

Universidad Nacional de Ingeniería

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA
DE PETROLEO Y PETROQUIMICA**



**“Estudio Técnico, Económico para la Instalación de una
Planta de Cis - Polibutadieno en el Perú”**

—:0:—

T E S I S

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Petroquímico

EDGARD A. ARGUME CHAVEZ

PROMOCION 1977 - 2

LIMA • PERU • 1979

A MI PADRE, hermanos y
amigos, por su ayuda y
apoyo.....

Edgard.

"ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA
DE CIS - POLIBUTADIENO EN EL PERU".-

		<u>Pág. #</u>
CAPITULO I	INTRODUCCION	1
CAPITULO II	RESUMENES - CONCLUSIONES - RECOMENDACIONES.-	3
CAPITULO III	ESTUDIO DE MERCADO	19
	A.- Antecedentes	19
	B.- El Polibutadieno como producto..	22
	C.- Características y Aplicaciones - de los tipos de caucho. Trans y Cis- Polibutadieno.....	24
	D.- Estudio de la Demanda de Cis- Polibutadieno a nivel Perú y a nivel de la Sub-región Andina...	34
<u>CAPITULO IV</u>	<u>TAMAÑO DE PLANTA</u>	68
CAPITULO V	<u>LOCALIZACION DE LA PLANTA</u>	72
<u>CAPITULO VI</u>	<u>MONOMERO Y POLIMERIZACION</u>	78
	A.- El Monómero	78
	B.- El Polímero	83
	B.1 - Formas de Polimerización..	83
	B.2 - Criterios de Polimerización	88
	B.3 - Polimerización para Cis-Polibutadieno.....	110
		/..

CAPITULO VII	DISEÑO <u>y</u> SELECCION DEL PROCESO PARA <u>LA PRODUCCION DE CIS-POLIBUTADIENO.</u>	116
	A.- Diseño de Reactores de Polime- rización.....	116
	B.- Selección del Proceso	119
	C.- Descripción del Proceso de Pro- ducción de Cis-Polibutadieno..	128
	D.- Requerimiento de Materias Pri- mas y Servicios Industriales..	142
	E.- Requerimiento de mano de obra- Directa.....	145
	F.- Vida útil de los Equipos.....	146
	G.- Disposición Preliminar de la - Planta.....	146
<u>CAPITULO VIII</u>	<u>ASPECTOS ECONOMICOS.,,.....</u>	149
	I n v e r s i ó n	149
	B.- Financiamiento	152
	C.- Programas de Producción y Ven- tas	154
	D.- Costos ⁱ Fijos	156
	E.- Costos Variables	157
	F.- Costos de Producción	157
	G.- Valor de Ventas	158
	H.- Capital de Trabajo	158
	I.- Utilidad Neta	158
		/...

	<u>Pág. #</u>
J.- Flujo de Fondo	159
CAPITULO IX - <u>EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA..</u>	160
A.- Criterios de la Evaluación	160
B.- Análisis de los Resultados	163
TABLAS DE EVALUACION	
TABLA # 1	164
TABLA # 2	165
TABLA # 3	166
TABLA # 4	167
TABLA # 5	168
TABLA # 6	169

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

* * * * *

CAPITULO I INTRODUCCION

OBJETIVOS

El presente estudio tiene por finalidad presentar el análisis técnico-económico del Proyecto de Caucho Sintético Cis-Polibutadieno (PBR), el cual formará parte del Complejo Petroquímico Integrado de Bayovar, que se instalará en el Departamento de Piura.

El proyecto tiene como objetivo satisfacer la demanda nacional y sub-regional de caucho Polibutadieno, mediante la instalación de una planta de 25,000 TM/año.

La implementación de este proyecto contribuirá a la integración de la Industria Neumática y de calzado del Perú. El Polibutadieno es materia prima para la fabricación de las bandas de rodamientos de los neumáticos y por tanto la eliminación de la dependencia externa en el abastecimiento de este insumo. Asimismo generará divisas debido al ahorro por sustitución de importaciones y por su exportación como materia prima y producto incorporado en los neumáticos.

ANTECEDENTES

El Ministerio de Industria y Comercio, mediante R.M. N°441-72 IC/DS de Abril de 1972, encargó a INDUPERU la ejecución de los estudios definitivos de la Industria Petroquímica intermedia y final, dentro de la cual se encuentra el caucho polibutadieno.

Posteriormente en Marzo de 1975, el Ministerio de Industria y Turismo, mediante R.M. N° 098-75-IT/DS, encargó a INDUPERU el desarrollo del Complejo Petroquímico integrado de Bayóvar.

En Agosto de 1975, la Comisión del Acuerdo de Cartagena, aprobó el Programa Sectorial de Desarrollo de la Industria Petroquímica (Decisión 91).

CAPITULO II - RESUMEN, CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

RESUMEN

1.- ESTUDIO DE MERCADO

A - ANTECEDENTES

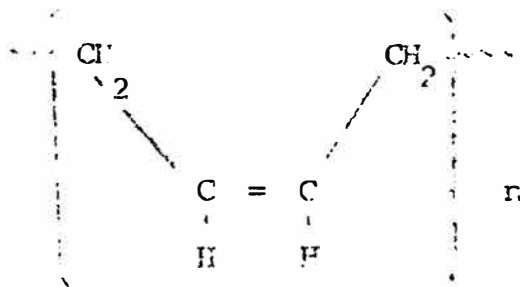
El consumo de caucho sintético representa el 60% al 80% del caucho consumido en el mundo.

El mercado de sintéticos en el mundo es cubierto por EE.UU., Japón, Inglaterra.

B - EL POLIBUTADIENO COMO PRODUCTO

Es un producto amorfo y sus propiedades dependen generalmente de la técnica de producción y la forma de acabado.

Fórmula :



se le puede tener bajo tres formas :

- Tipo standard (RP 01)
- Extendido en aceite nafténico (RP 21)
- Extendido en aceite aromático (RP 31)

C - CARACTERISTICAS Y APLICACIONES

		GRADO		
-FASE del polímero		BR01	BR21	BR31
Cis- 1,4	%	96	96	96
trans- 1,4	%	2	2	2
venil- 1,2	%	2	2	2
-Aceite de	(PHR)	-	37.5	37.5
extendido	(tipo)	-	Nafténico	Aromático
-Estabilización (tipo)	No Coloreado	No Col.	No Col.	No Col.
-Material volátil (%)		0.2	0.2	0.2
-Ceniza (%)		0.05	0.05	0.05
-Contenido gel (%)		0.05	0.05	0.05
-Grav. Específica		0.91	0.91	0.93
-Viscos. Mooney M_{1+4}	100°C	45	30	35
-USO		Llantas	Zapatilla	Llantas
		telas	telas	
		zapatilla		mecánica
		fajas	para col.	
			claros	

D - D E M A N D A

En el mercado de América del Sur, para ser absorbido por el Perú

	Tt
1984	15,849
1986	22,215
1988	29,043
1990	36,568
1992	45,283

En EE. UU.

1975	320,000
1976	330,000
1980	370,000

2.- TAMAÑO DE PLANTA

El tamaño de planta óptimo por la demanda y las condiciones tecnológicas, se asume de una producción de 25,000 T/A.

3.- LOCALIZACION DE LA PLANTA

Por razones climáticas, ventajas del litoral de Tumbes, Piura, Política de Descentralización Industrial y por existir ya una infra-estructura creada tomamos como lugar de ubicación PAVOVAR.

4.- MONOMERO y POLIMERIZACION

A - EL MONOMERO

El monómero, es el butadieno -1,3 de fórmula :



Peso molecular 54.1

Punto de ebullición 24.1 °F

Densidad 94.2 °API

Presión Vapor 16.62 psig.

Calor de combustión 19.18 BTU/lb.

B - EL POLIMERO

B.1 - Formas de Polimerización :

Polimerización en masa

Polimerización en suspensión

Polimerización en emulsión

Polimerización en Solución.- Polimeriza el monómero, usando apropiados solventes orgánicos, los solventes polares son los más adecuados.

El Polibutadieno es obtenido por la técnica de polimerización en solución, usando Tolueno y Heptano, en un medio catalítico de Níquel.

B.2 - Criterios de Polimerización

Para que una polimerización se efectúe se debe conocer las condiciones termodinámicas y cinéticas.

El mecanismo de polimerización del polibutadieno es por coordinación con catalizador de Ziegler Natta.

B.3 - Polimerización para Cis- polibutadieno

- Mecanismo de reacción es el de coordinación
- Técnica de polimerización es el de solución.

5.- DISEÑO Y SELECCION DEL PROCESO

A - DISEÑO DE REACTORES

La polimerización usará reactor de tipo Tanque agitado (RTA) en un proceso continuo, usando una batería de reactores RTA.

B - SELECCION DEL PROCESO

El proceso que más se ajuste a la demanda de tipos de cis-polibutadieno y a su menor costo de operación y producción es el de Japan Synthetic Rubber..

C - DESCRIPCION DEL PROCESO

El proceso es por polimerización continua, usando dos tipos de solventes Tolueno y Heptano.

Las etapas son

Purificación del Solvente : En tres columnas separadas se purifican los solventes del butadieno, catalizador y demás impurezas al realizarse la polimerización.

Purificación del Butadieno : En dos columnas, en la primera es separada de dímeros e inhibidores, en la segunda, es secado, y luego es cargado al tanque de reacción.

Polimerización Continua : El Butadieno y los solventes, son bombeados a velocidades de flujo prescritos, convergiendo en una sola corriente, entrando al primer reactor al igual que la corriente del catalizador, así continúa la reacción exotérmica, a través de los cuatro reactores, apareciendo polímeros de alta viscosidad. El enfriamiento se realiza mediante vaporización de amoníaco líquido para obtener una polimerización estable y estacionaria. En el último reactor se agregan detenedores y luego antioxidantes para evitar degradación.

MEZCLADO : La unión de polímeros es logrado en un tanque mezclador, donde son homogenizados con calidad.

Despojamiento de Solventes y Monómeros No Reaccionado . Por vapor en tres despojadores, donde son coagulados los polímeros y despojados los solventes y monómeros.

Acabado La pasta aguada, desmenuzada, es bombeada a la primera pantalla vibratoria donde es removida el agua, en una segunda, se extrae más los lí

quidos, posteriormente es secado a travez de un expandidor a un contenido de humedad especificada.

El caucho secado y desmenuzado, transportado, empaquetado en fardos a gran presión, son llevados en unos transportadores visiblemente inspeccionados, son envueltos con una tela delgada de polietileno.

D - REQUERIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS y SERVICIOS INDUSTRIALES

Los requerimientos para la producción de 1 TM de producto, son los siguientes

Materia Prima

1,3 - Butadieno (99.0 %)	1.02	T.M.
Tolueno + hexano (solvente)	46.4	Kgr.
Químicos y catalizadores	18.24	\$ USA
Suministro y Embalajes	10.42	\$ USA

Servicios Industriales

Electricidad.....	520.0	KWH
Vapor (S H P, S L P)	7.3	T. M.
Agua de Enfriamiento	572.0	m ³ N.
Agua de Proceso	7.0	m ³ N.
Gas Nitrógeno	15.36	m ³ N.
Aire comprimido	60.8	m ³ N.
Amoniaco Líquido	1.2	Kg.
Freón- 12	0.116	Kgr.

E - REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

El Personal requerido para la operación de la planta, dentro del límite de batería, considerando 4 turnos, es el siguiente

Capataces	4
Operadores	48
Ayudantes	12

Además una plana de administración e ingeniería.

F - VIDA UTIL DE LOS EQUIPOS

Se ha considerado por razones técnicas, depreciación y desgaste, una vida útil para los equipos, de 10 años.

G - DISPOSICION PRELIMINAR DE LA PLANTA

La planta de 25,000 T/año de cis-polibutadieno, con un área total de 0.022 Km² se distribuye en las áreas requeridas para una máxima flexibilidad y funcionalidad de las operaciones.

6.- ASPECTOS ECONOMICOS

A - INVERSION

La inversión inicial para la planta de cis polibutadieno de 25,000 T/año es de 30'483,477 Dólares U.S.A., evaluado a Marzo de 1979.

D. - FINANCIAMIENTO

El financiamiento de la inversión para la planta de cis-polibutadieno será con el aporte de los accionistas (INDUPERU y socios privados) y con préstamos a largo, mediano y corto plazo.

C. - PROGRAMAS DE PRODUCCION Y VENTAS

-Planificación y Ejecución del Proyecto

La implementación de la planta, en condiciones normales, tendrá una duración de 40 meses. La programación de actividades se representa en el cronograma :

ACTIVIDADES / MESES	3	6	9	15	18	21	27	30	33	39	42
INGENIERIA BASICA	<u>(8)</u>										
INGENIERIA DETALLE	<u>(12)</u>										
FABRICAC. y PROCURAC.	<u>(13)</u>										
TRANSPORTE	<u>(8)</u>										
OBRAS CIVILES	<u>(23)</u>										
CONSTRUCC. y MONTAJE	<u>(24)</u>										
PRUEBA y PUESTA EN MARCHA	<u>(4)</u>										
SELECC., ENTRENAMIENTO Y CAPACITACION	<u></u>										

PROGRAMA DE PRODUCCION DE LA PLANTA :

El Programa de producción, ha sido determinado, teniendo en cuenta el potencial de Ventas y la capacidad de planta seleccionada. La producción programada es :

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>CAPACIDAD INSTALADA</u>
1984	16,000	64 %
1988	25,000	100 %
1992	25,000	100 %

D - COSTOS FIJOS

El valor del Costo Fijo evaluado para la planta es de 6'213,748 Dólares, U.S.A.

E - COSTOS VARIABLES

El valor del Costo Variable, evaluado para la planta de Cis-polibutadieno de 25,000 T/Año es de 3'837,583 Dólares U.S.A.

F - COSTO DE PRODUCCION

El valor del Costo de Producción, calculado para el proceso de polimerización de cis-polibutadieno en una planta de 25,000 T/Año, es de 10'056.331 Dólares U.S.A.

G - VALOR DE VENTAS

El Valor de Ventas obtenido es de 25'705,720 Dólares U.S.A. (1028.23 \$/TM)

H - CAPITAL DE TRABAJO

El valor del Capital de Trabajo es de 1'212,279 Dólares U.S.A.

I - UTILIDAD NETA

La Utilidad Neta para el proceso es de 4'939,629 Dólares U.S.A.

J - FLUJO DE FONDOS

El Flujo de Fondos, cuando la planta opere al 100 % de su capacidad es de : 6'096,695 Dólares U.S.A.

7.- EVALUACION ECONOMICA-FINANCIERA

A - CRITERIO DE LA EVALUACION

Los indicadores para evaluar el proyecto son los siguientes :

- Punto de Equilibrio
- Rentabilidad
- Indice Contables
- Valor Agregado
- Ahorro de Divisas

E - ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados satisfacen las inquietudes del proyecto, punto que producirá :

- La eliminación de divisas por importación
- La entrada de divisas por exportación
- El valor agregado de gran consideración para el butadieno
- La integración del Perú a los mercados sub-regionales y extra-regionales
- La relación económica y técnica de la petroquímica nascente con los grandes imperios petroquímicos y emporios financieros.

CONCLUSIONES

1.- La demanda de cauchos Cis- polibutadieno para la producción de neumáticos, fajas, suelas sintéticas, etc., justifica la construcción de una planta.

La capacidad de la planta del proyecto se ha determinado en - 25,000 T.M./año.

En los países del Area Andina, existe una gran demanda de este caucho, por tener algunos países (Colombia y Venezuela) una - fuerte industria neumática y automotor.

El campo de la aplicación del caucho sintético no ha sido agotado aún en el mercado de la Sub-región.

2.- La planta de Cis- Polibutadieno formará parte del Complejo Petroquímico de Dayóvar, que se instalará en Layóvar, Departamento de Piura.

Los planes de desarrollo de la zona de Layóvar, las condiciones climáticas, el acceso por los medios de comunicación, la cercanía a las fuentes de materia prima, hacen más adecuada a esta - zona para la instalación de una planta de caucho de Cis-polibu

tadieno.

3.- El proceso de producción seleccionado para el Proyecto, es la polimerización en solución, usando un catalizador de tipo organometálico.

Existen variantes sobre este proceso y existen varias tecnologías que las empresas ofrecen.

4.- El análisis socio-económico muestra que existe una zona con potencial humano (mano de obra) y su incorporación a la industria trae beneficios al país y a la zona.

El ser el proyecto factible, hace que genere un alto valor agregado y origina un significativo ahorro de divisas.

* * * * *

RECOMENDACIONES

- 1.- Implementar en el corto plazo el proyecto de cauchos sintéticos, impulsando junto con el Cis-polibutadieno el SBR.
Las condiciones del mercado, la tecnología y los resultados - del análisis económico, garantizan la viabilidad del proyecto.
- 2.- Seleccionar y contratar la tecnología más eficaz que garantice la calidad y economía del producto, punto analizado, pero no en forma exhaustiva.
- 3.- Coordinar la ejecución del presente proyecto con los proyectos abastecedores de materias primas, en especial el de olefinas (butadieno).
- 4.- Ejecutar los estudios complementarios para el acondicionamiento de la zona de Dayóvar. Coordinar las acciones de implementación de la infraestructura física, industrial, económica y social con el Comité Ejecutivo del Complejo de Dayóvar.
- 5.- Promocionar el proyecto en los medios comerciales y financieros nacionales é internacionales para lograr la constitución - y financiamiento de la empresa del proyecto.

6.- Mantener permanentemente actualizado el presente estudio, debido a las fluctuaciones económicas mundiales que afectan a la industria petroquímica, petrolera y química.

* * * * *

CAPITULO III - ESTUDIO DE MERCADO

A - ANTECEDENTES

Los cauchos sintéticos de mayor demanda en el Grupo Andino (GPA) han sido : (1)

Caucho Estireno- Butadieno	SBR
Caucho Polibutadieno	PBR
Caucho Butílico	
Caucho Poliisopreno	

ninguno de estos cauchos se producen aún en la Sub-región.

El consumo mundial de cauchos tanto natural como sintéticos, está relacionado a la industria de Neumáticos.

Este Sector representa el 60 al 80% del caucho consumido en el mundo.

CUADRO III - 1 -

UTILIZACION PORCENTUAL DE CAUCHO EN LA INDUSTRIA DE NEUMATICOS EN EL -

PERU

<u>Tipo de caucho</u>	<u>%</u>
Natural	57
SBR	31
PBR	5
Butílicos	5
Otros	1
TOTAL	100

Fuente: Empresa Manufacturera de Llantas · Elaborado por INDUPRU

Caucho SBR

Constituye el 60% de los cauchos sintéticos producidos en el mundo.

Representa el 60% de las importaciones de sintéticos en el Perú.

El 70% de la producción mundial es empleado en neumáticos y el 85% del consumo del Perú, es también en la manufactura de neumáticos.

Se obtiene por polimerización de butadieno y estireno en una proporción de 75/25 respectivamente.

Caucho Polibutadieno (PIR)

Actualmente, en segundo lugar después del SBR entre los sintéticos. Los primeros cauchos homopolímeros del butadieno fueron hechos, usando sodio como catalizador, pero en 1955 se logra un polímero estéreo-regular y con mejores propiedades, gracias al uso de catalizadores investigados por Ziegler y Natta.

Los usos fuera del carro de las llantas, representa un 10% del consumo total del PIR.

A manera de referencia podemos citar que en Europa el consumo de PIR se elevó de 10,000 a 100,000 T^m sólo de 1962 a 1967, es decir en cinco años.

(1) Programa Sectorial de Desarrollo de la Industria Petroquímica.

Propuesta del Acuerdo de Cartagena - Marzo de 1973 - Cap. I, II.

CUADRO - III - 2 -

CONSUMO DE SINTETICOS EN ESTADOS UNIDOS

(Miles de TM)

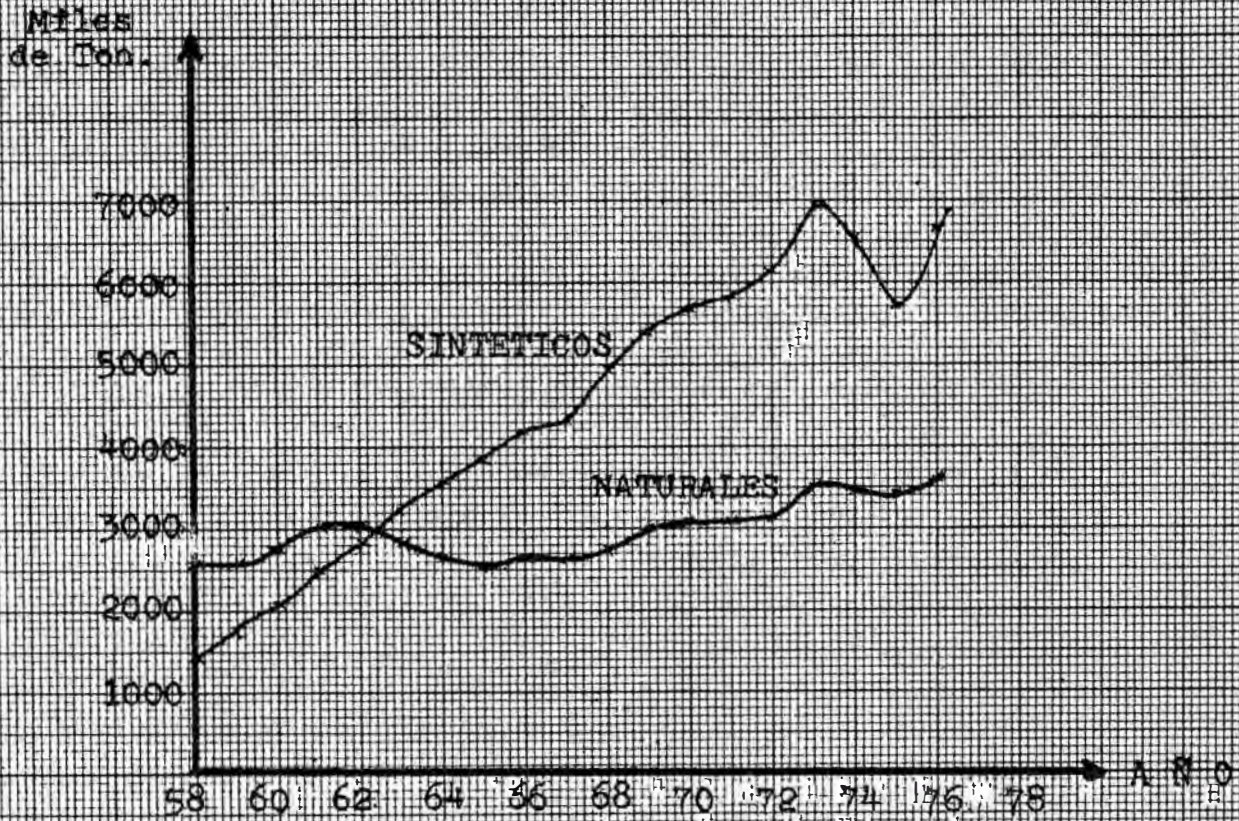
<u>Tipo de Caucho</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>
SBR	1450	1500
PIR	320	360
Butílicos	140	145
Policloropreno	140	145
IPDM (Etileno/propileno)	120	150
Poliisopreno	95	115
NBR (Butadieno/Acrilonitrilo)	60	65
Poliuretanos	9	10
Siliconas	10	10
Polisulfurosos	8	8
Poliacrilatos	6	7
TOTAL SINTETICOS :	2358	2515
TOTAL CAUCHO NATURAL:	700	750
TOTAL CAUCHO :	3058	3265

Frente : Chemical Market Abstracts, Julio 1976

Los diferentes cauchos sintéticos han ~~hido~~ **incrementado** su consumo en altos porcentajes, actualmente el consumo total de sintéticos; casi tri-

GRAFICO III-1

CONSUMO MUNDIAL DE CAUCHO NATURAL Y SINTETICO



Fuentes : Chemical and Process Engineering
" Synthetic Rubbers"
S. A. Miller, Setiembre 1974
Statistical Yearbook
United Nation's 1977

plica a la de caucho natural debido a su elevado uso industrial (Ver Gráfico III-1).-

La demanda de Polibutadieno en Estados Unidos y su desarrollo histórico-
(2) demuestran que es un caucho de gran consumo y uso:

(2) CHEMICAL MARKETING REPORTER N°21

22 de Noviembre de 1976

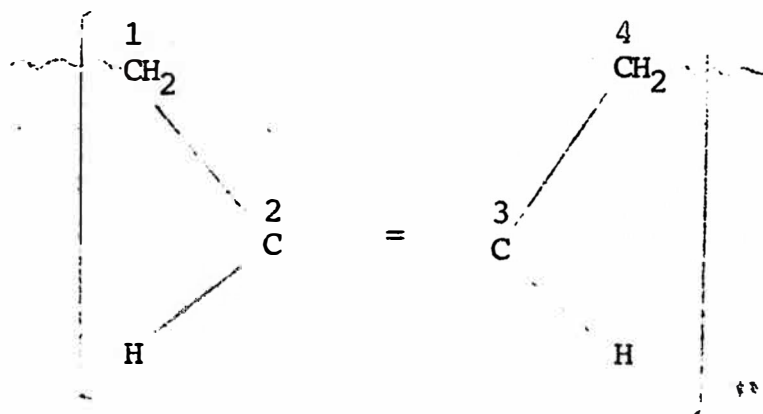
	1975	320000	TM.
Demanda	1976	330000	TM.
	1980	370000	TM.

Desarrollo Histórico (1965 - 1975) : 6 - 8 % anual
 Futuro 2-3 % anual hasta 1980

Usos Llantas de carro y camión
 resinas de alto impacto 12 %

B - EL POLIBUTADIENO COMO PRODUCTO

El polibutadieno en estudio, es el CIS-1,4-polibutadieno cuya fórmula química es :



Es un caucho de características definidas por el uso al que se destina, - pudiendo ser de tipo standard no coloreado, extendido en aceite nafténico- y extendido en aceite aromático.-

El polibutadieno es un producto que por sus cualidades de ser resistente - a la abrasión es usado comúnmente en las bandas de rodamiento de los neumá- ticos.

