de fibras

Viscosa (millones de kg)	150	150	150
Lana y seda (millones de kg)	20	25	30
Nilón (millones de kg) (20%)	54	89	138
Acrílicos (millones de kg) (15%)	40	67	100
Poliéster (millones de kg) (65%)	176	289	445

3.3.2. CALZADO

El calzado es uno de los productos básicos de toda la humanidad. El cuero y el caucho natural fueron los materiales utilizados en aplicaciones para calzado antes de la llegada de los polímeros sintéticos. La introducción de éstos ha reducido mucho la participación del cuero en estas aplicaciones debido a su superior rendimiento en cuanto a uso final. La disponibilidad de grandes cantidades de caucho natural en países como la India y Malasia ha contribuido muchos al crecimiento de este sector. Los polímeros sintéticos han servido para mejorar el diseño y la calidad del calzado.

El caucho se utiliza mucho para la fabricación de calzado. Incluso en el calzado de cuero, las suelas se fabrican con caucho, además de CPV. Las zapatillas se fabrican totalmente a partir de caucho. El caucho natural se utiliza sobre todo en este sector, aunque también se emplean diversos cauchos sintéticos con fines generales, como CEBS, CB, para la fabricación de suelas, además del caucho natural. Para la fabricación de planchas microcelulares se utiliza mucho la resina de alto contenido de estireno (CEBS). En el Cuadro 3.3(7) se indica la tendencia del consumo del caucho en su aplicación al calzado. Aunque hay unos cuantos fabricantes organizados en este esfera, como M/S, Bata, etc., un gran número de fabricantes en pequeña y mediana escala también están produciendo más del 60% del calzado que se necesita. Las sandalias de tipo hawaiano se fabrican sobre todo con caucho natural. Los polímeros sintéticos, por ejemplo el AVE, también han logrado popularidad en ese tipo de sandalias en países en desarrollo. Aproximadamente el 24% de AVE producido en la India y en Indonesia se consume en la producción de calzado. El empleo de AVE también ha obtenido popularidad en el calzado deportivo más de moda, con una amplia opción de diseño y más duración.

CUADRO 3.3(7)
CONSUMO DE CAUCHO Y SU PARTICIPACION EN LA APLICACION
EN CALZADO EN PAISES EN DESARROLLO

(En miles de toneladas/año)

	1989	1990	1991	1995
• China/países con economía de planificación centralizada de Asia				
i) Caucho sintético	350	380	403	508
ii) Caucho natural	590	630	668	843
iii) Caucho totalmente nuevo	940	1.010	1.071	1.351
iv) Sector distinto de los neumáticos	329	354	375	475
v) Aplicación en el calzado sobre el total	103	354	375	475
vi) Promedio de tasa de crecimiento en el calzado	<-----12%----->			
• Europa oriental				
i) Caucho sintético	3.020	3.060	3.120	3.400
ii) Caucho natural	342	368	383	413
iii) Caucho totalmente nuevo	3.362	3.428	3.503	3.813
iv) Sector distinto de los neumáticos	1.176	1.200	1.225	1.335
v) Aplicación en el calzado sobre el total	370	377	385	419
vi) Promedio de tasa de crecimiento en el calzado	<-----4,2%----->			

El CPV blando es uno de los principales termoplásticos para la industria del calzado. La posibilidad de reelaboración del CPV es el motivo de reducción del consumo de CPV virgen. En la actualidad el calzado de CPV ha establecido mercados con diferentes segmentos de precios y compradores. Mientras que las clases media y alta de la población urbana utilizan sandalias y prendas para lluvia de CPV virgen, el calzado de CPV elaborado quizá constituya la única alternativa a disposición de la clase pobre. En el Cuadro 3.3(8) se indica la tendencia del consumo de CPV en esta aplicación.

CUADRO 3.3(8)
CONSUMO DE CPV POR REGIONES Y SU PARTICIPACION EN LA
APLICACION EN CALZADO EN LOS PAISES EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

	1990		1995	
	Consumo	Participación en el calzado	Consumo	Participación en el calzado
Economías de planificación centralizada de Europa	2.100	231	2.371	355
América Latina	1.261	140	1.698	230
Norte de Africa y Oriente Medio	610	55	1.084	108
Asia meridional	144	15	189	21
Asia sudoriental	1.985	235	3.113	345
Otros países en desarrollo	432	35	559	38

No comprende las economías de planificación centralizada de Asia.

Además del empleo de caucho y de CPV en la fabricación de suelas de calzado, el poliuretano (PU) también se ha hecho un lugar en la industria del calzado debido a su gran flexibilidad, resistencia a la abrasión y propiedades de aislamiento térmico. Del mercado mundial total de uretano, el 5,2% se destina a la industria del calzado. La participación del mercado del uretano es relativamente reducida en los países en desarrollo debido a su alto costo y a lo limitado de la producción autóctona. Sólo unos cuantos países en desarrollo como la India, Corea del Sur, Singapur y Taiwán producen poliuretano, y la mayor parte de la demanda se satisface mediante las importaciones. Sin embargo, existe una tendencia de crecimiento constante de este polímero en nuevas aplicaciones de calzado.

Hasta 1989 el consumo de sustancias químicas de PU para aplicación en el calzado en el mercado mundial ascendía a aproximadamente 130.000 toneladas,

equivalente a 400 millones de pares de suelas. El informe de ICI sobre el mercado mundial de suelas en 1983 (comunicado en Popular Plastics, número de febrero de 1988) indica lo siguiente:

CPV	19%
Caucho	35%
Cuero	15%
Poliuretano	5%
Otros materiales	6%
Sin identificar	20%

Los principales productores y exportadores de calzado son Corea del Sur y Taiwán que representan más del 40% de las exportaciones mundiales de calzado; están creciendo a gran velocidad China, la India, el Brasil, México, los países de Oriente Medio y Europa oriental.

3.4. ATENCION DE SALUD

El empleo de polímeros en la atención de salud ha sido muy escaso en comparación con otras aplicaciones. En este sector se utiliza aproximadamente el 0,3% de los plásticos y una proporción incluso más pequeña de caucho. Por aplicaciones, en este sector se utiliza una gran diversidad de productos de polímeros. No sólo han sustituido a los materiales convencionales, sino que también han impreso un nuevo giro a la ciencia médica. Las aplicaciones de polímeros en este sector comprenden su empleo en productos intracorpóreos, paracorpóreos, de hospital y de atención en el hogar, artículos desechables y productos farmacéuticos. El Cuadro 3.4(1a a 1d) abarca la lista de aplicaciones en que se utilizan polímeros.

Las calidades/formulaciones especiales de polímeros biocompatibles con límites permisibles de aditivos no tóxicos se utilizan con fines biomédicos. También es indispensable esterilizar los productos poliméricos que se han de utilizar con fines médicos a fin de obviar la posibilidad de reacciones inducidas de complicación/rechazo. Existen dos métodos principales que se emplean para la esterilización:

- i) Esterilización por óxido de etileno (OE).
- ii) Esterilización por radiación.

La esterilización por radiación γ es la de uso más frecuente. Fundamentalmente exige que el material sea estable a esas radiaciones. Por eso, la selección de polímeros también exige que se tenga en cuenta ese factor. En el Cuadro 3.4(2) se enumeran los polímeros junto con sus aplicaciones que son estables a la radiación γ .

En los países en desarrollo la utilización de polímeros en la atención de salud está mucho menos extendida que en los desarrollados. Aunque el avance de las ciencias médicas en los países en desarrollo es satisfactorio, sobre todo en unos cuantos países asiáticos y de Europa oriental, la disponibilidad local de los productos necesarios en esta esfera es muy limitada.

**CUADRO 3.4(1a)
SUSTITUCION DE TEJIDOS CORPORALES**

Parte del cuerpo	Norma de consumo de polímeros y polímero(s) utilizado(s)	Aspectos funcionales de importancia	Solución tradicional
<p>1. Dispositivos de asistencia cardíaca: bolsas: toman la sangre del corazón y la bombean a la aorta</p>	<p>Polímeros basados en poliuretano Norma Biomer basada en poliéster: medio gramo por bolsa</p>	<p>Compatibilidad de la sangre. Impedir las adhesiones de proteínas y grasas en su superficie para evitar la formación de trombos y el ulterior bloqueo de vasos o daño a los tejidos. Superficie suave en el contacto con la sangre. Características mecánicas: resistencia y durabilidad, flexibilidad duradera, resistencia al desgaste y la fatiga.</p>	<p>Siliconas químicamente modificadas</p>
<p>2. Sustitución de válvulas cardíacas</p>	<p>Substrato de poliuretano y grafito revestido con carbono pirolítico Norma: 20 g por válvula</p>	<p>Impedir la formación de coágulos Resistencia mecánica. Compatibilidad de la sangre.</p>	<p>Acero inoxidable y caucho de silicona. Tejidos animales químicamente modificados Carbono pirolítico</p>
<p>3. Vasos sanguíneos artificiales</p>	<p>PTF o norma Dacron: 50 g por metro</p>	<p>Porosidad que lleva a una aproximación biológica estable de un revestimiento natural para impedir la formación de coágulos. Flexibilidad y durabilidad.</p>	<p>N.D.</p>

CUADRO 3.4(1a) (continuación)

Parte del cuerpo	Norma de consumo de polímeros y polímero(s) utilizado(s)	Aspectos funcionales de importancia	Solución tradicional
4. Cuerpo con ventrículo	Biómero con red de Dacron encajado entre capas Norma: 25 g/10- jamiento cada uno	Biocompatibilidad Durabilidad con requisitos mínimos	N.D.
5. Apertura desde el corazón a los vasos	Norma de poliuretano: 10 g por apertura	Compatibilidad con la sangre y los vasos. Flexibilidad duradera bajo presiones y tensiones constantes.	N.D.
6. Base del ventrículo	Poliuretano moldeado por inyección	Biocompatibilidad con el corazón y la sangre. Durabilidad.	N.D.
7. Diafragma del ventrículo	Cuatro capas de biómero con grafito entremedias Norma: 30 g por diafragma	Interioridad. Flexibilidad. Durabilidad.	N.D.
8. Dispositivos de asistencia ventricular	Material de poliuretano con textura Norma: N.D.	Pseudointima.	N.D.
9. Sangre sintética	Carbono perfluoro Norma: N.D.	Transportar oxígeno y nutrientes.	Fluosel

CUADRO 3.4(1a) (continuación)

Parte del cuerpo	Norma de consumo de polímeros y polímero(s) utilizado(s)	Aspectos funcionales de importancia	Solución tradicional
10. Prótesis	Polímeros reforzados con fibra de carbono Compuestos basados en polímeros Norma: 200 g/m ²	Fuerza. No debe fracturarse ni soltarse. Biocompatible en el punto de implantación. Compatible con la sangre. Capacidad para transferir la tensión de la implantación a los huesos más próximos.	Metales tanto para ortopedia como para odontología (Aleaciones de titanio hechas de cromo y cobalto) Cerámica bioactiva, vidrios y cerámica de vidrio
11. Reparación de tendones y ligamentos	Kevlar Dacron Politetrafluocetileno Fibras de carbono pirrolizado Norma: N.D.	Biocompatibilidad. Fuerza. Debe fomentar el crecimiento de nuevos tejidos. Facilidad de manipulación por el cirujano.	N.D.
12. Sustitución sintética de piel humana	Polímeros porosos a partir de fibras de colágeno de bovino Caucho de silicona	Resistir a las infecciones corporales y retener el agua en el cuerpo. Biodegradable	Sucedáneo polimérico
13. Encapsulación del islote pancreático de langerhans	Material compuesto formado por polímeros de aminoácidos y polímeros de polisacáridos derivados de algas marinas Norma: N.D.	Firme encapsulación que debe permitir la corriente de salida de insulina y la corriente de entrada de glucosa.	N.D.

CUADRO 3.4(1a) (continuación)

Parte del cuerpo	Norma de consumo de polímeros y polímero(s) utilizado(s)	Aspectos funcionales de importancia	Solución tradicional
14. Implantación de lentes intraoculares	Metacrilato de polimetilo Goma de silicona de hidrogel Norma: 250 mg por lente	No existen reacciones negativas a los ojos. No debe decolorarse por UV.	N.D.
15. Moldes	Poliuretano Norma: 200 g/m ²	Fuerza. Bajo peso. Resistencia a la humedad y las roturas. Debe permitir a los pacientes desplazarse con más libertad y bañarse con más facilidad.	Yeso
16. Suturas	Polímeros y copolímeros de ácido lícólico Polipropileno Norma: N.D.	Debe permitir una reacción mínima de los tejidos. Permitir al médico que utilice la microcirugía.	Suturas de Cat-gut
17. Abrazaderas para piernas	Polifenileno sulfurado Fibras de grafito Norma: N.D.	Gran relación fuerza/peso. Facilidad de fabricación.	Metal

CUADRO 3.4(1b)
SUSTITUCION DE PARTES DEL CUERPO

Partes	Material polimérico	Requisitos funcionales	Material convencional y observaciones
1. Prótesis faciales, implantaciones de orejas, dentaduras postizas	Silicona	<p>Las células óseas deben aferrarse naturalmente a la superficie de titanio y facilitar la implantación por cirujanos de elementos permanentes en los huesos restantes de los pacientes.</p> <p>Las prótesis de silicona pueden después ponerse y quitarse según se desee.</p>	Elaborado por la empresa sueca farmacéutica Nobel. La tasa de éxito en las operaciones es elevada.
2. Prótesis de brazos y manos	Forma plástica e hilo metálico	<p>Los brazos artificiales del futuro deben ser robóticos: mecanismos controlados por computadora capaces de hacer cualquier cosa.</p> <p>El último modelo de manos mecánicas implica el control mioeléctrico en el cual los impulsos de los músculos restantes actúan a partir de señales eléctricas.</p> <p>En los Estados Unidos <u>Motion Control</u> fabrica un modelo más robusto de codo que permite a las personas seguir realizando tareas pesadas.</p>	Esas prótesis son fundamentalmente cosméticas.
3. Cabello	Cabello acrílico Silicona	<p>Se teme que el cabello acrílico sea peligroso.</p> <p>La expansión de tejidos en los cuales el cuero cabelludo se estira mediante silicona bajo la piel elimina la zona calva y la zona expansionada del cuero cabelludo con cabello sustituye a aquélla.</p>	Los trasplantes de cabello natural no son satisfactorios.

CUADRO 3.4(1b) continuación

Partes	Material polimérico	Requisitos funcionales	Material convencional y observaciones
4. Sustitución de la laringe	Se utiliza una válvula de voz biogerprostética de silicona juntamente con traqueotoma de plástico	Funcionar tanto igual al de la laringe real. Se utiliza el tracostoma para impedir la sofocación accidental. Sin embargo, tiene una duración de sólo tres meses, aproximadamente, debido a la ingesta de alimentos.	
5. Organos genitales masculinos	Implantación de silicona	Ayudar a los hombres que padecen impotencia. Las implantaciones de silicona van de la erección permanente a la flexible.	
6. Pies y piernas	Fibra de vidrio y resina Las piernas de Ultra Roelite se hacen con fibra de carbono y articulaciones de duraluminio	Deben ser ligeras y estables. Los pies de Quantum tienen el mismo aspecto que los reales y funcionan igual.	Los japoneses han aplicado piernas "mioeléctricas" y robóticas, pero pesan mucho. JE Hanger inició un pie de Quantum hecho de dos placas enganchadas formadas por 62 capas ultrafinas de fibras de vidrio y resina.

CUADRO 3.4(1b) continuación

Partes	Material polimérico	Requisitos funcionales	Material convencional y observaciones
<p>ESQUELETO</p> <p>7. Huesos</p>	<p>Compuestos de polietileno reforzados con hidroxipatita</p>	<p>Deben ser duraderos. La gran ventaja de los compuestos de polietileno es que alientan a los huesos naturales a crecer hacia ellos.</p>	<p>Aleaciones de cromo de titanio y cobalto, pero con problemas de incomodidad, infección y desgaste especialmente entre las personas jóvenes y activas. Se sueltan al cabo de 18 meses entre los jóvenes y de 8 a 10 años entre los ancianos.</p>
<p>8. Codos</p>	<p>Aleación de cromo y cobalto encajada en una taza de polietileno</p>	<p>Existen en el mercado aproximadamente 12 codos diferentes, ninguno de ellos totalmente satisfactorio. Tienden a ser articulaciones protésicas. Por lo general se gastan al cabo de 10 años y son inadecuados para tareas pesadas o deportes. Sí resultan un alivio para los pacientes ancianos que padecen artritis reumatoide.</p>	

CUADRO 3.4(1b) continuación

Partes	Material polimérico	Requisitos funcionales	Material convencional y observaciones
9. Rodillas	Aleación de cromo y cobalto encajada en un revestimiento de poliuretano en la meseta tibial	Existen en el mercado 200 diseños. Las investigaciones actuales se centran en materiales más duraderos y en la posibilidad de trasplantes. El primer trasplante de rodilla del mundo se realizó en 1987.	
10. Ligamentos	Poliéster/teflón	Es actualmente el material favorito. Materiales convencionales: seda, tendones de cola de canguro y fibra de carbono.	
11. Articulaciones para dedos y nudillos	Goma de silicona silástica	No llegan a la perfección: tienden a romperse y no aportan el movimiento completo. Los fabricantes estadounidenses producen estas articulaciones metacarpofalangíticas e interfalangíticas.	
12. Sustituciones de cadera	Cerámicas y aleaciones de polietileno	Las caderas artificiales hechas de polietileno, cerámica y aleaciones pueden mejorar de forma impresionante las vidas de pacientes de artritis. Una cadera de plástico moldeado por inyección inicia la mecánica de una articulación natural y se mantiene en su lugar mediante filamentos de titanio.	

CUADRO 3.4(lb) continuación

Partes	Material polimérico	Requisitos funcionales	Material convencional y observaciones
13. Tendones	Fibras de poliéster con revestimiento de goma de silicona	A veces se utilizan tendones hechos de fibras de poliéster con un revestimiento de goma de silicona para arreglar dedos lesionados.	
14. Músculos	Prótesis de polímeros	A menudo se da a las personas con músculos sueltos por accidentes o enfermedades prótesis de polímeros que ayudan a los músculos restantes a funcionar normalmente sin que ellos mismos trabajen.	
15. Glándulas mamarias	Silicona, poliuretano	Las últimas implantaciones de silicona empleadas tanto por motivos estéticos como para compensar lumpectomías comprenden un "puerto" por el cual se pueden añadir o eliminar fluidos de silicona.	

CUADRO 3.4(1c)
OTROS PRODUCTOS INTRACORPÓREOS

Producto	Características de los materiales	Funciones/material y observaciones	Material e incompetencia
1. Articulaciones, por ejemplo, sustituciones de cadenas	Poliétileno de peso molecular ultraalto	No debe desintegrarse por el uso que hace de ellos el cuerpo humano. Debe durar mucho tiempo para su uso durante el resto de la vida de la persona. Según el <u>Royal National Orthopaedic Hospital</u> de Londres las articulaciones hechas con estos materiales durarían muchos años.	Politetrafluoroetileno. El material se desintegra con el tiempo debido al uso por el cuerpo humano.
2. Reconstrucción de la laringe, la traquea, la uretra, el esófago, piel artificial, etc.	Poliéster termoplástico; mallas de fibra de poliéster	Se emplean para cirugía de reconstrucción, biocompatibilidad y necesidades mecánicas funcionales.	
3. Aplicaciones quirúrgicas: parches en los vasos capilares, reparación de las vías de corriente de salida de los ventrículos, costura de válvulas cardíacas artificiales	Poliéster termoplástico	Biocompatibilidad. Necesidades mecánicas funcionales.	
4. Fijación de tejidos	Silicona reforzada con poliéster	Como malla de respaldo de estructura sólida para permitir la fijación de tejidos.	

CUADRO 3.4(1d)
PRODUCTOS PARA HOSPITALES, PARA ATENCION EN EL HOGAR Y PARACORPOREOS

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
1. Vasos capilares moldeados a sople para uso médico y farmacéutico	Poliétileno de baja densidad	PEBD como alternativa de PP. Se utiliza PEBD para los vasos cuando la temperatura de esterilización no supera los 110°C.	Polipropileno
2. Accesorios fle-xibles para la manipulación de sangre			
2.1 Bolsas y tubos de recogida/almacenamiento para usos intravenosos y otros	CPV	Características de flexibilidad, dureza, claridad y resistencia química del material, debe ser resistente a la decoloración inducida por esterilización.	
2.2 Cámaras de goteo intravenoso	CPV	Reciente calidad gammarresistente de Goodrick. Los recintos críticos de la cámara deben permanecer herméticos bajo una acción fuerte flexible. Dureza flexible, clase VI designación farmacopea estadounidense y dureza de grado 65 constituyen las principales características.	
2.3 Dispositivos moldeados	CPV	Estabilización gamma. Para inyectar la medicación en líneas de solución intravenosa el compuesto permite la soldadura solvente de los dispositivos intravenosos a tubos flexibles de vinilo.	

CUADRO 3.4(1d) continuación

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
2.4 Tubos sanguíneos y otro equipo médico, tubos de bombeo para cirugía cardíaca	CPV Aleación de CPV uretano	Blandura y rigidez controlada. Características de goteo blando y sin humos y eliminación de acumulación estática. Calidad y baja fricción en superficie. Resistencia a la extracción por solventes comunes.	
3. Productos moldeados por inyección: platinillos Petri Circuitos de inoculación Sistemas de pipetas y jeringas Tubos centrífugos Recipientes intravenosos y frascos de solución salina	Resistencia gamma PE y PP PP 13R15A	El PP es sensible a la radiación. El PS es mejor. Permite un moldeado más en caliente. Los productos PP gamma resistentes están ideados para superar los problemas de fragilidad y decoloración. PP con calidad de módulo flexural bajo de formaldehído de melamina 20.	CPV
4. Crioampollas	Homopolímeros de PP	Congelar espermas, sangre y otros productos biológicos a temperaturas sumamente bajas (-135°C y -196°C). El PP tiene propiedades antihumedad e idoneidad para el moldeo de precisión a fin de asegurar la recuperación completa de las muestras.	
5. Frascos de cultivo de tejidos	Aleación basada en polímeros de poliolefina "respirable"	No exige apertura a la atmósfera. La elación en frascos de Fenwal moldeados lentamente o formados es muy permeable a los gases Botellas rodantes moldeadas de PE.	

CUADRO 3.4(1d) continuación

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
6. Bandejas qui-rúrgicas Poliarilsulfona	Poliarilsulfona	Debe sobrevivir intacto bajo la esterilización, sin problemas de agrietado ni craqueado. Resistencia química y transparencia.	Polisulfona Polieterimida Polietersulfona
7. Aparato de microfiltro	Polisulfonas	Pruebas rápidas de inmunidad e hibridización de ácido nucleico. Elaborado por Bio-Ral con el nombre de Bio-Rad. Esterilizabilidad, transparencia y movilidad con estrecha tolerancia. Idoneidad para actuar con agentes tóxicos, otros agentes biológicos peligrosos por otros motivos.	
8. Cuerpo de un inyector reutilizable de tubex para contener unidad desechable de cartucho/aguja	Polisulfonas	Esterilizabilidad por vapor.	Acero inoxidable Resinas mecánicas
9. Asas moldeadas para un escalpelo eléctrico	Polisulfonas	Puede soportar temperaturas de esterilización por aire caliente hasta un máximo de 180°C. Da muestras de estabilidad dimensional y resistencia a la hidrólisis.	
10. Componentes de respirador por percusión	Polietersulfona	Soportar temperaturas superiores a 204°C.	

CUADRO 3.4(1d) continuación

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
11. Sistema de bandejas de esterilización instantánea	Polieterimida	<p>El método "Ultem" aporta más resistencia que los materiales basados en sulfonas al agrietado y el craqueado por tensión en condiciones reiteradas de autoclave a 130°C.</p> <p>El sistema instantáneo consiste en un contenedor activado por presión que esteriliza con un relámpago su contenido: instrumental quirúrgico. Idoneidad para autoclave, esterilizabilidad, resistencia a los impactos y resistencia química.</p>	Sulfonas
12. Productos de atención de salud Lentes, bandejas de paquetes, cubiertas de calentadores de comida, escudo de seguridad	Policarbonato	<p>Aunque los policarbonatos no pueden igualar todos los máximos de rendimiento de resinas como sulfonas o polieterimida, el PC brinda una buena calidad de costo/rendimiento.</p> <p>Características físicas.</p>	
13. Depósito para cardiología	Policarbonato	<p>Para un sistema de corazón y pulmón utilizado durante la cirugía a fin de recoger sangre y empezar a filtrarla antes de bombearla al oxigenador de los sistemas.</p> <p>La estabilidad dimensional bajo presión negativa tiene importancia.</p> <p>Propiedades ópticas, en particular eliminaciones de problemas persistentes de máculas negras.</p> <p>Moldeabilidad y esterilización por óxido de etileno.</p>	

CUADRO 3.4(1d) continuación

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
14. Cánula artroscópica desechable (tubo quirúrgico)	Policarbonato (gamma-resistentes)	La cánula protege los tejidos blandos en torno a las articulaciones de la rodilla contra los daños durante operaciones quirúrgicas mediante su funcionamiento como manga dura.	PC convencional
15. Mecanismo de retención moldeado por inyección	Policarbonato	Prevenir la separación prevista de agujas y las consiguiente interrupción de la corriente de medicamentos en sistemas intravenosos.	
16. Dispositivo de cierre de conexión intravenosa positiva; alojamiento de cápsula de retención e inyección	Policarbonato	Claridad óptica. Gran fuerza y rigidez. Capacidad para tolerar la flexión y conexiones y desconexiones intencionales reiteradas.	
17. Dispositivo muy pequeño de transferencia moldeado por inyección (6 g)	Policarbonato	Alta productividad. Inercia.	
18. Portaviales	Policarbonato	Esta unidad se inserta entre el vial precintado de medicamentos y el contenedor intravenoso para mezclar el medicamento con un diluyente junto a la cama del paciente. Características de fluido armonioso del PC y propiedades físicas de dureza.	

CUADRO 3.4(1d) continuación

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
<p>19. Ortoempaquetador (100 g) Otros productos moldeados: abrazadera de montaje, topes de ventana, almohadillas eléctricas</p>	<p>Policarbonato</p>	<p>Dispositivo médico que utiliza corriente eléctrica generada por una pila alcalina de 9 voltios para promover la cicatrización de las fracturas óseas. El material liviano de gran impacto resiste a la disipación corriente y tiene excelentes propiedades aislantes, con la cual ayuda a asegurar que el punto atendido recibe constantemente la señal eléctrica especificada.</p>	
<p>20. Piezas móviles, como púas intravenosas y obturadores</p>	<p>Poliéster termoplástico</p>	<p>Excelente lubricidad. Resistencia química. Resistencia a la gammaesterilización y la oportunidad de evaporación.</p>	
<p>21. Componentes utilizados en equipo médico avanzado Cartucho de cámara de goteo Piezas fijas de tubos Empalmes machos y hembras Pinzas arteriales y venosas Arco interno del pie SEATTIE</p>	<p>Espuma de uretano Polímero homocetálico</p>	<p>Absorción de energía a la tensión y efecto de impulso/duración medido en el tiempo. El pie es un dispositivo protésico que duplica los movimientos táctiles y retráctiles del músculo humano.</p>	

CUADRO 3.4(ld) continuación

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
22. Componentes de equipo de productos oftálmicos, especialmente paquetes médicos	Resinas de nilón 6 nilón 6/6	Estas han sido sus principales aplicaciones históricamente. No pueden utilizarse como implantes permanentes porque pierden fuerza y el tejido corporal los rechaza.	
23. Cuerpo transparente de un contador de goteo	Unnonucleado especial Nilón 6 Nilón 12	Se utiliza para controlar las transfusiones de sangre. Esta parte se moldea en un molde enfriado. Se elimina la formación de cristales, lo cual da como resultado una parte muy amorfa con mucha claridad. Esta transparencia inducida disminuye cuando aumenta el grosor. Esta resina es relativamente económica en comparación con los nilones modificados para retrasar las formaciones cristalinas que se utilizan para piezas más gruesas que exigen claridad sin manipulación de las condiciones de moldeado.	
24. Monitor cardíaco Holter	Nilón/ABES	Pesa aproximadamente 250 g, comprendidas la cinta para casetes y las pilas. Registra los movimientos sincrónicos del corazón a lo largo de un período de 24 horas para ayudar a detectar las anomalías cardíacas. Se lleva en la cadera. Materiales convencionales: plásticos y metal	

CUADRO 3.4(1d) continuación

Productos	Material(es) utilizado(s)	Propiedades importantes del material y requisitos funcionales del producto	Materiales convencionales y observaciones
25. Estuches para lentes de contacto blandas y calentadores laterales	Polisulfona, aleaciones de polisulfonas (lo más probable es que el segundo polímero sea poliéster termoplástico)	Para el almacenamiento y la desinfección de lentes de contacto blandas. Se afirma que la aleación es mejor y más barata en comparación con la polisulfona sola.	
26. Paneles de alojamiento de analizadores de sangre	Espuma estructurada de SPF modificada	Reducción de costos y mejores cualidades de aspecto/estéticas, como rebordes redondeados y textura variada.	
27. Equipo de laboratorio e instrumental quirúrgico desechable	Resina modificada de SPF	Resiste al óxido de etileno y la esterilización por radiación gamma. Se utiliza para productos tanto moldeados como por extrusión.	

CUADRO 3.4(2)
ALGUNOS MATERIALES POLIMERICOS ESTABLES BAJO RADIACIONES
Y SU UTILIZACION COMUNICADA

Vinilo	CPV no plastificado (rígido)	Conductos anestésicos de aire, tubos endotraqueicos, tubos de traqueotomía, dobles conductos de aire M a M, monturas y adaptadores, contenedores.
	CPV plastificado (flexible)	Tubos, catéteres, cánulas, tubos para alimentación de recién nacidos, juegos para donación y recepción de sangre, bolsas de sangre y de plasma, delantales y otros revestimientos.
Olefinas	Polietileno de baja densidad y alta densidad	Implantes, huesillos, conductos lacrimógenos artificiales, tubos, película, especialmente sacos para contener artículos estériles, laminados de película.
	Poli (metilpenteno): Acetato etilénico/vinílico	Jeringas, conectores, tubos y pistones.
Estireno	Poliestireno	Jeringas hipodérmicas, esponjas y viales.
Poliamidas	Nílones	Suturas, filtros de gasa; tubos intravenosos, cánulas, catéteres ureterícos y de angiografía, conectores, adaptadores, películas para envasado.
Polímeros de fluorocarbono	Politrifluoroetileno, resinas de etileno/propileno fluorado	Juegos de transfusión, cámaras, filtros, implantes, hilados / tejidos para válvulas aórticas de arteriales.
Poliéster	Teraftalato de polietileno	Película y laminados de película.
Resinas epoxídicas		Aislamiento eléctrico, como el de los marcapasos cardíacos.
Caucho natural y de silicona		Tubos, implantes, válvulas hidrocefalas, puentes arteriovenosos.
Acetales	Policarbonato	Oxigenadores, componentes de jeringas.
Materiales termoestables	Fenolformaldehído; ureaformaldehído	Chapas y cierres de botellas.

En los países en desarrollo se está produciendo una gran diversidad de productos para hospital, atención en el hogar y elementos desechables, que consumen calidades especiales de plásticos comerciales como CPV, PP e UHMPEAD. Algunos de esos países también producen y consumen otros materiales como poliuretanos y compuestos de polímeros para prótesis corporales. Como los polímeros de calidad biocompatible y no tóxica tienen una producción limitada, se importan de los países desarrollados grandes cantidades de productos acabados y materiales poliméricos. En esos países no se producen plásticos industriales como policarbonatos, SDF, OPF, etc., necesarios en este sector. En los países en desarrollo también se importan la maquinaria/equipo y otras necesidades como moldes/troqueles. En el Cuadro 3.4(3) figura una lista de los productos plásticos de producción corriente en los países en desarrollo y el material que se utiliza para ellos.

CUADRO 3.4(3)
PLASTICO EN PRODUCTOS DE ATENCION DE SALUD QUE SE PRODUCEN
EN GENERAL EN PAISES EN DESARROLLO

Productos plásticos	Peso aproximado del plástico por pieza (gramos)	Plástico utilizado
1. Conteras de muletas/puntas de zapatos	70	CPV
2. Abrazaderas	160	ABES
3. Película en tambores	220	ABES
4. Poleas	80	Nilón 66
5. Jeringas desechables	20	PP
6. Ampollas	1,5	PEBD
7. Contenedores y tubos de CPV para solución intravenosa	-	CPV (no tóxico)
8. Juegos intravenosos	30	CPV
9. Juego para administración de sangre	35	CPV
10. Juego para donación de sangre	16	CPV
11. Juegos para venas en cuero cabelludo	5	CPV
12. Bolsas de CPV para fluidos intravenosos	25	CPV
13. Cuentagotas	1,5	PEBD
14. Tapa de cuentagotas	0,2	PEBD
15. Bolsa de poliéster para cuentagotas	0,2	PEB
16. Cucharillas para tomar medicinas	2,5	PP
17. Carrete para suturas	13,5	PP
18. Contenedores para ungüentos	75,0	PP
19. Bobinas	8,5	PP
20. Tazas (10 ml) para tomar medicamentos	1,8	PP
21. Aparatos auditivos	3,5	ABES
	35,0	Nilón
	12,5	

Además de los plásticos, también los elastómeros como el caucho de silicona y el caucho natural hallan aplicaciones médicas debido a su carácter inerte. El caucho natural se utiliza mucho para satisfacer la demanda de más contraceptivos que exige el control de los nacimientos en los países muy poblados como la India y China, y además ese dispositivo ha adquirido más popularidad para la lucha contra una enfermedad como el SIDA en todo el mundo. También se utiliza caucho natural en la manufactura de guantes quirúrgicos. Pese al aumento del uso de este sector el porcentaje de participación del caucho seguirá siendo muy bajo.

Si se contempla la tendencia actual, puede entenderse que los países en desarrollo producirán plásticos comerciales a granel, pero no una gran cantidad de polímeros de calidad y material especiales para aplicaciones médicas, y de ahí la probabilidad de que esos países dependan mucho de los desarrollados para satisfacer sus necesidades de polímeros y de productos acabados que han de utilizarse en este sector.

Aunque no se dispone de las cifras efectivas de consumo de polímeros respecto de los países en desarrollo, la tendencia actual indica que la demanda seguirá multiplicándose en este sector en los próximos años.

3.5. EMBALAJES

El sector de embalajes consume la mayor parte de los plásticos, es decir, el 30% en los países desarrollados (Figura 3(1F)) y el 36,5% en los países en desarrollo. Los termoplásticos comerciales, por ejemplo, PEBD/PEBDL, PEAD y PP/CPPP tienen su principal participación en este sector.

El sector del embalaje seguirá dominando entre los diversos sectores de usos finales. Un análisis atento de la pauta de usos finales indica que en el sector de embalaje predominan los embalajes de textiles y prendas de vestir y los embalajes de alimentos, comprendida la leche. La demanda de sacos tejidos se ve impulsada por la demanda de fertilizantes y de la industria del cemento y los productos a granel. En el Cuadro 3.5(1) se indican los segmentos de usuarios y los plásticos utilizados para el embalaje.

Al proporcionar material barato de embalaje, los plásticos tienen un papel que desempeñar en la reducción del costo efectivo de artículos básicos de consumo como los cereales alimentarios, los aceites comestibles, la leche, el azúcar, etc., para el consumidor. El embalaje en materiales convencionales como yute, vidrio, madera y papel no sólo resulta caro, sino que siempre será insuficiente incluso para atender sólo a la explosión de la demanda de embalajes de productos a granel. Además de ser más baratos, el empleo de los plásticos en el embalaje goza de gran aceptación debido a motivos técnicos, es decir: i) liviandad, y de ahí necesidad de poca energía para su manipulación, ii) gran resistencia a la permeabilidad de gases/humedad, lo cual ayuda a prolongar la vida útil del producto embalado, y iii) elaboración fácil y económica.

CUADRO 3.5(1)
PRODUCTOS DE EMBALAJE Y PAUTA DE PLASTICOS UTILIZADOS

Segmento de uso	Productos	PEBD/ PEBDL	PEAD	PP/ CPPP	CPV	PES
<u>TIPO FLEXIBLE</u>						
Leche líquida	Película multicapas	X				
Alimentos elaborados	Película multicapas y compuestos	X	X	X		
Textiles y prendas de vestir	Película	X	X	X	X	
Sacos tejidos	Cintas de rafia		X	X		
Sistema unitario de embalaje	Película	X		X	X	X
Cereales, sales, azúcar	Película	X				
Detergentes						
Bolsas de la compra	Película mono/multicapas	X	X			
Productos industriales	Películas sueltas para revestimientos internos	X	X			
	Películas de envolver encogibles y estirables	X				
	Rafia revestida	X				
	Productos laminados	X	X			
	Películas y planchas especiales (planchas formadas, película de pompas, ondulada, miniabrazaderas, películas laminadas)	X			X	
Productos de consumo	Películas y sacos con fines generales	X	X	X	X	
	Pastelería	X		X	X	
	Película de orientación biaxial			X		
	Cintas/sutli					
<u>TIPO RIGIDO</u>						
Leche, frutas y verduras	Cajas		X	X		
Productos farmacéuticos y domésticos	Tapas y cierres	X		X		X
Sustancias químicas y oleaginosas a granel	Contenedores moldeados por soplado		X	X		
Disolventes y diluyentes	Contenedores moldeados por soplado	X	X	X	X	
Líquidos al por menor	Contenedores moldeados por soplado		X	X		X
Productos cosméticos	Contenedores		X		X	X

Como resultado del aumento de la producción de artículos básicos de consumo, las necesidades de embalaje de esos artículos serán enormes para el año 2000. Existe el concepto erróneo de que los embalajes de plástico desplazarán al material convencional de embalaje como yute, papel y madera. Esa idea es infundada, dado que la superficie dedicada a bosques y yute no mantiene el ritmo de la necesidad cada vez mayor de la industria del embalaje y es probable que el aumento de la productividad no sea suficiente para atender al aumento de la demanda (Cuadro 3.5(2)).

