

300 618 22  
24



**UNIVERSIDAD LA SALLE**

ESCUELA DE QUIMICA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA LA INSTALACION  
DE UNA PLANTA DE POLICARBONATO**

**TESIS PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO QUIMICO**

**P R E S E N T A N :**

**JOSUE PEREZ BELMONTE**

**ALEJANDRO TAPIA NAVARRO**

Asesor de Tesis: Ingeniero José Luis González Díaz

MEXICO, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis está 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.

## CONTENIDO

CAPITULO 1.- OBJETIVO.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPITULO 2.- CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO	
2.1 Propiedades del policarbonato.....	6
2.1.1 Variación en grados comerciales.....	10
2.1.2 Propiedades mecánicas.....	11
2.1.3 Propiedades térmicas.....	17
2.1.4 Propiedades eléctricas.....	20
2.1.5 Comportamiento frente a la humedad y el agua.....	20
2.1.6 Estabilidad a los productos químicos.....	26
2.1.7 Estabilidad a la intemperie.....	27
2.1.8 Disposiciones legales sobre productos alimenticios.....	27
2.1.9 Propiedades ópticas.....	28
2.2 Aplicaciones.....	28
2.2.1 Eléctrico, electrónico y comunicación.....	30
2.2.2 Lámina y película .....	32
CAPITULO 3.- ESTUDIO DE MERCADO	
3.1 Producción y consumo mundial.....	34
3.1.1 Capacidad instalada.....	34
3.1.2 Segmentación del consumo.....	34
3.1.3 Empresas productoras.....	38
3.1.4 Consumo aparente.....	39
3.2 Consumo nacional.....	41
3.2.1 Capacidad instalada.....	41
3.2.2 Exportación.....	41
3.2.3 Consumo aparente.....	43
3.3 Determinación de áreas de consumo.....	44
3.3.1 Segmentación del consumo por sectores.....	44
3.3.2 Consumidores de PC más importantes en México.....	46
3.4 Proyección de la demanda nacional y determinación de la capacidad de diseño.....	48

CAPITULO 4.- MATERIAS PRIMAS	
4.1	Consumo unitario..... 53
4.2	Precios..... 53
4.3	Localización materia prima..... 54
CAPITULO 5.- ASPECTOS TECNICOS Y EVALUACION TECNOLOGICA	
5.1	Identificación de los procesos de fabricación de Policarbonato..... 59
5.1.1	Fosgenación en solución..... 59
5.1.2	Fosgenación interfacial..... 65
5.1.3	Transesterificación..... 71
5.2	Comparación y selección del mejor proceso..... 77
CAPITULO 6.- LOCALIZACION DE LA PLANTA	
6.1	Factores que deben de considerarse para la localización de la planta..... 84
6.2	Localización del mercado..... 85
6.3	Localización de la planta..... 87
CAPITULO 7.- INGENIERIA BASICA	
7.1	Descripción del proceso seleccionado.... 90
7.2	Diagrama de bloques..... 94
7.3	Diagrama de proceso..... 95
7.3.1	Sección de producción del Difenil Carbonato..... 96
7.3.2	Sección de Transesterificación y producción del pellet..... 97
7.4	Lista de equipo principal..... 98
7.5	Metodología de cálculo.....100
7.5.1	Balance de materia.....102
7.5.2	Balance de energía.....107
7.5.2.1	Propiedades físicas.....108
7.5.2.2	Equipo principal.....112
7.6	Hojas de datos de equipo.....116
7.7	Arreglo de equipo.....162
7.7.1	Diagrama de planta.....163
7.7.2	Diagrama isométrico.....164
7.8	Índice de líneas.....165
7.9	Diagramas de tubería e instrumentación.....167

CAPITULO 8.- COSTO ADQUISICION EQUIPO PRINCIPAL	
8.1 Cálculo.....	172
CAPITULO 9.- ESTIMADO DE INVERSION	
9.1 Cálculo.....	176
CAPITULO 10.- PRESUPUESTO DE EGRESOS E INGRESOS	
10.1 Egresos.....	178
10.1.1 Costos variables.....	179
10.1.2 Mano de obra directa.....	180
10.2 Ingresos.....	181
10.2.1 Presupuesto de Ventas.....	181
CAPITULO 11.- ESTUDIO FINANCIERO	
11.1 Bases y banco de datos.....	184
11.2 Estado de resultados.....	187
CAPITULO 12.- BONDAD FINANCIERA DEL PROYECTO	
12.1 Valor Presente Neto del Proyecto.....	190
12.2 Rentabilidad Proyecto.....	192
12.3 Tasa interna Retorno Proyecto (TIR)p.....	192
12.4 Tiempo de Recuperación.....	192
12.5 Conclusiones y Recomendaciones.....	195
APENDICE I.....	197
APENDICE II.....	216
BIBLIOGRAFIA.....	218

## OBJETIVO:

El objetivo de esta tesis es realizar un estudio técnico-económico para la instalación de una planta productora de la resina de Policarbonato en México, con la finalidad de sustituir importaciones, dado que actualmente todo el Policarbonato que se consume en México es traído principalmente de Alemania, E.U.A., y Japón.

Se presentará un panorama general actualizado del mercado de la resina de Policarbonato, analizando y comparando los procesos comerciales más importantes de elaboración de esta resina, para posteriormente seleccionar el mejor de estos y realizar la ingeniería básica de este mismo.

## INTRODUCCION:

A nivel mundial actualmente se realizan enormes expansiones y nuevos proyectos enfocados a elevar en forma mayúscula la capacidad de materias primas para el sector de los plásticos, estimándose por ello una sobrecapacidad productiva. Algunas de las principales regiones que contribuyen al crecimiento indicado son europa occidental, el medio y lejano oriente.

Para el consumo mundial de resinas plásticas se observó un crecimiento del 5.2 % anual durante los dos últimos años. El porcentaje observado para latinoamérica en 1989 fue de 6 % anual.

Se sabe que México se encuentra entre los 15 países del mundo con mayor consumo de plásticos en base a volumen.

El consumo mundial del Policarbonato se incrementará en un 9 % anual lo cual indica que es

Ref.[19]

uno de los plásticos con mayor tendencia de expansión a mediano plazo.

El Policarbonato apareció comercialmente en 1960 y a través de los años ha ido alcanzando un importante lugar en los plásticos de ingeniería debido a su gran versatilidad y a su gran variedad de propiedades, como son principalmente su resistencia al impacto, transparencia con intenso brillo, gran estabilidad dimensional, alta temperatura de uso, etc. Contando además con la aprobación de la Food & Drugs Administration, que le da un marco más amplio de aplicación.

La tendencia del Policarbonato se enfoca hacia incrementar principalmente el consumo en aplicaciones automotrices como Policarbonato (PC) con aleación de Polibutilentereftalato (PBT).

La capacidad actual de Policarbonato para abastecer el mercado durante los próximos años se considera insuficiente, dados los incrementos estimados en el consumo que van del 8 al 10

Ref.[19]



% anual a nivel mundial . Por lo anterior las principales empresas productoras de Policarbonato en el mundo, cuentan con proyectos de ampliación y construcción a realizarse en los próximos años.

Ref. [19]

## CAPITULO 2.- CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO

### 2.1 Propiedades del Policarbonato

2.1.1 Variación en grados comerciales

2.1.2 Propiedades mecánicas

2.1.3 Propiedades térmicas

2.1.4 Propiedades eléctricas

2.1.5 Comportamiento frente a la  
humedad y agua

2.1.6 Estabilidad a los productos  
químicos

2.1.7 Estabilidad a la intemperie

2.1.8 Disposiciones legales sobre  
productos alimenticios

2.1.9 Propiedades ópticas

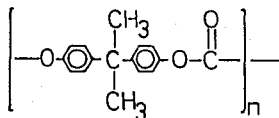
### 2.2 Aplicaciones

2.2.1 Eléctrico , electrónico y comu -  
nicación.

2.2.2 Lámina y película.

## 2.1 PROPIEDADES DEL POLICARBONATO

Se analizarán las propiedades del PC obtenido a partir de Bisfenol-A, que produce un polímero amorfo, el cual es un polímero termoplástico, transparente con alto brillo, y cuya estructura molecular es la siguiente:



Las propiedades del PC dependen directamente de las características de la estructura molecular, las cuales son principalmente:

- 1.- Rigidez de la cadena del polímero por la presencia de anillos aromáticos.

Ref. [25]

- 2.- Distancia considerable entre los carbonos bencílicos o pivotes.
- 3.- Longitud relativamente grande de las unidades de repetición
- 4.- Ausencia de grupos fuertemente polares , y están separados por grupos de hidrocarburos aromáticos
- 5.- Rotación restringida
- 6.- La molécula posee centros quirales y no posee estereoisomería.

El PC se puede obtener por tres procesos diferentes. Los procesos por Policondensación Interfacial o en Solución, se obtiene un PC con cierto grado de cristalinidad. Mientras que por medio de la transesterificación se obtiene un polímero amorfo directamente. Aunque existe preferencia aparente de obtener un polímero amorfo. La mayoría de los polímeros tienden a cristalizarse después de ser fundidos y de ser enfriados lentamente. por el contrario si enfrían drásticamente , se obtienen amorfos, ya que el intervalo

Ref.[25]

de tiempo a la temperatura óptima es muy pequeño para obtener el alineamiento de las moléculas. De esta forma los polímeros templados tienden a cristalizar en un tiempo breve cuando son calentados arriba de su temperatura de transición vítrea , pero el PC obtenido a partir de Bisfenol-A es una excepción en cuanto al tiempo requerido para su cristalización, porque es mayor al usual ; esto se debe a la rigidez de las cadenas y a la longitud de la unidad repetitiva, por lo tanto hay una dificultad para obtener un sitio entre unidades adyacentes. Es por todo esto que el PC tiene una temperatura de transición vítrea de  $145^{\circ}\text{C}$  , la cual es alta en relación a otros polímeros.

Tomando en cuenta que la temperatura a la cual el PC se hace quebradizo es de  $-135^{\circ}\text{C}$  y que la temperatura de transición vítrea es de  $145^{\circ}\text{C}$  , se observa que el PC tiene un intervalo de trabajo de  $275^{\circ}\text{C}$ .

La resistencia al impacto del PC puede

Ref.[25]

reducirse por recocimiento , cristalización o envejecimiento (oxidación vía radicales libres).

Si el polimero es recocido por calentamiento entre 80 y 130°C habrá un pequeño incremento en la densidad y por lo tanto habrá una reducción en el volumen libre, produciendo gran disminución en la resistencia al impacto.

Ref. [25]

## 2.1.1 VARIACION EN GRADOS COMERCIALES

Actualmente los grados disponibles de Policarbonatos comerciales se han incrementado considerablemente, esto se debe principalmente a:

- 1.-Diferencia en el peso molecular
- 2.-Diferencia en los tipos de aditivos.

Si aumentamos el peso molecular del Policarbonato en el procesamiento por extrusión o moldeo, se conduce a ciertas mejoras en la resistencia a la tensión.

A continuación se muestra en la tabla 2.1.1 el peso molecular [PM] ideal para el tipo de proceso que se este realizando:

Por lo que respecta a su dureza y resistencia , el Policarbonato forma parte de los polímeros duros y , considerando su tenacidad , también puede clasificarse entre los elásticos.

TABLA 2.1.1

PESO MOLECULAR PROMEDIO	RESISTENCIA AL IMPACTO [ lb / in ]	METODO RECOMENDADO
23,100 - 27,700	11 - 13	MOLDEO POR
27,100 - 32,200	12 - 16	INYECCION
32,200 - 35,700	15 - 17	MOLDEO POR
35,700 - 39,900	16 - 18	EXTRUSION

Ref. [24]

### 2.1.2 PROPIEDADES MECANICAS

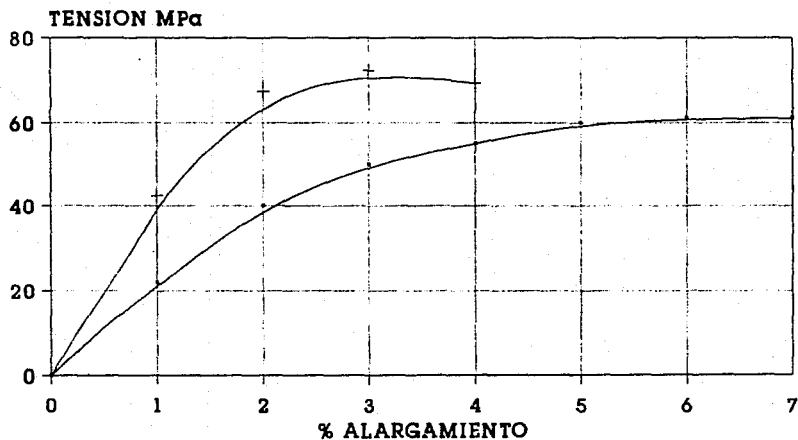
La alta resistencia del PC se ilustra en la figura 2.1.2.1, de tensión contra alargamiento.

Mientras que los tipos no reforzados de PC empiezan a fluir bajo tensiones aproximadas de 60 MPa, los reforzados con fibra de vidrio se rompen inmediatamente después de haber sobrepasado el llamado " límite de estiraje " que oscila entre 80 y 130 MPa, según el porcentaje de fibra de vidrio. En la figura 2.1.2.2 se muestra claramente que las propiedades mecánicas del material no dependen de la temperatura. El PC se mantie-

Ref. [8]

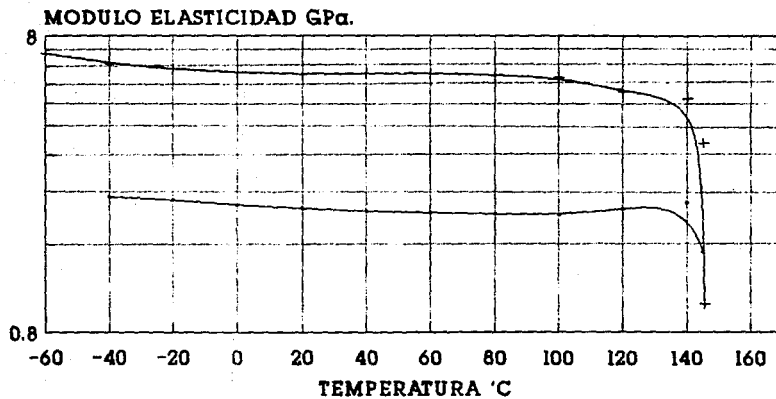


## DIAGRAMA TENSION ALARGAMIENTO DE PC



— PC STD    + PC REFORZADO FV.

## MODULO ELASTICIDAD PC



TIPOS

— PC STD

+ PC REFORZADO FV.

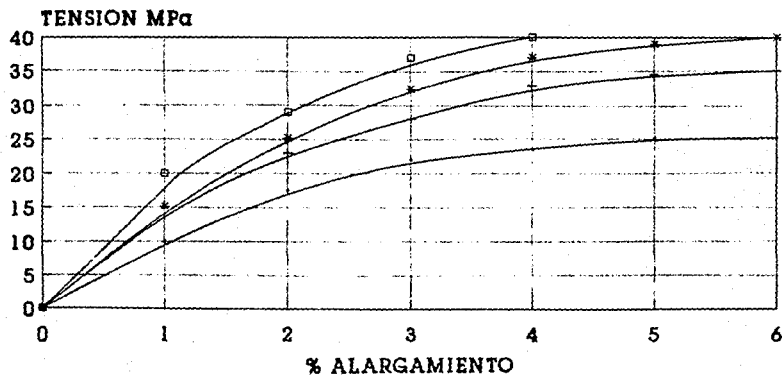
ne duro y rígido hasta temperaturas de 140 °C.

El PC reforzado con fibra de vidrio presenta una tenacidad al impacto relativamente baja, aunque suficiente para muchas aplicaciones en la práctica, incluso a temperaturas bajas. Sin embargo el PC sin reforzar presenta una elevada resistencia al impacto debido a su ductilidad. Lo que lo hace único para emplearlo como vidrio de alta seguridad.

El comportamiento del PC frente a la abrasión, es por lo general satisfactorio, sin embargo este plástico no es apropiado para la fabricación de cojinetes de deslizamiento y engranes o ruedas dentadas, cuando estas piezas tienen que resistir cargas elevadas. Se recomiendan realizar ensayos con modelos cuando se trate de elementos que hayan de ser sometidos a cargas dinámicas. Todos los plásticos alteran sus propiedades mecánicas tanto en función de temperatura como de la duración de la carga o esfuerzo .

Ref. [8]

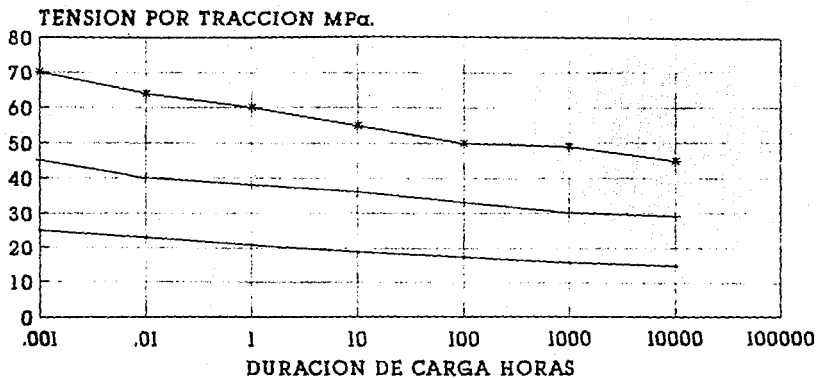
## ALARGAMIENTO DE PC NO REFORZADO DESPUES DE 1000 HORAS DE CARGA



### TEMPERATURAS

— 80°C    —+ 60°C    —\* 40°C    —□ 22°C

## LINEAS DE ROTURA EN FUNCION DEL TIEMPO PARA PC STD.



POLICARBONATO A

— 120' C    —+ 80' C    \* 23' C

En la figura 2.1.2.3 se muestra la tensión por tracción en función del alargamiento después de 1000 horas, a diferentes temperaturas. Y en la figura 2.1.2.4 podemos apreciar la interdependencia existente entre la tensión por tracción y la duración de la carga hasta el momento de ruptura, lo que nos da "Las curvas de equilibrio en función del tiempo".

Bajo cargas superiores a 20 MPa a la temperatura de 20°C y superior a 10 MPa a 60 C, pueden producirse agrietamientos superficiales después de periodos de más de 100,000 horas. Por ello conviene no rebasar estos valores cuando la pieza vaya a ser empleada por varios años.

### 2.1.3 PROPIEDADES TERMICAS

El PC se distingue por su alta estabilidad dimensional al calor. Mientras que el PC sin reforzar no se deforma apenas bajo una ligera

Ref. [8]

carga ( por ejemplo, bajo su propio peso ) hasta la temperatura de 135 °C, asciende este límite térmico aproximadamente a 140-145 °C. En el caso de algunos tipos reforzados con fibra de vidrio, la capacidad de soportar exigencias térmicas se reduce aproximadamente en el factor de 5 C en los tipos de fácil desmoldeo. Por encima de dichas temperaturas el PC experimenta un reblandecimiento paulatino. A partir de aproximadamente 220 °C se presenta en estado de masa fundida, pero tan sólo a unos 240-260 °C alcanza una fluidez que permite su transformación en máquinas de moldeo por inyección y extrusión.

Por calentamiento prolongado a temperaturas superiores a 320-340 °C, empieza a descomponerse térmicamente con el desprendimiento de Dióxido de carbono y alteraciones del color.

La tenacidad y elasticidad de este plástico se mantienen inalteradas hasta temperaturas muy bajas. Tan sólo a temperaturas inferiores a 150 °C se comprueba una fragilidad paulatina.

Ref. [8]

El coeficiente de dilatación térmica es inferior al de muchos otros termoplásticos, alcanzando el nivel de diversas aleaciones de metales ligeros en los tipos reforzados con fibra de vidrio.