El contenido de cauchos en un neumático es por lo general 45% correspon- diendo al polibutadieno un buen porcentaje (4 - 13 %).

El polibutadieno conteniendo un alto porcentaje de estructuras cis-1,4 fué producido comercialmente en los Estados Unidos por la Phillips Petro- leum Company, en 1960, por una adición y sustancial modificación de una- línea existente de caucho estireno-Butadieno (SBR) en la planta de Lor- ger en Texas.

La Goodrich (Como Goodrich-Gulf Chemicals) parece ser el primero que - tiene un proceso comercializado para altos contenidos de cis-polibutadie- no basado en el uso de catalizador cobalto. Esta Compañía, semejante a la Phillips, inicia su producción por modificación de unas líneas de SBR

de sus plantas, en West Virginia (Virginia del Este).

Un proceso para producir cis-polibutadieno usando catalizador de base Níquel fué desarrollado por la Bridgstone Tire Company y la Japan Synthetic Rubber Company. Este proceso fué comercializado en Japón en 1944, por la Japan Synthetic Rubber Company (JSR).

Firestone Tire y Rubber Company desarrollaron un proceso usando litio como catalizador de polimerización de isopreno a poliisopreno de alto cis. Aplicación de este proceso a Butadieno llevándolo a un polibutadieno de estructura mixta que tiene características variables, es producido comercialmente para uso en la industria de neumáticos.

El consumo de polibutadieno (BR ó PBR) en Estados Unidos en 1970 fué de 268,000 TM., cerca del 16 % de consumo de cauchos sintéticos.

C - CARACTERISTICAS y APLICACIONES DE LOS TIPOS DE CAUCHO : TRANS Y CIS- - POLIBUTADIENO.-

Los datos de uso del trans-polibutadieno no existen al uso industrial, pero por referencias de artículos publicados nos indican que son empleados en fabricación de neumáticos en casos especiales.

El uso del caucho cis-polibutadieno si está extendido, existen tres formas de producción de este caucho; a saber:

- CAUCHO POLIBUTADIENO STANDARD
- CAUCHO POLIBUTADIENO EXTENDIDO EN ACEITE NAFTENICO
- CAUCHO POLIBUTADIENO EXTENDIDO EN ACEITE AROMATICO.

Basándonos en información de la Japan Synthetic Rubber Co. Ltd., desarrollaremos sus características y aplicaciones.

C.1. - CAUCHO POLIBUTADIENO STANDARD (JSR FRO1)

Es un caucho de elevado cis-polibutadieno, de tamaño regular, de tipo - - no coloreado, polimerizado en solución, con alta configuración CIS-1-4, y baja temperatura, de ejecución diferente de otros cauchos de polibutadieno, posee marcadamente superior procesabilidad, particularmente con respecto a bandas de recubrimiento compatiblemente con rellenos y ~~comportamiento~~ de coloreado claro y oscuro, tiene amplias aplicaciones en llantas fatigadas, calzado, telas impermeabilizadas y buena mecánica.

TIPICAS PROPIEDADES

CIS - , 4 (%) -----	97.0
Viscosidad Mooney ML ₁ + 4 a 100 ° C -----	45.0
Estabilizador -----	No coloreado
Sustancia volátil (%) -----	0.30
Contenido de cenizas (%) -----	0.10
Gravedad específica -----	0.91

CARACTERISTICA Y PROCESAMIENTO

Con elevada configuración CIS, tiene bajo calor de formación y elasticidad superior que el caucho natural y SBR. Exhibiendo excelente resistencia al desgaste. También es particularmente recomendada para el uso en llantas fatigadas, en adición tiene alta resistencia a la tensión y propiedades superiores a baja temperatura y elongación, ventaja por la cual se asegura casi completa ausencia de rajaduras, cuando el 20% y 30% del caucho es mezclado con llantas fatigadas. Es transparente y virtualmente sin olor. El almacenamiento es hecho fácil por bajo índice de flujo frío. Además los cauchos de polibutadieno son generalmente entendidos para tener rangos de temperatura de laminado dentro de estrechos límites, bandas herméticas en los rollos laminados, sobre amplio rango de temperatura. Esto hace que sea fácil el mezclado y la buena dispersión de agentes componentes que pueden ser obtenidos.

Desde que este caucho tiene excelente compatibilidad con rellenos y procesamiento de aceites, estos aditivos pueden ser compuestos para lienzos de suela de zapatos.

FORMULACION DE COMPONENTES :	SUELAS ELANCAS	SUELAS NEGRAS	SUELAS TRANS-LUCIDAS :
JSR BRO 1	25	20	30
JSR 1778 N	20	-	70
JSR 0202	55	40	-
R.S. Lámina N° 3	-	20	-
Caucho recuperado	-	40	-
Oxido de zinc	5	5	-
Carbonato de zinc (tipo translúcido)	-	-	5
Acido esteárico	0.8	0.8	1.5
Carbón blanco (Tipo translúcido)	-	-	65
Carbón blanco (clase intermedia)	30	-	-
Arcilla pesada	40	30	-
Carbonato de calcio precipitado	40	40	-
Hakuenka O (1)	30	30	-
Dioxido de titanio	15	-	-
Procesados aceites aromáticos	-	10	-
Aceite nafténico procesado	20	-	30
Resina cumarona (70 C)	5	-	1.5
Activador SL (2)	2	1	1.5
Antioxidante (NO coloreado)	1	-	-
Acelerador DI (3)	1.6	0.9	1.5
Acelerador D (4)	-	0.9	1.2
Acelerador M (5)	0.4	-	-
Acelerador TS (6)	0.2	-	0.1
Acelerador H (7)	0.4	-	0.5
Azufre	2	2	2
Azul de ultramar	Lo re- querido.	-	-
T O T A L	293.4	240.6	208.3

- N.T. (1) Precipitado de carbonato de calcio tratado con ácido colofónico (Resina de trementina).
 (2) Activador tipo amina
 (3) Dibenzotiacil disulfuro
 (4) Difenil-guanidina
 (5) Mercapto-benzotiasol
 (6) Tetra-metiltiuram monosulfúrico
 (7) Hexa-metileno tetramina.

PROPIEDADES TÍPICAS DEL EXTRACTO NO VULCANIZADO

Viscosidad Mooney ML 1 + 4 a 100 C	45	37.5	50
Quemado Mooney ML 1 - a 125 °C Valor mínimo	43.5	31.5	50
5 punto de aumento	6'15"	6'50"	8'20"
35 punto de aumento	7'55"	8'10"	10'25"

PROPIEDADES TÍPICAS DEL CAUCHO VULCANIZADO

Vulcanizado indirecto : Presión de vapor	4 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	(151 C)	60 mm.
	Presión de aire	4 $\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$	
300 % Módulo (kg/cm ²)	34	34	25
Resistencia a la tensión (Kg/cm ²)	118	94	83
Elongación (%)	650	630	680
Dureza (JIS)	60	54	50
Resistencia al golpe (tipo E Kg/cm)	17	17	18
Resistencia a rotura por dobles (1) (dobles)	4 x 10 ³	6 x 10 ³	4 x 10 ³
Pérdida por desgaste (2) cc/1000 Rev.)	0.56	0.94	0.49
Gravedad específica	1.45	1.39	1.15

N.T. :

(1) Flexómetro de Mattia : Crecimiento

2 mm 15 mm.

de corte

(2) Prueba tipo Akron

Estos datos son sólo típica información obtenida de pruebas de Laboratorio (S45-06).

Mezclados con BRO1 a alto nivel, dá como resultado una disminución del costo.-

Los compuesto con BRO 1 exhiben propiedades superiores de extrusión y superficies llanas son siempre obtenidas. El incremento de extinción de BRO1 tiende a ser más pequeño que aquel de SBR. Con BRO1 los procesos de elaboración y doblado son facilitados debido a la excelente viscosidad del compuesto.

APLICACIONES

Las excelentes propiedades de este caucho han ayudado a desarrollar un amplio rango de aplicaciones, en llantas, carcasa para gomas de calzado, tela impermeabilizada, cinturones y bienes mecánicos. También tiene importantes aplicaciones en las combinaciones de caucho translúcido/caucho transparente y en el mezclado con ambos plásticos y resinas de poliestireno de alto impacto debido a su color claro translúcido.

C.2 CAUCHO POLIBUTADIENO EXTENDIDO CON ACEITE NAFTÉNICO (JSR BR21)

Un caucho de elevado cis polibutadieno de tamaño regular extendido con 37.5 partes de aceite nafténico, no coloreado por 100 de caucho no coloreado. No solamente demuestra superior procesabilidad en láminas sino que también dota al caucho vulcanizado de excelentes propiedades físicas y a considerable bajo precio ó bajo costo.

Encuentra su mayor aplicación en productos de color claro, tales como -

calzados y telas impermeabilizadas.

PROPIEDADES TÍPICAS

CIS - 1,4 (%)	97.0
Aceite extendido	Tipo nafténico 37.5 partes
Viscosidad Mooney ML 1+4 100°C	30
Estabilizador	NO-manchado
Materia volátil (%)	0.30
Contenido de ceniza	0.10
Gravedad específica	0.91

CARACTERÍSTICAS Y PROCESAMIENTO

Tiene una excelente resistencia al desgaste, elasticidad y ejecución a bajas temperaturas. Comparado con otros polibutadienos, tiene alta viscosidad y bajo flujo frío.

La procesabilidad es marcadamente superior, especialmente con respecto a su propiedad de bandas laminadas pues se asociarán herméticamente en láminas sobre un amplio rango de temperatura de trabajo. Además, sus propiedades de extrusión (expulsión) son tales que siempre proveerá superficies llanas y excelente conformación al moldeo.

Es compatibles con otros polímeros y aceptará la adición de la gran cantidad de ingredientes que componen la mezcla.

PROPIEDADES TÍPICAS DEL CAUCHO VULCANIZADO

Temperatura de vulcanizado (oC)		120	130
300 % Módulo (kg/cm ²)	10'	31	23
	15'	53	23
	20'	57	23
	30'	65	
Resistencia a la tensión (kg/cm ²)	10'	102	46
	15'	136	45
	20'	143	43
	30'	138	
Elongación (%)	10'	760	500
	15'	710	450
	20'	640	470
	30'	390	
Dureza (JIS)	10'	66	56
	15'	64	56
	20'	66	56
	30'	68	
Resistencia al impacto (Tipo E, kg/cm)			9
Pérdida por desgaste (1) (cc/1000 rev.)		0.823	

N.T.

(1) Prueba tipo akron

APLICACIONES

Puede ser usado en general para productos de caucho, sobre todo especialmente adecuado para implementos de vestir, tales como calzado y tela impermeabilizada y es también recomendado para bienes mecánicos, cinturones esponjas, y carcasas de neumáticos.

C.3 CAUCHO POLIBUTADIENO EXTENDIDO CON ACEITE ALTAMENTE AROMATICO -
(JSR ER31)

Un caucho con elevado Cis-polibutadieno de tamaño regular extendido con 37.5 partes de aceite altamente aromático. Su procesabilidad es muy buena, sea en láminas abiertas, mezclador interno o en extrusión, y provee al caucho vulcanizado con las propiedades extremadamente altas de caucho polibutadieno a un apreciable bajo costo.

Es superior en elasticidad, resistencia al desgaste y baja temperatura, de ejecución, encuentra su ideal aplicación en ingredientes de productos blancos, tales como llantas, cinturones o correas de transporte, etc.

PROPIEDADES TÍPICAS

CIS- 1,4 (%)	97.0
Aceite extendido	tipo altamente aromático, 37.5 partes
Viscosidad Mooney ML 1 + 4 A 100° C	35
Estabilizador	NO manchado
Materia volátil (%)	0.30
Contenido de cenizas (%)	0.10
Gravedad específica	0.93

CARACTERÍSTICAS Y PROCESAMIENTO

Sus características superiores son : alta resistencia a la tensión, elongación, resistencia al desgaste, elasticidad y baja temperatura de ejecución. Todas las características normalmente esperadas para el elevado cis polibutadieno caucho están para ser encontrados en el JSR BR31. Es superior en procesabilidad, especialmente en Bandas laminadas y en mezcladores internos y por su amplio rango de temperatura de trabajo son altamente vestajosas en las aplicaciones prácticas.

Sus características de extrusión son excelentes y productos de superficie lisa pueden ser siempre obtenidos compatible con otros polímeros. Es rápidamente mezclado con gran cantidad de ingredientes del compuesto. Comparados con otros polibutadienos, tiene alta viscosidad, bajo flujo en frío.

APLICACIONES

Encuentra amplias aplicaciones en llantas, bienes mecánicos, correas de transporte y todos aquellos productos de caucho coloreado oscuro. Y su uso en estas aplicaciones ayudará a reducir el costo de manufactura.

D. ESTUDIO DE LA DEMANDA DE CIS POLIISOPRENO A NIVEL PERU Y A NIVEL -
DE LA SUBREGION ANDINA (GRAN)

Estudio de la demanda en el GRAN

A manera ilustrativa presentamos un cuadro elaborado por la Junta del Acuerdo de Cartagena obtenido de cifras de los países y Cepal (3).

CUADRO III - 3

CONSUMO DE CAUCHO EN EL GRUPO ANDINO (Miles de TM) -

CAUCHOS	1970	%	1980	%	1985	%
Natural :						
TOTAL (1)	31.0	38.4	44.0	27.2	51.0	22.8
Nuevos (2)	28.0		40.0		46.0	

(3) Programa Sectorial de desarrollo de la Industria Petroquímica -
Propuesta 44 - Acuerdo de Cartagena - Marzo 1974.

Sintéticos

TOTAL (2)	49.7	61.6	118.0	72.8	173.0	77.2
Nuevos	45.0	100.0	106.0	100.0	156.0	100.0
SLR	33.0	73.0	67.0	63.2	90.0	57.7
PBR	5.4	12.3	16.0	15.1	23.0	14.7
Otros	6.6	14.7	23.0	21.7	43.0	27.6
TOTAL (1) + (2)	80.7	100.0	162.0	100.0	224.0	100.0

De la demanda total de cauchos un 90% equivale a caucho nuevo y un 10% a caucho regenerado.

Como vemos en los países del Gran el aumento Histórico del PUR alcanza co
mo el 10 %.

En el cuadro se puede apreciar que el consumo de PDR representa aproximadamente el 14% dentro de los tipos de caucho sintéticos, por otro lado la tasa de crecimiento del PDR es moderado.

Para analizar la demanda en el Gran, estudiaremos los datos históricos correspondientes a la importación de caucho sintético PDR, puesto que no hay producción en cada uno de los países miembros, en igual forma se presentaron cifras históricas de la producción de neumáticos que está estrechamente relacionado con el parque automotor.

CUADRO III - 4

RELACION PRODUCCION DE LLANTAS / PARQUE AUTOMOTOR

AÑO	PERU	COLOMBIA	CHILE (1)	VENEZUELA	ECUADOR	BOLIVIA
1964	1.38	3.04	2.54	2.26	1.75	
1965	1.46	3.75	2.50	2.29	1.86	
1966	1.61	3.57	2.58	2.22	1.86	
1967	1.63	3.76	2.17	1.99	1.93	
1968	1.49	3.37	2.19	2.27	2.09	
1969	1.48	3.83	1.96	2.18	2.12	
1970	1.84	3.91	2.08	2.06	1.89	
1971	1.78	3.89	2.29	2.43	1.92	
1972	1.86					
1973	1.95					
1974	1.89					
1975	1.85					
PROMEDIO	1.69	3.64	2.41	2.21	1.93	

(1) No pertenece al Grupo Andino

Tomaremos como base la variación porcentual del consumo aparente histórico del PDR y las proyecciones que se dan en los principales sectores que tienen incidencia en el consumo de PDR.

CUADRO III-5

PRODUCCION DE NEUMATICOS EN EL GRAN

(Miles)

AÑO	PERU	COLOMBIA	VENEZUELA	ECUADOR	BOLIVIA
1967	403	780	1244	91	
1968	449	703	1534	106	
1969	470	695	1560	118	
1970	609	873	1577	120	
1971	591		1968	143	
1972	672	898	2123	163	
1973	748	983	2240	182	
1974	768	1303	2363	185	
1975	801	...		274	
1976					
1977					

FUENTE : Statistical Year book 1977

Naciones Unidas

... Datos no disponibles

Magnitud Cero

D.1 PERU

En los Anuarios de comercio las cifras de Importación del PER aparecen en la partida 40.02.103 (NABALC) entre los años 1968 a 1972 y en los demás años aparece incluido dentro de los "cauchos sinteficos en la partida 40.02.00.00 (NADANDINA).

En el cuadro III-6 se puede apreciar la cantidad de PER importada en -

relación a los demás sintéticos como se observa el PDR representa aproximadamente el 15% del total de los sintéticos (+).

(+) No se tomó en cuenta las cifras de 1968 por tener un elevado porcentaje en el rubro "Otros cauchos sintéticos".

TABLA III - 6

IMPORTACION DE CAUCHOS SINTETICOS PERU

PARTIDA	TIPO CAUCHO	1968		1969		1970		1971		1972	
		TM	%	TM	%	TM	%	TM	%	TM	%
40.02.102	Cloropreno (CP)	126	3.7	105	3.2	101	2.5	220	3.8	217	3.9
40.02.103	Polibutadieno (PBR)	247	7.2	461	14.2	605	15.0	817	14.0	708	12.7
40.02.104	Poliisopreno (PIR)	105	3.2	66	2.0	39	1.0	45	0.8	31	0.5
40.02.105	Estireno-Butadieno (SBR)	1840	53.8	2269	70.06	2775	68.7	3988	68.6	3909	70.0
40.02.106	Polibutadieno-Acri lonitril ^o (NBR)	4	0.1	4	0.1	17	0.4	19	0.3	10	0.2
40.02.199	Los demás	1095	32.0	323	9.9	503	12.4	728	12.5	710	12.7
40.02	TOTAL CAUCHOS SINTETICOS	3420		3258		4040		5817		5585	

FUENTE: Anuario de Comercio Exterior del Perú de 1968-1972
Ministerio de Industria y Comercio

TABLA III-6 (Continuación)

IMPORTACION DE CAUCHOS SINTETICOS PERU

(TM / A)

	1973	1974	1975	1976	1977	1978
NABANDINA						
40.02.02.00						
CAUCHO SINTETICO						
TOTAL	6,170	6,048	8,190	6,636	5,172	6,331 (1)
CAUCHO PBR (*)	816	850	1,800 (-)			

FUENTE: Anuario de Comercio Exterior del Perú, Boletines y Resúmenes de 1973 - 1978

(1) Listado IBM Ministerio de Comercio
Selectivo 1978
3901/4014
Oficina de Información y Estadísticas

(*) Estudio Actualizado para el Programa Petroquímica Sub Regional
Situación de la Industria Petroquímica en el Perú
Junta del Acuerdo de Cartagena
Lima, Mayo de 1976

(-) Estimado en base al ler. Semestre de 1975 en base a Estadísticas de Aduana.

La procedencia de las importaciones del Caucho sintético PDR durante los años mencionados se muestra en el Cuadro III-7.

Los principales insumidores se muestran en el Cuadro III-8, del cual se desprende que los principales sectores que insumen caucho sintético representan :

Neumáticos	77	%
Calzado	18	%
Art. de jebe	5	%

Por otro lado la estructura referido al valor Bruto de la producción en los sectores considerados es la siguientes :

Neumáticos	81	%
Calzado	15	%
Otros	4	%
	100	%

La estructura que se dá es un promedio entre los años 1970-1974 elaborado en base a datos obtenidos de los Anuarios.

Para proyectar la demanda se utilizó el método de Análisis Sectorial observando que los datos se aproximan a una curva ligeramente exponencial - la cual es característica de los países en vías de desarrollo.

En el período 1965 a 1970 la tasa de crecimiento observada en el Gráfico III-2 es de 15 % mientras que la tasa entre 1970 a 1975 es de 30% y de 1975 a 1980 de 12 %.

La producción de llantas ha venido aumentando en un 10.7% de promedio anual. Los productores estiman que el crecimiento será del orden del 10 % anual para los próximos años. El parque automotor ha venido creciendo en un 7.4% de promedio, se estima que el crecimiento de consumo de este sector estará alrededor del 10%.

Por lo tanto asumiremos que la tasa para el período 1975-80 será de 12 % anual y del 80'-85' y 85'-95 serán de menor magnitud 10% y 8% respectivamente.

La proyección de la demanda serán iniciados tomando el promedio de los últimos años en razón a observarse altas variaciones en los últimos años ; las cantidades proyectadas se encuentran tabuladas en el Cuadro III-15.

CUADRO III - 7

PROCEDENCIA PRINCIPAL DE LA IMPORTACION DE CAUCHO SINTETICO PBR

<u>PROCEDENCIA</u>	1968		1969		1970		1971		1972	
	TM	%	TM	%	TM	%	TM	%	TM	%
MAYORES IMPORTADORES										
JAPON	5	2.0	74	16.1	189	31.2	395	48.5	214	30.2
REYNO UNIDO	151	61.1	262	56.8	364	60.2	412	50.4	445	62.9
ESTADOS UNIDOS	89	36.0	65	65.0					44	6.2

PROCEDENCIA PRINCIPAL DE LA IMPORTACION DE CAUCHO SINTETICO (TM)

<u>PROCEDENCIA</u>	1973	1974	1975	1976	1977	1978
MAYORES IMPORTADORES						
ESTADOS UNIDOS	1783	1021	2471	2231	979	Nd.
JAPON	2677	2110	4047	2906	2262	Nd.
ARGENTINA	-	1626	222	-	1100	Nd.
ALEMANIA OCCIDENTAL	-	-	238	192	240	Nd.
REINO UNIDO	-	-	470	463	244	Nd.

Nd. : No existen datos

CUADRO III - 8

<u>PRINCIPALES</u>		<u>INSUMIDORES</u>	
EMPRESAS	PRODUCTORAS	REGISTRO	PRODUCTOS ELABORADOS
DE LLANTAS Y CAMARAS :		INDUSTRIAL	
Cía. Good Year del Perú		258	01, 02, 03, 04, 05
Lima Rubber Company S.A.		2092	01, 02, 03, 04, 05, 06

PRINCIPALES PRODUCTOS DE LA INDUSTRIA DE FABRICACION DE LLANTAS Y CAMARAS

GRUPO CIPU MODIFICADA 3551

Orden	CIU	CODIGO	PRODUCTOS	UNIDAD	1974	1975	1976
	Ant.	Prod.		Medida			
		CUCI					
01	300	629.1.05	Cámaras Camiones	UD.	162,322	165,501	175,169
02	300	629.1.03	Cámara Automóviles	UD.	195,407	203,501	216,674
03	300	629.1.09	Llantas Automóviles	UD.	530,486	495,457	651,923
04	300	629.1.11	Llantas Camiones	UD.	236,926	260,860	294,949
05	300	629.1.14	Llantas Tractores	UD.	3,060	4,024	4,540
06	300	629.1.16	Llantas Equipo Pesado	UD.	2,922	2,924	2,797

FUENTE: Ministerio de Industria y Turismo
Industria del Caucho - 1977

CUADRO III - 9

<u>AÑO</u>	<u>CONSUMO APARENTE (TM) DE CAUCHO SINTETICO (1)</u>			
	<u>TOTAL</u>		%	TASA DE AUMENTO
CAUCHO SINTETICO	CAUCHO PER			
1965	2400	360 (2)		-
1968	3420	247	7.2	-
1969	3258	461	14.2	86.6
1970	4040	605	15.0	31.2
1971	5817	817	14.0	35.0
1972	5585	708	12.7	13.3
1973	6170	816	13.2	15.3
1974	6048	850	14.1	4.2
1975	8190	800	22.0	111.8
1976	6636	995 (2)		44.7
1977	5172	776 (2)		22.0
1978	6331 (+)	950 (2)		22.4
TASA PROMEDIO				22.7 %

FUENTE : Ministerio de Comercio
Anuario de Comercio Exterior del Perú

- (1) Consumo aparente = Importación (no existe producción).
 (2) Se ha considerado el 15 % del total de la Importación de cauchos sintéticos, no serán considerados como datos reales.
 (+) Listado IDM Ministerio de Comercio.