CUADRO 3.5.(2)
DISPARIDAD ENTRE OFERTA Y DEMANDA DE YUTE Y CONSIGUIENTE
NECESIDAD DE PLASTICOS EN LA INDIA

		1984-1985	2000	
i)	Total de necesidades de sacos	Millones de unidades	1.960	4.500
ii)	Total de sacos de yute disponibles	Millones de unidades	1.600	1.900
iii)	Disparidad con la demanda	Millones de unidades	360	2.600
iv)	Cantidad equivalente de PEAD/PP necesaria para atender a la demanda adicional	Toneladas	39.000	286.000

El sector de embalaje está constituido fundamentalmente por cuatro esferas, es decir, la industrial, la de consumo, la de alimentos elaborados y la de productos farmacéuticos. Los países en desarrollo como China y la India son las grandes economías de base agrícola que absorben entre el 63% y el 67% de la participación de embalajes plásticos de la zona no industrial (Cuadro 3.5(3)). La tasa compuesta de crecimiento anual de esos países asiáticos entre 1984-1985 y 1989-1990 ha sido del 8% y se prevé que sea de entre el 18% y el 20% hasta 1995 debido a la aceleración de su crecimiento económico. Los otros países de base agrícola como Malasia, Indonesia y Tailandia mostrarán una tendencia parecida al crecimiento en el sector del embalaje. Los países como Taiwán, Singapur y Corea del Sur han venido ampliando sus instalaciones textiles y otras instalaciones industriales a velocidad mucho mayor y de ahí que su consumo en el sector de embalaje se oriente más hacia el industrial. La demanda de algunos de los productos de embalaje en los países en desarrollo se satisface mediante importaciones de otros países. Los exportadores son la India, Indonesia, etc. respecto de los productos como sacos tejidos, bolsas, etc. Se prevé una tendencia al crecimiento mixto en los países latinoamericanos, mientras que los de Oriente Medio necesitarán más material para el embalaje de productos de consumo. En el Cuadro 3.5(4) se muestra la tendencia actual y el crecimiento futuro previsto de los plásticos para embalaje en los países en desarrollo.

CUADRO 3.5(3)
ESTADO ACTUAL (CONSUMO) Y PROYECCION DE LA DEMANDA DE
PLASTICOS PARA EMBALAJE EN LA INDIA Y EN CHINA

Embalaje	1992-1993						1995						2000					
	PEBD/ PEBDL	PEAD	PP	CVP	PES	Total	PEBD/ PEBDL	PEAD	PP	CVP	PES	Total	PEBD/ PEBDL	PEAD	PP	CVP	PES	Total
Industriales	142,8	329	73,5	23,5	30	598,8	71,3	415	120	27	35	668,3	336	816	178	48	80	1.458
De consumo	238	43	336,8	8,8	-	626,6	285,6	52	390	10,2	-	737,8	560	110	790	18	-	1.478
Alimentos elaborados	272	58	84,2	5,8	-	430	326,4	53	85	6,8	-	471,2	640	134	200	12	-	986
Otros	27,2	-	5	11,9	-	44,1	32,64	-	15	14,0	2	63,64	64	-	22	24	-	110
Total	680	430	499,5	50	30	1.689,5	816	520	610	58	37	2.041	1.600	1.060	1.190	102	80	4.032
TCCA, %							<-----10,70%----->						<-----15%----->					

* Compilado a partir de diferentes fuentes

CUADRO 3.5(4)
TENDENCIA ACTUAL Y CRECIMIENTO FUTURO PREVISTO DE LOS
PLASTICOS PARA EL EMBALAJE EN LOS PAISES EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Región	1992-1993	1995	2000	TCCA, % 1995-2000
Asia/Pacífico	4.384	5.700	10.260	12,5%
Oriente Medio	520	650	1.250	14%
Europa oriental	2.352	2.822	4.860	11,5%
América Latina	1.445	1.806	3.110	11,5%
Africa	490	612	1.175	14%

* Compilado a partir de diferentes fuentes.

** Comprende sólo el polietileno y el polipropileno.

Los productos para embalaje se dividen sobre todo en dos tipos: flexibles y rígidos. El consumo de embalajes flexibles es muy superior al de los rígidos en lo que respecta al volumen.

Los materiales utilizados en el embalaje y su pauta de utilización en los países en desarrollo son los siguientes:

3.5.1. PEBD/PEBDL

La demanda de PEBD/PEBDL está motivada sobre todo por el sector del embalaje. Entre los diversos segmentos del embalaje los principales impulsores del crecimiento son los artículos alimentarios, comprendidos la leche líquida y los alimentos elaborados.

La leche líquida necesita sobre todo embalajes flexibles. Ello depende del volumen de producción de leche que entra en el sector organizado. Los productos lácteos con valor añadido consumen una gran cantidad de materiales de embalaje flexible. Estos se utilizan sobre todo en forma de bolsas, que sustituyen a las latas y las botellas de vidrio. En la India, en 1985-1990, la participación relativa de las bolsas pasó del 49,8% al 74% y la de latas y botellas bajó en un 24%, como se indica en el Cuadro 3.5(5).

CUADRO 3.5(5)
PARTICIPACION RELATIVA DE LOS EMBALAJES
DE LECHE EN LA INDIA

(En porcentaje)

	1985	1990
PEBD/PEBDL	49,8	74
Bolsas		
Latas	18,5	6
Botellas	17,5	6
Ventas a granel	14,2	14

En los países en desarrollo ha ocurrido a partir de mediados del decenio de 1980 un pronunciado avance en el embalaje de alimentos elaborados. Se ha establecido una capacidad avanzada de elaboración para satisfacer la creciente demanda de la industria de alimentos elaborados. Para esta aplicación se prefieren películas multicapa en las que interviene una alta proporción de PEBD.

Son varias la industrias que utilizan películas de PEBD en forma de rollos, revestimientos, bolsas y substratos de agua por extrusión para el embalaje intermedio. El producto de esas industrias es intermedio del sector industrial en sí. El empleo de PEBD en embalaje para sustancias químicas a granel, medicamentos, máquinas herramienta, piezas de repuesto, componentes mecánicos industriales, materias primas plásticas, piezas de automóviles y aparatos electrodomésticos se ha agrupado totalmente en este segmento.

El PEBD también experimenta una demanda cada vez mayor para embalajes unitarios de jabones y detergentes. El consumo de PEBD en revestimientos por extrusión ha crecido mucho en los últimos años. Hace falta para el revestimiento de papeles metálicos, sacos tejidos, bolsas de yute, papel y paño. La vida útil de productos esenciales y de alimentos elaborados mejora mediante el empleo de estos productos de embalaje.

3.5.2. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)

La demanda de sacos tejidos guarda relación con la pauta de la demanda de fertilizantes, cemento, azúcar, sal y otros productos que necesitan embalaje a granel. Ha venido sustituyendo/complementando sobre todo a las bolsas de yute y de paño en unos cuantos países asiáticos. El mayor productor de yute del mundo es la India. Pero la producción de yute lleva más o menos estancada desde hace más de un decenio (Cuadro 3.5(2)). La demanda de sacos sintéticos se refiere sobre todo al embalaje de fertilizantes y cemento.

La producción de fertilizantes se basa en nitrógeno, potasio y fosfatos. El embalaje de fertilizantes se realiza sobre todo en tejidos de yute laminados con película de PEBDL/HMPEAD. Los sacos de yute se utilizan para el embalaje de fertilizantes nitrogenados y otros fertilizantes mixtos en los países

productores de yute. Los sacos tejidos de PEAD se utilizan para el embalaje de fertilizantes fosfatados debido a su superior resistencia química. Los sacos hechos de PP/PEAD presentan muchas ventajas sobre los de yute: más resistencia a la tensión y la abrasión, así como a la humedad, etc. Pero presentan la desventaja de dificultades de apilado debido a que su superficie es resbaladiza. Entre los sacos sintéticos, los de PP se pueden apilar más altos que los de PEAD debido a un mayor coeficiente de fricción.

A fin de proteger la industria del yute, el Gobierno de la India reserva varias esferas para las bolsas de yute, por ejemplo, los cereales alimentarios, la urea, el azúcar y el cemento. El Gobierno lo importa y se lo proporciona a las instalaciones de fertilizantes para el embalaje unitario y para alimentar el mercado.

El consumo de polímeros en el embalaje de fertilizantes se calcula a partir de la hipótesis de que un 80% de los fertilizantes nitrogenados son de urea, que necesariamente ha de embalsarse en bolsas de yute. Se supone que el 20% restante y todos los fosfatos se embalan en sacos sintéticos.

Cada bolsa sintética consiste en el saco exterior y el forro interior. El saco hecho de PEAD pesa 110 g, mientras que el forro hecho de PEBD pesa 25 g. Sobre esta base, el desglose polimérico puede interpretarse como 70:20:10 respecto de PEAD:PEBD:PP.

La industria del cemento utiliza diferentes materiales de embalaje, es decir, yute, bolsas de papel de varias hojas y productos sintéticos. El yute es el predominante en el embalaje de cemento en la India. Las bolsas sintéticas tienen varias ventajas sobre el yute:

- i) Son más fuertes.
- ii) Son más livianas y en consecuencia los costos de transporte y manipulación son más bajos.
- iii) La filtración de bolsas sintéticas es muy escasa (0,3%) en comparación con la de las bolsas de yute (5%).

En consecuencia, existe una clara preferencia por los sacos sintéticos. Entre los materiales sintéticos se prefiere el PP al PEAD. El PP tiene menos densidad que el PEAD, y en consecuencia un mejor rendimiento. En segundo lugar, el PP puede soportar temperaturas de llenado más altas, hasta un máximo de 100°C, frente a 80°C en el caso del PEAD.

La producción de cemento, fertilizantes y otros productos de consumo seguirá aumentando en los países en desarrollo. En consecuencia, la tasa de crecimiento del material de embalaje también subirá con el aumento de la demanda de esos artículos. El empleo de material convencional de embalaje seguirá disminuyendo debido a las diversas ventajas del material sintético. Ello dará un impulso al crecimiento de la demanda de materiales sintéticos.

En la esfera de los embalajes rígidos los artículos moldeados por soplado e inyección se utilizan para productos de higiene personal, aceites vegetales,

quee, aceites lubricantes, productos farmacéuticos y sustancias químicas, etc. Sin embargo, el PEBDL está capturando el mercado de los productos rígidos de embalaje en lugar del PEAD. Las películas y bolsas de HMPEAD han logrado eliminar el papel de casi todas las papelerías de consumo.

3.5.3. POLIPROPILENO

Uno de los principales contribuyentes al aumento del polipropileno en el mercado es la película de embalaje, sobre todo las probetas tubulares y las películas orientadas biaxialmente.

La película de PP representa el mayor volumen de ventas de polipropileno. Los sectores clave de empleo de películas de bolsas tubulares son los envoltorios textiles y los embalajes de prendas de vestir para la exportación. El segundo uso final en importancia de bolsas tubulares corresponde al sector de embalaje con fines generales.

La película de orientación biaxial representa una de las aplicaciones especiales del polipropileno. Ha capturado al celofán mercados apreciables para envoltorios de cigarrillos, laminados, embalajes de confitería, productos de panadería y otros alimentos elaborados.

En los embalajes rígidos el PP/CPVP comparte las necesidades de mercado de cajones, botellas sopladas y contenedores para el embalaje y el transporte de paquetes unitarios de artículos perecederos, productos farmacéuticos, de higiene personal y sustancias químicas. El PP también comparte el mercado de PEAD de sacos tejidos. Además de ello, las cuerdas y las cintas de PP han venido sustituyendo en gran medida a las de yute y de metal para los embalajes unitarios.

3.5.4. CLORURO DE POLIVINILO

La película rígida de CPV se utiliza en la industria textil para el embalaje exterior de prendas de vestir. Sin embargo, la película de PP ha penetrado en este sector, lo cual ha llevado a un crecimiento más lento de las películas rígidas de CPV. Sin embargo, el CPV mantiene los embalajes trenzados de dulces y caramelos. Sin embargo, el mercado de papel calandrado ha venido encontrando cada vez más usos, en particular en productos farmacéuticos y de consumo como cuchillas de afeitar, juguetes, etc.

Las botellas sopladas de CPV tienen un mercado para el embalaje de aceites comestibles, jugos de frutas, aguas minerales y bebidas muy gaseosas.

3.5.5. POLIESTIRENO

Los contenedores de poliestireno termoformado son los principales productos de embalaje. Los contenedores moldeados por inyección para productos cosméticos y aplicaciones parecidas también han ido adquiriendo importancia.

3.6. COMPONENTES INDUSTRIALES Y PRODUCTOS MECANICOS

El empleo de sustancias petroquímicas, especialmente plásticos y caucho, en componentes industriales y productos mecánicos no sólo ha servido para modernizar las industrias, sino que también ha dado origen a nuevos productos en la esfera de la electrónica, las telecomunicaciones y las computadoras. Los plásticos industriales han sustituido a los metales sobre todo en tres esferas:

- i) Piezas activas en forma de secciones compactas y gruesas, que han sustituido a los moldes troquelados.
- ii) Alojamiento para grandes componentes en sustitución de planchas metálicas.
- iii) Estructuras para soporte de cargas.

3.6.1. PLASTICOS INDUSTRIALES/ESPECIALES

La participación mundial en el consumo de los plásticos industriales en 1985 fue sólo del 2,1% del total de material plástico. Las dos mayores industrias de consumo de plásticos industriales fueron la eléctrica/electrónica y el automóvil. En el Cuadro 3.6(1) se indica la participación correspondiente a los principales plásticos industriales en los países desarrollados durante 1985:

CUADRO 3.6(1)
CONSUMO DE PLASTICOS INDUSTRIALES EN
PAISES DESARROLLADOS: 1985

(En miles de toneladas)

Tipo	Europa occidental	EE.UU.	Japón
PA (todos los tipos)	275	200	100
ABES	410	480	450
PC	90	140	50
POM	68	50	70

Entre los países en desarrollo como la India la pauta de consumo de plásticos industriales fue de aproximadamente 16.000 toneladas al año (comprendido el MAMP). Sin embargo, conforme a una nueva tendencia de la demanda, se contempla que además del ABES y las poliamidas también harán falta policarbonatos, poliacetales, TPE/TPB y PTFE en cantidades razonablemente amplias con la inducción de tecnologías avanzadas de importantes fabricantes de países desarrollados, en especial en los sectores del automóvil, la electrónica y las telecomunicaciones. El consumo mundial actual de los principales polímeros industriales/de alto rendimiento figura en el Cuadro 3.6(2).

CUADRO 3.6(2)
CONSUMO MUNDIAL DE PLASTICOS INDUSTRIALES

Productos	Consumo mundial (millones de toneladas)
ABES	1,65
MAMP	0,85
TPE	1,80
PA	0,80
POM	0,40
SPF	0,20
TPB	0,20
FF	0,30
UF/MF	0,15
PE	1,40
*EPOXIDOS	0,96

* No se dispone de cifras relativas al consumo de epóxidos para aplicaciones de plásticos reforzados

La participación en el consumo por sectores de esos materiales es la siguiente:

- i) Sector autom3vil - 40%
- ii) Electrodom3sticos - 25%
- iii) Telecomunicaciones - 15%
- iv) Textiles - 10%
- v) Otros - 10%

Los diferentes pol3meros industriales tienen algunos rasgos espec3ficos como el MAMP -claridad 3ptica-, los policarbonatos -gran resistencia a los impactos-, los ESAN -gran resistencia qu3mica- y el ABES -mejor combinaci3n de propiedades mec3nicas. Habida cuenta de ello, en las secciones siguientes se comentan las propiedades y las aplicaciones de diferentes pl3sticos de alto rendimiento.

3.6.1.1. ACRILONITRILO-BUTADIENO-ESTIRENO (ABES)

El ABES, hecho de una fase continua de estireno-acrilonitrilo (ESAN) en el cual se injerta una fase elastom3rica dispersa de polibutadieno, brinda una combinaci3n de dureza, rigidez y propiedades superficiales. Junto con su excelente posibilidad de elaboraci3n hacen que resulte el pol3mero industrial de mejor rendimiento por volumen. Se calcula que el consumo mundial oscila en torno a 1,65 millones de toneladas y aument3 a una tasa del 4,5% al a3o hasta llegar a los niveles de producci3n de aproximadamente 1,95 millones de toneladas en 1995. La principal esfera de aplicaci3n del ABES son los autom3viles, las m3quinas de oficina, los electrodom3sticos, las telecomunicaciones y la electr3nica de consumo. En todas estas esferas el

producto se utiliza para paneles interiores que no soportan carga y para bastidores. También se utiliza en mezclas con CPV y policarbonatos.

3.6.1.2. METACRILATO DE METILO POLIMERIZADO (MAMP)

El MAMP, llamado vulgarmente acrílico, hecho a partir de monómeros de metacrilato de metilo, se distingue por su excelente claridad y por una buena resistencia a los impactos en condiciones normales de manipulación. El producto se despolimeriza fácilmente a su monómero y puede volverse a polimerizar, lo cual permite obtener planchas de monómero regenerado con muy poca inversión en instalaciones y maquinaria. Se calcula que el consumo mundial actual de polímero virgen es de 0,85 millones de toneladas y es probable que llegue a un millón de toneladas para 1995.

La principal aplicación de las planchas de MAMP se halla en el mercado de señales luminosas, seguido por el de vidriería en las industrias de la construcción, los productos fabricados de novedades y las aplicaciones al automóvil en los sistemas de transportes públicos. Las calidades de moldeo de resina se utilizan para automóviles, lentes, tableros de control para instrumentos y productos electrónicos de consumo.

3.6.1.3. TEREFTALATO DE POLIETILENO (TPE)

Se hace a partir de la polimerización por condensación de etilenglicol con tereftalato de dimetilo/ácido tereftálico y está dominado por sus usos en la industria textil como la fibra sintética de más utilización. Las diferentes calidades, que dependen del grado de cristalinidad, también se emplean para botellas sopladas, películas de aislamiento y en medida limitada para electrodomésticos moldeados.

En 1991 se utilizaron en todo el mundo casi 1,8 millones de toneladas de TPE para botellas y aplicaciones en películas. De ese total, el 55% se utilizó para la producción de botellas de bebidas, medicamentos, cosméticos y aceites comestibles. El resto se utilizó en películas para embalaje, cintas magnéticas, cintas de embalaje, etc. Los polímeros que tienen mayores propiedades mecánicas y mayor resistencia a la temperatura se utilizan fundamentalmente en aplicaciones industriales que exigen un rendimiento estructural a temperaturas elevadas. Además, conserva sus propiedades plásticas inherentes de constituir un medio aislante contra la energía eléctrica y térmica.

3.6.1.4. TEREFTALATO DE POLIBUTILENO (TPB)

El tereftalato de polibutileno (TPB), hecho a partir de la reacción por condensación de 1,4 butanediol con tereftalato de dimetilo, se utiliza sobre todo en moldeo. También se utilizan pequeñas cantidades de TPB en aplicaciones de moldeo, pero su contribución al total de productos de plásticos industriales es muy escasa. El poliéster termoplástico también se

utiliza como material para aleaciones con policarbonatos para aplicaciones de absorción de impacto en los automóviles.

Si se excluyen las aplicaciones del TPB para fibras, botellas y películas, el consumo de TPE y TPB para moldeado se calcula en 0,25 millones de toneladas y es probable que llegue a 0,3 millones de toneladas para 1995. Dado su carácter cristalino proporciona una buena resistencia química, tiene propiedades eléctricas superiores, una excelente resistencia al calor y estabilidad dimensional en forma de relleno. El poliéster termoplástico se utiliza mucho en aplicaciones eléctricas, electrónicas y de aparatos electrodomésticos.

3.6.1.5. POLIAMIDAS (PA)

Aunque son varias las poliamidas desarrolladas comercialmente, su empleo está dominado por dos tipos principales: la poliamida 6 (producida a partir de la polimerización de caprolactam) y la poliamida 66 (producida a partir de la reacción por condensación de hexametilendiamina y ácido adípico). Sus propiedades físicas y mecánicas están determinadas en gran medida por los grados de cristalinidad.

Aunque las poliamidas se desarrollaron inicialmente como material de fibra sintética, a lo largo de los años se han venido utilizando también para aplicaciones en películas y moldeado. Incluso hoy día las aplicaciones en fibras constituyen las primordiales. Al ser polímeros cristalinos, las poliamidas brindan una buena resistencia a los disolventes y en la forma rellena se mejoran considerablemente las propiedades mecánicas. Debido a su costo relativamente barato en comparación con otros termoplásticos industriales, el consumo mundial también es el más elevado de todos y en la actualidad se calcula en 0,8 millones de toneladas, con la probabilidad de llegar a un millón de toneladas para 1995.

Los mercados de moldeado representan el 55% del consumo de resinas y se desglosan en el sector del automóvil (11%), el eléctrico (11%), el mecánico (14%), el textil (7%), los artículos de ferretería (3%) y aplicaciones varias (9%). El 20% restante corresponde a varillas extrusionadas, placas y aplicaciones en película.

La mayor parte de las poliamidas utilizadas por la industria corresponde al sector de los transportes. Le siguen los usos en electricidad, electrónica, maquinaria industrial, aparatos electrodomésticos y artículos de consumo. También se utiliza un volumen considerable de poliamidas para aplicaciones en monofilamentos y películas.

3.6.1.6. POLICARBONATOS (PC)

Entre los principales termoplásticos industriales, es posible que los PC sean los polímeros de crecimiento más rápido en cuanto a su empleo. La calidad general de los PC es un poliéster lineal de ácido carbónico en el cual los fenoles dihidricos se vinculan mediante grupos carbonatos. La adición de un

pequeño volumen de fenoles polihídricos puede mejorar la resistencia a las llamas, a la fusión y otras propiedades. Se calcula que en la actualidad el consumo es de aproximadamente 0,6 millones de toneladas y se prevé que llegue a un millón de toneladas para 1995. El material tiene su mayor demanda en los escudos y cascos de seguridad, la biomedicina, la electrónica y una gran diversidad de productos mecánicos.

3.6.1.7. POLIACETALES (POM)

El polioximetileno (POM), vulgarmente llamado poliacetal, está disponible como homopolímero hecho mediante la polimerización de formaldehído y como copolímero a partir de la polimerización de trioxano con un pequeño volumen de comonomero que distribuye aleatoriamente los enlaces carbono-carbono en forma de grupos de oxietileno. Las unidades de oxietileno en la cadena de polímeros sirven para combatir los ataques térmicos, oxidativos y químicos contra los polímeros.

La presencia mundial del polímero está dominada por las empresas DuPont, las calidades homopoliméricas (Delrin) y las calidades copoliméricas de las empresas Hoechst-Celanese (Celcon). El consumo actual se calcula en aproximadamente 0,35 millones de toneladas, con la probabilidad de alcanzar 0,4 millones de toneladas para 1995. El material tiene sus aplicaciones en los productos eléctricos, industriales, de riego y mecánicos.

3.6.1.8. OXIDO/ETER DE POLIFENILENO MODIFICADO (OPFM/EPFM)

El óxido de polifenileno se hace mediante el acoplamiento oxidativo de fenoles sustituidos con eliminación de la molécula de agua. En su forma pura el OPF se caracteriza por una gran resistencia al calor pero escasa estabilidad térmica. A fin de que se preste a las técnicas convencionales de elaboración termoplástica se alea de forma idónea con poliestireno. Este proceso de modificación lo convirtió en la primera aleación comercial que tuvo éxito en el mundo.

El mercado de OPF modificado está dominado por GE Plastics, creadora de la aleación. Se calcula que el consumo mundial actual es de 0,2 millones de toneladas, con la probabilidad de llegar a 0,25 millones de toneladas para 1995.

Debido a sus excelentes propiedades eléctricas, buenas propiedades mecánicas y capacidad de combustión lenta, el OPFM se utiliza mucho en maquinaria de oficina, telecomunicaciones y aplicaciones eléctricas y electrónicas. Se emplea en la esfera de los automóviles para piezas interiores resistentes al calor y como aleación con poliamida, para aplicaciones de paneles de carrocería exterior pintables en línea de montaje. Debido a su gran estabilidad hidrolítica, el OPFM también se utiliza para diversas aplicaciones de fluidos y de ingeniería ambiental. Se calcula que el consumo actual es de 300 toneladas, con la probabilidad de llegar a 3.500 toneladas para 1995 y 7.300 para el año 2000.

3.6.1.9. POLITETRAFLUOROETILENO (PTFE)

El PTFE se utiliza mucho en aplicaciones industriales debido a su excelente resistencia química, al calor y sus buenas propiedades mecánicas. La capacidad mundial estimada es de 44.000 toneladas, con la probabilidad de llegar a 55.000 toneladas en breve. El motivo de su aceptabilidad en muchos componentes industriales es que tiene buenas propiedades de autolubricación y una gran resistencia al calor.

3.6.1.10. SULFURO DE POLIFENILENO (SPF)

El SPF tiene una gran resistencia a las temperaturas y un encogimiento en moldeado de casi cero junto con excelentes propiedades mecánicas y resistencia química. Se está utilizando en pequeñas cantidades para aplicaciones críticas en artículos eléctricos, electrónicos, maquinaria de oficina y artículos de novedades de consumo, etc. Se calcula que el consumo mundial actual de SPF es de 15.000 toneladas.

3.6.1.11. POLISULFONAS

Debido a su gran resistencia al calor y su transparencia las polisulfonas también se utilizan en pequeñas cantidades para aplicaciones médicas que exigen una esterilización reiterada y componentes para equipo de industrias lácteas que necesitan esa propiedad para la inspección visual del contenido interno o la corriente de los productos. Se estima que el consumo mundial es de 11.000 toneladas; en su mayor parte corresponde a aplicaciones médicas.

Existe un gran número de otras resinas termoplásticas de gran valor y escaso volumen que se utilizan en aplicaciones industriales y exigen criterios específicos de rendimiento. Entre ellas figuran la polieterimida, la polieteretercetona (PEEC), la poliarilata, la poliimida, la poliamidimida y los polímeros de cristal líquido.

3.6.2. ALEACIONES Y MEZCLAS TERMOPLASTICAS

Las aleaciones y mezclas termoplásticas tienen un alto costo de desarrollo debido a la invención y la comercialización de nuevos polímeros. Con los apreciables adelantos realizados en la esfera de la tecnología de compatibilización, se están comercializando muchas aleaciones y mezclas a fin de apoderarse del mercado en segmentos de aplicaciones específicas en las que un solo polímero es funcionalmente deficiente o económicamente poco atractivo. El empleo de termoplásticos industriales y polímeros especiales en esta esfera ha avanzado considerablemente.

La lista de aleaciones y mezclas que han tenido éxito comercial comprende AL/CPV, ABES/OPF, PC/ABES, PC/TPB, PC/PE, OPF/PA, SPF/PTFE, ABES/polisulfona, TPB/polisulfona, polisulfona o polietersulfona con PTFE, etc. En casi todas estas esferas la tecnología compatibilizadora está muy reservada, con el

resultado de que son muy pocos los fabricantes que logran ofrecer esas aleaciones.

3.6.3. TERMOESTABLES

Los detalles sobre el consumo mundial de termoestables obtenidos de diferentes fuentes industriales se han indicado ya en el Cuadro 3.6(2) y sus principales aplicaciones se indican en el Cuadro 3.6(3).

CUADRO 3.6(3)
APLICACIONES DE TERMOESTABLES

Aplicaciones de uso final	Porcentaje
1. Accesorios eléctricos, enchufes, interruptores, etc.	29
2. Piezas electrónicas (conectores), interruptores y otros componentes eléctricos conexos, comprendidos los componentes de telecomunicaciones	25
3. Aparatos domésticos no eléctricos, por ejemplo, asas de ollas a presión, picaportes, etc.	10
4. Aparatos electrodomésticos-aplicaciones de uso final doméstico	5
5. Automóviles (por ejemplo, tapa del distribuidor)	7
6. Aplicaciones para defensa	2
7. Industria de textiles y prendas de vestir	5
8. Pequeños artículos de consumo (ceniceros)	1
9. Artículos para el hogar; asientos para inodoros	2
10. Diversas (carritos independientes, ferrocarriles (relés de señales), piezas industriales)	14
	100

3.6.3.1. FENOLFORMALDEHIDO (FF)

El consumo de FF ha venido aumentando a un ritmo muy lento en los últimos años. El principal motivo podría ser que ha habido pocos perfeccionamientos tecnológicos, tanto en la esfera de producción como en la de elaboración. Se prevé que la tasa de crecimiento sea de 2,5% al año durante este decenio para alcanzar un nivel de 16.500 toneladas en 1995 y 18.700 toneladas en el año 2000.

3.6.3.2. UREA FORMALDEHIDO (UF)/MELAMINA FORMALDEHIDO (MF)

Los polvos de UF para moldeado se utilizan sobre todo en la industria eléctrica (80%) y para la producción de botones (15%). También se utilizan pequeñas cantidades para la fabricación de asientos de inodoros y para pequeños artículos domésticos. El MF se utiliza sobre todo para el moldeado de cubiertos (95%) y una pequeña cantidad para aplicaciones eléctricas, como laminados industriales.

Es probable que el consumo actual de UF/MF aumente a un ritmo más rápido en comparación con el de FF. Se calcula que la demanda llegará a 12.000 toneladas para 1995 y 19.000 toneladas para el año 2000.

3.6.3.3. POLIESTER INSATURADO

Los poliésteres insaturados son termoestables polivalentes que brindan toda una gama de productos y gran variedad de posibilidades de aplicación y se hacen a partir de una mezcla de anhídrido ftálico, anhídrido maleico, propilenglicol, etilenglicol y monómeros de estireno, que se utilizan primordialmente con materiales de refuerzo como vidrio, aramida y fibra de carbono. Las aplicaciones reforzadas de poliéster insaturado representan el 80% de los usos totales. Los adelantos realizados en las esferas de compuestos para el moldeado de planchas, compuestos para el moldeado a granel y compuestos para el moldeado de pastas han permitido superar los problemas de elaboración de la resina termoestable al mismo tiempo que han aprovechado las ventajas de sus propiedades.

Las utilidades primordiales del poliéster insaturado reforzado se hallan en la industria eléctrica y electrónica. Los sectores del automóvil y los transportes también utilizan un volumen considerable, seguidos por las aplicaciones industriales.

Los principales procesos que intervienen son el remachado a mano, el moldeado por compresión, los compuestos para el moldeado de planchas y para el de pastas, el bobinado de filamentos, la extrusión por estirado, la impregnación continua, el fundido, etc.

3.6.3.4. RESINAS EPOXIDICAS

La epoxia, hecha en general mediante la condensación de epiclorohidrina con bisfenol-A y difenilpropano se utiliza sobre todo para revestimientos y aglutinación y en muy pequeña medida para aplicaciones de plásticos especializados reforzados. En esta última categoría la mayor parte de los usos se hallan en los laminados eléctricos para interruptores de circuitos impresos. Se calcula que el consumo mundial de epoxia en la aplicación reforzada es de 3,36 millones de toneladas.

El aumento del consumo de plásticos industriales/especiales dependería totalmente de la demanda de las industrias que son usuarias finales. La medida en que esos plásticos resultaran ser eficaces en cuanto a costo/rendimiento,

fuese en su forma primaria o como compuestos, aleaciones y mezclas, determinaría su condición de alternativa a los materiales de construcción existentes. En los países en desarrollo existe un amplio ámbito para las aplicaciones diversificadas de estos plásticos.

Los plásticos industriales/especiales son materiales caros de escaso volumen. En el Cuadro 3.6(4) se indica la pauta de consumo de los principales países en desarrollo. Hay materiales, como ABES, nilón, SPF, MAMP, TPE, TPB, PTFE, etc., que se fabrican en países como la India, China, México, la Argentina, Corea del Sur, etc. Los grandes consumidores son Hong Kong, Taiwán, Corea del Sur y la India. En cuanto a estos materiales los países mencionados dependen mucho de las importaciones. También se planea el aumento de la capacidad de PC y poliacetales en los países en desarrollo.

CUADRO 3.6(4)
PAUTA DE CONSUMO DE PLASTICOS INDUSTRIALES
(%)

	Polia- midas	Policar- bonatos	Polia- cetales	TPE/TPB	ABES	PTFE
Transportes	4-5	4-5	10-15	8-15	12-15	-
Teletrónica	18-20	25-30	40-45	25	25	-
Electricidad	4-5	10-15	15-20	-	Neg.	10
Mecánica general	45-50	15-20	15-20	12	15	75
Otras	15-20	35-40	5	40	40-45	10
	(monofi- lamentos/ cerdas/ consumo)	(consumo/ doméstico)	(consumo/ doméstico)		(refrigeradores/ carcasas)	
Misc.	5	5	5	5	4-5	5

Taiwán y Hong Kong son grandes productores de electrónica de consumo, computadoras y productos de telecomunicaciones, sobre todo para la exportación. Esos países disponen de instalaciones infraestructurales suficientes para la elaboración de plásticos industriales y especiales. También han adquirido conocimientos técnicos en esta esfera. Asimismo se producen las mezclas/aleaciones necesarias para aplicaciones especiales de uso final y se han creado instalaciones suficientes para combinarlas.

Algunos de los materiales especiales y termoestables se utilizan en la defensa, la industria aeroespacial y otras aplicaciones de alta tecnología. Hay países como la India y China que disponen de conocimientos técnicos en el desarrollo de la aplicación de esos materiales. Su necesidad de ellos se satisface en parte mediante la producción local. Fibras como la de PP y el acrílico han obtenido un mercado en los sectores del automóvil e industrial. La producción autóctona de caucho cubre en parte las necesidades de componentes industriales y mecánicos como neumáticos, juntas, precintos, cinturones, etc.

4. EXPERIENCIA OBTENIDA A PARTIR DE LAS PAUTAS DE DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS DERIVADOS EN LOS PAISES INDUSTRIALIZADOS QUE ES APLICABLE A LAS CONDICIONES IMPERANTES EN LOS PAISES EN DESARROLLO

El desarrollo de productos petroquímicos derivados ha superado los materiales tradicionales, no sólo en términos económicos, sino también en cuanto a rendimiento. Esos productos están sustituyendo, además de complementar, a los materiales naturales, que en general escasean y no podrían satisfacer las necesidades humanas básicas. La existencia de determinados productos de la electrónica, eléctricos, de telecomunicaciones, de transportes y de maquinaria de oficina es posible únicamente gracias a los productos petroquímicos. El aumento del nivel de vida se debe en gran parte a la disponibilidad de esos productos conforme a la demanda en los países desarrollados.

Al mismo tiempo que se comenta la experiencia de los países industrializados y su aplicabilidad en los países en desarrollo, en el presente estudio es necesario abordar algunos de los rasgos generales de estos últimos.

En general, la situación en los países en desarrollo es muy diferente de la existente en los desarrollados. De ahí que la experiencia obtenida en las naciones industrializadas pueda utilizarse en los países en desarrollo mediante el estudio de su situación geográfica, sus condiciones climáticas y sus necesidades locales.

Una población enorme y con un crecimiento incontrolado en determinadas regiones en desarrollo constituye uno de los principales motivos de preocupación. En consecuencia, la planificación actual no puede valer para el día de mañana y la incertidumbre impera a todos los niveles de la esfera burocrática y política. El crecimiento económico rápido en general sólo es posible mediante un control efectivo de la población. Ello aportará mejores oportunidades de educación y desarrollo de la población y una mejora del nivel de vida, así como una utilización eficaz de los recursos con la diversificación de la atención hacia la modernización general.

El escenario político varía según los países en desarrollo. Las decisiones cambian según los cambios del poder en los países democráticos y las decisiones de política se ven aplazadas o modificadas para obtener ventajas políticas que pueden producir enormes pérdidas. En consecuencia, los programas se modifican y su aplicación lleva demasiado tiempo, o a veces se renuncia a ellos. Por otra parte, la estabilidad es mayor en los países desarrollados y las decisiones de interés nacional se ejecutan con eficacia y permanecen sin cambiar incluso cuando cambia la situación política del país.

Otro problema de los países en desarrollo es la falta de aptitudes administrativas. Esto se convierte en uno de los motivos de imperfección en la planificación, retrasos en la adopción de decisiones y la aplicación de programas en todas sus fases. En cambio, los países desarrollados son muy fuertes en este aspecto y en consecuencia han conseguido un crecimiento económico rápido.

Algunos de los países en desarrollo, pese a ser ricos en recursos naturales, no pueden utilizarlos con eficacia debido a diversos problemas directos o indirectos, generalmente de escasa duración pero de carácter variado y que aparecen en sucesión. Ello se debe sobre todo a una mala estructura de organización y a la falta de aptitudes para la solución de problemas entre los encargados de adoptar decisiones.

El desarrollo tecnológico se ha producido sobre todo en naciones desarrolladas como los Estados Unidos, el Japón y Europa occidental. Han tenido éxito en esa tentativa gracias a esfuerzos conjuntos y a una firme interacción entre instituciones, industrias y centros de investigación. Como es cierto que la necesidad es la madre de la ciencia, casi todos los avances en el sector petroquímico se produjeron en la época de la segunda guerra mundial. El rápido reconocimiento de la necesidad de materiales sintéticos, las grandes capacidades administrativas, una planificación perfecta y una ejecución rápida e ininterrumpida de programas científicos y tecnológicos son algunos de los factores de éxito de los países desarrollados. En consecuencia, es en ellos donde se ha producido sobre todo el crecimiento en esa esfera. Por otra parte, los países en desarrollo siempre se han centrado en satisfacer las necesidades humanas básicas de sus grandes poblaciones. Ello los ha obligado a dar más peso al sector agrícola sin realizar mucha modernización. La planificación a largo plazo ha ayudado a los países desarrollados a utilizar y especificar con eficacia la esfera de uso de sus recursos.

La demanda de productos petroquímicos en los países en desarrollo aumentó a un ritmo mayor en el decenio de 1980 como resultado de lo cual se hicieron grandes planes de aumento de la capacidad. Ya están en marcha varias instalaciones nuevas y se están preparando muchas más. Esa ampliación no se destina sólo al consumo cautivo en esos países, sino también a la exportación de un volumen importante de productos petroquímicos debido a la disponibilidad de insumos, sobre todo en la región de Asia y el Pacífico.

Es muy probable que la baratura de los productos petroquímicos no sea el único motivo para competir en el mercado de exportación, pero el exceso de capacidad exige más esfuerzos para el desarrollo de productos y actividades con valor añadido para el desarrollo de nuevas aplicaciones con mejores posibilidades de comercialización. En los países desarrollados hay grupos de expertos que trabajan constantemente para hacer que aumente la demanda de su material, mientras que los países en desarrollo optan por una tecnología destinada únicamente a la producción de los materiales, pero no atienden seriamente a conseguir una mejor reputación en el mercado. También fallan en sus esfuerzos de desarrollar mejor los mercados.

Existe un escenario en rápida evolución en el cual los países desarrollados siguen modernizando y desarrollando nuevas tecnologías mientras los países en desarrollo no pueden mantener el ritmo y las tecnologías importadas por ellos de los países desarrollados van quedando anticuadas. Las nuevas tecnologías implican más automatización y eficiencia energética, un costo menor de producción y generalmente una mayor idoneidad para el medio ambiente. En los países en desarrollo hacen falta esfuerzos más concertados para una absorción eficaz y una modificación necesaria de la tecnología conforme a las condiciones locales. La contribución de los científicos y los técnicos tiene

que orientarse más en ese sentido. También hace falta una buena base de datos tecnológicos y una mejor tecnología de la información como la que existe en los países desarrollados que tienen una enorme capacidad de producción de productos petroquímicos. Algunos de los países en desarrollo con una gran capacidad de producción de productos petroquímicos no disponen ni siquiera de las instalaciones para investigación y desarrollo en esta esfera. En consecuencia, en su planificación a largo plazo están obligados a crear esas instalaciones a fin de hacer frente a los desafíos del futuro. Los países que han aumentado su capacidad orientándola sobre todo a la exportación pueden enfrentarse con problemas de desarrollo de nuevas tecnologías en las naciones desarrolladas que aportarán sustancias petroquímicas a costo más bajo. Ello hace que resulte importante actualizar constantemente su tecnología mediante instalaciones propias de investigación como las que existen en los países desarrollados.