Al actuar durante largo tiempo temperaturas superiores a unos 80°C, se produce una solidificación en función de la temperatura y del tiempo, que esta caracterizada por un ligero aumento de la resistencia a la tracción y por una disminución de la tenacidad, al impacto con probeta entallada.

La temperatura máxima admisible de uso de piezas de PC depende del tipo utilizado en cada caso, del diseño de la pieza, de la clase de carga y de las exigencias impuestas.

Cuando actúen simultáneamente una temperatura elevada y una carga mecánica, hay que tener en cuenta el comportamiento estacionario en función del tiempo.

Ref. [8]



#### **2.1.4 PROPIEDADES ELECTRICAS**

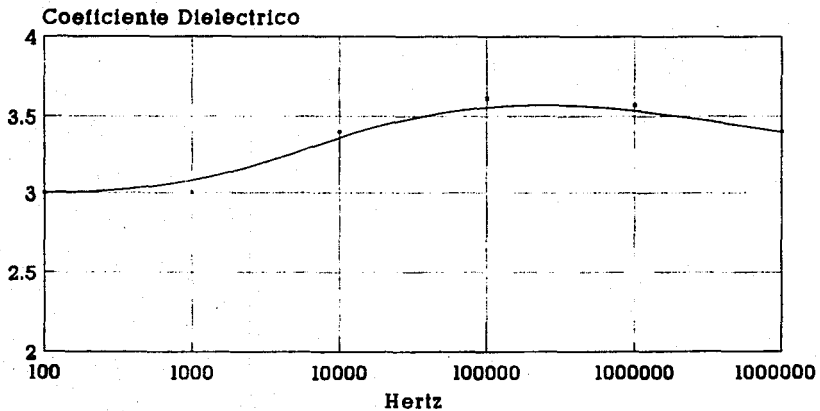
Las buenas propiedades eléctricas del PC no son influenciadas por los cambios de temperatura ni la humedad del ambiente. En las figuras siguientes: 2.1.4.1 a 2.1.4.3 se ilustran los valores dieléctricos en función de la frecuencia y de la temperatura. La variación de los valores medidos hacia frecuencias cada vez más altas, debe tenerse en cuenta cuando está previsto utilizar el PC en el campo de altas frecuencias. Otra ventaja de este plástico es que no provoca corrosiones electrolíticas .

#### **2.1.5 COMPORTAMIENTO FRENTE A LA HUMEDAD Y AL AGUA**

A temperatura ambiente y con un 50 % de humedad relativa del aire, el PC solo absorbe un

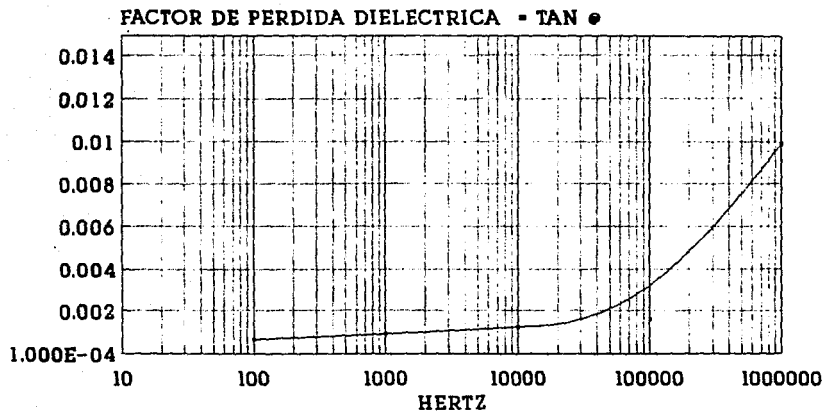
Ref.[8]

# COEFICIENTE DIELECTRICO DEL PC (23°C) ( Y 50 % DE HUMEDAD RELATIVA)



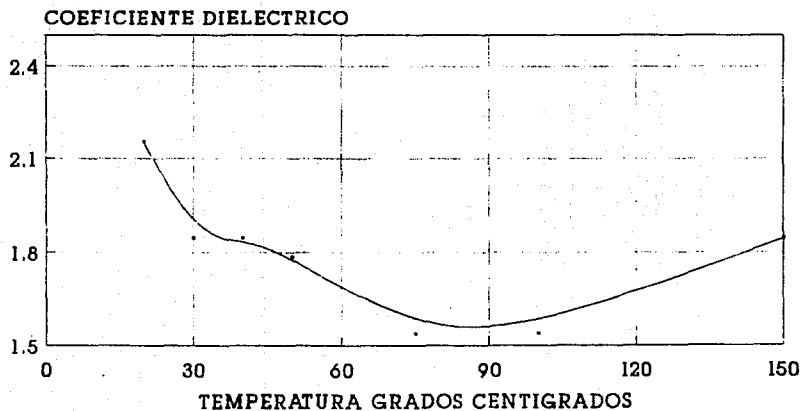
— PC STD

# FACTOR DE PERDIDA DIELECTRICA DE PC STD EN FUNCION DE LA FRECUENCIA



— POLICARBONATO STD

## COEFICIENTE DIELECTRICO DEL PC EN FUNCION DE LA TEMPERATURA



— POLICARBONATO STD

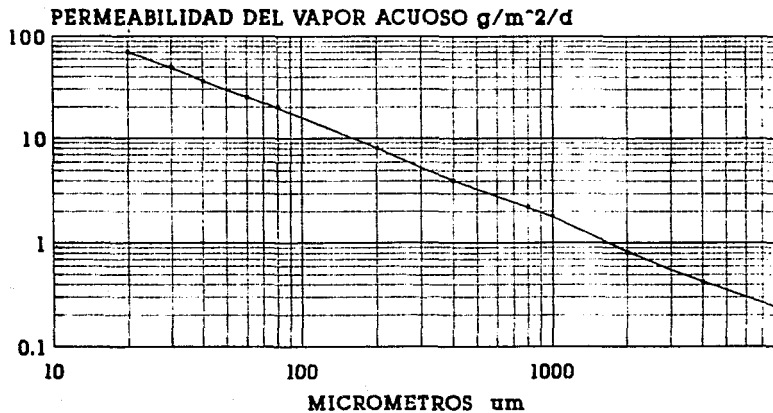
0.15 - 0.19 % en peso de agua. Debido a ello, no son influidas prácticamente las propiedades físico-tecnológicas del plástico, y las alteraciones dimensionales son tan insignificantes que carecen de importancia.

Sumergiendo el PC en agua y aumentando la temperatura, se registran valores de absorción de tan sólo 0.5 % en peso, sin embargo hay que advertir que, si bien la vajilla de PC puede lavarse miles de veces con agua hirviendo, no puede usarse ilimitadamente de forma continua en agua a una temperatura de más de 60°C. El motivo es que el agua caliente da lugar a una degradación química que va acompañada de una reducción de la resistencia al impacto.

Por ejemplo: Bayer dentro de sus tipos de PC [Makrolon] recomienda algunos de ellos para cumplir con la exigencia antes mencionada, dado que poseen una estabilidad notablemente más alta frente a la hidrólisis. Esto rige también análogamente para la esterilización con vapor de agua. Ver fig. 2.1.5.1

Ref. [8]

# PERMEABILIDAD DEL PC STD AL VAPOR DE AGUA



— POLICARBONATO STD

## 2.1.6 ESTABILIDAD A LOS PRODUCTOS QUIMICOS

El PC es estable a los ácidos minerales hasta concentraciones elevadas y a muchos ácidos orgánicos. Por ejemplo: Ácidos Carbónico, Láctico, Oleico y Cítrico. A los agentes de oxidación y reducción como; las soluciones salinas ácidas o neutras, toda una serie de grasas o aceites, los hidrocarburos saturados alifáticos y cicloalifáticos, así como los Alcoholes, excepto el Alcohol Metílico.

Por el contrario el PC es atacado por los ácidos y bases fuertes, y en menor grado por el amoníaco y aminas. Esta desventaja se contrarresta con el uso de lacas y/o recubrimientos. Además, se disuelve en toda clase de disolventes industriales. Otros compuestos orgánicos tales como el Benceno, Acetona y Tetracloruro de Carbono, lo hinchan.

Ref. [8]

### **2.1.7.- ESTABILIDAD A LA INTERPERIE**

El PC posee una estabilidad suficiente-  
mente buena a la interperie , para satisfacer  
altas exigencias, sin embargo se recomienda utili-  
zar PC estabilizado contra la radiación ultravio-  
leta.[8]

### **2.1.8 DISPOSICIONES LEGALES SOBRE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

El PC es inodoro e insípido y no se  
colorea por el contacto normal con colorantes  
naturales ó sintéticos. Aunque no tiene efecto  
directo contra los microorganismos, no permite la  
proliferación de gérmenes en su superficie .

El PC esta aprobado por la dirección  
federal de sanidad en la RFA y puede utilizarse  
para la fabricación de artículos de uso diario, de  
acuerdo a la ley alemana sobre productos alimentici-  
os y objetos utilitarios y además también cumple

Ref.[8],[24]



las especificaciones de la "American Food and Drug Administration".[24]

### 2.1.9 PROPIEDADES OPTICAS

El PC presenta un alto índice de refracción. Los tipos transparentes prácticamente incoloros, poseen una transmisión luminica hasta del 89 % en el campo visible del espectro. Por el contrario , la luz ultravioleta es absorbida y provoca un amarilleo con el paso del tiempo, así como una reducción de la resistencia al impacto , por esto se recomienda emplear PC con estabilizante a la luz ultravioleta.[8]

### 2.2 APLICACIONES

El PC ha encontrado una gran variedad de usos para cualquier Area, esto es debido a su inmejorable combinación de propiedades mecánicas, ópticas, y eléctricas. la cual no es encontrada en ningún otro plástico.[25]

Ref. [8], [24], [25]

El PC se utiliza en piezas donde se aproveche su transparencia , resistencia al impacto y aislamiento eléctrico . Su principal aplicación es en el área de envases, electrodomésticos automotriz, rasuradoras, secadoras de pelo, partes de procesadoras de alimentos, biberones. En las aplicaciones automotrices destacan la fabricación de lámparas reflejantes, calaveras, tableros, cristales blindados, y emblemas.

Las áreas características del empleo del PC son:

- > Aplicaciones eléctricas
- > Aparatos y accesorios
- > Transportación
- > Equipo industrial
- > Equipo de oficina
- > Juguetes
- > Artículos deportivos
- > Comunicación electrónica
- > Iluminación
- > Óptica

Ref. [25]

- > Envases
- > Equipo fotográfico
- > Empaque
- > Equipo médico

A continuación se dan algunos ejemplos tpicos del empleo del PC de algunas de estas areas.

### 2.2.1 ELECTRICO , ELECTRONICO Y COMUNICACION

Se ha empleado el PC en forma de pelicula con aislamiento eléctrico para equipos tales como radios, discos compactos, televisores, equipos de rayos X, etc.

Dado que el PC presenta una constante dieléctrica y un factor de potencia bajos sobre un amplio rango de temperaturas es adecuado para el aislamiento de bobinas y cables de alto voltaje.

También es empleado en cubiertas transparentes para instalaciones eléctricas tales como medidores de luz , transformadores, etc.

Ref.[8]

Esto es debido a su alta resistencia al impacto y a que les permite realizar una examinación visual del área contenida.

Se utiliza en carcazas para radios, transmisores, secadores de pelo, rasuradoras eléctricas, aparatos de cocina, calculadoras electrónicas, en partes eléctricas como; reveladores magnéticos, cubiertas de apagadores y cables. También en baterías en donde se requiere una alta resistencia al ácido contenido en esta y al impacto .

Las aplicaciones en el área de comunicación están orientadas principalmente a sistemas telefónicos y esto se debe a las excelentes propiedades del PC. Sus aplicaciones principales son para conectores telefónicos , teclas de los teléfonos y tabletas de circuitos electrónicos.

Ref. (8)

### 2.2.2 LAMINA Y PELICULA

La diferencia entre película y lámina esta basada en el espesor , dado que se considera película hasta un espesor de 0.254 mm y lámina todo aquel valor mayor a este.

Actualmente el PC ha desplazado cada vez más a la lámina acrílica y al vidrio por sus propiedades . Las desventajas de la lámina de PC con respecto al vidrio son, su resistencia a la abrasión y costo inicial. Esto es contrarrestado con la mayor dureza y menor peso del PC, y si este es tratado con una película se abatira el rayado, tal es el ejemplo de calaveras automotrices.

Ref.[8]

## CAPITULO 3.- ESTUDIO DE MERCADO

- 3.1 Producción y consumo mundial
  - 3.1.1 Capacidad instalada
  - 3.1.2 Segmentación del consumo
  - 3.1.3 Empresas productoras
  - 3.1.4 Consumo aparente
  
- 3.2 Consumo nacional
  - 3.2.1 Capacidad instalada
  - 3.2.2 Exportación
  - 3.2.3 Consumo aparente
  
- 3.3 Determinación de áreas de consumo
  - 3.3.1 Segmentación del consumo -  
por sectores
  - 3.3.2 Consumidores de PC más  
importantes en México
  
- 3.4 Proyección de la demanda nacional  
y determinación de la capacidad de  
diseño

### 3.1 PRODUCCION Y CONSUMO MUNDIAL

#### 3.1.1 CAPACIDAD INSTALADA

La capacidad instalada a nivel mundial en 1990 fue del orden de las 650 ,000 toneladas-año , localizada principalmente en tres países ; Estados Unidos, Japón y Alemania . Otros países que cuentan con capacidad para producir PC son Bélgica , Italia , C.E.I. y Brasil . Esto se aprecia en la tabla 3.1.1.

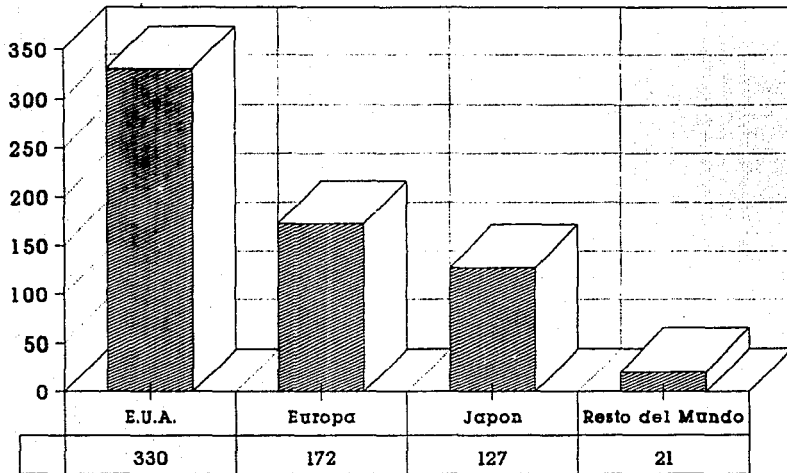
#### 3.1.2 SEGMENTACION DEL CONSUMO

Los principales sectores de consumo de PC a nivel mundial son actualmente : construcción con el 18 % , automotriz 17 % , artículos electrónicos incluyendo los discos compactos 16 % , electrodomésticos 10 % , y con 7 % cada uno para equipos de oficina y artículos de recreación. En las tablas 3.1.2.1 y 3.1.2.2 se presenta la segmenta-

Ref.[19]

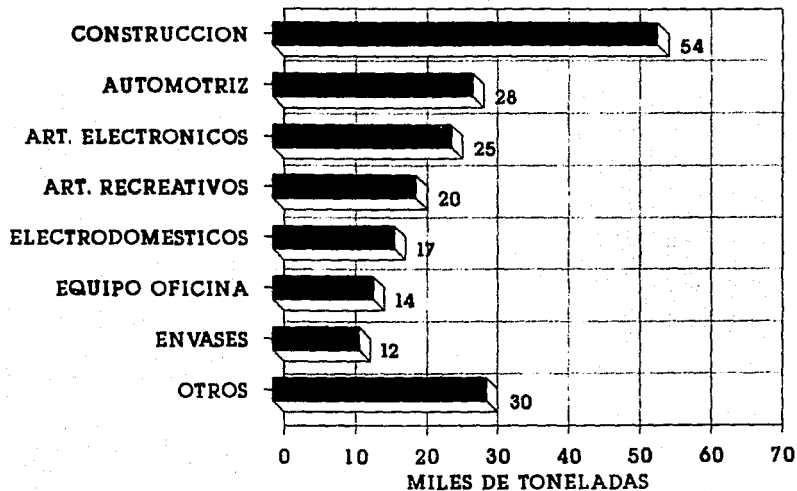
## CAPACIDAD INSTALADA Y DISTRIBUCION MUNDIAL DEL POLICARBONATO

Miles de Toneladas de PC

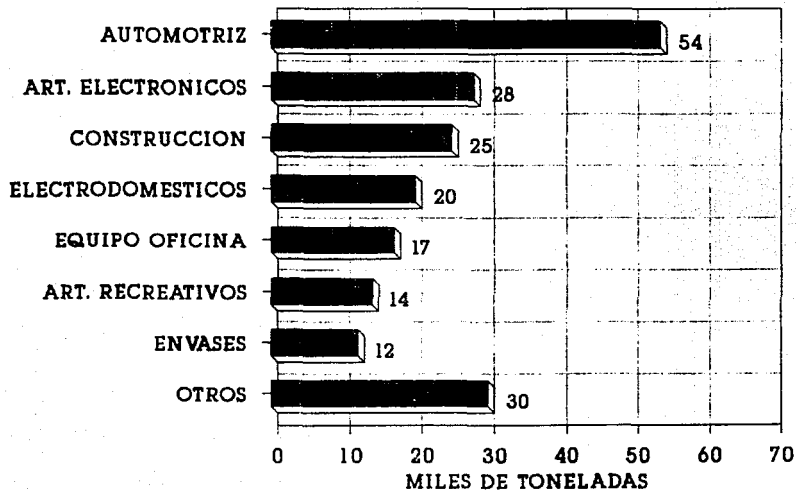




## SEGMENTACION DEL CONSUMO EN E.U.A.



## SEGMENTACION DEL CONSUMO EN EUROPA



ción en las dos regiones de mayor consumo mundial: Estados Unidos, y Europa.

### 3.1.3 EMPRESAS PRODUCTORAS

La empresa fabricante de PC con mayor capacidad instalada a nivel mundial es General Electric Plastics.

En Estados Unidos la producción y comercialización se encuentra centralizada en tres empresas; General Electric Plastics con su marca Lexan , Mobay (Subsidiaria de Bayer A.G.) con su Merlon y Dow Chemical con Calibre.

El líder en resinas de PC en Europa es Bayer , quien abastece el 65 % del consumo de dicha región con su marca Makrolon, seguida de General electric con Lexan.

En Japón se han realizado durante los dos últimos años importantes inversiones para incrementar la capacidad instalada , ejemplos de ello son las expansiones de Mitsubishi Gas Chemi-

Ref.[19]

cal que maneja Iupilon y la efectuada por Teijin Kasei Co. quien comercializa la marca Panlite.

Las empresas productoras de PC por región y país son señaladas en la tabla 3.1.3.1 , junto con su capacidad instalada.

