
FACULTAD DE QUIMICA

U.N.A.M.

Estudio Técnico Económico para la fabricación de
Di-Metoxi-Etil-Ftalato, Destinado a un Autoconsumo de
una Planta Productora de Acetato de Celulosa Plastificado

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a :

PEDRO TIRADO GONZALEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

PRESIDENTE PROF. JULIO TERAN ZAVALETA

V O C A L PROF. EDUARDO ROJO Y DE REGIL

SECRETARIO PROF. FERNANDO ESTUDES SUAREZ

1er.SUPLENTE PROF. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA

2do.SUPLENTE PROF. JORGE RIVERA BENITEZ

SUSTENTANTE : PEDRO TIRADO GONZALEZ _____

ASESOR TECNICO : JULIO TERAN ZAVALETA _____

A MIS PADRES CON EL MAS PROFUNDO
CARIÑO, AGRADECIMIENTO Y RESPETO
POR SU AMEGACION Y SACRIFICIO

SR. PEDRO TIRADO ALDREA
SRA. NIEVES GONZALEZ DE TIRADO

CON AMOR A MI ESPOSA
SRA. EVELIA RODRIGUEZ DE TIRADO
A NUESTRO HIJITO PEDRITO
Y AL QUE ESPERAMOS PRONTO

CON CARIÑO A MIS HERMANOS

FELIPE
EMILIANO
VICTOR
JOEL
JORGITO
JUANITO

CON AGRADECIMIENTO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
Y A MI INOLVIDABLE FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS, AMIGOS Y FAMILIARES

A MI COMPAÑIA "PRODUCTOS BAKEL, S. A. DE C. V."

Y A LOS QUE LABORAN EN ELLA

A TODOS LOS QUE CON SU AYUDA PERMITIERON MI FORMACION Y LA ELABORACION DEL PRESENTE TRABAJO

I N D I C E

		Pág.
CAPITULO I	INTRODUCCION	1
CAPITULO II	GENERALIDADES	3
	Información General sobre Plas-	
	tificantes Derivados del Anhí-	
	drido Fóslico	3
	Diferencia entre Elicos	8
	Usos	15
CAPITULO III	MECADO	18
	Estadísticas Generales	18
	Estudio del Mercado Nacional	
	del Dimetoxi Etil Ftalato	26
	Organización y Estructura del Mercade	27
	Bases de Cotización y Métodos	
	de Venta	30
	Competencia y Sustitutos	31
CAPITULO IV	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	32
	Propiedades Físicas y Químicas	32
	Materias Primas para su Elaboración	33
	Control Químico del Producto	35
	Especificaciones de Calidad	39
	Usos	39

CAPITULO	V	DESCRIPCION DEL PROCESO	41
		Consideraciones Generales	41
		Catalizador y Arrastrador de Agua	44
		Descripción del Diagrama de Pij jo	45
		Consideraciones respecto al Ma- terial del Equipo	48
		Lista del Equipo de Operación y Proceso	48
CAPITULO	VI	CAPACIDAD, ESTEQUIOMETRIA Y SER- VICIOS	50
		Capacidad del Diseño de la Plan- ta	50
		Estequiometría del Proceso	51
		Cálculo del Vapor	52
		Cálculo del Agua	53
		Cálculo de la Energía Eléctrica	55
CAPITULO	VII	ESPECIFICACIONES Y COSTO DEL EQUIPO	57
		Reactor	57
		Condensador	58
		Tanque Decantador	62
		Filtro Prensa	63
		Tanque de Almacenamiento (T_1)	63
		Tanque de Almacenamiento (T_2)	63
		Instrumentación	64
		Tubería, Válvulas, Conexiones y Aislamiento	64
		Costo Total del Equipo	65

CAPITULO VIII	LOCALIZACION	66
	Ubicación	66
	Terrano	66
	Edificios	66
	Laboratorio	67
CAPITULO IX	ANALISIS ECONOMICO	68
	Capital Fijo	68
	Costo de Producción	68
	Gastos Generales	72
	Ventas Netas	72
	Utilidad Neta antes de Impuestos	72
	Utilidad Neta después de Impuestos	73
	Capital de Trabajo	73
	Inversión Total	73
	Rentabilidad	73
	Punto de Equilibrio	73
CAPITULO X	CONCLUSIONES	76
	BIBLIOGRAFIA	78

C A P Í T U L O I

INTRODUCCION

La necesidad de una industria planificada e integrada en nuestro país es cada vez más evidente.

Se dice industrialización planificada porque hasta la actualidad la industria nacional no ha surgido de un estudio planificado adecuado que prevea el desarrollo consecuente de todas las ramas de su producción, sino que se ha caracterizado por su evolución caótica y desproporcionada.

En México afortunadamente se cuenta con el recurso de la petroquímica, la que últimamente se ha desarrollado en grandes proporciones, esto es de gran importancia para la industria química debido a que es la base o punto de partida para una integración adecuada a las necesidades nacionales.

Los plastificantes en general ocupan en el campo de los plásticos un lugar de primera importancia, es por esta razón que el presente trabajo tenga por objeto describir un estudio técnico económico que permita llegar a conclusiones con respecto a la posibilidad física y costeabilidad para que una compañía en su proceso de integración produzca para uso cautivo el plastificante Di-Metoxi-Etil-Ftalato, con el objeto de abatir costos de materia prima y en esta forma obtener mayores utilidades.

En forma general se puede dividir este trabajo en tres secciones. En la primera se trata todo lo referente al estudio de mercado; en la segunda su fabricación, es la parte correspondiente a la técnica, se estudia el equipo necesario para la instalación de una planta, teniendo en cuenta las necesidades actuales y proviniendo las del futuro. Y en

la tercera se habla acerca de la costeabilidad de la instalación de la planta, esta parte es la económica. Finalmente se expone un tema adicional que corresponde a las conclusiones, en el cual se resume el criterio obtenido del estudio completo del presente trabajo.

(Al hablar del Dimetoxi Etil Ftalato solo se indican las iniciales D.M.E.P., todos los demás compuestos llevan su nomenclatura completa).

C A P I T U L O II

INFORMACION GENERAL SOBRE PLASTIFICANTES DERIVADOS DEL ANHIDRIDO FTALICO

A.- INFORMACION GENERAL SOBRE PLASTIFICANTES DERIVADOS DEL ANHIDRIDO FTALICO.-

Los plastificantes derivados del Anhídrido Ftálico son compuestos de gran importancia para la industria de los plásticos en general, así como en la de pinturas y en la fabricación de resinas.

Los plastificantes son compuestos de alto punto de vaporización y de baja volatilidad, cuando se adicionan a los polímeros los modifican algunas de sus propiedades tales como flexibilidad, punto de reblandecimiento, viscosidad, tacto, propiedades al calor, dureza, extensibilidad, mejora la resistencia a la absorción, etc. También se dice que tienen efecto ablandador, debido a que reduce la resistencia del material para fluir o reduce la temperatura requerida para darle el flujo satisfactorio. Todas estas cualidades se obtienen a expensas de la dureza de la película del plástico.

El grado de ablandamiento o plastificación está en función de: El plastificante usado, la clase del material que se va a plastificar y la cantidad de plastificante empleada. Los plastificantes al ser usados se escogen de acuerdo con las propiedades que se desea tenga el material que va a ser plastificado. En forma general se enumeran ciertas cualidades básicas que son necesarias a todo buen plastificante: tiene que ser compatible con el material que se va a plastificar, le debe comunicar flexibilidad, debe mantenerse en él permanentemente, debe ser insoluble en agua y estable al contacto con ella, al estabilizante se le atribuye la resistencia al calor y a la luz. De las características anteriores sin duda la más importante es la compatibilidad o sea la habilidad de dos o más sus-

tancia para mezclarse una con otra y formar una mezcla homogénea de propiedades plásticas útiles.

Como ejemplo de plastificación, podemos decir que los materiales plásticos que son quebradizos, por efecto del plastificante adquieren propiedades más adecuadas para su proceso. En el método de moldeado por extrusión, el plastificante usado va a proporcionarle al material plástico la fluidez necesaria para las óptimas condiciones de trabajo, etc.

Cuando a un material plástico se le añade un plastificante se dice entonces que ese plástico ha sido plastificado o plastinado. En ocasiones cuando se adiciona una determinada sustancia que no es un verdadero plastificante, se presenta el fenómeno conocido como envejecimiento del material plástico, esto es causado principalmente porque no se realizó una verdadera plastificación sino una pseudo-plastificación, la cual consiste en que las moléculas de la sustancia añadida se unen a las del plástico, creando moléculas de mayor volumen debido a atracciones polares y mientras esto suceda así las características del material fabricado serán buenas, pero llega el momento en que el material añadido se evapora totalmente y es entonces cuando surge el fenómeno de envejecimiento, caracterizado por la presencia después de cierto tiempo de su fabricación de grietas en la película, pérdidas de elasticidad y flexibilidad, los artefactos moldeados se tuercen, arrugan o encogen, etc.

Por lo tanto una verdadera plastificación será cuando el plastificante añadido forme parte integral en la estructura de la película de plástico, además no se volatilizará aún a altas temperaturas permaneciendo siempre constante, resistente al ataque del agua, ácidos débilis y no se disuelve por aceites y grasas, cuando se expone al sol no se amarilla, a bajas temperaturas retiene su flexibilidad y a altas retiene su resistencia al ablandamiento, no con tóxicos ni tienen olor ni sabor.

De una manera muy general se puede definir a un plastificante como un material disolvente no volátil, de un elevado punto de ebullición, por lo general arriba de 300°C; de difícil extracción el cual

cuando se adiciona a otro material le cambia ciertas propiedades físicas esenciales.

De las propiedades mencionadas sin duda la más importante es su poder de solubilidad en el medio, entre más soluble sea, tendrá más afinidad con el material plástico a que se adiciona, de tal manera que si un plastificante tiene la desventaja de poseer una excesiva volatilidad o un bajo punto de ebullición, será la solubilidad la propiedad que modifique estas desventajas. Ahora esta propiedad no debe ser excesiva puesto que si un plastificante es demasiado soluble en el material plástico resultaría un material excesivamente duro, aunque con tendencia a reblandecerse en frío, pero cuando la solubilidad al contrario de ser excesiva fuera muy baja el material plástico resultaría muy resistente a la tracción pero con muy poca resistencia al choque.

Un buen plastificante debe de actuar entre otras cosas bajando el módulo de elasticidad del producto, reduciendo la viscosidad e impartiendo ciertas propiedades ya antes mencionadas.

Otra definición que se puede dar a un plastificante es la de ser un líquido o sólido de bajo punto de fusión, que cuando se adiciona a un plástico o elastómero le cambia la velocidad de deformación del material a elaborar con el fin de hacer provechosos los productos. Los plastificantes se usaron por primera vez en el año de 1870 cuando a la nitrocelulosa se le agregó alcanfor fabricándose con esto el producto moldeable llamado Celuloide, de ahí que el alcanfor se le considera como el primer plastificante. Ahora en la actualidad ya se puede distinguir un agente suavizador o extendedor llamado también plastificante secundario, de un verdadero plastificante. El agente suavizador o extendedor es un diluyente relativamente no volátil que puede ser sustituido por un verdadero plastificante sin afectar seriamente las propiedades mecánicas de la sustancia.

PROCESO O MECANISMO DE LA PLASTIFICACION

El proceso o mecanismo de la plastificación no es completamente conocido

do, se han emitido diversas teorías para explicar dicho fenómeno, siendo de las más aceptadas; una es la teoría llamada "Del deslizamiento entre capas" o "Teoría de la lubricidad" y la segunda es la llamada "Teoría de Gel".

La primera se basa en que el plastificante empleado se comporta como un lubricante interno ocupando los espacios intermoleculares y por medio del cual se provoca un deslizamiento de las cadenas del polímero. De esta forma no se produce una deformación en el material elaborado, que va aumentando durante el tiempo, esta deformación es originada por la fricción intermolecular. El plastificante entonces según esta teoría facilita el movimiento monomolecular de la resina.

La segunda teoría o teoría de Gel es la que más aceptación ha tenido, se basa en que la estructura interna tridimensional del material que se va a plastificar o sea de una masa resinosa, tiene la forma de panal con una gran rigidez, la cual disminuye grandemente al adicionar el plastificante, formándose entonces un gel que da lugar a una masa gelatinosa.

Esta teoría establece que lo quebradizo y lo duro de una masa resinosa no plastificada es consecuencia de una estructura interna espacada y cerrada, formada por atracciones entre los centros de fuerza de las macro moléculas de las masas resinosas, causando esta estructura tridimensional inmovilización de la masa, dando por resultado un producto rígido y quebradizo. Es interesante saber que existen materias termoplásticas que tienen la característica de poseer centros de fuerzas ampliamente separados dando por resultado un material flexible sin necesidad de plastificar.

Cuando las sustancias resinosas tienen muchos centros de fuerza próximos, que se localizan en la cadena molecular, en estos casos la acción del plastificante es de solvatar muchos de estos centros de fuerza, con el objeto de eliminarlos como puntos potenciales de unión con moléculas

vecinas de resina, provocando entonces que esa sustancia actúe como si en sus macromoléculas existieran muy pocos centros activos.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA SOBRE LA ACCIÓN DE LOS PLASTIFICANTES

Al bajar la temperatura la energía cinética molecular disminuye causando que las moléculas se acerquen más a las otras, provocando también al estar más cerca las moléculas que la fuerza de cohesión (fuerza de atracción de las moléculas) se incrementa grandemente, en consecuencia la viscosidad aumentará también, dando por resultado que las moléculas del plastificante sean menos capaces de mantener sus ataques sobre los centros de fuerza de las macromoléculas de la resina.

El alejamiento de las unidades tridimensionales internas de la masa resinosa se logra por los equilibrios solvatación-desolvatación y agregación-disgregación producidas por la acción del plastificante, haciendo que el material plastificado sea flexible. La flexibilidad de una masa resinosa también se puede lograr mediante sustancias capaces de separar las macromoléculas alejando consecuentemente los centros de fuerza, generalmente a este tipo de sustancias se le llaman plastificantes secundarios o agentes suavizadores. Cuando la flexibilización de la masa resinosa se hace con esta clase de sustancias causará grandes problemas después de algún tiempo de vida del material, debido a que las fuerzas de atracción de los centros de fuerza que se mantenían apartadas, terminarán por comprimir al extenderse quedando ordenada la estructura tridimensional que tenía inicialmente la masa resinosa, es decir que el plastificante exuda y el material plastificado envejece, pero si junto con el plastificante secundario que se empleó se agrega algo de un plastificante primario esto causará que una determinada cantidad de los centros de fuerza de las macromoléculas sean neutralizadas por solvatación con el plastificante primario y la tendencia a exudar disminuya.

El mecanismo anteriormente expuesto de plastificación corresponde a las resinas termoplásticas, debido a que generalmente cuando se habla de plastificación se relaciona con este tipo de resinas únicamente, aunque se tiene casos en que se flexibilizan resinas termocostables antes del

curado, un ejemplo de este caso son las resinas de Vinil-Butiral las cuales se usan para flexibilizar ciertos recubrimientos fenólicos que van a ser usados en superficies, este tipo de resinas de Vinil-Butiral dan el mismo efecto que los plastificantes.

B.- DIFERENCIA ENTRE ELLOS

El estado físico de los plastificantes es por lo general líquido aunque algunos existen en estado sólido.