En general, el sistema de educación en los países en desarrollo es menos pertinente para las necesidades de la economía. Los programas de formación profesional/educación tienen menos orientación práctica y hacia el empleo. La experiencia obtenida de las naciones industrializadas tiene que utilizarse para modificar el sistema de educación con objeto de que se creen más oportunidades de empleo por cuenta propia. El conocimiento del empleo es necesario para quienes llegan al mercado de trabajo con objeto de que sigan interesados en actualizar sus conocimientos, especialmente en el sector petroquímico. Países como la India y China han creado instalaciones para la capacitación orientada hacia la práctica en esta esfera a fin de satisfacer su demanda local de fuerza de trabajo. Hará falta modernizar las instalaciones existente y crear instituciones para esa capacitación en los países en desarrollo.

El objetivo de un sistema de seguridad social es asegurar que la capacidad adquisitiva esté distribuida de forma equitativa entre toda la población con objeto de que todas las personas de un país dispongan de dinero para comprar bienes y servicios que mantengan a toda la fuerza de trabajo empleada en la fabricación de bienes y el suministro de servicios. También debe asegurar que los salarios, los ingresos y los precios estén controlados con objeto de que no se permita a la ley de la oferta y la demanda deprimir los salarios en un mercado con excedentes de mano de obra ni subir los precios en un país con déficit crónicos. Casi todos los países muy poblados son atrasados económicamente. La capacidad adquisitiva de la mayor parte de ellos no es tanta que puedan permitirse ni siquiera el mínimo necesario para la vida diaria. En consecuencia, se entiende que el crecimiento de la demanda per cápita de las sustancias petroquímicas seguirá siendo escaso. Por lo tanto, la creación de nuevas instalaciones petroquímicas debe basarse más en las necesidades y en la tasa de crecimiento prevista. La mera aceptación de la ecuación de que "el nivel de vida guarda relación con los productos petroquímicos" no promete para unos cuantos países en desarrollo. Esos países tienen que buscar atentamente la disponibilidad de recursos naturales que satisfagan las necesidades humanas antes de planificar nuevas instalaciones petroquímicas con gran densidad de capital.

El aumento del desempleo en los países en desarrollo no va en pro de la automatización como medida de modernización, tal cual ocurre en los países

industrialmente desarrollados. Surge una situación difícil cuando hay que llegar a una solución intermedia a fin de controlar el costo de producción mediante la automatización y brindar más oportunidades de empleo junto con una liberalización de las importaciones. La experiencia de los países desarrollados no se puede practicar totalmente en esta situación de los países en desarrollo. Sin embargo, sí se puede utilizar su experiencia como directriz para economizar en el costo de producción de productos petroquímicos y desarrollar la conciencia de costos entre los productores.

El problema ambiental que crea una mayor industrialización es algo que se ha sentido a escala mundial. Las industrias químicas soportan una gran responsabilidad por la contaminación. También se prevé que Asia y el Pacífico constituyan el centro de crecimiento para la producción de sustancias químicas petroquímicas en los próximos años. Sin embargo, muchas de las industrias están sufriendo debido al problema ambiental. En consecuencia, es necesario que antes de proceder a la selección de nuevas tecnologías para una futura expansión se preste una atención minuciosa a este aspecto.

Las actividades de investigación en los países desarrollados se realizan sobre todo en grupos en los que los científicos y técnicos trabajan conjuntamente, no sólo para desarrollar materiales, catalizadores o sustancias químicas, sino también para encargarse de que la escala sea correcta y de que se desarrolle una tecnología de producción. Por el contrario, en los países en desarrollo los esfuerzos se consagran más a la investigación básica en provecho propio en cuanto a mejorar los conocimientos básicos, en lugar de la labor aplicada como actividad de grupo. De ahí que las actividades de investigación no estén orientadas hacia el desarrollo de nuevos materiales ni tecnologías, sino que se dejen más o menos en calidad de actividad de laboratorio. La experiencia obtenida por los países desarrollados debe utilizarse en los países en desarrollo a fin de hacer que los esfuerzos de los científicos se orienten cada vez más hacia la investigación aplicada que lleve a unas escalas idóneas y a la producción. La investigación básica no se ajusta para nada a la satisfacción de las necesidades locales. Las nuevas esferas de investigación en las que están en marcha actividades en los países desarrollados son las que ellos han elegido, pero no se orientan al desarrollo de tecnología/materiales.

Las sustancias petroquímicas como materiales sintéticos son estables al ataque biológico. Son muy duraderas y causan problemas de eliminación de desechos. Los países desarrollados han venido consumiendo enormes cantidades de plásticos, caucho, fibra y otros productos petroquímicos, pero la contaminación que causan es motivo de grave preocupación. En los países en desarrollo el consumo de esos materiales va a aumentar con el tiempo y a fin de ayudar a proteger el medio ambiente deben contribuir a seleccionar/developar los productos/tecnologías que sirvan para evitar ese peligro.

Algunos de los países desarrollados han venido desalentando el empleo de polímeros como el CPV y el PES para determinadas aplicaciones como el embalaje de alimentos, debido sobre todo a la contaminación ambiental. Por el contrario, los países en desarrollo todavía no han prestado mucha atención a ese problema. Es necesario estudiar atentamente la diversificación de las

aplicaciones de esos materiales en otros sectores y dejar lugar para otros productos más compatibles con el medio ambiente.

Con sus conocimientos técnicos, los organismos internacionales han venido aportando los servicios para el crecimiento económico de los países en desarrollo. La ONUDI ha desempeñado un importante papel al ayudar a todas las naciones en desarrollo y desarrolladas a constituir una plataforma común mediante el suministro de conocimientos técnicos en cuanto a selección de tecnologías, capacitación y establecimientos de nuevos centros de producción de sustancias petroquímicas. También se espera que su experiencia y sus conocimientos técnicos sigan ayudando a definir el futuro rumbo de acción para el crecimiento de los productos petroquímicos derivados en los países en desarrollo.

La experiencia obtenida de los países industrializados ha sido en general útil como directriz para los países en desarrollo para el crecimiento de las industrias petroquímicas, dado que difieren entre sí en cuanto a disponibilidad de recursos naturales y ubicación geográfica. Sin embargo, en el futuro los países en desarrollo tienen que establecer una infraestructura firme a fin de prestar apoyo técnico a sus industrias petroquímicas locales mediante esfuerzos autóctonos de desarrollo de la aplicación, reforzamiento de los centros de capacitación, más actividades de investigación y desarrollo de carácter aplicado y el reforzamiento de los vínculos entre industrias, centros de I+D e instituciones académicas.

5. IDENTIFICACION DE LAS PRINCIPALES LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES RESPECTO DE LA PROMOCION DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS DERIVADOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO

La realidad de nuestra existencia en esta tierra es que todas las naciones se han visto agrupadas bajo los epígrafes de "desarrolladas", "en desarrollo" y "menos adelantadas". La filosofía india ofrece una visión mucho más amplia cuando afirma que "todo el mundo es una sola familia".

Las naciones en desarrollo tienen muchas de sus limitaciones en común, originadas en la propia nación y/o a veces impuestas por fuerzas dinámicas de otras naciones. El resultado final es un crecimiento nacional lento/controlado. Uno de los indicadores del crecimiento nacional es el crecimiento del tejido social de los ciudadanos mediante la ciencia y la tecnología. Por consiguiente, en todas las naciones en desarrollo la ciencia y la tecnología han de constituir una parte respetada de la planificación nacional que conduce a su ejecución. Sobre la base de la infraestructura regional, de los insumos, de la energía y de las capacidades de recursos humanos, las naciones en desarrollo han de hacer su propia proyección tecnológica a largo plazo, una proyección que pueda adoptarse convenientemente. Para ello es preciso tener en cuenta el entorno técnico del futuro. La industria petroquímica es más volátil con respecto a los ciclos vitales de las tecnologías de un producto.

5.1. NECESIDAD DE CAMBIOS TECNOLOGICOS

En el sector petroquímico, es el cliente el que dicta los requisitos específicos del producto en la situación actual.

Como esas necesidades están cambiando con rapidez, las nuevas tecnologías que surgen obedecen más al tipo de fusión que al tipo de "avance rápido", que consume más tiempo y más dinero. Esas necesidades surgen debido sobre todo a los factores siguientes:

- Competencia - en la mejora de los procesos (productividad, eficiencia).
- Contracción financiera - para bajar los costos fijos y de explotación.
- Contracción de energía - recursos limitados.
- Vías/productos químicos más seguros - mayor conciencia de la seguridad.
- Adecuación al medio ambiente - nuevas limitaciones en este ámbito (niveles de emisión y biodegradabilidad).
- Normalización - cambios tecnológicos con respecto a los combustibles y las calidades del producto.
- Obsolescencia - el proceso de unidades/funcionamiento de unidades cambia con los nuevos conceptos.
- Carácter compacto de las plantas - escasez de terreno.

Una vez establecida la necesidad del cambio, suele haber un debate constante entre las opciones de desarrollar o adquirir esas tecnologías. La cuestión se decide sobre la base del conocimiento de las tecnologías repetitivas/no

repetitivas o reservadas. Las tecnologías actuales persiguen un uso óptimo de los hidrocarburos.

5.2. EL COMPLEJO PETROQUIMICO - PLANTA MATRIZ Y UNIDADES SECUNDARIAS

Desde el punto de vista del producto, los productos petroquímicos se caracterizan como productos básicos primarios, intermedios y finales. Es la integración tecnoeconómica de todo ello lo que lleva a la combinación de unidades que se denomina "COMPLEJO PETROQUIMICO". Esos complejos pueden ser:

- Complejos de aromáticos
- Complejos de olefinas

La planta matriz de un complejo de aromáticos, denominada "planta se xilenos", se alimenta siempre de nafta de alta aromaticidad (NAA). Se reforma en p-xileno (además de orto y metaxilenos) y benceno como productos básicos. El p-xileno se utiliza para producir productos intermedios de fibra sintética como el DMT y el ATP, que a su vez se emplean para fabricar fibras sintéticas como FLP y HPF; el o-xileno puede utilizarse para fabricar anhídrido ftálico; el benceno es el principal insumo para producir un producto intermedio como caprolactam, que se utiliza para fabricar HFN y cable de nilón; el benceno se utiliza también para fabricar estireno, fenol, ABL, etc.

La planta matriz de un complejo de olefinas se denomina "craqueador"; cuando se alimenta de nafta de baja aromaticidad (NBA), la unidad se denomina "craqueador de nafta". Cuando se alimenta de la fracción C₂/C₃ del gas natural, la unidad se denomina "craqueador de gas".

Además del etileno y el propileno, un complejo basado en la nafta proporciona otros productos secundarios, como butadieno, benceno, C₅ y C₇. Un craqueador de gas produce más productos básicos de etileno y propileno con productos secundarios muy limitados con números de carbono C₄, C₅ y C₆. Tiene la ventaja de que requiere poco capital y poca energía y puede situarse lejos de las refinerías o yacimientos de gas.

Es muy grande la cantidad de productos que pueden obtenerse estableciendo unidades secundarias a partir de los productos básicos y productos secundarios que se han señalado supra.

5.3. PROS Y CONTRAS DE PROMOVER UNIDADES PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS DERIVADOS

El concepto tradicional consiste en reunir la unidad matriz con la unidad secundaria. Debido al aumento de los precios y al alto costo de capital que comporta establecer unidades matrices, invariablemente las unidades secundarias se conciben en primer lugar sobre la base de fuentes lejanas de insumos. Se aplaza así el establecimiento de la unidad matriz. Esto se hace para aprovechar los bajos precios mundiales de los productos básicos que proceden de grandes unidades a escala mundial. Así, las naciones en desarrollo se enfrentan a singulares complejidades a la hora de establecer complejos

petroquímicos de productos secundarios. Esas unidades secundarias son limitadas respecto de los productos intermedios o productos. En las Figuras 5.3(1F) a 5.3(6F) se ofrecen importantes productos petroquímicos que se pueden obtener a partir de diversos productos básicos.

Los pros y contras con respecto a las limitaciones y oportunidades de promover los productos petroquímicos derivados pueden abordarse mejor mediante los pasos siguientes:

- a) Hacer frente a la realidad de la situación; las naciones han de desarrollar recursos humanos para el trabajo y en materia de grupos de asesoramiento. Es imprescindible impulsar más la investigación aplicada utilizando el enfoque de tecnologías de fusión. Es preciso hacer una "siembra" en el mercado antes de invadirlo a gran escala con productos de las diversas unidades secundarias. Para ello, puede obtenerse una mayor asistencia económica de los propios países en desarrollo, en vez de obtenerla de países desarrollados con un costo más alto y en condiciones de derroche.
- b) Una economía protegida permite a un país mantenerse dentro de su ámbito, mientras que la liberalización es la única manera de salir y enfrentarse al mundo.
- c) A veces, las leyes de los Estados en cuanto a impuestos y regulaciones no propician el espíritu básico de la industrialización.
- d) Es conveniente considerar las necesidades de la propia región, las posibilidades de crear valor añadido y el potencial de mercado presente y futuro, para decidir una combinación de productos en vez de dar el salto a las formas tradicionales.
- e) Desde el punto de vista estratégico, a veces es preferible evitar una competencia dura y decidirse por una combinación de productos no existente, de manera que el país domine el mercado principal.
- f) Es mejor tratar de establecer terminales portuarias para aprovechar las ventajas de precios de los componentes básicos a través del mercado internacional y también establecer unas unidades de tamaño relativo grande, próximas a la terminal para facilitar la exportación.
- g) El tamaño de las unidades (y MES) ha de decidirse sobre la base de las condiciones locales en materia de ubicación, disponibilidad de insumos y situación financiera, en vez de regirse por el criterio de unidades de tamaño mundial.
- h) Ha de elegirse una tecnología que pueda absorberse/adaptarse/asimilarse con facilidad en el lugar deseado y el personal de explotación capacitado disponible. A veces las tecnologías que se ofrecen son para ensayos iniciales (en nombre de que es lo más reciente a un costo elevado), o cuando pierde su valor regional al que prosigue su explotación actual.

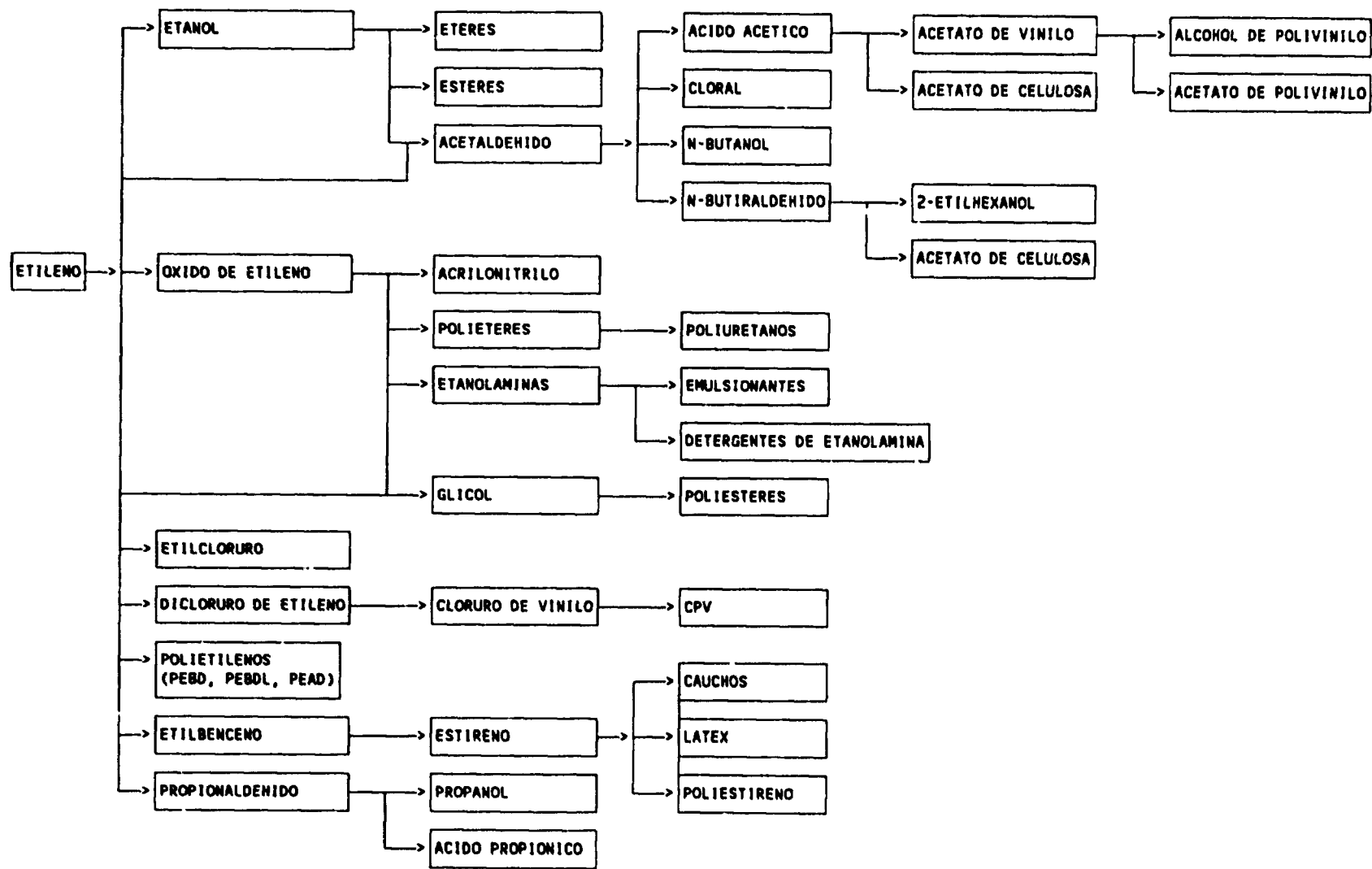


FIGURA 5.3(1F)

PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS DEL ETILENO

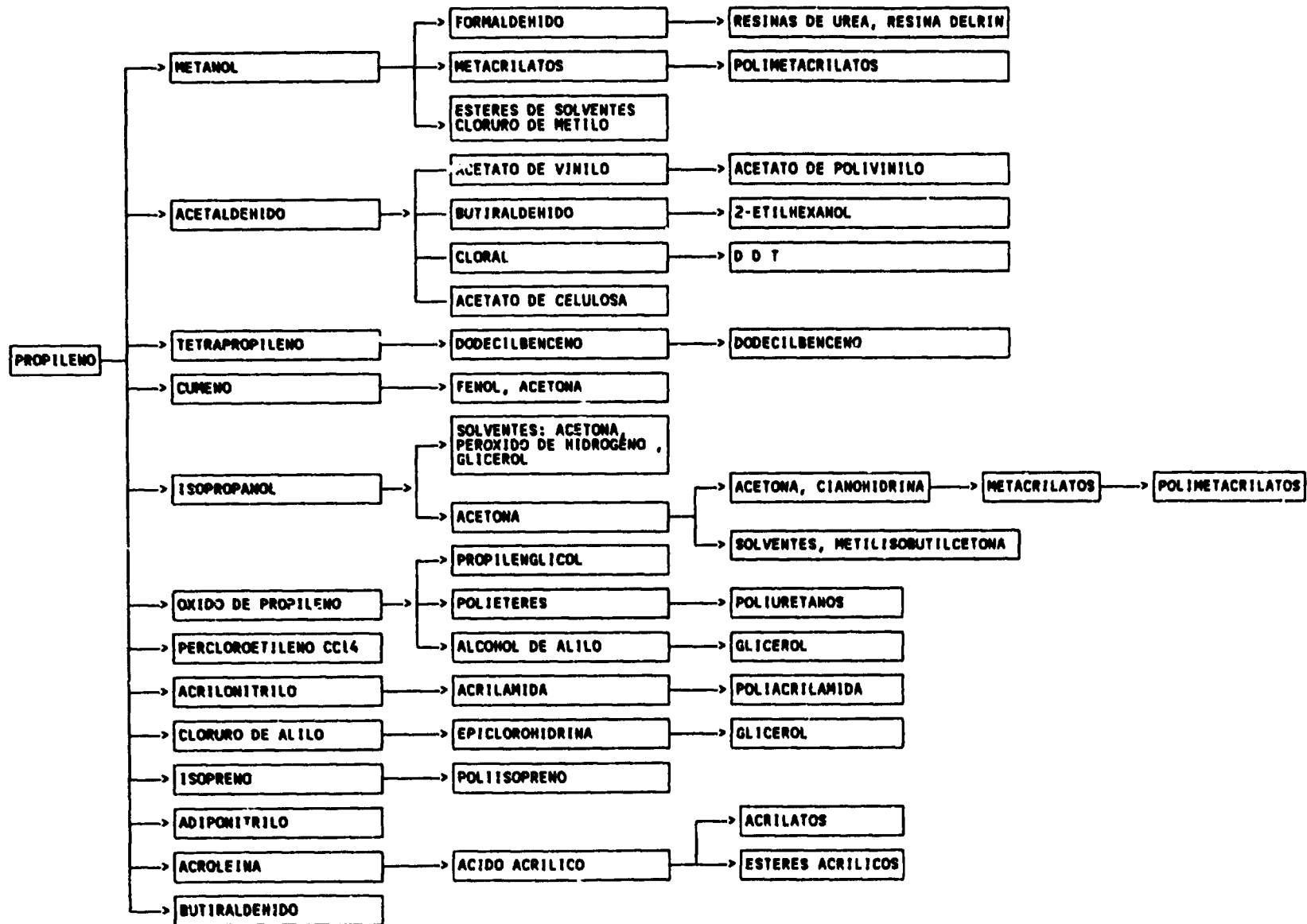


FIGURA 5.3(2F)
 PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS DEL PROPILENO

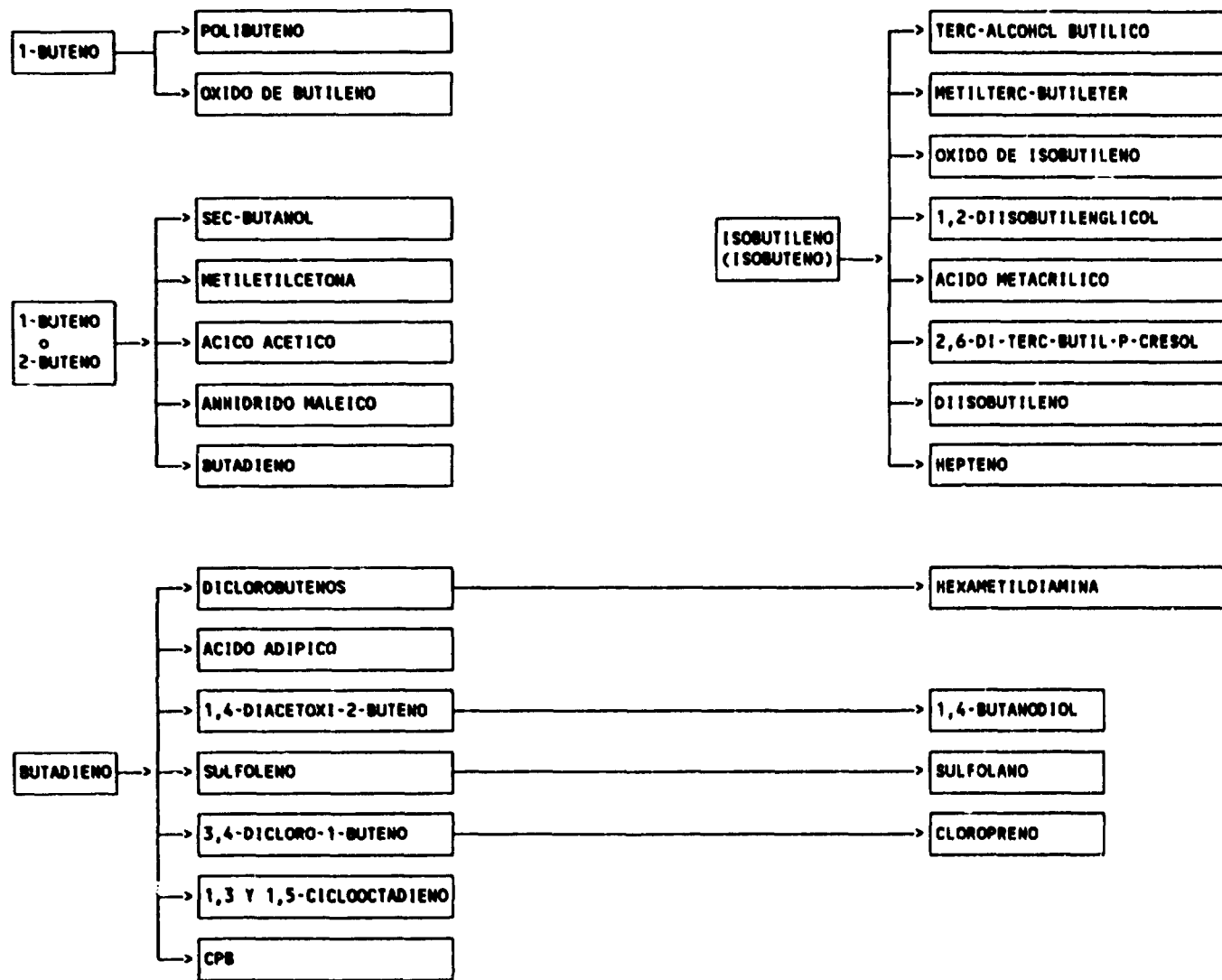


FIGURA 5.3(3F)

PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS DE LOS BUTILENOS Y EL BUTADIENO

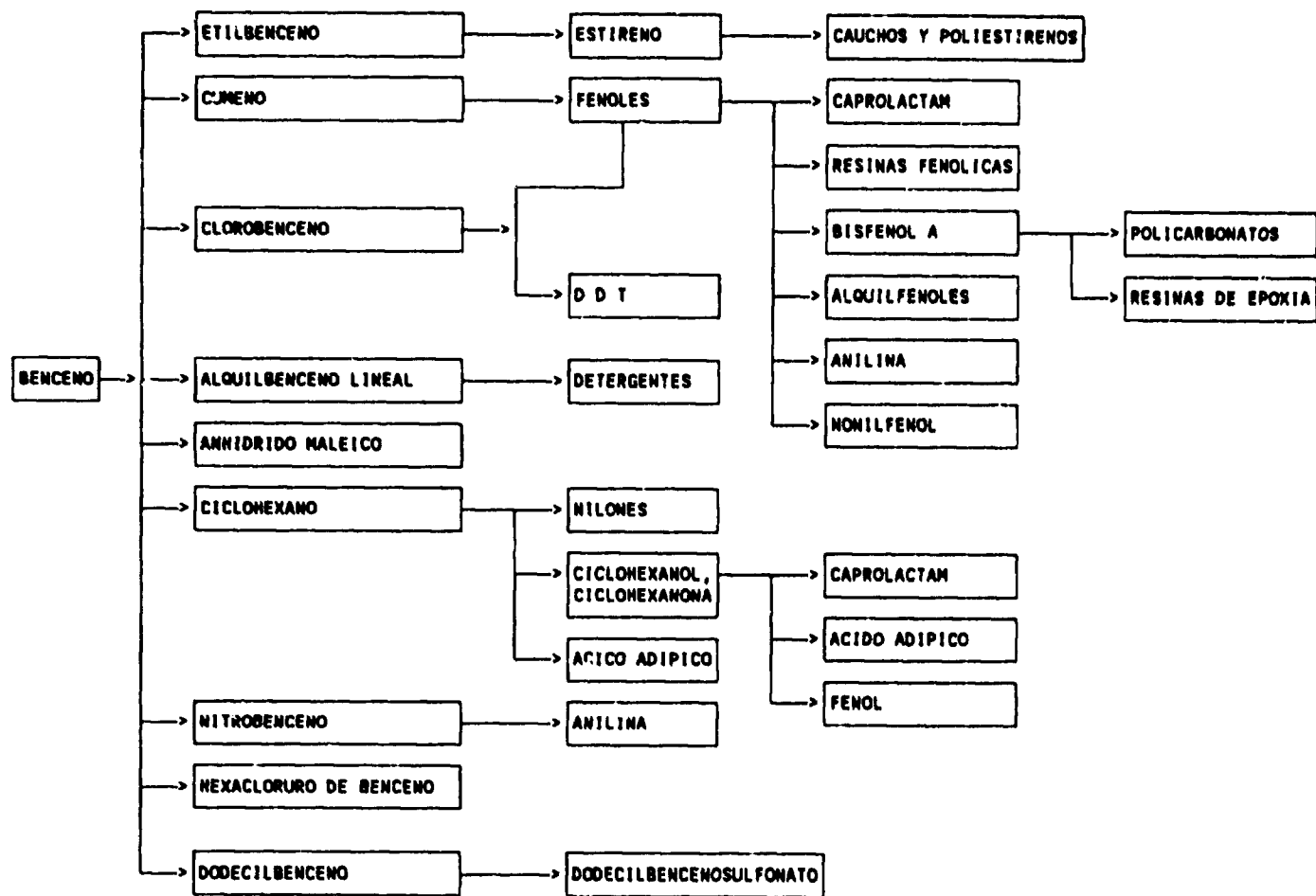


FIGURA 5.3(4F)
 PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS DEL BENCENO

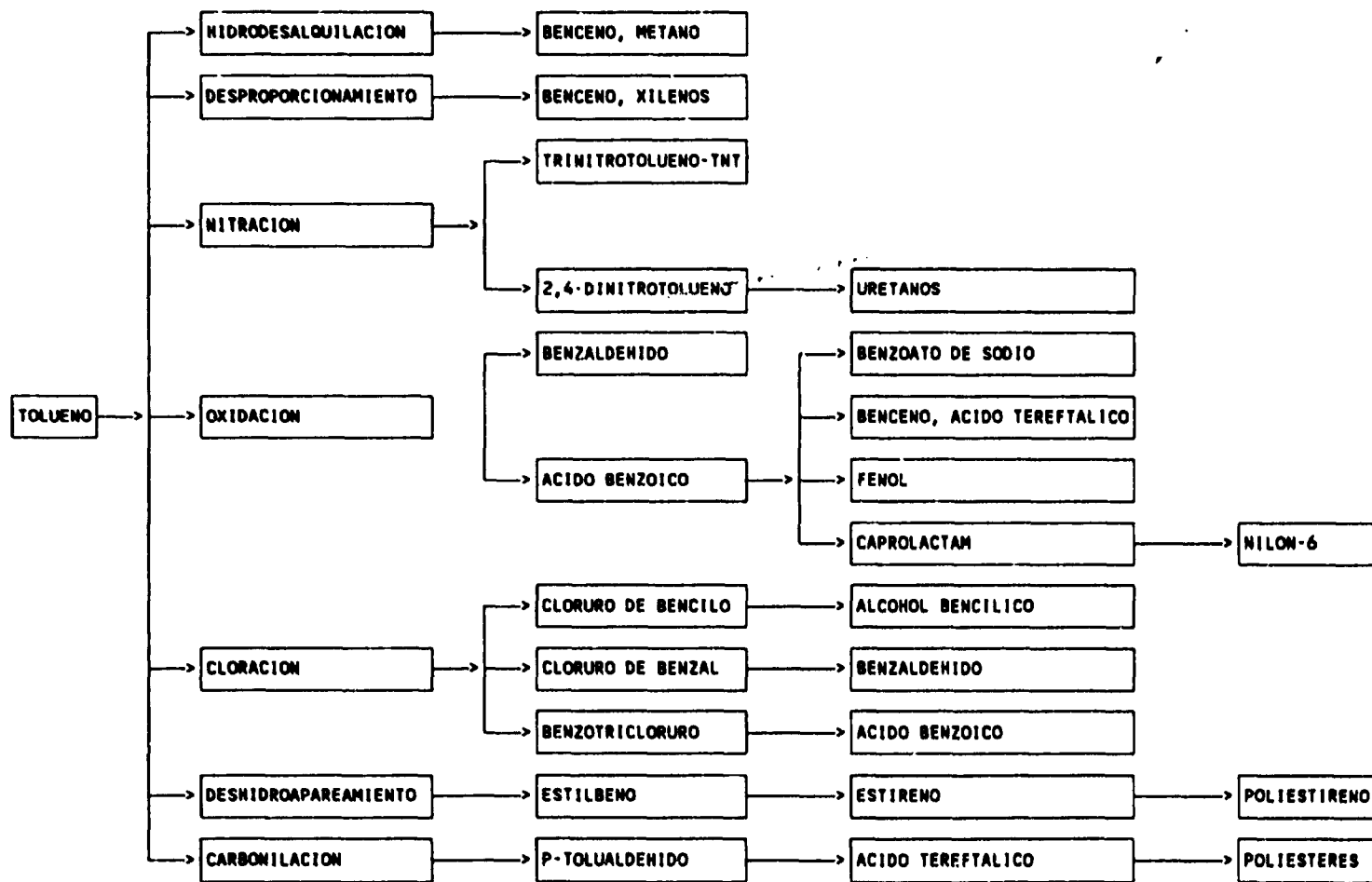


FIGURA 5.3(5F)

PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS DEL TOLUENO

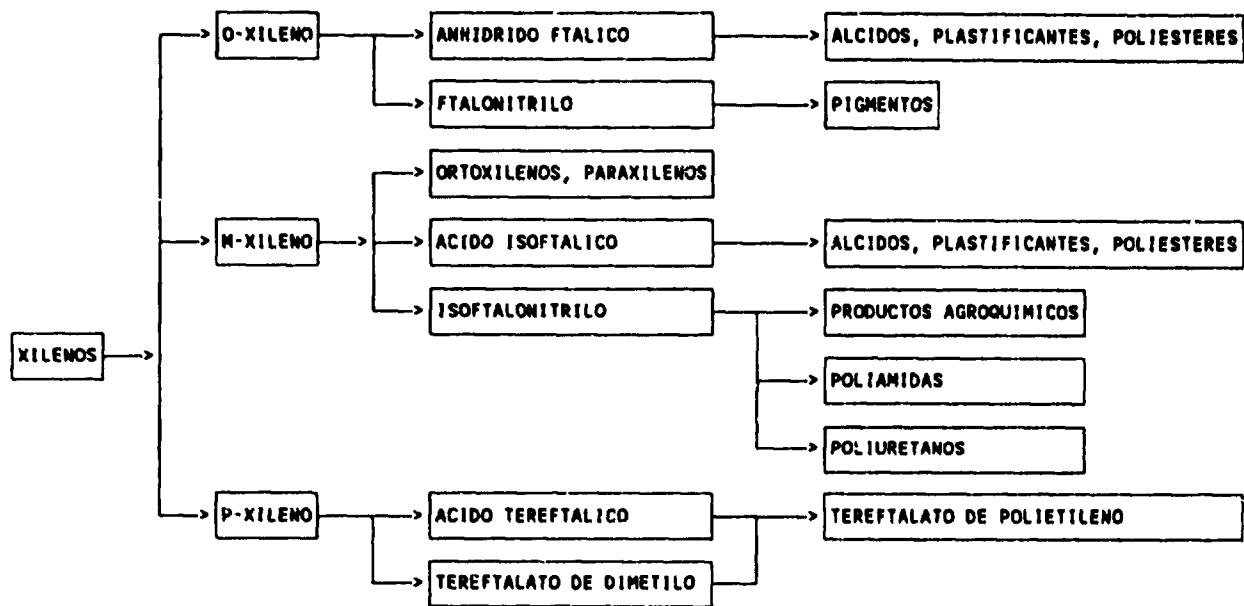


FIGURA 5.3(6F)
PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS DE LOS XILENOS

- i) Las naciones en desarrollo han de recuperar el atraso e incorporar el concepto de seguridad inherente durante el diseño de las plantas para reducir lo más posible el riesgo. Asimismo, deben adoptar controles de tipo Hazop/Hazan en las esferas críticas para mejorar la seguridad de las plantas y del personal.
- j) Los terminales portuarios son útiles para facilitar las exportaciones, con lo que se evita una amplia circulación de hidrocarburos por carretera/ferrocarril. Nunca están sobrecargados y permiten mejorar los servicios públicos.
- k) En la actualidad los clientes tienen más conciencia de la calidad de los productos. Ello obliga a realizar esfuerzos adicionales en materia de financiación y de información de mercados.
- l) La preocupación por mejorar el medio ambiente actual y futuro absorbe una buena parte de los fondos disponibles. Cada unidad individual debe tener su instalación básica de tratamiento de emisiones, en vez de existir solamente una instalación centralizada común. El auténtico valor añadido de las corrientes de insumos se obtiene promoviendo las unidades de productos petroquímicos derivados.

Los científicos y especialistas en tecnología han de orientar sus esfuerzos hacia las tecnologías de fusión para obtener las gamas de producto deseadas, preferiblemente con procesos de alternancia de multiproductos. Es preciso desarrollar las aptitudes humanas junto con la industrialización de un país en desarrollo para diseñar, construir, encargar y explotar adecuadamente las tecnologías. Es necesario que las autoridades locales fomenten la industria. Para una mejor cooperación entre los países en desarrollo, es preciso contar con una sólida base de datos y con un directorio de expertos en las diversas esferas, para que se produzca un intercambio técnico.

6. ELEMENTOS DE UNA ESTRATEGIA SECTORIAL PARA EL DESARROLLO DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS DERIVADOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO

6.1. DISPONIBILIDAD DE INSUMOS, CAPACIDADES DE FABRICACION, CARACTERISTICAS DE LA DEMANDA Y EVALUACION DEL CRECIMIENTO RESPECTO DE LOS PRODUCTOS PETROQUIMICOS DERIVADOS

6.1.1. PANORAMA DE LA INDUSTRIA QUIMICA MUNDIAL

El mercado total de la industria química mundial se estima actualmente en 1,1 billones de dólares. El mercado mundial de productos químicos está dominado por Europa occidental y Norteamérica, con una participación de 29% y 27,5% respectivamente. Con el paso de los años se ha venido modificando el reparto global del negocio químico mundial. La industria química de Asia ha estado creciendo por lo general en la esfera de los productos químicos comerciales. La participación de los Estados Unidos en la producción mundial de productos químicos ha descendido en más de un 20%, mientras que la del Japón ha aumentado desde el 5,5% en 1960 a alrededor del 15% en 1990. Se ha previsto que la participación del mercado de Asia/Pacífico en los sectores químicos será la mayor del mundo en el año 2002, pasando del 26% al 35% y más que duplicándose el valor de la producción de la industria, es decir, llegando a 604.000 millones de dólares (4).