#### 3.1.4 CONSUMO APARENTE

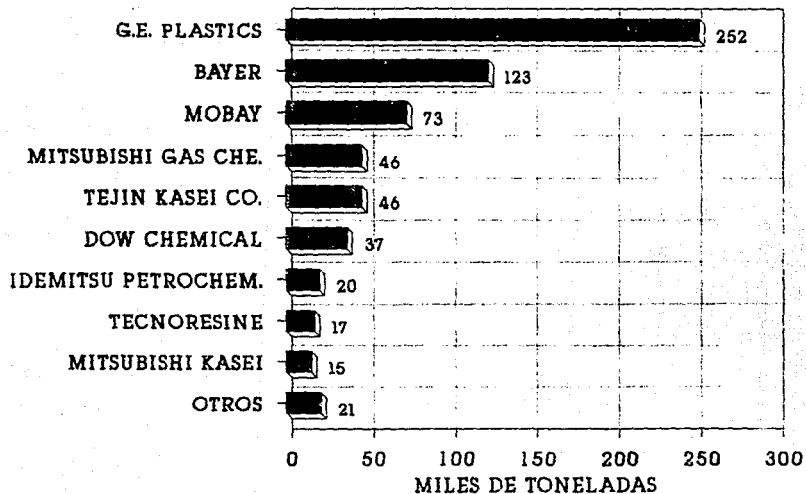
El consumo mundial de PC se incremento en 1989 a 465,000 toneladas , correspondiendo 43 % a Estados Unidos , 30 % Europa Occidental y 16 % Japón.

El crecimiento anual en el consumo de PC durante el periodo 1985-1989 fue del 10.5 % en Europa Occidental , 8.4 % en Estados Unidos y con un 5.7 % Japón.

El principal país exportador de PC es Estados Unidos , que abastecio la demanda internacional con 82.000 toneladas en 1989 , 5,000 más que en 1988.

Ref. [19]

## PRODUCTORES A NIVEL MUNDIAL



Japón contribuyó al consumo exterior con 16,000 toneladas en 1989 contra 31,000 en 1988.

En la tabla 3.1.4.1 se puede observar el consumo aparente hasta el año de 1989 de los tres países con mayor consumo de PC.

## **3.2 CONSUMO NACIONAL**

### **3.2.1 CAPACIDAD INSTALADA**

No se cuenta con fabricación nacional de esta resina, anteriormente se realizaba en México el "compounding", es decir, la mezcla y aleación con otros materiales, entre ellos PC con ABS. Actualmente solo se efectúa la importación de los requerimientos nacionales.

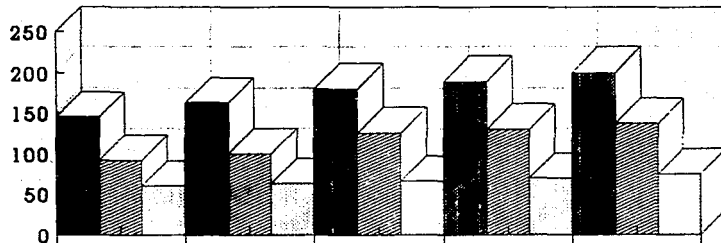
### **3.2.2 EXPORTACION**

Al no contarse con producción nacional

Ref. [19]

## CONSUMO APARENTE MUNDIAL

MILES DE TONELADAS



	1985	1986	1987	1988	1989
E.U.A	145	163	180	189	200
EUROPA	92	100	126	130	137
JAPON	60	63	66	70	75



no se realizan exportaciones de PC. Sin embargo, en 1988 y 1989 se reportaron exportaciones de 185 y 95 toneladas respectivamente.

### 3.2.3 CONSUMO APARENTE

El consumo nacional equivale a las importaciones realizadas, por ello se analizará igualmente.

El consumo de PC ha mostrado un comportamiento irregular durante el periodo analizado, observando una disminución muy importante en los años en que la situación de paridad peso-dolar se ha afectado (1982-1986).

Los años de mayor consumo histórico fueron 1981 y 1988. A partir de 1987 se muestra una adecuada tendencia positiva representando en forma promedio durante dicho periodo una tasa de crecimiento del 21.2 % anual, considerando globalmente PC y aleaciones. Todo lo anterior se aprecia en la fig. 3.2.3.1

Ref.[19]



### 3.3 DETERMINACION DE LAS AREAS DE CONSUMO

#### 3.3.1 SEGMENTACION DEL CONSUMO POR SECTORES

La utilización del PC se encuentra en una gran cantidad de sectores desde su principal aplicación en el Area de envase hasta juguetes.

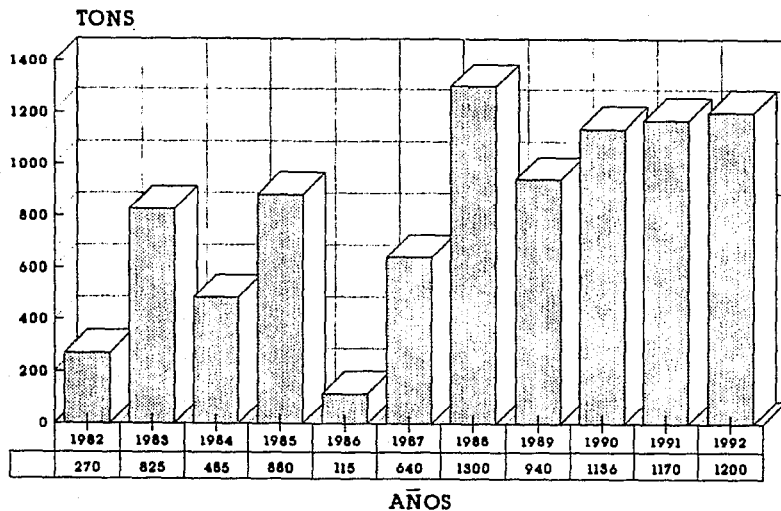
El sector de envase absorbe el 48 % de la demandad interna, principalmente para la elaboración de biberones y en segundo termino en garra-fones para agua potable.

El segundo sector en importancia es actualmente el electrodoméstico utilizado en la transformación de productos como vasos de licuado-ras, rasuradoras, secadoras de pelo, piezas de cafeteras, batidoras, carcazas de planchas, partes de procesadoras de alimentos, en las aplicaciones automotrices destacan la fabricación de lamparas reflejantes, emblemas, calaveras, tableros, etc.

Una de las aplicaciones en que el PC ha

Ref.[19]

## CONSUMO APARENTE HISTORICO DE POLICARBONATO EN MEXICO



perdido participación es el de la telefonía el cual representaba del orden de 8 % del consumo de 1984, pasando a solo 4 % en 1989, en este sector utilizado en discos dactilares, micas protectoras y piezas internas.

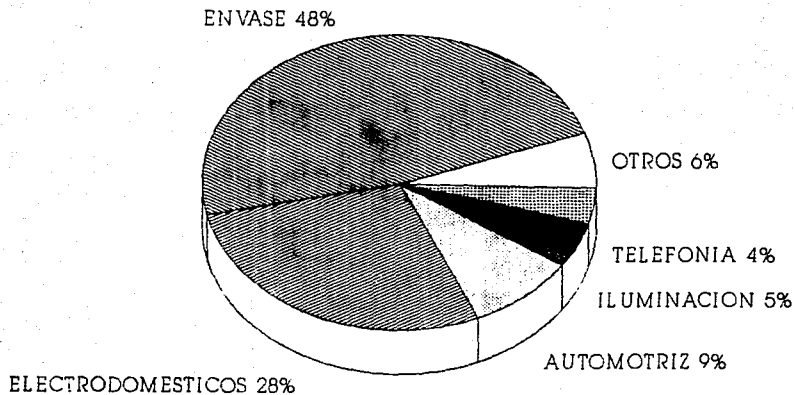
En la gráfica 3.3.1.1 siguiente se presenta los principales segmentos del consumo en México.[19]

### 3.3.2 CONSUMIDORES DE PC MAS IMPORTANTES EN MEXICO

Evenflo de México	.....	Biberones
Sunbeam y Phillips	.....	Licuadoras
Electroóptica S.A.	.....	Faros automotrices
Mc. Gregor S.A.	.....	Cepillos, biberones
Nib de México	.....	Envases y Botellas
Essinmex S.A.	.....	Refrigeración.
American Optical	.....	Lentes plásticos
Braun Mexicana	.....	Electrodomésticos

Ref.[19],[24],[25]

## SEGMENTACION DEL CONSUMO NACIONAL ( 940 TONELADAS )



### 3.4 PROYECCION DE LA DEMANDA NACIONAL Y DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE DISEÑO

La proyección de la demanda de este polímero fue calculada a partir de su comportamiento histórico por medio de una regresión lineal. Los resultados están reportados en la tabla 3.4.1 y en la figura 3.4.1 .

Con la finalidad de corroborar la veracidad de los resultados obtenidos en la proyección realizada, se hizo una segunda proyección tomando la estimación de la población proyectada de México para el año 2003 [4], esto es debido a que la mayor parte del PC que es consumido , es empleado para la fabricación de envases , teniendo un 48 % en la demanda interna total, como se aprecia en la tabla 3.3.1.1. Produciendo principalmente biberones y garrafones para Agua potable. [Ver apéndice II ].

La proyección de la demanda fue considerada hasta el año 2003, tomando en cuenta el

riesgo que implicaría hacer una predicción a mayor plazo y que el tiempo de vida útil de una planta productora de polímero es de 11 años, y más aún considerando que en la industria del plástico hay un alto desarrollo tecnológico en el que se descubren continuamente nuevos productos y se abaten significativamente los costos de producción.

También se considero para tal efecto la posibilidad de exportar el producto, después

**TABLA 3.4.1**

**PROYECCION DE LA DEMANDA DE PC EN MEXICO  
PARA LOS SIGUIENTES 11 AÑOS**

ANO (x)	DEMANDA PC (y) [TON]
1993	1,406.57
1994	1,496.60
1995	1,586.62
1996	1,676.65
1997	1,766.67
1998	1,856.70
1999	1,946.72
2000	2,036.75
2001	2,126.67
2002	2,216.81
2003	2,306.83

Ecuación :  $y = m * x + b$

$m = 90.02554$

$b = -178,014.340$

$r = 0.869868$

de hacer el estudio pertinente se vio que no es factible la exportación a Europa y America del norte , dado que el monopolio en Europa lo tiene Bayer. Refiriendose a Estados Unidos y Canada el mercado esta absorvido por General Electric . Y considerando la última opción que seria América del Sur , las posibilidades son buenas, dado que es un mercado que aún no ha sido del todo explotado ,para tener la certeza de esta posibilidad se requeriria efectuar un estudio detallado del mercado y de la infraestructura de esta región. Para fines prácticos de este ejercicio se consideró que se va a exportar la misma cantidad de producto que la que se consume en el mercado interno.

La capacidad de la planta obtenida segun la proyección realizada fue de 5'092,339.9566 lb/año (2,306.83 ton/año). De acuerdo a la cantidad destinada a exportación se tiene una capacidad de planta de 10'000,000.00 lb/año (4'530,000 ton/año).

## PROYECCION DE LA DEMANDA DEL POLICARBONATO PARA MEXICO

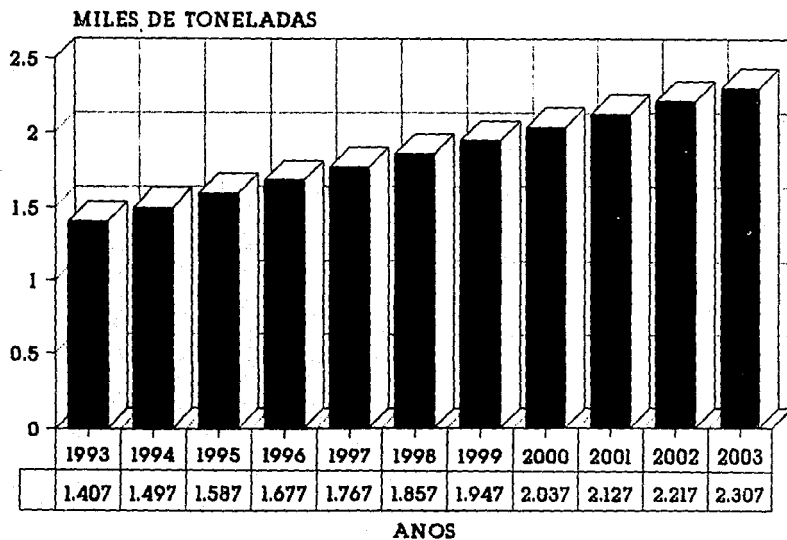


FIG 3.4.1



## **CAPITULO 4.- MATERIAS PRIMAS**

**4.1 Consumo unitario**

**4.2 Precios**

**4.3 Localización materia prima**

#### 4.1 CONSUMO UNITARIO

De acuerdo al proceso descrito en el capítulo 7 la producción del Policarbonato depende de diferentes materias primas , cuyos datos de consumo en kilogramo por kilogramo de producto terminado (PT) se detalla a continuación(34):

MATERIA PRIMA	Kg m.p. / Kg p.t.
Fenol	Recuperación Total
NaOH	0.22094
Fósgeno	0.49617
Cloruro de Metileno	Recuperación Total
Trietilenamina	0.00842
HCl	0.03899
Bisfenol-A	0.27120

#### 4.2 PRECIOS DE LAS MATERIAS PRIMAS

MATERIA PRIMA	CONSUMO	PRECIO (\$/Kg)
* 1.Fenol	4,035.517 (Kg)	2,395.50
2.NaOH	261.834 (Kg/hr)	816.00

Nota: Todos los costos fueron consultados directamente con el proveedor respectivo en el mes de octubre de 1992.

\* Recuperación total

** 3. Fósgeno	293.990 (Kg/hr)	830.00
* 4. CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	10,069.180 (kg)	1,580.00
5. Trietilenamina	5.000 (Kg/año)	7,539.20
6. HCl	23.000 (Kg/hr)	207.00
7. Bisfenol-A	4,208.480 (Kg/hr)	5,046.52

Nota: Todos los costos fueron consultados directamente con el proveedor respectivo en el mes de octubre de 1992.

#### 4.3 LOCALIZACION MATERIA PRIMA

A continuación se muestran las empresas (F) fabricantes y/o (D) distribuidoras de cada una de las materias primas, así como su localización<sup>[1]</sup> :

##### [1] FENOL

EMPRESA	LOCALIZACION
(D) DOW Química Mexicana	Tlalnepantla , Méx
(F) Fenoquimia	Carr. Transistmica , Ver
(D) ICI de México	San Juan Ixhuatepec , Méx
(D) Materias Primas	Puebla. Pue./Pajaritos , Ver
(D) Poliquimia	Ecatepec , Méx
* Recuperación total	
** Precio de producción	

- (D) Quimplex D.F. , Mèx
- (D) Sibrames D.F. , Mèx
- (D) Solventes y Productos Químicos Puebla , Pue

2] Hidróxido de Sodio [NaOH]

- (F) Celulosa y Derivados El Salto , Jal
- (F) Cloro de Tehuantepec Coatzacoalcos , Ver
- (D) Derivados Macroquímicos Tulpetlac , Mèx
- (D) DUPONT Tlalnepantla , Mèx
- (D) Industrias Químicas del Istmo Pajaritos , Ver
- (D) Materias Primas Pajaritos , Ver
- (D) MERCK-Mèxico Naucalpan , Mèx

3] Fòsgeno [ COCl<sub>2</sub> ]

El Fòsgeno aún no es producido en México , aunque existe un permiso petroquímico otorgado a la empresa Alfa Industrias , S.A. , para la instalación de una planta con capacidad de 17,000 toneladas por año que será instalada en Altamira, Tamaulipas.

Ref.[1]

4] Cloruro de Metileno [CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>]

- (D) Casa Molina Font D.F. , Mex  
(D) DOW Quimica de Mexico Tlalnepantla , Mex  
(D) ICI de Mexico San Juan Ixhuatepec , Mex  
(D) MERCK de Mexico Naucalpan , Mex  
(D) Poliquimia Ecatepec , Mex  
(D) Proquiba Internacional D.F. , Mex  
(D) Quimica Hoechst de Mexico Santa Clara , Mex

5] Trietilamina [ (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>N ]

- (F) Petramin Irapuato , Gto  
(D) BASF Mexicana Santa Clara , Mex  
(D) ICI de Mexico San Juan Ixhuatepec , Mex  
(D) ROHM & HAAS Mexico Apizaco , Tlax

6] Acido Clorhidrico [HCl]

- (F) Celulosa y Derivados El Salto , Jal  
(F) Cloro de Tehuantepec Coatzacoalcos , Ver  
(F) DUPONT Tlalnepantla , Mex  
(F) Petroleos Mexicanos-Pajaritos/Cangrejera , Ver

Ref. [1]

(D) DOW Química Mexicana Tlalnepantla , Méx

7] Cloruro de Sodio [NaCl]

(F) Industria del Alkali Villa Garcia , Nvo Leon

(F) Química del Rey Laguna del Rey , Coah

(F) Sosa Texcoco Ecatepec , Méx

8] Bisfenol-A [ C15H16O2 ]

(F) Industrias Resistol Coatzacoalcos , Ver

(D) DOW Química Mexicana Tlalnepantla , Méx

(D) Shell de México Xalostoc , Méx

Ref. [11]

## CAPITULO 5.- ASPECTOS TECNICOS Y EVALUACION TECNOLOGICA

5.1 Identificación de los procesos  
de fabricación de policarbonato

5.1.1 Fosgenación en solución

5.1.2 Fosgenación interfacial

5.1.3 Transesterificación

5.2 Comparación y selección del mejor  
proceso.

\* La información de este capítulo se obtuvo  
Ref.[25] y Ref. [34]

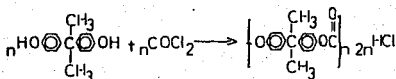
## 5.1 IDENTIFICACION DE LOS PROCESOS DE SINTESIS DE FABRICACION DE POLICARBONATO

El Policarbonato (PC) esencialmente es un Poliester lineal producido por tres medios viables empleando como materia prima el Bisfenol-A:

- 5.1.1 Fosgenación en Solución  
General Electric.
- 5.1.2 Fosgenación Interfacial  
Mobay Chemical
- 5.1.3 Transesterificación  
Bayer

### 5.1.1 Fosgenación en Solución:

Este proceso es empleado por General Electric y produce PC aromático de alto peso molecular ( comercialmente útil ). Aquí se muestra muy someramente la secuencia de reacciones que involucra este proceso.

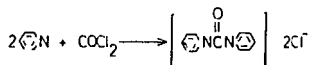


Ref. [25]

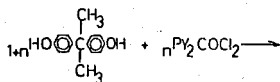


Para que esta reacción se pueda llevar a cabo con alto grado de rendimiento es indispensable eliminar el HCl que se forma, esto se puede realizar empleando un aceptor ácido, como la Piridina, que a demás actua como catalizador.

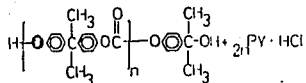
La Piridina reacciona con el Fosgeno formando un aducto salino:



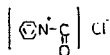
Este aducto que se forma es mucho más reactivo que el Fosgeno. Dado que la reacción se lleva a cabo comunmente burbujeando Fosgeno a la solución de Bisfenol-A en Piridina, la policondensación es de la siguiente manera:



Ref. [25]



Otro posible aducto que puede participar en estas reacciones es el que pueden formar la reacción de la Piridina y el Fosgeno:



Debido al alto costo de la Piridina puede sustituirse una buena cantidad de esta por un solvente en el que el PC sea soluble, tales como el Cloruro de Metileno, Tetracloroetano, Cloroformo o Clorobenceno. Este último es particularmente adecuado dado que la Hidropiridina que se forma es insoluble en este y así se puede separar fácilmente.

El peso molecular del polímero obtenido depende de la reacción Fosgeno y Bisfenol-A, por

Ref. [25]

lo que es muy importante emplear cantidades equimolares. Es muy importante evitar la presencia de sustancias que actúen como terminadores de cadena, tales como alcoholes monofuncionales o fenoles.

Es de suma importancia mantener constantes y en su punto óptimo los parámetros usuales, como la temperatura, tiempo de reacción y reactivos para que así no se promueva la formación de reacciones secundarias que puedan alterar el peso molecular de nuestro producto.

La reacción se efectúa a temperatura ambiente y presión atmosférica. La solución del polímero resultante se lava con HCl diluido para extraer el exceso de Piridina y la Hidrocloropiridina.