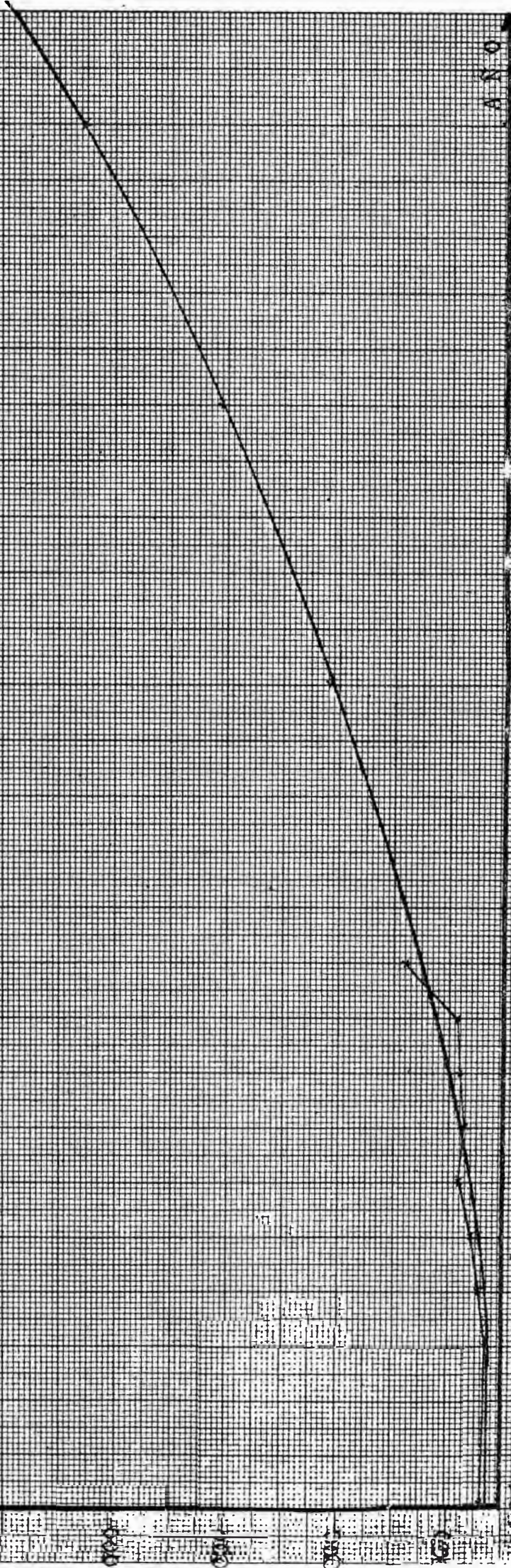
FIGURA III-2

DEMANDA HISTORICA Y PROYECTADA DEL CAUCHO CIS-POLIBUTADIENO EN EL PERU

TON

AÑO

1975 1980 1985 1990



D.2 COLOMBIA

En los anuarios de Comercio exterior el PER aparece incluido dentro de los sintéticos en la partida 40,02.02.00. Para evaluar el porcentaje de PBR, dentro de los sintéticos debemos examinar la composición de la industria del caucho. Al no disponer de las cantidades insumidas, la evaluación lo haremos en base al valor bruto de la producción de cada una de las industrias de este Sector.

La composición de los sectores insumidores se asemeja a la del Perú, asumiremos que el PBR es el 15% del total de sintéticos, teniendo en cuenta además que la producción de neumáticos es mayor.

Los principales proveedores de caucho sintético han sido Estados Unidos y Japón.

Los principales insumidores son Croydon (Cali), Phillips (Yumbo) Goodyear (Yumbo) e Icollantes (Dogotá).

En el Cuadro III-10 mostraremos las cifras históricas de los años 1966-1975 de la demanda de Caucho Sintéticos.

Para proyectar la demanda se adopta el mismo método realizado en el Perú, se verá su relación que existe con la producción de llantas y el aumento del parque automotor.

La producción de llantas ha venido aumentando en un 8.8% promedio anual. El crecimiento de este sector se verá afectado por una baja de exportación ya que sus principales compradores Bolivia y Ecuador han proyectado aumentar su producción en los próximos años. Asimismo, el parque automotor ha venido creciendo a un ritmo de 7.9 % (4).

(4) Datos obtenidos de Anuario de Comercio Exterior de Colombia.

Por lo tanto asumiremos que la tasa para el período 75-80 será de 10% anual. Del 80-85 asumiremos que la tasa de crecimiento será de 8 % y para el período 85-95 será del orden del 6 %.

Las cantidades proyectadas se encuentran en la Tabla III-15.

CUADRO III-10

DATOS HISTORICOS - COLOMBIA

IMPORTACION DE CAUCHOS SINTETICOS -

AÑO	CONSUMO APARENTE (TM)		TASA
	Caucho Sintético	Caucho PBR	DE AUMENTO
1965	8989	1348	-
1966	11075	1661	23.2 %
1967	6499	975	41.3
1968	9298	1395	43.1
1969	10438	1566	12.3
1970	10021	1503	4.0
1971	14561	2184	45.3
1972	13969	2098	3.9
1973	16984	2548	21.4
1974	19752	2963	16.3
1975	20740	3111	5.0
1976	23969 (1)	3595	15.6
			12.80 %

FUENTE : Anuario de Comercio Exterior de Colombia

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICAS (DANE)

(1) Estimado de la demanda SBR.

D.3 VENEZUELA

En los anuarios del comercio exterior el PDR aparece incluido en los cauchos sintéticos, partida 231.02.00 hasta Julio de 1973, luego aparece junto con los demás cauchos sintéticos diferentes a SBR con CODIGO 07-40020 29900.

En el análisis del mercado de cauchos sintéticos se encuentra que la composición de los sectores que insuman PDR se tiene que un 90% corresponde a fabricación de llantas.

Del análisis de la producción de llantas y el aumento de parque automotor obtenido de los anuarios vemos que la producción de llantas tiene una tasa de crecimiento 8.4% anual y el parque automotor de 7.7 %.

Asumiremos que el PDR representa el 13 % del total de los sintéticos. Esta estructura nos da una relación entre la importación de PDR y la producción de llantas, siendo consistente con las relaciones dadas para los demás países.

Asumiremos para proyectar la demanda en los períodos 75-80, 80-85, 85 al 95 unas tasas de aumento de importación de 10,8 y 7% respectivamente.

Las cantidades proyectadas se encuentran en mencionados en la Tabla III-15.

CUADRO III - 11
DATOS HISTORICOS- VENEZUELA
IMPORTACION DE CAUCHOS SINTETICOS -

AÑO	CONSUMO APARENTE		TASA DE ALMENTO
	<u>Caucho Sintético</u>	<u>Caucho PRL</u>	
1965	11,487	1493	-
1966	13,931	1811	21.3 %
1967	16,470	2141	18.2
1968	16,567	2154	0.6
1969	17,280	2246	4.3
1970	16,757	2178	3.0
1971	15,779	2051	5.8
1972	21,295	2768	35.0
1973	35,572	4624	67.1
1974	34,017	4422	4.4
1975	34,133	4437	0.3
1976	nd.	nd.	-
			13.4 %

FUENTE: Anuario de Comercio Exterior de Venezuela.

D.4 ECUADOR

En los anuarios de comercio exterior el caucho PRL aparece aislado en el período 1974-1973 bajo la partida general NARAL 40.0200 de cauchos sintéticos.

Las cifras mostradas en los anuarios se prestán a confusión debido a que

el % de PBR en relación al total de sintéticos tiene una alta variación, por lo que nos basaremos en la cantidad total de caucho y látex sintético por año.

La estructura de los sectores que insuman caucho es :

Neumáticos y relacionados	37%
Calzado	7 %
Otros	6 %

Por tanto asumiremos que un valor de 10 % de PBR, sobre el total de cauchos sintéticos (Caucho + latex) será adecuado, además con esta estructura la relación se ajusta a la demanda de los demás países del GRAN.

Los principales proveedores son Japón y Estados Unidos y el principal insumidor es ERCO (Cuenca).

La producción de llantas ha venido aumentando con una tasa del orden del 13.9 % anual y el parque automotor con una tasa de 12.7%.

Asumiremos para proyectar la demanda en los períodos 75-80, 80-85 y 85 al 95 tasas de 15,12 y 10% respectivamente.

TABLA III - 12

IMPORTACION O CONSUMO APARENTE DE CAUCHOS SINTETICOS DE ECUADOR (TM)

AÑO	1971		1972		1973		1975	1976
	TON	%	TON	%	TON	%	TON	TON
Latex de SBR ó GRS.	552.3	61	293.8	57	15.3	16		
Latex de GRM	0.7	-	3.6	1	2.2	2		
Latex de PIR	36.6	4	-	-	-	-		
Latex de PBR	19.7	2	-	-	-	-		
Latex de los demás	295.9	33	219.1	42	77.6	82		
TOTAL LATEX	905.2	100	516.5	100	95.1	100	97.8	14.0
Caucho SBR	93.2	15	446.1	95	2034.2	98		
Caucho GRM	1.0	-	14.5	3	28.5	1		
Caucho PBR	42.8	7	-	-	-	-		
Caucho butílico	35.9	5	-	-	-	-		
Demás cauchos	460.7	73	9.5	2	24.0	1		
TOTAL CAUCHOS	633.6	100	470.1	100	2086.7	100	2329.0	3088.0
TOTAL CAUCHO-LATEX	1538.8		986.6		2181.8		2426.8	3102.0

FUENTES: Anuario de Comercio Exterior de Ecuador

CUADRO III-13

DATOS HISTORICOS - ECUADOR

IMPORTACION DE CAUCHOS SINTETICOS (TM)

<u>AÑO</u>	<u>CONSUMO DE CAUCHOS SINTETICOS (1)</u> <u>CAUCHO SINTETICO</u>	<u>CAUCHO PIR</u>	<u>TASA DE INCREMENTO</u>
1966	395	40	-
1967	587	59	47.5
1968	956	96	62.7
1969	766	77	19.8
1970	765	77	0.0
1971	1539	154	100.0
1972	987	99	35.7
1973	2182	218	120.2
1974	2900 (+)	290	33.0
1975	2427	243	16.2
1976	3102	310	27.6
1977	nd.	nd.	_____
			31.9 %

FUENTE : Anuario de Comercio Exterior de Ecuador.

(1) Latex + Caucho

(+) Estudio de Actualización de Mercado para el Programa Petroquímico Sub-Regional"-

Junta del Acuerdo de Cartagena.

D.5 COLIVIA

En los anuarios de Comercio Exterior de Colombia el P.R. aparece incluido en la partida 40.02 (Cauchos sintéticos; inclusive látex sintético sin estabilizar y caucho facticio derivado de los aceites).

El sector neumático a diferencia de otros países es el de menor importancia, ocupándose en su mayoría al reencauche, sólo a partir de 1968 se empezó a producir llantas en 2500 unidades/año.

La composición de los sectores que insuman caucho sintético respecto al valor bruto de producción entre los años 65-70 fué :

Calzado y relacionados	62 %
Neumáticos y relacionados	16 %
Otros	22 %

De lo expuesto y considerando que la industria de Neumáticos está en una reciente formación, asumiremos que del 75-80, 80-85 y 85-95 las tasas de crecimiento en la demanda de P.R. serán del orden de 20, 17 y 15 % respectivamente.

Para obtener los datos de demanda de P.R. entre los años 1967-1972, asumiremos debido a que el sector neumático no está desarrollado y que el P.R. casi exclusivamente es usado en la fabricación de llantas que el consumo de este caucho es 10% del total de sintéticos.

Asumiremos también que la tasa de crecimiento para el período 70-75 sea de 20 %.

CUADRO III - 14

<u>DATOS</u>		<u>HISTORICOS</u>	<u>BOLIVIA</u>
<u>IMPORTACION DE CAUCHOS SINTETICOS (M)</u>			
<u>AÑO</u>	<u>CONSUMO DE CAUCHO SINTETICO</u>	<u>CAUCHO SINTETICO PBR</u>	<u>TASA DE CRECIMIENTO</u>
1967	110	11	
1968	235	24	118.2 %
1969	177	18	25.0
1970	216	22	22.2
1971	450	45	104.5
1972	259	26	42.2
1973	311 (1)	31	19.2
1974	373 (1)	37	19.4
1975	448 (1)	45	<u>21.6</u>
			29.74 %

FUENTE: Anuario de Comercio Exterior de Bolivia

1966 - 1969 y 1970 - 1972

Instituto Nacional de Estadísticas - Ministerio de Planificación.

(1) Obtenido de 1972 con una tasa de crecimiento 20 %.

CUADRO III - 15

PROYECCION DE LA DEMANDA DE PBR EN EL GRAN (TM)

<u>AÑO</u>	<u>PERU</u>	<u>COLOMBIA</u>	<u>VENEZUELA</u>	<u>ECUADOR</u>	<u>BOLIVIA</u>	<u>TOTAL GRAN</u>	<u>PARTICIPACION PERUANA (1)</u>
1975	1800	3111	4437	243	45	9636	3212
1976	2016	3595	4881	310	54	10856	3619
1977	2258	3955	5369	357	65	11582	3861
1978	2529	4350	5906	410	78	13273	4424
1979	2832	4785	6496	471	93	14677	4892
1980	3172	5263	7146	542	112	16235	5412
1981	3486	5285	7717	607	131	17626	5875
1982	3838	6139	8335	680	153	19145	6382
1983	4222	6630	9002	762	179	20795	6932
1984	4644	7161	9722	853	210	22590	7530
1985	5109	7734	10500	956	245	24544	8181
1986	5518	8198	11235	1051	282	26284	8761
1987	5959	8690	12021	1156	325	28151	9384
1988	6436	9211	12862	1272	373	30154	10051
1989	6951	9764	13763	1399	429	32306	10769
1990	7507	10349	14726	1539	494	34615	11538
1991	8108	10970	15757	1693	568	37096	12365
1992	8756	11628	16860	1862	653	39759	13253
1993	9457	12326	18048	2048	751	42630	14210
1994	10213	13065	19303	2253	864	45698	15233
1995	11030	13849	20654	2479	994	49006	16335

(1) Como el caucho PBR está asignado a tres países, le corresponde 1/3 parte del mercado al país

Artículo 35 de la Decisión 91 Comisión Petroquímica

D.6 DEMANDA Y PARTICIPACION PERUANA EN EL GRAN

Las proyecciones de la demanda evaluadas anteriormente para los países miembros del GRAN nos muestran que el año 1985 se tendrá una demanda total cerca de 24,600 TM. lo que, nos induce a estimar que la demanda irá incrementándose en un 7 % anual (Compatible con la estructura de desarrollo de la Subregión) hasta 1990 alcanzándolas 35,000 TM.

En la propuesta 44 de la Junta del Acuerdo de Cartagena se asignó a Perú, Colombia y Venezuela el caucho PER y según el artículo 35 de la Decisión-91 Comisión de Petroquímica- el mercado deberá dividirse en partes iguales. Por lo tanto, el Perú intervendrá satisfaciendo una tercera parte del mercado andino.

El mercado nacional representa el 65 % de la intervención peruana en el GRAN, lo que indica que es significativo.

Señalaremos que existe acuerdos de la Junta para aprovechar la capacidad excedente mediante la colocación de productos en mercados extraregionales como el mercado común centroamericano, el mercado común Europeo.

De un análisis de mercado Regional y extraregional podemos visualizar de que magnitud ha de considerarse la planta a implementar.

CUADRO III - 16

RESUMEN DE LOS ANUARIOS DE EXPORTACION DE CHILE (T.M.)

<u>PARTIDA</u>	<u>ARTICULO</u>	1969		1970		1971		1972		1973		1974	
		TM	%	TM	%	TM	%	TM	%	TM	%	TM	%
40.02.101	L.de PIR	114		192		-		14		-		18	
40.02.102	L.de PBR	23		9		21		11		83		172	
40.02.103	L.de PCB	21		17		-		55		-		-	
40,02.104	L.de SBR	130		21		100		86		429		350	
40,02.105	L.de PCN	-		-		10		-		-		-	
40.02.106	L.de NBR	2		55		-		3		-		10	
40.02.107	L.de PCBA	-		-		-		-		-		344	
40.02.199	Los demás	1554		791		689		783		584		636	
TOTAL LATEX		1844		1085		820		952		1096		1530	
40,02.201	C.PIR	117	2.7	11	0.2	3	-	4	0.1	3	0.04	1	-
40.02.202	C.PBR	64	1.5	91	1.6	257	3.6	141	1.9	6	0.10	340	5.1
40.02.203	C.PCB	38	0.9	47	0.8	11	0.2	1	-	-	-	7	0.1
40.02.204	C.SBR	2049	47.1	2830	48.8	2648	37.3	2693	36.7	1628	24.30	1488	22.3
40.02.205	C.PCN	-	-	9	0.2	3	0.1	-	-	-	-	-	-
40,02.206	C.NBR	5	0.1	39	0.7	3	0.1	2	-	6	0.10	-	-
40.02.207	C.PCBA	114	2.6	-	-	-	-	-	-	3	-	23	0.3
40.02.208	Tioplásticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
40.02.299	Los demás	1963	45.1	2771	47.7	4131	58.2	4705	62.3	5046	75.40	4835	72.2
TOTAL CAUCHO		4352	100.0	5771	100.0	7103	100.0	7545	100.0	6692	100.0	6696	100
TOTAL LATEX-CAUCHO		6196		6884		7923		8498		7788		8226	

FUENTE: Anuario de Comercio Exterior de Chile 1965-1974

D.7 ANALISIS DE MERCADOS EXTRAREGIONALES

D.7.1. CHILE

En los anuarios de Comercio Exterior de Chile el PDR aparece aislado con la partida 40.02.202. Al evaluar el % de PDR respecto al total de sintéticos se observa que varía entre 0.1 y 5.1%.

Observamos que existe una baja relación de PDR importado a producción de llantas y además se presenta una elevada cantidad en la partida 40.02.299, que agrupa a los demás cauchos sintéticos por lo que tomaremos la suma total de látices y cauchos sintéticos.

Asumiremos que el PDR representa el 10% del total de caucho sintético más látices. Esta estructura da una relación consistente entre la importación de llantas y la producción de llantas.

Para proyectar la demanda observamos que la tasa de incremento de 1965-1970 es de 7.4% aproximadamente, mientras que en 1970 al 75, es de 5% en cuanto a la demanda de PDR.

La producción de llantas ha venido aumentando en un 5.9% y el parque automotor en el orden de 9.1%.

Debido a su situación política y militar las demandas en cuanto a cauchos tuvo bajas, pero que una vez superada esta tirantez, se presume que la demanda irá en aumento y que se experimentará una tasa de crecimiento optimista de 7% en cuanto a PDR se refiere hasta 1990 y entre 1990 y 1995 se tendrá una tasa del 6%

CUADRO III - 17

DATOS HISTORICOS - CHILE -

IMPORTACION DE CAUCHOS SINTETICOS -

AÑO	PRODUCCION LLANTAS (UD)	CONSUMO APARENTE DE SINTETICOS CAUCHOS SINTETICOS	(TM) CAUCHO PBR	TASA (1)
1965	506,000	4833	483	-
1966	555,000	5401	540	
1967	505,000	4151	415	23.1
1968	556,000	5183	518	24.8
1969	562,000	6196	620	19.7
1970	676,000	6884	688	11.0
1971	791,000	7923	792	15.1
1972	805,000	8498	850	7.3
1973	766,000	7788	779	8.4
1974	917,000	8226	823	5.6
1975	229,000	nd.	nd.	nd.
1976	605,000	nd.	nd.	<u>nd.</u>
				7.1 %

FUENTES Anuario de Comercio Exterior de Chile
 Cámara de Comercio de Chile
 -Statistical Year Book

United Nations 1977

(1) 10% del total latex + caucho

Para proyectar la demanda observamos que la tasa de incremento de - 1965-1970 es de 7.4 % aproximadamente, mientras que en 1970 al 75 es de 5 % en cuanto a la demanda de PRR.

La producción de llantas ha venido aumentando en un 5.9 % y el parque automotor en el orden de 9.1 %.

Debido a su situación política y militar, las demandas en cuanto a - cauchos, tuvo bajas, pero una vez superada esta tirantez, se presume - que la demanda irá en aumento y que se experimentará una tasa de crecimiento optimista de 7 %, en cuanto a PRR se refiere, hasta 1990 y entre 1990 y 1995, se tendrá una tasa de 6 %.

CUADRO III - 18

PROYECCION DE LA DEMANDA DE PRR-CHILE (TM)

<u>AÑO</u>	<u>DEMANDA</u>	<u>AÑO</u>	<u>DEMANDA</u>
1975	881	1986	1854
1976	942	1987	1983
1977	1008	1988	2122
1978	1079	1989	2271
1979	1154	1990	2430
1980	1235	1991	2575
1981	1322	1992	2730
1982	1414	1993	2894
1983	1513	1994	3067
1984	1619	1995	3251
1985	1732		

D.7.2. ESTADOS UNIDOS DE NORTE AMERICA (5)

Los datos de demanda de FPR en los EE.UU. son :

1975	320,000	TM.
1976	330,000	TM.

(5) Chemical Marketing Reporter N° 21.

Noviembre 1976.

El desarrollo de la demanda es :

Histórico (1965-1975)	:	6 - 8	% Anual
Futuro (1975-1980)	:	2 - 3	% Anual

Las Empresas productoras son :

	<u>CAPACIDAD (+)</u>
America Synthetic, Louisville, Ky	75,000
Firestone Orange, Tex	94,000
Goodrich Orange, Tex	60,000
Good Year Peumont, Tex	110,000
Phillips Borger, Tex	<u>65,000</u>
TOTAL	404,000

(+) Toneladas largas anuales, caucho neto básicamente de Polibutadieno en solución. En Texas se produce Polibutadieno noimerizado en emulsión, en Port Neches, la capacidad es a razón de 30,000 TM/T. Esta revisión de perfil de Polibutadieno es de Noviembre 22 de 1976.

Para la proyección de la demanda consideraremos que la tasa de crecimiento del 75-80 es de 3% y del 80-90 - 15% y de 90-95 1.0 %.

CUADRO III - 19

PROYECCION DE DEMANDA DE PLR EEUU
(TM)

AÑO	DEMANDA	AÑO	DEMANDA
1975	320,000	1986	406,000
1976	330,000	1987	412,000
1977	339,000	1988	418,000
1978	350,000	1989	424,000
1979	360,000	1990	431,000
1980	371,000	1991	435,000
1981	377,000	1992	439,000
1982	382,000	1993	444,000
1983	388,000	1994	448,000
1984	394,000	1995	452,000
1985	400,000		

D.7.3 ARGENTINA (1)

El caucho Cis polibutadieno es totalmente importado, sus usos fundamentales son fabricación de cubiertas y como copolímero de poliestireno de alto impacto.

Se estima una tasa de crecimiento anual 1980-85 del 10% 1985/90 de 8%.

CUADRO III-20

DEMANDA REAL Y PROYECTADA DE SBR - PBR y BUTADIENO

<u>AÑO</u>	<u>SDR</u>	<u>CIS-PBR</u>	<u>BUTADIENO PARA PBR</u>
1972	32,200	7300	8000
1973	41,800	6600	7300
1974	38,100	5500	6100
1975	36,700	6600	7300
1980	65,000	18,000	19800
1985	100,000	29,000	31,800
1990		42,600	

D.7.4. BRASIL (6)

El caucho cis Polibutadieno es producido y comercializado bajo la partida NAD 40.02.99.03 y NALALAC 40.02/202.

Un balance oferta x demanda en 1982 establece un parámetro para observar como está el desarrollo de esta industria.

<u>CAUCHO</u>	<u>DEMANDA</u>	<u>OFERTA</u>	
SBR	203	235	+ 32 Superávit
PLR	47	70	+ 29

(6) 4to. Congreso y 1er. Latinoamericano de Petroquímica.
 Instituto Argentino de Petróleo
 Asociación Química Argentina
 Asociación Química de Ingenieros-Químicos
 San Carlos de Bariloche - Argentina
 14-20 Noviembre 1976

TABLA III - 21

PRODUCCION Y DEMANDA DE PIR - BRASIL - (TM)

<u>AÑO</u>	<u>PRODUCCION</u>	<u>IMPORTACION</u>	<u>CONSUMO AFARENTE</u>
1966	6527		6527
1967	7704		7704
1968	8742		8742
1969	8282		6,400
1970	11282		11,241
1971	12747		12,747
1972	16038		16018
1973	20001	10	19,941
1974	24514	43	24,443
1975	27089	172	27,089
1976			26,000
1977			29,000
1978			32,000
1979			35,000
1980			39,000
1981			43,000
1982			47,000

FUENTE : 4to. Congreso de Petroquímica de Argentina
CARILOCHE-ARGENTINA - 1976

El precio de PIR a Junio de 1976 es de 1,100 S/. TM. en las plantas productoras de PIR de Brasil.

TABLA III - 22

PRODUCCION Y DEMANDA DE CAUCHOS - MEXICO - (TM)

AÑO	PRODUCCION PER	PRODUCCION CAUCHOS SINTETICO	CONSUMO PER
1966	nd.	nd.	3900
1967	nd.	20,000	nd.
1970	nd.	44,000	6600
1974	nd.	66,000	12,000
1976	45,000	nd.	nd.
1980/81	45,000	nd.	nd.

FUENTE : 4to. Congreso Nacional y 1er. Latinoamericano de Petroquímica.
San Carlos de Bariloche - Argentina
14 - 20 Noviembre de 1976.

ANALISIS

Vemos que podemos captar con una buena política exterior de comercio - los mercados de Chile, Argentina, la Costa Oeste de los Estados Unidos de Norteamérica, pues aquí no existen plantas productoras de PER, las que producen este caucho se encuentran en la zona del Caribe y la Costa Este.

La incidencia del flete entre la zona del Pacífico de EE.UU. y el Perú resultaría menor que la del costo del transporte entre las zonas - este o central (Texas) y la costa Oeste.

Los mercados de Brasil, Mexico, están cogados por sus propios productores.

Los otros mercados como los de Oceanía y Asia, debido a su gran distancia que nos separa y a la competencia del mercado Japonés, son mercados potenciales de menor importancia.

CAPITULO IV TAMAÑO DE LA PLANTA

La selección del tamaño de la planta se ha realizado fundamentalmente en función al mercado que va a cubrir el proyecto y teniendo en cuenta la flexibilidad de las ampliaciones de la capacidad de planta que permite la tecnología actual.

IV - 1.- TAMAÑO DE LA PLANTA Y MERCADO.-

Según los resultados del estudio de Mercados, Capítulo III, la demanda del caucho sintético cis-polibutadieno a nivel sub-región que corresponde al Perú cubrir es :

<u>AÑO</u>	DEMANDA POTENCIAL (TM)
1984	7530
	8761
1988	10051
1990	11538
1992	13257

Los mercados extraregionales de Chile, Argentina para los años anteriores contemplados son :

	DEMANDA	POTENCIAL (*)	(TM)
	<u>CHILE</u>	ARGENTINA	TOTAL
1984	1619	26,700	28,319
1986	1854	31,600	33,454
1988	2122	36,800	38,922
1990	2430	42,600	45,030
1992	2730	49,300	52,030

En resumen se tendrá un mercado en América del Sur para los años en estudio cubierto por Perú de :

AÑO	DEMANDA POTENCIAL (TM)
1984	15,849
1986	22,215
1988	29,043
1990	36,568
1992	45,283

Las cifras del último cuadro corresponden a la demanda potencial del proyecto de cis-polibutadieno.