La región de Asia y el Pacífico consume actualmente el 30% de los productos químicos del mundo, y al final del decenio sería un mercado potencial para el 40% de la producción mundial de productos químicos. Por consiguiente, la expansión en Asia y el Pacífico constituye una grave amenaza de competencia en el mercado de productos comerciales. Los aumentos de capacidad que se anuncian en Asia y el Pacífico tendrían una profunda repercusión sobre las industrias químicas de las naciones industrializadas. Es probable que los mercados de exportación de Europa occidental y de los Estados Unidos se vean gravemente afectados.

En cuanto al mercado mundial de productos químicos por tipos, la participación de los productos petroquímicos es superior a los 400.000 millones de dólares EE.UU., lo que equivale casi al 40% de las necesidades totales de productos químicos.

Las materias primas que se utilizan en la producción de productos petroquímicos se clasifican conforme a su estadio de transformación en los diversos procesos técnicos que llevan hasta los productos finales. Esas fases son las siguientes:

Materias primas básicas: Petróleo y gas natural.

Productos intermedios básicos: Comprenden las olefinas, las parafinas y los aromáticos - etileno, propileno, butileno, metano y homólogos, tolueno, xilenos, etc.

Productos intermedios secundarios: Comprenden los productos intermedios básicos que se han procesado para obtener acetaldehído, acetona, estireno, caprolactam, anhídrido acético, cloruro de vinilo, metanol, amoníaco, glicol, poliisobutileno y poliolefinas.

Productos finales o de usuario final: Comprenden los plásticos, el caucho sintético, las fibras sintéticas, los detergentes, los fertilizantes nitrogenados, los productos químicos para automoción, las resinas y los plaguicidas.

En el pasado, la industria petroquímica ha presentado un ritmo relativamente alto de cambio tecnológico. Sin embargo, en los últimos años ha predominado la tecnología demostrada. Las plantas de productos petroquímicos tienen un alto grado de automatización y continuidad, y con frecuencia operan con promoción catalítica, y en consecuencia han de ser grandes para poder ser viables desde el punto de vista económico. Las plantas de productos petroquímicos utilizan el gas natural y los condensados de gas (concretamente el etano y el gas licuado de petróleo, "GLP", y productos derivados del petróleo, como la nafta) a la vez como insumo y como fuente de energía. Dos terceras partes de esos hidrocarburos se utilizan como insumos para sintetizar diversos compuestos. El resto aporta la energía necesaria, incluida la electricidad (5). En los Estados Unidos, el 70% del etileno que se produce procede de condensados como el propano, el butano y el etano obtenidos del gas natural. En Europa y el Japón, en cambio, se utiliza como insumo para producir etileno la nafta que se obtiene por refinación del petróleo.

Las salidas de mercado para los productos petroquímicos son las industrias de transformación de productos químicos muy desarrolladas. Se precisan conversiones y transformaciones que aporten valor añadido antes de que las olefinas, el amoníaco o los aromáticos basados en el petróleo lleguen al consumidor en formas de prendas de vestir, fertilizantes, bolsas de plástico, neumáticos de caucho, etc.

6.1.2. PANORAMA MUNDIAL DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

La industria petroquímica mundial atravesó por una fase muy interesante en el decenio de 1980. En este sector se produjeron en ese tiempo los fenómenos siguientes:

- Recesión
- Racionalización
- Reestructuración
- Resurgimiento
- Recuperación
- Reinversión

A partir de mediados del decenio de 1980, la economía mundial experimentó un crecimiento más fuerte. La demanda de productos petroquímicos creció a un ritmo mucho más rápido del esperado. En realidad, el crecimiento de la mayoría de los termoplásticos comerciales tuvo un ritmo muy superior al del PIB de esos países. Así ocurrió en el período de resurgimiento y recuperación. En

unas condiciones en las que la demanda superaba a la oferta, los productos petroquímicos escasearon y los precios aumentaron vertiginosamente. De hecho, el rendimiento de las inversiones era tan atractivo que se inició una nueva oleada de inversiones. En la actualidad la industria se enfrenta a un exceso de capacidad y a una recesión, cuyo efecto se deja sentir de manera más aguda en los países desarrollados. Pero los países en desarrollo tampoco dejan de verse afectados por esta situación.

6.1.3. PERSPECTIVAS DEL PETRÓLEO A NIVEL MUNDIAL

La oferta mundial de petróleo crudo es suficiente para satisfacer la demanda del sector petroquímico en el futuro previsible. Las reservas actuales son de alrededor de un billón de barriles. Con dos terceras partes de esas reservas situadas en Oriente Medio, incluida una cuarta parte de éstas en Arabia Saudita, el mundo puede esperar que los sauditas sigan influyendo en el precio y la oferta. El petróleo crudo y los productos refinados seguirán siendo una fuente básica de energía hasta bien entrado el siglo XXI.

Entre 1973 y 1980, el precio real del petróleo aumentó en aproximadamente diez veces. Ese incremento llevó a la escalada de costos de múltiples productos petroquímicos. Aunque a largo plazo la tendencia de los precios es alta, se predice que aumentarán a un ritmo más bajo o con menos oscilaciones volátiles.

6.1.4. INSUMOS PARA LA INDUSTRIA PETROQUIMICA

Los principales insumos de la industria petroquímica son la nafta y los líquidos (GNL) y gases de gas natural. Se obtienen también olefinas del gasóleo, el propano/butano, el etano y los gases de refinería. En la actualidad, a escala mundial, el 60% de las olefinas se obtiene de la nafta, y el 27% del etano/gases de refinería. El 12% procede del propano/butano, que se utiliza sobre todo en los Estados Unidos. Aunque la nafta sigue siendo el insumo principal para la obtención de productos petroquímicos, con el paso de la construcción de capacidad a los países ricos en gas natural, está creciendo la importancia del gas como otra posible vía. No obstante, la competitividad de la expansión de los productos petroquímicos basados en el gas depende básicamente del precio del petróleo crudo y de la valoración del gas.

A nivel mundial, los recursos de gas natural equivalen más o menos a las reservas mundiales de petróleo crudo. No obstante, respecto de las necesidades de los productos petroquímicos su utilización ha aumentado a un ritmo mucho más lento que el del petróleo crudo. El Canadá, México, Oriente Medio, Asia y Africa septentrional son cinturones en los que existen buenas posibilidades de crecimiento de los productos petroquímicos derivados del gas. La producción de gas es un resultado directo de la producción de petróleo en la medida de alrededor de 500 millones de pies cúbicos de gas por cada millón de barriles de petróleo producidos. Las reservas totales de gas asociado se estiman en más de 100 billones de pies cúbicos solamente en Arabia Saudita (3).

6.1.5. LOS COMPONENTES BASICOS DE LOS PRODUCTOS PETROQUIMICOS

Los componentes básicos de los productos petroquímicos son el etileno, el propileno y el butadieno. El etileno es el principal elemento que impulsa el crecimiento de los productos petroquímicos.

En la actualidad la capacidad mundial de etileno es de alrededor de 70,9 millones de toneladas. Se prevé que la capacidad total aumente hasta alrededor del 15,3% y el 23,6% en 1995 y 1997 respectivamente, como se indica en el Cuadro 6.1(1) (6). Este aumento de la capacidad se distribuirá de la siguiente manera: 72,4% en Oriente Medio, 69,24% en Asia y el Pacífico, 40% en Europa oriental/central y 15,4% en América Latina en 1997. Solamente en China, el aumento previsto de capacidad de etileno se situará alrededor del 63%, con la expansión de las cinco plantas existentes y la propuesta creación de 13 plantas nuevas. La capacidad de los complejos basados en el etileno en China será de alrededor de 5,9 millones de toneladas/año al final del decenio (7).

**CUADRO 6.1(1)
CAPACIDAD MUNDIAL DE ETILENO Y SUS PREVISIONES**

(En miles de toneladas)

	1992	1995	1997	Aumento de 1992 a 1997
A. Países desarrollados				
i) Estados Unidos y Canadá	23.435	25.355	25.355	1.920
ii) Europa occidental	17.910	19.875	20.230	2.320
iii) Japón	6.204	7.004	7.004	800
Total parcial	47.549	52.234	52.589	5.040
B. Países en desarrollo				
1. Asia y el Pacífico				
i) China	2.255	3.080	3.680	1.425
ii) Corea del Sur	2.715	3.155	3.155	400
iii) Taiwán	845	1.065	1.515	670
iv) India	570	1.170	1.420	850
v) Tailandia	315	728	729	413
vi) Otros países de Asia y el Pacífico	1.060	1.650	2.635	1.615
Total parcial	7.760	10.848	13.133	5.373
2. Oriente Medio	3.165	4.537	5.457	2.292
3. Europa oriental/central	7.505	8.380	10.505	3.000
4. América Latina	4.091	4.521	4.712	630
5. África	855	1.255	1.265	410
Total	70.925	81.775	87.670	16.745

Entre los países de América Latina, el Brasil y la Argentina son los que aumentarán la capacidad de etileno en los próximos 5-6 años. El crecimiento previsto en los países desarrollados es de sólo el 10,6% aproximadamente, pero en 1997 seguirán dominando el mercado con una participación del 40%. En Africa, el sector petroquímico se iniciará con una capacidad de etileno de 0,855 millones de toneladas, con un aumento de alrededor del 48% en 1997.

Con el paso de los insumos al gas, el propileno es un coproducto que no estaría disponible en grandes cantidades. De hecho, la capacidad actual de propileno pasaría a ser de 46,7 millones de toneladas en 1995. Están en marcha innovaciones tecnológicas para complementar la disponibilidad de propileno. Se está probando con la deshidrogenación del propano y una vez se haya demostrado comercialmente el proceso, liberará propileno a partir de etileno y podría tener una base de precios independiente. La capacidad mundial de butadieno con su aumento constante pasará a ser de 7,9 millones de toneladas para 1995. El otro insumo, el estireno, ya ha atraído importantes inversiones y la capacidad mundial aumentará a aproximadamente 20 millones de toneladas para 1995. Entre los países de Asia y el Pacífico se proyecta un importante aumento del estireno en Indonesia y Tailandia a fin de producir materiales plásticos y caucho para satisfacer sus necesidades (8,9).

Por una parte, cuando la industria petroquímica mundial se encamina a una gran expansión, sobre todo en Asia y el Pacífico, Oriente Medio y Europa central y oriental, la recesión actual ha venido obligando a reducir los precios de los productos petroquímicos. Como resultado de ello algunas de las industrias petroquímicas de Europa occidental están cerrando o reduciendo su producción, o sufren pérdidas. En el Pacífico asiático Corea del Sur produce un 20% de etileno más que la demanda interna y su Gobierno ha impuesto una prohibición a los planes actuales de expansión (8).

Es probable que esta situación de sobrecapacidad en el mundo impere incluso en los próximos años y que la capacidad de etileno, propileno y estireno sea superior a la demanda en un 16%, un 17% y un 8% respectivamente en 1995 (Cuadro 6.1(2)).

CUADRO 6.1(2)
BALANZA PROYECTADA DE OFERTA/DEMANDA MUNDIAL DE ALGUNAS
SUSTANCIAS PETROQUIMICAS CLAVE - 1995

(En millones de toneladas)

Producto	Capacidad	Demanda	Desequilibrio	% de utilización
Etileno	86,00	72,00	14,00	84
Propileno	46,70	39,00	7,70	83
Estireno	20,00	18,40	1,60	92

Fuente: Compilado en la secretaría de la ONUDI a partir de diversas publicaciones.

6.1.6. PRODUCTOS PETROQUIMICOS EN LOS PAISES EN DESARROLLO

Si se contemplan las estadísticas mundiales de algunos de los productos petroquímicos como los termoplásticos, los cauchos y las fibras sintéticas, cabe apreciar fácilmente que los países en desarrollo, pese a poseer reservas más ricas de hidrocarburos, materias primas y minerales, tienen una parte despreciable de la producción de sustancias químicas y petroquímicas. Por ejemplo, sólo el Japón, sin reservas de hidrocarburos, tiene un 11% de la producción mundial de esos materiales, mientras que la participación total de todos los países en desarrollo es de aproximadamente el 12%.

Los países en desarrollo han venido dependiendo sobre todo de las importaciones procedentes de las naciones desarrolladas para satisfacer su demanda local de sustancias petroquímicas. En la actualidad está cambiando ese escenario y los países en desarrollo ricos en petróleo/gas están desarrollando/ampliando rápidamente su capacidad petroquímica interna, que no sólo bastará para satisfacer su demanda local, sino para hacerlos competitivos en el mercado de exportación.

A continuación figuran algunos de los aspectos de crecimiento del sector petroquímico de las naciones en desarrollo:

6.1.6.1. ORIENTE MEDIO, AFRICA Y ASIA OCCIDENTAL

Los Estados del Golfo disponen de dos tercios de las reservas mundiales de petróleo/gas. Sólo en Arabia Saudita se han instalado unidades gigantescas de productos petroquímicos derivados que producen aproximadamente 6,3 millones de toneladas de productos petroquímicos. Se hallan en condiciones de exportar enormes cantidades de productos petroquímicos a los países desarrollados y a otros países en desarrollo. Arabia Saudita y el Irán están abriendo y añadiendo rápidamente nuevos productos petroquímicos a su gama de producción. Los países del norte de Africa también proyectan ampliar sus capacidades y se hallarán en condiciones de exportar sus productos a los países desarrollados, gracias a que su demanda local es inferior a la producción. Toda la región pasará a ser una exportadora importante. Sin embargo, su propio consumo per cápita seguirá siendo considerablemente inferior al de los países desarrollados en los próximos años. Esos países tienen todavía que ampliar su infraestructura para la conversión de productos petroquímicos en bienes acabados y realizar esfuerzos en pro del desarrollo de nuevas aplicaciones para el consumo local.

6.1.6.2. ASIA ORIENTAL, SUDORIENTAL Y MERIDIONAL

Estas regiones tienen grandes consumidores como la India y grandes productores como Singapur, Corea y Taiwán y tienen una participación de aproximadamente el 30% de la producción primaria así como de los productos acabados y el consumo de los países en desarrollo.

La India, que ha hallado grandes reservas de petróleo y gas, está en vísperas de un buen aumento de las capacidades petroquímicas, que quizá no sea

suficiente para satisfacer la demanda interna de los productos acabados y en consecuencia en los próximos años continuarán las importaciones en grandes cantidades. El Pakistán, con sus propias reservas, todavía no ha creado capacidad de productos petroquímicos y se prevé que entre en producción para 1995.

Indonesia, con sus grandes reservas, tiene buenas perspectivas de crecimiento de las industrias petroquímicas. Singapur y Corea del Sur han establecido refinerías y complejos petroquímicos basados en el crudo importado y exportarán en gran medida sus productos petroquímicos primarios y acabados a países del Tercer Mundo. Tailandia y Malasia, con sus recursos petroleros, tienen buenas perspectivas para la industria petroquímica.

La demanda de productos petroquímicos puede obligar a la región a importar olefinas de los países ricos en petróleo, pero es probable que sigan siendo importadores netos de productos acabados, aunque también es posible que algunos países como Indonesia se conviertan en exportadores netos.

6.1.6.3. AMERICA LATINA

Estos países tienen enormes reservas de hidrocarburos y también una demanda considerable de productos petroquímicos. México, el Brasil, Venezuela y la Argentina han registrado un buen crecimiento de la industria petroquímica y están surgiendo como países exportadores con una base firme para los productos petroquímicos.

6.1.7. PRINCIPALES PRODUCTOS PETROQUIMICOS FINALES

Los principales productos petroquímicos finales son plásticos, fibras sintéticas y caucho sintético, con una participación del 60%, el 10% y el 10% respectivamente, mientras que el 20% restante corresponde a otros productos. En la siguiente sección se comentan la capacidad de producción, la utilización de la capacidad, la demanda y el consumo de esos productos petroquímicos finales más importantes en el pasado, el presente y el futuro. El crecimiento futuro se ha estimado mediante el empleo de la técnica de trasplante de tendencias.

Trasplante de tendencias

La técnica de trasplante es una forma de prever el consumo aparente futuro de diversos productos petroquímicos sobre la base de sus tendencias de crecimiento. La principal hipótesis en la que se basa este enfoque es que el crecimiento de la industria petroquímica se deriva básicamente del crecimiento de los sectores de usuarios e industriales de la economía. Como los productos petroquímicos hallan aplicaciones en casi todos los sectores industriales y domésticos, el crecimiento de la industria petroquímica constituye un barómetro del progreso industrial general. Se ha supuesto que el ciclo vital del progreso económico general de los países es parecido, lo cual probablemente constituya una proposición válida en general. A fin de prever

las tendencias de crecimiento futuro de los productos petroquímicos, se han utilizado como base material datos sobre el consumo aparente y población. Matemáticamente el modelo se puede explicar como sigue:

$$C_{ij} = I_j * P_i (j-1)$$

C_{ij} = Previsión de consumo aparente de producto petroquímico 'i' en el año j.

I_j = Población del país/región en el año 'j'.

$P_i(j-1)$ = Consumo per cápita del producto petroquímico 'i' en un país/región dados en el año (j-1).

6.1.7.1. PLASTICOS

Los plásticos constituyen el grupo dominante y más polivalente de las industrias petroquímicas derivadas, y como tales se caracterizan por una sustitución en constante aumento de los materiales tradicionales y una penetración en nuevas esferas de aplicación. Los plásticos comerciales comprenden el cloruro de polivinilo (CPV), el polietileno (polietileno de baja densidad, polietileno de baja densidad lineal, polietileno de alta densidad, polietileno de peso molecular ultraelevado), polipropileno (PP) y poliestireno como principales constituyentes de todos los sectores económicos. Su utilización polivalente comprende las tuberías y guarniciones, conductos, chapas y perfiles para ventanas, revestimientos de hilos y cables, botellas, películas y planchas, contenedores de alimentos moldeados por soplado, depósitos de combustible para automóvil, botellas de paredes finas moldeadas por inyección, paletas industriales, cajas y cajones, chalecos a prueba de balas, ropa de seguridad ignífuga para la industria, bandejas para alimentos, revestimiento de refrigeradores, equipajes, cubiertas de videocasetes, carcasas de máquinas de oficina, tubos y paneles de automóviles, aparatos electrodomésticos, equipo electrónico, remates, asientos para estadios, herramientas eléctricas, máquinas de oficina y carcasas para aparatos electrodomésticos.

Entre los principales factores que contribuyen a la demanda progresiva de plásticos y a sus nuevas posibilidades de sustitución de materiales tradicionales figuran los siguientes:

- i) Conservación de recursos naturales como bosques, tierras y aguas, al mismo tiempo que se evita la contaminación que comporta la extracción de metales.
- ii) Productos más livianos para economizar energía.
- iii) Durabilidad y reciclabilidad.
- iv) Mayor facilidad para la formación de productos con objeto de economizar en horas de maquinaria y de personal.
- v) Productos más fáciles de manejar a fin de economizar en personal y costos.
- vi) Productos más competitivos gracias al costo y el rendimiento.

- vii) Mayor resistencia a la corrosión, productos de mejor calidad a fin de ahorrar costos de mantenimiento y de capital.
- viii) Mejores materiales en cuanto a propiedades térmicas, mecánicas, eléctricas y físicas con objeto de que puedan resistir condiciones duras de funcionamiento.
- ix) Nuevos sistemas y tecnologías para atender a las aplicaciones innovadoras de la metalmecánica.
- x) Sistemas con eficacia de costos en sectores como la agricultura, la distribución de recursos hídricos, etc.
- xi) Productos nuevos y mejores a fin de mejorar las condiciones de vida y satisfacer exigencias estéticas.

Las necesidades explican, en gran medida, el impresionante crecimiento de los plásticos comerciales, que a menudo superan las tasas de crecimiento del PIB, pese a una gran reestructuración de las sustancias petroquímicas principales y a las situaciones de exceso de capacidad que reflejan un fenómeno cíclico establecido para la industria.

El aumento del nivel de vida en las regiones desarrolladas se debió en gran parte a la disponibilidad de productos derivados de la petroquímica. En 1989 el mayor consumidor de plásticos por kg/persona fue Bélgica, cuya población consumió por término medio 144 kg de plásticos. Seguían de cerca Alemania (131 kg/persona), los Estados Unidos (108 kg/persona), Austria (102 kg/persona) y Suiza (93 kg/persona) (10). Se comunica una tendencia parecida de alto consumo per cápita de algunos plásticos comerciales en los países desarrollados en 1991 (Cuadro 6.1(3)) (11).

CUADRO 6.1(3)
CONSUMO REGIONAL PER CAPITA DE TERMOPLASTICOS, 1991

(En kg)

Región	PEBD	PEBDL	PEAD	PP	Total
Norteamérica	9,00	6,80	11,60	9,00	36,40
Europa occidental	11,70	3,10	8,10	10,10	33,00
Sudamérica	2,56	0,28	1,40	1,36	5,60
Europa oriental	3,20	1,00	1,40	1,10	6,70
Africa	1,00	0,20	0,60	0,50	2,30
Asia y el Pacífico	1,20	0,50	1,20	1,64	4,54

Fuente: Ponencia sobre las poliolefinas presentada por Mr. Gary K. Adams en el Seminario CMAI sobre productos petroquímicos, celebrado en Houston, EE.UU., los días 25 y 26 de marzo de 1992.

El consumo en los países en desarrollo es muy inferior incluso al promedio mundial actual de aproximadamente 16 kg/persona. En la India es de sólo aproximadamente 1 kg, y se prevé que llegue a 2,5 kg a fin de siglo. El consumo actual de China es de 3 kg/persona, aunque llegará a 6 kg para el año 2000.

En 1940 se calculaba que la producción mundial de plásticos era de aproximadamente un millón de toneladas. En 1990 era de más de 100 millones de toneladas (10) (es probable que esta cifra incluya tanto los plásticos comerciales como los industriales). Sólo la capacidad de los plásticos comerciales aumentará en aproximadamente un 33% de 1990 a 1995 y es probable que se acerque a la cifra de 105 millones de toneladas (Cuadro 6.1(4)).

CUADRO 6.1(4)
CAPACIDADES MUNDIALES DE POLIMEROS

(Millones de toneladas)

Polímero	1985	1990	1995
PEBD	13,86	15,689	17,812
PEBDL/PEAD	12,74	21,271	28,587
PP	8,69	11,451	21,527
CPV	15,71	20,925	24,815
PES	8,14	10,000	12,702
Total	59,14	79,336	105,443

La industria mundial de los polímeros tuvo un rendimiento magnífico a fines del decenio de 1980. El firme crecimiento de la demanda y unos márgenes excelentes hicieron que incluso la empresa petroquímica menos lucrativa vendiera beneficios. En el Cuadro 6.1(5) figura el consumo mundial de plásticos. En los Cuadros 6.1(6) y 6.1(7) se indica el consumo por regiones de los principales plásticos comerciales. Según cálculos muy prudentes, para el año 2000 la industria de los plásticos tendrá unas dimensiones al menos un 50% superiores a las actuales (12). La tasa anual de crecimiento medio de las principales poliolefinas se indica en el Cuadro 6.1(8). Factores como un mejor equipo de fabricación, mayor uniformidad entre lotes, nuevas calidades y productos especiales, innovaciones tecnológicas, utilización de gránulos de reactor en lugar de nódulos para reducir el número de fases costosas en la fabricación de polímeros, contribuirán al crecimiento de la industria. Las regiones de crecimiento de los plásticos comerciales serán Asia y el Pacífico, América Latina, Oriente Medio, Africa, los países de la CEI y Europa oriental.

CUADRO 6.1(5)
CONSUMO MUNDIAL DE POLIMEROS

(En miles de toneladas)

Producto	1980	1985	1990	1995	%TCCA
CPV	11.300	13.160	15.180	18.300	3,8
PEBD/PEBDL	11.250	14.460	17.410	23.300	6
PES	5.310	6.380	7.860	10.100	5
PEAD	5.130	7.630	9.960	12.600	4,8
PP	4.910	7.590	10.130	15.600	9
ETP	670	1.160	1.650	2.320	7
ABES	1.160	1.610	2.010	2.500	3,9
Total	39.730	51.990	64.200	84.720	5,6

CUADRO 6.1(6)
PAUTA DE CONSUMO MUNDIAL DE PEBD, PEAD Y PP

(En miles de toneladas/año)

Región	PEBD			PEAD			PP		
	1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000
A. Países desarrollados									
Norteamérica	5.071	6.231	7.274	3.679	5.291	6.278	2.705	4.515	-
Europa occidental	5.080	5.900	7.352	2.600	3.500	3.004	3.000	5.000	-
Japón	1.353	1.600	1.867	760	905	1.144	1.450	2.150	-
B. Países en desarrollo									
Africa	347	420		210	260		125	225	-
Oriente Medio	397	520	1.741	140	220	488	185	325	-
Asia y el Pacífico	2.510	4.187	2.855@	1.571	2.479	2.103@	1.910#	3.040#	-
América Latina	983	1.380	3.199	505	910	1.572	520	1.160	-
Europa oriental	1.968	2.401	3.648*	856	1.363	2.300*	740	1.240	2.400*
Otros países en desarrollo	-	-	695	-	-	428	-	-	-

Fuente: Informe del Comité para la planificación perspectiva de la industria petroquímica (1988-2000), Gobierno de la India. Informe del subgrupo sobre polímeros, Vol.4, julio de 1986, págs. 229 y 230.

@ - Extremo Oriente y Oceanía únicamente.

- Asia meridional y Asia sudoriental únicamente.

* - Países de economía de planificación centralizada de Europa únicamente.

CUADRO 6.1(7)
PAUTA DEL CONSUMO MUNDIAL DE CPV Y PES

(En miles de toneladas/año)

	CPV			PES		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
A. Países desarrollados	10.180	12.034	14.209	6.534	8.199	10.236
Norteamérica	3.942	4.879	5.975	3.568	4.655	5.980
Europa occidental	4.815	5.482	6.245	2.158	2.480	2.849
Japón	1.423	1.673	1.989	808	1.064	1.407
B. Países en desarrollo	6.532	9.014	12.607	2.516	3.821	5.380
Africa y Oriente Medio	610#	1.084	1.516	180#	482	716
Asia*	2.129	3.302	4.833	838	1.308	1.964
América Latina	1.261	1.698	2.501	635	919	1.291
Países con economía de planificación centralizada de Europa	2.100	2.371	3.049	748	962	1.218
Otros países en desarrollo	432	559	708	115	150	191

Fuente: Informe del Comité para la planificación perspectiva de la industria petroquímica (1988-2000), Gobierno de la India. Informe del subgrupo sobre polímeros, Vol.4, julio de 1988, págs. 229 y 230.

- 1 - No comprende las economías de planificación centralizada de Asia.
- # - Las cifras incluyen sólo el norte de Africa y Oriente Medio.
- * - Asia meridional sudoriental.

CUADRO 6.1(8)
TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO MUNDIAL DE LAS POLIOLEFINAS
1988 - 1995

Región	PEBD	PEAD	PP
Norteamérica	3,26	6,26	7,6
América Latina	5,77	11,45	12,1
Europa occidental	2,30	4,94	7,6
Europa oriental	3,14	8,46	7,7
Oriente Medio	4,42	8,16	8,4
Japón	2,60	2,72	5,8
Asia y el Pacífico	9,54	8,25	6,0*
Africa	3,00	3,40	8,8
Promedio total	3,97	5,68	7,5

* - Extremo Oriente/Oceanía

6.1.7.1a. POLIETILENO

La capacidad mundial de PEBD es en la actualidad de 7 millones de toneladas. Esa capacidad aumentará considerablemente en los cinco próximos años. Los programas de expansión de la capacidad de PEBD y PEAD en diferentes regiones pueden apreciarse en los Cuadros 6.1(9) y 6.1(10).

CUADRO 6.1(9)
AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE PEBD POR REGIONES

(En miles de toneladas)

Región	1985	1995
Norteamérica	3.466	4.275
Europa occidental	4.991	5.878
Japón	571	1.425
Europa oriental	1.802	2.137
América Latina	971	1.425
Asia y el Pacífico	1.109	1.960
Oriente Medio	416	534
Africa	139	178
Total	13.865	17.812

**CUADRO 6.1(10)
CAPACIDAD MUNDIAL DE PEAD POR REGIONES**

(En miles de toneladas)

Región	1988	1995
Norteamérica	3.730	5.066
América Latina	497	932
Europa occidental	2.380	2.790
Europa oriental	940	2.305
Oriente Medio	-	-
Japón	903	964
Asia y el Pacífico	1.309	2.924
Africa	100	265
Total	9.859	15.246

El aumento del consumo mundial de polietileno llegó a su máximo en 1987 con un 9% y después se fue frenando. Los países de la cuenca del Pacífico y de América Latina mostraron el crecimiento más firme del PE. Gran parte del crecimiento en la cuenca del Pacífico fue directamente atribuible a la aparición de China como gran consumidor de polietileno en ese grupo de regiones (Cuadro 6.1(11)) (13).

**CUADRO 6.1(11)
CAPACIDAD Y DEMANDA DE MERCADO DE LOS
PRINCIPALES PLASTICOS EN CHINA**

(En miles de toneladas)

Artículo	Capacidad	Demanda del mercado
PEBD	557	850
PEAD	470	450
PP	662	720
PES	128,3	229,5
CPV	900	720

A fin de satisfacer sus propias necesidades, China está ampliando su capacidad de producción de polietileno (PEBD, PEAD y PEBDL) en aproximadamente 440.000 toneladas. Llegará a aproximadamente 1.567.000 toneladas para el año 2000 (14). En la India está en marcha una ampliación de la capacidad a fin de satisfacer la demanda local. Es probable que en los cinco próximos años los países de la cuenca del Pacífico sigan siendo los principales del mundo en el consumo de polietileno.

Entre los países de la ASEAN, los principales productores de polietileno han sido Indonesia, Tailandia, Malasia y Singapur (Figura 6.1(1F)). Hace poco se ha inaugurado la primera fábrica de polietileno de Indonesia, con una capacidad de 200.000 toneladas (7). Como no existe un craqueador de gas/nafta, Indonesia obtendrá etileno para otros países como el Japón/Corea del Sur. En Malasia está en marcha la expansión de la capacidad de polietileno y con la adición de 300.000 toneladas su capacidad de producción se triplicará sobradamente. En la Figura 6.1(2F) se indica la demanda de termoplásticos en los países de la ASEAN. La demanda, la producción y las importaciones de Indonesia como nuevo productor también se indican en las Figuras 6.1(3F) a 6.1(5F) (15).

Entre los países de Oriente Medio, el Irán, el Iraq y Arabia Saudita están ampliando mucho sus capacidades. El Irán no producía polietileno hasta ahora, pero su demanda ha sido de aproximadamente 400.000 toneladas, que no se podrá satisfacer con su producción local ni siquiera en los próximos años (Figura 6.1(6F)) (18). La demanda también está aumentando a un ritmo rápido en Arabia Saudita.

Los planes de expansión de los países latinoamericanos indican que sus capacidades de producción superarán a sus necesidades internas y en consecuencia exportarán sus excedentes a Norteamérica y Europa occidental. Del consumo total de polietileno de baja densidad, más del 63% se consume para aplicaciones de películas y planchas. Es probable que esa tendencia continúe y el mercado de películas y planchas contribuirá al crecimiento del PEBD. Los hilos y cables forman otro sector que contribuirá apreciablemente al crecimiento del mercado.

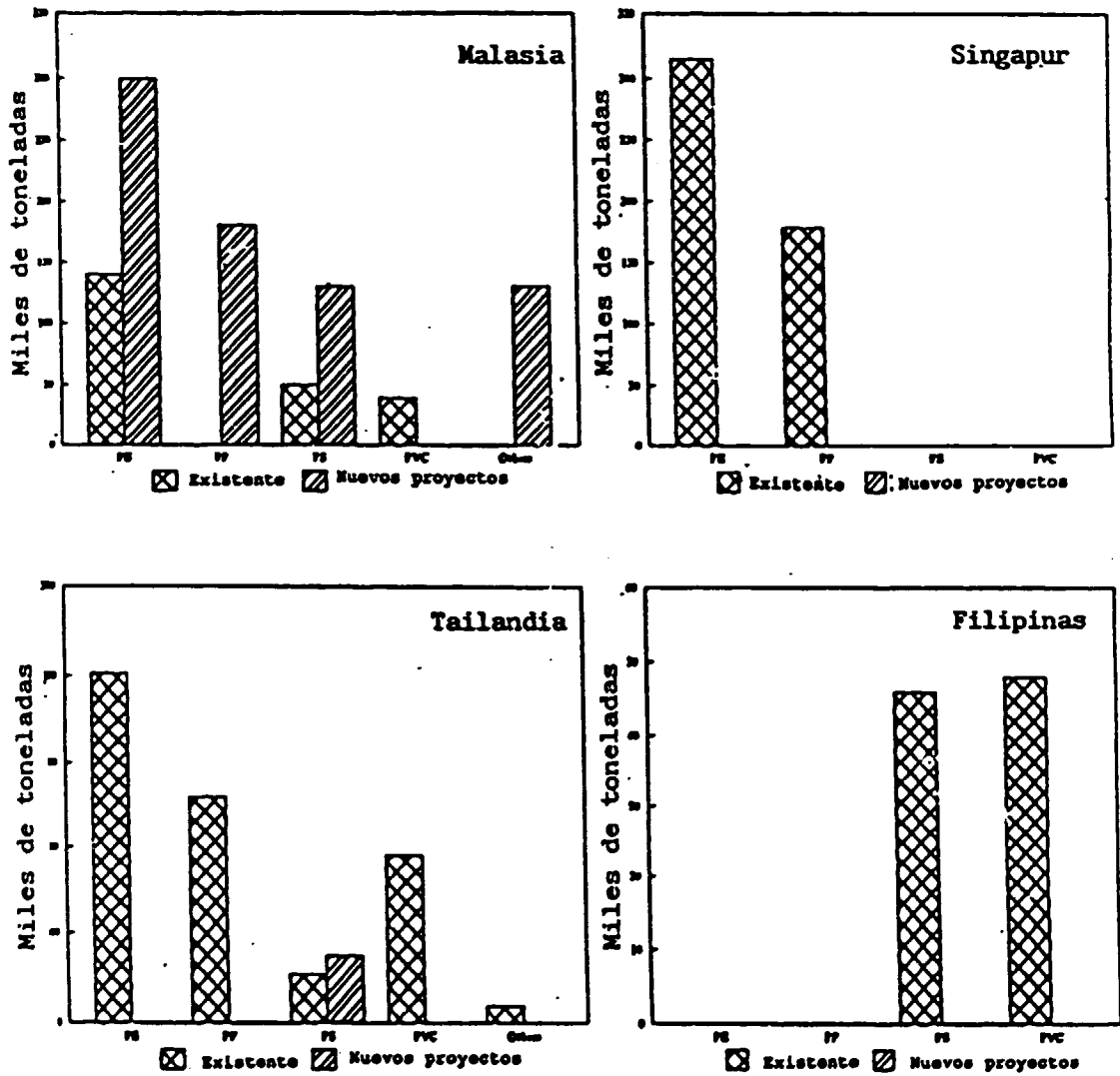


FIGURA 6.1(1F)
CAPACIDADES EXISTENTES DE PRODUCCION Y NUEVOS PROYECTOS EN VARIOS PAISES

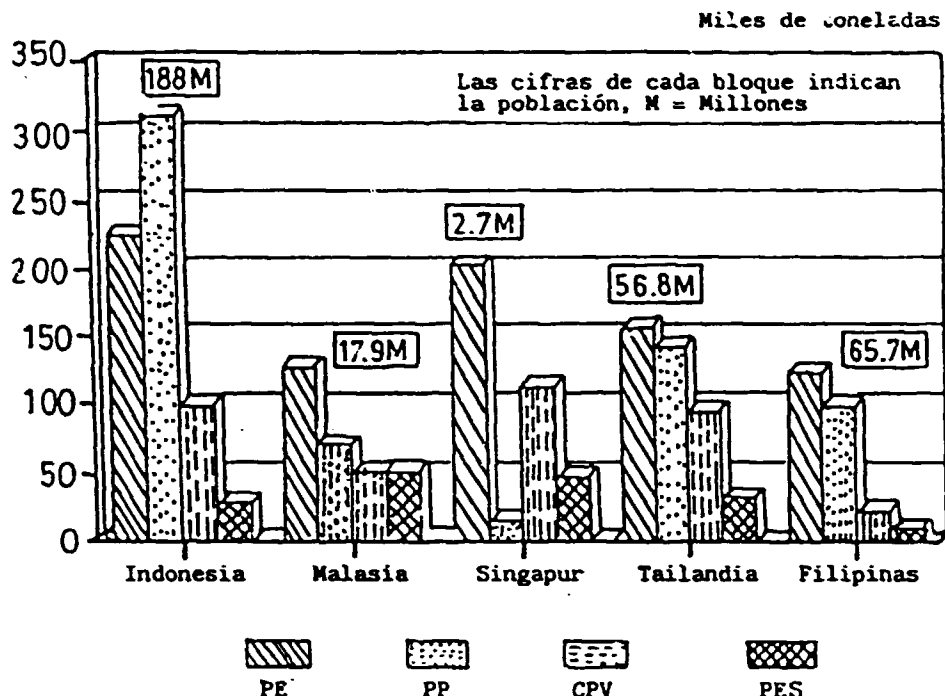


FIGURA 6.1(2F)
DEMANDA ESTIMADA DE PLASTICO EN LOS PAISES DE LA ASEAN (1990)

Fuente: Suara Pembaruan, Kamis, 5 de febrero de 1993 (Indonesia)

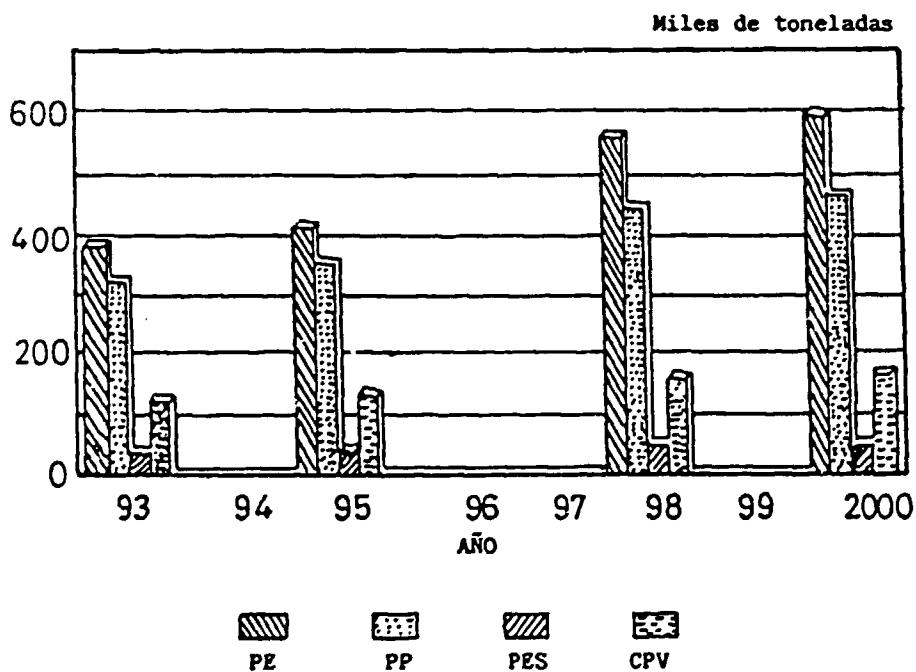


FIGURA 6.1(3F)
DEMANDA PROYECTADA DE PLASTICOS EN INDONESIA

Fuente: Ministerio de Industria, Indonesia

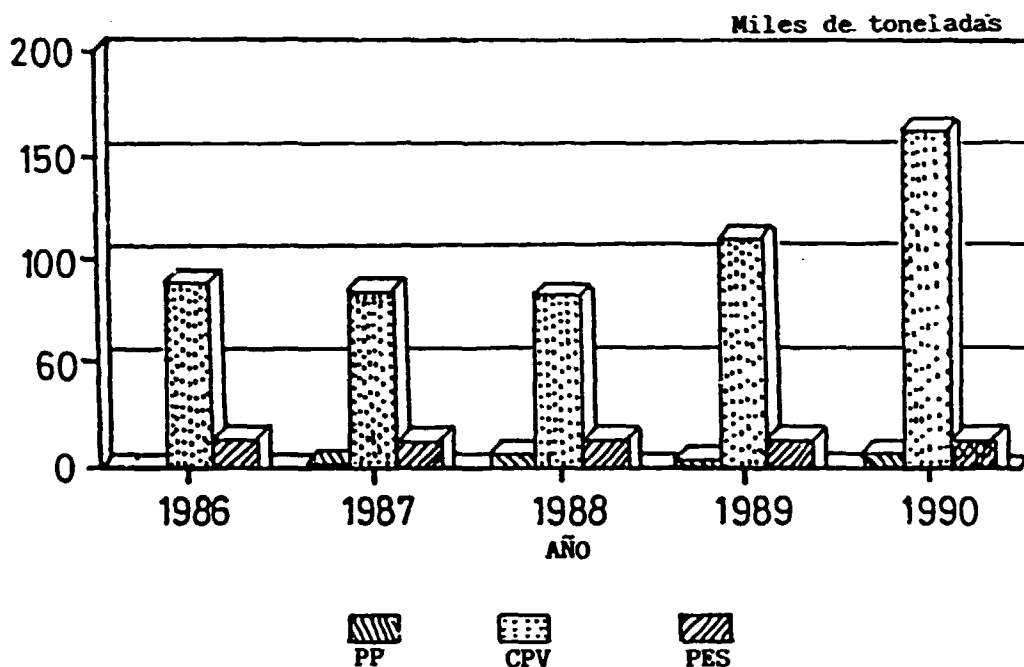


FIGURA 6.1(4F)
 PRODUCCION DE PLASTICOS EN INDONESIA (1986-1990)

Fuente: Departamento de Industria, Indonesia.