Las fases líquidas son separadas y el polímero es aislado de la solución por precipitación con hidrocarburo alifático. El PC se obtiene en forma de polvo blanco, el cual puede ser

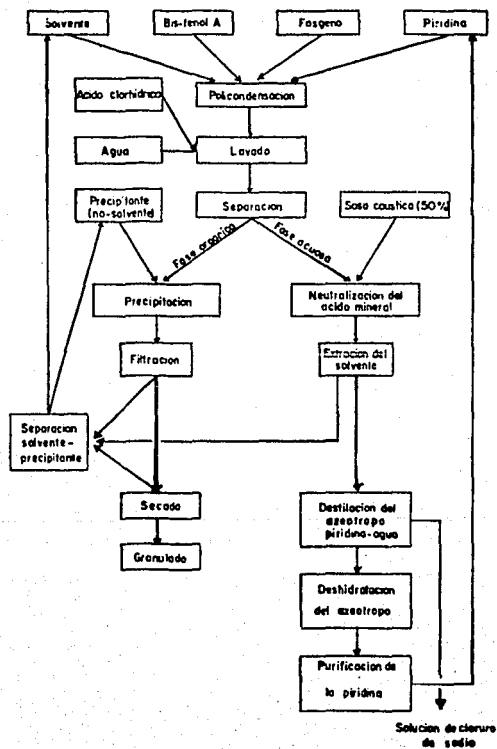
Ref. [25]

separado por filtración para posteriormente secarlo. La mezcla líquida solvente-precipitante obtenida se separa por destilación fraccionada y se recircula al proceso.

Este proceso tiene la ventaja de que la policondensación se lleva a cabo en un medio homogéneo. La desventaja es que se requiere de más equipo para recuperar y recircular la Piridina con un mínimo de pérdidas, esta es empleada como precipitante y solvente.

A continuación se muestra el diagrama de bloques típico para la producción de este polímero (5.1.1), que es el empleado por General Electric Plastics.

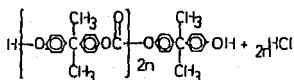
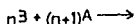
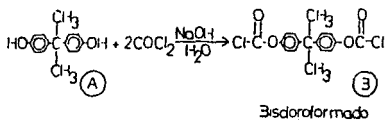
5.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE  
FOSGENACION EN SOLUCION



Ref. [25]

### 5.1.2 Fosgenación Interfacial

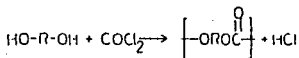
Este proceso involucra la reacción de soluciones acuosas alcalinas de compuestos dihidroxí aromáticos [B-FA] con Fosgeno ( el producto de esta reacción se llama Biscloroformado ) en presencia de un solvente orgánico inerte, la secuencia de reacciones es la siguiente:



La hidrólisis del Fosgeno se lleva a cabo si existe Agua en el sistema y esto ocurre aún en el caso de mezclas heterogéneas de Agua y una solución de Fosgeno en un medio inerte. Sin

Ref. [25]

embargo la reacción de Fosgeno con fenoxidos alcalis en un medio acuoso es más rápida que su hidrólisis. Aún a temperatura ambiente o menores, se forman rápidamente compuestos fenil-cloroformados.



R-compuesto alifático



Se puede optimizar el proceso empleando un medio inerte en el cual sean solubles el Fosgeno y el PC obtenido. Si introducimos el Fosgeno en una mezcla de dos fases de dicho medio y una solución acuosa alcalina de Bisfenol-A [B-FA], con agitación a temperatura ambiente, se produce una solución ligeramente viscosa de PC. de bajo peso molecular con grupos terminales cloroformados. Posteriormente este líquido se somete a

Ref. [25]

policondensación y se obtiene un PC de alto peso molecular. Si se lleva a temperatura ambiente el proceso es más lento. Si por el contrario elevamos la temperatura el proceso es más rápido.

Anteriormente se menciona que para optimizar el proceso se puede emplear un solvente, los más indicados para cumplir esta función son: Hidrocarburos aromáticos, hidrocarburos clorados alifáticos ó aromáticos. Por ejemplo el Cloruro de Metileno, mientras que el Cloroformo (  $\text{CHCl}_3$  ) nos produce productos coloreados. En este aspecto hay que tener mucho cuidado con el tipo de solvente que se utilice. Si empleamos materias primas puras se obtienen polimeros con pesos moleculares superiores a 100,000. El uso de agentes de transferencia produce polimeros de bajo peso molecular, estos incluyen a; Fenoles mono funcionales, Alcoholes Alifáticos, Dialquilacanol aminas (  $\text{NH}(\text{R}-\text{OH})_2$  ), Alcoholes fluorosustituidos y otros semejantes.

Ref.[25]



Es recomendable excluir Oxígeno durante la reacción y tener presente un agente reductor, como la Ditionita de Sodio ( $(\text{NaO})_2 \text{S}_2 \text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2 \text{O}$ ) para evitar la formación de productos coloreados u oxidados del B-FA. La reacción produce valores de pH superiores a 10. Para obtener el pH deseado se puede adicionar un Alcali al inicio de la reacción o bien en pequeñas cantidades para mantener el pH aún más constante, tal como el Carbonato de Sodio.

Debido a que la reacción es exotérmica, el calor de la reacción es eliminado por enfriamiento externo o por evaporación del solvente.

Debido a que la velocidad de policondensación es relativamente lenta, es posible aumentar un poco la velocidad empleando pequeñas cantidades de catalizadores. A continuación se muestran algunos de los catalizadores que se pueden emplear

Ref.[25]

TABLA 5.1.2.1

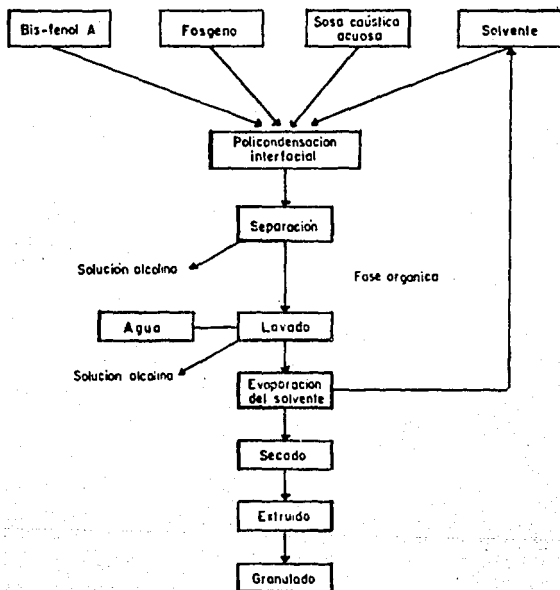
CATALIZADOR	COMPUESTO
NR <sub>3</sub> <sup>-</sup>	N(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>
(NR <sub>4</sub> ) <sup>+</sup> X <sup>-</sup>	(N(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup> HCl
(PR <sub>4</sub> ) <sup>+</sup> X <sup>-</sup>	(P(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> ) <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>
(AsR <sub>4</sub> ) <sup>+</sup> X <sup>-</sup>	(AS(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>4</sub> ) <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>
(SR <sub>3</sub> ) <sup>+</sup> X <sup>-</sup>	(S(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> ) <sup>+</sup> I <sup>-</sup>

El empleo de catalizadores activos hace posible que la reacción se lleve a cabo a temperatura ambiente en un proceso continuo. Se muestra posteriormente el diagrama de bloques para este proceso.

Las ventajas de este proceso es que la reacción se lleva a cabo a bajas temperaturas en un sistema acuoso, de esta manera no es indispensable el secado de las materias primas. La reacción es insensitiva a muchas impurezas y se pueden obtener fácilmente polímeros de altos pesos moleculares.

Ref.[25]

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE  
FOSGENACION INTERFACIAL



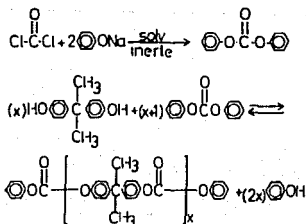
Ref. [25]

Las desventajas de este proceso son que hay dificultad para eliminar los electrolitos del polímero, y la necesidad de aislar este de soluciones relativamente diluidas.

En la figura 5.1.2 se muestran el diagrama de bloques de este proceso. Dicho diagrama es similar al empleado por Mobay Chemical.

### 5.1.3 Transesterificación

La Transesterificación de compuestos dihidroxiaromáticos con diarilcarbonatos ( Difenil Carbonato ) se realiza fácilmente con eliminación de los compuestos monohidroxiaromáticos correspondientes:



Ref. [25]



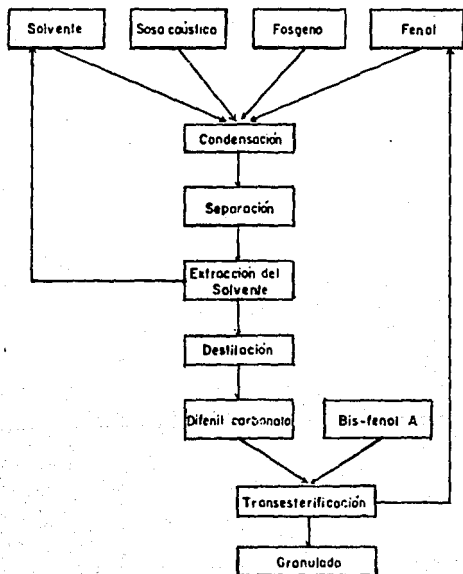


Los catalizadores que deben ser empleados son óxidos de los metales alcalinos y alcalinoterreos, hidróxidos, amidas, etc. Pero el uso de grandes cantidades de catalizadores alcalinos produce PC coloreados y parcialmente insolubles.

A temperaturas menores a los 300°C, la viscosidad en estado fundido de los PC aromáticos es tan alta que su producción por Transesterificación con el equipo usual es posible solo producir un PC de hasta un peso molecular de aproximadamente 150,000.

A continuación se muestra el diagrama de bloques 5.1.3 para el proceso de transesterificación. Como se puede observar, la reacción de Fósgeno con una solución acuosa alcalina de Fenol en presencia de un solvente inerte produce Difenilcarbonato, que es similar al proceso de Policondensación Interfacial descrito anteriormente. Después de la separación de la fase acuosa alcalina y del solvente, el Difenil Carbonato es destilado. Este se hace reaccionar

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA EL PROCESO DE  
TRANSESTERIFICACION





con el Bisfenol-A para dar como producto PC, el cual es separado de la mezcla de reacción en forma de hilos o tiras. Las cuales posteriormente se peletizan. El solvente y el Fenol son recirculados al proceso.

El diagrama de bloques presentado para este proceso es similar al empleado por Bayer.

Las desventajas de este proceso es que hay la necesidad de emplear equipos que permitan el manejo de altas temperaturas y alto vacíos. Las limitaciones en el peso molecular obtenido es impuesto por la alta viscosidad del polímero fundido, aunque se pueden obtener pesos moleculares promedio superiores a 100,000.

Ref. [25]

## 5.2 COMPARACION Y SELECCION DEL MEJOR PROCESO

Los parámetros que van a ser considerados para efectuar el análisis y comparación de los tres procesos más importantes de producción de Policarbonato (PC), ya antes mencionados son; costo de inversión, costo de producción y calidad del producto entendiendo como parámetros de calidad los rangos de peso molecular y pureza principalmente. A continuación se mencionan las ventajas y desventajas de cada proceso.

El proceso de Transesterificación presenta en sus cadenas grupos feníles como grupos terminales. Este proceso presenta un menor potencial para producir PC superiores, esto es debido a que los grupos terminales del polímero son menos estables que los obtenidos por cualquiera de los otros procesos. Los residuos catalíticos no son removidos, aunque puedan ser desactivados. Debido a la alta viscosidad del polímero que resulta en

Ref.[34]

este proceso, no es posible obtener gran variedad de grados comerciales . Esto se puede solucionar con el empleo de equipo especial que trabaje a altas temperaturas y altos vacios.

El producto final no requiere ser sometido a purificación, y dado que el polimero se obtiene en forma no diluida , puede ser peletizado directamente.

La mayor calidad de todos los grados de PC es el que se produce por Fosgenación en Solución y Fosgenación Interfacial. Las dificultades de purificación de estos dos procesos difieren dado que la Piridina empleada en el proceso de Fosgenación en Solución es más difícil de remover que la Trietilamina empleada en el proceso de Fosgenación Interfacial, que en ambos procesos son empleados como catalizador. Ambos compuestos pueden disminuir la estabilidad de la resina y pueden ser agentes potencialmente peligrosos en algunos usos si no son removidos totalmente de la resina.

Ref.[34]

Otra desventaja que presenta el proceso de Fosgenación en Solución es que el lavado ácido para remover la Piridina del monómero no es tan eficiente como la Sosa Caustica empleada para remover la Trietilamina del monómero en el proceso de Fosgenación Interfacial.

De acuerdo con los datos estimados del "Stanford Research Institute", el proceso de Fosgenación en solución es más costoso en un 9% mas que el proceso de Fosgenación Interfacial, esto se debe a la complejidad para poder recuperar la Piridina.

Los dos procesos de Fosgenación tienen recuperación de polímero a partir de una solución, mediante la precipitación con un antisolvente. Este método permite la mayor cantidad de producto porque el monómero y el oligómero pueden ser separados por fraccionamiento del solvente.

La evaluación muestra que es más económico el proceso de Fosgenación Interfacial

por ser un proceso continuo. La razón principal es que se tiene un menor tiempo de residencia en un proceso continuo que un intermitente. Dado que el sistema de reacción es una parte relativamente pequeña del total de la planta no es tan trascendente el incremento del costo de inversión en el proceso de Fosgenación en Solución.

Después de haberse expuesto las ventajas y desventajas de cada uno de los procesos, tomando en cuenta que el mercado actual de Policarbonato en México está enfocado hacia el área de envases, electrodomésticos, iluminación, telefonía y el área automotriz principalmente, por lo que se llegó a la conclusión de que el proceso de Transesterificación con equipo especial que maneje altas temperaturas y vacíos es el más indicado. Con este proceso se obtiene un polímero con muy poca diferencia en peso molecular del que se obtendría por fosgenación en solución, siendo un proceso más sencillo y económico en cuanto a inversión y producción.

Se requiere un PC con peso molecular de 23,000 a 32,000 que es el recomendado si va a ser procesado por inyección. En dado caso de que requiera ser procesado por extrusión, se procedera a aumentar el vacio y las temperaturas en los reactores de transesterificación, siendo la unica limitante a viscosidad del polimero fundido. Llegando a obtener pesos moleculares hasta de 150,000.

Hay la disponibilidad tecnológica para los tres procesos, pero el más sencillo y menos complejo en cuanto a equipo es el de transesterificación. En cuanto a la peligrosidad se refiere los tres procesos implican el manejo de fósforo, lo que significa un alto riesgo en cualquier proceso.

Por todo lo anterior y de acuerdo a la capacidad calculada que fue de diez millones de lb/año, podemos afirmar que la mejor y unica opción es el proceso de transesterificación como se aprecia en la tabla 5.2.1.

TABLA 5.2.1

PROCESO	miles de Ton/año	costo dólares	peso molecular
TRANSESTERIFICACION	* 5.0	37.3e6	hasta
	* 10.0	51.3e6	150,000
	* 20.0	71.6e6	
POLICONDENSACION INTERFACIAL	12.5	60.6e6	Superiores
	25.0	91.9e6	a
	50.0	144.3e6	150,000
POLICONDENSACION EN SOLUCION	12.5	66.5e6	Superiores
	25.0	91.4e6	a
	50.0	131.1e6	150,000

\* Precio planta con equipo especial ( altos vacios y temp. )  
 Ref. [34] Datos obtenidos del Stanford Research Institute.

Ref. [34]

## **CAPITULO 6.- LOCALIZACION DE LA PLANTA**

**6.1 Factores que deben de considerarse para la localización de la planta.**

**6.2 Localización del mercado**

**6.3 Localización de la planta**



## 6.1 FACTORES QUE SE DEBEN DE CONSIDERARSE PARA LA LOCALIZACION DE LA PLANTA

La localización geográfica de una planta puede tener una influencia definitiva en el éxito de una empresa . Se debe tener mucho cuidado durante la elección del sitio adecuado y se deben de tomar en consideración múltiples factores . Fundamentalmente la planta debe de estar localizada en donde se puedan obtener costos mínimos de producción y distribución .

La selección del sitio final debe de estar basada en una investigación completa de las ventajas y desventajas de las varias áreas geográficas y en última instancia , de las ventajas y desventajas del terreno disponible . Los factores a tomarse en cuenta en la selección la localización de la planta son :

- > Materias primas
- > Mercados

- > Energía y combustibles
- > Condiciones metereológicas
- > Servicios de transporte
- > Suministro de agua
- > Eliminación de desechos
- > Mano de obra
- > Impuestos y restricciones legales
- > Características del sitio

Ref.[35]

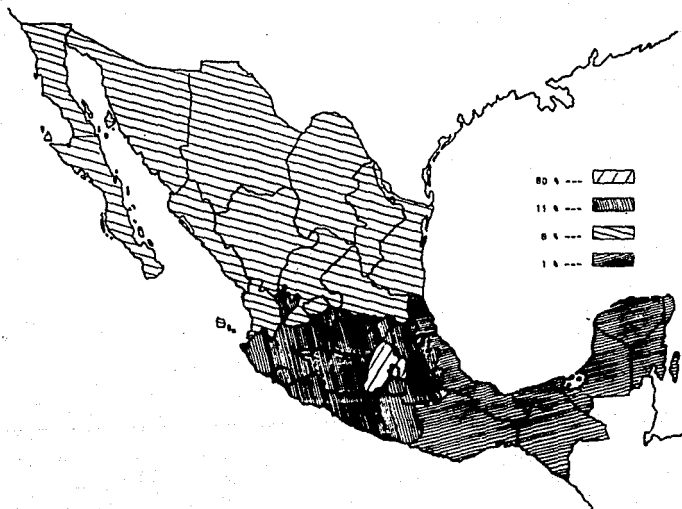
## 6.2 LOCALIZACION DEL MERCADO

El mercado del PC se encuentra principalmente en el valle de México , zonas aledañas y en el norte de la república , específicamente en la ciudad de Monterrey . Como se puede apreciar en el mapa 6.2.1 de la siguiente pagina:

Debido a la proximidad de la mayoría de los consumidores , sería conveniente la instalación de una oficina distribuidora en el valle de

Ref.[19]

### 6.2.1 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL CONSUMO



Ref. [19]

México y otra en el norte del país , para así obtener una mayor eficiencia en los embarques a los clientes.

Debido a la legislación sobre el uso del suelo, las legislaciones de Sedesol y las condiciones actuales de contaminación en ésta ciudad, es imposible la instalación de la planta cerca del Área metropolitana.

### 6.3 LOCALIZACION DE LA PLANTA

Debido a la situación por la cual atraviesa el país y con el Tratado de Libre Comercio que se aproxima , es imperante el aprovechar todos los recursos disponibles que permitan el máximo ahorro posible de recursos y la mayor eficiencia.

Con todo y que no existe en México una planta para la producción de PC , hay la infraestructura requerida para su construcción en Coatzacoalcos, Veracruz. Dado que este estado es

uno de los más desarrollados industrialmente hablando, contando con complejos petroquímicos y distribuidores de los cuales podemos obtener gran parte de las materias primas requeridas (como son el fenol, NaOH, HCl, y el Bisfenol) asegurando así la oportuna entrega de las mismas y obteniendo un significativo ahorro en gastos por flete. También se cuenta con la mayoría de los recursos necesarios para su construcción y funcionamiento. Tales como: Terracela; red de agua potable; tendido eléctrico; red ferroviaria; red marítima internacional, que es una gran ventaja para la exportación a Sudamérica; entre otros. Esto involucra una considerable disminución en los costos fijos que se requieren en la inversión.