(*) Argentina prevee en sus proyecto de plantas Petroquímicas una de Cis-polibutadieno de 20,000 TM/A, entonces la demanda cubierta - por Perú será el total - 20,000 TM/AÑO.

Considerando que las plantas petroquímicas de Bayóvar han de operar el primer año de operación a 70% (7) de su capacidad instalada, resulta que el tamaño recomendable sería de 23,000 TM/AÑO. Con esta capacidad la planta que comenzaría a producir en 1984 arrancaría con el 69% de su capacidad instalada y operaría a plena capacidad el cuarto año de operación (100%) (7)

(7) Propuesta N° 44, de la Junta del Acuerdo de Cartagena, Marzo 1974, Anexo 3.-

IV. 2.- TAMAÑO DE PLANTA EN RELACION A LAS TECNOLOGIAS

Desde el punto de vista Tecnológico el equipo de menor capacidad, es el reactor, existiendo comunmente para más de una capacidad de 30,000 TM/A.

También se cree que las economías de escala óptimas se obtendrían en plantas de más de 30,000 TM/AÑO, es decir que "la capacidad mínimo económica de una planta de PPR es de 30 MM/AÑO" (*).

IV. 3.- CONCLUSION SOBRE EL TAMAÑO DE LA PLANTA

Teniendo en cuenta los factores, tamaño de mercado y tecnología, se ha determinado para la planta de Cis-polibutadieno una capacidad de producción de 25,000 TM/AÑO con miras a sufrir ampliaciones.

(*) 4to. Congreso Nacional y 1er. Latinoamericano de Petroquímica - Bariloche- Argentina- 1976.-

CAPITULO V LOCALIZACION DE LA PLANTA

La planta PBR, integrante del Complejo Petroquímico Integrado, se localizará en Payóvar, desierto de Sechura, en el Departamento de Piura. Esta localización ha sido determinada por el Gobierno Peruano, siguiendo la política de descentralización Industrial, para impulsar el desarrollo armónico de las regiones fuera del Departamento de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

La zona de Payóvar, se encuentra dentro de la zona de acción concentrada de ventajas comparativas del Litoral "Tumbes-Piura".

La Coordinación del desarrollo de la Zona de Payóvar, ha sido encargada al Comité Ejecutivo del Complejo de Payóvar (CECOMPA), Institución, creada por el Gobierno Peruano, mediante el D.L. N° 20738 y funciona desde 1975 bajo el D.L. N° 21187.

Las funciones de CECOMPA, son las de Prever, Coordinar, Impulsar, Controlar y Determinar prioridades de las obras que ejecutan las empresas (Tales como INDUPERU, PETROPERU, MINTROPERU), sectores, etc., en el área de Payóvar.

V.1.- DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS

Las materias primas principales requeridas para la producción de cis-polibutadieno son el butadieno 1,3; tolueno y n-Heptano.

El butadieno -1,3 será abastecido por el área de productos básicos Planta de Olefinas, en la que por pirólisis de gasóleo se podrá disponer de 42.5 MM/A de Butadieno.

Los solventes Tolueno y n-Heptano, han de ser abastecidos por importaciones en su primera fase, luego podrá ser abastecido el tolueno por el Complejo y el n - heptano por la planta de Producción de Tallara.

Los reactivos, agentes químicos y catalizadores que no se produzcan en el país, serán importados.

V.2.- SERVICIOS INDUSTRIALES

No existe actualmente infraestructura alguna en la zona. Sin embargo, los estudios y diagnósticos realizados para las unidades productivas a instalarse en la zona, han determinado que el Complejo Petroquímico Integrado de Bayóvar contará con un centro de servicio propio, que atenderá a las plantas del Complejo en su primera etapa.

El Centro de Servicios Industriales, comprenderá

- Un sistema de generador - turbina de 30,000 KWH.
- Un caldero de 200 TM/hr. de vapor que se utilizará en los procesos.
- Un sistema de desalinización de agua de mar con una capacidad de 2,600 m³/hr. de agua de proceso y enfriamiento.

V.3.- DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA

No existe mano de obra calificada, por lo que se tendrá que capacitar personal. Se prevee que la Refinería de Talara sea un Centro de Entrenamiento para el personal requerido.

El entrenamiento y capacitación de personal se hará según el cronograma de desarrollo de Proyecto.

V.4.- DISTANCIA A LOS CENTROS DE CONSUMO

Los usuarios más grandes de cis-polibutadieno son las firmas productoras de llantas (neumáticos) Goodyear S.A. y Lima Caucho S.A., que operan en el área de Lima.

La distancia entre Bayóvar y Lima es de 1,100 Kms.

V.5.- MEDIOS DE TRANSPORTE

A) - Marítimo

En la zona del Norte del País, existen los puertos de Paita y Talara, calificados por la Empresa Nacional de Puertos del Perú (ENAPUPERU) - para barcos de gran calada (7-10.5 m).

El puerto de Talara funciona como puerto especializado para la actividad petrolera. El de Paita, es utilizado para comercio exterior. (Importación y Exportación).

En Bayóvar se construye dos muelles de atraque que se utilizarán para el embarque y desembarque de materias primas y productos.

B) - Aéreo

Existen dos aeropuertos comerciales, el de Piura y el de Talara.

Las Empresas nacionales de aviación, prestan servicios de pasajeros y carga con frecuencia de dos a tres veces por día.

C) - Terrestre

Dispone de una red de carreteras que se conecta con la Panamericana y por el Sistema Vial departamental y nacional.

V.6.- TERRENO Y EQUIPAMIENTO URBANO

Está conformado la Zona de Bayóvar, por el Desierto de Sechura. El terreno presenta superficies planas de suave pendiente.

El área de la zona es aproximadamente 20,000 Kms²., la extensión de terreno que demandará el Complejo, es de alrededor de 2 Km².

El suelo deberá soportar cargas máximas de 1-2 Kg/cm² (diseño de cimientos y base de equipos), así como altas vibraciones de los equipos (compresores de 2500-2800 atm).

V.7.- CONDICIONES CLIMATICAS

Clima templado y seco durante el día, con variación promedio mensual (día - noche) de 17.1 a 31.6 °C, el promedio de temperatura es de 25.3 °C.

Llovizna entre Enero y Marzo, máxima precipitación anual de 18.2 mm y mensual de 11.2 mm.

Humedad relativa promedio mensual varía entre 60 y 70%, según sea, verano ó invierno.

Vientos predominantes de Sur-Este, Sur-Sureste y Sur. La velocidad promedio del viento es de 10 nudos y la velocidad media máxima es de 18 nudos.

V.8.- POLITICA DE DESCENTRALIZACION INDUSTRIAL

Está enmarcada dentro de la política de "Descentralización Industrial" del Gobierno Peruano. Está considerada Zona de acción concretada.

Por esta razón el proyecto de Cis-polibutadieno goza de los dispositivos legales :

Ley General de Industrias	D.L. 18350
Ley de Descentralización Industrial	D.L. 18977
Reforma Industrial	D.L. 19621

Los incentivos Tributarios son

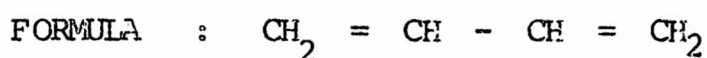
- Menores derechos arancelarios para importación de bienes de capital é insumos.
- Menores impuestos de venta.
- Incentivos para propiciar las reinversiones
- Menores impuestos a los dividendos
- Menores impuestos a la renta
- Incentivos crediticios.

El Plano V-1, muestra la Zona de Rayóvar en el Mapa del Perú.

CAPITULO VI - MONOMERO Y POLIMERIZACION

A.- El Monómero

El monómero, materia prima para la producción de caucho cis - polibutadieno es el BUTADIENO-1, 3, un dieno conjugado- 1,3



El butadieno es un gas que hierve a -5°C , combustible inflamable.

Se almacena en forma líquida a una presión de 2.5 atmósferas en recipientes de acero al carbón. Su almacenamiento y transporte requiere de una pureza determinada y del empleo de inhibidores (terbutilcatecol) y estabilizadores por polimerizarse y copolimerizarse espontáneamente.

PROPIEDADES DEL BUTADIENO

Generales (8)

-Peso Molecular	54.1
-Punto de ebullición °F	24.1
-Densidad a 60°F API (lbs/gal)	94.2 (5.22)

(8) Petrochemical Manufacturing & Marketing Guide

Robert Stovbaugh.

Vol. I y II

LOCALIZACION DE
BAYOVAR

Bahia de
Sechura

Piura

BAYOVAR

Montanas
Illescas

L I M A

LAGO
TITICACA



-Presión de vapor a 60 °F	psig		16.62
-Gravedad específica	60 °F / 60 °F		0.627
-Calor de Combustión (gas)			
a 60 °F, BTU/lb.		Bruto	20.230
		Neto	19.180

Especificaciones Típicas grado polímero (9)

-Apariencia		limpio claro
-Dienos conjugados - 1,3, % Peso		99.70
-Acetileno como venil - acetileno, % peso		0.02
-Contenido de carbonilos, como acetaldehida, ppm		25.00
-Peróxidos (como H ₂ O ₂) ppm		5.00
-Sulfuros (como H ₂ S) ppm		5.00
-Rango de punto de ebullición		0.20
-Inhibidor Terbutilcatecol (TLC) ppm		125.00
-Residuos no volátiles, % peso		0.10
-Butadieno dimero, % peso		0.10
-Contenido de oxígeno, vapor sobre líquido, % vol		20.3
-Densidad (lbs/gal) a 60 °F		5.229
-Cobre y manganeso		0.01
-Amoniaco		100.00
-Acetonitrilo		50.00

(9) Butadieno como Producto Básico en la Industria Petroquímica.
Tecnología de Producción.- Tesis de Pachiller - César E. Espinoza M.

Obtención (10)

El butadieno se puede obtener a partir de las siguientes materias primas en la proporción indicada para EE.UU.

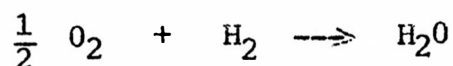
1) n - butilenos	}	45 %
2) n - butanos		
3) Hidrocarburos de Pirólisis (coproducto)		55 %

(cifras
1977)

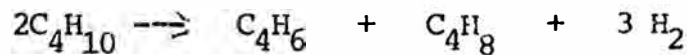
1) A partir de n - butilenos la reacción es :



Este proceso utiliza corrientes de refinería. Una alternativa es el proceso de oxideshidrogenación catalítica.



2) A partir de n - butanos la reacción es :



Esta reacción produce una relación controlable de butileno y butadieno efluente del reactor.

3) A partir de cargas líquidas (gasóleo y Nafta) por la pirolisis, se obtiene una cantidad de butadieno recuperable (2.5 - 4.5 % en peso mediante procesos de extracción.

(10) Copias del Curso de Petroquímica Básica, Ing. Ms. José Torres Urrelo, 1978.

La tendencia mundial, especialmente en Europa y Japón es usar el proceso (3), dada la preponderancia de cargas cada vez más pesadas para el craqueo al vapor, por lo que estudiaremos este último proceso.

Butadieno como Coproducto de Hidrocarburos de Pirolisis (11)

Las corrientes de C_4 de las plantas de craqueo de cargas líquidas - varían ampliamente en su contenido, así el contenido de 1, 3 - Butadieno varía entre 40 - 50%.

Es virtualmente imposible recuperar butadieno - 1,3 puro de la corriente de C_4 's por destilación normal, debido a los azeótropos butadieno - butano y butino- 1 - buteno - 2 trans/ cis, así como a lo cercano de los puntos de ebullición. Por ello, se ha usado la destilación extractiva.

La elección del solvente apropiado ha sido estudiado por diferentes compañías, encontrándose que existen cuatro tipos principales :

-Dimetilformamida (DMF)

-N-Metilpirrolidona

-Acetonitrilo

-Dimetil-acetamida

En los procesos más eficientes se produce un butadieno -1,3 de 99.5% en peso de pureza, con una concentración total de acetilenos que exceden los 100 ppm. Se emplea dos unidades de destilación extractiva y dos de destilación.

El principio del sistema de extracción se muestra en la Figura :
VI - 1.

(11) G. P. B. Process "Butadiene Extraction Process"

November 1977, Nippon Zeon Co., Ltd.

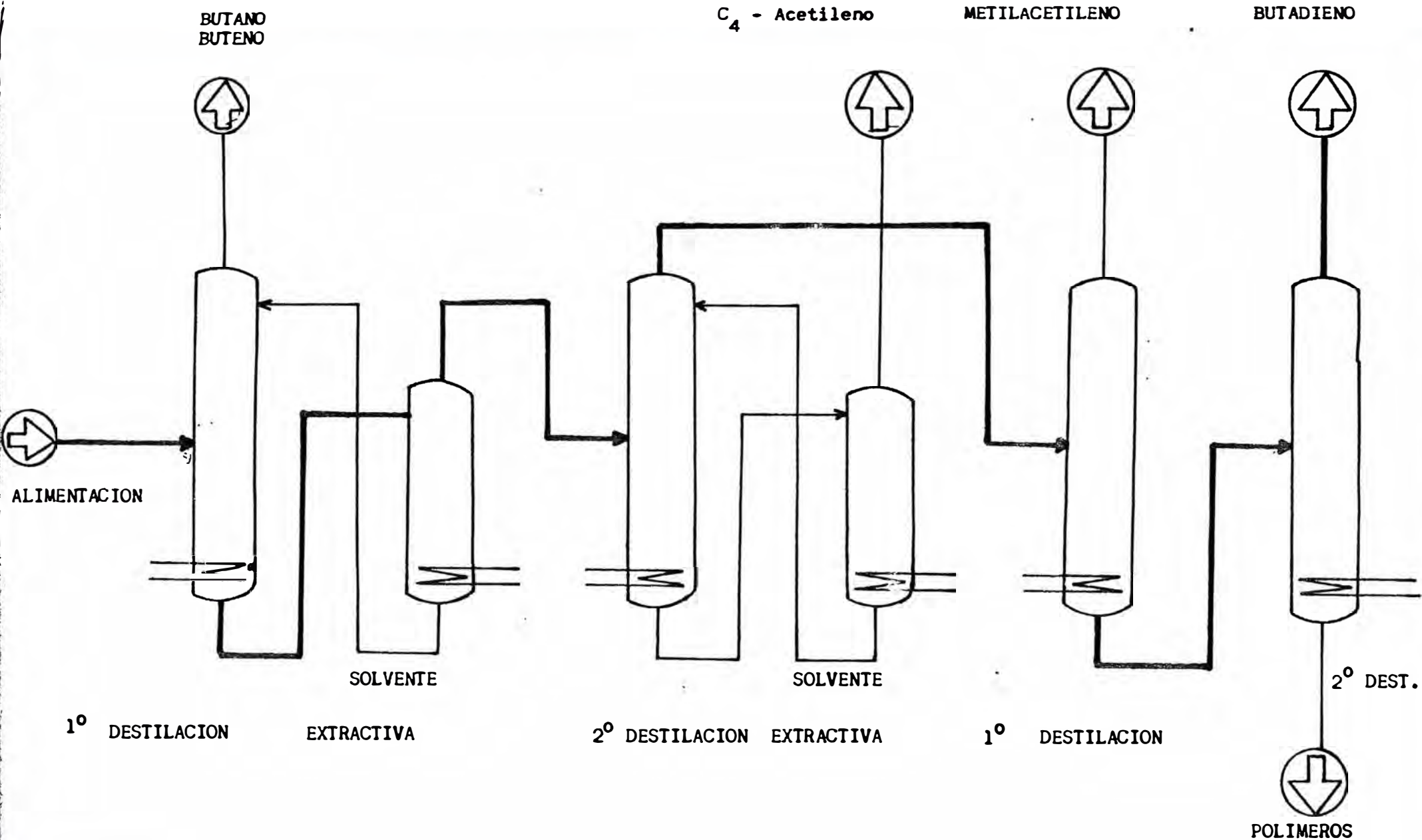
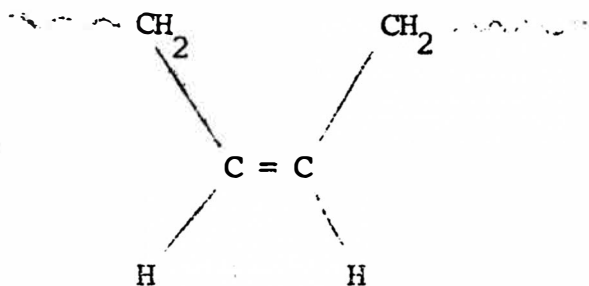


FIG. VI-1 PRINCIPIO DE LA EXTRACCION DE BUTADIENO CON DOS DESTILACIONES EXTRACTIVAS Y DOS DESTILACIONES NORMALES (NIPPON ZEON UNION CARBIDE)

B.- El Polímero

El polímero deseado en la polimerización de butadieno -1,3 es el cis - polibutadieno formado por una polimerización 1,4.

La unidad repetente del polímero cis- polibutadieno es :



las características dependen del proceso y de la forma comercial a obtenerse.

B.1.- Formas de Polimerización (12)

Llamaré formas de polimerización a las técnicas de polimerización. Las reacciones de polimerización por adición son generalmente exotérmicas. Por lo tanto, es necesario controlar el calor de la reacción. Esto puede ser controlado por alguna área por el uso de un solvente apropiado (polimerización en solución) ó limitando

(12) Hydrocarbon Preprocessing, March 1979

"From Hydrocarbons To Petrochemicals".-

la reacción para bajar la conversión (como en polimerización en masa) o por el uso de enfriador externo.

Otro aspecto de la polimerización por adición, es que requiere control en el incremento progresivo de la viscosidad. Esto es solucionando en forma similar al del efecto del calor, por el uso de solventes o conduciendo la reacción a bajas conversiones.

Los procesos más importantes usados en las reacciones de polimerización son :

- La Polimerización en Masa
- La Polimerización en Solución
- La Polimerización en Suspensión
- La Polimerización en Emulsión

POLIMERIZACION EN MASA

La ausencia de un solvente es la característica de este tipo de polimerización. Solamente las especies halladas después del inicio de la reacción son el Monómero y Polímero. Las impurezas en el polímero son bajas y dependen de la impureza original del monómero. El control del calor y la viscosidad es importante y en cierto modo difícil para llevarlo a cabo. Una manera de controlar la temperatura es por una agitación vigorosa y baja conversión.

Sin embargo, la reacción de adición por radicales libres son altamente exotérmicos; la Polimerización del Etileno, Propileno, Acrilomitrilo y Dicloruro de Vinilidene, por ejemplo, son comunmente

POLIMERIZACION EN SOLUCION

Consiste en polimerizar el Monómero disuelto en un apropiado solvente orgánico. El control del calor y la viscosidad es más fácil que en la polimerización en masa, especialmente si el polímero es también soluble en el solvente. Los solventes polares son los más adecuados para la polimerización iónica. Muchos catalizadores del tipo de los órganos metálicos son usados en la polimerización en solución. Estos incluyen - Alkilitio y Trialkil Aluminio ó una mezcla de un tipo órgano-metálico con una sal de metal en transición. Los solventes usados pueden mostrar alguna actividad con los polímeros. Estos afectarán la longitud de la cadena del polímero y su pureza por las reacciones de transferencia en cadena.

En aplicaciones tales como adhesivos y revestimientos, la remoción del solvente del polímero no puede ser necesario. La polimerización en solución ofrece el control de la estructura del polímero y es usado extensivamente para la producción de Elastómeros estereoespecíficos tales como cis - polibutadieno y cis - poliisopreno.

POLIMERIZACION EN SUSPENSION

Con la polimerización en suspensión el monómero es dispersado en un líquido, usualmente agua, por medio de agitación mecánica. Los iniciadores son escogidos tal que sean solubles en el monómero, aceite soluble. Estabilizadores, tales como talco, polivinil alcohol y bentonita, son usados para prevenir los polímeros en cadena y que se adhieran unos a otros y cuidar que los monómeros sean dispersados en el líquido. El polímero final es obtenido en forma granular, botón o perla, o ambos. Polímeros producidos por suspensión son más puros que aquellos producidos por polimerización en solución debido a la ausencia de reacciones de transferencia en cadena. Parecido a la polimerización en solución el líquido dispersado ayuda a controlar el calor emitido durante la reacción. La polimerización en suspensión es usado extensivamente para la polimerización de olefinas por radicales libres.

POLIMERIZACION EN EMULSION

En la polimerización en emulsión los monómeros son emulsificados por el uso de un agente emulsificante con iniciador de radical libre tal como el Hidroperoxido de cumeno. El agente emulsificante tendría una solubilidad finita y son ambos no-iónico, usualmente alcohol polivini

lo o un tipo aniónico tal como alkisulfatos, Aril sulfónicos y varios tipos de jabones.

El medio de la emulsión tiene una concentración capaz de formar agregados de Micelas con grandes áreas superficiales. Estas micelas pueden absorber las gotitas de monómeros. Las técnicas de rayos X y de dispersión de la luz han mostrado que las Micelas crecen en tamaño - después de la adición del monómero al medio de emulsión. Esto es una indicación de la presencia de moléculas del polímero la cual ha sido formado de monómeros dentro de las micelas. Por ejemplo en la polimerización por radicales libres del Estireno las micelas crecen - 250 veces su volumen original, después de un minuto de empezar la reacción.

Polímeros por efecto de emulsiones, tales como cera para pisos y pinturas pueden ser hechos directamente por polimerización en emulsión y el medio emulsificante, agua, no es separada. La polimerización en emulsión es usada ampliamente para producir polímeros para la Industria del caucho.

POLIMERIZACION INTERFACIAL

O
"

Quando cloruros de ácidos, $R - C - Cl$, son usados para producir polímeros tales como Poliesteres y Poliamidas, las velocidades de reac-

ción son mucho más rápidas que cuando Acido Carboxílico ó Anhidridos son usados. Temperaturas bajas son usadas para controlar la velocidad de reacción y la polimerización está afectada por la adición de una solución de un segundo Monómero, a la solución del cloruro del ácido respectivo.

La reacción se lleva a cabo en la interfase entre los dos líquidos inmiscibles. El polímero es continuamente removido de la interfase. Este tipo de polimerización es usado para producir polímeros sensibles al calor.

E.2 Criterios de Polimerización

Para que una sustancia pueda ser considerada como posible de polimerizarse, debe de tenerse en cuenta criterios termodinámicos y cinéticos. Desde un punto de vista de termodinámico, la reacción de polimerización.



es factible si la diferencia de las energías libres standard del polímero y los monómeros es negativa.

La explicación de esto es sencilla, si nos fijamos en la ecuación:

$$\Delta G^{\circ} = - RT \ln K$$

donde : ΔG° = Cambio de energía libre standard

K = Constante de Equilibrio de la reacción.

Si ΔG° es negativo, entonces el $\ln K$ sería positivo, luego el valor de $K > 1$, indicando que la reacción de polimerización procede de izquierda a derecha.

Si ΔG° es positivo, $\ln K < 0$, entonces $K < 1$ se favorece la reacción de derecha a izquierda o sea la descomposición del polímero en sus monómeros.

Muchas veces una reacción de polimerización es posible en el laboratorio, al intentar pasar a escala comercial no se logran los mismos resultados, por ello es necesario analizar los aspectos cinéticos del proceso.

Estudiaremos las reacciones de Polimerización y sus mecanismos.

Los polímeros sintéticos son formados por dos reacciones generales:

- 1.- Reacciones en cadena (Polimerización por adición).
- 2.- Reacciones por etapas (Polimerización por condensación).

1.- POLIMERIZACION POR ADICION

Este es el tipo más ampliamente usado de reacciones de Polimerización. Ejemplos notables tenemos en la preparación de : Polietileno, Poliestireno y varios elastómeros.

La Tabla VI-1 contiene los Polímeros de adición más comunes y sus usos más importantes.

La Polimerización por adición es usualmente iniciada por radicales libres pero polimerización catiónica, aniónica y por catálisis de coordinación, también son usados. La Polimerización procede por la misma adición de moléculas insaturadas una ú otra, sin pérdida de una pequeña molécula.- Este tipo de Polimerización procede por una reacción en cadena, sin embargo algunos polímeros de adición pueden ser formados por un mecanismo de reacción por etapas.

Un aspecto distintivo de reacciones de Polimerización por adición es que Polímeros de elevado peso molecular son formados inmediatamente - aún en bajas conversiones y el monómero está siempre presente en apreciable cantidad durante la Polimerización.

a.- POLIMERIZACION POR RADICALES LIBRES

Los iniciadores de radicales libres son compuestos químicos, los cua-

les poseen un enlace covalente débil que facilmente se rompe cuando es sometido al calor. Peróxidos, Hidroperóxidos y Azocompuestos son ejemplos de este tipo.