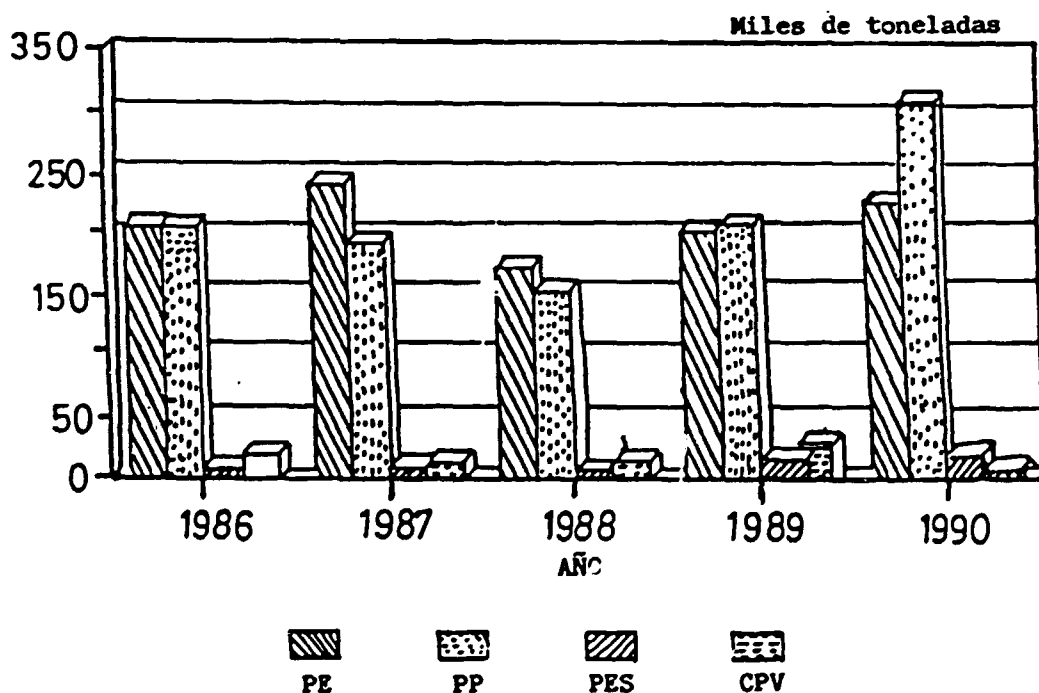


FIGURA 6.1(5F)
 IMPORTACIONES DE PLASTICOS EFECTUADAS POR INDONESIA (1986-1990)

Fuente: Oficina Central de Estadística, Indonesia.

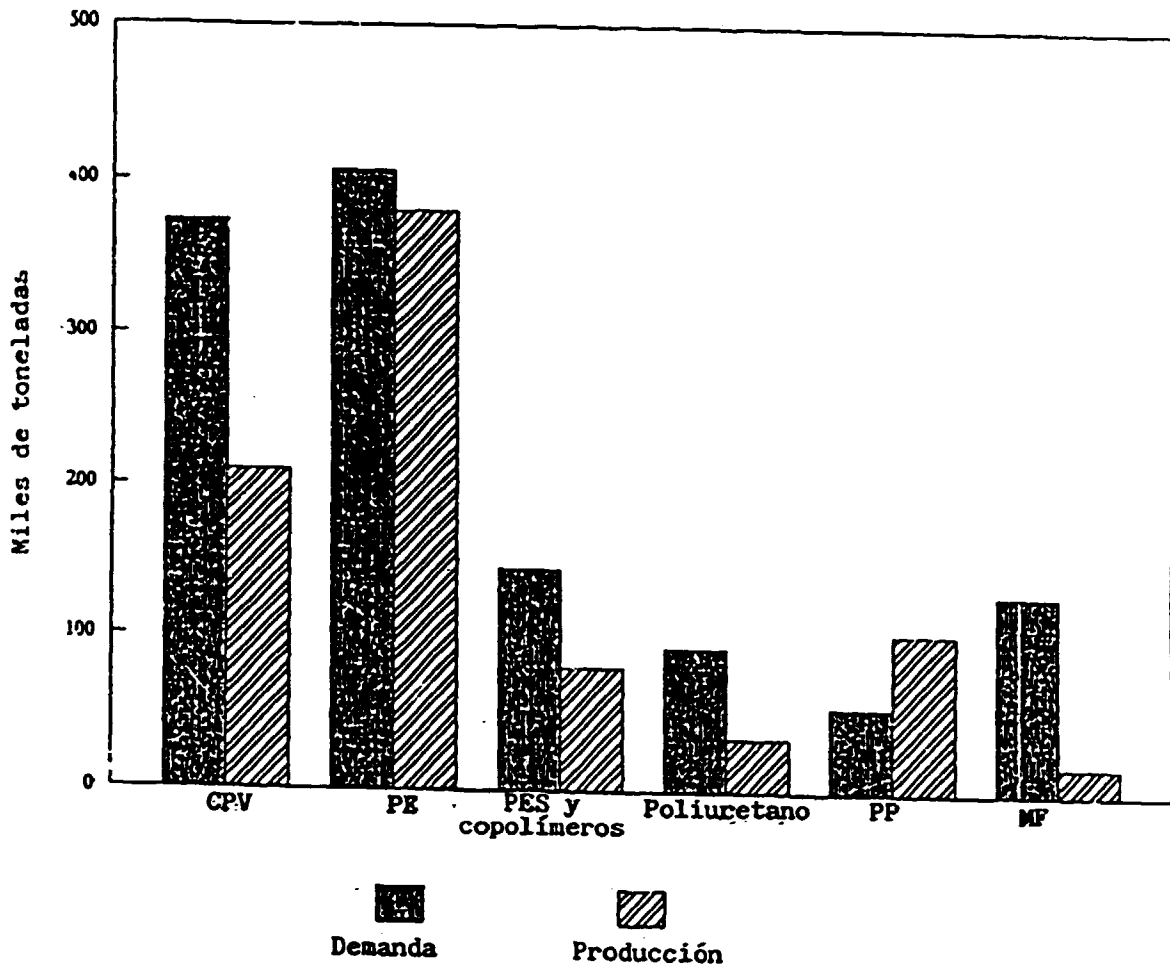


FIGURA 6.1(6F)
DEMANDA Y PRODUCCION PREVISTAS DE PLASTICOS EN EL IRAN PARA 1995

6.1.7.1b. POLIPROPILENO

El polipropileno ha tenido un papel muy destacado entre todos los polímeros. La tasa de crecimiento del polipropileno ha sido fenomenal y, como resultado, se ha proyectado que la ampliación de la capacidad mundial del polipropileno aumente a una tasa anual compuesta de crecimiento de 13,4% en los próximos años. Sólo en Europa occidental se han planeado 16 nuevas fábricas para 1995, con un total de aproximadamente 7 millones de toneladas, lo cual elevará la capacidad de 3,2 millones de toneladas a bastante más de 5 millones de toneladas en 1995. Sin embargo, la expansión de la capacidad no se limita a los países industrializados. Muchos países de reciente industrialización, en particular en la cuenca del Pacífico, también han anunciado grandes expansiones de la capacidad. En el Cuadro 6.1(12) se indica el desglose de la capacidad por regiones para el período de 1985 a 1995.

CUADRO 6.1(12)
AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE HOMOPOLIMEROS
DE POLIPROPILENO POR REGIONES

(En miles de toneladas)

Región	1985	1995
Norteamérica	2.900	5.300
Europa occidental	2.700	6.200
Japón	1.150	2.300
Europa oriental	625	1.075
América Latina	175	1.292
Extremo Oriente y Oceanía	1.050	4.500
Oriente Medio/Africa	90	1.000
Total	8.090	21.527

La tecnología del polipropileno ha pasado por reiteradas mejoras y en la actualidad existen catalizadores muy eficientes que permiten la creación de nuevos productos con una gama muy amplia de propiedades de rendimiento. Esos nuevos polímeros pueden servir al escalón más bajo de los polímeros industriales. Esa posibilidad de un nuevo mercado ha llevado a las empresas petroquímicas a invertir en el negocio del polipropileno. Aunque en los países desarrollados las pautas de uso final del polipropileno están evolucionando, el resto del mundo sigue utilizando la resina en aplicaciones para películas, fibras y moldeado. Las mayores posibilidades del polipropileno parecen hallarse en los grandes mercados de bienes de consumo no duraderos y del automóvil. Con la reciente demanda en los países de la cuenca del Pacífico, la evolución de la producción mundial de PP se orienta hacia los países de reciente industrialización.

6.1.7.1c. POLIESTIRENO

El poliestireno, al igual que todos los demás polímeros, ha gozado de una buena tasa de crecimiento a escala mundial, debido primordialmente a mejores resultados económicos en casi todos los países desarrollados y en desarrollo. Entre 1983 y 1990 el consumo mundial de poliestireno aumentó en un 6% (o más) al año.

El crecimiento del poliestireno depende del sector de embalajes y aparatos electrodomésticos. Con una reducción de la demanda en dos grandes regiones consumidoras, los EE.UU. y Europa occidental, es probable que el crecimiento del poliestireno en los próximos años sea moderado. La capacidad mundial de producción de poliestireno en 1990 era de 10,5 millones de toneladas, y se prevé que llegue a 12,5 millones de toneladas, es decir más del 20% más que en 1990, en un período de seis años. En el Cuadro 6.1(13) figura el desglose de las capacidades por regiones.

CUADRO 6.1(13)
AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE POLIESTIRENO POR REGIONES

(En miles de toneladas)

Región	1985	1995
Norteamérica	2.606	3.048
Europa occidental	2.525	3.176
Japón	1.059	1.778
Europa oriental	733	1.016
América Latina	489	635
Extremo Oriente y Oceanía	734	2.922
Otros	-	127
Total	8.146	12.702

La demanda mundial de poliestireno fue de 8,5 millones de toneladas en 1990 y se prevé que llegue a más de 11,4 millones de toneladas para 1996, lo cual representaría una tasa compuesta de crecimiento del 5% al año. Entre los países en desarrollo las necesidades de PES de China son el doble que las capacidades de producción (Cuadro 6.1(11)).

Entre los países de la ASEAN, casi todos ellos satisfacen su demanda local mediante la producción autóctona, con la excepción de Singapur. En Malasia está en marcha una expansión de la capacidad que la multiplicará por 3,6 (Figura 6.1(1F) (15)). Tailandia añadirá una capacidad de 75.000 toneladas para 1995 con sus insumos disponibles localmente (15). Ello ha atraído a los moldeadores japoneses de aparatos electrodomésticos y electrónicos, que están trasladándose a Tailandia para utilizar su PES, que es más barato y está disponible fácilmente. El complejo indonesio de producción de estireno, HIPS y otros productos estará en marcha para 1994 (16). Ello hará que el país se autoabastezca en poliestireno.

Sin embargo, el crecimiento del poliestireno se ha visto afectado fundamentalmente por el problema de eliminación de desechos, debido a que una de sus principales salidas son los productos para servicios de comidas rápidas. En los EE.UU., y debido a consideraciones ambientales, es posible que el consumo de productos de poliestireno se vea afectado. En Taiwán la Administración de Protección del Medio Ambiente ha determinado que todos los fabricantes, importadores y minoristas de contenedores de poliestireno serán responsables de recoger y reciclar sus productos. Pese a determinadas limitaciones al crecimiento, últimamente se ha comunicado que el poliestireno es el que mejor funciona de todos los polímeros comerciales, y las perspectivas parecen ser incluso mejores para los próximos años (18a).

6.1.7.1d. CLORURO DE POLIVINILO (CPV)

La capacidad mundial de CPV es de 21 millones de toneladas. Se prevé que esta capacidad aumente a 25 millones de toneladas para 1995. En el Cuadro 6.1(14) puede advertirse el aumento de capacidad de CPV por regiones en el período de 1985 a 1995.

CUADRO 6.1(14)
AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE CPV POR REGIONES

(En miles de toneladas)

Región	1985	1995
Norteamérica	3.770	5.707
Europa occidental	5.185	6.204
Japón	1.728	2.233
Europa oriental	2.356	2.578
América Latina	678	1.985
Oriente Medio/Africa	315	994
Extremo Oriente/Oceanía	1.728	4.315
Total	15.710	24.815

El consumo mundial de CPV aumentó a un buen ritmo a fines del decenio de 1980. Gran parte de ese crecimiento se debió a los mercados de vivienda. Tanto en los EE.UU. como en otras economías desarrolladas, su participación en la vivienda aumentó considerablemente. El principal consumidor ha sido el mercado de tuberías. Otros usos finales, como revestimientos y accesorios, revestimientos de paredes, de suelos y perfiles de ventanas funcionaron especialmente bien. Los productos para hospitales y atención de salud también mostraron una buena tasa de crecimiento en los países en desarrollo. La película de CPV ha venido aumentando constantemente a lo largo de los años. Se prevé que la demanda mundial de CPV aumente a un promedio de aproximadamente el 3,8% hasta 1995. La región con la tasa más alta de crecimiento sería la cuenca del Pacífico, con una tasa de crecimiento lenta en los EE.UU. y Europa occidental. Los principales segmentos de uso final seguirán siendo la vivienda, los embalajes y las aplicaciones médicas. La balanza comercial neta sería más favorable a América Latina y los países de Asia y el Pacífico.

6.1.7.2. PRODUCTOS INTERMEDIOS DE FIBRAS Y FIBRAS

6.1.7.2a. PRODUCTOS INTERMEDIOS DE FIBRAS

i) Paraxileno

La capacidad mundial de paraxileno ascendió a casi 9,6 millones de toneladas en 1991-1992 y llegará a 12,3 millones de toneladas para el año 2000 conforme a los planes actuales (Cuadro 6.1(15)). Extremo Oriente es el principal contribuyente, junto con el Japón. El resto de la capacidad se instalará en regiones/países como Oriente Medio, China, la India y otros pocos países asiáticos en desarrollo.

CUADRO 6.1(15)
TENDENCIA DEL CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE PARAXILENO
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	1991	1993	1997
A. Desarrolladas			
Norteamérica	2.965	2.805	2.805
Europa occidental	1.360	1.315	1.475
Japón	1.965	2.190	2.315
Total A	6.290	6.310	6.595
B. En desarrollo			
América Latina	450	450	735
Europa oriental	785	785	785
Oriente Medio/Africa	225	265	319
Asia meridional/sudoriental	449	719	1.699
Asia oriental	1.438	1.803	2.138
Total B	3.347	4.022	5.676
Tasa compuesta de crecimiento anual, %	<----- 9,0 ----->		
Total (A + B)	9.637	10.332	12.271
Utilización de la capacidad (%)	75,6	78,3	79,3

Debido al actual exceso de capacidad se prevé que la utilización sea tan sólo del 73% en 1991-1992 y puede ir en aumento lentamente hasta llegar al 82% para el año 2000. Así, parece que en el período de 1992 al año 2000 existirá un escenario muy competitivo para el paraxileno (19). La demanda seguirá aumentando a mucha más velocidad en los países asiáticos y de ahí que se prevea que el consumo en esa región siga siendo más alto que en el resto del mundo.

La participación actual de la capacidad correspondiente a los países en desarrollo es de aproximadamente el 38,92% (4 millones de toneladas). Llegará a aproximadamente el 56,76% (5,67 millones de toneladas) para 1997. La tasa compuesta de crecimiento anual será de aproximadamente el 9% de 1991 a 1997. El aumento total de la capacidad de 1991 a 1997 en los países desarrollados será de aproximadamente el 4,85%.

A continuación figuran los principales contribuyentes a este aumento de la capacidad en los países en desarrollo:

<u>América Latina</u>	Singapur
México	Tailandia
<u>Oriente Medio/Africa</u>	<u>Asia oriental</u>
Irán	China
Iraq	Corea del Sur
<u>Asia meridional/sudoriental</u>	Taiwán
India	
Indonesia	

Es probable que no se produzca ningún crecimiento más en los países de Europa oriental hasta el año 2000.

ii) DMT/ATP

La industria del poliéster cada vez utiliza más ATP en comparación con DMT, y la participación de ATP, que es de aproximadamente el 65% en la actualidad, aumentará a aproximadamente el 70% para 1995. Se proyecta que el consumo mundial de DMT y de ATP aumente a una tasa actual media del 1,8% y > 6,2%, respectivamente, a lo largo del período de 1991 a 1997.

Es probable que la capacidad actual mundial de DMT permanezca estática, con algo de aumento en el Brasil, la India, el Irán y México que compensará una disminución en otras zonas. La capacidad estimada durante el año 2000 será de aproximadamente 4,9 millones de toneladas (Cuadro 6.1(16)). Debido al estancamiento de la capacidad de DMT, la utilización de la capacidad permanecerá a un buen nivel de más del 90% hasta el año 2000.

CUADRO 6.1(16)
TENDENCIA DEL CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE DMT
EN PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	1991	1993	1997
A. Desarrolladas			
Norteamérica	1.410	1.350	1.350
Europa occidental	995	995	995
Japón	365	365	365
Total A	2.770	2.710	2.710
B. En desarrollo			
América Latina	528	620	695
Europa oriental	689	689	749
Oriente Medio/Africa	120	180	180
Asia meridional/sudoriental	143	153	153
Asia oriental	365	365	365
Total B	1.845	2.007	2.142
Tasa compuesta de crecimiento anual, %	<----- < 2 ----->		
Total (A + B)	4.620	4.722	4.857
Utilización de la capacidad (%)	86,2	87,8	91,3

La parte actual de la capacidad de DMT que corresponde a los países en desarrollo es de aproximadamente el 42,5%, y con un pequeño aumento para 1997 llegará a aproximadamente el 44,1% (2,14 millones de toneladas). La tasa compuesta de crecimiento anual de 1991 a 1997 será de < 2%, frente a una tendencia negativa (es decir, - 2,16%) en los países desarrollados.

La capacidad mundial de ATP era de aproximadamente 8,75 millones de toneladas, con una utilización de la capacidad del 82% (Cuadro 6.1(17)). Sin embargo, con el crecimiento de la industria del poliéster, se prevé que la utilización de la capacidad aumente al 94% para el año 2000 con una capacidad de producción de aproximadamente 11,2 millones de toneladas.

CUADRO 6.1(17)
TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE ATP
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	1991	1993	1997
A. Desarrolladas			
Norteamérica	2.240	2.310	2.310
Europa occidental	1.152	1.162	1.212
Japón	1.440	1.440	1.440
Total A	4.832	4.912	4.962
B. En desarrollo			
América Latina	455	545	575
Europa oriental	-	-	-
Oriente Medio/Africa	70	70	70
Asia meridional/sudoriental	355	425	1.675
Asia oriental	1.440	1.440	1.440
Total B	3.921	4.891	6.996
Tasa compuesta de crecimiento anual, %	<----- > 10 ----->		
Total (A + B)	8.753	9.803	11.958
Utilización de la capacidad (%)	82,0	83,1	86,3

En los países en desarrollo el aumento de la capacidad en el período de 1991 a 1997 será del 78,4%, es decir, de 3,9 millones de toneladas a aproximadamente 7 millones de toneladas, con una tasa compuesta de crecimiento anual de > 10%. Los principales contribuyentes en las naciones en desarrollo a este aumento de la capacidad se enumeran a continuación:

América Latina

Brasil

México

Asia meridional/sudoriental

India

Indonesia

Tailandia

Asia oriental

China

Corea del Sur

Taiwán

Los países asiáticos en desarrollo seguirán predominando en la producción de ATP. Sólo el crecimiento en China se duplicará de los 0,74 millones de toneladas actuales a 1,31 millones de toneladas para 1997. La tendencia actual de crecimiento de la capacidad llevará al predominio de los países en desarrollo sobre los desarrollados para 1997, con su participación mundial del 58,5%. Es posible que los contribuyentes al crecimiento de la capacidad de ATP aumenten a partir de 1995 con la ampliación de instalaciones o la creación de

otras nuevas en Oriente Medio, Asia meridional/sudoriental, Europa oriental y Africa, que están en estudio.

iii) Monoetilenglicol (MEG)

En comparación con otros productos intermedios de fibra de poliéster, la expansión de la capacidad de MEG ha ocurrido tanto en los países desarrollados como en desarrollo, con un máximo de aproximadamente el 16% y el 38%, respectivamente, en el período de 1989 a 1993. La tasa media de crecimiento en los países en desarrollo durante este período ha sido de aproximadamente el 7,5% (Cuadro 6.1(18)). Ese crecimiento será de aproximadamente el 10,8% y el 15,5% en el período de 1993 a 1996 en los países desarrollados y en desarrollo, respectivamente. Sin embargo, la participación correspondiente a los países en desarrollo seguirá siendo muy inferior a la de los países desarrollados y sólo los EE.UU. tienen probabilidades de mantener su participación por encima del 40% de la capacidad mundial total. Entre los países en desarrollo las partes principales corresponden a Arabia Saudita, China, Corea del Sur, Taiwán, la India, México y el Brasil. En el período de 1993 a 1996 la expansión de la capacidad/nuevas instalaciones seguirá ocurriendo en el Brasil, el Irán, Arabia Saudita, Nigeria, la India, Indonesia y China.

CUADRO 6.1(18)
TENDENCIA DEL CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE MEG
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	1989	1991	1993	1996
A. Desarrolladas				
Norteamérica	3.415	3.300	3.715	4.360
Europa occidental	995	1.125	1.350	1.350
Japón	707	782	874	874
Total A	5.117	5.207	5.939	6.584
B. En desarrollo				
América Latina	437	497	587	617
Europa oriental	633	628	628	628
Oriente Medio/Africa	693	770	775	1.200
Asia meridional/sudoriental	175	208	455	495
Asia oriental	603	881	1.073	1.123
Total B	2.541	2.984	3.518	4.063
Tasa compuesta de crecimiento anual, %	<--- 7,5 --->		<--- 4,5 --->	
Total (A + B)	7.658	8.191	9.457	10.647

Hasta 1995 la utilización de la capacidad seguirá siendo de aproximadamente el 80% en todo el mundo. Las capacidades en aumento de los países en desarrollo se mantendrán al ritmo del crecimiento de la industria local del poliéster. La producción en Arabia Saudita compartirá el mercado de exportación con los EE.UU., con su producción de 0,52 millones de toneladas (20). Sin embargo, las importaciones efectuadas por los países asiáticos fluctuarán conforme a su utilización de la capacidad y la variación de los costos en el mercado.

iv) Acrilonitrilo (ACN)

El consumo de ACN para fibras acrílicas representa aproximadamente el 60% de su producción total (Cuadro 6.1(19)). El otro uso principal es la producción de ABES/ESAN y adiponitrilo. Así, el crecimiento del ACN depende sobre todo del de la fibra acrílica. En los dos próximos años el crecimiento de la fibra acrílica será minúsculo con una producción estimada de 2,2 millones de toneladas en 1991 y de 2,4 millones de toneladas para el año 2000. En consecuencia se prevé que el aumento de la capacidad en el caso del ACN será marginal en el período de 1991 al año 2000. La capacidad estimada de ACN en 1993 es de 4,26 millones de toneladas, que se prevé aumente marginalmente hasta 1995, y de aproximadamente 5 millones de toneladas para el año 2000, con una utilización de la capacidad de aproximadamente el 90% a lo largo del decenio. En el Cuadro 6.1(20) se indica el escenario de expansión del ACN en todo el mundo hasta 1995 (21). Entre los países/regiones en desarrollo se prevé que aumente la capacidad en China, los países de la CEI y Oriente Medio/Africa.

**CUADRO 6.1(19)
EL ACRILONITRILO EN EL MUNDO**

(En miles de toneladas)

	1993	1994	1995
Capacidad de producir	4.269	4.286	4.286
Producción	3.933	4.069	4.115
Utilización de la capacidad de producción - %	92,1	94,7	96,0
Consumo en fibra acrílica	2.299	2.347	2.366
Otros	1.634	1.712	1.759
Total	3.933	4.059	4.125

CUADRO 6.1(20)
TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE ACRILONITRILO
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	1993	1994	1995
A. Desarrolladas			
Norteamérica	1.338	1.338	1.338
Europa occidental	1.075	1.075	1.075
Japón	608	608	608
Total A	3.021	3.021	3.021
B. En desarrollo			
América Latina	266	266	266
Europa oriental	377	377	377
Oriente Medio/Africa	80	92	92
Asia meridional/sudoriental - India	30	30	30
Asia oriental	495	500	500
Total B	1.248	1.265	1.265
Capacidad mundial	4.269	4.286	4.286
Utilización de la capacidad - (%)	92,1	94,7	96,0

v) Caprolactam

Aproximadamente el 80% del caprolactam se consume en la producción de fibra de nilón, y el resto se destina a resina. La demanda de hilados textiles va disminuyendo gradualmente en los países industrializados, mientras que la resina muestra algún crecimiento.

Entre los países en desarrollo el principal crecimiento del caprolactam entre 1990 y 1996 corresponde al aumento de la capacidad en los países asiáticos. La tasa compuesta de crecimiento anual en los países en desarrollo es de aproximadamente el 70% en ese período (Cuadro 6.1(21)). Sin embargo, no se prevé más crecimiento para fines/principios de siglo debido a la saturación del mercado.

CUADRO 6.1(21)
TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION DE CAPROLACTAM
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	1990	1993	1996
A. Desarrolladas			
Norteamérica	622	650	684
Europa occidental	776	871	871
Japón	510	562	562
Total A	1.908	2.083	2.117
B. En desarrollo			
América Latina	157	159	159
Europa oriental	881	821	829
Oriente Medio/Africa	25	25	25
Asia meridional/sudoriental	22	112	192
Asia oriental	510	562	562
Total B	1.293	1.375	1.723
Tasa compuesta de crecimiento anual, %	<----- 7 ----->		
Total (A + B)	3.201	3.458	3.840
Producción mundial	3.015	3.125	3.445
Utilización de la capacidad (%)	94,2	90,2	89,7

La utilización de la capacidad mundial sigue oscilando en torno al 90%. Ello corresponde a la producción de fibra de nilón de aproximadamente 2,3 millones de toneladas en 1991, que se prevé aumentará marginalmente hasta llegar a 2,7 millones de toneladas para 1996.

6.1.7.2b. FIBRAS SINTETICAS

Después de los plásticos, las fibras sintéticas son los productos petroquímicos más importantes. Sus principales aplicaciones se hallan en el sector textil y satisfacen la necesidad humana básica de prendas de vestir. Además de su utilización en la industria textil, las fibras sintéticas hallan más aplicaciones en la industria del automóvil para cinturones de seguridad, tapicerías, hilos de neumáticos y alfombras. Aportan una mayor fiabilidad debido a su carácter más duradero. Entre otras aplicaciones de las fibras sintéticas figuran las bases para alfombras, los rellenos de las cintas transportadoras industriales y las lonas embreadas para camiones.

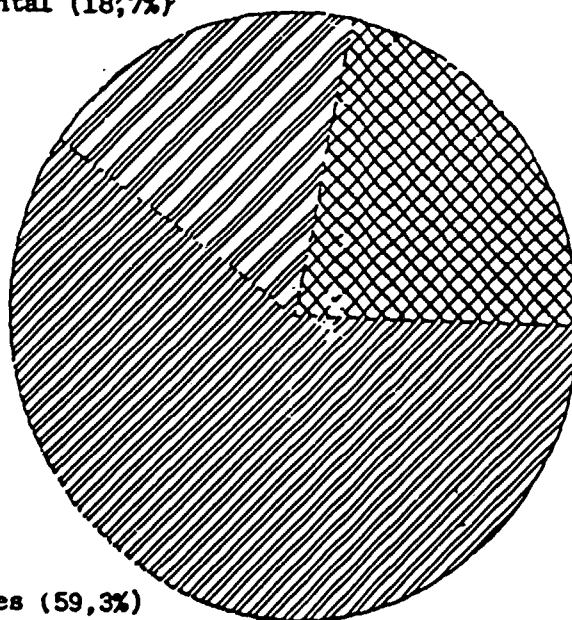
Como la participación principal corresponde a las prendas de vestir, los países en desarrollo están produciendo sobre todo las calidades adecuadas para la producción de paño. Se ha observado que casi todos los países en desarrollo

han alcanzado un nivel de producción de 1 kg per cápita de fibras sintéticas, mientras que en la India llegaba a sólo 0,3 kg per cápita. Incluso un país como China ha llegado a una producción de fibras sintéticas de 0,69 kg per cápita en 1984. Indonesia y el Brasil llegaron a la cifra de 0,96 y 1,67 kg per cápita respectivamente (21).

Las fibras sintéticas incrementan constantemente su participación del consumo total de fibras. En 1991 representaron el 39,5% del consumo mundial de fibras. Entre las fibras naturales predomina el algodón, que mantiene una proporción más alta que las fibras sintéticas. Sin embargo, el aumento de la demanda de prendas de vestir se está satisfaciendo mediante fibras sintéticas dado que la tasa de crecimiento del algodón y de otras fibras naturales como la seda y la lana es relativamente muy inferior. La producción de algodón también depende de la pluviosidad de cada región, y en consecuencia la oferta varía todos los años.

La distribución y la producción mundiales de fibras sintéticas en 1991 se indican en la Figura 6.1(7F) y en la Figura 6.1(8F), respectivamente (22). La producción mundial de fibras/hilados textiles de 1981 a 1990 revela un crecimiento cada vez mayor de las fibras no celulósicas a un ritmo de aproximadamente el 4%, mientras que las fibras naturales muestran una tasa de crecimiento de aproximadamente el 2% (Cuadro 6.1(22)). Sin embargo, estas últimas mantienen su participación de aproximadamente el 53% del total de fibras. Las fibras celulósicas mostraron una tendencia negativa y su producción disminuyó de 3,2 millones de toneladas a 2,84 millones de toneladas entre 1981 y 1990. Uno de los principales motivos ha sido el problema de contaminación del medio ambiente en su producción.

Europa occidental (18,7%)



EE.UU. (22,0%)

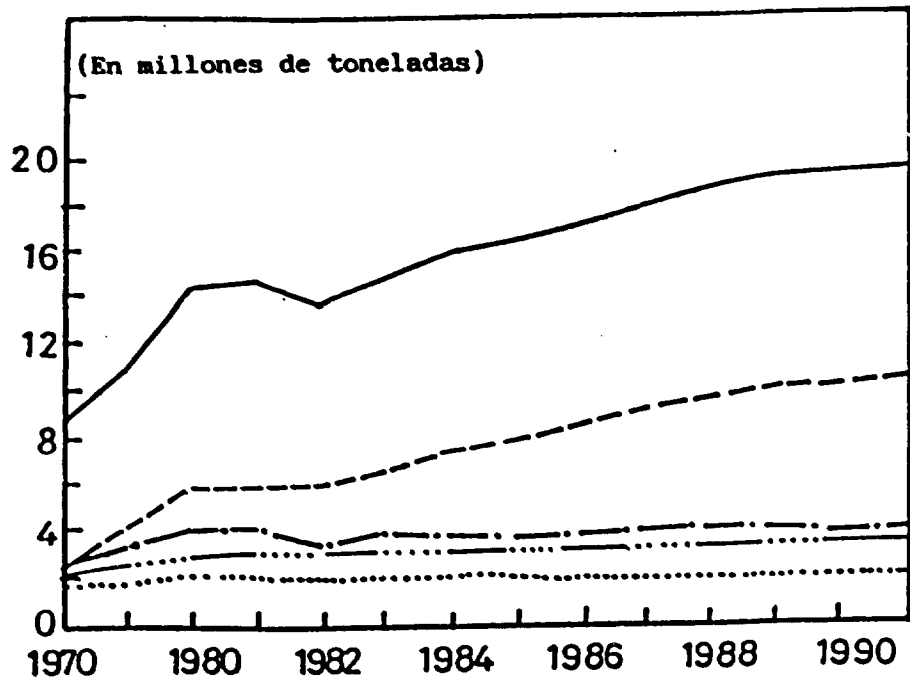
Otros países (59,3%)

FIGURA 6.1(7F)

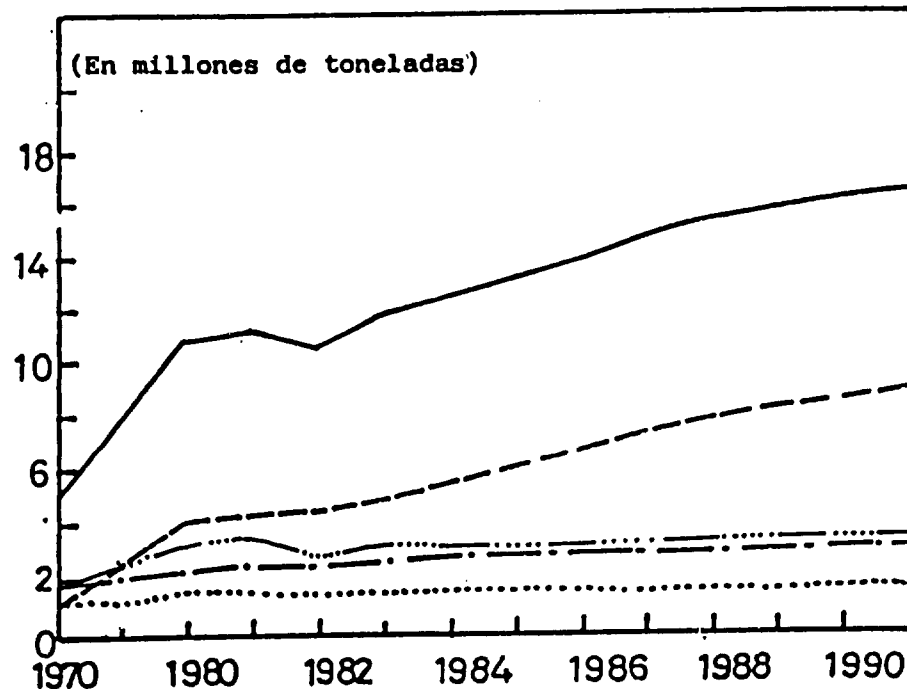
DISTRIBUCION MUNDIAL DE LA PRODUCCION DE FIBRAS SINTETICAS

Fuente: Chemical Week, 8 de abril de 1992, pág. 52.

PRODUCCION DE FIBRAS ARTIFICIALES



PRODUCCION DE FIBRAS SINTETICAS



Fuente: División de Fibras Akzo

- - - - - Europa occidental - . - . - . EE.UU. Japón
 - - - - - Otros - - - - - Total mundial

FIGURA 6.1(8F)
PRODUCCION MUNDIAL DE FIBRAS

Fuente: Chemical Week, 8 de abril de 1992, pág. 49.

CUADRO 6.1(22)
PRODUCCION MUNDIAL DE FIBRAS/HILADOS TEXTILES

(En miles de toneladas)

Tipo de fibra	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
A. Fibras artificiales										
• Fibras celulósicas										
Hilados + monofilamentos	1.104	1.023	1.040	1.029	924	924	910	948	925	901
Fibra + estopa	2.100	1.922	1.989	2.065	2.007	1.935	1.941	1.939	1.952	1.945
Total parcial	3.204	2.945	3.029	3.094	2.931	2.859	2.851	2.887	2.877	2.846
• Fibras no celulósicas (Fibras sintéticas)										
Acrílico + modacrílico	2.090	2.058	2.221	2.298	2.381	2.446	2.525	2.440	2.352	2.326
Nilón + Aramid	3.139	2.854	3.196	3.354	3.442	3.497	3.630	3.789	3.806	3.765
Filamento de poliéster Hilado	2.221	2.131	2.318	2.493	2.763	2.858	3.104	3.486	3.705	3.910
Fibra larga de poliéster	3.244	2.974	3.217	3.560	3.739	4.000	4.341	4.568	4.785	4.711
Otras	133	130	127	144	164	140	144	138	151	157
Total parcial	10.827	10.147	10.836	11.506	12.489	12.941	13.744	14.363	14.799	15.634
Total A	14.301	13.092	13.865	14.600	15.420	15.800	16.595	17.250	17.676	18.480
B. Fibras naturales										
Algodón crudo	15.296	14.639	14.217	19.060	16.565	18.280	18.243	18.484	18.733	18.714
Lana cruda	1.626	1.629	1.641	1.682	1.722	1.790	1.785	1.883	1.887	1.964
Seda cruda	57	55	55	55	59	63	63	64	66	66
Total B	16.979	16.323	15.913	20.797	18.346	20.133	20.141	20.431	20.686	20.744
Total general	31.010	29.415	29.778	35.397	33.766	35.933	36.736	37.681	38.362	39.224

Fuente: TEXTILE ORGANON (junio de 1991).