Entre los plastificantes derivados del anhídrido Ftálico, el DOP es sin duda el más importante, debido a su excelente balance en el funcionamiento de sus propiedades, tales como compatibilidad, baja volatilidad, baja temperatura de flexibilidad, etc., se caracteriza también por su excelente estabilidad al calor y a la luz y posee una extraordinaria resistencia química, además de propiedades eléctricas superiores y asegura una buena resistencia al aislamiento.

Entre los plastificantes derivados del anhídrido Ftálico se tienen los siguientes:

- | | |
|---|--------|
| 1.- Di - Octil - Ftalato | DOP |
| 2.- Di - Butil - Ftalato | DBP |
| 3.- Di - Metoxi - Etil - Ftalato | DMEP |
| 4.- Di - (2 - Etil - Etil) Iso Ftalato | |
| 5.- Ftalato de decil - etil hexilo | |
| 6.- Di - iso decil - Ftalato | (DIDP) |
| 7.- Di - iso - octil - Ftalato | (DIOP) |
| 8.- Decil - Butil - Ftalato | |
| 9.- Isooctil - Decil - Ftalato | (IODP) |
| 10.- Ftalato de Di - Tridecilo | (DEDP) |
| 11.- Dietil Ftalato | |
| 12.- Dietilén glicol Ftalato | |
| 13.- Dibutoxi etil Ftalato | |
| 14.- (Metoxi - etoxi) etil - bencil - Ftalato | |
| 15.- Dietoxi Etil Ftalato | |
| 16.- Butil Secobutil - Ftalato | |
| 17.- Isodecil Ftalato | |

- 18.- N - Octil - n - decil - Ftalato
 19.- M - ciclo hexil Ftalato
 20.- D - Tridecil Ftalato

A continuación analizaremos las propiedades y características más importantes de los primeros diez plastificantes.

1.- Di-Octil-Ftalato, DOP

Gravedad específica		= 0.934 - 0.986
Pureza		= 99% por peso mínimo
Acidez		= 0.0005% por peso máximo
Contenido de agua		= 0.1% por peso máximo
Olor		= Ligero aroma aromático
Materia en Suspensión		= Esencialmente libre
Peso Molecular		= 390.57
Peso promedio por Galón		= 8.2 lb.
Punto de ebullición		= 331°C
Presión de Vapor a 200°C		= 1.32 mm Hg
Solubilidad en agua a 20°C		= menor de 0.01% por peso
Solubilidad del agua en él a 20°C		= 0.2% por peso
Viscosidad absoluta	a 0°C	= 381 cps
	a 20°C	= 81.4 cps
	a 40°C	= 22.3 cps
Indice de Refracción a 20°C		= 1.4859
Punto de escurremiento		= -45°C
Punto de inflamación		= 425°F

Es el más generalmente usado de todos los plastificantes que se emplean con resinas para resinas vinílicas, debido a que posee una excelente combinación de propiedades generales, tales como buen rendimiento a baja temperatura, baja extracción por aceite, agua, posee también excelente estabilidad al calor y flexibilidad permanente, los plásticos vinílicos tratados con DOP pueden ser procesados por cualquiera de los medios comunes, como son los de Extrusión, Inyección, Moldeo

do, etc. Es por estas razones que el DOP se toma como standard de comparación con otros plastificantes empleados para materiales vinílicos.

El DOP tiene baja penetración en orden de toxicidad, no penetra en la piel en cantidades dañosas, solo cuando es calentado desprende vapores dañinos.

2.- Di-Butil-Ftalato, DBP

Peso molecular	= 278.2
Gravedad específica	= 1.044
Punto de ebullición a 5 mm Hg	= 182°C
Punto de oscurecimiento	= -35°C
Punto de inflamación	= 340°F
Viscosidad a 25°C en cps	= 16
Acidez como Ac. Acético	= 0.007% máx.
Pureza	= 99.0% mín.
Absorción de agua	= 0.1% máx.

Dentro de los plastificantes producidos por la reacción del anhídrido ftálico con alcoholes primarios es sin duda uno de los de mayor aplicación en el mercado de los plastificantes, su estado físico es un líquido claro, incoloro e inodoro, miscible con todos los disolventes orgánicos comunes, posee una baja solubilidad en el agua, presenta afinidad con casi todas las resinas con excepción del acetato de celulosa.

El DBP se usa para plastificar, barnices, plásticos de nitrocelulosa, plásticos de cloruro de polivinilo, no es tóxico y tiene una gran estabilidad a la luz, presenta una gran compatibilidad con resinas, como la nitrocelulosa, hules clorados, etil celulosa, acetato butirato de celulosa, cloruro de polivinilo y sus copolímeros y polivinil butiral.

3.- Di-metoxi-Etil-Ftalato, DMEP

Por ser el tema del presente trabajo sus características generales se analizarán en forma especial en el Capítulo IV.

4.- DI - (2-Etil-Exil) ISO-FTalato,

Gravedad específica	- 0.981 - 0.985
Pureza	- 99.0% en peso mínimo
Acidos	- 0.01% como Ac. Acético en peso máximo
Contenido de Agua	- 0.01% en peso máximo
Olor	- Ligero y característico
Materia en Suspensión	- Sustancialmente libre
Peso promedio por galón	- 8.19 lbs.
Punto de ebullición	- 241°C a 5 mm Hg
Presión de Vapor	- 0.69 mm Hg a 200°C
Solubilidad en Agua	- Menor de 0.01% en peso a 20°C
Solubilidad de agua en él	- 0.07 en peso a 20°C
Viscosidad absoluta a 0°C	- 395.3 cps
a 20°C	- 86.5 cps
a 40°C	- 29.0 cps
Punto de oscurecimiento	- -43°C
Punto de inflamación	- 450°F

Este plastificante se le conoce en el mercado bajo el nombre de Flexol 380. Posee las excelentes funciones características típicas de los plastificantes a base de Anhídrido Ftálico. Es compatible con resinas clorovinílicas, posee excelente estabilidad a la luz y al calor aumenta la resistencia a la extracción de agua y aceite, posee también buenas propiedades a baja temperatura y resistentes propiedades eléctricas, los compuestos vinílicos plastificados con Flexol presentan notable resistencia a la nitrocelulosa barnizada con laca y también se caracterizan por una baja viscosidad inicial y por su excelente estabilidad a la viscosidad.

El Flexol 380 tiene muy baja penetración en orden de toxicidad, además no penetra rápidamente en la piel ni la irrita.

5.- Ftalato de decil - etil - hexilo

Gravedad específica	= 0.971 - 0.975
Acidos	= 0.005% por peso máximo
Contenido de agua	= 0.10% por peso máximo
Olor	= No tiene
Materia en Suspensión	= Sustancialmente libre
Peso promedio por Galón	= 8.09 lbs.
Punto de ebullición a 5 mm de Hg	= 245°C
Solubilidad en Agua	= Menor de 0.01% en peso
Solubilidad del Agua	= 0.32% por peso máximo
Viscosidad absoluta a 0°C	= 509 cps
a 20°C	= 101 cps
a 40°C	= 32 cps
Punto de escurrimiento	= -48.3°C
Punto de inflamación	= 445°F

También conocido como Flexol 810, cuyas propiedades son semejantes al DOP a baja temperatura, es una mezcla del ester de octilo y alcoholes decilos, además el Flexol 810 tiene menor volatilidad que el DOP.

6.- Di - iso decil - Ftalato (DIDP)

Peso molecular	= 446.7
Gravedad específica	= 0.966
Punto de ebullición	= 255°C a 5 mm de Hg
Punto de escurrimiento	= -50°C
Punto de inflamación	= 450°F
Viscosidad	= 86 cps a 25°C
Acidos	= 0.007 en peso máximo
Pureza	= 99.6% mínimo
Olor	= Ligero
Contenido de Agua	= 0.1% máximo

Sus características principales son el ser un plastificante vinílico económico que posee baja volatilidad y excelentes características permanentes. Da productos de una larga vida y un alto grado de resistencia a la extracción por diversos materiales. Sus características son tan importantes que se le compara con el DOP.

7.- Di-iso-octil-Italato, DIOF

Peso molecular	= 390.5
Gravedad específica	= 0.983
Punto de ebullición	= 235°C a 5 mm de Hg.
Punto de escurrimiento	= -45°C
Punto de inflamación	= 420°F
Viscosidad	= 58 cps. a 25°C
Acidez	= 0.007% en peso máx.
Pureza	= 99.6% mín.
Olor	= Ligero
Contenido de agua	= 0.1% máx.
Libras por galón	= 8.2

Se caracteriza por proporcionar a productos vinílicos de alta calidad características tan importantes como flexibilidad extrema a bajas temperaturas y también por una baja volatilidad, es un excelente plastificante para cloruro de polivinilo, cloruro de polivinilideno, acetato de polivinilo, acetato butirato de celulosa, nitrato de celulosa y para hules naturales y sintéticos, por estas razones también se le compara con el DOP, además tiene la característica de tomarse como base para la formulación de plastificantes.

8.- Decil-butiril-Italato

Peso molecular	= 362.4
Gravedad específica	= 0.991
Punto de ebullición	= 220°C a 5 mm de Hg.
Punto de escurrimiento	= -45°C
Punto de inflamación	= 380°F
Viscosidad	= 42 cps. a 25°C
Acidez	= 0.007% en peso máx.
Pureza	= 99.6% mín.
Olor	= Ligero
Contenido de Agua	= 0.1% máx.
Peso por Galón	= 8.26 lbs.

Posee una alta solvatación dando como resultado una gran com-

patibilidad y facilidad de procesamiento con resinas vinílicas, su principal característica es el de actuar como estabilizador de la viscosidad al material plástico, de ahí que una gran cantidad del consumo de este plastificante se destine para la fabricación de plastisoles y organisoles.

9.- Isocetil - decil - Ftalato, IQBP

Peso molecular:	= 418.6
Gravedad específica	= 0.973
Punto de ebullición	= 250°C a 5 mm de Hg
Punto de escurrimiento	= -50°C
Punto de inflamación	= 380°F
Viscosidad	= 68 cps a 20°C
Acidez	= 0.007% en peso
Pureza	= 99.6% mínimo
Contenido de agua	= 0.1% máximo
Olor	= Ligero
Peso por Galón	= 8.1 lbs.

Posee una baja volatilidad lo que lo hace sobresaliente para usos en ciclos de procesos a alta temperatura, cuando se emplea para elaborar productos vinílicos se puede tener la seguridad de que serán de una larga vida, los productos vinílicos además de los plastisoles, plastificados con este material se pueden comparar en flexibilidad a baja temperatura con los productos que se plastifican con los principales plastificantes. Además este plastificante posee excelentes propiedades eléctricas y es compatible con todas las resinas.

10.- Ftalato de Di - Tridecilo, DTDP

Peso molecular	= 530
Gravedad específica	= 0.950
Punto de ebullición	= 285°C a 5 mm de Hg
Punto de escurrimiento	= -35°C
Punto de inflamación	= 455°F

Viscosidad	= 190 cps a 25°C
Acidez	= 0.007% máximo
Contenido de agua	= 0.1% máximo
Pureza	= 99.6% mínimo
Olor	= Ligero
Líbras por Galón	= 7.9 lbs.

En la fabricación de productos en donde se emplea como plastificante el DTDP presenta muy baja volatilidad y una excelente resistencia a los ataques químicos a temperaturas altas, por lo general el DTDP se destina para resinas cloradas vinílicas, pero lo más importante es que con este plastificante se puede elaborar recubrimiento para alambre eléctrico a muy bajo costo, debido a las excelentes características de aislamiento que proporciona a los materiales plastificados con el DTDP.

Otras de sus características que proporciona a los materiales fabricados con él están: propiedades a altas temperaturas, aislamiento eléctrico, resistencia al agua y al aceite.

C.- USOS.

Los plastificantes derivados del anhídrido Ftálico se usan para modificar algunas de las propiedades de los polímeros, tales como Flexibilidad, punto de reblandecimiento, viscosidad, tacto, propiedades al calor, dureza, extensibilidad, mejorar la resistencia a la absorción, reducir la resistencia del material para fluir o reducir la temperatura requerida para darle el flujo satisfactorio, etc.

Los plastificantes líquidos cuya principal característica es hacer que la película protectora tenga un alto grado de plasticidad que al mismo tiempo sirve de amortiguador, se usan en la industria de recubrimientos o anticorrosivos, tales materiales si no se usaran esta clase de plastificantes en su elaboración, la película obtenida carecería de las propiedades anteriores y por lo tanto sería

quebradisa.

Con los plastificantes derivados del Anhídrido Ftálico se fabrican productos tales como: mangueras, tuberías, válvulas, losetas para piso, vinilos, cortinas para baño, plásticos para recubrir paredes, esponjas vinílicas, espumas para refrigerador, diferentes tipos de láminas, suelas de zapatos, zapatos, espumas, chaquetas para refrigeradores, enchaquetados eléctricos, recubrimientos de alambres y cables de conducción, aislamientos eléctricos; plásticos laminados, plumas aéreas, mangos de cepillos de dientes, de ropa, de desarmadores, accesorios sanitarios, etc.

En México el uso de los plastificantes se puede decir que está concentrado en los siguientes materiales plásticos, los cuales son los más comunes:

- a.- Acetato de polivinilo
- b.- Acetato de celulosa
- c.- Resinas acrílicas
- d.- Cloruro de polivinilo
- e.- Poliestireno

Para que los plastificantes tengan un buen comportamiento en los polímeros que se adicionan, éstos deben poseer ciertas propiedades y características, las cuales enumeramos a continuación:

- 1.- Ablandar resinas.
- 2.- Amortiguar la resistencia del material plástico cuando fluye bajo la presión de moldeo necesaria.
- 3.- Deben ser en general químicamente inertes.
- 4.- Resistentes a la acción de la luz.
.- Resistentes a la humedad.
- 6.- En general no deben ser tóxicos, pudiéndolos manejar sin ningún cuidado o precaución especial.
- 7.- Prácticamente no deben tener olor ni sabor, esta característica debe ser muy importante sobre todo para los fabricantes de

envases plásticos para comestibles o bebidas.

Cuando se quiere usar un plastificante para la elaboración de un producto, hay que tomar en cuenta que el plastificante debe ser escogido de acuerdo con los diferentes materiales plásticos en los que se va a usar, teniendo siempre presente que:

- 1.- Debe ser compatible con el material plástico.
- 2.- Debe comunicar flexibilidad.
- 3.- Debe permanecer en él por tiempo indefinido.
- 4.- Debe ser insoluble en agua y estable al contacto con ella.

C A P I T U L O I I I

ESTADÍSTICAS GENERALES Y ESTUDIO DEL MERCADO NACIONAL

En este capítulo se trata de exponer la situación actual en México de los plastificantes derivados del anhídrido Ftálico, pero con especial atención al Dimetoxi etil Ftalato, su necesidad en la industria nacional y la distribución aproximada que tiene dentro de sus consumidores, así mismo se estima la demanda para los próximos tres años

A.- ESTADÍSTICAS GENERALES. Como es bien conocido la demanda de plastificantes todavía no es satisfecha por la producción nacional, debido a lo cual es necesaria la importación. La elaboración de estos productos en México ha tenido gran desarrollo durante los últimos años, pero todavía es insuficiente esta producción para satisfacer totalmente la creciente demanda y además estar en la posibilidad de exportar estos materiales hacia los países del sur. Las importaciones que se han venido haciendo de los plastificantes derivados del Anhídrido Ftálico durante los últimos años son principalmente de: Estados Unidos de Norte América y en menor importancia de Canadá, República Federal Alemana, Bélgica, Francia, Reino Unido, Países Bajos, Suiza, Suecia y Japón. A continuación se muestran dos tablas: la primera indica en forma general las importaciones totales de plastificantes derivados del Anhídrido Ftálico que se han venido haciendo en los últimos años, y la segunda nos indica los plastificantes que se han venido importando, tanto la cantidad de cada material como el país o países de origen.