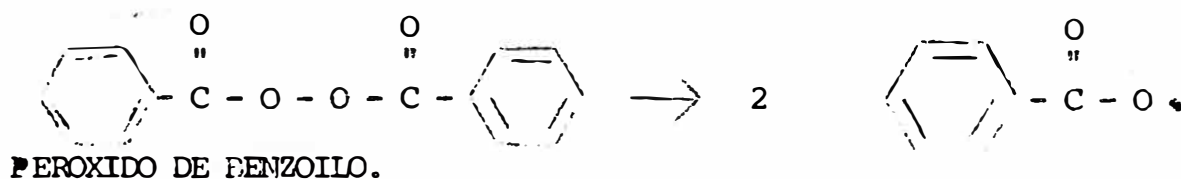


TABLA VI - 1

ALGUNOS POLIMEROS DE ADICION IMPORTANTES Y SUS USOS GENERALES

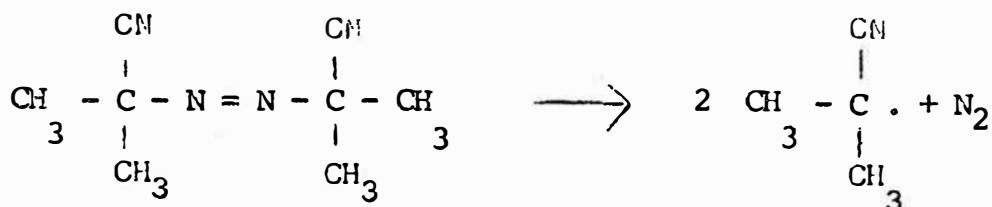
NOMBRE DEL POLIMERO	MONOMERO	POLIMERO	USOS MAS GENERALES
-Polietileno de: baja densidad LDPE alta densidad HLPE	$\begin{array}{c} \text{CH} = \text{CH} \\ 2 \quad 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \dots \text{CH} - \text{CH} \\ 2 \quad 2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Termoplástico
-Polipropileno PP	$\begin{array}{c} \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} \\ 3 \quad 2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \dots \text{CH} - \text{CH} \dots \\ 2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Termoplástico.
-Polisobutileno	$\begin{array}{c} \text{CH} \\ \\ \text{CH} - \text{C} = \text{CH} \\ 3 \quad 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \dots \text{C} - \text{CH} \dots \\ 2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Polímero líquido adhesivo.-
-Cloruro de Polivinilo	$\begin{array}{c} \text{CH} = \text{CH} - \text{Cl} \\ 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \dots \text{CH} - \text{CH} \dots \\ 2 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	Termoplástico.-
-Politetra-fluoro- etileno (teflón)	$\begin{array}{c} \text{CF} = \text{CF} \\ 2 \quad 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \dots \text{CF} - \text{CF} \dots \\ 2 \quad 2 \end{array}$	Plástico termoendurecible.-

(Cuadro : Tabla VI - 1)

NOMBRE DEL POLIMERO	MONOMERO	POLIMERO	USOS MAS GENERALES
-Poliacrilonitrilo	$\begin{array}{c} \text{CH} = \text{CH} - \text{CN} \\ 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \dots\text{CH} - \text{CH}_2 \\ 2 \end{array}$	Fibra
-Polimetilmetacrilato	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} = \text{C} - \text{C} - \text{OCH}_3 \\ 2 \quad 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \dots\text{C} - \text{CH}_2 \dots \\ \\ \text{C} - \text{OCH}_3 \\ \\ \text{O} \end{array}$	Plástico
-Poliestireno	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \text{CH} = \text{C} \\ 2 \quad \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{C}_6\text{H}_5 \\ \\ \dots\text{C} - \text{CH} \dots \\ \quad 2 \\ \text{H} \end{array}$	Plástico
-Poliisopreno	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH} - \text{C} - \text{CH} = \text{CH} \\ 2 \quad 2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \dots\text{CH} - \text{C} = \text{CH} - \text{CH} \dots \\ 2 \quad 2 \end{array}$	Elastómero
-Polibutadieno	$\text{CH} = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH} \\ 2 \quad 2$	$\dots\text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH} \dots \\ 2 \quad 2$	Elastómero
-Poliformaldehida	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \dots\text{C} - \text{CH} \dots \\ 2 \end{array}$	Plástico



HIDROPEROXIDO DE CUMENO.



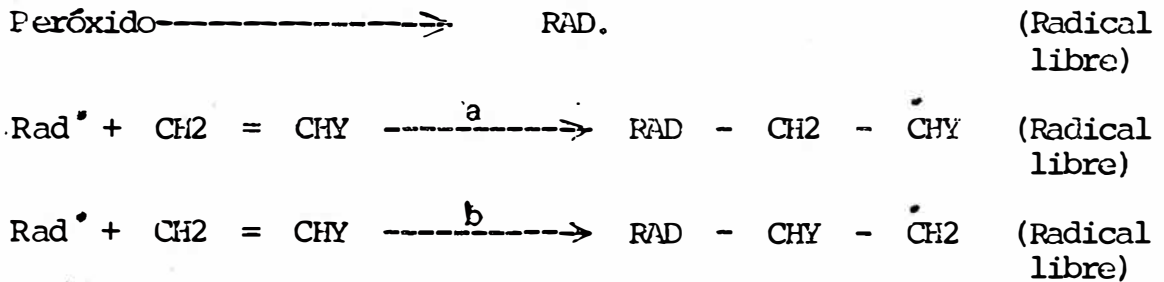
2.2 - AZOBISISOBUTIRONITRILLO.

Una representación simplificada de las tres etapas del mecanismo de polimerización por radicales libres de Vinilmonómeros es :

- Iniciación
- Propagación
- Terminación

a.1.- INICIACION

Esta etapa involucra la formación de radicales libres del iniciador (Peróxidos ú oxígeno) y su adición al Monómero es una de dos maneras de producir un nuevo radical.

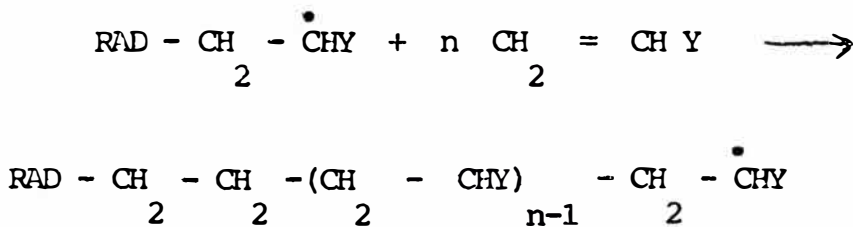


Y = H, Cl, Grupo Metil, Grupo Fenil, etc.

Oxígeno y luz ultravioleta son también usados para producir radicales libres. El camino "a" es favorecido sobre la trayectoria "b". Este es el resultado de resonancia y efectos inductivos de los sustituyentes los cuales incrementan la estabilidad de los radicales libres.

a2.- PROPAGACION

El radical libre producido en la reacción de iniciación es muy reactivo y reacciona con los monómeros insaturados muy rápidamente para formar una cadena por radicales libres.



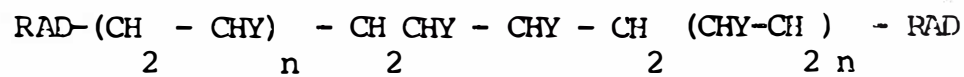
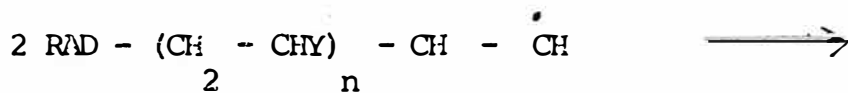
En cada etapa la reacción de un radical libre está acompañada por la -

formación de un nuevo radical libre para continuar la reacción en cadena.

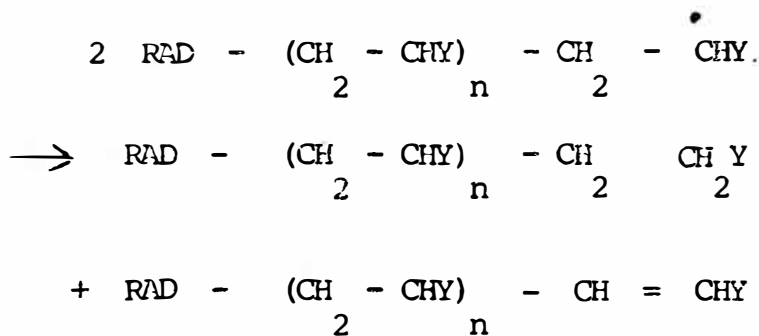
a.3.- TERMINACION

La reacción en cadena está terminada por reacciones que hacen que no formen radicales libres. Estas son combinaciones y desproporciones de dos radicales libres.

Combinación:

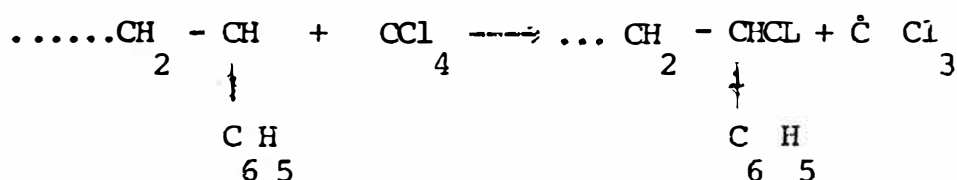


Desproporciónación:

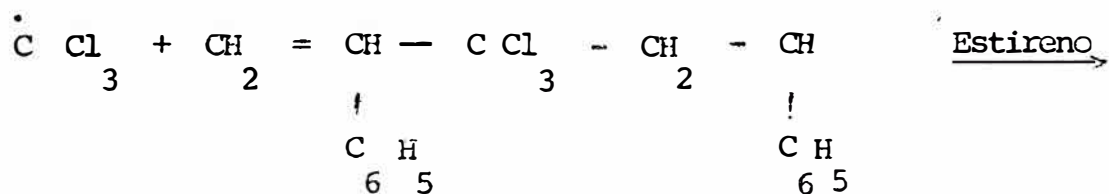


La cadena también puede ser terminada por contacto con las paredes del recipiente o de otras maneras similares.

Algunos compuestos pueden actuar como "Agentes de Transferencia en Cadena". Estos son compuestos, los cuales pueden transferir un Atomo de la cadena del Polímero en crecimiento y ellos mismos llegan a ser radicales libres con la habilidad de empezar una nueva cadena de polimerización. Está ilustrado con el Estireno y Tetracloruro de Carbono.



Transferencia en cadena



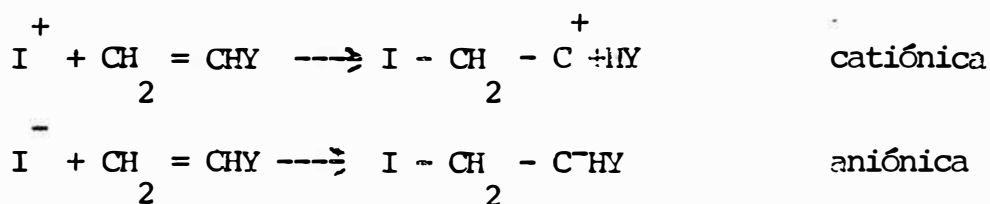
Todo el resultado global de reacciones de transferencia en cadena es un polímero con un bajo peso molecular promedio. Cuando la cadena de radicales libres está reaccionando para ser detenida, un inhibidor es añadida. Los inhibidores son compuestos, los cuales reaccionan con los radicales libres en crecimiento para producir nuevos radicales libres que son no reactivos suficientes para añadir a un nuevo monómero y la cadena es terminada. Estos

inhibidores son frecuentemente Aminas, Fenoles y Quinonas. Porque - aún vestigios de ciertas impurezas pueden actuar como agentes de transferencia en cadena o como inhibidores. Los monómeros usados están - entre los más puros productos petroquímicos.

b.- POLIMERIZACION IONICA

Las reacciones están catalizadas por una especie iónica o por un par - de iones, los cuales están formados con el monómero en una etapa ini- cial y puede añadir más monómeros.

Los iniciadores iónicos son ambos catiónicos, tales como Protonicos y Acidos de Lewis, o anionicos como Alkil Metales. En una manera sim- plificada las reacciones de polimerización catiónica están encuadra-- das como un ataque Electrofilico en las moléculas de los monómeros - mientras que las reacciones de polimerización aniónica como un ataque Nucleofilico.

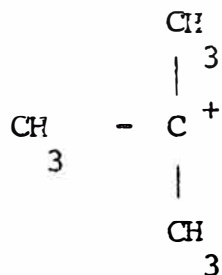


Las reacciones de adición en cadena iónica son diferentes de las reac- ciones de adición en cadena por radicales libres. En el primero, un ión opuesto está involucrado y está encerrado próximo a la cadena del

polímero en propagación. En el segundo, los radicales libres están libres - Esta situación afecta la terminación del polímero y las condiciones de los reactantes. Por ejemplo en la terminación de la polimerización por radicales libres podría llevarse a cabo por combinación de dos radicales libres en propagación. Esto es imposible con la polimerización iónica. Los efectos del solvente polar es muy pronunciada en la polimerización iónica, sin embargo solventes muy polares no pueden ser usados. Este efecto es despreciable en la polimerización por radicales libres.

b.1.- POLIMERIZACION CATIONICA

Son inducidos por iniciadores químicos o por radiación. Las especies activas son iones carbónico. Un ión carbonio es un grupo de átomos que contienen un átomo de carbón que contiene solo 6 electrones y una carga positiva.



Ión Ter Butil Carbonio

Parecido al radical libre, el Ión Carbonio, es una partícula reacti-

va extraordinaria,

La polimerización catiónica es usada para producir:

Poliiso-butilenos

Caucho butílico

Eter polivinil

Politrioxanos

Politerpenos

Resinas de Petróleo

Polifurancos

Mejoradores V.I

(V.I. Improvers)

Aditivos y aceites lubricantes

La importancia relativa de la polimerización cationica en polímeros -
sintéticos en 1976 está ilustrada en la Fig. VI - 2.

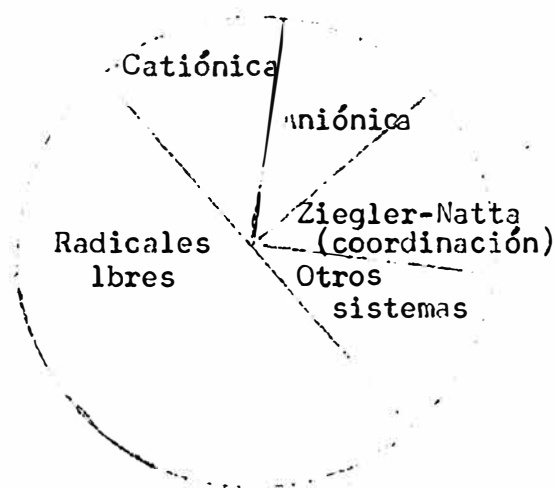


Figura VI - 2

En principio, los monómeros Vinil y Dienos pueden ser polimerizados usando iniciadores catiónicos. La polimerización catiónica no es tan provechosa como la polimerización anionica en la determinación de la estructura del polímero.

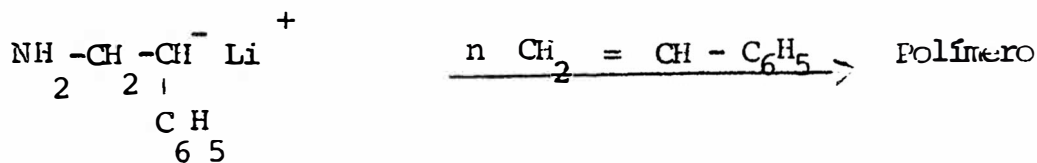
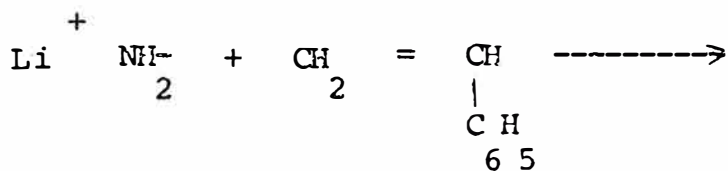
Es usado más a menudo cuando la comprobación no es necesaria como en el caso de las resinas de Fenol, Formaldehida y Polímeros de Isobut^uleno. La polimerización de Dienos con iniciadores catiónicos dan polímeros de bajo peso molecular y compuestos cíclicos.

La polimerización por radicales libres en otro modo provee una manera simple de preparación de polímeros desde que puede ser usado en todas las técnicas de polimerización.

Solamente las técnicas en masa y solución son usadas con polimerización catiónica. Protones fuertes y ácidos de Lewis son iniciadores para la polimerización catiónica.

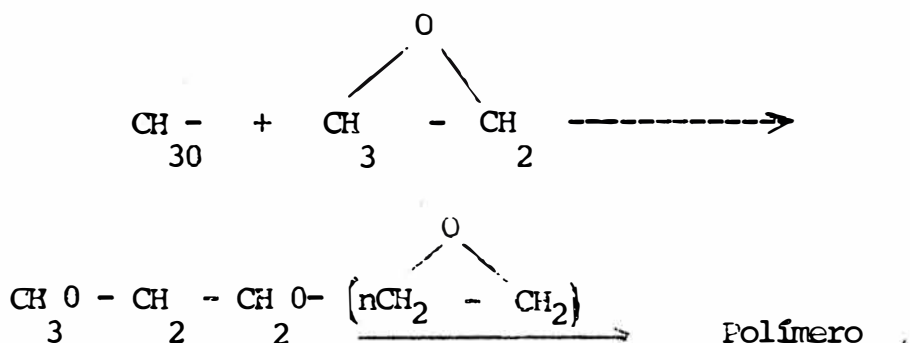
b.2.- POLIMERIZACION ANIONICA

Son iniciadas por bases tales como $\text{Li}^+ \text{NH}_2^-$



Los compuestos organometálicos tales como n -Butilitium son también efectivos como catalizadores de la polimerización Aniónica.

La Polimerización Anionica puede ser usada para polimerizar óxidos orgánicos. El óxido de Etileno por ejemplo es polimerizado a Polieter de peso molecular elevado en la presencia de una pequeña cantidad de ión Metóxido.



La relativa importancia de la polimerización está indicada en la Fig. VI - 2.

b.3.- POLIMERIZACION POR COORDINACION

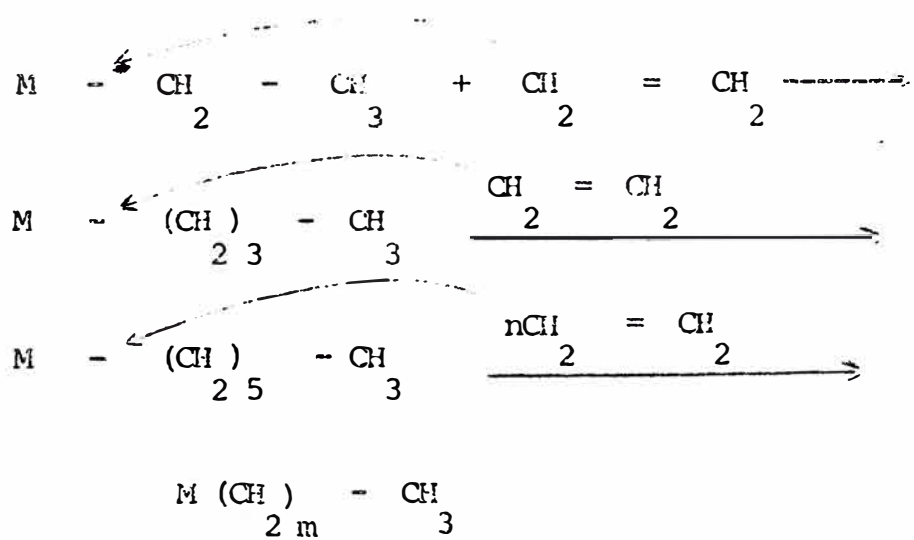
En la polimerización Iónica, la cadena lleva Iones que son siempre balanceados por un Ión de carga contraria.- Estos Iones usualmente no están estrechamente ligados o asociados con otros. Sí, aún el reactivo central y el metal son apreciablemente covalentes; el proceso es llamado polimerización por coordinación. Este es un tipo de Polimeri-

zación Iónica, aún si un anión separado no está presente. Su reactividad es debida a su carácter parecido al de un Anión.

CATALIZADOR ZIEGLER - NAFTA

Están entre las más importantes, industrialmente útiles, catalizadores de tipo de coordinación y son complejos de transición de haluros metálicos con compuestos organometálicos. Las combinaciones importantes son de cloruro de Titanio - Aluminio.

La reacción involucra adición nucleofílica al doble enlace carbono-carbono del monómero con el grupo orgánico parecido al anión del compuesto organometálico en crecimiento como el nucleófilo. La reacción de polimerización consiste en la inserción de una molécula de olefina en el enlace entre el metal y el grupo Alkil en crecimiento.



Las Polimerizaciones de este tipo tienen dos ventajas precisas sobre

la polimerización por radicales libres.

- 1.- Da polímeros lineales
- 2.- Permite control estereoquímico

La Polimerización por radicales libres del Etileno, por ejemplo, produce un polímero con estructura ramificada, polietileno de baja densidad (LDPE), el polietileno de Alta densidad (HDPE), la cual tiene un alto grado de cristalinidad y más resistencia que los LDPE.

Cuando el monómero tiene un sustituyente, tal como propileno

$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$, y por el uso de catálisis de coordinación, el polímero puede tener alguno de los tres arreglos diferentes:

ISOTACTICO

Todos los grupos metil están en un solo lado de la cadena extendida del polímero.

SINDIOTACTICO

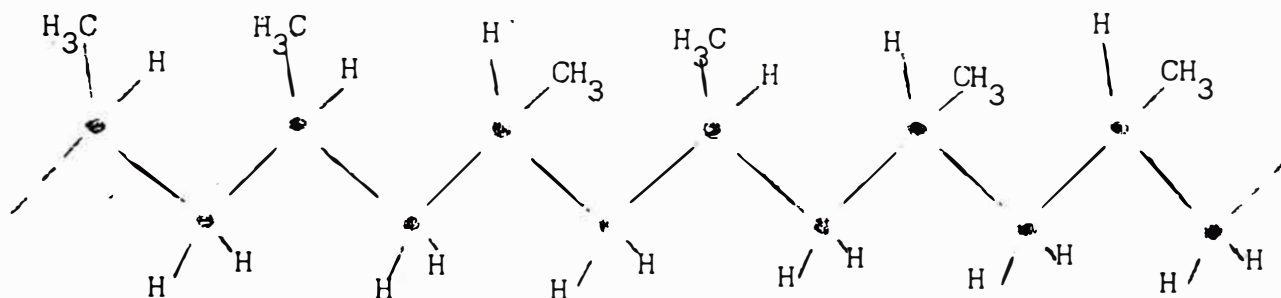
Los grupos metil están alternados regularmente de lado a lado.

ATACTICO

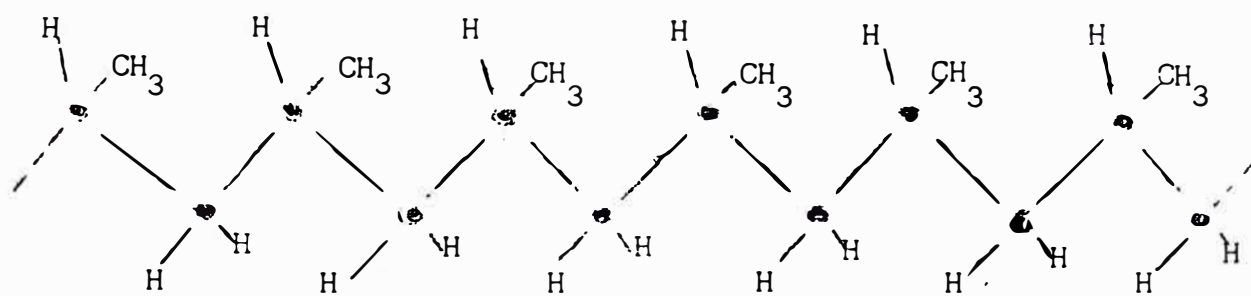
Grupos metil están distribuidos en la ramificación, sin un orden.

La Fig. VI-3 ilustra estos tres tipos de polipropileno, por uso de Catalizadores Ziegler - Natta, un porcentaje más elevado de la estruc

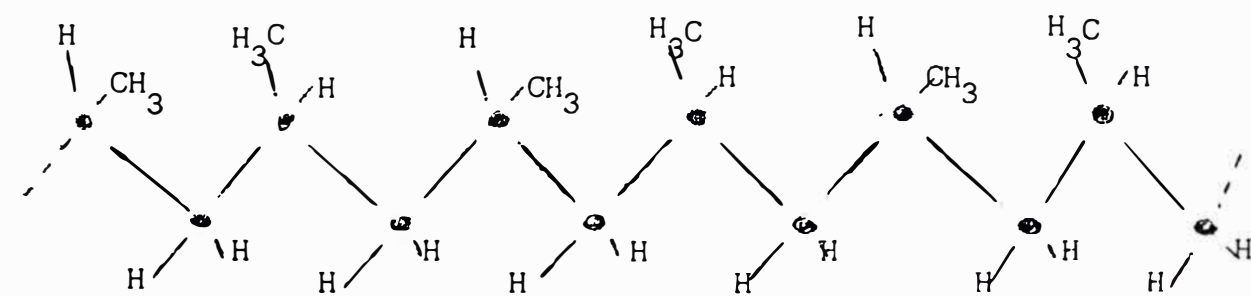
FIGURA # VI - 3



(a)



(b)



(c)

El propileno puede ser sometido a polimerización en tres maneras diferentes para formar :

a) Atáctico

b) Isotáctico

c) Sindiotáctico

tura Isotáctica ordenada es obtenida. El Polipropileno Atáctico es blando, elástico, un polímero semejante al caucho, ambos, polipropileno Isotáctico y sindiotáctico son altamente cristalinos.- La Polimerización catalítica de Ziegler - Natta son también usados para producir Cis- Polibutadieno y cis - 1 , 4 - Poliisopreno. El cis-1,4, poliisopreno es esencialmente idéntico al caucho natural. El mecanismo de polimerización por uso de estos catalizadores no están bien entendidos. Muchos de ellos son complejos, tipos de sistemas heterogéneos de estructura mal definida conteniendo más de un tipo de centros activos, sin embargo estos catalizadores han sido de gran valor en muchas reacciones de polimerización, el cual necesita control de la estructura de los polímeros.

2.- POLIMERIZACION POR CONDENSACION

Condensación o reacción de condensación entre dos moléculas con la eliminación de una molécula pequeña como el resultado de que la molécula crece a una Macromolécula (la molécula pequeña generalmente agua). Este tipo de polimerización no es una reacción en cadena. Los pasos son esencialmente independientes y los reactantes deben ser Di ó polifuncionales. En las etapas de polimerización, los monómeros desaparecen mucho más rápido que en una polimerización en cadena, un dímero es primero formado, después un trimero, un tetramero, etc.