## **CAPITULO 7.- INGENIERIA BASICA**

- 7.1 Descripción del proceso  
seleccionado**
- 7.2 Diagrama de bloques**
- 7.3 Diagrama de proceso**
  - 7.3.1 Sección de producción del  
Difenil carbonato**
  - 7.3.2 Sección de Transesterificación.  
y producción de pellet.**
- 7.4 Lista de equipo principal**
- 7.5 Metodología de cálculo**
  - 7.5.1 Balance de materia**
  - 7.5.2 Balance de energía**
- 7.6 Hojas de datos de equipo**
- 7.7 Arreglo de equipo**
  - 7.7.1 Diagrama de planta**
  - 7.7.2 Diagrama isométrico**
- 7.8 Índice de líneas**
- 7.9 Diagramas de tubería e instrumentación**

## 7.1 DESCRIPCION DEL PROCESO SELECCIONADO

En las figuras 7.3.1 y 7.3.2 se muestra el diagrama de flujo para la producción de 5,000,000 lb/año de Policarbonato , eliminando un 3 % por perdidas o producto fuera de especificación.

La producción de PC por este proceso se lleva a cabo en tres etapas ;

- 1.- Producción del Difenil Carbonato
- 2.- Sección de Transesterificación
- 3.- Producción del Pellet

La tabla 7.4 se muestra la lista del equipo principal utilizado. Como así en la 7.5 se muestra el Balance de Materia para obtener un producto con un peso molecular promedio de 18,000 .

Las corrientes de flujo pueden variar ligeramente para producir otros grados

Ref. [34]

comerciales . Se asume que la planta podra operar como una linea sin bloqueo , es decir , de operaci3n continua.

El Fenol fundido proveniente del reciclaje y el proveniente del tanque de almacenamiento de este es disuelto con NaOH al 50 % y agua desmineralizada . El F6sgeno es disuelto en Cloruro de Metileno y Trietilamina empleada como catalizador . Ambas corrientes de flujo son enfriadas hasta 11°F antes de entrar en contacto en el reactor R-101 , no permitiendo que la temperatura sobrepase los 86°F . El Fenol es convertido completamente en Difenil Carbonato . El exceso de F6sgeno es hidrolizado . El exceso de Sosa Caustica es neutralizado con Acido Clorhidrico antes de que las fases liquidas sean separadas en la centrifuga .

La fase org6nica es mezclada con Agua , y posteriormente estas dos nuevas fases son separadas en otra centrifuga . El Difenil Carbonato

Ref.[34]



es reciclado, el cual contiene algo de Fenol junto con la fase organica . El solvente es extraido de la columna C-101 y este es reciclado . El Difenil Carbonato es extraido del domo de la columna ESTER C-102 y este es enviado a la seccion de Transesterificaci6n.

El Difenil Carbonato que se encuentra fundido y caliente se mezcla con los aditivos y el catalizador , posteriormente esta corriente es mezclada nuevamente con el Bisfenol-A en la vasija V-201 [Es importante resaltar que esta parte del proceso es Batch] . El flujo almacenado proveniente de V-201 es enviada a la serie de seis reactores R-201 a R-206 todos agitados y calentados por el sistema Dowtherm . El Fenol es destilado desde los reactores dejando un polimero que puede ser manejado con este equipo.

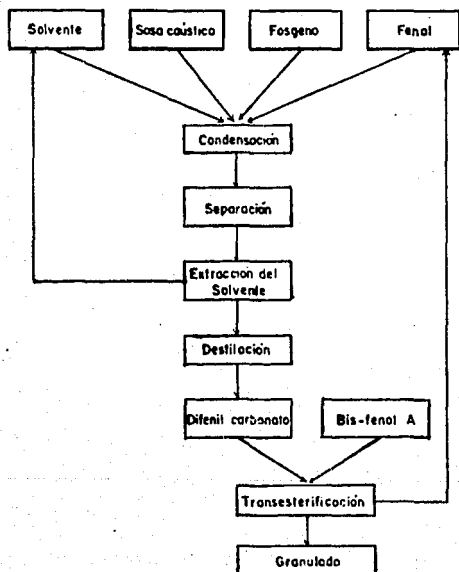
El polimero es enviado a la secci6n de producci6n de Pellet . El Difenil Carbonato es destilado a 600°F y alto vacio desde la extru-

Ref.[34]

sora M-301 . El polimero fundido es cortado en pellets , y es terminado de enfriar con aire libre de polvo y humedad , y por último es cribado para remover trazas de polimero y mandado a un silo de almacenamiento por medio de un sistema neumático.

Ref. [34]

## 7.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE TRANSATERIFICACION



Ref. [34]

### 7.3 DIAGRAMA DE PROCESO

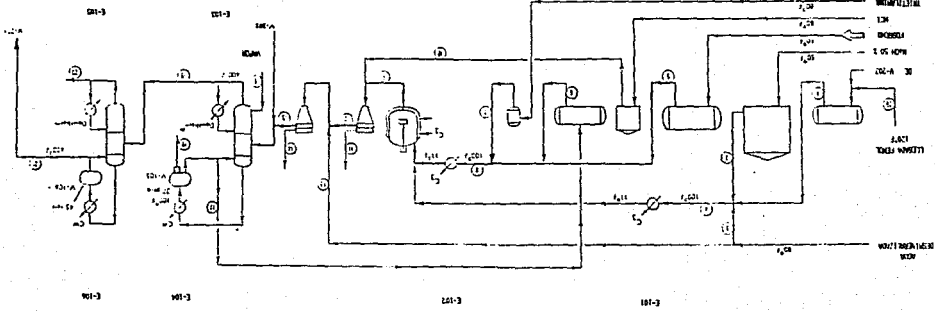
7.3.1 .- Sección de producción del  
Difenil carbonato

7.3.2 .- Sección de Transesterificación  
y producción del pellet

Ref. [34]

MAPA DE FLUJO - PROCESO DE TRANSFERENCIA DE CALOR

7.2.1 SECCION DE PRODUCCION DE  
BIBULIT, CAMBIO 10



C-102

C-101

S-102

S-101

S-100

S-104

S-103

S-102

S-101

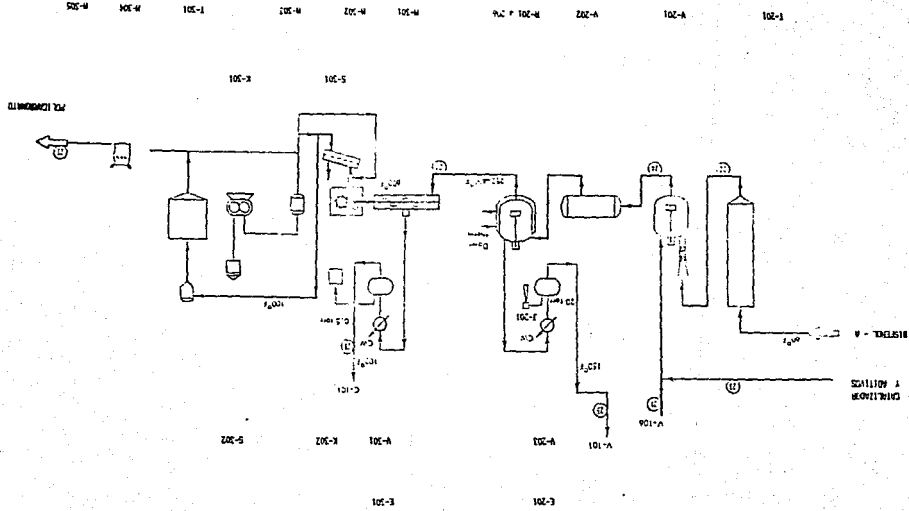
S-100

S-101

S-102

S-103

7.1.2 SECTION DE FRACTIONNEMENT  
 A PRODUCTION DE POLYMER



#### 7.4 LISTA DE EQUIPO PRINCIPAL

NUM EQUIPO	NOMBRE EQUIPO	TAMANO	MATERIAL DE CONSTRUCCION		
COLUMNAS		DIA	Cor.	Plat.	#PLATOS
C-101	COLUMNA RECUPERACION SOLVENTE	2ft6in	CS	304 S.S.	20
C-102	COLUMNA PURIFICACION DIFENIL CARBONATO	2ft6in	CS	304 S.S.	20
<b>COMPRESORES</b>					
K-301	COMPRESOR	500 scfm			
K-302	BOMBA DE VACIO	16,000 u-1/seg			
<b>EJECTORES</b>					
J-201	EJECTOR	estandar mas pequeno			
<b>REACTORES</b>					
<b>MEZCLADOR</b>					
R-101	REACTOR DE FOSGENACION	350 GAL		304 S.S.	5 HP
R-201-6	REACTORES PRODUCCION POLIMERO	200 GAL c/u		304 S.S.	15 HP
<b>SEPARADORES</b>					
<b>MATERIAL</b>					
S-101-2	CENTRIFUGAS LIQUIDO		S.S. alto brillo		7.5 HP
S-301	CRIBADORA		304 S.S.		
S-302	FILTRO AIRE		500 scfm		
<b>TANQUES</b>					
		<b>CAPACIDAD</b>		<b>MATERIAL</b>	
T-101-2	TANQUE NaOH	14,000 gal c/u	Acero Ahulado		
T-103	TANQUE HCl	4,200 gal	Acero Ahulado		
T-201	SIL0 Bf-A	12,000 ft <sup>3</sup>	Al		
T-301	SIL0 ALMACENAMIENTO	12,000 ft <sup>3</sup>	Al		

TANQUES A PRESION		CAPACIDAD	MATERIAL
V-101	TANQUE FENOL	1,000 gal	Al
V-102	TANQUE FOSGENO	20,000 gal	304 S.S.
V-103	TANQUE CLORURO DE METILENO	2,000 gal	304 S.S.
V-104	TANQUE TRIETILEN-AMINA	50 gal	304 S.S.
V-105	TANQUE RECEPTOR SOLVENTE	100 gal	304 S.S.
V-106	TANQUE RECEPTOR DIFENILCARBONATO	1,000 gal	304 S.S.
V-201	TANQUE MEZCLADOR	2,600 gal	304 S.S.
V-202	TANQUE RECEPTOR MEZCLA	2,600 gal	304 S.S.
V-203	TANQUE RECUPERACION FENOL	50 gal	304 S.S.
V-301	TANQUE RECUPERACION DIFENIL CARBONATO	50 gal	304 S.S.

#### EQUIPO VARIO

M-301	EXTRUSORA
M-302	CORTADORA
M-303	SECADOR SILICA GEL

INTERCAMBIADORES	TAMANO (ft <sup>2</sup> )	CORAZA	TUBOS	CALOR TRANSFERIDO (BTU/hr)
E-101	ENFRIADOR ALIMENTACION-1	73.30	CS	304S.S. 260,000
E-102	ENFRIADOR ALIMENTACION-2	41.88	CS	304S.S. 130,000
E-103	REBOILER COLUMNA C-101	146.60	CS	CS 940,000
E-104	CONDENSADOR COLUMNA C-101	518.23	CS	304S.S. 3,300,000
E-105	REBOILER COLUMNA C-102	146.60	CS	CS 160,000
E-106	CONDENSADOR COLUMNA C-102	18.84	CS	304S.S. 400,000
E-201	CONDENSADOR DE FENOL	78.52	CS	304S.S. 350,000
E-301	CONDENSADOR DIFENILCARBONATO	8.37	CS	304S.S. 16,000

Ref. [34]



## 7.5 METODOLOGIA DE CALCULO

La principal fuente de información para el desarrollo del cálculo que comprende la ingeniería básica de este proyecto, fue obtenida a través de patentes de Bayer, que describen el proceso en forma general[33], pero nos reportan datos suficientes para realizar este trabajo, como lo son el balance de materia completo, incluyendo las dimensiones de los equipos, sin incluir servicios auxiliares. El balance de energía, o mejor dicho las cargas térmicas por equipo, temperaturas y presiones de proceso también fueron reportadas en las patentes[34]. De esta forma se pudo efectuar las especificaciones del equipo, para así llegar a un arreglo de equipo "lay out" adecuado, y conocer las dimensiones del terreno requerido, incluyendo áreas de almacenamiento de materia prima y de producto terminado.

Un punto importante dentro de la elabo-

Ref. [33], [34]

ración de este proyecto , es la especificación del equipo , el conocimiento de las propiedades físicas de todos los compuestos que intervienen en el proceso en sus diferentes estados y condiciones de presión - temperatura . Después de consultar una amplia bibliografía incluyendo bancos de datos , no se logro conformar una tabla de propiedades , ya que hasta la fecha , no se han reportado muchas de ellas.

Con el fin de conseguir el desarrollo del proyecto , se tuvo la necesidad de calcular las propiedades físicas de los compuestos por métodos empíricos . Lógicamente , el cálculo empírico de las propiedades físicas en determinado momento , podría incrementar el error en el resultado final reportado . Si se hubiera querido llegar a un proceso finalmente detallado , con una alta exactitud , el camino más viable , sería efectuar directamente una experimentación con la instalación de una planta piloto.

### 7.5.1 BALANCE DE MATERIA

Como ya se menciona anteriormente el balance de materia fue obtenido de las patentes reportadas por Bayer , las cuales se adaptaron al estudio de mercado y por lo consiguiente a la proyección de la demanda realizada , que consisten básicamente en la producción de 2,268.15 Toneladas/año ( 5'000,000 lb/año ) de Policarbonato. Dado que se cuenta con el balance de materia para una planta con esta capacidad , no fue necesario realizar ningún cálculo al respecto.

A continuación se muestra el balance de materia que corresponde al diagrama de flujo de proceso (fig 7.3) expuesto anteriormente.

Ref. [34]

PROCESO DE TRANSESTERIFICACION

CAPACIDAD DE DISEÑO 10 Millones lb/año

	LB/HR								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 FENOL	979			979					1
2 NaOH		578		578					2
3 AGUA		578	1733	2311					3
4 FOSGENO					649			649	4
5 CLORURO DE METILENO						5853		5853	5
6 TRIETILAMINA							10	10	6
7 HCl									7
8 NaCl									8
9 DIOXIDO DE CARBONO									9
10 DIFENIL CARBONATO									10
11 BISFENOL-A									11
12 CATALIZADOR Y ADITIVO									12
13 POLICARBONATO									13
14 T O T A L	979	1155	1733	3867	649	5853	10	6512	14

	9	10	11	12	13	14	15	16	
1 FENOL									1
2 NaOH	52								2
3 AGUA	2523	109	2647	9	3477	3479	7	33	3
4 FOSGENO									4
5 CLORURO DE METILENO	5853			5853			5853		5
6 TRIETILANINA	10		10						6
7 HCl		51	3						7
8 NaCl	767		842	3		3			8
9 DIOXIDO DE CARBONO	60		60						9
10 DIFENIL CARBONATO	1116			1116			1116		10
11 BISFENOL-A									11
12 CATALIZADOR Y ADITIVO									12
13 POLICARBONATO									13
14 T O T A L	10380	160	3562	6980	3477	3482	6976	33	14

## LB/BATCH

	17	18	19	20	21	21	22	23	
1 FENOL									1
2 NaOH									2
3 AGUA	7	33							3
4 FOSGENO									4
5 CLORURO DE METILENO	5853								5
6 TRIETILAMINA									6
7 HCl									7
8 NaCl									8
9 DIOXIDO DE CARBONO									9
10 DIFENIL CARBONATO			1155	12	1143	9144			10
11 BISFENOL-A							9280		11
12 CATALIZADOR Y ADDITIVO								5	12
13 POLICARBONATO									13
14 T O T A L	5860	33	1155	12	1143	9144	9280	5	14

LB/HR

	24	25	26	27	28	29	
1 FENOL		956	23				1
2 NaOH							2
3 AGUA							3
4 FOSGENO							4
5 CLORURO DE METILENO							5
6 TRIETILAMINA							6
7 HCl							7
8 NaCl							8
9 DIOXIDO DE CARBONO							9
10 DIFENIL CARBONATO	1143			39	39		10
11 BISFENOL-A	1160						11
12 CATALIZADOR Y ADDITIVO	1			1		1	12
13 POLICARBONATO				1308		1308	13
14 T O T A L	2304	956	23	1348	39	1309	14

## 7.5.2 BALANCE DE ENERGIA

Para realizar el balance de energía , fue indispensable emplear métodos empíricos para conocer las propiedades físicas de los compuestos.

El cálculo de las presiones de cada una de las corrientes principales de proceso fueron basados en datos de presiones de operación de equipos recomendados que han sido reportados en patentes[33],[34], a partir de los cuales y conforme al arreglo de equipo seleccionado , se estimaron caídas de presión para cada una de las líneas de proceso , dado como resultado los valores reportados . Cabe mencionar que todos los valores de temperatura requeridos para la elaboración de las hojas de datos se encontraron en las patentes.

Ref. [33],[34]



### 7.5.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

A continuación se muestran las ecuaciones empíricas para el cálculo de las propiedades físicas;

#### 7.5.2.1.1 -Propiedades críticas:

Temperatura:

Contribuciones aditivas de Eduljee.

$$T_c = (T_b / (\Delta T / 100))$$

Donde:  $T_c$  Temperatura crítica ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_b$  Temperatura de ebullición  
( $^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta T$  Contribución atómica ( $^{\circ}\text{C}$ )

Presión:

Contribuciones aditivas de Eduljee.

$$P_c = (10^4 M) / ((\Delta P)^2)$$

Donde:  $P_c$  Presión crítica (Atm)

$M$  Peso molecular

$P$  Contribución atómica (Atm)

\* Las fórmulas empleadas para el cálculo de las propiedades físicas fueron obtenidas del capítulo 3 del Perry [31]

#### 7.5.2.1.2 -Capacidad calorífica:

Las capacidades caloríficas a 20 C se evaluaron por el método de contribuciones aditivas de Johnson & Huang . Las unidades de cada grupo funcional se suman para obtener el calor específico. Posteriormente si era requerido el calor específico a alguna otra temperatura se empleó el método de Chow & Bright:

$$Cp2=Cp1*(w1/w2)^{2.8}$$

$$w=0.1745-0.0838*(Tr)$$

Donde: Cp1 Capacidad calorífica cond.1  
(BTU/lb °F).

Cp2 Capacidad calorífica cond.2  
(BTU/lb °F)

w Factor de dilatación fase  
líquida de Watson.

Tr Temperatura reducida (°C)

#### 7.5.2.1.3 - Calor latente:

Correlacionando la ecuaciones de Giacalone y Watson se obtiene la siguiente ecuación , con la

Ref. [31]

cual da el calor latente a cualquier temperatura:

$$Lv = (R T_c T_b \ln P_c) \left( (T_c - T)^{.38} / (T_c - T_b)^{.1.4} \right)$$

Donde: Lv Calor latente (cal/g mol)

R Cte. del gas ideal (l Atm/ K mol)

Tc Temperatura crítica (°K)

Tb Temperatura burbuja (°K)

Pc Presión crítica (Atm)

#### 7.5.2.1.4 - Conductividad térmica:

Líquidos: Se emplea la ecuación de modificación de Vargaftik, de la expresión de Palmer:

$$k = (1.034 C_p d^{(4/3)}) / (a M^{(1/3)})$$

$$a = (Lv / T_b) / 21$$

Donde: K Conductividad térmica (BTU/hr ft<sup>2</sup>°F)

Cp Capacidad calorífica ( BTU/lb°F)

d Densidad (g / cm<sup>3</sup>)

M Peso molecular

a Factor de anormalidad

Tb Temperatura de burbuja (°K)

Lv Calor latente (cal / g mol)

Ref. [31]

#### 7.5.2.1.5 - Viscosidad:

Líquidos: A temperaturas diferentes a la temperatura de ebullición se calcula con la ecuación de Thomas :

$$\mu = 0.1167 d_l^{0.5} 10^Y$$

$$Y = (B(1-T_r))/T_r$$

Donde:  $\mu$  Viscosidad líquido (centipoises)

$d_l$  Densidad líquido ( $\text{g/cm}^3$ )

B Cte. Viscosidad de contribuciones atómicas .