T A B L A 1

<u>AÑO</u>	<u>IMPORTACION (TON)</u>
1965	960
1966	1,154
1967	1,108
1968	319
1969	325

T A B L A 2

PTALATO DE ESTILO

<u>AÑO</u>	<u>IMPORTACION (TON.)</u>	<u>PAIS O PAISES DE ORIGEN</u>
1965	181.0	Reino Unido, Bélgica, República Federal Alemana, Estados Unidos de Norte América y Suiza
1966	4.4	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Suiza y Países Bajos
1967	0.2	Estados Unidos de Norte América
1968	- -	

PTALATO DE BI 2 ESTIL BILLO

1965	412.9	Estados Unidos de Norte América
1966	680.4	Estados Unidos de Norte América, Francia, República Federal Alemana y Suecia
1967	123.0	Estados Unidos de Norte América, Francia y Suecia
1968	- -	

PTALATO DE BI ISOCOCTILO

1965	238.7	Estados Unidos de Norte América
1966	225.9	Estados Unidos de Norte América, Francia y Reino Unido
1967	138.6	Francia, Estados Unidos de Norte América
1968	74.5	Estados Unidos de Norte América

PTALATO DE DICICLOHEXILO

1965	42.8	Canadá, Estados Unidos de Norte América
------	------	---

1966	19.9	Reino Unido, Canadá, Estados Unidos de Norte América
1967	41.5	Reino Unido, Estados Unidos de Norte América
1968	6.9	Reino Unido

FTALATO DE METIL GLICOLATO DE BUTILO

1965	0.1	Estados Unidos de Norte América
1966	0.8	Estados Unidos de Norte América
1967	0.8	Estados Unidos de Norte América
1968	0.5	Estados Unidos de Norte América

FTALATO DE METIL GLICOLATO DE ETILO

1965	63.8	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana
1966	11.4	Estados Unidos de Norte América
1967	- -	
1968	0.1	Estados Unidos de Norte América

FTALATO DE DIMETILO

1965	18.2	Bélgica, Estados Unidos de Norte América
1966	117.5	Bélgica, República Federal Alemana, Reino Unido, Estados Unidos de Norte América
1967	38.2	República Federal Alemana, Bélgica
1968	97.6	Bélgica, República Federal Alemana

FTALATO DE CICLOHEXANOL

1965	66.0	Canadá, Estados Unidos de Norte América
1966	19.8	Canadá, Estados Unidos de Norte América
1967	59.7	Canadá, Estados Unidos de Norte América
1968	9.9	Estados Unidos de Norte América

FTALATO DE BENCIL BUTILO

1965	104.4	Estados Unidos de Norte América
1966	161.3	Estados Unidos de Norte América
1967	229.3	Estados Unidos de Norte América

1968 43.) Estados Unidos de Norte América

PTALATO DE THERCULO

1965 3.2 Estados Unidos de Norte América
 1966 - -
 1967 - -
 1968 - -

PTALATO DE DIETROAL ETILO

1965 0.2 Estados Unidos de Norte América
 1966 - -
 1967 0.2 Estados Unidos de Norte América
 1968 - -

PTALATO DE NOCTILO P INCILO

1965 6.7 Estados Unidos de Norte América
 1966 - -
 1967 - -
 1968 - -

TREPTALATO DE DINETILO

1965 2.0 República Federal Alemana
 1966 1,218.0 Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana
 1967 1,894.0 Estados Unidos de Norte América
 1968 - -

PTALATO DE DIETILO

1965 10.7 Estados Unidos de Norte América
 1966 227.0 Reino Unido, Australia, Bélgica, Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana
 1967 384.3 Estados Unidos de Norte América, Bélgica, Reino Unido, Francia, República Federal Alemana
 1968 53.7 Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Reino Unido, Francia

FRALATO DE BIENESTAR

1965	--	
1966	--	
1967	--	
1968	21.3	República Federal Alemana

FRALATO DE BIENESTAR

1965	--	
1966	48.2	Estados Unidos de Norte América
1967	51.7	Estados Unidos de Norte América
1968	--	

LOS INGRESOS

1965	81.1	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Países Bajos
1966	8.5	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Reino Unido
1967	5.9	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Países Bajos

PRODUCCION MUNDIAL.- Como se ha visto la producción de plastificantes en el mundo se hace por la inmensa mayoría de países que lo forman, principalmente por ser materiales indispensables para el desarrollo de resinas plásticas en general, y por la relativa accesibilidad para su producción, tanto para el equipo requerido como para los procesos de fabricación. Sin embargo, el mayor número de toneladas producidas se localiza en tres países, que son en orden de importancia: Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana y Suiza.

PRODUCCION NACIONAL.- En la actualidad se ha incrementado grandemente la producción nacional de plastificantes. Esto se puede observar en las dos tablas de importaciones mostradas anteriormente, en donde se nota claramente la disminución que se ha hecho de éstas.

ITALATO DE METILO

1965	- -	
1966	- -	
1967	- -	
1968	23.3	República Federal Alemana

ITALATO DE BENCENO METILO

1965	- -	
1966	45.2	Estados Unidos de Norte América
1967	51.7	Estados Unidos de Norte América
1968	- -	

LOS VINOS

1965	81.1	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Países Bajos
1966	8.5	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Reino Unido
1967	5.9	Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana, Países Bajos

PROMOCION MUNDIAL.- Como se ha visto la producción de plastificantes en el mundo se hace por la inmensa mayoría de países que lo forman, principalmente por ser materiales indispensables para el desarrollo de resinas plásticas en general, y por la relativa accesibilidad para su producción, tanto para el equipo requerido como para los procesos de fabricación. Sin embargo, el mayor número de toneladas producidas se localiza en tres países, que son en orden de importancia: Estados Unidos de Norte América, República Federal Alemana y Suiza.

PRODUCCION NACIONAL.- En la actualidad se ha incrementado grandemente la producción nacional de plastificantes. Esto se puede observar en las dos tablas de importaciones mostradas anteriormente, en donde se nota claramente la disminución que se ha hecho de éstas.

Este incremento en la producción se debe principalmente a la gran cantidad de compañías productoras de estos materiales que existe en la actualidad. A continuación se muestra una lista que indica estas principales compañías.

**COMPAÑÍAS PRODUCTORAS DE PLASTIFICANTES DERIVADOS
DEL ANHIDRIDO FTÁLICO EN LA REPÚBLICA MEXICANA**

- Industrias Químicas Nynco, S. A.
- Unión Carbide Mexicana, S. A.
- Síntesis Orgánica, S.A.
- Química Orgánica, S. A.
- Lagunas, S. A.
- Baschold Química, S. A.
- Ceco de México, S. A.
- Especialidades Industriales y Químicas, S. A.
- Industrias Químicas Dolgar, S. A.
- Nil, S. A.
- Solventes Resinas y Plastificantes, S. A., Egon Meyer

La producción de plastificantes por estas compañías que representa la producción nacional de plastificantes derivados del anhídrido ftálico, se concentran en la siguiente tabla:

**PRODUCCION NACIONAL DE PLASTIFICANTES
DERIVADOS DEL ANHIDRIDO FTÁLICO**

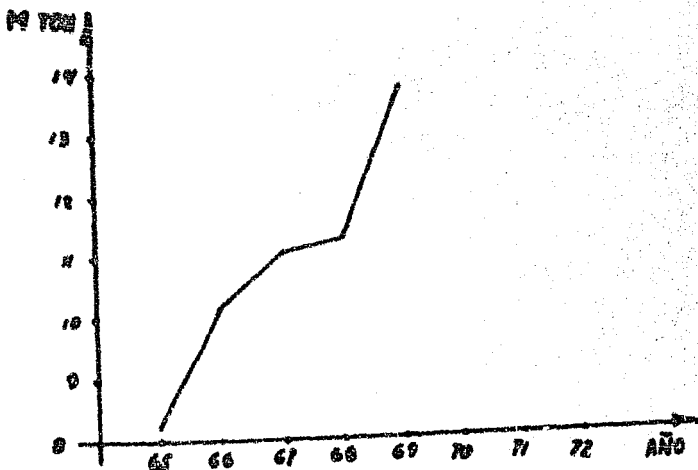
AÑO	PRODUCCION (TON)	% INCREMENTO
1965	7,300	- - -
1966	9,300	27.4
1967	10,050	8.1
1968	11,000	9.4
1969	13,000	18.2

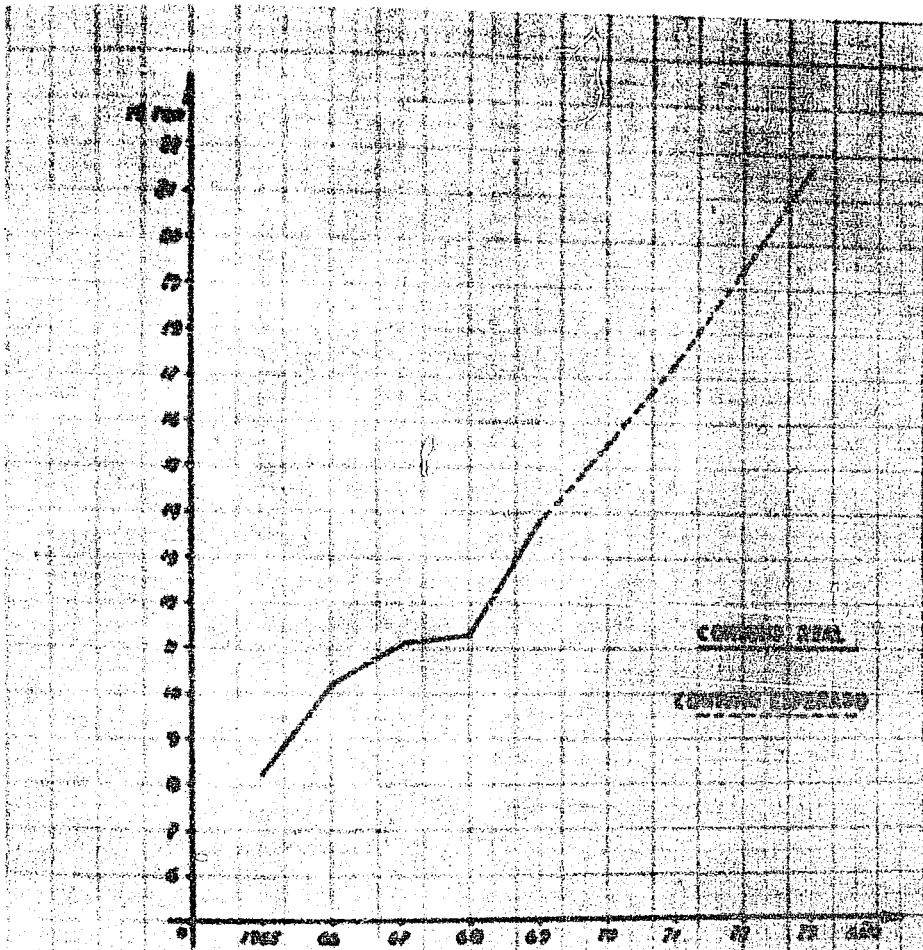
Como se puede observar el incremento en la producción nacional ha sido muy considerable, en solo 4 años después, se incrementó la producción el 78.15 con respecto al año anterior o sea 1965. Esto muestra el desarrollo tan grande que ha tenido la industria de los plastificantes en los últimos años.

CONSUMO NACIONAL.— Para estimar el consumo nacional de plastificantes derivados del Anhídrido Ftálico, basta relacionar tanto los datos de importación como los de producción mostrados anteriormente. De esta relación podemos obtener una tabla con su gráfica correspondiente donde se puede observar claramente este consumo y puede estimarse la demanda de estos materiales para los próximos años.

**CONSUMO NACIONAL DE PLASTIFICANTES
DERIVADOS DEL ANHÍDRIDO FTÁLICO**

<u>AÑO</u>	<u>CONSUMO (TON)</u>	<u>% INCREMENTO</u>
1965	8,250	- -
1966	10,194	23.4
1967	11,158	9.5
1968	11,319	1.4
1969	13,825	22.1





FACULTAD DE CIENCIAS U.N.A.M.
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 ECONÓMICAS Y SOCIALES
 PLAN DE INVESTIGACIONES 1971
 PROYECTO DE INVESTIGACION
 ESTUDIO DE LA ECONOMÍA

Como se puede observar el incremento en el consumo según la tabla anterior no ha sido uniforme. Esto no representa la realidad debido principalmente a las importaciones que se hacen, las cuales no se llevan a cabo en forma uniforme con los requerimientos, si no que las compañías importadoras de estos materiales los traen en ciertas cantidades según convenga a sus intereses. También ha influido el surge de esta industria y las instalaciones que se han venido llevando a cabo en los últimos años. Sin embargo puede esperarse un incremento promedio en el consumo de estos materiales del 12% para los próximos años.

B.- ESTUDIO DEL MERCADO NACIONAL DEL DIMETOXI ETIL FTALATO

El estudio de mercado de los productos industriales es de suma importancia en la preparación de un proyecto de fabricación de cualquier producto, ya que proporciona las bases necesarias para planificar una adecuada producción futura, señalando los índices de aumento o disminución del consumo, así como el estado y fluctuación de los precios.

a) Producción en México.- En la actualidad solo existe un productor de Dimetoxi Etil Ftalato, que es la compañía Solventes Resinas y Plastificantes, S. A. antes denominada Egon Meyer, S.A. que produce este material en escala industrial desde Mayo de 1969, en su planta localizada en Tlalaxpantla, Edo. de México. La producción en la actualidad de este material, considerando que datos exactos no es posible recabar de las empresas interesadas, debido al natural temor a la competencia, es de aproximadamente 17 ton. mensuales.

Debido a la característica especial que presenta el Dimetoxi Etil Ftalato de ser producido por una sola compañía y ser abastecido en un 98%, como veremos enseguida, a una sola industria, se ha podido obtener una idea real del mercado actual.

Cabe hacer notar que en el mercado nacional se conoce al Dimetoxi Etil Ftalato con el nombre comercial de "Emaplax 863"

b) Industria e de Consumo.- El Dimetoxi Etil Ftalato se emplea en México en la actualidad, en un 98% para la producción del

acetato de celulosa plastificado, y como este producto lo fabrica en México únicamente Celanese Mexicana, S. A., por lo tanto puede considerarse como su única distribución. El consumo de este material por dicha empresa representa el actual consumo nacional y sus cifras aproximadas son como sigue:

CONSUMO NACIONAL DEL PVP

AÑO	CONSUMO (TON)	% INCREMENTO
1967	135	- -
1968	145	7.4
1969	156	7.6
1970	177	13.5

El 90% de este consumo corresponde como se dijo anteriormente a la fabricación del acetato de celulosa plastificado, y las cantidades de consumo proporcionadas por Celanese Mexicana, S. A. concuerdan con las cifras obtenidas por el único fabricante de este producto en México.