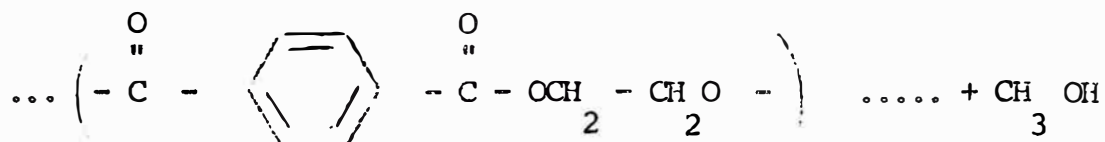
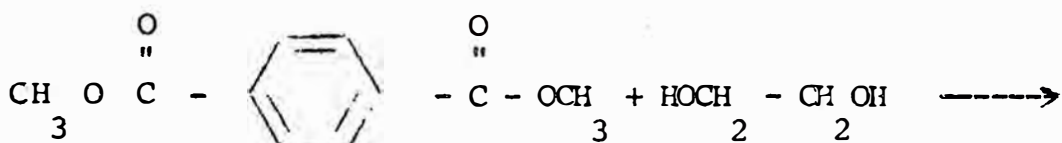
Polímeros de elevado peso molecular no son obtenidos aún al final de la polimerización - Largos períodos de reacción son necesarios para elevada conversión.

Las reacciones de Polimerización más importantes de este tipo son :

La esterificación

Formación de Amidas

y varias reacciones de condensación de formaldehído.



ESTERIFICACION

Esta reacción está clasificada como transesterificación.

El mono-éster y el diácido son también usados.

Cuando ambos, el alcohol ó ácido es polifuncional, el poliéster resultante están unidos al través, para dar un polímero con una estructura

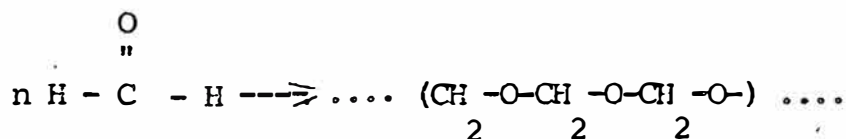
Óxido de propileno para formar poliéteres.

El mecanismo de polimerización, ambos, en cadena y por pasos están de
cididos para estudiar la cinética de la polimerización.

CONDENSACION DEL FORMALDEHIDO

El formaldehido se condensa consigo mismo y con otros tipos de compues
tos para formar resinas termo-estables.

El producto de auto-condensación es un Polieter (un acetal, polioxime-
tileno).

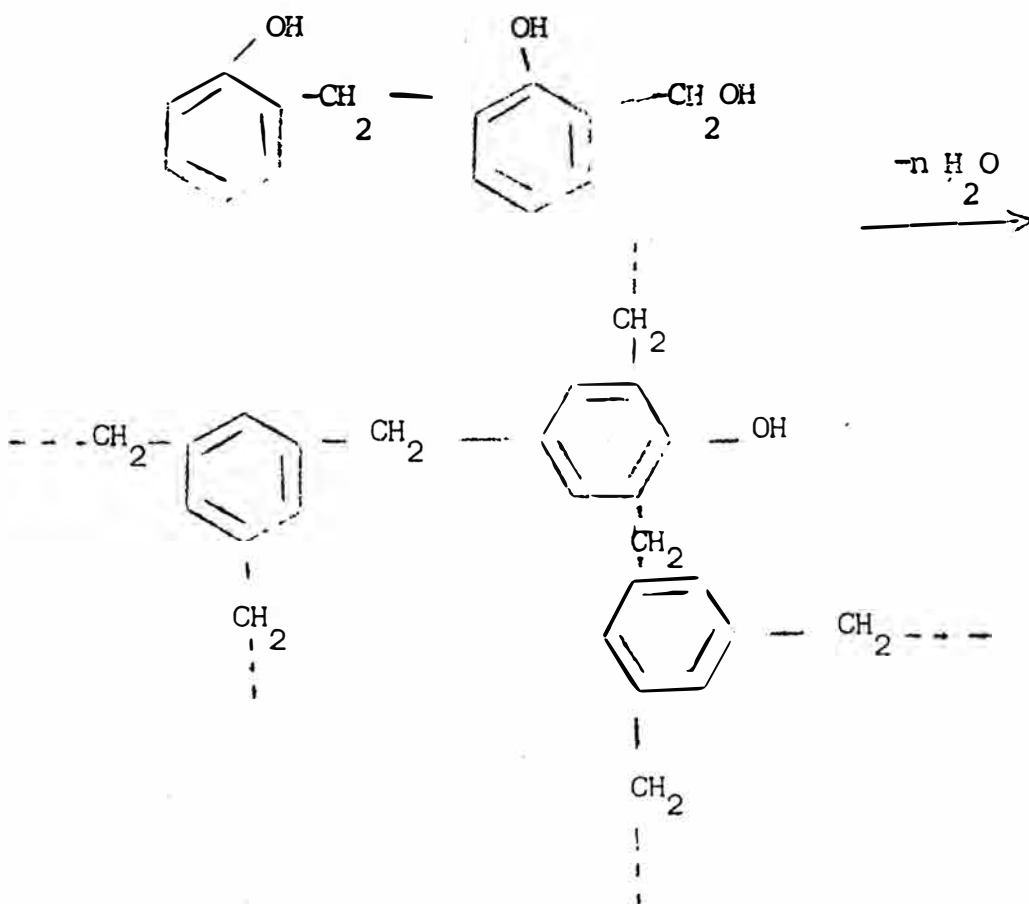
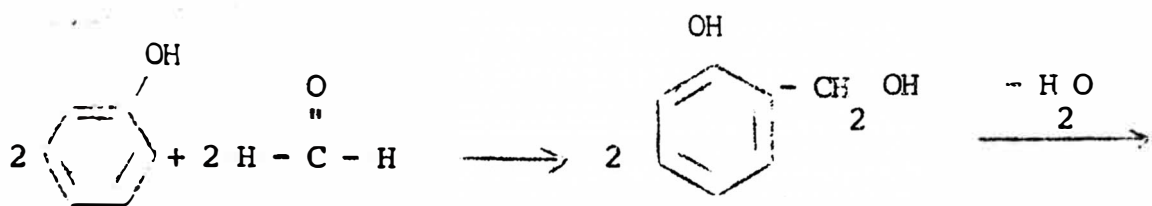


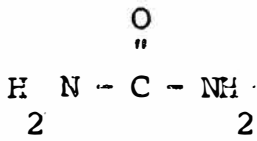
Este polímero es inusualmente ligero y resistente.

La primera resina sintética para ser manufacturada comercialmente, Ba
kelita, es producida por el ácido o Base catalizada por reacción entre
formaldehido y fenol con la eliminación de agua. La reacción vá en
varias etapas ó con la formación de orto ó para Hidroximetil-fenol.

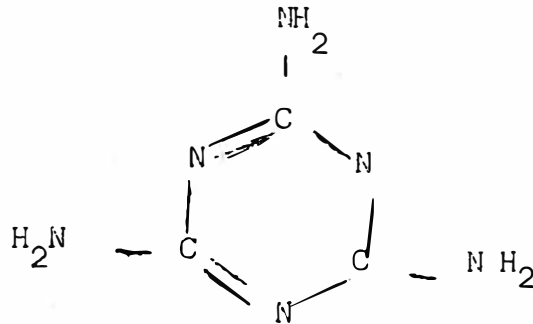
Este compuesto entonces reacciona con otra molécula de fenol con pér-
dida de agua. El compuesto con el cual es formado dos anillos de ben
ceno unidos por un eslabón de $-\underset{2}{\text{CH}}-$. Este proceso continua y rin
de un producto de elevado peso molecular.

El producto final contiene muchos eslabones en cruz y tiene una estructura rígida.





Urea



Melamina

Este tipo de polímeros es uno permanente duro, rígido y material infusible, que es resistente a productos químicos y al calor. El formaldehído también se condensa con úrea y melamina para formar resinas que son similares en propiedades y usos a las resinas de Fenol - Formaldehído.

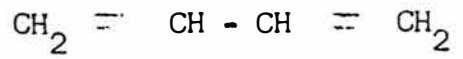
B.3.- POLIMERIZACION PARA CIS- POLIBUTADIENO

El butadieno monómero puede polimerizarse por cuatro caminos para obtener polímeros estereoregulares.

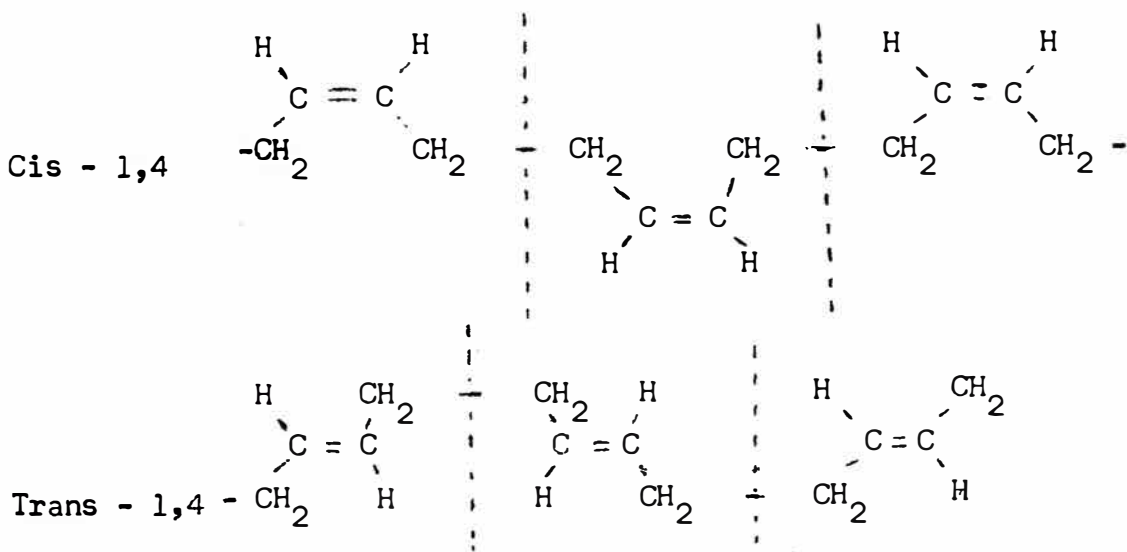
Si la polimerización procede por adición 1, 4, - el doble enlace interno puede ser todos Cis o todo Trans. Si la polimerización procede por adición 1,2, dos isómeros son posibles, dependiendo sobre cual de los átomos de carbono asimétrico recibe la misma configuración. Todo D ó todo L, una configuración llamado Isotactico, lo cual tiene alternado regularmente D y una configuración llamado sindiotactico de L como muestra la Fig. VI - 4.

FIGURA # VI - 4

Butadieno (monómero)

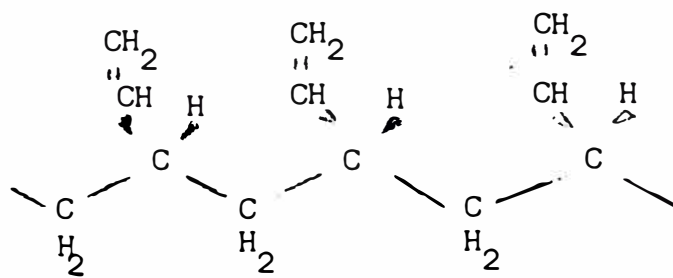


Polímeros



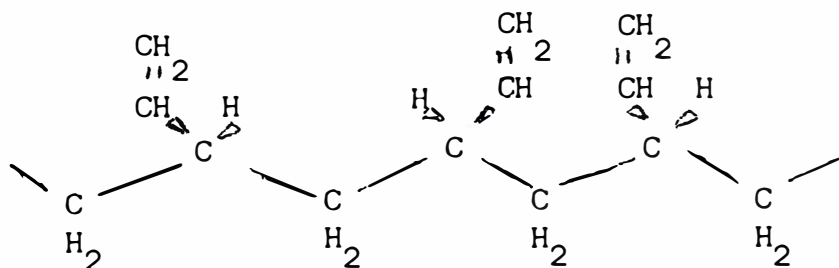
Vinil

Isotactico 1,2



Vinil

Sindiotáctico 1,2



Como la estructura de un polibutadieno dado se acerca 100% a uno de las cuatro configuraciones, el polímero se hace cristalizable. Si dos o más de estas configuraciones son ramificablemente combinados, el polímero es amorfo y tiene diferentes propiedades.

Los efectos de las estructuras en las propiedades pueden determinarse y polímeros de alta estructura estereoregular puede ser sintetizado.

La Goodrich - Gulf Chemical, y otras compañías, tienen investigaciones extensivas sobre catalizadores tipo Ziegler para polimerización de dienos.

El tipo de mecanismo de reacción es el de polimerización por coordinación usando catalizadores Ziegler Natta. (Complejos de transición de haluros metálicos con compuestos organometálicos).

La técnica de polimerización más adecuada es polimerización en solución, usando solventes adecuados.

A través de numerosas patentes se observa que el sistema tipo Ziegler, originalmente para polimerización de etileno fue ganando importancia, que hoy se puede decir que se produce polibutadieno con un gran rango de pureza; para procesos usando cobalto, Ziegler de Iodo modificado y catalizador Níquel se tiene polibutadieno, teniendo un contenido de 95 - 98 % de Cis.

El doctor Karl Ziegler descubrió los iniciadores de polimerización - (catalizador)., los que están formados por compuestos polivalentes en combinación con agentes reductores, en particular organometálicos, los que sirven para reducir la valencia del metal, un ejemplo típico es tetrácloruro de titanio.

La selección de un determinado iniciador determinará el tipo de estructura polimérica predominante en el polímero final.

La Tabla VI - 2, indica algunos de estos iniciadores y el tipo de estructura predominante.

La Tabla VI - 3, indica, la estereoregularización en polimerización de butadieno además del estado del catalizador.

TABLA VI - 2

ESTRUCTURAS POLIMERICAS PREDOMINANTES EN LA POLIMERIZACION ESTEREO -
-ESPECIFICA DE 1,3 - BUTADIENO.-



<u>SISTEMA</u>	<u>INICIADOR</u>	<u>ESTRUCTURA PREDOMINANTE</u>
Ti Cl ₄	AlR ₃ , Al/Ti = 0.5	91 % Trans - 1,4
TiI ₄	AlR ₃	95 % Cis - 1,4
Ti (OR) ₄	AlR ₃	100% 1,2
Cr(CN - ) ₆	AlEt ₃ , Al/Cr = 2	100 % 1,2 (sindiotáctico)
Cr(Cn - ) ₆	AlEt ₃ , Al/Cr = 10	100 % 1,2 (isotactico)
CO ₂ (CO) ₈	MoCl ₅	99 % 1,2 (atactico)
Iniciador Sódico tipo Ziegler		70 % 1,2

TABLA VI - 3

ESTEREOREGULARIZACION EN POLIMERIZACION DE BUTADIENO -

<u>ESTRUCTURA</u>	<u>CATALIZADOR</u>	<u>ESTADO DEL CATALIZADOR</u>
Mezcla Cis y Trans	$TiCl_4/Et_3Al$	Heterogéneo
91 - 94 % Cis	$TiI_4/Et_3Al/iso(C_3H_7)_2O$	Hemogéneo
96 - 98 % Cis	Co acetonilacetato/ Et_2AlCl	Homogéneo
98 % trans	VCl_4/Et_2Al	Heterogéneo
90 % 1,2-Isotactico	Cr acetonilacetato/ Et_3Al con $Al/Cr = 10$	Homogéneo
90 % 1,2-Sindiotactico	Cr acetonilacetato/ Et_3Al con $Al/Cr = 2$	Homogéneo
95 % 1,2-Sindiotactico	V acetonilacetato/ Et_3Al	Homogéneo
98 % 1,2-Sindiotactico	$CoCl_2/Et_3Al$	Heterogéneo

Fuente : PROGRAM PROCESS ECONOMIC

Stanford Research Institute

CAPITULO VII DISEÑO Y SELECCION DEL PROCESO PARA LA PRODUCCION DE CIS-POLIBUTADIENO.-

A.- Diseño de Reactores de Polimerización

La polimerización de especies químicas se lleva a cabo en recipientes especialmente diseñados para cada caso, tratándose de que la reacción se desarrolla optimamente, buscando que los parámetros de tiempo (tiempo de residencia), presión de temperatura bajo condiciones imperantes sean óptimos.

El Reactor Tanque Agitado (RTA) es el tipo más común en los procesos de polimerización. La preferencia a inclinarse por éste, sobre otros tipos, reside en que se requiere de un desarrollo más simple en su operación y a su flexibilidad para obtener una gama de productos o para cambiar la programación de los productos.

De acuerdo a su presión de operación se puede clasificar a los reactores RTA en dos tipos :

- Reactor Tanque Simple, si la presión es cercana a la atmósfera.
- Autoclaves, si operan a presiones elevadas, una de sus características es que en general operan a temperaturas adiabáticas de operación por lo que no se requiere de equipo de Transferencia de calor para el proceso.

La finalidad del sistema de agitación de los reactores RTA es lograr una buena dispersión del monómero (más tarde del polímero) a través de la fase acuosa del medio reaccionante, es decir, mejorar las condiciones de transferencia de masa, logrando superficies de contacto interfacial grandes ($1500 \text{ m}^2 / \text{m}^3$). El sistema de agitación mecánica, también, permite mejorar las condiciones de transferencia de calor, lográndose un control más eficaz del proceso.

En los RTA de volumen superior a 20 m^3 se instala generalmente el sistema de agitación en la base del tanque, en los más pequeños, el eje se coloca preferentemente por la parte superior de los mismos.

Los RTA pueden ser de tipo batch (por lote) o de tipo continuo. Dentro de estos últimos se encuentra el reactor a usarse en el proceso de polimerización por solución del butadieno - 1,3 para obtenerse el caucho PBR.

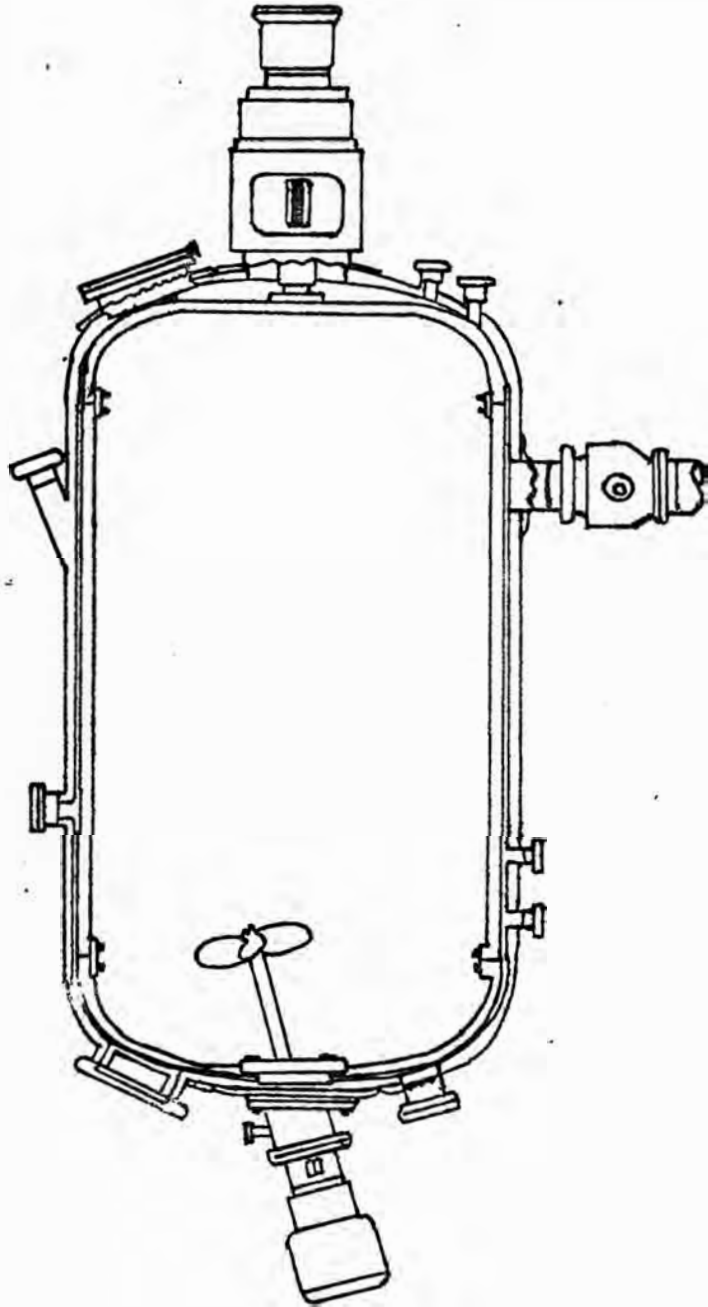
El proceso continuo de polimerización emplea una batería de reactores colocados en serie y en paralelo.

Para diseñar los RTA será necesario considerar :

- Condiciones de operación (presión, temperatura)
- Velocidad de producción (tiempo de residencia)
- Modo de operación (por lote o continuo)
- Cinética de la reacción química (constante de equilibrio, velocidad de reacción, mecanismo de reacción).
- Transferencia de masa (mayor superficie de transferencia por agitadores).
- Transferencia de calor (reacción endotérmica o exotérmica)
- Metalurgia del recipiente (Corrosión por materia prima o solventes)

Un reactor RTA es mostrado en la Figura VII-1.

FIGURA VII - 1



REACTOR DE POLIMERIZACION CON AGITADOR Y
RASPADOR DE PAREDES

B.- SELECCION DE PROCESO

El polibutadieno es producido principalmente en solución. Los procesos en solución se diferencian mayormente por el catalizador usado.

Cuatro procesos de síntesis han de ser evaluados, cada uno con un sistema de catalizador diferente:

- 1.- Un sistema tipo Ziegler en el cual el componente metálico Titanio es reemplazado por Cobalto.
- 2.- Un sistema tipo Ziegler con Titanio en el cual una pequeña porción de Cloro es reemplazado por átomos de Iodo.
- 3.- Un catalizador con base de Níquel conteniendo tres componentes:
 - Sales Nickel de un ácido orgánico
 - Trietil-aluminio
 - Boro trifloruro-dietiléter.
- 4.- N-butil- litio.

El proceso que usa cobalto se basa en una patente de Goodrich, Gulf-Chemical, y consiste de cuatro pasos principales :

- Polimerización
- Remoción del catalizador y recuperación de polímeros.

-Recuperación del Monómero no reaccionado y del solvente.

-Secado y acabado del polímero.

El polímero es producido por polimerización continua en una mezcla de solvente buteno-benceno.

Usa cuatro líneas de reactores, cada una de 4 reactores (total 16).

El proceso usando catalizadores Ziegler modificado de Iodo, es basado en patentes de la Phillips, Consiste en :

-Una sección de polimerización

-Recuperación del polímero

-Recuperación del monómero y el solvente

-Acabado y secado del polímero

El polímero es producido por polimerización continua, usando tolueno como solvente, en dos líneas de reacción, cada una de 9 reactores - (total 18).

El proceso usando catalizador de Níckel se basa generalmente en patentes de la Brigestone Tire Company y la Japan Synthetic Rubber Company.

El proceso es continuo usando como solvente una mezcla de tolueno y

heptano, tiene cuatro etapas principales :

- Polimerización
- Recuperación del polímero
- Recuperación del monómero y el solvente
- Secado y acabado del polímero

Usa dos trenes de reactores en paralelo cada uno de cuatro reactores - en serie (total 8).

El proceso que usa n - Dutil - litio, se basa en patentes de Fires tone y Phillips. El proceso es continuo, usando hexano como solvente y tiene cuatro pasos principales:

- Polimerización
- Recuperación del polímero
- Recuperación del monómero y el solvente

Usa dos líneas paralelo de reactores, cada uno de seis reactores en - (total 12).

Un estimado de costos para estos procesos se compara en la Tabla VII-1 El costo de producción incluye butadieno cargado a 9.0 ¢ /lb. Desde que aproximadamente 1 lb. de butadieno es requerido para una libra de

polímero una diferencia en el costo de butadieno, digamos 1 c/lb, afecta directamente al costo de producción por cerca de 1 ¢ / lb. No se ha previsto pagos por royalties en los estimados de costos.

Los procesos, su evaluación, han de ser desarrollados en base a las patentes y la información publicada. Las condiciones deseadas de diseño para estos procesos son comparados en la Tabla VII-2.

La remoción del calor de reacción tiene gran importancia en el diseño de la sección de polimerización.

En el proceso que usa catalizador Cobalto al igual que el que usa Níckel, el solvente es una mezcla de componentes volátiles, lo que hace posible la remoción de la carga de calor por vaporización de una parte del solvente directamente de la reacción de solución; condensándose después, retornando a los reactores.