$T_r$  Temperatura reducida ( $^{\circ}\text{K}$ )

Gases: Se puede calcular la viscosidad de gases empleando la correlación de Arnold

$$\mu = (27 M^{0.5} T^{(3/2)}) / (V_b^{(2/3)} (T+1.47T_b))$$

Donde:  $\mu$  Viscosidad gases. (micropoises)

M Peso molecular

T Temperatura ( $^{\circ}\text{K}$ )

$T_b$  Temperatura de ebullición ( $^{\circ}\text{K}$ )

$V_b$  Volumen molar ( $\text{cm}^3 / \text{gmol}$ )

Ref.[31]

## 7.5.2.2 EQUIPO PRINCIPAL

7.5.2.2.1 BOMBAS : El cálculo de las bombas se baso en la realización del Bernoulli correspondiente para cada una de ellas .

También se calcularon los diámetros de tubería de succión y de descarga. Teniendo la siguiente secuencia de cálculos:

$$\text{Diámetro tubería: } D = \text{SQR} (0.408 Q) / 6$$

Donde: D Diámetro tubería (in)

Q Gasto (lb/hr)

Cálculo Bombas: Las cargas hidráulicas de las bombas , así como sus potencias respectivas , como ya se menciona anteriormente fueron calculadas por medio de los Bernoullies correspondientes, dado que para cada una de ellas el sistema era completamente diferente , sería impráctico anotar cada uno de ellos , por lo que a continuación se desarrollo una tabla con todos los resultados.

Ref. [7], [16]

PUMP LIST

LINE No. :	TAG.	$\Delta$ H(ft)	HP	n %	R.P.M.	MODEL	GAL/MIN.
2	PV 101 01/02	45.92	3/4	40	1750	3196-B-AB	2.0
2	PT 101 01/02	86.76	2	40	1750	3196-B-A60	2.0
3	PVA4 003 01/02	9.27	1/4	25	3500	3604-3/4	2.0
6	PV 103 01/02	75.94	1	30	1750	3196-B-AA	10.0
7	PV 104 01/02	64.76	1	30	1750	3196-B-AA	0.2
9	PR 101 01/02	3.81	1/2	30	1750	3196-B-AA	20.0
10	PT 103 01/02	43.61	1/2	30	1750	3196-B-AA	4.0
12	PS 101 01/02	4.00	1/4	15	3500	3604-3/4	4.0
13	PVA4 013 01/02	12.51	1	30	3500	3604-3/4	8.0
15	PS 102 01/02	50.50	3/4	30	1750	3196-B-AA	8.0
17	PV 105 01/02	76.23	1	30	1750	3196-B-AA	18.0
19	PC 101 01/02	74.00	3/4	50	1750	3196-E-AA	15.0
20	PC 102 01/02	37.33	1	30	1750	3196-B-AA	4.0
21	PV 106 01/02	93.63	1 1/2	30	1750	3196-A-05	2.0
25	PV 203 01/02	35.79	3/4	30	1750	3196-B-AA	2.0
28	PV 301 01/02	117.56	5	40	1750	3196-A-20	0.3

Ref.1161

Donde: TAG, identificación bomba.  
 $\Delta$ Hb, Carga hidráulica.  
 Hp, Potencia.  
 n, Eficiencia.  
 RPM, Revoluciones por minuto.

7.5.2.2.2 INTERCAMBIADORES DE CALOR: En general todos los intercambiadores de calor fueron calculados por el método Kern, ya hayan sido condensadores, rehervidores, enfriadores o calentadores. En todos los casos no fue requerido calcular la carga térmica dado que fueron obtenidos de las patentes antes citadas, de esta manera solo fue requerido el dimensionamiento de los intercambiadores y los cálculos de caída de presión, coeficiente global de transferencia de calor, diámetros de tubos, diámetro coraza, número de pasos y espesores.

Secuencia Cálculos:

$$1) Q = U A \Delta T$$

Donde: Q = Carga térmica (BTU /hr)

U = Coeficiente global de  
transferencia de cálculo.  
(BTU/ft<sup>2</sup>hr °F)

A = Area (ft<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = LMTD (°F)

Para el cálculo del gasto de agua en el caso de los enfriadores y condensadores:

Ref. [21]

$$Q = m * Cp * \Delta T$$

Donde: Q = Carga térmica (BTU/hr)

m = Masa (lb)

Cp = Capacidad calorífica  
(BTU/hr lb°F)

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura  
(°F)

En el caso de los equipos que emplearon Propano ( condensadores ) y DOW-THERM (reactores y rehervidores) , en lugar de agua , la secuencia de calculos fue la siguiente:

$$Q = g * m$$

Donde: Q = Carga térmica (BTU/hr)

g = Calor latente (BTU/lb)

m = Masa (lb)

Todos los datos de cargas térmicas , temperaturas y presiones se pueden observar en cada una de las hojas de datos de equipo , por lo cual no se considero indispensable presentar una tabla resumen de todas estas propiedades.

Ref.[21]



## 7.6 HOJAS DE DATOS DE EQUIPO

TANQUES :	T-101-102
	T-103
	T-201
	T-301
TANQUES A PRESION:	V-101
	V-102
	V-103
	V-104
	V-105
	V-106
	V-201
	V-202
	V-203
	V-301
REACTORES:	R-101
	R-201-206
COLUMNAS:	C-101
	C-102
INTERCAMBIADORES:	E-101
	E-102
	E-103
	E-104
	E-105
	E-106
	E-201
	E-301
AGITADORES:	G-101
	G-201-206
	G-301
CENTRIFUGAS:	S-101
	S-102
EJECTOR:	J-201

Ref.[23]

\*Para la elaboración de las hojas de datos de equipo se consultaron manuales y/o folletos técnicos de equipo de línea y se adaptaron a nuestros requerimientos

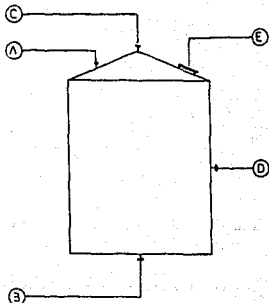
Ref[10], [11], [12], [13], [14]

PROCESS SPECIFICATION - TANK

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. T-101-102

1. EQPT NAME: ATMOSPHERIC TANK
2. ITEM: CAUSTIC TANK
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 11'-11" (10) X 16'-02" (T/T) : THICK IN: MIN : CALC: COBR. 1TDT
5. HEADS: ( ) ELLIP ( ) DISH : SHELL : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4
6. (X) CONE (X) FLAT : TOP HD. : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4
7. PRESS 14.7 OPER DESIGN: BOT. HD. : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4
8. TEMP. (F) 80 OPER. DESIGN: JACKET
9. CONTENTS NaOH SP. G. 1.5205 : SHELL : : : :
10. HYD. TEST PRESS. (PSIG) PER CODE : TOP HD. : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS : BOT. HD. : : : :
12. PRESS. (FSG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP. G : SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS. (PSIG) : INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTH NO. OR TYPE : CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL C.S. A-516-70 : STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS C.S. A-516-70 : MISC. DATA
19. SUPPORTS C.S. A-516-70 : PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS RUBBERED : PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS : PAINT AREA
22. FLANGES : MANHOLE: DAVITS: HINGE:
23. : INDR. WORKING VOL. 10,500 GAL. :
24. : ACTUAL VOL. 14,000 GAL. :
25. : INTERNAL FINISH (YES) (SEE NOTES):
26. GASKETS 1/8" TEFLON : VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC):
27. WEIGHT (Lb) EMPTY 11036 OPER 44471.2: EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. : CLASS 1: TRANSITION 0.20
29. AGITATOR WEIGHT : LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/ CAGE CLIPS : PLATFORMS CLIPS
31. RISK ELIMINATOR (NO) : VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE : ASA RAT: FACING: PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 150# : LJ : : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 150# : LJ : : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 2" : 150# : LJ : : VENTILATION
37. D : 2 : 1/2" : : NPT : : LEVEL GLASS
38. E : 1 : 18" : 150# : : : MANHOLE
39. : : : : : : :
40. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD
41. \* INTERNAL FINISH WITH RUBBERED - LINED STEEL
- 42.
- 43.

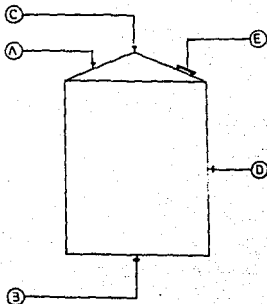


PROCESS SPECIFICATION - TANK

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA YESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. T-103

1. EQPT NAME: ATMOSPHERIC TANK
2. ITEM: HCI TANK
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 0'-11" (ID) X 9'-02" (T/T) :THICK IN: MIN : CALC: CORR. :TOT :
5. HEADS: ( ) ELLIP ( ) DISH :SHELL : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4 :
6. (X) CONE (X) FLAT :TOP HD. : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4 :
7. PRESS 14.7 OPER DESIGN:BOT. HD. : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4 :
8. TEMP. 80 F OPER. DESIGN: JACKET
9. CONTENTS HCI SP.G. 1.2867 : SHELL : : : :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG) PER CODE :TOP HD. : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS :BOT. HD. : : : :
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN:RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G :SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) :INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE :CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL C.S. A-516-70 :STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS C.S. A-516-70 : MISC. DATA
19. SUPPORTS C.S. A-516-70 :PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS RUBBERED :PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS :PAINT AREA
22. FLANGES :MANHOLE: DAVITS: HINGE:
23. :NON. WORKING VOL. 3,150 GAL.:
24. :ACTUAL VOL. 4,200 GAL.:
25. :INTERNAL FINISH (YES)(SEE NOTES):
26. GASKETS 1/8" TEFLON :VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC):
27. WEIGHT (EMPTY) 4400 OPER 13836.3:SEISMIC ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. :CLASS (I TRANSITION 0.2
29. AGITATOR WEIGHT :LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS :PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) :VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE :ASA RATIFACING:PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 1500 : LJ : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 1500 : LJ : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 2" : 1500 : LJ : VENTILATION
37. D : 2 : 1/2" : : NPT : LEVEL GLASS
38. E : 1 : 18" : 1500 : : MANHOLE
39. : : : : : :
40. REMARKS: : MANUFACTURERS STANDARD
41. : : INTERNAL FINISH WITH RUBBERED - LINED STEEL
- 42.
- 43.

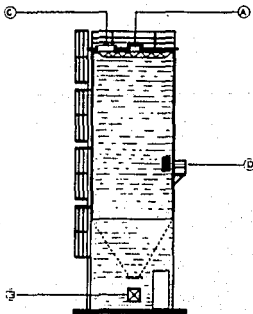


PROCESS SPECIFICATION - TANK

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. T-201

1. EQPT NAME: SILO
2. ITEM: BPA SILO
3. SHELL SHELL
4. SHELL: 20'-00" (ID) X 46'-05"(LT/HT) THICK IN: MIN : CALC: CORR: TOT :
5. HEADS: ( ) ELLIP ( ) DISH : SHELL : 1/32: 1/4 : 1/32: 1/4 :
6. (II) CONE (II) FLAT : TOP HD. : 1/32: 1/4 : 1/32: 1/4 :
7. PRESS 14.7 OPER DESIGN: BOT. HD. : 1/32: 1/2 : 1/32: 1/2 :
8. TEMP. (F) 80 OPER. DESIGN: JACKET :
9. CONTENTS BPA SP.G. 1.1949 : SHELL : : : :
10. HYD. TEST PRESS. (PSIG) PER CODE (TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS : BOT. HD. : : : : :
12. PRESS. (PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS :
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT :
14. CONTENTS SP.G : SPECIAL :
15. HYD. TEST PRESS. (PSIG) : INSPECTION: INS. CO. CLIENT :
16. MATERIAL - ASTH NO. OR TYPE : CODE ASME (YES) STAMP (NO) :
17. SHELL AL 5456-H321 : STRESS RELIEF: (NO) :
18. HEADS AL 5456-H321 : MISC. DATA :
19. SUPPORTS C.S. A-516-70 : PAINT (YES) NO. COATS: :
20. INTERNALS : PAINT TYPE BY VENDOR :
21. PADS : PAINT AREA :
22. FLANGES : MANHOLE: X DAVITS: X HINGE: X :
23. : NOM. WORKING VOL. 67,314.9 GAL. :
24. BOLTING EXTERNAL X : ACTUAL VOL. 89,753.6 GAL. :
25. : INTERNAL FINISH (YES) (SEE NOTES) :
26. GASKETS (NO) : VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC) :
27. WEIGHT (1) EMPTY 7154.70 PER 222143 : EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B :
28. INSULATION TYPE (M) 18 CAL. SIL. : CLASS II TRANSITION 0.2 :
29. AGITATOR WEIGHT : LIFTING LUGS (YES) :
30. LADDER W/CAGE CLIPS : PLATFORMS CLIPS :
31. MIST ELIMINATOR (NO) : VORTEX BREAKER :
32. NOZZLES :
33. NO. : QTY : SIZE : ASA RAT: FACING: PROJ: SERVICE :
34. A : 1 : 10" : : : : SOLID INLET :
35. E : : : 10" : : : : SOLID OUTLET :
36. C : 1 : 18" : : : : MANHOLE :
37. D : 1 : 18" : : : : MANHOLE :
38. REMARKS: MANUFACTURERS STANDARD
- 39.
- 40.
- 41.

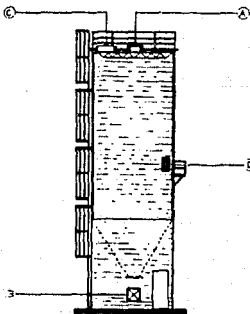


PROCESS SPECIFICATION - TANK

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATW-JPB  
 ITEM NO. T-301

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATW-JPB  
 REV. 0

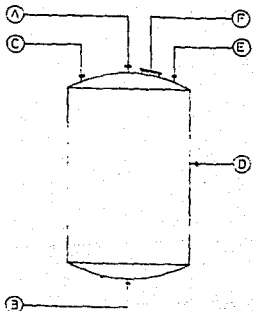
1. EQPT NAME: SILO
2. ITEM: ESTER RECEIVER
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 20'-00" (ID) X 46'-05" (T/T) : THICK IN: MIN : CALC: CORR: TOT
5. HEADS: ( ) ELLIP ( ) DISH : SHELL : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4
6. (X) CONE (X) FLAT : TOP HD. : 1/32: 1/4 : 1/32 : 1/4
7. PRESS OPER DESIGN: BOT. HD. : 1/32: 1/2 : 1/32 : 1/2
8. TEMP. (F) OPER. DESIGN: JACKET
9. CONTENTS PC SP.G. 1.2500 : SHELL : : : : :
10. HYD. TEST PRESS. (PSIG) PER CODE : TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS : BOT. HD. : : : : :
12. PRESS. (PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G : SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS. (PSIG) : INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE : CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL AL 5456-H321 : STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS AL 5456-H321 : MISC. DATA
19. SUPPORTS C.S. A-516-70 : PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS : PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS : PAINT AREA
22. FLANGES : MANHOLE: X DAVITS: X HINGE: X
23. : NOM. WORKING VOL. 67,314.9 GAL.
24. BOLTING EXTERNAL X : ACTUAL VOL. 89,753.2 GAL.
25. : INTERNAL FINISH (YES) (SEE NOTES):
26. GASKETS (NO) : VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC):
27. WEIGHT (LBS) EMPTY 7303 OPER 232162 : EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE IMHIB. CAL. SIL. : CLASS II TRANSITION 0-20
29. AGITATOR WEIGHT : LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS : PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) : VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE : ASA RAT: FACING: PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 10" : : : : SOLID INLET
35. B : 1 : 10" : : : : SOLID OUTLET
36. C : 1 : 18" : : : : MANHOLE
37. D : 1 : 18" : : : : MANHOLE
38. REMARKS: + MANUFACTURERS STANDARD
- 39.
- 40.
- 41.



PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

PROJECT POLICARBONATE SHEET 1 OF 1  
 ULSA TESIS ATM-JPB DATE NOV 7, 1992  
 ITEM NO. V-101 BY ATM-JPB  
 REV. 0

1. EQPT NAME: VESSEL
2. SERVICE: PHENOL DRUMPER
3. SHELL SHELL
4. SHELL: 5'-06" (ID) X 5'-10" (T/7) THICK IN: MIN : CALC: CORR. : TOT :
5. HEADS: ( ) ELLIP (X) DISH : SHELL : 1/4 : 1/2 : 0 : 1/2 :
6. ( ) CONE ( ) FLAT : TOP HD. : 1/4 : 1/2 : 0 : 1/2 :
7. PRESS 15 PSI OPER 50 PSI DESIGN(BOT.HD. : 1/4 : 1/2 : 0 : 1/2 :
8. TEMP. (F) 120 OPER. 150 DESIGN: JACKET
9. CONTENTS:PHENOL SP.G. 1.071 : SHELL : : : : :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG) 75 PER CODE :TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS :BOT. HD.: : : : :
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN:(RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G :SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) :INSPECTION: IMS. CO. CLIENT :
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE :CODE ASME (YES) STAMP (NO) :
17. SHELL ALUMINIUM 545B-H321 :STRESS RELIEF: (NO) :
18. HEADS ALUMINIUM 545B-H321 : RISC. DATA :
19. SUPPORTS A-205-C C.S. :PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS :PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS :PAINT AREA
22. FLANGES :MANHOLE: DAVITS: HINGE:
23. :NON. WORKING VOL. 750 GAL. :
24. :ACTUAL VOL. 1000 GAL. :
25. :INTERNAL FINISH (NO) :
26. GASKETS 1/8" TEFLON :VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC):
27. WEIGHT: EMPTY OPER. :EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B :
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. :CLASS II TRANSITION 0.20 :
29. AGITATOR WEIGHT :LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS :PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) :VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE :ASA RAT:FACING:PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 150# : LJ : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 150# : LJ : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 1/2" : : NPT : PRESSURE INSTRUMENT
37. D : 1 : 1/2" : : NPT : LEVEL INSTRUMENT
38. E : 1 : 1" : 150# : LJ : PRESSURE SECURITY VALV.
39. F : 1 : 4" : 150# : : HANDHOLE
40. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD
- 41.