Si consideramos el mercado potencial tan grande, como vemos; más adelante, que tiene el acetato de celulosa en México, y además la posibilidad física para exportar a Centro y Sur América, tanto productos terminados con acetatos de celulosa, como semi terminados, como lo es el acetato de celulosa granulado para moldes y hasta inclusive el propio Mastextil Etil Ptolato, llegamos a la conclusión de que el consumo será considerablemente mayor que el actual.

C.- DEMANDA Y ESTRUCTURA DEL MERCADO.- En la actualidad Celanese Mexicana, S. A. única consumidora de este material, emplea aproximadamente 17 toneladas mensuales en promedio, anualizando este dato obtendremos un consumo probable para 1971 de 204 toneladas. La demanda de este plastificante no obedece a ninguna influencia de periodos de tiempo o estaciones del año, por lo que se le considera de carácter "libre", basándose tan solo en las necesidades.

eventuales e sistematizadas del consumidor.

Debido a la característica especial que en México presenta este compuesto, de ser materia prima para la elaboración de un solo producto y éste sea fabricado por una sola compañía, por lo tanto no es posible hablar de una distribución en el mercado nacional como en el caso de otros productos.

Ahora bien, para estudiar una futura demanda del INEF se debe tomar en cuenta que el consumo de este material está íntimamente relacionado con el consumo de acetato de celulosa plastificado.

Cabe hacer notar que el acetato de celulosa tiene 2 grandes usos generales. Uno de éstos se destina a la elaboración de la fibra sintética y el otro a la elaboración del material plástico, el cual posteriormente será transferido por moldes al producto final mediante los procesos de: Extrusión, inyección y soplado. Es en este último donde interviene el INEF y por consiguiente el de interés para el presente trabajo.

El uso del acetato de celulosa plastificado en México, todavía no se ha desarrollado completamente y por consiguiente existe un mercado potencial muy considerable. En la actualidad los usos generales de este producto son los siguientes: Acetato de Celulosa Granulado y Acetato de Celulosa Laminado.

Acetato de Celulosa Granulado.- Este producto que es el polvo para moldes generalmente se utiliza para la fabricación de:

Mangos de cepillos de dientes y de ropa.

Mangos de cucharillo y desarmadores

Asientos sanitarios

Peines

Plumas fuentes, atómicas, bolígrafos

Artículos ornamentales

Juguetes

Otros

El precio de este producto en el mercado es de \$18.00 por Kg. Se espera un consumo de este material para el presente año de aproximadamente 600 toneladas.

Acetato de Celulosa Laminado.- A continuación se desarrolla una

lista con los usos finales de este material.

Ventanas de cajas (para juguetes) y para billeteras

Transparencias de catálogo

Protectores de documentos, hojas, credenciales y registros

Cajas transparentes

Puntas de agujetas

Registro de carpetas y tarjetas

Borradores transparentes

Fantallas para lámpara

Vidrios contra el sol

Manufactura de cajas para exhibición

Protección para guerra militar

Formas para exhibición de calzado

Protección de microfílm

Anuncios transparentes

Artículos de dibujo

Ornamentos

Fabricación de Juguetes

Fabricación para motociclistas

Ventanas de autoservicios convertibles

Otros

Uno de los usos de este material que en México todavía no se desarrolla y que en otras partes del mundo tiene una gran demanda, es la fabricación de cintas magnéticas.

El precio de este producto en el mercado es de \$25.00 a \$30.00 por kg. y se presenta en espesores desde 1 a 9 diez milésimas de pulgada. Se espera un consumo de este material para el presente año de aproximadamente 500 toneladas.

Se estima que el crecimiento del mercado en México del acetato de celulosa sería del 11% anual con un aumento normal en el consumo. Actualmente existe un proyecto para desarrollar en forma considerable los usos finales del acetato de celulosa, dándole una atención especial a los que en la actualidad forman el mercado potencial, e impulsando también los usos finales ya desarrollados, tomando en cuenta lo anterior el crecimiento del mercado para este producto.

tendrá que ser mucho mayor.

El acetato de celulosa no tiene productos sustitutos, principalmente en la mayoría de sus usos finales debido a que sus características son muy específicas y propias de este material.

D.- BASES DE COTIZACION Y METODOS DE VENTA.- El precio del dimetoxi etil Ftalato (Daplast 863) en México, está regulado por su único fabricante, y la escala de precios que rige en el mercado actualmente es la que sigue:

De 200Kg. a 999Kg. - \$19.55 por Kg. con envase

De 1,000Kg. a 4,999Kg. - \$18.05 por Kg. sin envase

De 5,000Kg. en adelante- \$17.05 por Kg. sin envase

Estos precios son LAB planta, dentro del D. F. o zonas aledañas.

Los precios anteriores son para el DMEP fabricado en el país. El precio de este plastificante importado es más elevado, debido a que existe protección arancelaria. Este material requiere de permiso de importación.

Debido a que el DMEP solo se vende en una sola pureza muy cercana al 100%, no se puede hablar de diferentes precios por concentraciones.

La variación que pudiera sufrir en el precio el DMEP sería únicamente ascendente, debido al incremento de la demanda y al hecho de ser producido por una sola empresa.

E.- TRANSPORTE Y ENVASES.- Como se vió en el inciso anterior, lo usual dentro del mercado del DMEP es su transporte tanto a baja escala como a una alta.

Debido a la característica química del DMEP y a la necesidad en la mayoría de los casos de que el envase para su transporte sea también el recipiente para su almacenamiento, el envase que se utiliza normalmente para su transporte a baja escala es el tambor cerrado de lámina negra de una capacidad de 220 l. y con un recubrimiento de resinas epóxicas. Cuando no se dispone de este tipo de envase, puede emplearse únicamente para su transporte, tambores cerrados de lámina negra de 220 l. con recubrimiento de resinas fenólicas.

cas. Es necesario insistir que este tipo de envase solo será útil para su transporte, si el DMEP permanece un tiempo prolongado en este tipo de envase lo atacaría al cabo de cierto tiempo. En el caso de una fuerte demanda no transporta en carros tanques (pipas) de acero inoxidable.

F.- COMPETENCIA Y SUSTITUTOS. - Respecto a la competencia, al instalar en lo futuro una planta de Diacetil Estil Ftalato, solo se puede hablar de la empresa Solventes Resinas y Plastificantes, S. A. antes llamada Egon Meyer, S. A. que es como se ha dicho, el único fabricante en México, en la actualidad. Al instalar la planta, seguirá la protección arancelaria, y la competencia será el otro único fabricante.

Los plastificantes sustitutos del DMEP puede decirse que se reducen únicamente a 2: El Ftalato de Dimetilo cuya fórmula química es $C_6H_4(COO-C_2H_5)_2$ conocido en el mercado como Enaplast 800 y el Ftalato de Dietilo que tiene la siguiente fórmula química

$C_6H_4(COO-C_2H_5)_2$ y se le conoce en el mercado con el nombre de Enaplast 801.

El Enaplast 800 es un plastificante que es compatible con derivados de la celulosa como: nitrato, acetato, tripropionato, acetobutirato y éteres del etilo y bencilo. También es compatible con resinas acrílicas, poliestireno, cloruro y acetato de polivinilo y sus copolímeros, alcoholes polivinílicos, etc.

El Enaplast 801 tiene una gama de compatibilidad más amplia que el Enaplast 800 y es compatible con derivados de la celulosa y con otros más como en el caso anterior.

Aunque ambos plastificantes son compatibles con el acetato de celulosa, e inclusive el Ftalato de dietilo se usa en la fabricación de este material junto con el DMEP, sin embargo debido a las características tan especiales del DMEP, éste no puede ser totalmente sustituido, principalmente cuando se quiere obtener acetato de celulosa con las propiedades que lo caracterizan.

C A P I T U L O I V

GENERALIDADES SOBRE EL DINITROKI ETIL FTALATO, PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

El DNEP es un plastificante de baja viscosidad obtenido por la esterificación del Anhídrido Ftálico y el Nitol Cellosolve en presencia de un catalizador y bajo ciertas condiciones de reacción.

El DNEP es uno de los pocos plastificantes casi no volátiles para acetato de celulosa y es una también aspiamento en combinación con otros plastificantes. Según el grado de suavidad deseado, el DNEP se agrega en cantidades que van desde el 10% hasta el 40% en peso al acetato de celulosa empleado.

A.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.- El DNEP es un líquido incoloro, incoloro y libre de agua, ácido y alcohol. Como éter y éster tiene un poder solvente muy alto y es un plastificante adecuado para la mayoría de las resinas.

El DNEP es fácilmente soluble en casi todos los solventes orgánicos usuales, como alcoholes, ésteres, cetonas, éteres e hidrocarburos aromáticos y clorados. Es insoluble en hidrocarburos alifáticos con un valor de Kauri Butanol menor de 48 y también es insoluble en agua.

El DNEP proporciona a los plásticos flexibilidad permanente, estabilidad excelente a los rayos ultravioleta y resistencia a la extracción por aceites, además es una evidencia que el acetato de celulosa conteniendo este plastificante no oxida.

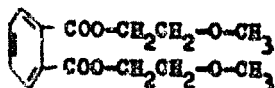
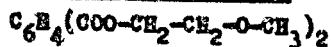
Debido a su poder de gelación muy fuerte, el DNEP se emplea en lacas a base de nitrocelulosa soluble tanto en ésteres como en alcohol, y también en lacas a base de acetato de celulosa, su empleada a estas lacas una elasticidad alta y permanente, buena resistencia a la luz y se distingue del Ftalato de Dibutilo, por su volati-

lidad notablemente más baja.

Entre sus principales propiedades físicas se encuentran las siguientes:

PROPIEDADES FÍSICAS DEL DIMETOXI ETIL FTALATO

Fórmula Química



Peso Molecular	282.3
Calor Específico a 25°C Cp	0.34 BTU/1b°F
Punto de ebullición a 760mmHg	340°C
Rango de destilación a:	
20 mm Hg	228 - 245°C
4 mm Hg	190 - 210°C
Peso específico a:	
20°C	1.169 g/ml
4°C	1.171 g/ml
Índice de refracción n _D 20°C	1.502 - 1.503
Color ALPHA, ppm	25 máx.
Índice de acidez en mg KOH/1g plastif.	0.1 máx.
Índice de Saponificación mg KOH/1 g plastif.	395 - 405
Punto de congelación	-40°C aprox.
Viscosidad a 20°C cP	54 aprox.
Punto de ignición, copa abierta	174°C aprox.
Solubilidad en agua a 20°C	0.85 g/l

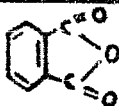
B.- MATERIAS PRIMAS PARA SU ELABORACION.- Como mencionamos anteriormente las materias primas básicas para la fabricación del Dimetoxi Etil Ftalato son el Anhídrido Ftálico y el Metil Cellosolve.

El Anhídrido Ftálico ocupa un lugar preponderante y básico en la

industria de los plásticos, debido principalmente a que es materia prima básica para la fabricación de una gran variedad de plastificantes, que por las características tan importantes y especiales que les imparte, forman la principal y más importante familia de plastificantes, la cual se conoce bajo el nombre de "Plastificantes Derivados del Anhídrido Ftálico" y que ya tratamos ampliamente en el Capítulo II.

PROPIEDADES FISICAS DEL ANHIDRIDO FTALICO

Fórmula Química



Peso molecular	143.11
Peso específico	1.527
Punto de ebullición	285°C
Punto de fusión	132°C
Estado Físico	Sólido

El Metil Cellosolve es un alcohol de una cadena de cuatro átomos de carbono que se obtiene por alcoholéisis del óxido de etileno y el metanol en presencia de ácido sulfúrico. Pertenece a la familia de los éteres monoalcohólicos del glicol, los cuales tienen numerosas aplicaciones prácticas bajo el nombre comercial de cellosolves.

Los cellosolves tienen un uso muy amplio como disolventes de lacas y de barnices.

PROPIEDADES FISICAS DEL METIL CELLOSOLVE

Fórmula Química	$CH_3-OCH_2-CH_2-OH$
Peso molecular	76.1
Peso específico	0.966
Punto de ebullición	124 - 125°C
Densidad	0.965 Kg./l.
Solubilidad en agua	Completa
Viscosidad	66 cp

C.- CONTROL QUÍMICO DEL PRODUCTO.- El control químico de un producto es de gran importancia en su fabricación, puesto que nos permite conocer el estado real en que se encuentra una vez fabricado.

Las principales determinaciones que se deben llevar a cabo para el buen control químico del DMBP, son las siguientes: Determinación del contenido del éster, ácidos, densidad y color.

Determinación del contenido del éster.- Para llevar a cabo esta determinación se necesitan los siguientes aparatos de laboratorio.

Bureta graduada en décimas de ml.

Termómetro para bureta con graduación en °C

Matraz de Iodo de 250 ml.

también se necesitan los siguientes reactivos químicos:

Indicador de Fenolftalina con la siguiente concentración:

1.0 gr. de Fenolftalina aforado a 1 lit. con alcohol étílico.

Propilen glicol

Solución 0.5 N de hidróxido de Potasio

Ácido Sulfúrico 0.5 N

Procedimiento.- En el matraz de Iodo el cual debe estar completamente seco, para esto podemos usar acetona y aire seco, se colocan 50 ml. de la solución valorada de hidróxido de potasio, enseguida se agregan 50 ml. del Propilen glicol y 5 gotas del indicador de Fenolftalina. Esta mezcla así preparada debe taparse cuidadosamente para pesar 2 gr. aproximadamente de la muestra, los cuales se agregan al matraz teniendo cuidado de taparlo inmediatamente después de añadido. Ahora se mezcla perfectamente agitando con suavidad, y se coloca el matraz en baño de vapor por espacio de 15 min. se deben tomar las producciones necesarias para que cuando permanezca en el baño de vapor no burbujee la mezcla, luego de este tiempo se retira el matraz del baño y se agita con un agitador durante 45 minutos. Enjuagar tanto el tapón como el agitador usado en el interior del matraz con pequeñas cantidades de agua destilada fría.

Ahora se titula el exceso de hidróxido de potasio con la solución va

lorada de ácido sulfúrico 0.5 N hasta el punto de virre de la fenolftalina, tomándose en cuenta el consumo en ml. de esta solución. Antes de esta última operación se debe preparar un testigo, para esto se sigue el mismo procedimiento anterior con la excepción de la adición de la muestra.

Los cálculos que se llevan a cabo para determinar un valor en el contenido del ester son los siguientes:

$$\frac{(\text{Tit. Test.} - \text{Tit. Muestr.}) \times \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ P.E.}}{\text{Peso exacto de la muestra} \times 10} = \% \text{ de ester en peso}$$

Los cálculos se reportan como % de ester en peso y número de saponificación.

Entendiéndose como índice de saponificación el número de miligramos de hidróxido de potasio consumidos por cada gramo de muestra.

Índice de Saponificación

$$\frac{(\text{Tit. Test.} - \text{Tit. Muestr.}) \times \text{NPH} \times 56.1}{\text{Peso exacto de la muestra}}$$

Determinación de la densidad del producto.- Esta determinación por lo general se lleva a cabo en una probeta de 250 ml. en donde se coloca la muestra y se introduce un densímetro con una escala satisfactoria. Esta medición se lleva a cabo tanto a 20°C como a 4°C.

Determinación del Número de Ácido.- Esta es otra de las determinaciones de suma importancia para el control químico de un producto, con la determinación del número de ácido, se determina la acidez en el plastificante. Para llevar a cabo esta determinación son necesarios los siguientes reactivos:

Alcohol Isopropílico Anhidro

Solución indicadora de Para Benzoin Naftol, preparada en la siguiente forma, 10 g. de cristales de Para Benzoin Naftol se disuelven en un litro de solución que contenga 500 ml. de Benceno grado reactivo y 5 ml. de agua destilada y 495 ml. de Alcohol Isopropílico Anhidro.