TABLA VII - 1

COMPARACION DEL ESTIMADO DE COSTOS DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION DE
POLIBUTADIENO

Capacidad de planta : 100 MM/AÑO. (45,000 TM/Año) (*)

	<u>SISTEMA CATALITICO</u>			
	Complejo Cobalto	Ziegler Iodo	Complejo Níquel	N-Butil-Litio
<u>Costo de Capital MM \$</u>				
-Inversión ISBL	\$ 13.4	\$ 10.3	\$ 8.7	\$ 10.7
-Edificios y Servicios	<u>3.1</u>	<u>3.6</u>	<u>3.4</u>	<u>3.2</u>
Total	\$ 16.5	\$ 13.6	\$ 12.1	\$ 13.9
-Medios de Serv. General	<u>2.4</u>	<u>2.1</u>	<u>1.9</u>	<u>2.1</u>
Inversión Capital Fijo	\$ 18.9	\$ 16.0	\$ 14.0	\$ 16.0
-Construcción, Préstamos				
Costo arranque - parada				
-Capital de Trabajo	<u>4.4</u>	<u>4.0</u>	<u>4.0</u>	<u>4.0</u>
Total Capital Invertido	\$ 23.3	\$ 20.0	\$ 18.0	\$ 20.0
<u>-Costo de Producción C/lb</u>				
-Mano de Obra	0.93 ¢	0.80 ¢	0.79 ¢	0.85 ¢
Materiales				
-Butadieno a 9.0 ¢ lb.	9.19	9.33	9.25	9.23
-Catalizadores	1.00	1.06	0.68	0.29
-Empacado	1.00	1.00	1.00	1.00
Otros materiales	<u>1.47</u>	<u>1.05</u>	<u>1.70</u>	<u>1.30</u>
Total Materiales	12.66¢	12.44¢	12.63¢	11.83¢

Tabla VII - 1 - Continuación

SERVICIOS

-Agua de enfriamiento	0.05	0.03	0.06	0.04
-Vapor	0.55	0.90	0.75	0.47
-Agua de proceso	0.03	0.03	0.01	0.01
-Electricidad	<u>0.30</u>	<u>0.37</u>	<u>0.35</u>	<u>0.35</u>
Total Servicio	0.93¢	1.33¢	1.17¢	0.87¢
Total costo directo de Oper.	14.52	14.57	14.59	13.54
Impuesto, Seguro	1.12	0.96	0.91	1.00
Administración ventas				
desarrollo generales	3.52	3.52	3.52	3.52
Depreciación (10%)	1.89	1.60	1.40	1.60
Interés de Capital de Trabajo	<u>0.17</u>	<u>0.17</u>	<u>0.17</u>	<u>0.17</u>
Total de Costo de Producción	21.22¢	20.82¢	20.59¢	19.53¢

(*) C. E. 0.9

C. E. Costo Index 128

TABLA VII 2

COMPARACION TECNOLÓGICA DE PROCESOS DE PRODUCCION DE POLIBUTADIENO

	<u>SISTEMA CATALITICO</u>			
	Complejo Cobalto	Zeigler Iodo	Complejo Nickel	n - Butillitio
<u>CONDICIONES DE REACCION</u>				
Temperatura , °C.	5	-4 a 4	40	50
Presión, psig.	4	50	53	53
Solvente	Benceno y butenos	Tolueno	Tolueno y heptano	Hexano
Conversión del Monómero, % / paso	80	60	87	97
Tiempo de residencia, Hr.	5	2	2	3.7
Número de Líneas	4	2	2	2
Recipiente/líneas	4	9	4	6
Volúmen del recipiente del reactor, gal.	6,000	4,000	4,000	4,000
Solvente/Monómero en la alimentación	4.3	13	6	4
Polímero en la salida, % de peso	15	4.5	12	19
<u>CONSUMO DE SERVICIO</u>				
Agua de enfriamiento, gal/lb.	25	16	32	21
Vapor, lb/lb.	10	16	14	8.5
Agua de proceso, gal/lb.	1	0.85	0.3	0.3
Electricidad, K ^{WH} /lb.	0.3	0.4	0.35	0.35

Al final de las unidades de reactores, uno de los reactores está diseñado especialmente para remover calor de las soluciones altamente viscosas.

La separación final de solventes del polímero está diseñado para el despojo de los vapores.

Las principales compañías buscan conseguir mayores rendimientos en la polimerización del butadieno, por ello se concentran en uno o más sistemas como lo muestra la Tabla siguiente, sobre el número de patentes por compañía para los cuatro sistemas catalíticos principales:

	COBALTO	NICKEL	ZEIGLER IODO	LITIO
BASF	4	5		
BAYER	1		23	5
BRIDGESTONE		14		
FIRESTONE				15
GOODRICH-GULF	9		3	1
GOODYEAR	3	10	5	1
INTERNATIONAL SYNTHETIC RUBBER	1	7		2
JAPAN SYNTHETIC RUBBER		13		
MONICATINI	18			
PHILLIPS	2	2	35	1
POLYMER CORPORATION	1		12	1
SHELL	26	3		

ANALISIS

Observamos que tanto la polimerización que usa Cobalto ó Níquel, ofrece ventajas y rendimientos deseados, pero, el proceso de polimerización con níquel presenta menor capital de inversión y también menor costo total de producción.

De lo anterior, puedo concluir que para el proyecto en estudio es conveniente el proceso de polimerización en solución usando catalizador de níquel.

C - DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE CIS-FOLIBUTADIENO

Esta información es preparada, basadas en premisas como la lista de abajo respecto a las condiciones básicas de procesos JSR BR.

1 - PRODUCTO CLASIFICADO

- * JSR BR 01 Tipo standard, no extendido con aceite no coloreado.
- * JSR BR 21 Tipo extendido con aceite (37.5 PHR de aceite naft.)
- * JSR BR 31 Tipo extendido con aceite (37.5 PHR de aceite Aram.)

2 - CAPACIDAD DE PLANTA

25,000 T/A como polibutadieno Caucho BR 01

Capacidad más económica a través de un tren.

3 - TRABAJO ANUAL DIARIO

- | | |
|---|-----------------------------|
| * DIAS totales | 365 días / año |
| * Mantenimiento Anual, días reservados para todo tipo de cambios. | 40 días/ año |
| * Días netos de trabajo | días / año
(780 hrs/año) |

4 - SOLVENTES

Sistema de solventes mixtos de Tolueno y Heptano, el mismo que es comúnmente empleado en la planta de CHIBA de la JSR (el sistema puede

transformarse a un sistema de solvente simple de Tolueno).

5 - PRODUCTO FINAL

Forma : Fardos ó paquete

-Peso Unitario 35 Kg.

-Dimensiones 180 x 360 x 720 mm.

Envases Películas enrollados en bolsa de papel

6 - CONDICIONES

Basado en condiciones Japonesas

* Temperatura externa $-5^{\circ}\text{C} \sim + 40^{\circ}\text{C}$

* Velocidad de enrollado 60 m/seg. Máx.

DESCRIPCION DEL PROCESO

1 - PURIFICACION DEL SOLVENTE

Dos clases de solventes son recibidos : Tolueno y Heptano, en embarques de carro-tanque y depositados en los respectivos tanques de almacenamiento.- Mientras que la mezcla de solventes húmedos recuperados y reciclados del despojador del proceso es depositado en el tanque del solvente húmedo, donde vá junto con los solventes frescos -

según lo exigido y es alimentado a tres columnas de solventes para su purificación. En la primera columna constituyentes ligeros principalmente butadieno, son separados como productos de tope junto con agua y una parte de butadieno recuperado converge a la corriente de butadieno fresco de alimentación mientras que el resto es rechazado fuera del proceso para su purificación. En la segunda columna los productos de fondo de la primera columna son separados en dos corrientes, una corriente rica en Heptano como productos de tope y otra corriente rica en tolueno como productos de fondo. Los productos de tope ricos en Heptano son usados para servicios como solventes principal, mientras que los productos de fondo ricos en Tolueno son alimentados a la tercera columna en la cual constituyentes no-volátiles, tales como óxidos, residuos de catalizadores e inhibidores son eliminados como productos de fondo y los productos de tope son usados para la preparación de los catalizadores y otras soluciones químicas.

2 - PURIFICACION DEL BUTADIENO

El Butadieno fresco es recibido por tuberías como materia prima en el tanque de butadieno fresco, luego es mezclado con el butadieno recuperado en el proceso de purificación de solventes y alimentado a

dos columnas de butadieno para su purificación.

En la primera columna el agua es separada como producto de cabeza y los constituyentes pesados, tales como dímeros, inhibidores, etc., queda en fase líquida de la segunda columna y son expulsados fuera del proceso como productos secundarios. El butadieno purificado del tope en la segunda columna es depositado en el tanque de butadieno seco el cual es cargado a la cadena de reactores.

3 - PREPARACION DE CATALIZADOR Y SOLUCIONES QUIMICAS

El proceso emplea un único sistema de catalizador de multicomponentes el cual consiste de cuatro componentes incluyendo un componente níquel, un compuesto de alquil aluminio, un compuesto de Boro.- Estos compuestos son preparados de antemano dentro de tres soluciones catalizadas y cargadas a la cadena de reactores. Varias soluciones químicas, tales como detenedores, dispersadores, antioxidantes, inhibidores, son también preparados de antemano y usados para los servicios respectivos en el momento requerido.

4 - POLIMERIZACION CONTINUA

Butadieno purificado y mezcla de solventes son bombeados separadamente a velocidades de flujo prescritas, pre-enfriadas a travez de los

respectivos pre-enfriadores y ambas corrientes convergen en una sola corriente entrando al primer reactor en cadena. La corriente del catalizador son también mezclados en esta corriente para iniciar la reacción y mientras pasan a travez de la cadena de reactores, constituido de cuatro reactores, la polimerización exotérmica de Butadieno se lleva a cabo dando unión de polímeros de una alta viscosidad. La eliminación del calor de reacción en esta etapa es un problema - bastante importante y de gran magnitud que reactores, agitadores, así como los enfriadores utilizan Amoníaco líquido como refrigerante y son especialmente designados para asegurar una polimerización estable y estacionaria. Los detenedores son añadidos al polímero, cuando este está saliendo del último reactor en cadena, para terminar la polimerización, luego es añadido los antioxidantes dentro de la corriente para proteger los productos de la degradación.

5 - MEZCLADO

La formación de los polímeros es conducido dentro de uno de los cuatro tanques mezcladores, los cuales sirven tanto como tanques de productos intermedios, como de tanques de amortiguadores, donde son homogenizados y sometidos a las pruebas de control de proceso para asegurar los límites de especificaciones a propiedades del producto fi-

nal, luego es bombeado al despojador de monómero y solvente del proceso.

6 - DESPOJAMIENTO DE MONOMERO Y SOLVENTE NO REACCIONADO

La deposición del solvente y el butadieno no reaccionado es llevado fuera por la adición de vapor en una batería que consta de tres despojadores. Los polímeros en formación de los tanques de mezclado entran al primer despojador en cadena. Cuando el extenso tipo de aceite están siendo producidos, el aceite es continuamente dosificado en las corrientes de formación de polímeros, homogenizados a través de la línea del mezclador y alimentado al primer despojador los polímeros en formación son coagulados y convertidos en una pasta aguada por la adición de agua reciclada y de vigorosa agitación, luego sigue en el segundo y tercer despojador bajo similares condiciones y finalmente bombeado al tanque de pasta aguada desmenuzada.

Los vapores del solvente y del butadieno son trasladados por vapor al despojador del polímero y son condensados y separados del agua por decantación y luego reciclado al proceso de purificación del solvente. Diseños mecánicos de despojadores en combinación de dispersantes especiales son factores esenciales para llevar a cabo un eficiente despojo, para lo cual finos dispositivos son elaborados a través de experiencias en este campo.

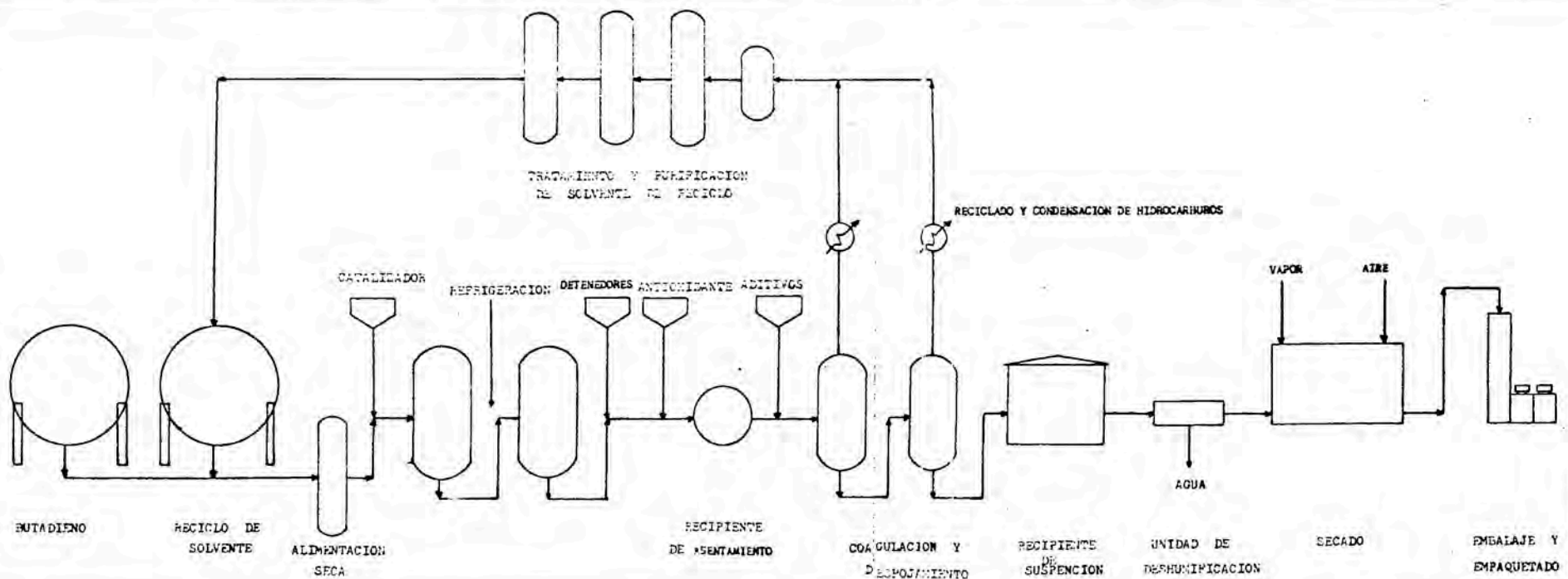
7 - ACABADO

De los tanques de pasta aguada (lechada) desmenuzada, los cuales son abastecidos con amortiguadores, la lechada desmenuzada es bombeada a la primera pantalla vibratoria donde el suero de agua es removida y en parte reciclada los despojadores del proceso, mientras el desmenuzado separado es descargado dentro un tanque donde es convertido nuevamente en pasta aguada por mezcla con agua, luego alimentado al segundo para deshumedecimiento (dewatering).

El desmenuzado separado es luego alimentado al expulsor para más deshumedecimiento, posteriormente secado a travez del expandidor a un contenido de humedad bajo límites de especificaciones. El caucho desmenuzado y secado, es alimentado a travez de transportadores y pesado a escala para el empaquetamiento a presión, los cuales son comprimidos en fardos. Los fardos son llevados por transportadores visiblemente inspeccionados y registrados, luego son envueltos con una delgada tela de polietileno o empacados para el embarque.

8 - OTRAS FACILIDADES AUXILIARES

Además de las principales facilidades del proceso (servicios industriales), los siguientes son suministrados con este proceso como servicios auxiliares :



BUTADIENO

RECICLO DE SOLVENTE

ALIMENTACION SECA

CATALIZADOR

REFRIGERACION

DETENEDORES

ANTIOXIDANTE ADITIVOS

RECIPIENTE DE ASENTAMIENTO

COAGULACION Y DESPOJAMIENTO

RECIPIENTE DE SUSPENSION

UNIDAD DE REHUMIDIFICACION

SECADO

EMPAQUETE Y EMPAQUETADO

TRATAMIENTO Y PURIFICACION DE SOLVENTE DE RECICLO

RECICLAJO Y CONDENSACION DE HIDROCARBUROS

AGUA

VAPOR

AIRE

DIAGRAMA DE FLUJO DE UNA TÍPICA PLANTA DE PBR	
Dib.E. Arq. uné	Fecha. 6/73
Apro.	P - 00001

10- RESIDUOS DISPONIBLES

a) Residuo de Agua

Aproximadamente con un régimen de 50 toneladas por hora el chorro de agua contaminada con pequeñas cantidades de pequeñas partículas de caucho, solventes, sales, etc., sale de este proceso. El consumo de agua o el agua consumida, es primero conducida a un asentadero primario donde partículas de caucho son separadas por flotación y examinadas superficialmente fuera, luego es enviado a la central de agua de consumo para facilidades en el tratamiento.

b) Monómero Impuro y Solventes

Los productos pesados puestos fuera del proceso de purificación del butadieno y solventes pueden ser utilizados como combustible.

c) Residuos de Polímero

Residuos de polímero, tales como trozos acumulados en la planta del lavado ó Gel cernidos fuera de la corriente del proceso, son quemados en el incinerador.

d) Residuo de Gas

La salida de todas las válvulas de seguridad de presión están conectadas al sistema colector de alivio el cual termina en la antorcha central.

PROPIEDADES FISICAS DEL PRODUCTO

Las propiedades siguientes son típicas para productos dentro de las - condiciones normales.

Grado		BR 01	BR 21	BR 31
Base del Polímero (**)				
Cis	- 1.4 (%)	96	96	96
Trans	- 1,4 (%)	2	2	2
Venil	- 1,2 (%)	2	2	2
Aceite de extendido	(PHR) (*) (Tipo)		37.5	37.5
			Nafténico	Altamente aromático
Estabilización	(Tipo)	No coloreado	No Color	No Color
Materia volátil	(%)	0.2	0.2	0.2
Ceniza	(%)	0.05	0.05	0.05
Contenido de GEL	(%)	0.05	0.05	0.05
Gravedad Específ.	(%)	0.91	0.91	0.93
Viscosidad Mooney		45	30	35
(M ₁ + 4 a 100°C)				

Nota:

(*) PHR (Part per Hundred part of Rubber) : Partes por 100 partes de caucho.

(**) . Resultados obtenidos por métodos de prueba de la JSR (Basado en el método Morero).

Los resultados con otros catalizadores basarlo en los productos, por el mismo método son :

CLASE DEL COMPONENTES DEL CATALIZADOR	CIS 1,4 (%)
Co	97
Ti	90
Li	36

CONDICIONES DE LOS MATERIALES DE ALIMENTACION Y AUXILIARES

I - Propiedades Requeridas del Butadieno

1) Apariencia ó Aspecto	Líquido transparente Ligeramente coloreado
2) Pureza de la carga en el 1,3 Butadieno	99.0 %W min.

3) Inhibidor (TBC)	15 ppm	min.
4) Allenes (como C3 (propadieno + 1.2 butadieno)	50 ppm.	máx.
5) Dimetilacetileno	50 ppm.	máx.
6) Alfa - acetileno (metil + etil - acetileno)	50 ppm.	máx.
7) Venilacetileno	50 ppm.	máx.
8) Dímeros de butadieno	0.1 % W	máx.
9) Isobutileno	0.5 % W	máx.
10) Sulfuros (como S)	10 ppm.	máx.
11) C ⁺ dienos conjugados 5	20 ppm.	max.
12) Carboxilos (como acetaldehida	50 ppm.	max.
13) Componentes no volátiles	0.1 % W	máx.
14) Peróxidos (como H ₂ O ₂)	10 ppm.	max.
15) Solvente	10 ppm.	máx.
16) Aminas (como Amoníaco)	5 ppm.	max.
17) Oxígeno en fase Vapor del butadieno	0.3 % W	máx.

Nota: Calificados a través de un test para polimerización.

Condición de suministro al límite de baterías :

En fase Líquida, en las tuberías con

4.0 Kgr/Cm²

una presión aproximada

II - Propiedades requeridas del Tolueno

- 1.- Gravedad específica 15/4 °C 0.8690 = 0.8730
Rango de destilación del No más de 1°C incluyendo
97% V, mín. a 760 mm Hg. la temp. de 110.6 ± 1°C
- 2.- Color No más oscuro que una so-
lución de 0.003 gr. de
K Cr 0 en 100 cm³ de
2 2 7
agua.
- 3.- Corrosión de cobre La tira de cobre no muestra-
rá decoloración.
- 4.- Componentes azufrados :
H S SO (cualitativamente) Libre
2 1 2
Tiofeno y sus derivados 0.1 mg/100 ml tolueno máx.
- 5.- Color del ácido de lavado No más oscuro que el Standard
1.
- 6.- Materia no volátil 0,002 gr/100 ml. tolueno máx.
- 7.- Acidez y alcalini no ácido y alcali libre i.e.
no evidencia de acidez y alca-
linidad.
- 8.- Humedad ppm. 650 máx.

9.- Índice de Bromo 1.0 máx.

Nota: A ser calificado (evaluado) a través de un test para polimerización.

III - Propiedades del Heptano

1.- Apariencia	Poco coloreado, claro
2.- Gravedad específica (15.6 / 15.6 °C)	0.730 - 0.733
3.- Destilación (P.I. a Bulbo seco)	93.3 - 99.5 °C
4.- Aromáticos	4,0 Vol. % máx.
5.- Azufre	5 ppm. máx.
6.- Materia no volátil	2 mgr/100 ml. C ₇ máx.
7.- Humedad	280 ppm. máx.

Nota: Ha de ser evaluado por un test para polimerización.

D. - REQUERIMIENTO DE MATERIA PRIMA Y SERVICIO INDUSTRIAL

1.- Carga y Materiales Auxiliares

a) <u>Butadieno</u>		Consumo promedio
	% Pureza	TM/TM Br 01
-Fresco	99.2	1. 0052
-No Fresco (**)	90.0	0. 0066
	TOTAL	1. 0118 (~ 1.02)

(*) Promedio Anual de la planta de Chiba (1971)

(**) Butadieno reusado, recuperado del proceso de re-purificación, la pureza y cantidad de butadieno re-usado depende de las condiciones del proceso y de las propiedades del butadieno usado como carga.

b) <u>Solvente</u>	Consumo promedio
	Kgr / TM BR01
total de tolueno	
más hentano	46.4

c) Químicos y Catalizadores

4,557 Yens (18.24 \$/TM BR01) gastados por tonelada de BR01, promedio anual de la planta de Chiba (JSR) en 1972, en paréntesis está actualizado a 1979.

d) Suministros a planta y embalaje de Materiales

Los suministros comprendidos como aceite lubricantes, materiales de reemplazo, etc., no incluyen materiales para mantenimiento. 2,600 Yens gastados por toneladas de BR 01 (10.42 \$/TM) en 1972, actualizado a 1979 en paréntesis.

2.- Servicios Industriales

A.) vapor

SLP (Vapor de baja presión)	4.5 ATA saturado
SHL (Vapor de alta presión)	11.5 ATA saturado

b) electricidad

	Voltaje	Frecuencia	Fase
encima de 150 Kw.	660 V	50 Hz	3 (trifásica)
150 Kw y menos	440 V	50 Hz	3 "
Instrumentos y alumbrado	110 V	50 Hz	1 (monofásico)

c) Agua de enfriamiento

1.- Condición de suministro al Límite de baterías

presión	3.5 Kg / cm ² G mín.
temperatura	14 ~ 30 °C

2.- Condición de retorno del Límite de Baterías

Presión	3.5 Kg /cm ²	G.	máx.
temperatura	5 ~ 10	°C	temperatura a la en- trada.

d) Agua de proceso

Condición de suministro al Límite de Baterías

Presión	3.5 Kgr/ cm ²	G	mín.
Temperatura			14 - 28 °C
PH			6.4 ~ 7.4
Turbiedad (grado)			3.0 Máx.
Conductividad eléctrica (μ mhO/cm)			150 máx.
Dureza total como CaCO ₃ (ppm)			50 máx.
Alcalinidad M como CaCO ₃ (ppm)			70 máx.
contenido de fierro total (ppm)			0.5 máx.
C.o.D (K MnO) (ppm)			2 máx.
Contenido total del sólido (ppm)			150 máx.

e) Gas Nitrógeno

Pureza	99.48 % V	mín.
Contenido de oxígeno	0.02 % V	máx.
contenido de humedad	25 mgr/N m ³ N ₂	máx.

Condiciones de suministro al Límite de baterías es recibido a tra-

vez de tuberías

presión 6.0 Kg/cm² G mín.

f) Consumos

	Unid.	Consumo promedio (*) Por toneladas de BRO1
Vapor (SHP, SLP)	Ton.	7.3
Electricidad	Kwh	520
Agua de Proceso	Ton.	7.0
	Unid.	Consumo anual (*)
Agua de enfriamiento (agua salada + CTM)	ton.	14'300,000
Gas Nitrógeno	Nm ³	384,000
Aire comprimido	Nm ³	1'520,000
Amoniaco líquido	Kgr.	30,000
Medio enfriante	Kgr	2,900

(*) Consumo anual de la planta de Chiba en 1971 para 25,000 TM - BRO1.

E.- REQUERIMIENTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA

	Trabajador -Día (plazas)	trabajador- turno (plazas)
Capataz	-	1
Area de polimerización, trabajador calificado	-	4
Area de Acabado Trabajador calificado	-	4

Trabajador no calificado	--	3
Laboratorio de control de proceso		
Trabajador Jefe	-	1
Trabajador Calificado	4	3
Total	4	16

Nota: El requerimiento de personal, por consiguiente, no incluye :

- a) Una plana (Staff) de administración é ingeniería
- B) Suministro de materiales de carga del almacén.
- C) Manipuleo y transporte de productos en el almacén
- D) Limpieza y mantenimiento periódico.
- E) Resíduos disponibles.

F.- VIDA UTIL DE LOS EQUIPOS

Se ha considerado por razones técnicas, depreciación y desgaste de equipo, una vida útil de los equipos de 10 años.

Se considerará una depreciación de 10% anual de la inversión fija total.