Las fibras sintéticas que se utilizan con más frecuencia son el poliéster, el acrílico y la poliamida. A continuación figuran algunas de sus características.

Fibra de poliéster

- Sensación parecida a la de la seda/lana.
- Plena utilización para prendas de vestir y puede mezclarse con fibras naturales como algodón, lana y viscosa.

Fibra acrílica

- Da un acabado más parecido a la lana.
- Aproximadamente el 65% se destina a prendas de vestir, el 25% a prendas deportivas y de verano, el 10% a muebles, alfombras, construcción, etc.

Fibra de nilón

- Sensación más parecida a la del algodón.
- El 25% se destina a las prendas de vestir, sobre todo las femeninas.
- Entre las aplicaciones industriales figuran los muebles, fieltros, neumáticos, etc.

La capacidad de producción de fibras sintéticas está aumentando rápidamente en los países de Africa meridional y sudoriental. Esta región ha pasado por una expansión intensiva de la capacidad. En la actualidad Taiwán y Corea del Sur tienen capacidades de fibra de poliéster mayores que toda Europa occidental; cada uno de esos países produce aproximadamente 1,2 millones de toneladas al año de fibra larga y filamento de poliéster (23). Indonesia también aumentó su capacidad en 1991 en 64.000 toneladas al año. Pese a ese aumento, Indonesia sigue importando todo género de fibras y exportando una buena cantidad de productos textiles acabados, con su capacidad de tejer 5.628 millones de metros (15). En el Cuadro 6.1(23) se indica el crecimiento de la producción de fibras sintéticas en China. En la actualidad en China las fibras se utilizan sobre todo para la producción de prendas de vestir. El porcentaje de participación de las fibras para prendas de vestir, industrias y decoración es del 60%, el 25% y el 15% respectivamente (13). El terylene (poliéster) ocupa una posición de vanguardia en la producción de fibras. Representa el 60% o más de la producción total de fibras sintéticas. Para ello depende de la demanda de prendas de vestir de 1.200 millones de habitantes de China. Sin embargo, la proporción actual de filamento de poliéster a fibra larga es de 45:50, que se ajustará según la demanda del mercado.

CUADRO 6.1(23)
DIVERSAS FIBRAS Y SU PRODUCCION EN CHINA

(En miles de toneladas)

	1980	1990	2000
Fibras sintéticas	314,1	1.432	2.150
Terylene	118,3	1.042	1.600
Fibra larga	115,6	622	850
Filamento	2,7	420	750
Fibra de poliamida	31,7	112	280
Filamento	22,3	102	260
Fibra de acrilonitrilo	58,0	122	400
Vinilón	96,7	55	50
Fibra de polipropileno	3,3	75	150
Otras fibras	6,1	26	30

Entre las fibras sintéticas el poliéster es la que tiene la principal proporción con la tasa más elevada de crecimiento de la producción, del 5,2% de 1981 a 1990. En los Cuadros 6.1(24), 6.1(25) y 6.1(26) se indican las capacidades y la utilización de la capacidad de fibra de poliéster (fibra larga y filamento). Ello revela que la tasa de crecimiento de la capacidad de los países en desarrollo es muy superior (es decir, superior al 5%) en los países en desarrollo que en los desarrollados. Es probable que la participación mundial pase del 61% en 1987 al 74% para el año 2000 (Cuadro 6.1(24)). La utilización de la capacidad, que ha venido oscilando entre el 86% y el 89%, también llegará al 100% con el crecimiento económico para fines/principios de siglo. Se ha dado un aumento general de la capacidad y la producción en los países en desarrollo. Africa, Oriente Medio, Asia y Extremo Oriente crecen a gran rapidez. Ello no sólo satisfará las necesidades locales sino que también hará que algunos de esos países sean competitivos en el mercado de exportación. La fibra larga de poliéster seguirá teniendo una participación de la capacidad de 1,3 a 1,5 veces más que el hilado de filamento. También mantendrá su importante participación en la mezcla con fibras naturales como el algodón en los países en desarrollo (Cuadros 6.1(25) y 6.1(26)).

El último adelanto tecnológico de la fibra de poliéster es el desarrollo del hilado de microfilamento. Técnicamente recibe el nombre de hilado de microfilamento de 0,5 dpf. y aporta un grado mucho mayor de comodidad, además de tener el mismo aspecto que la seda (19).

Por una parte, mientras que el poliéster mantiene su participación más elevada de aproximadamente el 50%, la poliamida y los acrílicos representan sólo el 24% y el 15% respectivamente. Se prevé que el aumento de la fibra acrílica sea de aproximadamente 2,5% para el año 2000 (24). En el Cuadro 6.1(27) se indica que la capacidad mundial aumentará sólo en aproximadamente el 6,7% de 1992 a 1997. La fibra acrílica tampoco ha sido objeto de gran atención en los países en desarrollo, como evidencia la lista de nuevos proyectos (Cuadro 6.1(28)). En América Latina, México está aumentando su capacidad de fibra acrílica. Taiwán, Tailandia, Corea del Sur, la India, Indonesia y China comparten sus capacidades de fibra acrílica en Extremo Oriente/Africa sudoriental. Las calidades especiales de fibra acrílica

CUADRO 6.1(24)
CAPACIDAD Y PRODUCCION DE FIBRA DE POLIESTER
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	Capacidad de fibra de poliéster					Crecimiento %
	1987	1990	1993	1995	2000	
A. Desarrolladas						
Norteamérica	1.477	1.610	1.745	1.745	1.745	1,3
Europa occidental	1.041	1.078	1.266	1.266	1.266	1,5
Japón	813	802	802	802	802	(0,1)
Total A	3.331	3.490	3.813	3.813	3.813	-
B. En desarrollo						
América Latina	556	621	735	735	735	2,2
Europa oriental	868	904	931	1.106	1.312	3,2
Africa/Oriente Medio	305	341	425	632	632	5,8
Asia/Extremo Oriente	3.565	4.934	6.662	7.009	8.151	6,6
Total B	5.294	6.800	8.729	9.306	10.830	>5,0
Total (A + B)	8.625	10.290	12.542	13.119	14.643	4,2

Regiones	Producción de fibra de poliéster					Crecimiento %
	1987	1990	1993	1995	2000	
A. Desarrolladas						
Norteamérica	1.709	1.566	1.746	1.796	1.856	6,0
Europa occidental	877	972	1.062	1.104	1.136	2,0
Japón	606	680	710	730	800	2,2
Total A	3.192	3.218	3.518	3.620	3.792	-
B. En desarrollo						
América Latina	429	463	578	647	720	4,1
Europa oriental	736	739	807	921	1.193	3,8
Africa/Oriente Medio	281	309	376	442	614	6,2
Asia/Extremo Oriente	3.013	4.118	5.569	6.615	8.895	8,7
Total B	4.459	5.729	7.330	8.635	11.422	>6,0
Total (A + B)	7.651	8.847	10.848	12.255	15.214	5,4

Utilización de la capacidad, %	89	86	86	93	100	
--------------------------------	----	----	----	----	-----	--

CUADRO 6.1(25)
CAPACIDAD Y PRODUCCION DE FIBRA LARGA DE POLIESTER
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	Capacidad de producción de fibra larga de poliéster					Crecimiento %
	1987	1990	1993	1995	2000	
A. Desarrolladas						
Norteamérica	1.191	1.236	1.306	1.306	1.306	7,0
Europa occidental	560	596	708	708	708	1,8
Japón	359	351	351	351	351	(0,2)
Total A	2.110	2.183	2.365	2.365	2.365	-
B. En desarrollo						
América Latina	249	292	391	391	391	3,5
Europa oriental	586	586	596	761	916	3,5
Africa/Oriente Medio	147	152	194	229	395	7,9
Asia/Extremo Oriente	2.105	2.801	3.848	4.084	4.922	6,8
Total B	3.807	3.831	5.029	5.465	6.624	-
Total (A + B)	5.197	6.014	7.394	7.830	8.989	4,3

Regiones	Producción de fibra larga de poliéster					Crecimiento %
	1987	1990	1993	1995	2000	
A. Desarrolladas						
Norteamérica	1.153	1.045	1.175	1.215	1.250	6,0
Europa occidental	451	521	566	586	611	2,4
Japón	283	310	325	335	350	1,6
Total A	1.887	1.876	2.066	2.136	2.211	
B. En desarrollo						
América Latina	196	229	304	350	386	5,4
Europa oriental	473	454	507	612	857	4,7
Africa/Oriente Medio	130	135	170	204	327	7,4
Asia/Extremo Oriente	1.723	2.252	3.100	3.740	5.205	8,9
Total B	2.522	3.070	4.081	4.906	6.775	
Total (A + B)	4.409	4.946	6.147	7.042	8.986	5,6

Utilización de la capacidad, %	85	82	83	90	100	
--------------------------------	----	----	----	----	-----	--

CUADRO 6.1(26)
CAPACIDAD Y PRODUCCION DE FILAMENTO DE POLIESTER
EN LOS PAISES DESARROLLADOS Y EN DESARROLLO

(En miles de toneladas)

Regiones	Capacidad de producción de filamento de poliéster					Crecimiento %
	1987	1990	1993	1995	2000	
A. Desarrolladas						
Norteamérica	286	374	439	439	439	3,4
Europa occidental	481	482	558	558	558	1,1
Japón	454	451	451	451	551	-
Total A	1.221	1.307	1.448	1.448	1.448	-
B. En desarrollo						
América Latina	307	329	344	344	344	0,9
Europa oriental	282	318	335	345	396	2,6
Africa/Oriente Medio	158	189	207	227	237	3,2
Asia/Extremo Oriente	1.460	2.133	2.814	2.925	3.229	6,3
Total B	2.207	2.969	3.700	3.841	4.206	<6
Total (A + B)	3.428	4.276	5.148	5.289	5.654	3,9

Regiones	Producción de filamento de poliéster					Crecimiento %
	1987	1990	1993	1995	2000	
A. Desarrolladas						
Norteamérica	556	521	571	581	606	0,7
Europa occidental	426	451	496	518	525	1,6
Japón	323	370	385	395	450	2,6
Total A	1.305	1.342	1.452	1.494	1.581	
B. En desarrollo						
América Latina	233	234	274	297	334	2,8
Europa oriental	263	285	300	309	336	1,9
Africa/Oriente Medio	151	174	206	238	287	5,1
Asia/Extremo Oriente	1.290	1.866	2.469	2.875	3.690	8,4
Total B	1.937	2.559	3.249	3.719	4.647	
Total (A + B)	3.242	3.901	4.701	5.273	6.228	5,2

Utilización de la capacidad, %	95	91	91	99	100	-
--------------------------------	----	----	----	----	-----	---

CUADRO 6.1(27)
CAPACIDAD DE PRODUCCION MUNDIAL DE PRODUCTOS DE
FIBRAS E INTERMEDIOS DE FIBRAS

(En miles de toneladas)

Producción	Producción estimada			Capacidad de producción	
	1989	1990	1991	1992	1997
1. PX	6.792	6.943	7.287	9.927	12.326
2. ATP	6.080	6.726	7.180	9.613	11.708
3. DMT	4.076	4.022	3.983	4.787	4.857
4. MEG	5.861	6.153	6.230	8.911	10.860
5. ACN	3.617	3.648	3.655	4.202	4.589
6. HFP	3.705	3.901	4.163	4.965	5.435
7. AF	2.352	2.208	2.175	2.995	3.195

CUADRO 6.1(28)
ESTADO DE LOS NUEVOS PROYECTOS INTERNACIONALES

Nombre de la empresa	País	Producto	Capacidad (MTA)	Fecha de entrada en funcionamiento
Pertamina	Indonesia	PX	3.70.000	1 ^{er} trim. 1995
Slovaft State Enterprises	Checoslovaquia	PX	1.20.000	1994
Kuwait Petro	Kuwait	PX	4.00.000	1992
Kuwait Petro	Kuwait	EG	1.65.000	1994
Eastern Petro	Arabia Saudita	EG	63.000 (Exp.)	1993
Prala	Venezuela	OE/EG	86.000	Med. 1992
National Petro	Irán	EG	3.00.000	1994
Union carbide/Mitsui	Canadá	EG	3.00.000	1994
Arak Petro Corp.	Irán	EG	1.05.000	1993
Sharq	Arabia Saudita	OE/EG	7.20.000 (Exp.)	3 ^{er} trim. 1993
Monomers Colombo	Venezuela	ATP	1.30.000	1992
Amoco Indoprakasa	Indonesia	ATP	2.50.000	1 ^{er} trim. 1994
Mitsubishi	Indonesia	ATP	2.50.000	1992
Mitsui Petrochemicals	Indonesia	ATP	2.50.000	1 ^{er} trim. 1992
Mitsui Petrochemicals	Sumatra	ATP	2.50.000	1993
Tuntex Thailand	Tailandia	ATP	3.50.000	Med. 1994
State Corporation	Rusia	Corpo.	88.000	1992
Tong Young Nylon	Corea del Sur	Corpo.	1.20.000	1992-93
Namhae Chemical Corp.	Corea	Corpo.	1.40.000	1994
Formica Plastics	Taiwán	ACN	70.000	1993
Saratov	Rusia	ACN	75.000	1992
Petkim	Turquía	ACN	15.000	1992
Sasol Industries	Sudáfrica	AF	36.000	Med. 1993
Soficar West	Francia	Fibra carbono	700 (Exp.)	Junio de 1992
Sunkyong Industries	Corea del Sur	Virutas PE	2.20.000 (Exp.)	3 ^{er} trim. 1992
Sunkyong Keris	Indonesia	FLP	23.100	2 ^a trim. 1993
Allied-Signal	Francia	FLP	19.000	4 ^a trim. 1993
Eastman/Textmaco	Irlanda/Indonesia	FLP	1.80.000	Med. 1992
Hoechst Tejin Fibres	Japón	HFP	-	4 ^a trim. 1993

para la vivienda y la construcción han seguido siendo un producto de importación en los países en desarrollo y de exportación de los países desarrollados como el Japón.

Pese a que continúan las necesidades de prendas de vestir, tapizados, decoración y refuerzos de caucho, la tasa de crecimiento de la fibra de nilón ha sido mucho más baja en comparación con otras fibras.

La fibra de polipropileno ha ido capturando mercado en los países desarrollados con sus principales aplicaciones como tapices, alfombras, etc. Esta fibra también ha ido penetrando en el mercado de regiones en desarrollo como la India, China y otros países asiáticos. Sin embargo, su demanda se satisface en gran medida mediante la importación de polipropileno de calidad de fibra procedente de países desarrollados.

Las fibras especiales, como la fibra de carbono, el kevalar y la aramida tienen sus aplicaciones en la defensa, el aeroespacio y otros sectores industriales. La necesidad total de esas fibras de refuerzo se satisface mediante la importación en los países en desarrollo. En la India y China sólo existe una pequeña capacidad de producción de fibra de carbono. El costo de producción con instalaciones de pequeña capacidad en esos países es mucho más alto, lo cual hace que su comercialización sea prohibitiva.

6.1.7.3. CAUCHO SINTETICO

El caucho sintético es un producto petroquímico estratégico de considerable importancia en la economía mundial y ha mantenido una tasa de crecimiento del 6% al 7% aproximadamente en el último decenio. En el futuro seguirá creciendo con el crecimiento industrial y agrícola. La industria mundial del transporte depende más o menos de la industria del caucho.

El caucho natural se produce sobre todo en las zonas tropicales del mundo. No basta para satisfacer la demanda de materia prima para las industrias manufactureras. Como resultado, se ha desarrollado el caucho sintético, que representa aproximadamente el 67% del total de caucho en la actualidad.

6.1.7.3.1. PRODUCTOS BASICOS PARA EL CAUCHO

Los principales productos básicos para la producción de caucho sintético son el butadieno y el estireno. El butadieno ocupa un lugar especial entre los monómeros de caucho sintético.

6.1.7.3.1a. BUTADIENO

La mayor parte del butadieno se produce mediante deshidrogenación catalítica de n-butano o craqueado a altas temperaturas de destilados del petróleo. En el Cuadro 6.1(29) se indica el consumo de butadieno en los países desarrollados y en desarrollo.

CUADRO 6.1(29)
PAUTA MUNDIAL DE CONSUMO DE BUTADIENO

(En miles de toneladas)

	1990	1995	2000
A. Países desarrollados			
Norteamérica	3.550	4.495	5.685
Europa occidental	1.616	1.912	2.252
Japón	1.207	1.706	2.365
Total A	6.373	8.113	10.302
B. Países en desarrollo			
Países europeos con economía de planificación centralizada	136	164	196
América Latina	430	579	775
Norte de Africa y Oriente Medio	0	0	0
Otros países en desarrollo	90	110	134
Asia sudoriental	278	431	658
Asia meridional	53	73	97
Total B	988	1.359	1.860
Participación de los países desarrollados, %	87	86	85
Participación de los países en desarrollo, %	13	14	15

En los países desarrollados el consumo ya ha alcanzado una fase de saturación. Se prevé que la participación de los países en desarrollo pase del 14% actual al 20% a fines de siglo. Existe una plena utilización de la capacidad de producción y de ahí que la expansión en los países en desarrollo vaya a ser superior a la de los países desarrollados.

6.1.6.3.1b. ESTIRENO

El estireno es el segundo monómero en importancia que se utiliza en la producción de caucho. En la actualidad existen en el mundo más de 80 unidades que se dedican a la fabricación de estireno. La capacidad de estireno aumenta rápidamente. Se están estableciendo nuevas fábricas, sobre todo en Norteamérica. En el Cuadro 6.1(30) se indican las capacidades mundiales de fabricación de monómero de estireno. Los EE.UU. tienen el 30% de la totalidad de la capacidad instalada y le siguen Europa occidental, Japón y Corea del Sur.

**CUADRO 6.1(30)
CAPACIDADES MUNDIALES DE ESTIRENO**

(En miles de toneladas)

Año	Capacidades	
	Mundial	EE.UU.
1980	11.635	4.000
1985	12.622	3.782
1990	17.000	4.800
1995	20.000	-

En el Cuadro 6.1(31) se indica el consumo mundial previsto de estireno en 1990, 1995 y el año 2000. Se calcula que la demanda de estireno será inferior a la capacidad de producción en 1995 (Cuadro 6.1(2)). Entre los usos finales del estireno figuran la fabricación de poliestireno, ABES, ESAN y CBES, además de utilizarse en resinas de poliéster como agente de reticulación. El estireno también se utiliza en los textiles como aglomerante y en varios productos químicos más.

**CUADRO 6.1(31)
CONSUMO PREVISTO DE ESTIRENO EN EL MUNDO**

(En miles de toneladas)

	1990	1995	2000
A. Países desarrollados			
Norteamérica	5.918	7.708	9.894
Europa occidental	3.643	4.281	5.012
Japón	2.287	3.276	4.581
Total A	11.848	15.265	19.487
B. Países en desarrollo			
Países europeos con economía de planificación centralizada	1.084	1.384	1.742
América Latina	907	1.318	1.835
Norte de Africa y Oriente Medio	0	0	0
Asia sudoriental	768	1.248	1.920
Otros países en desarrollo	201	263	335
Total B	2.997	4.359	5.889
TOTAL MUNDIAL	14.845	19.524	25.396

6.1.7.3.2. PRODUCCION Y CONSUMO MUNDIALES DE CAUCHO

Se prevé que el consumo mundial de caucho aumente en un 3,4% al año y supere los 18,8 millones de toneladas para 1995. Se ha proyectado que la producción de caucho natural y sintético ascienda a 6,7 millones de toneladas y 12,1 millones de toneladas, respectivamente, según un estudio de los mercados mundiales de "neumáticos y caucho" basado en informes de primera calidad. En el Cuadro 6.1(32) se indican las cifras de consumo mundial de caucho natural y sintético en los sectores del neumático y otros y su tasa compuesta de crecimiento en porcentaje hasta 1995.

CUADRO 6.1(32)
CONSUMO MUNDIAL DE CAUCHO POR SECTORES

(En miles de toneladas)

	1986	1989	1995	Tasa compuesta de crecimiento anual, %	
				1986-1989	1989-1995
1. Consumo de caucho	13.678,3	15.633,3	18.673,0	4,55	3,01
2. Natural	4.434,1	5.353,4	6.716,5	6,48	3,85
Neumáticos	3.183,2	3.860,6	5.015,7	6,64	4,46
Otros	1.250,9	1.492,8	1.700,8	6,07	2,20
3. Sintético	9.244,2	10.297,9	11.956,0	3,60	2,55
Neumáticos	3.970,7	4.370,0	4.757,3	3,25	1,43
Otros	5.273,5	5.909,9	7.198,7	3,87	3,34

Del cuadro supra se desprende claramente que en 1989 la participación del consumo de caucho natural y sintético en el sector de neumáticos y otros fue de aproximadamente el 34,2% y el 65,8%, respectivamente. La tasa compuesta media de crecimiento del segundo fue del 4,5%. Se prevé que el consumo mundial de caucho aumente en un 3% al año y ascienda a más de 8,6 millones de toneladas para 1995.

Los países en desarrollo seguirán teniendo una alta tasa de crecimiento. Sin embargo, los países desarrollados y el Japón seguirán representando más del 71% del consumo mundial total de neumáticos. En el Cuadro 6.1(33) se indica el consumo de caucho en los países desarrollados y en desarrollo.

CUADRO 6.1(33)
CONSUMO MUNDIAL DE CAUCHO POR PAISES

(En miles de toneladas)

	1986	1989	1995	1986-1989	Tasa compuesta de crecimiento anual, % 1989-1995
A. Países desarrollados					
1. Estados Unidos	2.762,6	3.004,8	3.420,0	2,84	2,18
2. Canadá	276,2	276,0	285,0	(0,02)	0,54
3. Alemania Occidental	640,7	668,6	-	1,43	-
4. Alemania	-	-	1.023,0	-	-
5. Francia	273,7	568,2	690,0	6,25	3,29
6. Italia	418,0	444,0	493,0	2,03	1,76
7. Otros países de la CE	268,3	296,5	340,5	3,39	3,31
8. Europa occidental	227,6	226,8	254,0	0,12	1,91
9. Reino Unido	325,0	372,5	429,0	4,65	2,38
10. Japón	1.445,0	1.760,0	2.175,0	6,71	3,59
B. Países en desarrollo					
1. Brasil	360,2	408,7	480,0	4,30	2,72
2. México	170,0	179,0	209,0	1,73	2,62
3. América Latina	231,0	253,0	291,0	3,08	2,36
4. España	266,0	286,0	325,0	2,45	2,15
5. URSS	2.335,0	2.604,0	3.098,0	3,70	2,94
6. Africa (Oriente Medio)	377,0	428,0	510,0	4,32	2,96
7. China	710,0	925,0	1.190,0	9,22	4,29
8. India	321,1	423,2	545,0	9,64	4,31
9. Corea del Sur	349,0	530,0	710,0	4,94	4,99
10. Otros países de Asia	695,0	846,0	1.065,0	6,77	3,91
11. Oceanía	94,9	117,0	144,0	7,23	3,52

En 1990 el consumo de caucho sintético fue de sólo el 0,4% y siguió disminuyendo a un ritmo del 7% en comparación con 1990 debido a un descenso de los sectores del automóvil y la construcción. Debido a los cambios económicos y políticos en Europa oriental y la URSS, se prevé que el caucho sintético aumente a un ritmo del 1,5% al año y llegue a 9,1 millones de toneladas en 1995 y a 9,9 millones de toneladas en 1996 (según el análisis del Instituto Internacional de Productores de Caucho Sintético). De todos los demás cauchos, el de polibutadieno-estireno es el caucho sintético que más se utiliza.

Otros cauchos sintéticos son el de polibutadieno, con aproximadamente el 17% del mercado, y los de etileno-propileno, butilo, nitrilo, poliisopreno y policloropreno, que tienen aproximadamente el 29% del mercado.

Los usos distintos de los neumáticos del caucho sintético, en especial el polibutadieno, corresponden a dos categorías, una de las cuales se destina a modificar plásticos, como el poliestireno y el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABES) para dar más resistencia a los impactos. Una pequeña cantidad se destina a diversos tipos de productos mecánicos, algunos de los cuales se utilizan en la industria del automóvil. Esos productos mecánicos son mangueras, juntas, sellos y revestimientos de cables. Es posible que la escasa demanda prevista de caucho en productos mecánicos no tenga ningún efecto en el aumento del consumo. En el Cuadro 6.1(34) se indica la pauta de consumo de diferentes tipos de caucho.

CUADRO 6.1(34)
 PRODUCCION MUNDIAL DE DIFERENTES CAUCHOS

(Cifras en miles de toneladas)

	1986	1988	1990	1995
Sintéticos, %	67,2	67,0	66,5	64,5
CEB sólido	2.477	2.417,0	2.440	2.649
Látex CBES	254	264,4	271	294
Látex CBES carboxilado	1.332	1.139,0	1.150	1.198
Polibutadieno	1.136	1.176,0	1.172	1.324
Etileno-propileno	558	589,4	603	721
Policloropreno	249	248,4	248	260
Nitrilo sólido/látex	250	244,2	249	290
Otros cauchos sintéticos (comprendidos los cauchos de butilo e isopreno además de otros)	967	984,4	997	1.132
Total cauchos sintéticos	7.060	7.073,8	7.178	8.002
Caucho natural	4.169	4.216,0	4.301	4.902
Total nuevo caucho	11.229	11.290,0	11.479	12.904
Sintéticos, %	62,9	62,7	62,5	62,0

Fuente: Chemical Business, 5 a 19 de abril de 1991, pág. 15, exceptuados los países con economía de planificación centralizada y Europa oriental.

La participación de diversos cauchos sintéticos en el mercado cambiará en medida limitada: un buen ejemplo del papel del caucho sintético es el consumo de caucho en los EE.UU. Producen en total aproximadamente 2 millones de toneladas de caucho sintético al año, de cuyo total aproximadamente dos tercios corresponden a dos cauchos principales, a saber, CBES y CB. Las economías de planificación centralizada tendrán un consumo de 2,9 millones de toneladas de caucho sintético para 1995.

Si se excluyen los países con economía de planificación centralizada y Europa oriental, se prevé que el consumo mundial de polibutadieno aumente a más de 1,3 millones de toneladas para 1995. La pauta relativamente baja de crecimiento de CPB y CEBS se deberá al escaso aumento de la producción de caucho y a la evolución constante de los neumáticos de camiones y de autobuses hacia el diseño radial.

Se prevé que los neumáticos y los productos conexos representen más del 61% del total del consumo de caucho nuevo en 1995. Aproximadamente el 51% del total de caucho sintético producido se destinará a neumáticos y productos conexos. Se prevé que la demanda de sustitución tenga un crecimiento medio del 2,5 al año hasta 1995. El mercado de sustitución se beneficiará de la base en

expansión del parque automotor mundial. La matriculación de vehículos y unos neumáticos más duraderos harán que disminuya la demanda de cauchos de sustitución.

El caucho natural también mantiene una participación apreciable en el mercado total de caucho. La radialización de los neumáticos de automóvil ya no es una causa primordial del cambio. La posición competitiva de la demanda es el principal motivo del aumento constante del caucho natural en el sector de los neumáticos con caucho sintético. El principal caucho sintético que se produce en todo el mundo es el de polibutadieno-estireno (CBES). Otros cauchos importantes con fines generales como el polibutadieno muestran una tasa de crecimiento inferior, al mismo tiempo que el mercado de cauchos especiales va en aumento. Los elastómeros termoplásticos aumentan a un ritmo que supera la tasa porcentual de crecimiento de todos los demás cauchos sintéticos. Cada vez son más los productores de caucho sintético con fines generales que inician su penetración en el mercado de elastómeros termoplásticos especiales. Se prevé que el consumo de elastómeros termoplásticos pase de 6.830.000 toneladas a 8.580.000 toneladas en 1994, con una tasa anual de crecimiento medio del 7% en el mercado mundial. Sin embargo, en la actualidad el crecimiento anual total de nuevo caucho es del 2,1% a escala mundial.

Un examen del consumo de caucho natural frente al de caucho sintético en un país en desarrollo como la India y en los países desarrollados revela que la relación de consumo de caucho natural a sintético en la India y China es de 80 a 20, mientras que en los países desarrollados es de 30 a 70. Esa relación de consumo se mantiene en los dos sectores de consumo de neumáticos y otros productos, como demuestra el Cuadro 6.1(35).

CUADRO 6.1(35)
CONSUMO DE CAUCHO EN EL SECTOR DE NEUMATICOS Y OTROS

(Caucho natural (CN) frente a caucho sintético (CS)) Porcentaje				
País	Neumáticos		Otros productos	
	CN	CS	CN	CS
Estados Unidos	30	70	13	87
Reino Unido	42	58	23	77
Francia	43	57	20	80
Alemania	65	35	17	83
Italia	41	59	23	77
Japón	39	61	21	79
Canadá	29	71	16	84
Brasil	30	70	16	84
India	78	22	82	18
China	65	35	80	20

Fuente: IISRP

De hecho, hay países en desarrollo como la India y China que tienen un consumo per cápita muy bajo en comparación con las economías desarrolladas. Ello se debe a que el PIB per cápita es bajo y a que el crecimiento del sector del automóvil es lento. No es probable que el consumo per cápita aumente al nivel de los países cuyo crecimiento demográfico tiene un nivel más bajo que países como la India y China en el próximo futuro.

La actual situación de exceso de capacidad y rápida expansión de la capacidad de producción de caucho sintético en los países en desarrollo para su consumo cautivo puede enfrentarse con una competencia muy dura en el mercado de exportación y si las importaciones se liberalizan es posible que los fabricantes locales de caucho se enfrenten con problemas de subutilización debido al costo más bajo de las importaciones en algunos casos. En la actualidad la industria del caucho también está pasando por una fase difícil debido a la recesión mundial en el sector del automóvil.

6.2. INTEGRACION DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS DERIVADOS CON OTROS SECTORES DE LA ECONOMIA NACIONAL A FIN DE CAPITALIZAR LOS EFECTOS DE SINERGIA

La necesidad humana básica de materiales se satisface en gran medida mediante productos naturales como algodón, lana, seda, yute, madera, cuero, látex, etc. Esos productos siempre han escaseado e incluso en el futuro su tasa de crecimiento no podrá mantenerse al ritmo del aumento de la demanda en países muy poblados. La desigualdad entre la demanda y la oferta de materiales sólo se puede resolver mediante los productos sintéticos. La aparición de la industria petroquímica permite ahora satisfacer ese aumento de las necesidades humanas. La utilización eficaz de productos petroquímicos valiosos sólo puede ser posible mediante su vinculación con el sector clave de la economía nacional.

Los productos derivados de las industrias petroquímicas se pueden clasificar en general como sigue:

- 6.2.1a. Plásticos
- 6.2.1b. Fibras sintéticas y productos intermedios de fibras
- 6.2.1c. Cauchos (elastómeros)
- 6.2.1d. Sustancias químicas y productos intermedios de sustancias químicas

El sector clave de la economía nacional que se ha tenido en cuenta para estudiar los efectos de sinergia incluye los siguientes aspectos:

- 6.2.2a. Agricultura y elaboración de alimentos
- 6.2.2b. Riego y ordenación de recursos hídricos
- 6.2.2c. Vivienda y alojamiento
- 6.2.2d. Prendas de vestir
- 6.2.2e. Atención médica y de salud
- 6.2.2f. Componentes industriales y productos metalmecánicos
- 6.2.2g. Transportes
- 6.2.2h. Telecomunicaciones
- 6.2.2i. Disolventes y sustancias químicas

6.2.1a. PLASTICOS

Los principales materiales plásticos son los siguientes: polietileno de baja densidad/polietileno de baja densidad lineal (PEBD/PEBDL), polietileno de alta densidad (PEAD), homopolímero de polipropileno (HPPP), copolímero de polipropileno (CPPP), cloruro de polivinilo (CPV), poliestireno (PES), acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABES), tereftalato de polietileno (TPE), óxido de polifelinelo (OPF) y policarbonato.

6.2.1b. FIBRAS

Las principales fibras sintéticas y productos intermedios de fibras son:

- i) Fibras: nilón, poliéster, acrílico.
- ii) Productos intermedios de fibras: paraxileno, caprolactam, ACN, DMT, ATP y MEG.

6.2.1c. CAUCHOS

Los productos petroquímicos son los cauchos sintéticos como polibutadieno, polibutileno, CEBS y caucho nitrílico. Otros cauchos sintéticos son el de silicona, cloropreno, poliisopreno, etc. El caucho natural está presente en diversas aplicaciones, incluso como mezcla con cauchos sintéticos. La reciente aparición de elastómeros termoplásticos ha abierto nuevas esferas de aplicaciones.

6.2.1d. PRODUCTOS QUIMITOS E INTERMEDIOS DE PRODUCTOS QUIMICOS

Los principales productos químicos e intermedios de productos químicos son: óxido de etileno (OE), alquilbenceno lineal (ABL), xilenos y otros disolventes.

El crecimiento de la industria petroquímica ha resultado ser un indicador del crecimiento general de los países en desarrollo, dado que satisface las necesidades humanas básicas de prendas de vestir, vivienda y alimentos. Esas consecuencias se han experimentado muy bien en las naciones desarrolladas. A continuación se indican algunas de las ventajas obtenidas gracias a los efectos de sinergia:

- i) Un crecimiento industrial general gracias a la expansión de las industrias de conversión (para producir bienes acabados), y unidades auxiliares (para la manufactura de moldes/plantillas, componentes industriales, aditivos, etc.).
- ii) Generación de empleo.
- iii) Aumento de la productividad de los alimentos y las prendas de vestir.

- iv) Aumento del nivel de vida de la población.
- v) Además de las necesidades básicas, la población necesita mejores medios de comunicaciones, transferencia de energía, transportes y vivienda, etc.
- vi) Conservación de energía.
- vii) Lucha contra la contaminación.

A fin de aprovechar las ventajas del efecto de sinergia de las industrias de productos petroquímicos derivados con otros sectores, hace falta una planificación y una supervisión constantes del crecimiento.

En la actualidad el crecimiento de las industrias químicas está concentrado sobre todo en la región de Asia, que colmará la disparidad entre demanda y oferta de los productos en la región. El consumo per cápita también aumentará al disponerse de más material para el año 2000. Aunque con el tiempo se han ido desarrollando varias aplicaciones de uso final, harán falta más esfuerzos en esta esfera a fin de capitalizar los efectos de sinergia al mismo tiempo que se produce una integración con otros sectores de la economía nacional.

Los países en desarrollo ricos en gas natural/petróleo han optado por una expansión rápida del sector petroquímico, sobre todo para la exportación. En esos casos el consumo local también está aumentando rápidamente, pero es posible que la falta de integración con otros sectores no produzca las consecuencias necesarias para el crecimiento general de esos países. La integración en algunas esferas será posible gracias al control de la administración, la participación de capital en unidades y en el sector de uso final por las unidades de productos petroquímicos derivados. En la sección siguiente se comentan algunos de los sectores abarcados.

6.2.2a. AGRICULTURA Y ELABORACION DE ALIMENTOS

Al disponerse de plásticos como PEBD, PEBDL y CPV se ha dado un gran impulso a sus aplicaciones en la agricultura y en la ordenación de los recursos hídricos. El uso directo de esos materiales sintéticos sólo ha representado el 2,4% en este sector (Figura 3(1F)). El embalaje de alimentos crudos y elaborados se realiza por lo general en el sector del embalaje. Países como los EE.UU. o Israel han utilizado mucho los productos plásticos para aumentar la productividad alimentaria. A continuación figuran algunas de las principales aplicaciones:

- i) Agripelícula de banda ancha para revestimiento de canales y tapas de cierres utilizados para el almacenamiento de productos alimentarios.
- ii) Invernaderos.
- iii) Cubierta orgánica.
- iv) Goteo.
- v) Sistema de riego por aspersión, etc.

La ordenación de los recursos hídricos ha sido una esfera de grave preocupación para diversas naciones en desarrollo. En la India se constituyó un Comité Nacional de los Plásticos en la Agricultura a fin de aportar dirección y orientación para el desarrollo integrado. El comité está formado por expertos del Ministerio de Agricultura, el Departamento de Productos Químicos y Petroquímicos, representantes de los fabricantes y elaboradores de plásticos, fabricantes de sistemas de riego y de aspersión, instituciones de investigación, la Comisión de Planificación y otros organismos conexos. El principal objetivo de este comité era crear conciencia entre los diversos departamentos del Gobierno, comprendido el de regadío, entre los agricultores, las instituciones de investigación agrícola, las instituciones financieras y otras, acerca del concepto de la utilización de plásticos en diversas aplicaciones en la agricultura y en la ordenación de recursos hídricos en las que hasta entonces se estaban siguiendo los métodos convencionales, que no sólo resultaban caros a largo plazo sino también menos eficientes en cuanto a la utilización del agua. Gracias a los esfuerzos permanentes de ese Comité Nacional, con el apoyo de la Corporación India de Productos Petroquímicos (IPCL) y otros organismos, se generó entusiasmo en el departamento de regadío y entre los agricultores, los fabricantes de sistemas y otros.

La gran disponibilidad de CPV también ha desembocado en mejores sistemas de riego con el empleo de tuberías de CPV; especial importancia tiene la fabricación de tuberías de diseño especial (cribas de pozos) para la filtración y desalinización.

También se han impulsado diversos diluyentes como los xilenos en el sector de plaguicidas, que constituye un insumo importante de la agricultura. En este caso los fabricantes de diluyentes han integrado eficazmente sus esfuerzos con los fabricantes de plaguicidas durante el período inicial a fin de permitir la creación de diluyentes adecuados para fórmulas eficaces.

Pese a los esfuerzos realizados en unos cuantos países en desarrollo, se dispone de grandes cantidades de tierras que pueden utilizarse para cultivar cosechas mediante esfuerzos integrados para satisfacer las necesidades de una población en crecimiento, en especial en la región de Asia y el Pacífico. Ello revela que queda un amplio margen para aumentar la productividad alimentaria mediante el empleo de plásticos y otros productos petroquímicos. Los países en desarrollo tienen que hacer esfuerzos concertados y organizados.

Elaboración de alimentos

En la industria de alimentos elaborados se ha realizado prácticamente una revolución gracias a la disponibilidad de un gran diversidad de polímeros, que podrían utilizarse mediante una selección y una combinación juiciosas para diferentes tipos de embalajes en diversas capas que aportarían las propiedades idóneas de aislamiento que necesitan diferentes tipos de alimentos elaborados. Ello también ha desembocado en el avance de los alimentos elaborados.