Solución de Hidróxido de Potasio 0.1N

Solvente para la titulación, preparado en la siguiente forma. Se mezclan 500 ml. de Benceno grado reactivo más 5 ml. de agua destilada más 495 ml. de Alcohol Isopropílico Anhidrido.

Procedimiento.- Se pesan 100 gr. de la muestra con aproximación de un décimo de grano, los cuales se disuelven con 100 ml. de Alcohol Isopropílico en un matraz Erlenmeyer, enseguida se añaden 0.5 ml. del indicador, titulándose inmediatamente con la solución valorada de hidróxido de Potasio 0.1N, tomando el dato de los ml. consumidos de esta solución. Se debe tomar en cuenta que el punto final de la titulación será cuando el cambio de coloración persista durante 15 segundos.

Es necesario que durante la titulación se disponga de un testigo para poder hacer la comparación correspondiente. Este testigo se prepara en la forma antes mencionada con excepción de la adición de la muestra por analizar.

La acidez una vez analizada puede expresarse en 2 formas. La primera es como Número de Acido, o sea los miligramos de hidróxido de potasio por gramo de muestra. Y la segunda forma es expresarla simplemente en % de acidos como Acido Fosfórico.

Cálculos:

1.- Número de Acido

$$\frac{(\text{Tit. Muestra} - \text{Tit. Testigo}) N. KOH \times 56.1}{\text{Peso exacto de la Muestra}}$$

2.- % de Acidos como Acido Fosfórico

$$\frac{(\text{Tit. Muestra} - \text{Tit. Testigo}) N KOH \times 0.49 \times 100}{\text{Peso exacto de la Muestra}}$$

Determinación del Color.- La prueba de color está referida a la serie Pt - Co que en algunas ocasiones se refiere como color APHA standard. Para llevar a cabo esta determinación son necesarios los siguientes aparatos:

Espectrofotómetro

Celda de comparación de 100 ml.

Tubos de Comparación del tipo Nesler de 100 ml. con graduaciones de 2 ml.

Los reactivos utilizados son los siguientes:

ácido Clorhídrico con centrado

Cloruro de Cobalto Hexahidratado en cristales

Cloroplatinato de Potasio purificado

Para llevar a cabo esta determinación es necesario la correcta preparación de una serie de testigos lo más específico que sea posible. El procedimiento a seguir es el siguiente. Se disuelven 1.245 g. de Cloroplatinato de Potasio y 1.0 gr. de Cloruro de Cobalto Hexahidratado con 200 ml. de agua en un matraz aforado de 1000 ml., enseguida se adicionan 100 ml. de Acido Clorhídrico Concentrado, y se afora con agua destilada a un litro.

Esta solución así preparada tiene un color de 500 unidades, o sea es una solución de un color APHA 500.

A continuación se prepara una serie de colores estándar con la solución anteriormente preparada, tomando de ésta un determinado volumen y aforando a 100 ml. con agua destilada. A cada ml. tomado de la solución tipo y tratado en la forma anteriormente descrita le corresponde un color de 5 unidades, o sea un color APHA 5. De tal forma que para saber que número APHA le corresponde a un determinado volumen de la solución tipo basta multiplicar por 5 los ml. tomados de esa solución como se muestra la siguiente tabla.

PREPARACION DE SOLUCIONES TIPO

Ml. de Sol. Tipo	Número APHA
1	5
2	10
3	15
4	20
5	25
10	50
15	75
20	100
30	150
40	200

50	250
75	375
100	500

Para la determinación física del número de color APHA se introducen 100 ml. de la muestra dentro de los tubos de comparación y se compara con las soluciones tipo de la serie PT-CC.

La comparación debe hacerse mirando verticalmente de arriba hacia abajo a través del tubo.

D.- ESPECIFICACIONES DE CALIDAD.- Las especificaciones de calidad que se exigen del BNEP son las siguientes:

Contenido de ester como BNEP	98% en peso mínimo
Densidad	1.169 g/ml
Índice de refracción	1.502 - 1.503
Color APHA	25 máx.
Número de ácido	10 máx.
Viscosidad	54 cp.

E.- USO.- El Isotexil Etil Ptalato es compatible con derivados de la celulosa como: nitrato, acetato, tripropionato, acetobutirato, ésteres de etilo y bencilo, resinas acrílicas, poliestireno, cloruro y acetato de polivinilo y sus copolímeros, goma laca, goma Manila, brea y sus derivados, como ésteres de glicerina o de pentaeritritol y resinas maleicas, y con resinas urea. Es parcialmente compatible con hule clorado y aceites vegetales crudos o polimerizados. Es incompatible con goma damar, resinas poliácidas, gelatina y caseína.

Según el uso, se aplican de 20-60% de BNEP en relación a la nitrocelulosa seca, o al acetato de celulosa respectivamente.

Se consiguen resultados especialmente favorables en lacas de nitrocelulosa para madera, al usar BNEP en combinación con resina urea y aceite de ricino soplado. Tales lacas también son apropiadas para recubrir metales, si se requiere buena resistencia a la gasolina.

En lacas a base de acetato de celulosa, se prefiere DMEP especialmente en casos en los que hay que aprovechar la resistencia del acetato de celulosa a la luz, por ejemplo en lacas para lápices, cápsulas y similares, o si se requiere una buena estabilidad contra el calor, en lacas para cables y focos.

En lacas a base de resinas insaponificables, como ésteres de celulosa, bula clorada y poliestireno, el uso de DMEP es solamente recomendable en caso de que no se requiera resistencia absoluta a ácidos y álcalis.

El DMEP es inerte con pigmentes y por eso es muy apropiado para dispersarlos, así como a los colorantes en el molino de tres rodillos, tanto más que es capaz de asimilar grandes cantidades de los mismos.

Por eso, tales pastas se usan ventajosamente para incorporar pigmentes a soluciones o plásticos coleridos.

C A P I T U L O V

DESCRIPCION DEL PROCESO

A.- CONSIDERACIONES GENERALES.- El DMEP se obtiene mediante un proceso de Esterificación, el cual se lleva a cabo en un reactor bajo ciertas condiciones de reacción, interviniendo como reactivos el Anhídrido Ftálico, material básico para la fabricación de una gran variedad de plastificantes y el alcohol Metil Cellosolve, obteniéndose como producto el ester DMEP. El proceso es en forma intermitente, seguido por los pasos de purificación necesarios para obtener las especificaciones requeridas. En forma general se puede decir que el proceso consta de los siguientes pasos:

- a) Esterificación: Esta parte incluye períodos de carga, problemas relativos al mantenimiento en exceso de uno de los reactivos, calentamiento, eliminación de agua de reacción, neutralización del producto y descarga.
- b) Purificación por destilación: Esta operación se lleva a cabo al vacío para evitar carbonización adicional y para eliminar por medio de arrastre, alcohol residual y algunos materiales volátiles que puedan estar presentes.
- c) Decoloración del producto: Es necesario que una vez que se fabricó el producto, este sea decolorado hasta los límites de las especificaciones de calidad.

A continuación se describen los incisos anteriores:

- a) Esterificación.- El procedimiento de reacción consiste en cargar el reactor con un exceso del 30% de Metil Cellosolve, y el Anhídrido Ftálico seguido del Acido Sulfúrico, todo esto bajo la temperatura ambiente y permaneciendo el agitador del reactor en continuo funcionamiento. Una vez terminada la adición de los materiales reaccionantes al reactor, se cierran las válvulas de alimentación y se comienza a subir la temperatura tan

pronto como sea posible hasta antes de los 140°C . Según las pruebas realizadas en el laboratorio y en escalas semicomerciales, demostraron que si la temperatura del vapor a la que es sometida la reacción pasa de los 140°C causará una considerable degradación del metil cellosolve. Una vez que se alcanza la temperatura de reacción deseada se tratará de mantenerla hasta el término de la misma. Los vapores del reactor que consisten de metil cellosolve y un azeótropo de metil cellosolve agua, son enviados a un condensador para que posteriormente el condensado se mande a un tanque decantador en donde por medio de benceno se separa la parte acuosa y el metil cellosolve se recircula nuevamente al reactor. Este sistema de recirculación del metil cellosolve es continuo durante la duración de la reacción de esterificación, para que en esta forma siempre permanezca un exceso de alcohol a la reacción pueda desplazarse más rápidamente.

El control de la reacción se lleva a cabo mediante la prueba del número de ácido, con tal objeto, después de las primeras cuatro horas de reacción se obtienen muestras de la mezcla reaccionante durante cada media hora y se le determina el número de ácido.

Cuando el número de ácido tenga un valor no mayor de 10, puede considerarse que la reacción de esterificación se ha llevado a cabo totalmente, es entonces cuando se suspende el calentamiento y con esto se termina la primera parte del proceso.

Se ha llegado a estimar por medio de las pruebas efectuadas en el laboratorio y los ensayos en escala semicomercial que el tiempo de duración de esta reacción de esterificación es de aproximadamente 6 hrs.

Antes de descargar el producto del reactor, tiene que ser sometido a la siguiente parte del proceso, que consiste en su purificación, para llevar a cabo esta operación lo primero es neutralizarlo, para lo cual se dejará bajar la temperatura hasta los 60°C , simultáneamente se prepara una solución de carbonato de sodio al 15%. De esta solución así preparada se agrega al

reactor 50% aproximadamente con respecto a la cantidad de producto, después de haber sido añadida se mantiene en continua agitación durante 20 minutos, con el objeto de llevar a cabo una neutralización homogénea del plastificante, enseguida se deja reposar durante 30 minutos a una temperatura de 60°C para que se forme rápidamente la interfase.

Finalmente por decantación se separa la capa acuosa y se obtiene muestra del producto determinándosele el pH para verificar si el plastificante quedó completamente neutro, cuando esto sucede el producto estará listo para el siguiente paso del proceso.

- b) Purificación por destilación.- Cuando el producto obtenido tiene una coloración excesiva debido a la alta proporción de Metil Cellosolve que está presente durante la reacción química y al azeótropo formado y como consecuencia hay una variación en la densidad del producto, es entonces recomendable someterlo a una destilación para su primera purificación, la cual se lleva a cabo en el mismo reactor, a una temperatura de 130°C y con un vacío de 15 mm Hg. durante media hora, tiempo suficiente para dar por terminada esta operación. Los vapores desprendidos del reactor en esta destilación, también se envían al condensador para que posteriormente el condensado se mande al drenaje.
- c) Decoloración del producto.- No obstante la purificación del producto que se hace mediante la destilación antes mencionada, es necesario someterlo a un tratamiento de decoloración mediante carbón activado, para que adquiriera la especificación correspondiente al color. Este paso del proceso se hace también en el reactor, y la operación a seguir es la siguiente:
Una vez que se añadió una cantidad no mayor del 1% de carbón, permaneciendo el producto en continua agitación durante media hora, se filtra el producto para eliminar el carbón. Una táctica necesaria a seguir para prevenir que se tape el filtro con el carbón, es protegerlo con arilla antes de que el pro-

ducto se empieza a rasar por el. Terminada esta operación se manda el producto a un tanque de almacenamiento, quedando listo para su venta y transporte a las industrias consumidoras, puesto que el plastificante así obtenido cumple con las especificaciones requeridas.

En el proceso anteriormente descrito se debe tomar en cuenta que existen varios problemas para llevarlo a cabo a su máxima eficiencia, estos problemas no son evidentes en muchas esterificaciones de laboratorio. Los problemas más significativos a que nos referimos son los siguientes:

- 1.- Un tiempo de reacción excesivo.
- 2.- Reacción en bajas o altas temperaturas.
- 3.- Alto número de productos ácidos reactivos.
- 4.- Demasiadas variaciones de la temperatura durante la reacción.
- 5.- Pérdida de Metil Cellosolve en la reacción por formación del anastroso Metil Cellosolve-agua.
- 6.- Formación durante la reacción de un componente desconocido (probablemente un éter).
- 7.- Una necesidad de obtener la especificación de color del producto.
- 8.- Obtener el producto con su gravedad específica y con el índice de refracción que deba poseer.
- 9.- Baja producción de material especificado.

B.- CATALIZADOR Y ARRASTRADOR DE AGUA.- La reacción de esterificación entre el Anhídrido Ftálico y el Metil Cellosolve para dar Dimetoxi Etil Ftalato deba ser catalizada, porque de otro modo, los rendimientos no justifican el proceso.

Según las experiencias obtenidas durante los ensayos de la reacción tanto en el laboratorio como en pruebas piloto, demostraron que el ácido sulfúrico es el catalizador más conveniente. Sin embargo, el sulfato de dietilo podría funcionar como un buen catalizador en ausencia de este compuesto.

El arrastrador de agua que se usa en el proceso tiene por objeto separar el azeótropo metil cellosolve-agua formado durante la reacción química en los vapores que desprende el reactor y que son enviados al condensador para que después sean tratados en el decantador.

El compuesto químico más indicado que se conoce para llevar a cabo este fin es el benceno, el cual funciona frente a este azeótropo como un arrastrador de agua dejando en libertad al metil cellosolve para que pueda ser retornado al reactor.

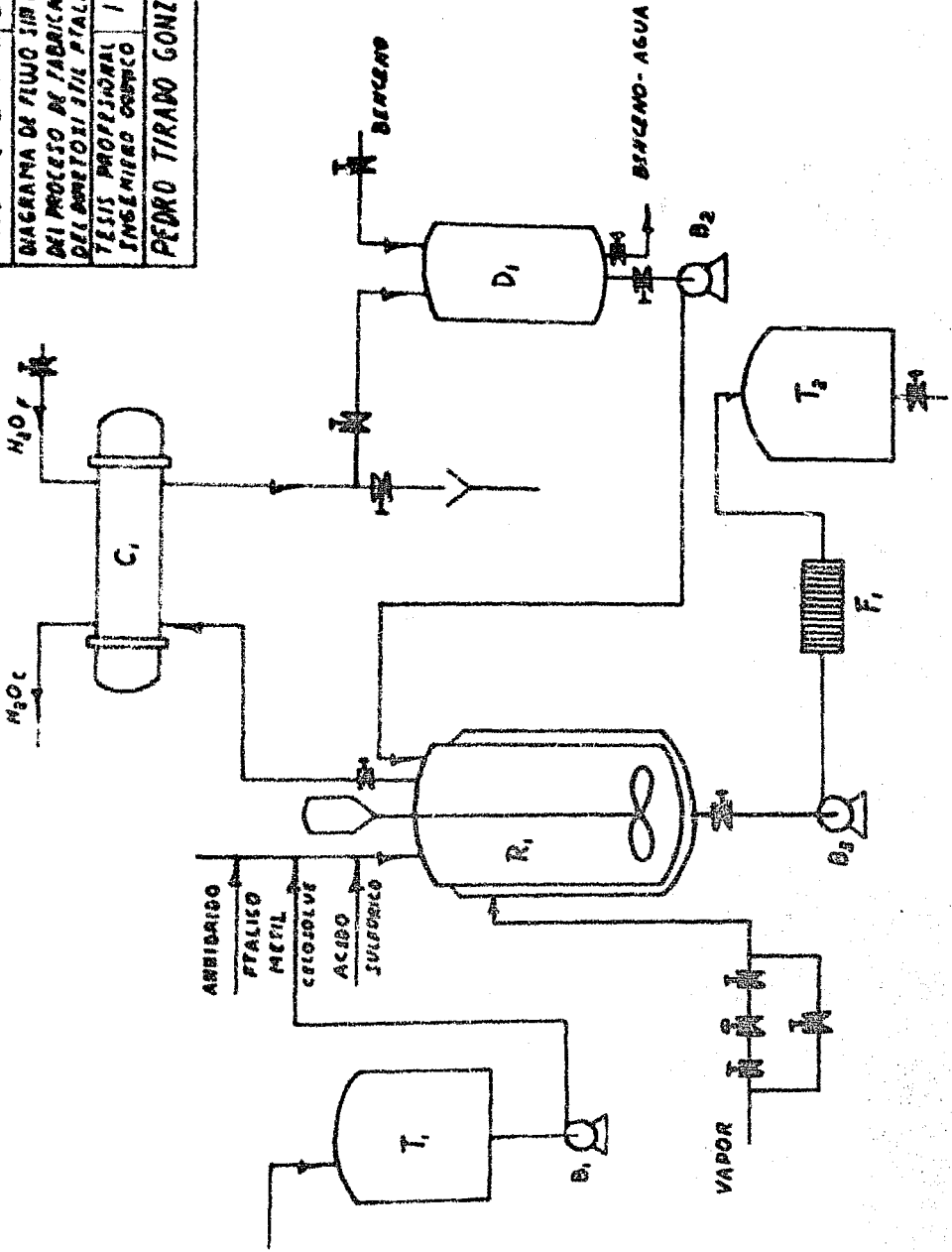
C.- DESCRIPCIÓN DEL DIAGRAMA DE FLUJO.- Los productos que entran al reactor R para que se lleve a cabo la esterificación son: 1^o) metil cellosolve, que puede provenir de un tanque de almacenamiento, o simplemente de los tambores de 205 lt. donde es envasado este producto; 2^o) Anhídrido Ftálico, el cual debido a que es un sólido se deposita en el reactor por gravedad, inmediatamente después se añade el ácido sulfúrico el cual se localiza en los porrones de vidrio de 90 Kg. en donde se transporta.