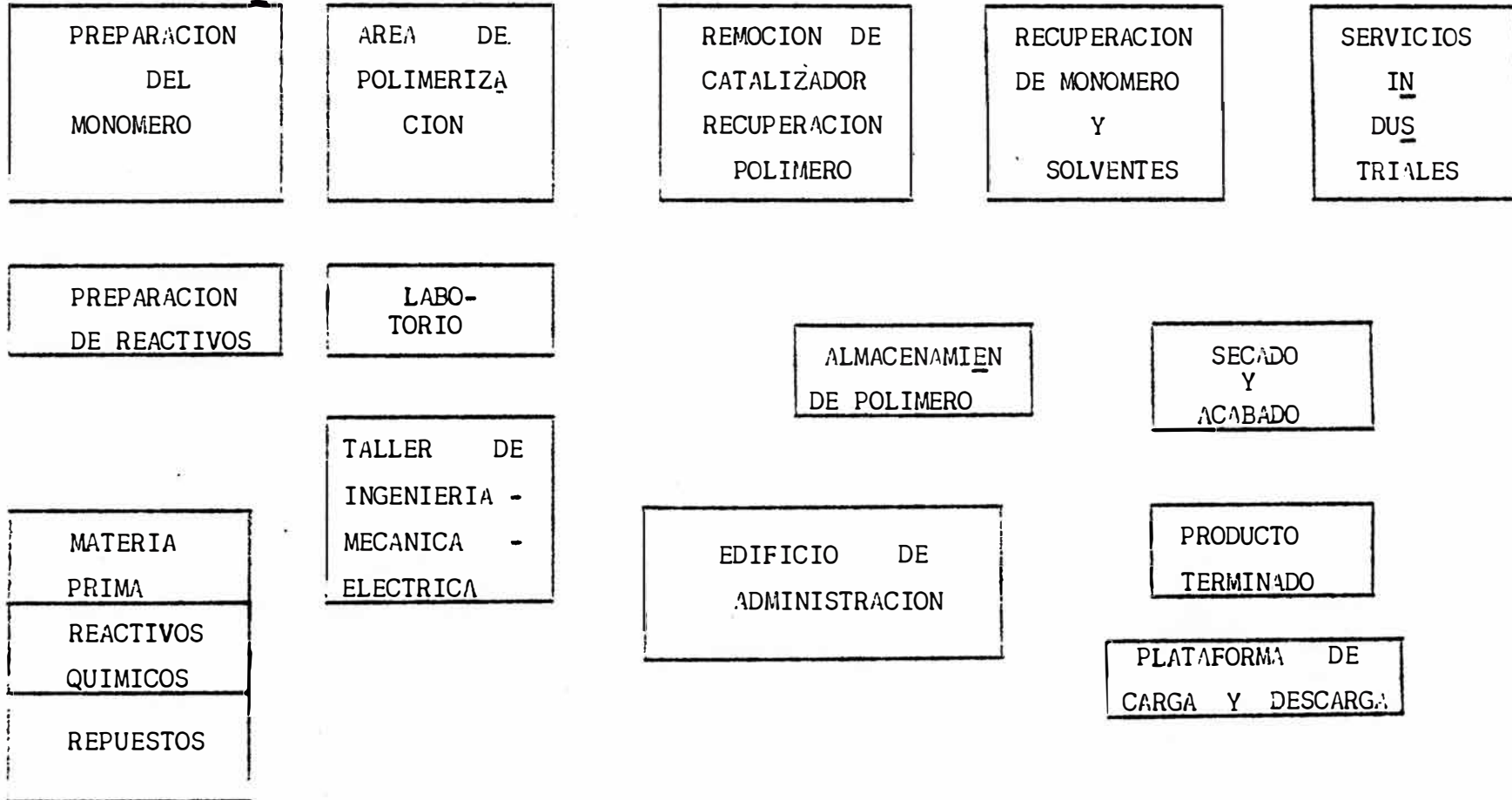
G.- DISPOSICION PRELIMINAR DE LA PLANTA

Las diferentes áreas que conforman la planta de 25 MTM/Año de Cis-Poli-butadieno tentativamente se distribuyeron sobre un área total de 22,000 m² (0.022 Km²), como sigue:

- Edificio de Administración
- Almacenes Generales
- Area de Preparación del Monómero
- Area de Preparación de Reactivos
- Talleres de Ingeniería Mecánica - Eléctrica
- Laboratorio de control de calidad
- Area de Polimerización
- Area de Remoción de Catalizador y Recuperación del polímero.
- Area de recuperación del Monómero y solventes.
- Area de Secado y Acabado
- Area de Almacenamiento del Polímero
- Area del almacenamiento del producto terminado.
- Area de plataforma de Carga y Descarga.

FIGURA VII - 2 -

DISPOSICION PRELIMINAR DE LA PLANTA



-148-

ALMACENES GENERALES

CAPITULO VIII ASPECTOS ECONOMICOS

A INVERSION

Para el cálculo de la inversión, haremos un estimado de costo de la planta.

Estimación del Costo de Construcción de Planta

El costo estimado de construcción ha de ser preparado para una planta - que produzca Cis-polibutadieno por un proceso de polimerización continua.

I Condiciones

Capacidad de Planta 25,000 TM/Año
Extensión de la Estimación Límite de Baterías

II - Costo de la Construcción (a)

x 10³ Yens x 10³ \$
(1972) 1972

1.- Equipo y Materiales (FOP)

-Equipo	910,000	3035
-Material de Tuberías	342,000	1143
-Instrumentación	226,000	755
-Electricidad	226,000	753
-Equipo de Laboratorio	116,000	387
Sub total	1'822,000	6073

2.- Ingeniería

-Ingeniería Básica	100,000	333
-Ingeniería de Detalle	<u>300,000</u>	<u>1000</u>
Sub total	400,000	1333

3.- Edificación

-Levantamiento, Edificios y casas	691,000	2303
--------------------------------------	---------	------

4.- Contingencias	<u>430,000</u>	<u>1433</u>
-------------------	----------------	-------------

5.- GRAN TOTAL

(1 + 2 + 3 + 4)	3'343,000	11,142
-----------------	-----------	--------

(a) Presentado por la Japan Synthetic Rubber

INVERSION (1972) = 11.142 MM \$

CE Plant Cost Index, 1972 = 137.2 (*)

CE Plant Cost Index, 1979 = 232.3 (*)

(March, 1979)

• • INVERSION (a Marzo de 1979) = 18.865 M\$

en el límite de batería

INVERSION (a Marzo de 1979) = 9.433 M\$

fuera del límite de baterías

(50% ISBL) **

INVERSION TOTAL = 28.298 M\$

(A amortizarse)

Para realizar un estimado más actual de la Inversión asimilaremos los -
datos anteriores en la referente al límite de baterías exclusivamente.

Equipos y Materiales 1972 = 6'073,000 \$ USA = ISBL₁₉₇₂

CE Cost Index₁₉₇₂ 137.2

CF Cost Index₁₉₇₉ = 232.3 (March 1979)

ISBL₁₉₇₉ = 10'282,492 \$ USA

Con esta Inversión de ISBL (INSIDE BATTERY LIMIT), calcularemos la In-
versión total y todos los demás parámetros.

INVERSION TOTAL = \$ 30'483,477

(Ver Tabla IV, párrafo 12, de las tablas de Evaluación).

(*) CHEMICAL & Engineering, New - Junio 1979

(**) Copias del Curso de Petroquímica Básica, Ing. José Torres Urrolo.-

B.- FINANCIAMIENTO

La inversión para la planta de caucho cis-polibutadieno será cubierta por el aporte de los accionistas INDUPERU y Socios privados y por préstamos a largo, mediano y corto plazo.

Para definir la estructura de financiamiento del proyecto se han de considerar los resultados financieros, así como, las estructuras más usuales en la Industria Petroquímica.

Es común en el financiamiento de proyectos petroquímicos un índice de cobertura de la deuda de 1.5, es decir, se dispone de 1,5 dólares EE.UU. por cada un dólar EE.UU. de deuda.

La estructura financiera aprobado por el Ministerio de Industria y Turismo é INDUPERU, dá las siguientes pautas.

Estructura	Deuda/cuota	70/30
------------	-------------	-------

La estructura de Propiedad en promedio se distribuye

77% Nacional

23% Extranjero

Las plantas básicas han de ser 100% estatales, las plantas Intermedio, también estarán a cargo del estado en un 100%.

Las plantas finales tendrán participación de inversionistas privados.

51% Nacionales

49% Extranjeros

El aporte nacional ha de ser íntegramente en soles.

CRITERIOS PARA EL FINANCIAMIENTO

	MI	15% MF	85% MB
* Tasa de Interés Anual %	12.5	12 (libor) + 3	10
* Período de pago (Años)	9	5	9
* Período de gracia (año)	3	2	2

El aporte accionario inicial será cubierto por INDUPERU y por los socios privados nacionales en un 51% y extranjeros en un 49%.

Para el financiamiento se recurrirá a :

a) - Créditos de proveedores Extranjeros.

Estos serán utilizados principalmente para la compra de maquinaria y equipos de la ingeniería y repuestos.

b) - Línea de Créditos en Moneda Extranjera de COFIDE.

Se emplearán para la adquisición de maquinarias no consideradas en el crédito anterior, la ingeniería, la erección, la licencia y las supervisiones.

c) - Crédito en Moneda Nacional de COFIDE.

Se recurrirá a este crédito para la adquisición de la maquinaria y equipo nacional para las obras civiles y edificios, la erección y la supervisión.

C.- PROGRAMAS DE PRODUCCION Y VENTAS

Del estudio de mercado y del estudio del tamaño de planta se ha determinado que la producción será de 25,000 TM/AÑO.

Planificación y Ejecución del Proyecto

a) - Ingeniería Básica: Inicio 1° mes - Finalización 8° mes.
(8 meses).

b) - Ingeniería de Detalle: Inicio 3° mes y finalización 15° meses.
(12 meses).

c) - Fabricación y Procuración de Equipo Inicio 11° mes - Finalización 29° mes (18 meses).

- d) - Transporte : Inicio 23° mes - Finalización 31° mes (8 meses).
- e) - Obras Civiles : Inicio 11° meses - Finalización 34° mes
(23 meses).
- f) - Construcción y Montaje : Inicio 12° mes - Finalización 36°mes
(24 meses).
- g) - Selección y Entrenamiento de Personal : Inicio 1° mes - Finali-
zación 36° mes (36 meses).
- h) - Prueba y Puesta en Marcha Inicio 36° mes - Finalización 40°
mes (4 meses).

CUADRO VIII - 1

PROGRAMA DE PRODUCCION DE LA PLANTA (Toneladas Métricas)

AÑO	PRODUCCION	CAPACIDAD UTILIZADA
1984	16,000	64 %
1986	22,500	90 %
1988	25,000	100 %
1990	25,000	100 %
1992	25,000	100 %

Las ventas se harán al mercado de la subregión y a los mercados extra-regionales (Chile, Argentina, etc.)

Toda la producción se destinará a cubrir las demandas definidas en el Capítulo de Estudio de Mercado y Tamaño de Planta.

D.- COSTOS FIJOS

Los costos fijos serán definidos como aquellos costos que están dentro de los rubros:

- Equipo y Maquinaria
- Ingeniería
- Edificación y Obras Civiles
- Erección
- Licencia de Tecnología
- Supervisión y Consultoría
- Reposos
- Imprevistos, etc.

El valor del Costo Fijo, ha sido evaluado en la Tabla V, de las tablas de evaluación.

Este valor es de 6'218,748 \$ USA

E.- COSTOS VARIABLES

Los costos variables, serán todos los gastos realizados dentro de los rubros :

- Servicio
- Catalizadores y Químicos
- Mano de Obra - Supervisión
- Materia Prima
- Mantenimiento
- Seguros
- Gastos de comercialización
- Gastos pre-operativos, etc.

El valor del Costo Variable, ha sido evaluado en la Tabla V, de las tablas de Evaluación.

Este valor es de 3'837,583 \$ USA .

F.- COSTO DE PRODUCCION

El costo de producción vendría a ser la suma de los costos fijos y variables

Este valor ha sido calculado en la Tabla V y trasladado a la Tabla VI, para calcular el precio del producto.

El valor es de : 10'056,331 \$ USA .

G.- VALOR DE VENTAS

El valor de la venta del Cis polibutadieno para el mercado peruano y actualizado a Marzo de 1979, es realizado en la Tabla VI.

El Valor de Ventas es de : 25'705,720 \$ USA.

H.- CAPITAL DE TRABAJO

El Capital de trabajo para el cis - polibutadieno se hará en base a considerar un mes de materia prima, más un mes de cargas variables, de este modo se obtiene en la Tabla V el valor del Capital de Trabajo.

Capital de Trabajo = 1'212,279 \$ USA

I.- UTILIDAD NETA

Para calcular la Utilidad Neta, debemos de conocer el costo de producción y el valor de las ventas.

Costos de Producción = Costo de Procesamiento + costo de Materia prima

Costo de Producción = \$ 10'056,331 + 10'709,760

Costo producción = 20'766,091 \$ USA

Valor de Ventas = 25'705,720 (VI, 10)

UTILIDAD NETA = Venta de producto - Costo de producción

UTILIDAD NETA = 25'705,720 20'766,091

UTILIDAD NETA = 4'939,629 \$ USA

% INVERSION = $\frac{4'939,629}{30'483,477} = - \underline{\underline{16.2 \%}}$

J.- FLUJO DE FONDO

El valor de flujo neto de fondo es también calculado usando las tablas de Evaluación (Ver Tabla VI).

El valor del flujo neto de fondo, cuando la Planta opere al 100% de su capacidad es de : 6'096,695 \$ USA

CAPITULO IX - EVALUACION ECONOMICA FINANCIERA

A - CRITERIOS DE EVALUACION

Los indicadores utilizados para evaluar el proyecto son los siguientes :

- Punto de Equilibrio
- Rentabilidad
- Indice Contable
- Valor agregado y
- Ahorro de Divisas

PUNTO DE EQUILIBRIO

Determinará el volumen de producción en el que los costos totales igualan a los ingresos netos.

Se calculará para los diez años de operación.

El punto de equilibrio, ha sido calculado matemáticamente de acuerdo a la fórmula :

$$\text{Punto de Equilibrio } X = \frac{C. F.}{(P - C.V.U.)}$$

donde :

X : Volúmen de producción en el punto de equilibrio

C.F.: Costo fijo total

F : Precio de Venta

C.V.U.: Costo Variable Unitario

Para el año 1990 :

$$X = 25,000 \quad \text{TM/A}$$

$$p = 650 \text{ USA / TM}$$

$$CF = 6'218,748$$

$$CVU = 153.5$$

$$X = 12,525.2 \quad \text{TM.}$$

Vemos que este valor en el 50.1% lo que nos asegura que la producción de la planta estará encima del punto de equilibrio.

RENTABILIDAD DE PROYECTO

La rentabilidad del proyecto es calculado mediante la tasa interna de retorno. Este parámetro puede ser determinado para cuatro flujos netos que permiten obtener la rentabilidad financiera del proyecto, la rentabilidad del accionista en general y del accionista - privado.

ANALISIS CONTABLE

Se realizará mediante las razones contables que permite evaluar el estado de operación de la empresa, para el correspondiente control interno y la comparación con otras empresas. Además proporciona, elementos de juicio adicionales a los inversionistas para definir su decisión de participar en el proyecto.

Para el análisis contable se selecciona las razones más representativas que evalúan la condición financiera de la empresa, las cuentas mayores del balance y el poder de generación de utilidades.

VALOR AGREGADO

El proyecto genera un valor agregado a los insumos, estos insumos comprenden básicamente las materias primas, los productos químicos, catalizadores y materiales de mantenimiento.

La suma del valor agregado y la compra de los insumos componen el valor bruto de la producción.

AHORRO DE DIVISAS

El proyecto producirá un ahorro de divisas por sustitución de las importaciones de por lo menos 1 millón de dólares USA anuales (en

1975 la importación de caucho sintético fué de 4'955,699 dólares), al igual genera una entrada de divisas por la exportación del producto sea como materia prima o componiendo otros productos finales, (neumáticos, suelas, etc.).

B.- ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Vemos que los resultados satisfacen las inquietudes del proyecto, puesto que este producto producirá :

- Entrada de divisas y eliminación de un grueso de divisas salientes por la importación.
- Darle al butadieno un valor agregado de gran consideración, puesto que el caucho es una materia de una diversidad de usos.
- Integrar al Perú a los mercados subregionales y extraregionales, siguiendo una política económica adecuada.
- Ligar la Industria Petroquímica naciente a grandes emporios financieros.

T A B L A I

VENTA DE PRODUCTOS

<u>PRODUCTOS</u>	<u>PRECIO DE VENTA</u> (\$/Ton.)	<u>CANTIDAD ANUAL</u> (TON)	<u>TOTAL DE VENTA</u> <u>ANUAL</u> (\$)
P B R	1100 (*)	25000	27'500,000
		TOTAL	27'500,000

COSTO DE MATERIA PRIMA

<u>MATERIA PRIMA</u>	<u>COSTO</u> (\$/Ton)	<u>CANTIDAD ANUAL</u> (TON)	<u>COSTO ANUAL</u> (\$)
1-3 BUTADIENO	384	25,500	9'792,000
Tolueno	204		
Heptano	143	1,160	201,260 (**)
Químico y Catali- zador	18.24\$/TMBR	25,000	456,000
Suministro y Em- balaje	10.42 \$/TMBR	25,000	260,500
		TOTAL	10'709,760

(*) Precio de PBR a Junio de 1976 en Brasil

(**) Se ha asumido una contribución de cada solvente, de 50%

Margen: 27'500,000 - 10'709,760 = 16'790,240
(671.6 \$/TMBR)

T A B L A I I

CONSUMO DE SERVICIOS

Servicios Unidades	Capacidad Ton/año	Electri- cidad kwh/h	Vapor Ton	Agua de enfria- miento m ³ h	Agua de procesos m ³ / h	Combus- tible kca l/h
Polimerización	25,000	520	7.3	572	7.0	

COSTO ANUAL DE SERVICIOS

SERVICIO	UNIDAD	CONSUMO ANUAL	COSTO POR UNIDAD \$	COSTO ANUAL
Electricidad	kwh	1'300,000	0.02	26,000
Vapor	ton	182,500	7.38	1346,250
Agua de en- friamiento	m ³	14'300,000	0.021	300,300
Agua de pro- cesos	m ³	175,000	0.32	56,000
Gas Nitrógeno	m ³	384,000	0.01	3,840
Aire comprimi- do	m ³	1'520,000	0.04	60,800
Amoniaco	kg	30,000	0.2	6,000
Freon-12	kg	2,900	0.24	696
TOTAL ISBL				1'800,486
OSBL (20% ISBL)				360,097
			TOTAL	2'160,583

TABLA III

ESTIMACION DE MANO DE OBRA

<u>CALIFICACION</u>	<u>INGENIERO</u>	<u>CAPATAZ</u>	<u>OPERADOR</u>	<u>AYUDANTE</u>	<u>TOTAL</u>
Personal diario	-	-	4	-	4
Personal de turno	-				
Hombres/turno	-	1	12	13	16
Hombres/año		4	48	12	64
TOTAL HOMBRES/AÑO		4	52	12	68

COSTO DE MANO DE OBRA

	<u>HOMBRES/AÑO</u>	<u>COSTO UNITARIO/ AÑO (\$)</u>	<u>COSTO ANUAL (\$)</u>
INGENIERO	-	-	-
-CAPATAZ	4	10,000	40,000
OPERADORES	52	8,000	416,000
AYUDANTES	12	5,000	60,000
TOTAL (SBL)	68		516,000
TOTAL OSBL (0.3 ISBL)			154,800
TOTAL (ISBL OSBL)			670,800
SUPERVISION Y GASTOS GENERALES (1.5 (ISBL OSBL)			1'006,200
TOTAL :			<u>\$ 1'677,000</u>

TABLA IV

<u>ESTIMACION DE LA INVERSION</u>		<u>U S \$</u>
1.-	Unidades de Proceso de Polimerización ISBL	10'282,492
	OSBL (50% ISBL)	5'141,246
	ISBL TOTAL	15'423,738
2.-	Ubicado fuera de ISBL (35 % de 1)	5'398,308
3.-	Costo total de una planta erigido Europa (1) (2)	20'822,046
4.-	Costo Total de una planta erigido en Perú (1.2 x (3)	24'986,456. 79
5.-	Intereses durante la construcción (5% de (4)	1'249,323
6.-	Contingencias 7 % de (4)	1'749,052
7.-	Royalties 2.2 % de (4)	549.702
8.-	Costos de Arranque 1.3 % de (4)	334,824
9.-	Inversión para amortizar (4) (5) (6) (7) (8)	28'859,357
10-	Carga inicial de catalizador y químicos 5.5 % de (4)	1'347,255
11-	Repuestos 1, % de (4)	249,865
12-	Inversión Total (9) (10) (11)	30'483,477
13-	Capital de trabajo	

TABLA V

ESTIMACION DE COSTOS DE OPERACION Y CAPITAL DE TRABAJO

	<u>\$ / AÑO</u>
<u>Cargas Variables</u>	
Servicios	2'160,583
Catalizador y Químicos	-----
Mano de obra Supervisión	<u>1'677,000</u>
Total de cargas variables	<u>3'837,583</u>
<u>Cargas Fijas</u>	
-Amortización en 10 % de la inversión amortizable	2'829,800
-Interes sobre el costo de capital en 5% (promedio del costo de capital)	1'676,591
-Interés sobre el capital de trabajo en 8 %	96,982
-Mantenimiento en 3 % del costo total erigido	749,594
-Gastos generales en 2 % de la inversión amortizada	577,187
-Seguros en 1 % de la inversión amortizable	<u>288,594</u>
Total de cargas fijas	<u>6'218,748</u>
Total del costo de operación o procesamiento	<u>10'056,331</u>
<u>CAPITAL DE TRABAJO</u>	
-Costo de 15 días de materia prima (1 mes de Mat. Prima)	892,480
-Venta de 15 días de productos	319,799
-1 mes de cargas variables	-----
TOTAL DEL CAPITAL DE TRABAJO	<u>1'212,279</u>

TABLA VI

CALCULO DE PRECIO DEL PRODUCTO

	<u>U S \$</u>
1.- Inversión total	30'483,477
2.- Flujo de caja neto (20 % de (1))	6'096,695
3.- Amortización (10% de la Inversión Amortizable)	2'885,936
4.- Beneficios después de impuestos ((2) - (3))	3'210,759
5.- Beneficios antes de impuesto ((4) / 0.65)	4'939,629
6.- Costo de operación total	10'056,331
7.- Costo de materia prima	10'709,760
8.- Costo total de manufactura (6) (7)	20'766,091
(5) (8)	25'705,720
9.- Venta de Sub-productos	
10- Total de venta del principal producto	25'705,720
(8' - 9)	

Costo de Venta = 1028 \$/TMBR.

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

- 1.- PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA -
DECISION 91 - Junta de Acuerdo de Cartagena, 1975.-
- 2.- PROGRAMA SECTORIAL DE DESARROLLO DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA -
PROPUESTA 44 - Junta de Acuerdo de Cartagena, Marz6, 1974.-
- 3.- CHEMICAL MARKET ABSTRACTS.- Julio 1976.-
- 4.- "SYNTHETIC RUBBER'S.- Chemical and Process Engineering.-
S.A. Miller, Setiembre de 1972.-
- 5.- STATISTICAL YEARBOOK.- UNITED NATIONS.- 1977.-
- 6.- ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DEL PERU.- 1964-1974 y 1975-1977.-
Ministerio de Industria y Comercio.-
- 7.- "INDUSTRIA DEL CAUCHO".- Ministerio de Industria y Turismo.-
1977.-
- 8.- ANUARIO DEL COMERCIO EXTERIOR DE COLOMBIA.- Departamento Adminis
trativo Nacional de Estadística DANE.-
- 9.- "SITUACION DE LA INDUSTRIA PETROQUIMICA EN EL PERU".- Estudio -
Actualizado para el Programa Petroquímica.- Subregional.- Junta
del Acuerdo de Cartagena.- Lima, Mayo de 1976.
- 10- ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE VENEZUELA.-
- 11- ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE ECUADOR .-
- 12- ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE BOLIVIA .- 1966-1968 y 1970-1972
Instituto Nacional de Estadísticas - Ministerio de Planificación.
- 13- ANUARIO DE COMERCIO EXTERIOR DE CHILE.- 1965-1974
Cámara de Comercio de Chile.-

- 14- CHEMICAL MARKETING REPORTER No. 21 - Noviembre de 1976.-
- 15- 4to. CONGRESO NACIONAL y 1er. LATINOAMERICANO DE PETROQUIMICA.-
Instituto Argentino de Petróleo.- San Carlos de Bariloche.- Ar
gentina.- 14-20 Noviembre de 1976.-
- 16- PETROCHEMICAL MANUFACTURING & MARKETING GUIDE.- Robert Stoubaugh
Vol. I y II.
- 17- "BUTADIENO COMO PRODUCTO BASICO EN LA INDUSTRIA PETROQUIMICA" -
TECNOLOGIA DE PRODUCCION.- César a Espinoza M., Tesis de Bachiller
- 18- FROM HYDROCARBON TO PETROCHEMICALS.- Hydrocarbon, Processing,
March, 1979.-
- 19- G.P.B. PROCESS: "BUTADIENE EXTRACTION PROCESS, Nippon Zeon Co.,
Ltd., Noviembre de 1977.-
- 20- EVALUACION TECNICA ECONOMICA DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCION DE
RESINAS ACRILO NITRILO - BUTADIENO - ESTIRENO (ABS).- Luis Dan-
cuark Kohler, Tesis de Grado.
- 21- "ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA INSTALAR UNA PLANTA DE CAUCHO -
SINTETICO ESTIRENO BUTADIENO".- Luis Bonilla R.-Fco. Guerra B.-
Tesis de Grado, 1977.-
- 22- PROCESS ECONOMIC PROGRAM.- Stanford Research Institute, 1975.-
- 23- COPIAS DEL CURSO DE PETROQUIMICA BASICA.- Ing. José Torres Urrelo.
Departamento de Hidrocarburos, Universidad Nac. de Ing. 1978.
- 24- JRS POLYMER DATA, Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.-
- 25- BUREN D'ETUDES INDUSTRIELLES ET DE COOPERATION DEL INSTITUTE -
FRANCAIS DU PETROLE-Vol, 3 Styreno-Butadieno Rubber.-
- 26- FACTS AND FIGURES FOR THE CHEMICAL INDUSTRY- Chemical & Engineering
New 'S - June 12, 1978.
- 27- THE ECONOMIC OF THE CHEMICAL INDUSTRY, by Jules Backman, 1970 -
Manufacturing Chemist, Association.-

* * * * *