6.2.2b. VIVIENDA Y ALOJAMIENTO

El sector de la vivienda es el segundo consumidor de plásticos en cantidad. La aplicación de los productos petroquímicos es muy amplia, como puede apreciarse por el Cuadro 3.2(5).

Los plásticos como el CPV y el PEBD han desempeñado un papel importantísimo en la vivienda y el alojamiento. Algunas de las aplicaciones importantes en el sector de la vivienda son las de perfiles extrusionados de CPV y planchas onduladas para techumbres y para baldosas de suelos de CPV. Las otras aplicaciones en el sector de la vivienda han sido el empleo de tuberías de CPV para sistemas de avenamiento y riego, accesorios y conductos para cableados subterráneos u ocultos. Los artículos hechos de plancha acrílica se destinan a cuartos de baño, comprendidas bañeras de peso liviano.

Las planchas de polietileno de baja densidad de color negro y de gran anchura son fáciles de aplicar para la techumbre como refugios en las zonas afectadas por las inundaciones. Los cables de CPV permiten avanzar en la electrificación en general y la rural en particular. El poliestireno y el poliuretano gozan de gran aceptación en la aplicación de aislamientos térmicos.

Los techados de CPV al óxido de hierro y las casas de barro revestidas de CPV son las otras aplicaciones que han hallado un uso en el sector rural de la economía. Debido a la estrecha sinergia entre los plásticos y el sector de la vivienda, complementan la necesidad de viviendas baratas. En la India los fabricantes de plásticos, la Corporación Nacional de Construcción de Viviendas (NBCC) y otros organismos conexos han establecido un enfoque integrado del empleo de plásticos en la construcción. Queda un amplio margen de apoyo a este sector mediante el suministro de tecnología de viviendas baratas mediante el empleo de materiales plásticos para satisfacer las necesidades de millones de personas de zonas rurales y urbanas en los países en desarrollo.

6.2.2c. PRENDAS DE VESTIR

En general, los países en desarrollo con una gran población tienen más necesidades de alimentos y prendas de vestir, mientras que la superficie para el cultivo es limitada y los rendimientos agrícolas suelen ser más bajos. Es mucha la superficie que puede destinarse a productos agrícolas como cereales alimentarios, aceites comestibles, semillas, etc. Para las necesidades de fibra de los productos textiles el algodón para prendas de vestir puede complementarse con fibras sintéticas como el poliéster y el nilón, y la demanda de lana con fibra acrílica. El desarrollo de las fibras sintéticas no sólo ha complementado la disponibilidad de paño, sino que gracias a su gran resistencia ha reducido los gastos en prendas de vestir, así como su mantenimiento, además de mejorar el aspecto y el tacto del tejido. La disponibilidad de filamento de nilón y de poliéster ha dado un impulso a la industria de telares motorizados, que tiene gran densidad de mano de obra, y hay muchos tejedores empleados por cuenta propia.

6.2.2d. ATENCION MEDICA Y DE SALUD

La disponibilidad de diversos tipos de plástico, elastómeros y sustancias químicas ha revolucionado el sector de atención médica y de salud de la economía. Esos productos petroquímicos derivados se han integrado muy bien con la industria mediante el desarrollo de diversas aplicaciones como jeringas desechables, frascos para soluciones intravenosas, botellas de plasma, bolsas para sangre, válvulas cardíacas artificiales, extremidades artificiales, catéteres, suturas y lentes de contacto que necesitan una gran cantidad de plásticos comerciales, industriales y especiales y cauchos. Todos ellos aportan un medio cómodo, mejor, seguro y esterilizado para la atención médica y de salud a un costo permisible. Esos artículos están disponibles en envases desechables y se preesterilizan con métodos avanzados (empleo de esterilización por óxido de etileno o por radiaciones gama). Para algunos de los artículos se emplean polímeros como PTFE y silicona, dado que son materiales biocompatibles.

En este sector los países desarrollados están haciendo un uso generalizado de plásticos y caucho sintético (Cuadro 3.4(1)). Los países en desarrollo están en condiciones de producir únicamente artículos para hospitales, atención doméstica y paracorpóreos mediante plásticos comerciales para el consumo local. La demanda de esos productos acabados ha venido aumentando rápidamente y sustituyendo a materiales convencionales como el vidrio y la cerámica. Los productos paracorporales exigen una gran diversidad de plásticos y de caucho que no se producen en los países en desarrollo, y de ahí que para su producción esos últimos países hayan de depender sobre todo de los desarrollados para atender a la demanda de materiales plásticos especiales.

6.2.2e. COMPONENTES INDUSTRIALES Y PRODUCTOS METALMECANICOS

La aparición de unos cuantos productos industriales/metalmecánicos no hubiera sido posible sin las sustancias petroquímicas. Entre esos productos figuran la electrónica para el consumo, la maquinaria de oficina y los componentes eléctricos y para el automóvil. Varios plásticos comerciales e industriales están presentes en este sector. Sin embargo, su consumo en términos cuantitativos es relativamente inferior al de otros sectores. Entre las grandes esferas de consumo figuran los refrigeradores, la electrónica, el automóvil, los componentes de ingeniería textil, los productos audiovisuales y el equipo de computadora y comunicaciones. En los países en desarrollo no se considera a esos productos como bienes de consumo, sino como artículos suntuarios, dado que el PIB per cápita de esos países es muy bajo. El crecimiento de la demanda de esos productos no es muy alto. Sin embargo, en países en desarrollo como Taiwán, Singapur y Corea del Sur se fabrica una gran diversidad de equipo/productos muy avanzados, sobre todo para la exportación conforme a mecanismos de recompra. Esos países han adquirido mucha experiencia en la elaboración de plásticos y cauchos para la metalmecánica y de fórmulas especiales. Seguirán dependiendo de los países desarrollados para satisfacer sus necesidades de materia prima.

El consumo de plásticos industriales dependerá sólo de la producción de artículos industriales/metalmecánicos de gran valor añadido, y a la inversa.

Ese es el motivo del gran efecto de sinergia de los plásticos industriales con este sector de la economía nacional, que aporta todos los beneficios relacionados con el nivel de vida de la población de los países en desarrollo.

6.2.2f. TRANSPORTES

La industria de los plásticos ha hallado una gran sinergia en el sector de los transportes, en particular en automóviles de pasajeros, motocicletas y bicicletas. Con la subida del costo de los combustibles se ha hecho hincapié sobre todo en la elaboración de vehículos eficientes desde el punto de vista del consumo, y uno de los factores para lograr eficiencia de consumo ha sido reducir el peso del automóvil. En este sentido los moldeadores de plásticos, los fabricantes de automóviles y los de productos auxiliares y de herramientas han integrado sus esfuerzos en la elaboración de componentes de plástico y han sustituido componentes metálicos más pesados por plásticos. Además de reducir el peso del componente, también han aportado la oportunidad de lograr acabado y un brillo mejores, de ser resistentes a la corrosión debida al tiempo atmosférico, etc. En la India, por ejemplo, los automóviles Maruti han sustituido un gran porcentaje de componentes por plásticos. Análogamente, Hero Honda, Kinetic Honda y Bajaj también han introducido un gran número de componentes de plástico, con lo que han logrado economizar en el consumo de combustible.

La industria de la bicicleta, en particular las bicicletas de carreras para la exportación y para uso interno, también ha aprovechado el escaso peso de los plásticos y sustituido con ellos algunas piezas como el sillín, los pedales, las cubiertas del manillar, etc., lo cual aporta un importante impulso a la exportación.

En el transporte de sustancias químicas como etileno, óxido de etileno, etc., se han creado contenedores especializados para carreteras en los que se ha prestado atención sobre todo a la seguridad. También se ha desarrollado el método de transporte a granel con el empleo de sistemas neumáticos de carga y descarga. En el sector de la aviación el empleo de plásticos de gran rendimiento y fibra de carbono está cada vez más de moda debido a la gran fortaleza y el bajo peso de esos plásticos.

La industria de los neumáticos utiliza en gran medida el caucho sintético y, según las necesidades, las mezclas con caucho natural también se utilizan mucho en esta aplicación. La demanda de vehículos de dos ruedas seguirá creciendo en los países en desarrollo en comparación con los de cuatro ruedas, y de ahí que la necesidad de productos petroquímicos debida al crecimiento de ese sector vaya a aumentar rápidamente.

6.2.2g. TELECOMUNICACIONES

Con la disponibilidad de diversos plásticos como PEBD, PEBDL, CPV y compuestos especializados para hilos y cables, el sector de telecomunicaciones ha tenido un gran impulso con la revolución en la tecnología de la información. A continuación se enumeran algunas de las principales aplicaciones:

- i) Instrumentos telefónicos.
- ii) Cajas de enlaces.
- iii) Aparatos de telegrafía, telefax y otras máquinas análogas.

Algunas de las aplicaciones necesitan plásticos industriales que no se producen en los países en desarrollo: los cables de fibra óptica y las cajas de enlaces necesitan material como nilón 11, poliéster (reforzado), etc. Esos productos no se fabrican en los países en desarrollo y la demanda de esos materiales se satisface mediante importaciones.

6.2.2h. DISOLVENTES Y SUSTANCIAS QUIMICAS

La gran disponibilidad de sustancias químicas como óxido de etileno ha dado un impulso al sector de intermedios de tintes como la sulfona de vinilo, que constituye una esfera importante para el mercado de exportación. Además hay varios agentes superficieactivos que se utilizan en la industria del petróleo como depresores de fluidez crítica y tensoactivos para productos de atención de salud. Análogamente se utiliza el etilenglicol en refrigerantes para automóviles. La disponibilidad de acrilonitrilo y de su producto derivado HCN ha dado un impulso a los acrilatos.

La abundancia de insumos de negro de humo ha llevado a la creación de unidades para fabricar negro de humo, que se utiliza mucho en la industria del caucho y del neumático y en la industria plástica como relleno y como estabilizador UV. La disponibilidad de diluyentes como productos derivados de la industria petroquímica ha llevado a establecer unidades de fraccionamiento y destilación en el sector descentralizado en pequeña escala, que fabrican diluyentes por encargo del consumidor para pinturas y para la industria de los plaguicidas.

El alquilbenceno lineal ha llevado a un crecimiento generalizado de la fabricación de detergentes. Los esfuerzos de los fabricantes de alquilbenceno lineal en el período inicial estaban integrados con la elaboración de diversas fórmulas por los fabricantes de detergentes. Algunos de los mayores de estos últimos pueden planificar en términos de reintegración para la fabricación de parafinas normales. Análogamente, algunas refinerías están pensando en fabricar parafinas normales a partir de queroseno para fabricar alquilbenceno lineal. La gran disponibilidad de éste ha llevado a los fabricantes a realizar la reintegración para la fabricación de anhídrido ftálico. También se están canalizando las energías y los esfuerzos en la esfera del desarrollo de catalizadores, aditivos y antioxidantes, estabilizadores UV y acabado por centrifugado para que la industria textil pueda aprovechar la sinergia entre la industria petroquímica de productos derivados y sus usos finales.

6.3.A. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Y ABSORCION LOCAL DE TECNOLOGIAS DE PROCESO IMPORTADAS

La industria petroquímica no sólo se ve afectada por las crisis energéticas y los avances en la misma tecnología, sino que el efecto de las nuevas tecnologías lo invade todo. Todas las nuevas tecnologías tienen el carácter fundamental de "tecnologías de fusión", más bien que el de "tecnologías

totalmente innovadoras". Hace falta evolución tecnológica para ponerse al día en:

- Empleo de materiales no tóxicos.
- Usos bajos en energía.
- Procesos de gran eficiencia para crear productos económicamente nuevos con aplicaciones superiores.
- Procesos idóneos desde el punto de vista del medio ambiente y mejor ordenación de los desechos.

Las tecnologías de fusión están orientadas en función de la demanda, es decir, el cliente impone la evolución de los productos que desea. Las tecnologías innovadoras aparecen a partir de necesidades internas de reducción de costos o aumento de la eficiencia de producción. Cualquiera de ellas puede referirse a productos comerciales o especiales. Como estos últimos son de alta tecnología, son básicamente industrias basadas en conocimientos y en consecuencia necesitan un alto nivel de especialización humana que es rara en los países en desarrollo.

En casi todos estos últimos es muy poca la investigación (aplicada o fundamental) que se realiza. Debido a diversas limitaciones, tienen que desviar los recursos disponibles para tareas más aplicadas. Así ocurre con las instituciones académicas, los laboratorios nacionales y la investigación y el desarrollo industriales. Después, esa investigación necesita una transformación para comercializarse.

Las tecnologías guardan relación con la producción de productos petroquímicos básicos (xilenos, etileno, propileno, butadieno, benceno) en instalaciones principales, y con la fabricación de productos (elastómeros, plásticos, fibras, sustancias químicas) en las unidades derivadas. Las naciones en desarrollo se pasan el tiempo debatiendo qué tecnología importar y cuál desarrollar. Las tecnologías pueden pertenecer a las siguientes clases:

- De necesidad reiterada.
- De necesidad de una sola vez.
- Custodiadas/caras (alta tecnología).

Es aconsejable desarrollar tecnologías necesarias reiteradamente que no precisen mucho tiempo ni una gran especialización para su desarrollo. Las necesidades de tecnología para su uso una sola vez sólo deben importarse. El desarrollo de tecnologías para la tercera categoría se basa en las necesidades concretas de cada país en desarrollo.

Los detalles superiores se referirán a la transferencia de tecnología, sus requisitos previos, algunas sugerencias prácticas, la absorción de tecnología importada, las instalaciones químicas y el equipo de elaboración con carácter de bienes de capital.

6.3A.1. TECNOLOGIA (T)

La tecnología es una importante base para el crecimiento y el éxito de un país y es algo que se debe comprender mejor. No se limita sólo al arte de hacer un producto. En su sentido real significa y comprende:

- Procesos.
- Conocimientos técnicos.
- Patentes.
- Conocimientos/capacidades para introducción de mejoras comerciales.

Las empresas conceden sobre todo licencias de las tecnologías que guardan relación con productos que el otorgante de la licencia ya no se propone producir, en el cual no se propone gastar capital para nuevas instalaciones o en el que pierde posibilidades en una zona geográfica. Invariablemente, las nuevas tecnologías para productos comerciales no se comparten o se comparten a un costo muy alto. En general, las tecnologías relacionadas con alta tecnología/zonas estratégicas no se comparten.

En consecuencia, es importante que el "licenciatarario" sepa qué tecnología adquirir, en qué condiciones de venta y los servicios previsibles de postventa del otorgante. En el juego de puesta en marcha con éxito de instalaciones también es vital el papel que desempeñan otros dos jugadores, a saber, el contratista de ingeniería de detalles y los proveedores de equipo.

6.3A.2. SELECCION DE TECNOLOGIA (ST)

Hoy día el mundo necesita procesos petroquímicos que sean técnicamente eficientes, seguros, idóneos desde el punto de vista del medio ambiente y económicamente atractivos. Las tecnologías evolucionan rápidamente y el miedo a que se queden anticuadas va en aumento. A menudo, la selección de la mejor tecnología se hace en función de una serie de presiones como las siguientes:

- Estudios, presupuestos y tiempo limitados.
- Información incompleta.
- Necesidad de mantener el carácter confidencial de la selección última.

La primera fase conforme a las limitaciones mencionadas consiste en identificar las "tecnologías disponibles para la obtención de licencias". El mejor enfoque para un licenciatarario consiste en establecer un equipo propio, que debe acopiar información a partir de fuentes publicadas y electrónicas. El equipo de selección de tecnología debe mantener presentes las necesidades de calidad/cantidad del producto en el mercado y la ubicación de la fábrica. Con el conocimientos de los insumos, el tamaño económico mínimo de la unidad, el mercado y el apoyo a la infraestructura de la ubicación, se pueden visualizar la capacidad de la fábrica objetivo, la opción de tecnología y el requisito de nivel de modernidad. Eso es importante para una nación en desarrollo.

La selección de tecnología y de otorgante se basa en:

- Aspectos de la tecnología.
- Experiencia en transferencia/cooperación tecnológicas.
- Calidades/comercialidad del producto.
- Economías del proceso.
- Aspectos comerciales y experiencia.

Un modelo de gráfico de selección de tecnología es el que se indica en la Figura 6.3(1F). Es aconsejable visitar instalaciones que funcionen con tecnología sometida a una selección final a fin de evaluar su rendimiento comercial real.

6.3A.3. CONCESION DE LICENCIA DE TECNOLOGIA (CLT)

Una vez seleccionado el proceso, la fase siguiente consiste en obtener el acuerdo de licencia. Se trata de un contrato entre "otorgante y licenciataria". La licencia de procesos implica la transferencia de conocimientos técnicos y derechos de patente. Suele incluir una referencia al equipo que tiene carácter patentado.

Normalmente se establecen varios acuerdos separados para parte de los esfuerzos de obtención de licencia del proceso. Abarcan el acuerdo de confidencialidad inicial o de secreto y el acuerdo efectivo de la licencia, que comprende los derechos de transferencia de patentes y de conocimientos técnicos, servicios de ingeniería, capacitación, suministro de catalizadores, apoyo técnico durante las primeras fases, puesta en marcha, desarrollo del mercado e intercambios técnicos.

El acuerdo sobre confidencialidad se firma durante la selección final del proceso, cuando el licenciataria reduce la lista de posibles otorgantes a uno o dos. Se mantiene en vigor hasta que lo sustituye la cláusula de confidencialidad (secreto) del acuerdo sobre la licencia. En este último se introduce un "acuerdo de ampliación" para intercambio de futuras mejoras comerciales a lo largo de un período establecido.

A fin de vincular eficazmente al otorgante, el acuerdo sobre licencia debe estar sometido a un estudio a fondo. El otorgante ha de proporcionar toda la información que necesita un contratista experimentado de ingeniería detallada para diseñar, en lugar de enfrentarse con nuevas necesidades de generación de información básica de otra parte. A veces las mejoras no se revelan a tiempo y se cobran después.

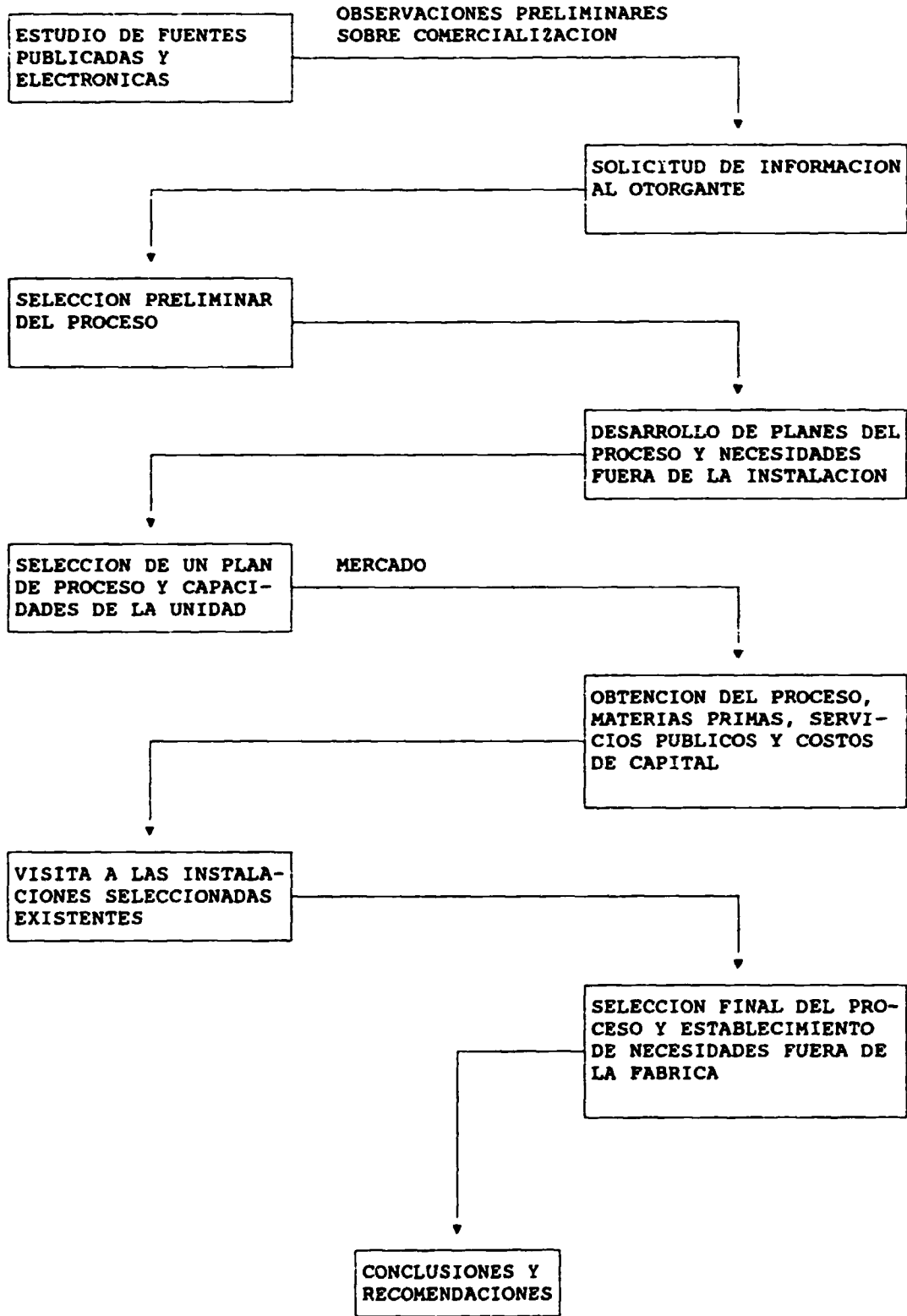


FIGURA 6.3(1F)
PROCEDIMIENTO DE SELECCION DE PROCESOS

6.3.A4. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA (TT)

Al iniciar un contrato con el "otorgante", el "contratista de ingeniería detallada" prepara un documento propuesto de "base de diseño" en consulta con el "licenciataro". Después ese documento queda determinado entre los tres durante la conferencia sobre diseño.

Conforme al acuerdo sobre licencia de procesos, la TT implica normalmente lo siguiente:

- Libro de especificaciones del proceso (ingeniería básica).
- Manuales de funcionamiento y laboratorio.
- Manuales técnicos.
- Materias primas y aditivos.
- Control de procesos.
- Detalles sobre productos y aplicaciones.
- Protección contra incendios/seguridad y eliminación de desechos.
- Asistencia de técnicos expatriados durante el diseño.
- Apertura y funcionamiento.
- Capacitación de operarios.
- Acceso al mercado/desarrollo.

Hasta hace poco, todo esto formaba una actividad de una sola vez desde el punto de vista del otorgante. Compartimos brevemente nuestra experiencia a fin de aportar sugerencias de advertencia para una nación en desarrollo.

- Los detalles sobre transferencia de tecnología para la Corporación Petroquímica de la India los aporta únicamente el otorgante. Todos los detalles fuera de la batería los elabora el contratista de ingeniería detallada con escasa ayuda del otorgante/licenciataro.
- Toda la información básica sobre ingeniería y la información sugerida sobre ingeniería detallada para las esferas críticas debe proceder del otorgante.
- Interesa al otorgante maximizar las unidades en bloque, lo cual reduce las tareas de ingeniería desde su punto de vista. En el mejor de los casos necesitan aportar vínculos operacionales completos entre todas las unidades, comprendidos los artículos constituyentes del bloque.
- Normalmente el otorgante aporta sólo una gama limitada de parámetros del proceso y operacionales. A fin de adaptar mejor la tecnología, es aconsejable conocer el comportamiento del proceso/operacional más allá de esa estrecha gama operacional, por conducto de su labor de investigación y desarrollo o a partir de información operacional efectiva.
- Como se ha indicado, los manuales constituyen la clave de los conocimientos técnicos. La tendencia consiste en establecer unas especificaciones químicas estrictas, lo cual hace que al licenciataro le resulte difícil convertir el proceso en algo totalmente nacional y eludir fácilmente las garantías del proceso para el otorgante.

- En lo que respecta a la asistencia de personal expatriado, las condiciones establecidas por el otorgante son invariablemente demasiado caras. El licenciatario ha de obtener la mejor asistencia para su uso durante un plazo óptimo.
- El acuerdo sobre licencia comprende normalmente la capacitación de los operarios durante un breve plazo a un costo razonable y con una cláusula sobre capacitación adicional a un costo más elevado. La capacitación en el primero de los casos debe ser de tal tipo que el personal capacitado pueda hacerse cargo del proceso con plena confianza y hacer frente con independencia a toda posible situación de urgencia. Al igual que la capacitación operacional, la de laboratorio, mantenimiento y comercialización exhaustiva del personal también es esencial.
- Los esfuerzos de apertura/desarrollo de mercados aseguran una entrada armoniosa en el mercado del producto que se va a fabricar. El otorgante puede ayudar a establecer el nuevo producto en aplicaciones con las que está familiarizado. Sin embargo, la zona geográfica, el contexto socioeconómico y la infraestructura disponible dominan el desarrollo del mercado por localidades. Para ello lo mejor que se puede hacer es formar un equipo interno de la empresa.

Nuestra experiencia ha demostrado que el éxito de la cooperación en la transferencia/cooperación en materia de tecnología depende en gran medida de los servicios de funcionamiento y mantenimiento, unos recursos humanos especializados y una cooperación armoniosa. Todo ello es posible cuando se dispone de una dirección eficaz. Además de ello, el requisito de la infraestructura local es indispensable.

En la actualidad se está debatiendo un nuevo concepto de transferencia de tecnología (TT). El "Consejo Empresarial Pro Desarrollo Sostenible", órgano internacional de empresarios para promover el desarrollo industrial idóneo desde el punto de vista del medio ambiente, apoya el concepto de "cooperación en materia de tecnología (CT)".

La CT abarca la TT con respecto al desarrollo permanente de la mano de obra y la mejora de la tecnología. La CT comprende los conceptos de proceso y de diseño de prevención/lucha contra la contaminación y ordenación de desechos. Para la asimilación de tecnología es indispensable una cooperación extensa en materia de I+D en determinadas esferas de la tecnología. Un concepto que merece la pena es el de establecer una instalación de tratamiento primario de aguas residuales en el seno de los límites internos de la batería, incluso cuando una dependencia forma parte de un complejo integrado, en lugar de tratarlas únicamente en una instalación central de aguas residuales.

Los otorgantes también están sometidos a presión para transferir tecnologías únicamente a manos seguras, debido a los desastres ocurridos en industrias químicas de todo el mundo. Ello les brinda una oportunidad de no aceptar a un licenciatario más que si reúne los requisitos necesarios.

6.3.A5. ABSORCION DE TECNOLOGIAS IMPORTADAS

La absorción de una tecnología importada implica la capacidad del licenciatarario para absorber, la idoneidad de la tecnología para un medio ambiente nuevo y la medida en que el otorgante ha efectuado la transferencia de tecnología de forma armoniosa. También tienen importancia la función que desempeña el contratista de ingeniería detallada y los proveedores de equipo.

Las tres tecnologías que están en uso normalmente son las siguientes:

- Absorción.
- Adaptación.
- Asimilación.

La absorción no es sino la primera fase del conocimiento de la tecnología. Como se ha explicado en relación con la TT, el otorgante aporta el control del proceso operacional y los manuales de mantenimiento.

Adaptación de tecnología

Cuando un licenciatarario comprende los parámetros de control del proceso más allá incluso de las gamas limitadas que proporciona el funcionamiento/control por el otorgante, ello significa que el licenciatarario ha adaptado la tecnología.

Asimilación de tecnología

Cuando un licenciatarario comprende las complejidades de toda la tecnología mediante la investigación aplicada y la ingeniería y se halla en condiciones de introducir de forma independiente mejoras comerciales considerables, se considera que el licenciatarario se encuentra en posición de asimilar la tecnología. Ello comprende también la experiencia técnica en materia de diseño.

En un paso hacia la absorción de tecnología, las naciones en desarrollo tienen que desarrollar sus recursos humanos a diversos niveles de modo que un receptor pueda captar las señales y filtrar inmediatamente la correcta. Ello exige una orientación constante en el terreno deseado en la esfera de la teoría y en la práctica en el empleo.

Un sistema inicial bien planeado y ejecutado de avances/frenos (estáticos y dinámicos), y unas actividades preoperacionales, previas a la puesta en marcha y durante la puesta en marcha, sirven para fomentar la absorción de tecnología que facilitan las instituciones.

La absorción de tecnologías se facilitará si hay un mínimo de interrupciones en la instalación impuestas por suministros externos estables, como los servicios públicos y los insumos. La disponibilidad de fábricas experimentales permite una percepción mejor de las tecnologías. A veces una automatización muy elevada resulta perjudicial para la absorción de tecnología.

6.3.B. NECESIDADES DE BIENES DE CAPITAL

Instalaciones químicas y equipos de elaboración

Los dos términos que se utilizan invariablemente con las instalaciones de proceso son los procesos unitarios y las operaciones unitarias. Son esas "operaciones unitarias" las que necesitan equipo de tipo estático o renovable. Además del equipo para los límites internos de la batería también se necesitan para los límites externos y los servicios públicos.

Los fabricantes de equipo necesitan instalaciones de diseño, fabricación y pruebas de inspección y disponer del material adecuado. Los países en desarrollo siguen importando equipo especial crítico, de gran volumen o muy avanzado. Ello se debe a la limitación de los conocimientos técnicos o a que esos artículos raras veces son necesarios.

En cada esfera sólo existe un puñado de esos proveedores de equipo especializado/patentado. En lo que respecta a diversas unidades de fabricación o elaboración petroquímicas, esos equipos para servicios especializados son los siguientes:

- Receptáculos revestidos de vidrio, reactores, sopladores, bombas, compresores, cintas transportadoras neumáticas.
- Mezcladoras, separadoras (centrífugas, coladores con valores renovables).
- Calentadores en el proceso, intercambiadores de calor.
- Secadores en el proceso.
- Extrusionadores, empacadores, máquinas de embolsar/envolver.
- Sistemas de chimeneas para combustión de gases sobrantes.
- Refrigeración, bloques de calderas de gran eficiencia.

Eléctricos

- Grandes motores sincrónicos.
- Sistemas de comunicaciones en la instalación en zonas peligrosas.
- Teléfonos a prueba de incendios, ascensores, refrigeradores.

Instrumentales

- Control de procesos basado en computadoras.

- Válvulas de control.
- Válvulas de seguridad, válvulas de aireación, ventiladores para urgencias, discos de ruptura.
- Analizadores en línea.
- Robótica.

Entre las medidas que han de adoptar los países en desarrollo figuran la normalización de bienes de capital y de equipo. Ello ayudará a los países en desarrollo a aventurarse a fabricar por lo menos algunos de esos artículos. Una de esas tentativas consiste en utilizar al máximo el uso de tecnologías "de ida y vuelta" o de tecnologías con procesos idénticos. La fabricación de PEBDL y PEAD por el primero de esos procedimientos es un caso clásico. M/s. Mitsui ha elaborado nuevas tecnologías para PEBDL, PEBD y PEAD en una sola instalación de producción.

Un nuevo proceso llamado "superpolietileno" combina un catalizador único con técnicas de diseño de polímeros elevados a fin de asegurar la producción continua de polietilenos con diferentes densidades, estructuras moleculares y composiciones. La reducción al mínimo de los aranceles sobre los componentes importados por los usuarios efectivos de esos artículos significó la posibilidad de fabricarlos conforme a un acuerdo de licencia en el mismo país.

- Como el carácter demostrado de los principales artículos tiene importancia (debido a las grandes inversiones que entran en juego), primero es necesario intentar únicamente la fabricación de modelos ya demostrados.
- En un balance general, algún equipo sigue importándose debido al costo prohibitivo de fabricarlo una sola vez durante un período muy largo de tiempo.
- Alentar y motivar a la industria nacional.

De hecho, las máquinas de elaboración del producto son las que reciben menos prioridad en los países en desarrollo. Ello desemboca en una escasa disponibilidad de bienes acabados para cada sector específico, aunque se disponga de productos de polímeros en bruto. Al irse disponiendo cada vez más de productos petroquímicos, es necesario un crecimiento proporcional de las máquinas de elaboración para conseguir una elaboración/impresión mejor y automática de los productos petroquímicos.

En el contexto mencionado es primordial que las naciones en desarrollo orienten sus antenas y captén diversas señales procedentes de su nación y de todo el mundo en relación con:

- Bancos de datos de tecnología con sus ventajas en ese momento.
- Nuevas tecnologías de fusión y de innovación.

- Hipótesis de previsiones tecnológicas.
- Mantenimiento de registros de expertos con detalles sobre especialización.
- Vinculación de la investigación a esferas aplicadas para conseguir mejores adaptaciones/asimilaciones de la tecnología.
- Desarrollo de las capacidades humanas a diversos niveles.
- Bases de datos de productos petroquímicos (oferta/demanda).
- Impulso a todo ello al nivel nacional y al de las empresas industriales.
- Programa de intercambio entre naciones en desarrollo.

Estos aspectos son aplicables a todas las tecnologías relacionadas con los productos petroquímicos, comprendidos los productos básicos, los elastómeros, los plásticos, las fibras y las sustancias químicas.

6.4. NECESIDADES DE RECURSOS HUMANOS

La población y la pobreza están vinculadas de forma integral en las economías en desarrollo. Los productos petroquímicos han pasado a considerarse como símbolo del desarrollo económico. También sirven para generar empleo. Existe el concepto erróneo de que la industria petroquímica tiene gran densidad de capital, y no de mano de obra. Los puestos de trabajo generados no serán proporcionales a las inversiones realizadas. Si tomamos las industrias petroquímicas en su totalidad (la instalación principal, las instalaciones de productos petroquímicos derivados y las unidades de elaboración), se advierte que esa percepción no es correcta. La craqueadora principal y las instalaciones petroquímicas de productos derivados tienen densidad de capital y no necesitan una mano de obra numerosa. Sin embargo, los productos que crean no son comercializables directamente. Tienen que elaborarse en la industria petroquímica de elaboración de productos derivados, que tiene una gran densidad de mano de obra. Además, las oportunidades de empleo también aumentan con el crecimiento de las industrias auxiliares, la fabricación de equipo, maquinaria, etc. para industrias petroquímicas de productos derivados y sus unidades de elaboración. En el Cuadro 6.4(1) se indica la relación de la utilización de mano de obra en una craqueadora principal típica, las instalaciones petroquímicas de productos derivados y las industrias de elaboración.

CUADRO 6.4(1)
RELACION DE LA UTILIZACION DE MANO DE OBRA EN LA CRAQUEADORA
PRINCIPAL, LAS INSTALACIONES PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS
DERIVADOS Y LA INDUSTRIA DE ELABORACION

Craqueadora principal	Por 1.000 toneladas	2 personas
Instalación petroquímica de productos derivados	Por 1.000 toneladas	3 personas
Industrias de elaboración	Por 1.000 toneladas	100 personas

Como la tecnología es el factor más predominante en la industria, hace falta un esfuerzo de capacitación suficiente para desarrollar la base de conocimientos técnicos necesarios. Ello se refiere básicamente a dos esferas. En primer lugar, el personal necesario para las unidades craqueadoras y las unidades de fabricación de productos petroquímicos intermedias que se proyecte establecer en el futuro. La mano de obra en esta esfera necesitará una formación educacional más alta y mayores conocimientos técnicos. En segundo lugar, hará falta mano de obra para las industrias derivadas de elaboración para el mercado interno o de exportación. Además de estas dos esferas directamente relacionadas con los productos petroquímicos, también existe la necesidad de mano de obra en sectores conexos que trabajan en transportes y almacenamiento.

6.4.2. NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA CRAQUEADORAS E INDUSTRIAS INTERMEDIAS DE FABRICACION DE PRODUCTOS PETROQUIMICOS

Habida cuenta de las futuras inversiones en el sector petroquímico se ha hecho una evaluación de las necesidades de mano de obra en las industrias petroquímicas. El cálculo de mano de obra se ha realizado sobre la base de las inversiones planeadas hasta 1995. Para calcular las necesidades de mano de obra se ha utilizado la plantilla de una unidad típica en un país en desarrollo. Además, las necesidades de mano de obra se han desglosado en las categorías de administración, supervisión y no supervisión. En el cuadro técnico la estimación ha vuelto a dividirse en varias corrientes técnicas.

Sobre la base de un complejo petroquímico típico con la tecnología más reciente en un país en desarrollo y de la proyección de inversiones, las necesidades de mano de obra en la industria petroquímica son las que se indican en los Cuadros 6.4(2) y 6.4(3).

CUADRO 6.4(2)
PERFIL POR PAISES DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS
PETROQUIMICAS QUE SE ESTAN CREANDO

(Hasta 1995)

Nombre del país	Inversión aproximada (en millones de dólares EE.UU.)
Argelia	250
Argentina	1.000
Bangladesh	200
Bahrein	200
Brasil	2.400
Bulgaria	200
China	8.000
Taiwán	4.000
Colombia	60
Checoslovaquia	200
Hungría	100
India	3.000
Indonesia	6.000
Irán	3.500
Libia	600
Malasia	4.000
México	3.000
Nigeria	3.500
Filipinas	600
Sudáfrica	17
Tailandia	2.800
Trinidad	1.000
Turquía	300
CEI	6.000
Venezuela	2.500
Viet Nam	800
Yugoslavia	100
Total	54.327

CUADRO 6.4(3)
BASE DE LA EVALUACION DE MANO DE OBRA

	Administración			Supervisión			No supervisión			Total general
	Técnicos	No técnicos	Total	Técnicos	No técnicos	Total	Técnicos	No técnicos	Total	
A. Inversiones (en millones de dólares EE.UU.)										
i) > 1.000	70	30	100	325	75	400	1.200	300	1.500	2.000
ii) 750-1000	55	25	80	260	60	320	960	240	1.200	1.600
iii) 500-750	42	18	60	194	45	240	720	80	900	1.200
iv) < 250	11	04	15	48	12	60	180	45	225	300
							Supervisión		No supervisión	
B. Composición típica (en porcentaje)										
Químicos							20			30
Mecánicos							35			25
Electricistas							15			14
Personal de instrumentos							15			17
Otros (garantía de calidad, incendios y seguridad, metalurgia, etc.)							15			14

En algunos países en desarrollo se ha dado un desequilibrio en el crecimiento de las industrias petroquímicas y la disponibilidad de mano de obra. Países como Arabia Saudita, Irán, Tailandia, Malasia, Indonesia, etc., pese a unos medios insuficientes de educación y formación profesional, han creado grandes capacidades para la petroquímica y sus productos derivados. Dependen sobre todo de otros países para la satisfacción de sus necesidades de mano de obra capacitada. A fin de satisfacer las necesidades locales de productos petroquímicos acabados, es necesario que desarrollen sus instalaciones locales para producir una mano de obra capacitada. Las necesidades de mano de obra para las unidades de fabricación de fibra sintética se calculan sobre la base de dimensiones normalizadas (Cuadro 6.4(4)).