Durante la reacción se desprenden vapores de metil cellosolve y un azeótropo de metil cellosolve-agua. Estos son enviados al condensador C₁ para que posteriormente el condensado se lleve al tanque decantador D₁, para separar por medio de benceno, el agua que va con el metil cellosolve. El benceno se inyecta al tanque decantador a una temperatura aproximada de 27°C; al formarse la interfase entre el metil cellosolve y el benceno-agua, pueden separarse por decantación, enviándose el metil cellosolve nuevamente al reactor mediante la bomba B₁, y el benceno-agua se tratará posteriormente por destilación para separar el benceno y puede ser empleado nuevamente.

El reflujo de metil cellosolve es continuo durante todo el tiempo en que se lleva a cabo la reacción, recuperándose al final de ésta las dos terceras partes del exceso que tiene que ser agregado.

Después de que el producto es sometido a los pasos de purificación que anteriormente indicamos en la descripción del proceso, por último el producto se pasa a través del filtro F_1 por medio de la bomba B_2 para que finalmente sea enviado a un tanque de almacenamiento, o simplemente sea envasado directamente en los recipientes para su envío a las industrias consumidoras.

FACULTAD QUIMICA U N A M
 DIAGRAMA DE FLUJO SIN ESCALA
 DEL PROCESO DE FABRICACION
 DEL ANTRACENO DEL FTALATO
 TESIS PROFESIONAL
 INGENIERO QUIMICO
 1971
 PEDRO TIRADO GONZALEZ



D.- CONSIDERACIONES RESPECTO AL MATERIAL DEL EQUIPO.- Como ya se habló anteriormente al referirnos a las características del DMEP, éste no es material que sea sumamente corrosivo ni tampoco lo es el metil cellosolve, debido a esta característica los materiales de que debe estar elaborado el equipo empleado en el proceso de fabricación del DMEP, no serán de características muy especiales, como es el caso de cuando se manejan sustancias químicas sumamente corrosivas, como lo son los ácidos y las bases.

Es por esta razón que podemos emplear equipo elaborado de una gran variedad de metales, sin embargo para seleccionar de que metales debe estar hecho el equipo, nos tendremos que basar en un balance económico, no solo se debe tomar en cuenta el bajo costo de un equipo elaborado con ciertos materiales, también hay que tomar en cuenta su vida útil, considerando este aspecto el metal de que debe estar hecho el equipo que seleccionaremos más adelante, para este proceso de fabricación es, acero inoxidable. Cuando por necesidades causadas por un incremento considerable en la producción sean necesarios emplear tanques de almacenamiento, el material de estos recipientes puede ser acero al carbón.

E.- LISTA DEL EQUIPO DE OPERACION Y PROCESO.- (Según el diagrama de flujo anterior).

<u>Clave</u>	<u>Equipo y Material</u>	<u>Servicio</u>
A ₁	Reactor de Acero Inoxidable con agitador	Reacción de esterificación
C ₁	Cambiador de Calor de acero inoxidable	Condensador de los vapores de metil cellosolve y el azeótropo metil cellosolve-agua
D ₁	Tanque de acero inoxidable	Decantador para separar el metil cellosolve del agua
F ₁	Filtro Prensa	Eliminación de carbón

T_1	Tanque de acero inoxidable	activado del plásti- ficante
T_2	Tanque de acero inoxidable	Almacenamiento del me- til cellosolve
E_1	Bomba Centrífuga de acero inoxidable	Almacenamiento del DMEP
E_2	Bomba centrífuga de acero inoxidable	Bombear el metil ce- llosolve de T_1 al reactor
E_3	Bomba centrífuga de acero inoxidable	Bombear el metil ce- llosolve de recircu- lación al reactor
		Bombear el DMEP de la descarga del reactor a T_2 , pasando por el filtro prensa

C A P I T U L O VI

CAPACIDAD DE LA PLANTA Y CALCULO DE LA ENERGIA Y SERVICIOS

A. - CAPACIDAD DEL DISEÑO DE LA PLANTA. - En el Capítulo III se presentó el análisis de la demanda actual y de la demanda posible, teniendo en cuenta la fabricación de los principales derivados del DMKP.

Si bien la tendencia natural de un proyecto de planta es abastecer todo el mercado futuro, desde el punto de vista económico no es conveniente instalar un equipo sobrado en capacidad que trabaje a menos de su productividad normal y que se esté depreciando inútilmente.

La solución más viable es que el equipo en general tenga la suficiente elasticidad de trabajo, de modo que esté adaptado a producir según la demanda inicial y que a medida que aumente ésta aumente la producción por medio de unidades en paralelo.

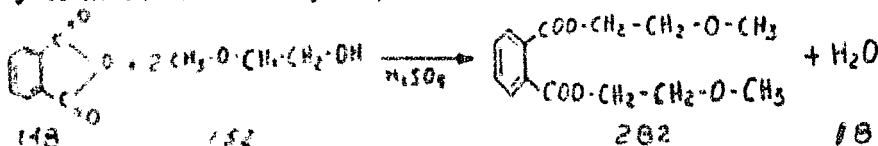
Para esto es necesario tomar una capacidad media, esta capacidad media podría ser el consumo esperado de DMKP para el presente año, que será de 200 ton./año. Con esta capacidad, el equipo de producción trabajará en forma flexible, reduciéndose inicialmente el monto del equipo de capacidad fija.

Por lo tanto partiendo de una producción inicial de 200 ton/año, tendremos una producción diaria de 834 kg./día, considerando 240 días hábiles de trabajo durante un año.

Si la planta se diseña para producir 834 kg./día en un turno de 9 Hrs. de trabajo durante 5 días a la semana, estaremos en posibili-

dad de aumentar la producción por medio del sexto día de la semana (sábado) y posteriormente con el segundo y tercer turno diario, sin sobrecargar el equipo, además se empezará a trabajar con poco personal reduciendo al máximo los problemas que se presentan con su manejo.

B.- ESTEQUIOMETRÍA DEL PROCESO.- La base de la estequiometría del proceso será la reacción de esterificación entre el Anhídrido Ftálico y el Metil Cellosolve para producir directamente DMEP.



Según las experiencias obtenidas en trabajos de laboratorio y en planta piloto, puede esperarse un rendimiento final de la reacción de 90% con respecto al total de Anhídrido Ftálico que reacciona, además se debe considerar que es necesario alimentar al reactor un exceso del 10% de Metil Cellosolve, por lo tanto tenemos:

BASE 814 KG. DE DMEP:

x	x	814	x
Anhídrido Ftálico + Metil Cellosolve	→	DMEP + H ₂ O	
148	152	282	18

Cálculo del Anhídrido Ftálico necesario:

$$\frac{148 \times 814}{282} = 437.7 \text{ Kg}$$

como la eficiencia de la reacción, ya se dijo es de 90%, por lo tanto necesitaremos esa cantidad que la calculada por la estequiometría de la reacción:

$$\frac{437.7 \text{ Kg.} \times 100}{90} = 486.3 \text{ Kg.}$$

Cálculo del Metil Cellosolve necesario:

$$\frac{152 \times 814}{282} = 449.5 \text{ Kg.}$$

Como es necesario usar un exceso del 30% de este material, calcula mos ahora la cantidad que deberá entrar al reactor.

$$447.5 \text{ kg} \times 1.3 = 584.3 \text{ kg}$$

Cálculo del agua de reacción:

$$\frac{834 \times 18}{282} = 53.2 \text{ kg}$$

La cantidad de catalizador necesaria en la reacción será de 2% del anhídrido Pírico, o sea $486.3 \text{ kg} \times 0.02 = 9.7 \text{ kg}$.

El balance de materiales en el proceso será para la producción de 834 kg.

<u>ENTRAN</u>		<u>SALEN</u>	
Anhídrido Pírico	486.3 kg.	DMEP	834.0 kg.
Metil Cellosolve	584.3 kg.	Metil Cellosolve	89.9 kg.
Acido Sulfúrico	9.7 kg.	Agua	53.2 kg.
	<u>1,080.3 kg.</u>	Inertes	<u>103.2 kg.</u>
			1,080.3 kg.

Para calcular el costo de los servicios será necesario llevarlo a cabo tomando como base un lote; para realizar este cálculo se considerará el tiempo de duración de la reacción de esterificación, que es de aproximadamente 6 hrs.

C.- CALCULO DEL VALOR.- Para calcular la cantidad de vapor que tendre mos que usar para procesar un lote, tendremos que determinar prime ramente el calor necesario para que la reacción se lleve a cabo.

Calor necesario para que la reacción se lleve a cabo.

$$Q = ?$$

$$Q = W C_p (t_2 - t_1)$$

$$W = 834 \text{ kg} = 1835 \text{ lb}$$

$$Q = 1835 \text{ lb} \times 0.34 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}} (282^\circ\text{F} - 68^\circ\text{F})$$

$$C_p = 0.34 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$$

$$Q = 624 \frac{\text{BTU}}{^\circ\text{F}} (214^\circ\text{F})$$

$$t_2 = 140^\circ\text{C} = 282^\circ\text{F}$$

$$Q = 133,536 \text{ BTU}$$

$$t_1 = 20^\circ\text{C} = 68^\circ\text{F}$$

De los cálculos anteriores resulta que se requieren 133,536 BTU para llevar a cabo la reacción completamente. Considerando que se emplearía un vapor de una presión de 100 lb/in², podremos ahora calcular la cantidad de vapor en libras a esta presión, que serían necesarios para efectuar un lote

$$M = \frac{133,536 \text{ BTU}}{888.9 \text{ BTU/lb}} = 150 \text{ lb}$$

Cantidad de vapor necesario = 150 lb.

D.- CÁLCULO DEL AGUA. - Básicamente el consumo total de agua en la planta, estará representado por la cantidad total de agua que se tendrá que emplear en el cambiador de calor, para condensar los vapores del exceso de metil celosolve y el agua de reacción. El agua que sale del condensador podrá emplearse en los servicios de de la planta.

Cálculo de la cantidad de agua de enfriamiento que se empleará en el condensador:

Alcohol	:	134.8 kg. = 298 lb.
Agua	:	53.2 kg. = 116 lb.
Cp del alcohol	:	0.5 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}}$
Cp del agua	:	1.0 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}}$
T ₂ temp. de entrada al Cond. de los vapores	:	142°C = 290°F
T ₁ temp. de salida del condensado	:	55°C = 132°F
λ del alcohol	:	290 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$
λ del agua	:	1171 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$

Porcentaje de los materiales que entran al condensador:

Alcohol	: 298 lb	71.6% en peso
Agua	: <u>118 lb</u>	28.4% en peso
	416 lb	
λ del alcohol	: 290 x 0.716 = 207.6	
λ del agua	: 1171 x 0.284 = <u>332.4</u>	
	540.0	<u>BTU</u>
		lb
\bar{C}_p del alcohol	: 0.5 x 0.716 = 0.358	
\bar{C}_p del agua	: 1.0 x 0.284 = <u>0.284</u>	
	0.64 ₂	<u>BTU</u>
		lb ^o F

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 290^{\circ}\text{F} - 132^{\circ}\text{F} = 158^{\circ}\text{F}$$

Cantidad de calor que se quita en el condensador:

$$Q_t = Q_{\lambda} + Q_s$$

$$Q_{\lambda} = \frac{540 \text{ BTU}}{\text{lb}} \times 416 \text{ lb} = 224,640 \text{ BTU}$$

$$Q_s = M \bar{C}_p \Delta T$$

$$Q_s = 416 \text{ lb} \times 0.642 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^{\circ}\text{F}} \times 158^{\circ}\text{F}$$

$$Q_s = 42,186 \text{ BTU}$$

$$Q_t = 224,640 + 42,186$$

$$Q_t = 266,826 \text{ BTU}$$

Cálculo de la cantidad de agua necesaria:

$$Q_s = 266,826 \text{ BTU}$$

t_1 Temp. de entrada al

$$\text{Cond. del agua} : 19^{\circ}\text{C} = 66^{\circ}\text{F}$$

t_2 Temp. de salida del

$$\text{Cond. del agua} : 39^{\circ}\text{C} = 102^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta T = t_2 - t_1 = 102^{\circ}\text{F} - 66^{\circ}\text{F} = 36^{\circ}\text{F}$$

$$Q = M C_p \Delta T$$

$$M = \frac{Q}{C_p \Delta T} = \frac{266,826}{1 \times 36} = 7412 \text{ lb}$$

Cantidad de agua necesaria = $\frac{7412 \text{ lb}}{6}$ = 1,325 lb/Hr.
 6 7,412 lb/lote
 3,354 l/lote

E. - CALCULO DE LA ENERGIA ELECTRICA. - La energia eléctrica que se empleará será aproximadamente de 13,354 KWH, de acuerdo con:
 año

Bomba B₁ : 1 HP ; trabaja 0.25 Hrs.

Bomba B₂ : 1 HP ; trabaja durante todo el proceso

Bomba B₃ : 3 HP ; trabaja durante 0.5 Hrs.