CUADRO 6.4(4)
NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA LAS UNIDADES DE
FABRICACION DE FIBRA SINTETICA

Instalación	Capacidad (toneladas/año)	Número total de empleados (directos)
Filamento de poliestireno	30.000	515
Hilado de filamento de poliéster	15.000	580
Hilado de fibra de nilón	12.000	480
Fibra acrílica	12.000	520

6.4.3. NECESIDADES DE MANO DE OBRA EN LA INDUSTRIA DE ELABORACION

Las necesidades de mano de obra en la industria de elaboración corresponderán a tres categorías, o sea, administración, supervisión y especialización. Estas se pueden seguir subdividiendo en las esferas de polímeros, fibras y otros productos petroquímicos. Básicamente, la evaluación de la mano de obra en esas esferas se realizará (según la inversión) conforme a los siguientes criterios:

- a) La mano de obra necesaria para la unidad de fabricación de fibras sintéticas se calcula sobre la base de los tamaños normales.
- b) Se supone que las necesidades de mano de obra especializada para la industria de conversión son de 10 técnicos por cada 1.000 toneladas anuales de polímeros elaborados.
- c) El empleo adicional comprende la sustitución de personal por reposición debido a jubilaciones, etc.

6.4.4. MEDIOS DE FORMACION PROFESIONAL

A) Para craqueadoras e industrias intermedias de fabricación de productos petroquímicos

Las universidades, institutos de ingeniería y politécnicos han establecido por lo general cursos de capacitación de las diferentes categorías de personal que necesita la industria petroquímica. Se pueden clasificar como cursos en química de polímeros, tecnología de polímeros, tecnología de plásticos, ingeniería de plásticos, ingeniería/tecnología de textiles, química de fibras y tecnología del caucho, y los técnicos dependen de la importancia que se atribuya a cualquier esfera o especialización concretas. Casi todos los institutos imparten capacitación a nivel postgraduado o de diploma, por lo general de uno a cuatro años de duración. El carácter de la capacitación incluye clases teóricas, prácticas de laboratorio, trabajo en proyectos, tesis y una capacitación práctica muy limitada en esferas conexas. Países como la India y China disponen de la infraestructura institucional para esa educación y esa capacitación. Los graduados de esos institutos pueden tener unos conocimientos de antecedentes bastante buenos acerca de la industria petroquímica. Sin embargo, a menudo su base de conocimientos corresponde a tecnologías anticuadas, ya que la interacción entre las universidades y las industrias petroquímicas es muy escasa. Existe una necesidad imperativa de que en esos casos las industrias petroquímicas interactúen estrechamente con las universidades para asegurar que el programa de formación se actualice constantemente a fin de satisfacer las necesidades de la industria. Las empresas petroquímicas deberían dotar unas cuantas cátedras en el departamento de ingeniería química en una de las universidades, como mínimo. También deberían invertir en mejorar las instalaciones de infraestructura en las universidades y los institutos politécnicos. Cada una de las grandes unidades petroquímicas debería identificar por lo menos una universidad y uno o dos institutos politécnicos como universidades/politécnicos afiliados.

Los graduados de casi todas las universidades y los institutos técnicos tienen conocimientos teóricos y no pueden pasar a la industria directamente. Necesitan más capacitación práctica y en el empleo. Para ellos los países disponen de márgenes limitados y han de depender de que los otorgantes brinden servicios de capacitación, lo cual resulta muy caro.

B) Para las industrias de elaboración

En lo que respecta a las industrias de elaboración, a continuación figura la metodología que debe adoptarse para la capacitación de la fuerza de trabajo a diversos niveles:

i) Polímeros

En general, en la industria de los plásticos escasean los operarios especializados. Si bien parece que hará falta un grupo muy grande de institutos de capacitación a fin de satisfacer la demanda estimada de personal de supervisión y especializado de la industria de elaboración el próximo año,

la experiencia de varios países ha demostrado que la propia industria también es capaz de crear un número razonable de especialistas si imparte capacitación "en el empleo". Por ejemplo, en 1985-1986 casi 17.000 personas de la plantilla de supervisión y 30.000 operarios especializados estaban empleados en la industria de un país determinado, aunque en el país apenas si existían instalaciones para capacitar a ese personal. Ello resultaba posible fundamentalmente porque la mayor parte del equipo de elaboración correspondía al tipo convencional que fabricaba productos ya establecidos. Con la evolución hacia fábricas más avanzadas para la fabricación tanto de productos convencionales como nuevos, ese tipo de capacitación "en el empleo" no resultaba suficiente tanto en calidad como en cantidad. Hacían falta más instalaciones institucionalizadas de capacitación y mejor estructuradas para ocuparse de fábricas y maquinaria complicadas para la fabricación de una calidad mejor de productos ya existentes y más nuevos.

ii) Fibras sintéticas

La industria de fibras sintéticas tiene gran densidad de capital y las oportunidades de empleo se generan indirectamente en las unidades/oficios intermedios de fabricación de productos petroquímicos. El agrupamiento geográfico de esas unidades de elaboración de productos derivados como texturización, torsión, teñido y tejido descentralizado no sólo crean una dispersión de las industrias, sino que también brindan puestos locales de trabajo, con lo cual desalientan la migración de mano de obra especializada hacia metrópolis hacinadas.

iii) Productos petroquímicos distintos de los polímeros y las fibras sintéticas, comprendidos los productos intermedios

En la fabricación de todos estos productos la tecnología está mejorando constantemente con mejores técnicas de conversión y separación y una reducción del consumo de energía. También se avanza cada vez más en la instrumentación y el control de procesos. Será lógico esperar que la mayor parte de las nuevas unidades opten por sistemas de control de datos basados en microprocesadores. El efecto técnico de todas esas mejoras en la tecnología y los procesos será una reducción de la mano de obra. Incluso hoy las unidades existentes que fabrican esos productos no tienen una gran densidad de empleo. En lo futuro el empleo por tonelada de producto será todavía inferior.

6.4.5. MEDIOS DE CAPACITACION EN ESFERAS CONEXAS

Habrà mucho personal empleado en esferas conexas como los transportes y el almacenamiento. Su capacitación puede realizarse con los medios existentes de capacitación para esas categorías de personas empleadas en otras esferas de las industrias. Sin embargo, como la industria petroquímica se ocupa de materiales peligrosos e inflamables, es necesario impartir capacitación a esas personas en los aspectos de seguridad de la manipulación de productos petroquímicos.

6.4.6. ENFOQUE GENERAL

- a) La industria petroquímica debe interactuar estrechamente con las universidades y los institutos de capacitación técnica a fin de asegurar que el programa de estudios de capacitación se actualice constantemente para satisfacer las necesidades de la industria.
- b) Las empresas petroquímicas deben dotar una cátedra en el departamento de ingeniería química de por lo menos una de las universidades.
- c) Las industrias petroquímicas deben invertir en mejorar los servicios de infraestructura en las universidades/institutos técnicos.
- d) Cada una de las grandes unidades petroquímicas debe identificar por lo menos una universidad y dos institutos politécnicos como universidad/politécnico afiliado.
- e) Quizá sea necesario introducir cursos sobre control de procesos, instrumentación electrónica y corrosión e inspección en las universidades y los institutos técnicos ya existentes.
- f) Quizá sea necesario crear un Instituto de Seguridad.

6.5. INFRAESTRUCTURA MATERIAL E INSTITUCIONAL

La infraestructura material e institucional desempeña un papel importante para el desarrollo de la industria de productos derivados de la petroquímica. Es imperativo que se satisfagan las necesidades infraestructurales como las de transportes, comunicaciones, almacenamiento, redes de distribución y redes bien desarrolladas de ferrocarriles y carreteras, terminales portuarias, etc. a fin de asegurar la sostenibilidad a largo plazo. La comprensión de las vinculaciones sistemáticas de esas fuerzas vitales es algo crucial para formular una estrategia infraestructural.

6.5.1. TRANSPORTES

Al contrario de lo que ocurre con otros productos, la necesidad de transportes de los productos petroquímicos tiene un carácter diferente. Implica la manipulación de gases, líquidos y sólidos muy inflamables, peligrosos y tóxicos.

El escenario de los transportes para el futuro en los países en desarrollo dependerá del crecimiento del ingreso, la oferta de productos del petróleo, las normas sobre protección ambiental y la creciente demanda política de igualdad. Se considera que el sector de los transportes, al igual que casi todos los demás, depende sobre todo de la tecnología. La India, como uno de los productores y principales usuarios de productos petroquímicos aspira a disponer de una mejor planificación de los transportes de toda la diversidad de mercaderías, comprendidas las sustancias petroquímicas, a diferentes destinos. En la India un Comité Nacional de Políticas de Transportes presentó

en 1980 su informe en el cual se proyectaba que el flete de bienes de consumo se duplicaría sobradamente y el transporte mecanizado por carretera pasaría de 77.000 millones de toneladas/kilómetro en 1977-1978 a un 1.982.000 millones de toneladas/kilómetro en el año 2000. En general se observa que el transporte fluvial y aéreo tiene relativamente menos importancia en comparación con el transporte por superficie terrestre.

La India tiene una gran proporción de transporte público en comparación con el privado. Según un estudio detallado sería aconsejable que una parte importante del transporte de mercaderías se destinara al ferrocarril. Para el transporte de productos sólidos por carretera es fundamental disponer de camiones de más capacidad preparados para proteger el material durante la temporada de las lluvias. El transporte de monómeros y sustancias químicas de peligro exige arreglos especiales como refrigeración, recubrientes de nitrógeno, etc., lo cual aumentará considerablemente el costo de los transportes. Normalmente los productos como los cauchos y las fibras se empaquetan en balas que después se meten en cajas. Debe disponerse de servicios como carretillas elevadoras, etc., para la carga y descarga. La información sobre los calendarios de producción, los niveles de inventario/reservas, la planificación de envíos, etc., facilita la logística del transporte. La disponibilidad de instalaciones de terminal portuaria, propias o alquiladas, cerca del lugar de la producción constituye un importante servicio infraestructural que facilita las exportaciones a granel.

Los nuevos grandes exportadores de productos petroquímicos como Arabia Saudita, Indonesia, etc., tienen que depender de la tecnología de transportes disponible en los países desarrollados, pero para adaptarla a las condiciones locales necesitan actividades de desarrollo en el país. Otros de los que acaban de entrar en el sector petroquímico necesitan una planificación atenta para el transporte de sus materias primas y sus productos con objeto de satisfacer las necesidades locales así como las de la exportación. Otros países que están ampliando su capacidad necesitarán además reforzar esta esfera para una comercialización eficiente de sus productos.

6.5.2. COMUNICACIONES

La mejora del sistema de comunicaciones es un buen indicio de crecimiento del comercio y la actividad empresarial, dado que mejora la eficiencia laboral general. A lo largo de los años y en especial en el último decenio, los países en desarrollo han establecido una infraestructura de comunicaciones bastante extensa. Se ha ampliado rápidamente la infraestructura de telecomunicaciones, que se ha modernizado en los últimos años. Ya son muchos los lugares que están interconectados mediante circuitos telefónicos interurbanos e incluso circuitos telefónicos internacionales para las comunicaciones telefónicas. Además, esas líneas ya se pueden utilizar también para las comunicaciones de datos, lo cual brinda acceso a las bases de datos y el enlace con computadoras. La comunicación por satélite, las pequeñas centralitas rurales autóctonas y los sistemas de relé radiofónico de acceso múltiple están llevando las telecomunicaciones de gran calidad también a las zonas rurales. Gran parte de ese crecimiento de las comunicaciones ha resultado posible y ha sido catalizado por la llegada del sistema INSAT y la comunicación nacional

por satélite. En el contexto del desarrollo de las tecnologías derivadas el sistema de comunicaciones adquiere importancia habida cuenta del papel clave de la información y la educación que proporciona sobre procesos y productos.

La eficacia de los medios de comunicación depende de la claridad de los objetivos y de que se establezca una estrategia coherente y adecuada. Factores importantes son la retroalimentación de los clientes y la información sobre la calidad técnica y estética de los productos. Debe comunicarse con eficacia la información acerca de los métodos, las fuentes de suministros materiales y otros detalles. La estrategia de comunicaciones debería incluir una combinación de programas locales y más amplios.

La difusión o la transferencia de información se considera desde hace mucho tiempo como un objetivo primordial de la estrategia de comercialización. Una de las tareas más importantes y evidentemente más difíciles en la eficacia de las comunicaciones es crear creencias y actitudes sobre el cambio entre el público para la aceptación de nuevos productos. La mejor forma de desempeñar el papel de estimular y catalizar un análisis de la situación de la nueva información suministrada es mediante la comunicación interpersonal.

Una función importante pero poco utilizada de los medios de comunicación es actuar como conducto de retroalimentación. Los programas de retroalimentación pueden utilizarse para mantener a los fabricantes informados acerca de la calidad y las aplicaciones de los productos. También se puede utilizar para ejercer presión sobre el sistema de oferta. La necesidad de una comunicación horizontal entre diferentes grupos de personas resulta especialmente elevada en las tareas relacionadas con el desarrollo de mercados.

El aumento del volumen del desplazamiento de los productos exige una comunicación efectiva entre los transportistas, los distribuidores, etc. Deben emplearse con eficacia los medios de comunicación a fin de impartir información sobre calendarios de producción, niveles de inventario/reservas, planificación de envíos, etc. Los servicios de comunicación rápida entre la oficina principal y los centros regionales acerca del estado del recibo del material por carretera/ferrocarril, la retroalimentación sobre espacio en almacenes, el plan de envíos, la clasificación de productos y las prioridades de desplazamiento ayudarán al desarrollo de los mercados de nuevos productos.

6.5.3. ALMACENAMIENTO

Hace falta crear instalaciones óptimas de almacenamiento tanto en el punto de fabricación como en los centros de distribución a fin de satisfacer a tiempo las exigencias de los clientes. Los productos sólidos se depositan en almacenes con instalaciones para el apilamiento. Es indispensable disponer de carretillas elevadoras para la distribución de esos productos. Para el almacenamiento de productos líquidos deben facilitarse en los centros de distribución tanques de almacenamiento del material idóneo de construcción. Quizá haga falta dotar a esos tanques de recubrimiento de nitrógeno revestido de vidrio o de un sistema de rociado de agua para hacer frente a las necesidades especiales de almacenamiento de los productos líquidos. En determinados casos hace falta un certificado especial de esos depósitos. Es

necesario obtener seguros del material mientras éste se halle en tránsito. Todos los almacenes deben tener una ventilación adecuada con salidas de emergencia, etc. También deben disponer de todas las instalaciones modernas de comunicaciones y de personal adecuado que maneje y mantenga los archivos del caso. La construcción de almacenes fuera del límite de batería en las unidades de producción facilita el transporte rápido y seguro de los materiales.

6.5.4. RED DE DISTRIBUCION

Los materiales se suelen vender por conducto de almacenistas en consignación o de distribuidores. Es aconsejable disponer al menos de un distribuidor/almacenista en consignación en un radio de 50 a 100 km, lo cual asegura la disponibilidad fácil y a tiempo de los materiales para los consumidores. Además, y a fin de asegurar la disponibilidad a tiempo de los materiales a los distribuidores/almacenistas, es preferible contar con almacenes centrales además de los almacenes en la sede y los centros regionales. Para mayor facilidad de manipulación los distribuidores y almacenistas deben estar obligados a interactuar con las oficinas regionales competentes. Es indispensable que la entrega a los distribuidores de material falto de peso quede registrada inmediatamente, dado que después resulta más difícil ocuparse de esas quejas. Debe existir una interacción periódica de la región con los distribuidores y también entre los distribuidores de la región, con objeto de que se puedan eliminar los problemas/limitaciones. Incumbe al administrador regional que los distribuidores de su zona suministren a tiempo la cantidad exacta de material. Una vez más, los medios de comunicación desempeñan un papel vital en el éxito de una red vasta de distribución que es indispensable para el crecimiento de las tecnologías derivadas.

La industria petroquímica en rápida expansión necesitará vínculos fuertes con los puntos de venta de material a fin de reducir al mínimo la inversión en el almacenamiento de enormes cantidades de productos. Ello exige un sistema eficiente de distribución, tanto a nivel nacional como internacional. En consecuencia, hacen falta más insumos para la distribución eficaz y eficiente del material. De ahí que se necesite un personal muy capacitado y cualificado para hacer frente a ese problema. Los países en desarrollo han de hacer esfuerzos sinceros en esta esfera mediante la integración de ésta con sus planes en el sector petroquímico.

Además de todo ello deben crearse servicios autóctonos de capacitación para desarrollar las aptitudes de administración y comercialización/empresariales, dado que la demanda de ese personal no puede por menos de aumentar con el crecimiento del sector petroquímico. Los países en desarrollo, en especial los centros de mayor crecimiento como Asia y el Pacífico, tienen que alentar a las industrias elaboradoras a satisfacer la demanda local de productos acabados, lo cual también exigirá apoyo financiero con la creación de nuevas instituciones financieras.

6.6. ASPECTOS AMBIENTALES Y DE SEGURIDAD DE LAS INDUSTRIAS PETROQUIMICAS DE PRODUCTOS DERIVADOS

La industria petroquímica abarca un amplio espectro de productos sintéticos producidos mediante diversos procesos de fabricación. En la actualidad esta industria está pasando por los cambios más importantes y duraderos debido a las regulaciones y las leyes sobre protección del medio ambiente. Estos cambios son en gran medida resultado del aumento de la comprensión de la importancia de un medio ambiente limpio, la disponibilidad de métodos analíticos sensibles y una creciente conciencia del público.

Los aspectos ambientales y de seguridad de los productos petroquímicos derivados tienen gran importancia para los países en desarrollo, que constituyen aproximadamente la mitad de la población humana. Países como Argelia, la India, el Brasil, México, Corea del Sur, Venezuela, el Irán, el Iraq, etc., que han reconocido la importancia de los productos petroquímicos en los sectores socioeconómicos clave, han adquirido capacidades para la producción de muchas sustancias petroquímicas.

Una gran parte de las sustancias químicas que entran cada año en el inventario se derivan de los productos petroquímicos. Algunas de ellas poseen efectos carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos. El estudio realizado por Process Research Inc. sobre la generación de desechos peligrosos en los procesos petroquímicos de producción reveló la presencia de muchas sustancias químicas que están clasificadas como contaminantes prioritarios por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los EE.UU. Así, las industrias petroquímicas están caracterizadas como grandes contaminadoras y proclives al peligro. La ordenación ambiental en las industrias petroquímicas implica actividades desde la fase de planificación hasta la eliminación final y muchas cuestiones socioeconómicas y políticas.

6.6.1. PLANIFICACION PARA LA ORDENACION DEL MEDIO AMBIENTE

En la actualidad se reconoce en general que si en la fase de planificación se actúa con el suficiente cuidado se pueden evitar muchos de los problemas ambientales y relativos a la seguridad. Así cabe decir en especial de los países en desarrollo, en los que una rápida industrialización está causando un daño simultáneo y casi irreversible al medio ambiente. Tras comprender esto, muchos países en desarrollo han creado estrategias más adecuadas a los niveles local/regional/nacional y se han impuesto reglamentaciones. Entre los aspectos importantes para la ordenación ambiental durante la fase de planificación figuran los siguientes: 1) selección de tecnologías limpias; 2) ubicación de las fábricas; 3) evaluación del impacto ambiental; 4) evaluación del riesgo.

6.6.2. ORDENACION DE LOS DESECHOS PETROQUIMICOS

Las industrias petroquímicas de productos derivados generan muchos contaminantes en estados gaseoso, líquido y sólido, con características diversas. Los desechos líquidos pueden contener contaminantes flotantes, en

suspensión o disueltos, orgánicos e inorgánicos. Entre los contaminantes aéreos en esta industria figuran los óxidos de nitrógeno y azufre, el monóxido de carbono, los hidrocarburos y los mercaptanes. Los residuos sólidos suelen ser inflamables, corrosivos, tóxicos y reactivos. En el Cuadro 6.5(1) figura una lista de los principales contaminantes.

CUADRO 6.6(1)
PRINCIPALES CONTAMINANTES DE UN COMPLEJO PETROQUIMICO INTEGRADO

Petróleo, hidrocarburos, sulfatos, cianuros orgánicos, ácido acrílico, polímeros orgánicos, sulfatos, acroleína, acrilonitrilo, ácido sulfúrico, ácido acético, hidroquinona, fenoles, etanol, fenotocina, fluoruros, queroseno, cloroetanol, compuestos del cloro, dicloruro de etileno, disolventes como tolueno, xilenos, butanol, heptano, benceno, migas de caucho, mono y poliglicol, ácidos orgánicos, formaldehído, metilbenzoato.

A lo largo de un período de tiempo, las industrias petroquímicas han aprendido muchas lecciones difíciles. En la actualidad está claramente establecido que para el desarrollo sostenible la jerarquía siguiente tiene prioridad máxima en la ordenación de los desechos petroquímicos:

- 1) Reducción en la fuente.
- 2) Reciclado de desechos.
- 3) Tratamiento.
- 4) Eliminación.

En el diagrama de procesos de la Figura 6.6(1F) se da un ejemplo del tratamiento de las aguas residuales de la industria petroquímica.

6.6.3. CUESTIONES RELACIONADAS CON LA ORDENACION DEL MEDIO AMBIENTE

Básicamente, las siguientes cuestiones guardan relación con la ordenación ambiental en las industrias petroquímicas:

- 1) Cumplimiento de las normas reguladoras.
- 2) Salud en el trabajo.
- 3) Efectos ecológicos.
- 4) Peligros debidos a la liberación accidental de sustancias tóxicas.

El objetivo de la legislación y de las reglamentaciones ambientales es proteger a la gente en su lugar de trabajo y en el medio ambiente contra los peligros para la salud o la seguridad procedentes de productos consumidos internamente o liberados al medio ambiente. Varios países han promulgado leyes ambientales y de seguridad que tienen repercusiones en el diseño y el funcionamiento de las industrias petroquímicas. En la India, el Gobierno ha establecido las normas sobre desechos mediante la Ley de protección ambiental de 1986. La Junta Central de Lucha contra la Contaminación también ha creado las Normas Mínimas Nacionales Permisibles para las industrias petroquímicas.

Las actividades de salud en el trabajo están orientadas hacia la prevención de las enfermedades y el mantenimiento de la salud de los trabajadores al nivel óptimo para obtener un máximo de productividad. Durante la fabricación los trabajadores están expuestos a diversas sustancias químicas. La ordenación efectiva del medio de trabajo exige una supervisión constante de ese medio, controles de ingeniería en las zonas de gran exposición y generación y difusión de los datos pertinentes sobre el tema.

A fin de mantener el equilibrio ecológico entre los diferentes ecosistemas es indispensable contar con lo siguiente: a) Una evaluación del impacto ambiental para los nuevos proyectos, b) una evolución de los sistemas de ordenación de desechos, c) el desarrollo de tecnologías compatibles con el medio ambiente o de métodos de reciclado de desechos, d) la ecología como parte de la responsabilidad social en la planificación empresarial y e) la conciencia ambiental entre la población local. La evaluación de los peligros es una de las partes importantes de la gestión de éstos. Entre las técnicas utilizadas a menudo para la evaluación de los peligros figuran las siguientes: a) análisis de organigrama de fallos, b) análisis de organigrama de fenómenos, c) análisis de modos de fallos y efectos y d) simulación de números aleatorios.

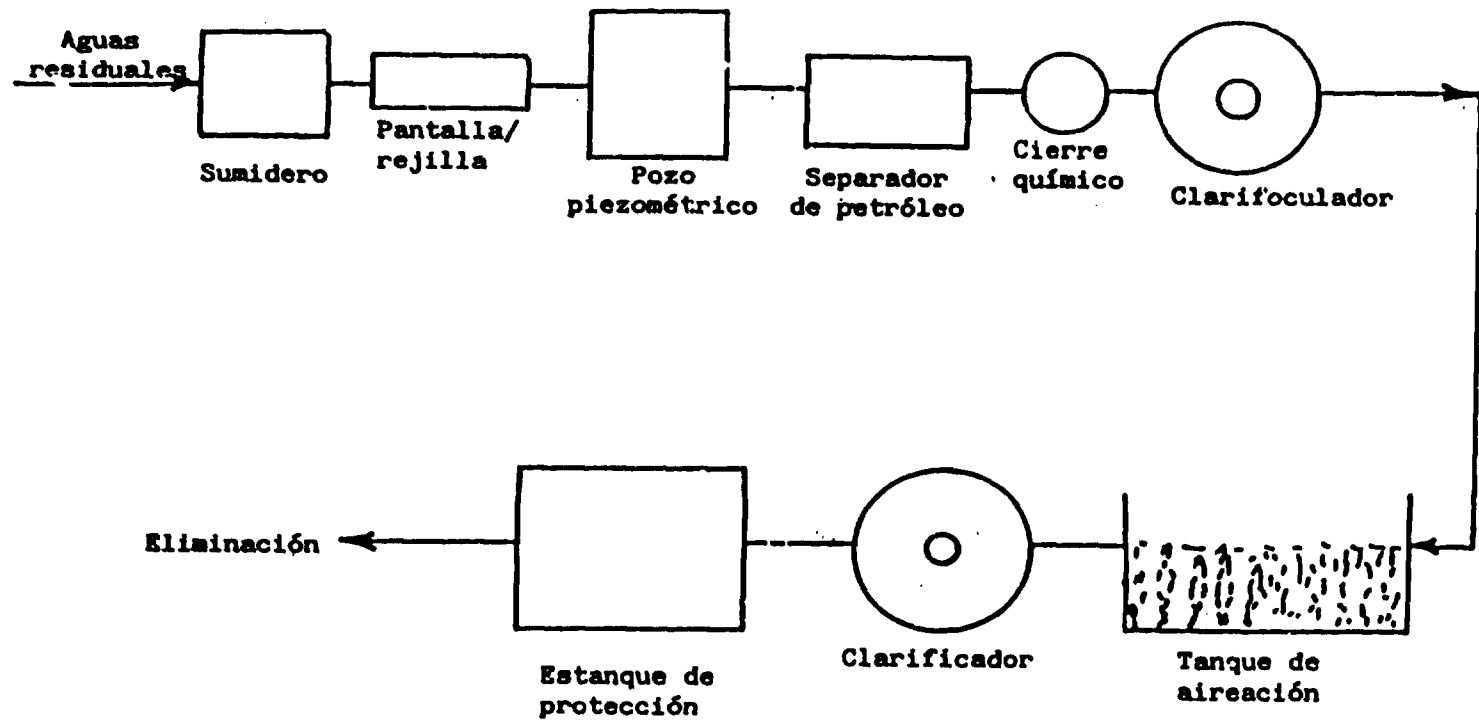


FIGURA 6.6(1F)
 DIAGRAMA DE PROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PETROQUIMICAS

6.6.4. ASPECTOS DE SEGURIDAD

Con el aumento del tamaño económico de las instalaciones petroquímicas y las complejidades tecnológicas con las que hay que enfrentarse en los casos de sustancias químicas muy tóxicas, reactivas y peligrosas, hay que contemplar la seguridad como parte integrante de la planificación y el diseño. La planificación de pérdidas o seguridad está apareciendo como una serie de procedimientos en la identificación y la evaluación de los peligros del proceso, el establecimiento de medidas de alivio y mecanismos de protección, la preocupación por las emisiones fugitivas y sobre todo la conciencia y la capacitación del personal.

En la actualidad no existe legislación aplicable a la seguridad en la industria petroquímica sola en la mayor parte de los países en desarrollo. El organismo de ejecución, como el ministerio del Medio Ambiente, promulga legislación sobre diversos aspectos de la manipulación de sustancias peligrosas en casi todos los países. Según la Oficina Regional de la OIT para Asia y el Pacífico, en la actualidad la legislación sobre seguridad química se halla en fase de evolución en casi todos los países y varía según los Estados o las regiones en cada país. Sin embargo, el aspecto más común es la multiplicidad de leyes y de sus organismos de ejecución. En muchos países en desarrollo diversas medidas de política han promovido el desarrollo de pequeñas industrias. Como resultado, una gran proporción de la elaboración química se realiza en operaciones a pequeña escala, que no están dotadas para encargarse de los aspectos ambiental y de seguridad.

Así, el principal componente de un programa general ambiental y de seguridad para las unidades petroquímicas comprende un sistema de planificación, embalaje y etiquetado de sustancias químicas (complementado por hojas de datos de seguridad química suministradas por el proveedor), la elección de una tecnología segura, la selección del lugar de las instalaciones, el control y la supervisión de la exposición a las sustancias químicas en el medio de trabajo, el tratamiento de las enfermedades laborales, el transporte seguro de las sustancias químicas peligrosas dentro y fuera del complejo industrial y el tratamiento y la eliminación en condiciones de seguridad de los desechos químicos. En la actualidad también se reconoce en general que no bastará con sólo la legislación para asegurar el funcionamiento seguro de las instalaciones desde el punto de vista ambiental. El desarrollo de programas de gestión de seguridad y ambiental con éxito guarda estrecha relación con el compromiso de esas industrias de avanzar progresivamente hacia la "autorregulación".

7. RECOMENDACIONES A LOS ENCARGADOS DE FORMULAR POLITICAS Y A LA INDUSTRIA

1) En la actualidad en el sector petroquímico se da una disminución de la demanda como consecuencia de la recesión económica, la disminución de la rentabilidad y una situación mundial de exceso de capacidad. El exceso de capacidad de productos petroquímicos primarios y secundarios es resultado de la expansión acelerada en Occidente, nuevas unidades en los países en desarrollo, una carrera por la obtención de utilidades mediante la exportación y la satisfacción de la demanda local. En consecuencia, es necesario que las inversiones para la expansión en este sector se realicen de forma más planificada, al menos en los próximos 8 ó 10 años.

2) Una gran variación del costo de producción ha hecho que el mercado sea más competitivo y de ahí que la selección de tecnología/producto se base en los siguientes criterios:

- a) Procesos con eficiencia energética.
- b) Calidades/productos especiales.
- c) Procesos de multiproductos/multicalidades o de un solo producto/calidad.
- c) Consideraciones ambientales.

3) La supervivencia de las industrias petroquímicas en los países en desarrollo exige una mayor cooperación regional mediante el logro de un equilibrio de la producción y de la demanda y la creación de empresas mixtas.

4) En la planificación a largo plazo la inversión para la expansión debe hacerse teniendo presente los siguientes factores:

- i) La disponibilidad de otros productos para aplicaciones análogas a fin de utilizar con eficacia y aprovechar al máximo los productos petroquímicos.
- ii) El crecimiento de la demanda de esos productos sintéticos.
- iii) El crecimiento del PIB. Esos mismos factores se necesitan en el caso de posibles países exportadores para sus importadores objetivo.

5) A fin de aprovechar la oportunidad de liberalización en la competencia por las exportaciones/importaciones y los costos, es necesario prestar la debida atención a la creación de instalaciones infraestructurales de manipulación, transportes, almacenamiento, etc. de productos petroquímicos sólidos, líquidos y gaseosos y sus productos conexos, que generalmente son muy reactivos, tóxicos e inflamables.

6) En los países en desarrollo es probable que el consumo per cápita de los productos petroquímicos aumente a un ritmo mayor. La utilización eficaz de esos valiosos productos será posible si existen los siguientes factores:

- El establecimiento de instalaciones de capacitación a fin de crear el personal necesario por las industrias de productos derivados y de conversión.

- La realización de esfuerzos para desarrollar la aplicación conforme a las necesidades locales.
- El desarrollo de instalaciones para la conversión de productos petroquímicos en productos acabados.

Ello no sólo servirá para satisfacer la demanda local de productos acabados, sino que también aumentará las posibilidades de empleo y las oportunidades de trabajo por cuenta propia con el crecimiento de industrias auxiliares.

7) Las industrias deben tener una firme interacción con las instituciones académicas y de investigación, y el programa de estudios de los programas de educación/capacitación debe modificarse conforme a las necesidades específicas de personal de la industria. Así, debe orientarse hacia el desarrollo de mayores aptitudes de gestión y técnicas en los futuros planificadores y tecnólogos. Ello también exigirá una mejora constante de las instalaciones de capacitación.

8) Los planes de expansión y de nuevas inversiones en este sector deben basarse en los beneficios que sea posible obtener mediante los efectos de sinergia con otros sectores de la economía nacional, dado que los productos petroquímicos se destinan en gran medida a diversos sectores económicos importantes relacionados con necesidades humanas básicas, por ejemplo, la agricultura, la gestión de los recursos hídricos, la vivienda, el vestuario, la atención de salud, etc. En consecuencia, hace falta una firme base de datos para atender a ese objetivo.

9) Los esfuerzos de I+D deben orientarse hacia:

- La absorción, asimilación y mejora de la tecnología importada.
- Hacer que la tecnología sea cada vez más idónea para el medio ambiente.
- La utilización eficaz de los coproductos.
- El desarrollo de productos especiales y con valor añadido.

Las condiciones políticas y económicas varían según los países, y de ahí que las recomendaciones mencionadas puedan interpretarse como directrices para el crecimiento de las industrias petroquímicas de productos derivados.

Apéndice 1

REFERENCIAS

1. A.G. Maagdhan, S.H. Hamid and M.B. Amin, The Arabian J. Engg., Vol. 10, núm. 4, págs. 327 a 338, 1985.
2. I. Gorst, "Saudi Arabia, Entering the Downstream Markets" Petroleum Economist, Londres, Inglaterra, noviembre de 1984.
3. Hydrocarbons in Saudi Arabia: Overview of Saudi Oil and Gas Industry, Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Riyadh, Arabia Saudita, 1981.
4. Chemical Week, 3 de marzo, pág. 35, 1993.
5. "Can 1984 Rebound carry over into 1985?", Oil Daily, Nueva York, EE.UU., abril de 1981.
6. A.G. Reed, The over capacity problem; 1993-97, en "Proceedings of the Global Preparatory Meeting for the Consultation on Downstream Petrochemical Industries, held at IPCL, Vadodara, India", Cap. 5, 23 a 25 de febrero de 1993.
7. Chemical Week, 23/30 de diciembre, pág. 17, 1992.
8. Chemical Week, 1 de abril, pág. 14, 1992.
9. Chemical Week, 15 de abril, pág. 16, 1992.
10. European Plastics News, noviembre, pág. 93, 1990.
11. M. Abtahi, Current status and prospects for the downstream petrochemical industries in developing countries, en "Proceedings of the Global Preparatory Meeting for the Consultation on Downstream Petrochemical Industries, held at IPCL, Vadodara, India", Cap. 4, 22 a 25 de febrero, 1993.
12. Chemical Marketing report, 25 de marzo, pág. 7, 1992.
13. Yu Kang Zhuang, The present status and future prospects of downstream petrochemical industries in China, en "Proceedings of the Global Preparatory Meeting for the Consultation on Downstream Petrochemical Industries, held at IPCL, Vadodara, India", Cap. 6, 22 a 25 de febrero, 1993.
14. Chemical Week. 10 de marzo, pág. 22, 1992.
15. M.S. Ratulanji, Present status and future prospects of downstream petrochemical industries of Indonesia and other Asian Countries, en "Proceeding of the Global Preparatory Meeting for the Consultation on

- Downstream Petrochemical Industries, held at IPCL, Vadodara, India", Cap. 7, 22 a 25 de febrero, 1993.
16. Chemical Week, 15 de abril, pág. 16, 1992.
 17. Chemical Week, 1 de abril, pág. 14, 1992.
 18. N. Vakili, Present status and future prospects of downstream petrochemical industries in Iran, en "Proceeding of the Global Preparatory Meeting for the Consultation of Downstream Petrochemical Industries, held at IPCL, Vadodara, India", Cap. 8, 22 a 25 de febrero, 1993.
 - 18a. Chem. & Engg. News, 14 de junio, pág. 27, 1993.
 19. Fibre & Fibre Intermediates News Letters (Quarterly), Petrochemical Data Services, Vadodara (India), Junio de 1992.
 20. Fibre & Fibre Intermediate News Letters (Quarterly). Petrochemical Data Services, Vadodara (India), marzo, vol. 5, pág. 25, 1993.
 21. Report of the committee for perspective planning of petrochemical industry (1986-2000 AD), Gobierno de la India; Report of Sub-Group on Synthetic Fibre; agosto, Vol. 5, pág. 27, 1986.
 22. Chemical Week, 8 de abril, págs. 49 y 52, 1992.
 23. Chemical Week, 12 de febrero, pág. 20, 1991.
 24. European Chemical News, 11 de marzo, pág. 22, 1991.

Apéndice 2

LISTA DE ABREVIATURAS

ABES	ABS	acrilonitrilo-butadieno-estireno
ABL	LAB	alquilbenceno lineal
ACN	ACN	acrilonitrilo
AT	TA	ácido tereftálico
ATP	PTA	ácido tereftálico purificado
AVE	EVA	acetato de vinilo y etileno
CB	BR	caucho de butadieno
CBES	SBR	caucho de polibutadieno-estireno
CLT	TL	concesión de licencia de tecnología
CN	NR	caucho natural
CPB	PBR	caucho de polibutadieno
CPPP	PPCP	copolímero de polipropileno
CPV	PVC	cloruro de polivinilo
CS	SR	caucho sintético
CT	TC	cooperación en materia de tecnología
EG	EG	etilenglicol
EP	EP	epoxia
EPFM	MPPE	éter de polifenileno modificado
ESAN	SAN	estireno y acrilonitrilo
FF	PF	fenolformaldehído
FLP	PSF	fibra larga de poliéster
GLP	LPG	gases licuados del petróleo
GNL	LNG	gas natural licuado
HF	CI	hierro fundido
HFN	NFY	hilados de filamento de nilón
HFP	PFY	hilados de filamento de poliéster
HG	GI	hierro galvanizado
HPPP	PPHP	homopolímero de polipropileno
IISRP	IISRP	Instituto Internacional de Productores de Caucho Sintético
MAMP	PMMA	metacrilato de metilo polimerizado
MEG	MEG	monoetilenglicol
MF	MF	melamina formaldehído
NAA	HAN	nafta de alta aromaticidad
NBA	LAN	nafta de baja aromaticidad
OE	EO o ETO	óxido de etileno
OPF	PPO	óxido de polifenileno
OPFM	MPPO	óxido de polifenileno modificado
PA	PA	poliamidas
PC	PC	policarbonato
PE	PE	polietileno
PEAD	HDPE	polietileno de alta densidad
PEBD	LDPE	polietileno de baja densidad
PEBDL	LLDPE	polietileno de baja densidad lineal
PEEC	PEEK	polieteretercetona
PEPMUE	UHMW-PE	polietileno de peso molecular ultraelevado
PES	PS	poliestireno
POM	POM	polioximetileno (= poliacetal)

PP	PP	polipropileno
PRFV	GRP	poliéster reforzado con fibra de vidrio
PTFE	PTFE	politetrafluoretileno
PU	PU o PUR	poliuretano
SPF	PPS	sulfuro de polifenileno
ST	TS	selección de tecnología
T	T	tecnología
TDM	DMT	tereftalato de dimetilo
TPB	PBT	tereftalato de polibutileno
TPE	PET	tereftalato de polietileno
TT	TT	transferencia de tecnología
UF	UF	ureaformaldehído