Motor del agitador del reactor: 2 HP; trabaja durante todo el proceso

$$B_1 = \frac{1 \text{ HP} \times 0.25 \text{ Hrs.} \times 240 \text{ días}}{1.341} = 45 \frac{\text{KWH}}{\text{Año}}$$

$$B_2 = \frac{1 \text{ HP} \times 6 \text{ Hrs.} \times 240 \text{ días}}{1.341} = 1,074 \frac{\text{KWH}}{\text{Año}}$$

$$B_3 = \frac{3 \text{ HP} \times 0.5 \text{ Hrs.} \times 240 \text{ días}}{1.341} = 270 \frac{\text{KWH}}{\text{Año}}$$

$$\text{Motor Agitador} = \frac{2 \text{ HP} \times 6 \text{ Hrs.} \times 240 \text{ días}}{1.341} = 2,150 \frac{\text{KWH}}{\text{Año}}$$

5 reflectores de 250 W cada uno, durante 12 hrs.

$$5 \times 250 \text{ W} \times 12 \text{ Hrs.} \times 240 \text{ días} = 3,600 \frac{\text{KWH}}{\text{Año}}$$

10 focos de 100 W cada uno, durante 10 Hrs.

$$10 \times 100 \text{ W} \times 10 \text{ Hrs.} \times 240 \text{ días} = 2,400 \frac{\text{KWH}}{\text{Año}}$$

$$\text{T O T A L} = 9539 \frac{\text{KWH}}{\text{Año}}$$

Considerando un 40% extra de este total, por concepto de otros consumos no considerados, tenemos:

Consumo total de Energía Eléctrica: $9539 \times 1.4 = 13,354$ KWH
Año

Los cálculos anteriores de vapor, agua y energía eléctrica están basados en el equipo que se verá en el próximo capítulo.

CAPITULO VII

ESPECIFICACIONES Y COSTO DEL EQUIPO

A.- REACTOR.- (R₁)

- a) Cálculo de la capacidad.- Para calcular la capacidad necesaria del reactor, se tomará como base el volumen total de los reactivos que entran en la reacción, según el cálculo estequiométrico tratado en el capítulo anterior.

<u>Material</u>	Peso (Kg.)	÷	Densidad(Kg/l)	=	Volumen (l)
Anhidrido Ftálico	486.3	÷	1.527	=	318.5
Metil Cellosolve	384.3	÷	0.966	=	604.9
Acido Sulfúrico	<u>9.7</u>	÷	1.54	=	<u>6.3</u>
T O T A L	980.6				929.7

Como en la práctica un reactor para este tipo de reacción, debe trabajarse a un 70% de su capacidad, por lo tanto la capacidad real requerida será de:

$$929.7 \text{ l. } \div 0.7 = 1,328 \text{ l.}$$

$$\text{Volumen del Reactor} = 1,328 \text{ l.}$$

$$= 351 \text{ Gal.}$$

- b) Especificaciones.- Como el calentamiento del reactor es a base de vapor y tomando en cuenta los materiales que se van a manejar, por lo tanto el reactor tendrá que ser:

Reactor Enchafetado

Fabricado de Acero Inoxidable 316

Opera de 30 a 260 lb/in²

Espesor de la lámina 3/16"

Equipado con agitador y su motor

Volumen 351 Gal.

- c) Precio.- Un reactor con la capacidad y las características mencionadas anteriormente, tendrá un valor aproximado de \$ 80,000.00.

B.- CONDENSADOR.- (C_1)

- a) Cálculo del Área del Condensador.- Para llevar a cabo este cálculo tomaremos como base los datos que se obtuvieron de este equipo en el capítulo anterior, primeramente se calculará: Cantidad de Calor que es necesario quitar del condensador

$$Q_c = 256,325 \text{ BTU/6 Hrs.}$$

$$Q_c = 44,471 \text{ BTU/Hr.}$$

temperaturas de entrada y salida de la mezcla de alcohol y agua:

$$T_2 = 142^\circ\text{C} = 290^\circ\text{F}$$

$$T_1 = 55^\circ\text{C} = 132^\circ\text{F}$$

temperaturas de entrada y salida del agua de enfriamiento:

$$t_1 = 19^\circ\text{C} = 66^\circ\text{F}$$

$$t_2 = 39^\circ\text{C} = 102^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_2 = 290^\circ\text{F} - 102^\circ\text{F} = 188^\circ\text{F}$$

$$\Delta T_1 = 132^\circ\text{F} - 66^\circ\text{F} = 66^\circ\text{F}$$

$$\Delta T \log = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{2.3 \log \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}}$$

$$\Delta T \log = \frac{188 - 66}{2.3 \log \frac{188}{66}}$$

$$\Delta T \log = \frac{188 - 66}{2.3 \log \frac{188}{66}}$$

$$\Delta T \log = 116.7^\circ\text{F}$$

Lado envolvente:

$$\text{Area de flujo: } a_o = \frac{DI \times CB}{P_1 \times 144}$$

$$a_o = \frac{8 \times 0.5}{1 \times 144}$$

$$a_o = 0.0278 \text{ ft}^2$$

$$\text{Masa velocidad: } G_o = \frac{W}{a_o}$$

$$W = \frac{416 \text{ lb}}{6 \text{ hr.}} = 69.33 \text{ lb/Hr.}$$

$$G_o = \frac{69.33}{0.0278}$$

$$G_o = 2494 \text{ lb/Hr. ft}^2$$

$$\text{Número de Rees: } Re_s = \frac{D_o G_o}{\mu}$$

$$D_o = 0.06 \text{ ft.}$$

$$\mu \text{ H}_2\text{O} = 0.54 \times 0.282 = 0.152$$

$$\mu \text{ Alcohol} = 1.52 \times 0.718 = \frac{1.091}{1.243}$$

$$\mu = \frac{0.06 \times 2494}{1.243 \times 2.42}$$

$$Re_s = \frac{0.06 \times 2494}{1.243 \times 2.42}$$

$$Re_s = 49.7$$

$$\text{Coeficiente de película: } h_o = JH \frac{K}{D_o} \left(\frac{\bar{C}_p \mu}{K} \right)^{1/3}$$

JH = 1.85 se obtuvo de la figura 28 del D.Q. Kern

$$\bar{C}_p = 0.642$$

$$K \text{ agua} = 0.1295$$

$$K \text{ alcohol} = \frac{0.0640}{K}$$

$$K = 0.1935$$

$$\frac{BTU}{(Hr) (Ft^2) (of/ft)}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de Prandtl} &= \left(\frac{\bar{c}_p \mu}{k} \right)^{1/3} \\ &= \left(\frac{0.642 \times 3.01}{0.1935} \right)^{1/3} = 2.16 \\ h_o &= 3.85 \frac{0.1935}{0.06} = 2.16 \\ h_o &= 26.8 \end{aligned}$$

Lado de los tubos:

$$\text{Area de los tubos : } a_o = \frac{N_t a'_t}{144 \times \text{No. Pasos}}$$

$N_t = 16$: Número de Tubos : (D.Q. Kern pág. 946)

$a'_t = 0.0625$ Area de flujo/tubo : (D.Q. Kern pág. 948)

Número de pasos = 2

$$a_o = \frac{16 \times 0.0625}{144 \times 2}$$

$$a_o = 0.00347 \text{ ft}^2$$

$$\text{Masa velocidad : } G_t = \frac{W}{a_o}$$

$$W = 1235 \text{ lb/Hr.}$$

$$G_t = \frac{1235}{0.00347} = 355,907 \text{ lb/Hr. ft}^2$$

$$\text{Número de Rees : } \frac{D G_t}{\mu H_2O}$$

$$D = \frac{0.282}{12} = 0.0235 \text{ (D.Q. Kern pág. 948)}$$

$$\text{Ree} = \frac{0.0235 \times 355,907}{0.54 \times 2.42}$$

$$\text{Ree} = 6,433$$

$$\frac{L}{D} = \frac{\text{Longitud de los tubos}}{\text{Diámetro}}$$

$$\frac{L}{D} = \frac{2}{0.0235} = 85.1$$

Coefficiente de Película : $h_1 = JR \frac{K}{D} \left(\frac{Cp}{K} \mu \right)^{1/3}$

JR = 23.5 se obtuvo de la fig. 24 pág. 939 del Kern

Cp = 1

$$\mu = 0.54 \times 2.42 = 1.31$$

K = 0.1295

D = 0.235

$$\begin{aligned} \text{Número de Prandtl} &= \left(\frac{Cp}{K} \mu \right)^{1/3} \\ &= \frac{1 \times 1.31}{0.1295}^{1/3} = 2.16 \end{aligned}$$

$$h_1 = 23.5 \times \frac{0.1295}{0.235} \times 2.16$$

$$h_1 = 23$$

U_o : Coeficiente total de transmisión de calor del condensador cuando está limpio

$$U_o = \frac{h_1 h_o}{h_1 + h_o} = \frac{23 \times 26.8}{23 + 26.8}$$

$$U_o = 13.7 \text{ BTU/Hr. Ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

U_D : Coeficiente total de transmisión de calor del condensador cuando está sucio.

R_d permitido = 0.003

$$R_d = \frac{U_o - U_D}{U_o U_D}$$

$$0.003 = \frac{13.7 - U_D}{13.7 U_D}$$

$$0.0412 U_D + U_D = 13.7$$

$$U_D = \frac{13.7}{1.0412} = 13.1$$

$$U_D = 13.1$$

$$U_D = \frac{Q}{A \Delta T} \quad \Delta T = \Delta T \log.$$

$$A_t = \frac{Q}{U_D \Delta T} = \frac{44.471}{13.1 \times 116.7}$$

$$A_t = 29.1 \text{ ft}^2$$

b) Especificaciones.-

Condensador de los vapores del reactor R ₁	
Condensados	Metil Cellosolve - Agua
Temperatura de Entrada y Salida	142°C - 55°C
Refrigerante	Agua a 18°C
Número de pasos	1 - 2
Superficie de Enfriamiento	29.1 Ft ²
Núm. de Tubos	22
Diámetro de los tubos	1/2" B40 12
Longitud de los tubos	4 ft.
Arreglo	Triangular
Material de los tubos, espejos y cabezales	Acero Inoxidable 316
Material de la coraza	Acero al carbón
Espeesor de la Lámina	3/16"

- c) Precio.- Un cambiador de calor con la superficie de enfriamiento y las características mencionadas anteriormente, tendrá un valor aproximado de: \$29,000.00

C.- TANQUE DECANADOR (D₁)

Tanque decantador para separar el alcohol del agua	
Capacidad	: 300 litros
Condiciones	: Presión: Atmosférica, temp.: ambiente
Tipo	: Vertical
Forma	: Cilíndrica de tapa y fondo cónicos
Dimensiones	: 0.61 m de diámetro y 1 m. de altura
Material	: Acero inoxidable 316
Espeesor de la lámina	: 3/16"
Precio	: \$27, 500.00

D.- FILTRO PLACA.- (P₁)

Filtro para la eliminación de residuos durante la purificación del DMEP.

Número de placas	:	20
Dimensiones de las placas:	:	2 ft. por lado
Área real de filtrado	:	141 ft ²
Precio	:	\$ 15,000.00

E.- TANQUE DE ALMACENAMIENTO.- (T₁)

Tanque para almacenar Metil Cellosolve, con capacidad para 12 días de trabajo. (2 semanas, 2 días).

Capacidad	:	6,000 litros
Condiciones	:	Presión: 2" H ₂ O, Temp.: ambiente
Tipo	:	Vertical
Forma	:	Cilíndrica, de fondo plano y tapa cónica
Dimensiones	:	1.60 m. de diámetro y 3.00 m de altura
Material	:	Acero Inoxidable 304
Espesor de la lámina	:	1/4"
Precio	:	\$ 63,500.00

F.- TANQUE DE ALMACENAMIENTO.- (T₂)

Tanque para almacenar el DMEP producido, con capacidad para 11 días de trabajo (2 semanas, 1 día)

Capacidad	:	8,000 litros
Condiciones	:	Presión: atm., temp.: ambiente
Tipo	:	Vertical
Forma	:	Cilíndrica, de fondo plano y tapa cónica
Dimensiones	:	1.80 m de diámetro y 3.15 m de altura
Material	:	Acero Inoxidable 304
Espesor de la Lámina	:	1/4"
Precio	:	\$ 74,500.00

G.- INSTRUMENTACION.- Los instrumentos requeridos para el equipo anteriormente descrito son los siguientes:

- a) Termopar que indique la temperatura del reactor y servomecanismo que automáticamente abra y cierre la válvula que permite la inyección de vapor al reactor.

Precio : \$ 25,000.00

- b) Válvula automática que controle la entrada de vapor al reactor

Precio : \$ 5,500.00

- c) Manómetros indicadores en:

Línea de vapor al reactor

Al reactor

Línea de vapores del reactor a la entrada del condensador

Línea en la recirculación del metil celosolve al reactor

Línea en la descarga del HNEF a T_2

Precio de los 5 manómetros : \$ 2,500.00

- d) Termómetros indicadores en:

Entrada y salida al cambiador de calor de los vapores y condensador

Entrada y salida del agua de enfriamiento

Entrada del benceno al D_1

Entrada del Metil Celosolve de recirculación

Precio : \$ 2,500.00

- e) Indicadores de nivel en: T_1 , D_1 y T_2

Precio : \$ 2,500.00

- f) Medidores de Flujo, colocados en las líneas que salen de T_1 y

T_2

Precio : \$ 15,000.00

COSTO TOTAL DE LA INSTRUMENTACION : \$ 53,000.00

H.- TUBERIA, VALVULAS, CONEXIONES Y AISLAMIENTO.- El costo por estos conceptos puede estimarse como el 15% del costo del equipo.

Costo : \$ 55,500.00

COSTO TOTAL DEL EQUIPO

Reactor	\$ 80,000.00
Condensador	29,000.00
Tanque Decantador	27,500.00
Filtro Prensa	18,000.00
Tanque de Almacenamiento (T ₁)	63,500.00
Tanque de Almacenamiento (T ₂)	74,500.00
Bombas B ₁ , B ₂ y B ₃	24,000.00
Instrumentación	53,000.00
Tubería, Válv. Conexión y Aislam.	<u>55,500.00</u>
TOTAL	\$ 425,000.00 *****

C A P I T U L O V I I I

UBICACION Y DISTRIBUCION DE LA PLANTA

A.- UBICACION.— Como el interés del presente trabajo es proyectar una ampliación de una planta consumidora de INXP para su autoconsumo de este material, naturalmente la ubicación de la planta que se está estudiando, estaría en el terreno destinado a nuevas ampliaciones de la planta productora de acetato de celulosa plastificado, la cual está localizada en San Cristóbal Ecatepec, Edo. de México.

B.- TERRENO.— En relación al terreno necesario para la planta, se hará la siguiente distribución.

a) Zona de Proceso	400 m ²
b) Zona de Almacenamiento	400 m ²
c) Zona de Servicios y Mantenimientos	<u>200 m²</u>
Total de Terreno necesario	1,000 m ²

C.- EDIFICIOS.— Según la distribución anterior tenemos que son necesarios tres edificios diferentes e independientes.

- a) Edificio de Proceso.— Este edificio será semiabierto con 2 niveles o pisos y techo. Una estructura metálica con pintura anticorrosiva y techo de láminas de asbesto será suficiente, sus dimensiones serán de 20 x 20 m.
- b) Edificio de Almacenamiento.— Este edificio será un salón cerrado de 10 x 20, paredes de ladrillo y techo de láminas de asbesto con armadura industrial de acero y altura suficiente para alacén.
- c) Edificio de Servicios y Mantenimiento.— Este edificio será un salón de 10 x 20, el cual tendrá subdivisiones para el taller, bodega de equipo y refacciones. Paredes de ladrillo y techo de láminas de asbesto con armadura industrial de acero.

El precio total por la obra civil será conforme a lo siguiente:

Edificio de Proceso	\$ 200,000.00
Edificio de Almacenamiento	200,000.00
Edificio de Servicios y Mantenimiento	100,000.00
Paticos	<u>50,000.00</u>
COSTO DE EDIFICIOS	\$ 550,000.00

D.- LABORATORIO.- No habrá necesidad de construir un laboratorio de control de calidad para esta planta, debido a que se podrá disponer del que ya existe en la compañía, únicamente habrá necesidad de complementarlo con el equipo normal de trabajo para un proceso de esterificación. El costo por este concepto se estima en \$ 25,000.00

CAPITULO IX

ESTUDIO ECONOMICO GENERAL

De los cálculos obtenidos en los capítulos anteriores, estamos en condiciones de hacer un análisis económico general, para evaluar la posibilidad económica de la instalación de una planta productora de DMEP, la cual resultaría por la aplicación de una determinada compañía.

A. - CAPITAL FIJO

Costo del Equipo del proceso y laboratorio	\$ 450,000.00
Instalación del Equipo (35% C.E.)	112,500.00
Costo del Equipo Eléctrico con Instalación (15% C.E.)	67,500.00
Edificios	550,000.00
Preparación y Arreglo del Terreno	50,000.00
Servicios con Instalación (25% C.E.)	<u>112,500.00</u>
COSTO FISICO	\$ 1,342,500.00
Ingeniería y Construcción (20% C.F.)	268,500.00
Contingencias (10% C.F.)	<u>134,240.00</u>
COSTO FIJO	<u>\$ 1,745,250.00</u>

B. - COSTO DE PRODUCCION. - Se calculará en base a los gastos que deberán hacerse en un año de trabajo.

- a) Costo de la Materia Prima.- Este será calculado en relación a lo que cuesta producir 834 Kg. de DMEP (un lote).
Los precios de las materias que a continuación se proporcionan fueron obtenidos de los fabricantes y distribuidores de estos materiales.

Materia Prima
Anhídrido Félsico

Precio en \$/Kg.
7.00

Metil Cellosolve	9.80
Acido Sulfúrico	0.60

Costo del Anhídrido Ftálico: 486.3 x 7.00 =	\$ 3,404.10
Costo del Metil Cellosolve : 494.4 x 9.80 =	4,845.10
Costo del Acido Sulfúrico : 9.7 x 0.60 =	<u>5.80</u>
T O T A L	<u>\$ 8,255.00</u>

El costo para producir 200 ton/año será de:

\$ 8,255.00 x 200,000 = \$ 1,650,000.00
834

Costo de la materia prima en un año = \$ 1,930.00

- b) Costo de la mano de obra.- Puede estimarse que la mano de obra necesaria estará representada por: Un Supervisor Técnico, Dos Obreros Especializados, Un Ayudante y Un Conserje para el servicio general de la planta. Los sueldos que percibirán por sus actividades son como sigue:

Supervisor Técnico	(mensuales)	\$ 3,500.00
Obreros Especializados	(diarios)	\$ 60.00
Ayudante	(diarios)	\$ 48.00
Conserje	(diarios)	\$ 40.00

Por lo tanto el costo total de la mano de obra, incluyendo la gratificación anual de este personal será:

Supervisor : 3,500.00 x 13	=	\$ 45,500.00
Obreros : 2 x 60.00 x 30 x 13	=	46,800.00
Ayudante : 48.00 x 30 x 13	=	18,720.00
Conserje : 40.00 x 30 x 13	=	<u>15,600.00</u>
COSTO TOTAL MANO DE OBRA		\$ 126,620.00

- c) Costo de los servicios.- Los cálculos de los servicios que anteriormente se efectuaron, fueron referidos únicamente al consumo de estos por corrida. A continuación calcularemos el costo de estos servicios por un año, considerando como se dijo anteriormente, que esta planta está diseñada para trabajar un turno de 9 Hrs. de trabajo durante 5 días de la semana.

En estas condiciones se trabajarán 240 días por año, según el siguiente cálculo.

$$\frac{5 \text{ días}}{\text{semana}} \times \frac{48 \text{ semanas}}{\text{año}} = \frac{240 \text{ días}}{\text{año}}$$

1 - Costo del Vapor:

Precio : 14.50 \$/1000 lb.

Consumo : 150 lb/día x 240 días/año = 36,000 lb/año

Costo : 36 x 14.50 = 522 Pesos/año

2 - Costo del Agua:

Precio : 0.80 Pesos/m³

Consumo : 3354 l/día x 240 días/año = 805 m³

Costo : 0.80 x 805 = 644 Pesos/año

3 - Costo de la Energía Eléctrica:

Precio : 0.24 Pesos/KWH

Consumo : 13,354 KWH/Año

Costo : 0.24 x 13,354 = 3,205 Pesos/año

Costo Total por Servicios:

Vapor	\$	522.00
Agua		644.00
Energía Eléctrica		<u>3,205.00</u>
T O T A L	\$	4,371.00 Pesos/año

d) Costo de Mantenimiento.- Este costo puede ser estimado como el 6% del Capital Fijo.

$$\$ 1,745,250.00 \times 0.06 = 139,620.00 \text{ Pesos/Año}$$

e) Costo de los Servicios Generales.- Estará representado por el 25% del costo de la mano de obra.

$$\$ 126,620.00 \times 0.25 = 31,655.00 \text{ Pesos/Año}$$

f) erogaciones de la empresa causadas por pagos del Seguro Social, 1% de Educación y prima de vacaciones. Esto representa el 10% del costo de la mano de obra.

$$\$ 126,620.00 \times 0.1 = \$ 12,662.00$$

g) Depreciación.- La depreciación de la planta deberá considerarse como el 10% del Capital Fijo:

$$\$ 1,745,250.00 \times 0.10 = 174,525.00 \text{ pesos/año}$$

h) Embarque de materia prima, LAL Planta y Seguros.- Por este concepto se considerará el 5.0% del costo total de la materia prima.

$$\text{Costo anual será} = \$ 1,980,000.00 \times 0.05 = \$ 99,000.00$$

i) Impuestos de Propiedad.- Se considerará por este concepto el 3% del costo de los edificios.

$$\text{Costo anual será: } \$ 550,000.00 \times 0.03 = \$ 16,500.00$$

RESUMEN : COSTO ANUAL DE MANUFACTURA

Materia Prima	\$ 1,980,000.00
Mano de Obra	126,620.00
Servicios	4,371.00
Mantenimiento	139,620.00
Servicios Generales	31,655.00
Erogaciones de la Empresa	<u>12,662.00</u>
COSTO DIRECTO DE FABRICACION	\$ 2,294,928.00
Depreciación	174,525.00
Embarque de Materia Prima y Seguros	99,000.00
Impuestos de Propiedad	<u>16,500.00</u>
COSTO ANUAL DE MANUFACTURA	\$ 2,584,953.00
COSTO UNITARIO DE MANUFACTURA:	
\$ 2,584,953.00 ÷ 200,000 Kg. = 12.92 Pesos/Eg.	

C.- GASTOS GENERALES. - En este renglón se incluyen los Gastos de Administración y Ventas y los Gastos de Financiamiento.

Los Gastos de Administración y Ventas en nuestro caso se diluyen en los gastos similares de la compañía, precisamente por tratarse de una ampliación y que el producto que se va a fabricar será para su autoconsumo.

Para estimar los Gastos de Financiamiento, debe tomarse en cuenta las condiciones financieras que se logran obtener, en nuestro caso estas condiciones son las siguientes: Financiamiento del 50% de la Inversión total a un interés del 13% anual y por un plazo de 5 años. Estos gastos se calcularán en base a un año:

$$\frac{\$ 1,745,250.00}{2} \times 0.13 = \$ 113,441.00$$

Gastos de Financiamiento	\$ 113,441.00
TOTAL DE GASTOS GENERALES	\$ 113,441.00

D.- VENTAS NETAS. - Para este renglón se considerarán las siguientes observaciones:

Primera: Se tomará como base el consumo de DMEP que tiene actualmente la compañía de referencia el cual fue estimado en 200 ton. anuales.

Segunda: También se tomará como base el precio de venta de este producto que actualmente tiene en el mercado nacional, de \$17.05 por Kg. para la escala de ventas mayor, que es de 5,000 Kg. en adelante según se hizo notar en el Capítulo III, por lo tanto tendremos que, el producto de ventas anuales será de:

200,000 Kg. \times 17.05 Pesos/Kg.	= \$ 3,410,000.00
Ventas netas al año	= \$ 3,410,000.00

E.- UTILIDAD NETA ANTES DE IMPUESTOS

U_1	= VENTAS NETAS - (COSTO ANUAL DE MANUFACTURA + GASTOS GENERALES)
U_1	= \$ 3,410,000.00 - (\$ 2,594,953.00 + \$ 113,441.00)
U_1	= \$ 711,606.00

F.- UTILIDAD NETA DESPUES DE IMPUESTOS

$$U = .5 U_1$$

$$U = \$ 711,606.00 \times .5 = \$ 355,803.00$$

G.- CAPITAL DE TRABAJO.- En nuestro caso por razones anteriormente explicadas, el Capital de Trabajo es otro de los gastos que se diluyen, en este caso en el Capital de Trabajo de la planta, por lo tanto en el Análisis Económico que se está llevando a cabo no será incluido.

H.- INVERSION TOTAL.

$$\text{Inversión Total} = \text{Capital Fijo} + \text{Capital de Trabajo}$$

$$\text{Inversión Total} = \$ 1,745,350.00$$

I.- RENTABILIDAD.- (R)

$$R = \frac{\text{Utilidad Neta después de impuestos}}{\text{Inversión Total}} \times 100$$

$$R = \frac{\$ 355,803.00}{\$ 1,745,350.00} \times 100$$

$$R = 20.36\%$$

J.- PUNTO DE EQUILIBRIO.- El conocer el punto de equilibrio que podría tener un proyecto es de gran importancia, ya que junto con la rentabilidad determinan la posibilidad y costeabilidad de llevarlo a cabo, por lo tanto se elaborará la siguiente gráfica del punto de equilibrio para las condiciones del presente proyecto. Como se puede notar este punto para las condiciones obtenidas en éste, está al 31.5% de su capacidad total de producción.

El Punto de Equilibrio es en donde la empresa a ese porcentaje de producción no pierde peso tampoco gana, cualquier posición a la izquierda de este punto habrá pérdidas y cualquier posición a su derecha habrá ganancias, todo esto en proporción directa a su distancia que le separa de dicho punto.

Cabe hacer notar que entre más a la izquierda se encuentre de la

gráfica o sea que tenga un valor menor, más atractivo se hace el proyecto.

También en esta gráfica se indica la Utilidad de Operación de la Planta, en nuestro proyecto esta utilidad la mostramos al 50, 75 y 100% de la Capacidad de Producción, las cuales corresponden a \$200,000.00, \$450,000.00 y \$711,600.00 respectivamente según puede notarse en la gráfica.

Para elaborar la gráfica mencionada se tomó como base los siguientes puntos:

CAPACIDAD ANUAL DE PRODUCCION = 200 Ton.

COSTOS CONSTANTES O FIJOS =/

Depreciación	\$ 174,525.00
Impuesto Predial	16,500.00
Seguros	19,000.00
Financiamiento	<u>113,441.00</u>
TOTAL	\$ 323,466.00

COSTOS VARIABLES O MISTOS =/

Materia Prima	\$1,980,000.00
Mano de Obra	125,620.00
Servicios	4,371.00
Mantenimiento	139,620.00
Servicios Generales	31,655.00
Erogaciones de la Empresa	12,662.00
Embarque de Materia Prima	<u>80,000.00</u>
	\$2,374,928.00

VENTAS NETAS AL AÑO

\$3,410,000.00

CAPITULO X

CONCLUSIONES

El resultado del estudio técnico económico para la fabricación de Di-Metoxi-Etil-Ftalato, destinado a un autoconsumo de una planta productora de acetato de celulosa plastificado, es el siguiente:

- a) Desde el punto de vista del mercado nacional, es justificable la instalación de esta planta productora de DMEP. Debido principalmente al mercado potencial tan grande que tiene el acetato de celulosa en México, según se pudo observar en el estudio de mercado que se llevó a cabo y cuyos resultados están en el Capítulo III del presente trabajo, además según lo explicamos en esta sección, existe la posibilidad para exportar a Centro y Sud América, tanto productos terminados con acetato de celulosa, como semiterminados, como lo es el acetato de celulosa granulado para moldes y hasta inclusive el propio DMEP.
- b) Considerando el aspecto técnico, la producción del DMEP no representa ningún problema que no se pueda superar, dado que el proceso de fabricación es simple y el equipo requerido sencillo y de bajo costo, además tiene la ventaja de que con ese equipo se pueden llevar a cabo otros procesos de esterificación, como por ejemplo la producción de otros plastificantes derivados del Anhídrido Ftálico.
- c) Tomando en cuenta el aspecto económico; la instalación de esta planta productora de DMEP, es sumamente conveniente, debido a una gran variedad de ventajas económicas que se podrían obtener con la producción de este material. En primer lugar se abarataría el costo de manufactura del acetato de celulosa plastificado, también se po-

dría disponer de un material cuya calidad fuera superior, puesto que se trataría de llevar a cabo un control de calidad que nos permitiría obtener estas características.

Otra de las grandes ventajas que se lograrían sería el de llevar en forma más efectiva el proceso de integración de esta compañía, el cual una vez realizado este proyecto se estaría en la posición de producir desde el Anhídrido Fósfórico hasta el polvo para soldar, pasando por la fabricación de una serie de alcoholes y plastificantes.

Cabe hacer notar que siendo nuestra compañía de referencia, la que tiene el 99% del consumo de este material, por lo tanto estaría asegurado el consumo del material que produjera la nueva planta de ENEP.

Por las conclusiones anteriormente mencionadas es recomendable llevar a cabo este proyecto a corto plazo, ya que se justifica ampliamente su realización.

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

- 1.- Handbook of Plastics,
H. Sisonda. D. Van Nostrand Co. Inc. New York 1943
- 2.- Technical Bulletin. Celanese Corporation of America. New York 1961
- 3.- The Behaviour of Plasticizer
Ibert Mallan. Pergamon Press 1961
- 4.- Donald C. Kern. Process Heat Transfer.
McGraw Hill Book. Co. Inc. New York 1950
- 5.- Boletines Técnicas. Egon Keyer, S. A. México 1971
- 6.- Solvents, Diluents and Plasticizers, Used in Coating Formulations.
Chart 1970. Eastman Chemical Products, INC., Kingsport Tennessee
- 7.- Perry J.H. Chemical Engineering Handbook.
McGraw Hill. New York 1950
- 8.- Ho. Cobe and Smith. Units Operations of Chemical Engineering.
McGraw Hill Book. New York 1956
- 9.- Arico and Newton. Chemical Engineering Cost Estimation.
McGraw Hill Book. New York 1955.
- 10.- Anuario Estadístico de la Asociación Nacional de Ingenieros Químicos. México 1971.
- 11.- Costo de Equipo de Proceso para la Industria Petroquímica. Revista del INIQ.

- 12.- **Tablas Criticas Internacionales**
- 13.- **Plasticizer Technology**
Paul F. Bruins. Brooklyn, N. Y.
- 14.- **Hougen. Watson and Ragatz. Chemical Process Principles**
John Wiley and Sons. Inc. New York, 1959
- 15.- **Unit Processes in Organic Synthesis**
P.H. Groggins. McGraw Hill Book Company, INC.