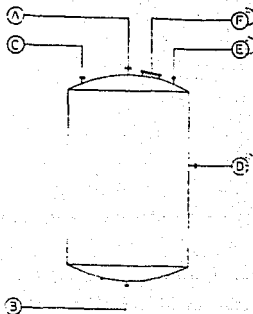


PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATM-JPB  
 ITEM NO. V-102

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATM-JPB  
 REV. 0

1. EQPT NAME: VESSEL
2. ITEM: PHOSGENE DRUM
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 20'-12" (1D) X 32'-04" (T/T): THICK IN: MIN : CALC: CORR.: TOT :
5. HEADS: [ ] ELLIP [X] DISH : SHELL : 1/4 : 1 1/2: 0 : 1 1/2:
6. [ ] CONE [ ] FLAT : TOP HD. : 1/4 : 1 1/3: 0 : 1 1/3:
7. PRESS OPER 200 PSI DESIGN: BOT. HD. : 1/4 : 1 1/3: 0 : 1 1/3:
8. TEMP. (F) 120 OPER. 150 DESIGN: JACKET :
9. CONTENTS PHOSGENE SP.G. 1.3766 : SHELL : : : :
10. HYD. TEST PRESS. (PSIG) 300 PER CODE : TOP HD. : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS : BOT. HD. : : : :
12. PRESS. (PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS :
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT :
14. CONTENTS SP.G. : SPECIAL :
15. HYD. TEST PRESS. (PSIG) : INSPECTION: INS. CO. CLIENT :
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE : CODE ASME (YES) STAMP (NO) :
17. SHELL 304 S.S. : STRESS RELIEF: (NO) :
18. HEADS 304 S.S. : MISC. DATA :
19. SUPPORTS A-285-C C.S. : PAINT (YES) NO. COATS: :
20. INTERNALS : PAINT TYPE BY VENDOR :
21. PADS : PAINT AREA :
22. FLANGES : MANHOLE: X DAVITS: X HINGE: X :
23. : NOM. WORKING VOL. 15,000 GAL. :
24. : ACTUAL VOL. 20,000 GAL. :
25. : INTERNAL FINISH (NO) :
26. GASKETS 1/8" TEFLON : (VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC)) :
27. WEIGHT: EMPTY OPER. : EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B :
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. : CLASS II TRANSITION 0.20 :
29. AGITATOR WEIGHT : LIFTING LUGS (YES) :
30. LADDER W/CAGE CLIPS : PLATFORMS CLIPS :
31. MIST ELIMINATOR (NO) : VORTEX BREAKER :
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE : ASA RAT: FACING: PROJ: SERVICE :
34. A : 1 : 2" : 1501 : LJ : : LIQUID INLET :
35. B : 1 : 2" : 1501 : LJ : : LIQUID OUTLET :
36. C : 1 : 1/2" : : NPT : : PRESSURE INSTRUMENT :
37. D : 1 : 1/2" : : NPT : : LEVEL INSTRUMENT :
38. E : 1 : 1" : 1501 : LJ : : PRESSURE SECURITY VALV. :
39. F : 1 : 4" : 1501 : : : HANDHOLE :
40. REMARKS: # MANUFACTURERS STANDARD
- 41.
- 42.
- 43.

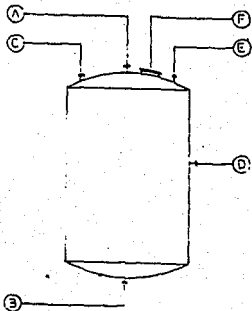


PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATM-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATM-JPB  
 ITEM NO. V-103

1. EQPT NAME: VESSEL
2. ITEM: CH2CL2 DRUMP
3. SHELL SHELL
4. SHELL: 7'-00" (10) X 7'-00" (T/T) THICK IN: MIN : CALC: CORR.: TOT :
5. HEADS: [ ] ELLIP [X] DISH SHELL : 1/4 : 1/4 : 0 : 1/4 :
6. [ ] CONE [ ] FLAT TOP HD. : 1/4 : 1/4 : 0 : 1/4 :
7. PRESS 22 PSI OPER 45 PSI DESIGN: BOT. HD. : 1/4 : 1/4 : 0 : 1/4 :
8. TEMP. (F) 100 OPER. 250 DESIGN: JACKET
9. CONTENTS: CH2CL2 SP. G. 1.3336 SHELL ; ; ; ;
10. HYD. TEST PRESS. (PSIG) 68 PER CODE TOP HD. ; ; ; ;
11. JACKET OR INTERNAL COILS BOT. HD.: ; ; ; ;
12. PRESS. (PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP. G SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS. (PSIG) INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL 304 S.S. STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS 304 S.S. MISC. DATA
19. SUPPORTS A-205-C C.S. PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS PAINT AREA
22. FLANGES HANDLE: DAVITS: HINGE:
23. NOM. WORKING VOL. 1,750 GAL.
24. ACTUAL VOL. 2,000 GAL.
25. INTERNAL FINISH (NO)
26. GASKETS 1/8" TEFLON VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC):
27. WEIGHT: EMPTY OPER. EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE 1NH1B, CAL. SIL. CLASS II TRANSITION 0.20
29. AGITATOR WEIGHT LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS PLATFOAMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE (ASA RAT): FACING: PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 1500 : L.J. : : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 1500 : L.J. : : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 1/2" : : NPT : : PRESSURE INSTRUMENT
37. D : 1 : 1/2" : : NPT : : LEVEL INSTRUMENT
38. E : 1 : 1" : 1500 : L.J. : : PRESSURE SECURITY VALV.
39. F : 1 : 1" : 1500 : : : HANDLE
40. REMARKS: # MANUFACTURERS STANDARD



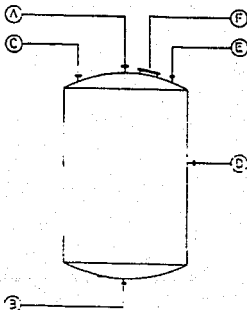


PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992:  
 BY ATM-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLYCARBONATE  
 ULSA TESIS ATM-JPB  
 ITEM NO. V-104

1. EQPT NAME: VESSEL
2. ITEM: E13M DRUM
3. SHELL SHELL
4. SHELL: 2'-02" (D) X 1'-09" (T/T) THICK IN: MIN; CALCICORR.: TOT
5. HEADS: [ ] ELLIP [X] DISH SHELL : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
6. [ ] CONE [ ] FLAT TOP HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
7. PRESS OPER 65 PSI DESIGN; BOT. HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
8. TEMP. (F) 60 OPER. 200 DESIGN; JACKET
9. CONTENTS TRIETHYLAMINE SP.G. 1.126 SHELL : : : : :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG) 98 PER CODE ; TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS ; BOT. HD. : : : : :
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN; OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN; RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G. SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) : INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE : CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL 304 S.S. : STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS 304 S.S. : MISC. DATA
19. SUPPORTS A-285-C C.S. : PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS : PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS : PAINT AREA
22. FLANGES : HANDBOLE; DAVITS; HINGE:
23. : NOM. WORKING VOL. 38 GAL.
24. : ACTUAL VOL. 50 GAL.
25. : INTERNAL FINISH (NO)
26. GASKETS 1/8" TEFLON : VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC):
27. WEIGHT: EMPTY OPER. : EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. : CLASS II TRANSITION 0.20
29. AGITATOR WEIGHT : LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS : PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) : VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE (ASA RAT): FACING: PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 150# : LJ : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 150# : LJ : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 1/2" : : NPT : PRESSURE INSTRUMENT
37. D : 1 : 1/2" : : NPT : LEVEL INSTRUMENT
38. E : 1 : 1" : 150# : LJ : PRESSURE SECURITY VALV.
39. F : 1 : 4" : 150# : : HANDBOLE
40. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD
- 41.

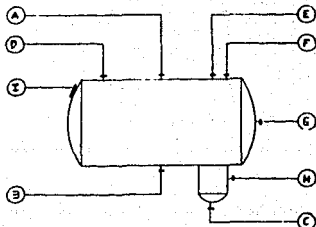


PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA YESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. V-105

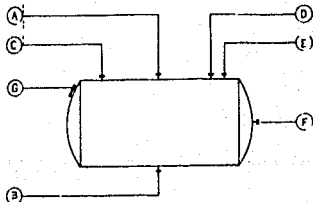
1. EQPT NAME: VESSEL
2. ITEM: SOLVENT RECEIVER
3. SHELL SHELL
4. SHELL: 2'-03" (ID) X 2'-08" (T/T) THICK IN: MIN : CALC: CORR.: TOT
5. HEADS: ( ) ELLIP (X) DISH :SHELL : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
6. ( ) CONE ( ) FLAT :TOP HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
7. PRESS 22 PSI OPER 50 PSI DESIGN:BOT.HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
8. TEMP. (F) 100 OPER. 200 DESIGN: JACKET
9. CONTENTS CH2Cl2 SP.G. 1.3268: SHELL : : : : :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG) 75 PER CODE :TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS :BOT. HD.: : : : :
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN:RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G :SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) :INSPECTION: (NS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE :CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL 304 S.S. :STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS 304 S.S. : MISC. DATA
19. SUPPORTS A-285-C C.S. :PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS :PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS :PAINT AREA
22. FLANGES :MANHOLE: DAVITS: HINGE:
23. :INH. WORKING VOL. 75 GAL. :
24. :ACTUAL VOL. 100 GAL. :
25. :INTERNAL FINISH (NO)
26. GASKETS 1/8" TEFLON :VAC STIFF RINGS (NO) (FULL VAC):
27. WEIGHT: EMPTY OPER. :EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. :CLASS II TRANSITION 0.20
29. AGITATOR WEIGHT :LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS :PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) :VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE :ASA RAT:FACING:PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 1500 : L.J : : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 1500 : L.J : : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 2" : 1500 : L.J : : LIQUID OUTLET
37. D : 1 : 1/2" : : NPT : : PRESSURE INSTRUMENT
38. E : 1 : 1" : 1500 : L.J : : PRESSURE SECURITY VALV
39. F : 1 : 1" : 1500 : L.J : : PRESSURE SECURITY VALV
40. G : 1 : 1/2" : : NPT : : LEVEL INSTRUMENT
41. H : 1 : 1/2" : : NPT : : LEVEL INSTRUMENT
42. I : 1 : 1" : 1500 : : : HANDHOLE
43. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD



PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

PROJECT POLICARBONATE SHEET 1 OF 1  
 ULSA TESIS ATN-JPB DATE NOV 7, 1992  
 ITEM NO. V-106 BY ATN-JPB  
 REV. 0

1. EQPT NAME: VESSEL
2. SERVICE: ESTER RECEIVER
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 5'-10" (10) X 5'-06" (T/T) :THICK IN: MIN : CALC: CORR. :TOT :
5. HEADS: [ ] ELLIP [X] DISH :SHELL : 1/4 : 1/3 : 0 : 1/2 :
6. [ ] CONE [ ] FLAT :TOP HD. : 1/4 : 1/3 : 0 : 1/2 :
7. PRESS VAC OPER VAC/92PSI DESIGN:BOT.HD. : 1/4 : 1/3 : 0 : 1/2 :
8. TEMP. (F) 400 OPER. 450 DESIGN: JACKET
9. CONTENTS 0(COC6HS)2 SP.G. 1.09 : SHELL : : : : :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG)140 PER CODE :TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS :BOT. HD.: : : : :
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN:RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G :SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) :INSPECTION; INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE :CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL 304 S.S. :STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS 304 S.S. : MISC. DATA
19. SUPPORTS C.S. A-516-70 :PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS :PAINT TYPE: BY VENDOR
21. PADS :PAINT AREA
22. FLANGES :MANHOLE: DAVITS: HINGE:
23. :INOM. WORKING VOL. 750 GAL.
24. BOLTING EXTERNAL :ACTUAL VOL. 1000 GAL.
25. :INTERNAL FINISH (NO)
26. GASKETS 1/8" GRAPHITE :VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC):
27. WEIGHT: EMPTY OPER. :EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE : B
28. :CLASS : II TRANSITION. = 0.20
29. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. :INSULATION RINGS (YES) 304 s.s.
30. AGITATOR WEIGHT :LIFTING LUGS (YES)
31. LADDER W/CAGE CLIPS :PLATFORMS CLIPS
32. MIST ELIMINATOR (NO) :VORTEX BREAKER
33. NOZZLES
34. NO. : QTY : SIZE :ASA RAT: FACING: PROJ: SERVICE
35. A : 1 : 2" : 150# : LJ : : LIQUID INLET
36. B : 1 : 2" : 150# : LJ : : LIQUID OUTLET
37. C : 1 : 1/2" : : NPT : : PRESSURE INSTRUMENT
38. D : 1 : 1" : 150# : LJ : : PRESSURE SECURITY VALV
39. E : 1 : 1" : 150# : LJ : : PRESSURE SECURITY VALV
40. F : 1 : 1/2" : : NPT : : LEVEL INSTRUMENT
41. G : 1 : 4" : 150# : : : HANDHOLE
42. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD



126

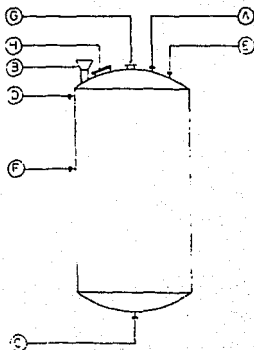
TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

PROJECT POLICARBONATO  
 ULSA TESIS ATM-JPB  
 ITEM NO. V-201

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992:  
 BY ATM-JPB  
 REV. 0

1. EQPT NAME: VESSEL
2. SERVICE: MIX VESSEL
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 7'-08" (D) X 7'-08" (T/T) : THICK IN: MIN . CALC: CORR. TOT :
5. HEADS: ( ) ELLIP (X) DISH : SHELL : 1/4 : 1/5 : 0 : 1/4 :
6. ( ) CONE ( ) FLAT : TOP HD. : 1/4 : 1/5 : 0 : 1/4 :
7. PRESS VAC OPER VAC(82PSI) DESIGN: BOT. HD. : 1/4 : 1/5 : 0 : 1/4 :
8. TEMP. (F) 335 OPER. 400 DESIGN: JACKET :
9. CONTENTS MEZCLA SP.G. 1.1345 : SHELL : : : : :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG)123 PER CODE : TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS : BOT. HD.: : : : :
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER -
- TEST CONDITIONS :
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT :
14. CONTENTS SP.G : SPECIAL :
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) : INSPECTION: INS. CO. CLIENT :
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE : CODE ASME (YES) STAMP (NO) :
17. SHELL 304 S.S. : STRESS RELIEF: (NO) :
18. HEADS 304 S.S. : MISC. DATA :
19. SUPPORTS A-285-C C.S. : PAINT (YES) NO. COATS: :
20. INTERVALS : PAINT TYPE BY VENDOR :
21. PADS : PAINT AREA :
22. FLANGES : MANHOLE: DAVITS: HINGE: :
23. : NOM. WORKING VOL. 1,950 GAL. :
24. : ACTUAL VOL. 2,600 GAL. :
25. : INTERNAL FINISH (NO) :
26. GASKETS 1/8" GRAPHITE : VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC) :
27. WEIGHT: EMPTY OPER. : EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B :
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. : CLASS II TRANSITION 0.20 :
29. AGITATOR WEIGHT : LIFTING LUGS (YES) :
30. LADDER W/CAGE CLIPS : PLATFORMS CLIPS :
31. MIST ELIMINATOR (NO) : VORTEX BREAKER :
32. NOZZLES :
33. NO. QTY : SIZE ASA RAT: FACING: PROJ: SERVICE
34. A : : 2" : 1500 : L.J : LIQUID INLET
35. B : : 1" : 1500 : L.J : SOLID INLET
36. C : : 2" : 1500 : L.J : LIQUID OUTLET
37. D : : 1/2" : : NPT : PRESSURE INSTRUMENT
38. E : : 1" : 1500 : L.J : PRESSURE SECURITY VALV
39. F : : 1/2" : : NPT : LEVEL INSTRUMENT
40. G : : 12" : 1500 : L.J : AGITATOR
41. H : : 4" : 1500 : : HANDHOLE
42. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD



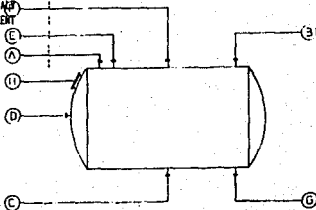
TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

PROJECT POLYCARBONATE SHEET 1 OF 1  
 ULSA TESIS ATM-JPB DATE NOV 7, 1992  
 ITEM NO. V-202 BY ATM-JPB  
 REV. 0

1. EQPT NAME: VESSEL
2. SERVICIO : FEED SURGE
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 6'-06" 110J111'-02"(LENGTH) / THICK IN: N/A / CALC: CORR: TOT :
5. HEADS: 1 ) ELLIP 1 ) DISH / SHELL : 1/4 : 1/2 : 0 : 1/2 :
6. (X) CONE ( ) FLAT / TOP HD. : 1/4 : 1/3 : 0 : 1/3 :
7. PRESS VAC OPER VAC/82PSI DESIGN/BOT. HD. : 1/4 : 1/3 : 0 : 1/3 :
8. TEMP. (F) 335 OPER. 400 DESIGN: JACKET :
9. CONTEXTS MIX SP.G. 1.134 / SHELL : : : : :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG)1123 PER CODE / TOP HD. : : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS : BOT. HD. : : : : :
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS :
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT :
14. CONTEXTS SP.G / SPECIAL :
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) / INSPECTION: INS. CO. CLIENT :
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE / CODE ASME (YES) STAMP (NO) :
17. SHELL 304 S.S. / STRESS RELIEF (NO) :
18. HEADS 304 S.S. / MISC. DATA :
19. SUPPORTS CONCRETE / PAINT (YES) NO. COATS: :
20. INTERNALS / PAINT TYPE BY VENDOR :
21. PADS / PAINT AREA :
22. FLANGES / MANHOLE: DOWTS: HINGE: :
23. / NOM. WORKING VOL. 1,950 GAL. :
24. / ACTUAL VOL. 2,600 GAL. :
25. / INTERNAL FINISH (NO) :
26. GASKETS 1/8" TEFLON / VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC): :
27. WEIGHT: EMPTY OPER. / EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B :
28. INSULATION TYPE IMHB. CAL. SIL. / CLASS II TRANSITION 0.20 :
29. AGITATOR WEIGHT / LIFTING LUGS (YES) :
30. LADDER W/CAGE CLIPS / PLATFORMS CLIPS :
31. MIST ELIMINATOR (NO) / VORTEX BREAKER :
32. NOZZLES :
33. NO. : QTY : SIZE : ASA RAT: FACING: PROJ: SERVICE :
34. A : 1 : 2" : 1501 : L : LIQUID INLET :
35. B : 1 : 2" : 1501 : L : LIQUID INLET UNUSED :
36. C : 1 : 2" : 1501 : L : LIQUID OUTLET :
37. D : 1 : 1/2" : NPT : PRESSURE / LEVEL INSTRUMENT :
38. E : 1 : 1" : 1501 : L : PRESSURE SECURITY VAC :
39. F : 1 : 1/2" : NPT : TEMPERATURE INSTRUMENT :
40. G : 1 : 1" : 1501 : L : CHEMICAL DRAIN :
41. I : 1 : 1 1/8" : 1501 : : MANHOLE :
42. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD

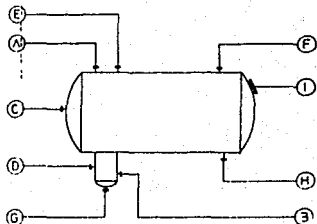
128



PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

PROJECT POLICARBONATE SHEET 1 OF 1  
 ULSA TESLE ATM-JPB DATE NOV 7, 1992:  
 ITEM NO. V-203 BY ATM-JPB  
 REV. 0

- 1 EQPT NAME: VESSEL
- 2 SERVICE: FENOL RECEIVER
- 3 SHELL : SHELL
- 4 SHELL: 1'-09" (1D) X 2'-02" (T/T) :THICK IN: MIN : CALC: CORR.:TOT
- 5 HEADS: ( ) ELLIP (X) DISH :SHELL : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
- 6 ( ) CONE ( ) FLAT :TOP HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
- 7 PRESS VAC OPER VAC/65 PSI DESIGN:BOT.HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4
- 8 TEMP. (F) 150 OPER. 200 DESIGN: JACKET
- 9 CONTENTS FENOL SP.G. 1.071 : SHELL : : : :
- 10 HYD. TEST PRESS.(PSIG) 98 PER CODE :TOP HD. : : : :
- 11 JACKET DR INTERNAL COILS :BOT. HD.: : : :
- 12 PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
- 13 TEMP. (F) OPER. DESIGN:RADIOGRAPH (YES) SPOT
- 14 CONTENTS SP.G :SPECIAL
- 15 HYD. TEST PRESS.(PSIG) :INSPECTION: INS. CO. CLIENT
- 16 MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE :CODE ASME (YES) STAMP (NO)
- 17 SHELL 304 S.S. :STRESS RELIEF: (NO)
- 18 HEADS 304 S.S. : MISC. DATA
- 19 SUPPORTS A-265-C C.S. :PAINT (YES) NO. COATS:
- 20 INTERNALS :PAINT TYPE BY VENDOR
- 21 PADS :PAINT AREA
- 22 FLANGES :MANHOLE: DAVITS: HINGE:
- 23 :NOM. WORKING VOL. 37.5 GAL.
- 24 :ACTUAL VOL. 50 GAL.
- 25 :INTERNAL FINISH (NO)
- 26 GASVETS 1/8" TEFLON :VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC):
- 27 WEIGHT: EMPTY OPER. :EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
- 28 INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. :CLASS II TRANSITION 0.20
- 29 AGITATOR WEIGHT :LIFTING LUGS (YES)
- 30 LADDER W/CAGE CLIPS :PLATFORMS CLIPS
- 31 MIST ELIMINATOR (NO) :VORTEX BREAKER
- 32 NOZZLES
- 33 NO. : QTY : SIZE :ASA RAT:FACING:PROJ: SERVICE
- 34 A : 1 : 2" : 1501 : LJ : : LIQUID INLET
- 35 E : 1 : 2" : 1501 : LJ : : LIQUID OUTLET
- 36 C : 1 : 1/2" : 1501 : LJ : : PRESSURE INSTRUMENT
- 37 D : 1 : 1/2" : : NPT : : LEVEL INSTRUMENT
- 38 E : 1 : 1" : 1501 : LJ : : PRESSURE SECURITY VALV
- 39 F : 1 : 1" : 1501 : LJ : : VACUUM
- 40 G : 1 : 1" : 1501 : LJ : : CHEMICAL DRAIN
- 41 H : 1 : 1" : 1501 : LJ : : CHEMICAL DRAIN
- 42 I : 1 : 4" : 1501 : : : HANDHOLE
- 43 REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD

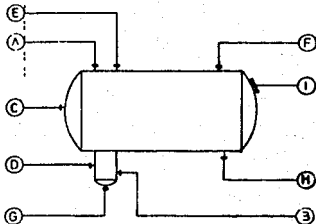


PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. V-301

1. EQPT NAME: VESSEL
2. SERVICE: ESTER RECEIVER
3. SHELL ; SHELL
4. SHELL: 1'-09" (10) X 2'-02" (7/7) THICK IN: MIN : CALC: CORR.: TOT :
5. HEADS: ( ) ELLIP (1) DISH :SHELL : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4 :
6. ( ) COME ( ) FLAT :TOP HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4 :
7. PRESS VAC OPER VAC/65 PSI DESIGN:BOT.HD. : 1/4 : 1/8 : 0 : 1/4 :
8. TEMP. (F) 150 OPER. 200 DESIGN: JACKET
9. CONTENTS DIFENIL CARBONATO S.G.1.3: SHELL 1 ; ; ;
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG) 98 PER CODE :TOP HD. : ; ; ;
11. JACKET OR INTERNAL COILS :BOT. HD.: ; ; ;
12. PRESS.(PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN:RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G :SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS.(PSIG) :INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE :CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL 304 S.S. :STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS 304 S.S. : MISC. DATA
19. SUPPORTS 304 S.S. :PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS :PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS :PAINT AREA
22. FLANGES :MANHOLE: DAVITS: HINGE:
23. :INH. WORKING VOL. 37.50 GAL.:
24. :ACTUAL VOL. 50.00 GAL.:
25. :INTERNAL FINISH (NO)
26. GASKETS 1/8" TEFLON :VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC):
27. WEIGHT: EMPTY OPER. :EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. :CLASS (I TRANSITION 0.20
29. AGITATOR WEIGHT :LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS :PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) :VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE :ASA RAT:FACE:PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 1501 : LJ : : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 1501 : LJ : : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 1/2" : : NPT : : PRESSURE INSTRUMENT
37. D : 1 : 1/2" : : NPT : : LEVEL INSTRUMENT
38. E : 1 : 1" : 1501 : LJ : : PRESSURE SECURITY VALV
39. F : 1 : 1" : 1501 : LJ : : VACUUM
40. G : 1 : 1" : 1501 : LJ : : CHEMICAL DRAIN
41. H : 1 : 1" : 1501 : LJ : : CHEMICAL DRAIN
42. I : 1 : 4" : 1501 : : : MANHOLE
43. REMARKS: ■ MANUFACTURERS STANDARD

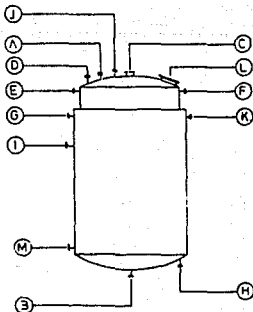


PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. R-101

1. EQPT NAME: REACTOR
2. SERVICE: PHOSGENATION REACTOR
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 4'-00" (ID) X 3'-10" (T/T) :THICK IN: MIN : CALC: CORR.:TOT :
5. HEADS: ( ) ELLIP (X) DISH :SHELL : 1/32: 1/3 : 0 :1/3 :
6. ( ) CONE ( ) FLAT :TOP HD. : 1/32: 1/3 : 0 :1/3 :
7. PRESS VAC OPER VAC/125 PSI DESIGN:BOT.HD. : 1/32: 1/3 : 0 :1/3 :
8. TEMP. (F) :1 OPER. 300 DESIGN: JACKET :
9. CONTENTS MIX SP.G. 1.2750 : SHELL : 1/32: 1/4 : 0 :1/3 :
10. HYD. TEST PRESS.(PSIG)190 PER CODE :TOP HD. : 1/32: 1/4 : 0 :1/3 :
11. JACKET OR INTERNAL COILS :BOT. HD.: 1/32: 1/4 : 0 :1/3 :
12. PRESS.(PSIG) OPER. 55 DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS :
13. TEMP. (F) OPER. 300 DESIGN:RADIOGRAPH (YES) SPOT :
14. CONTENTS DOW THERM SP.G :SPECIAL :
15. HTD. TEST PRESS.(PSIG) :INSPECTION: INS. CO. CLIENT :
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE :CODE ASME (YES) STAMP (NO) :
17. SHELL 304 S.S. :STRESS RELIEF: (NO) :
18. HEADS 304 S.S. : MISC. DATA :
19. SUPPORTS A-285-C C.S. :PAINT (YES) NO. COATS: :
20. INTERNALS :PAINT TYPE BY VENDOR :
21. PADS :PAINT AREA :
22. FLANGES :MANHOLE: X DAVITS: X HINGE: X :
23. JACKET A-285-C C.S. :NOM. WORKING VOL. 263 GAL. :
24. :ACTUAL VOL. 350 GAL. :
25. :INTERNAL FINISH (NO) :
26. GASKETS 1/8" 304 S.S. :VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC):
27. WEIGHT(lb) EQPT 2463 OPER.108,029 :EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE IMHIB. CAL. 51L. :CLASS :1 TRANSITION 0.2
29. AGITATOR WEIGHT :LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS :PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) :VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE :ASA RATIFACING:PROJ: SERVICE
34. A : 1 : 2" : 1501 : LJ : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 1501 : LJ : LIQUID OUTLET
36. C : 1 : 5" : 1501 : Lf : AGITATOR
37. D : 1 : 1/2" : NPT : TEMPERATURE INSTRUMENT
38. E : 1 : 1/2" : NPT : PRESSURE INSTRUMENT
39. F : 1 : 1/2" : NPT : LEVEL INSTRUMENT
40. G : 1 : 1" : 1501 : LJ : P.S.V. JACKET
41. H : 1 : 1/2" : NPT : CHEMICAL DRAIN
42. I : 1 : 1/2" : NPT : P.T. JACKET
43. J : 1 : 1" : 1501 : LJ : PRESSURE SECURITY VALV
44. K : 1 : 1" : 1501 : LJ : GAS OUTLET JACKET
45. L : 1 : 12X16" : 1501 : : MANHOLE
46. M : 1 : 1" : 1501 : LJ : GAS INLET JACKET
47. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD

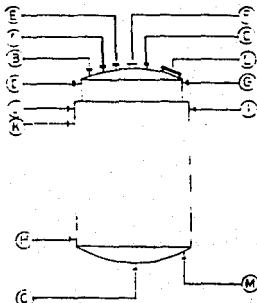




PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

PROJECT POLICARBONATE SHEET 1 OF 1  
 ULSA TESTIS ATH-JPB DATE NOV 7, 1992  
 ITEM NO. R-201-206 BY ATH-JPB  
 REV. 0

1. EQPT NAME: REACTOR
2. SERVICE: TRANSESTERIFICATION REACTOR
3. SHELL SHELL
4. SHELL: 3'-04" (10) X 3'-02" (17) ; THICK IN; MIN; CALC; CORR; TOT
5. HEADS: ( ) ELLIP (X) DISH ; SHELL : 1/32; 1/2 : 0 : 1/2
6. ( ) CONE ( ) FLAT ; TOP HD. : 1/32; 1/2 : 0 : 1/2
7. PRESS VAC OPER VAC/125 PSI DESIGN; BOT. HD. : 1/32; 1/2 : 0 : 1/2
8. TEMP. (F) 400 OPER. 450 DESIGN; JACKET
9. CONTENTS MIX SP.G. ; SHELL : 1/32; 1/4 : 0 : 1/3
10. HYD. TEST PRESS. (PSIG) 250 PER CODE ; TOP HD. : 1/32; 1/4 : 0 : 1/3
11. JACKET OR INTERNAL COILS ; BOT. HD. : 1/32; 1/4 : 0 : 1/3
12. PRESS. (PSIG) OPER. 80 DESIGN; OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. 450 DESIGN; RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS DOW THERM SP.G. ; SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS. (PSIG) ; INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM NO. OR TYPE ; CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL 304 S.S. ; STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS 304 S.S. ; MISC. DATA
19. SUPPORTS A-285-C C.S. ; PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERKALS ; PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS ; PAINT AREA
22. FLANGES ; MANHOLE; X DAVITS; X HINGE; X
23. JACKET A-285-C C.S. ; NOM. WORKING VOL. 150.0 GAL.
24. ; ACTUAL VOL. 200.0 GAL.
25. ; INTERNAL FINISH (NO)
26. GASKETS 1/8" GRAPHITE ; VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC)
27. WEIGHT (lb) EMPTY 4,926 OPER. 216E3 ; EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE 1NH18. CAL. SIL. ; CLASS II TRANSITION 0.2
29. AGITATOR WEIGHT ; LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS ; PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) ; VORTEX BREAKER
32. NOZZLES
33. NO. : QTY : SIZE : ASA RAT : FACING : PROJ : SERVICE
34. A : 1 : 2" : 150# : LJ : LIQUID INLET
35. B : 1 : 2" : 150# : LJ : LIQUID INLET
36. C : 1 : 2" : 150# : LJ : GAS OUTLET
37. D : 1 : 1/2" : NPT : LEVEL INSTRUMENT
38. E : 1 : 1" : 150# : LJ : PRESSURE SECURITY VALV
39. F : 1 : 5" : 150# : LJ : AGITATOR
40. G : 1 : 1/2" : NPT : PRESSURE / TEMP. INSTRUMENT
41. H : 1 : 2" : 150# : LJ : GAS INLET JACKET
42. I : 1 : 2" : 150# : LJ : GAS OUTLET JACKET
43. J : 1 : 1" : 150# : LJ : P.S.V. JACKET
44. K : 1 : 1/2" : NPT : P.I. JACKET
45. L : 1 : 12X16" : 150# : MANHOLE
45. M : 1 : 1/2" : 150# : LJ : CHEMICAL DRAIN
47. REMARKS: \* MANUFACTURERS STANDARD



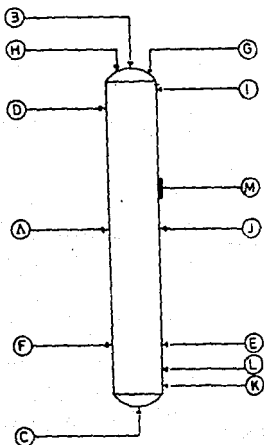
PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

SHEET 1 OF 2  
 DATE NOV 7, 1982  
 BY ATM-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATM-JPB  
 ITEM NO. C-101

1. EQPT NAME: SOLVENTE RECOVERY COLUMN
2. SERVICE: DISTILLATION
3. SHELL : SHELL
4. SHELL: 2'-6" (1D) X 40'-0" (T/T) : THICK IN: MIN : CALC: CORR: TOT
5. HEADS: ( ) ELLIP (X) DISH : SHELL : 1/32: 1 : 1/8 : 1
6. ( ) CONE ( ) FLAT : TOP HD. : 1/32: .063 : 1/8 : 1/4
7. PRESS 37 PSIA OPER 50 DESIGN : BOT. HD. : 1/32: .063 : 1/8 : 1/4
8. TEMP. (F) 400 OPER. DESIGN: JACKET
9. CONTENTS MIX SP.G. 2.0024 : SHELL : : : :
10. HYD. TEST PRESS. (PSIG) 75 PER CODE : TOP HD. : : : :
11. JACKET OR INTERNAL COILS : BOT. HD. : : : :
12. PRESS. (PSIG) OPER. DESIGN: OTHER TEST CONDITIONS
13. TEMP. (F) OPER. DESIGN: RADIOGRAPH (YES) SPOT
14. CONTENTS SP.G : SPECIAL
15. HYD. TEST PRESS. (PSIG) : INSPECTION: INS. CO. CLIENT
16. MATERIAL - ASTM : CODE ASME (YES) STAMP (NO)
17. SHELL C.S. A-516-70 : STRESS RELIEF: (NO)
18. HEADS C.S. A-516-70 : MISC. DATA
19. SUPPORTS C.S. A-516-70 : PAINT (YES) NO. COATS:
20. INTERNALS : PAINT TYPE BY VENDOR
21. PADS : PAINT AREA C.S.
22. FLANGE : MANHOLE: X DAVITS: X HINGE:
23. : NOM. WORKING VOL. GAL. :
24. BOLTING EXTERNAL : ACTUAL VOL. GAL. :
25. : INTERNAL FINISH (NO)
26. GASKETS 1/8" GRAPHITE : VAC STIFF RINGS (YES) (FULL VAC):
27. WEIGHT: EMPTY 1246.05 OPER. 2268.7 : EARTHQUAKE ZONE (YES) TYPE B
28. INSULATION TYPE INHIB. CAL. SIL. : CLASS II TRANSITION 0.20
29. AGITATOR WEIGHT : LIFTING LUGS (YES)
30. LADDER W/CAGE CLIPS : PLATFORMS CLIPS
31. MIST ELIMINATOR (NO) : VORTEX BREAKER

		NOZZLES					
33.	NO.	QTY	SIZE	ASA RAT	FACING	PROJ	SERVICE
34.	A	1	2"	150#	LJ		SURGE FEED
35.	B	1	2"	150#	LJ		VAPOR OUTLET TO CONDENSER
36.	C	1	2"	150#	LJ		LIQUID OUTLET TO REBOILER
37.	D	1	2"	150#	LJ		CONDENSER INLET
38.	E	1	2"	150#	LJ		REBOILER INLET
39.	F	1	2"	150#	LJ		STEAM INLET
40.	G	1	1/2"		NPT		PRESSURE INSTRUMENT
41.	H	1	2"	150#	LJ		PRESSURE SECURITY VALV
42.	I	1	1/2"		NPT		TEMP INSTRUMENT
43.	J	1	1/2"		NPT		TEMP INSTRUMENT
44.	K	1	1/2"		NPT		TEMP INSTRUMENT
45.	L	1	1/2"		NPT		LEVEL CONTROL
46.	M	3	18"	150#			MANHOLE W/DA/IT
47.							
48.							
49.	REMARKS:	# MANUFACTURERS STANDARD					
50.							
51.							
52.							
53.							



## PROCESS SPECIFICATION - VESSEL

SHEET 1 OF 2

PROJECT POLICARBONATE

DATE NOV 7, 1992

ULSA TESIS ATN-JPB

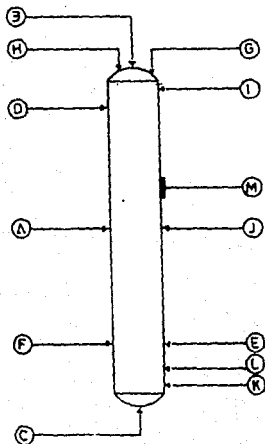
BY ATN-JPB

ITEM NO. C-102

REV. 0

1.	EQPT NAME:	ESTER COLUMN	:		:
2.	SERVICE:	DISTILLATION	:		:
3.	SHELL	:	SHELL	:	:
4.	SHELL:	2'-6" (ID) X 40'-0" (T/T)	:	THICK IN: MIN	:
5.	HEADS:	( ) ELLIP (X) DISH	:	SHELL	:
6.	( ) CONE ( ) FLAT	:	TOP HD.	:	:
7.	PRESS	0.87 PSIA OPER	:	VAC DESIGN	:
8.	TEMP.	(F) 400 OPER.	:	DESIGN:	:
9.	CONTENTS	DIFENIL CARBONATO S.G.2.13:	:	SHELL	:
10.	HYD. TEST PRESS.	(PSIG) VAC PER CODE	:	TOP HD.	:
11.	JACKET OR INTERNAL COILS	:	BOT. HD.	:	:
12.	PRESS.	(PSIG) OPER.	:	DESIGN:	:
13.	TEMP.	(F) OPER.	:	DESIGN:	:
14.	CONTENTS	SP.G	:	SPECIAL	:
15.	HYD. TEST PRESS.	(PSIG)	:	INSPECTION:	:
16.	MATERIAL -	ASTM	:	INS. CO.	:
17.	SHELL	C.S. A-516-70	:	CLIENT	:
18.	HEADS	C.S. A-516-70	:	CODE ASME (YES)	:
19.	SUPPORTS	C.S. A-516-70	:	STAMP (NO)	:
20.	INTERNALS	:	:	STRESS RELIEF:	:
21.	PADS	:	:	(NO)	:
22.	FLANGE	:	:	MISC. DATA	:
23.	BOLTING EXTERNAL	:	:	PAINT (YES)	:
24.	GASKETS	1/8" C.S. A-516-70	:	NO. COATS:	:
25.	WEIGHT:	EMPTY 1246.05 OPER. 2368.8	:	PAINT TYPE BY VENDOR	:
26.	INSULATION TYPE	INHIB. CAL. SIL.	:	PAINT AREA	:
27.	AGITATOR WEIGHT	:	:	C.S.	:
28.	LADDER W/CAGE	CLIPS	:	MANHOLE: X	:
29.	MIST ELIMINATOR	(NO)	:	DAVITS: X	:
			:	HINGE:	:
			:	NOM. WORKING VOL.	:
			:	GAL.	:
			:	ACTUAL VOL.	:
			:	GAL.	:
			:	INTERNAL FINISH (NO)	:
			:	VAC STIFF RINGS (YES)	:
			:	(FULL VAC):	:
			:	EARTHQUAKE ZONE (YES)	:
			:	TYPE B	:
			:	CLASS II TRANSITION	:
			:	0.20	:
			:	LIFTING LUGS (YES)	:
			:	CLIPS	:
			:	PLATFORMS	:
			:	CLIPS	:
			:	VORTEX BREAKER	:

32.	NOZZLES					
33. NO.	QTY	SIZE	ASA RAT	FACING	PROJ	SERVICE
34. A	1	2"	150#	LJ		SURGE FEED
35. B	1	2"	150#	LJ		VAPOR OUTLET TO CONDENSER
36. C	1	2"	150#	LJ		LIQUID OUTLET TO REBOILER
37. D	1	2"	150#	LJ		CONDENSER INLET
38. E	1	2"	150#	LJ		REBOILER INLET
39. F	1	2"	150#	LJ		UNUSED
40. G	1	1/2"		NPT		PRESSURE INSTRUMENT
41. H	1	2"	150#	LJ		PRESSURE SECURITY VALV
42. I	1	1/2"		NPT		TEMP INSTRUMENT
43. J	1	1/2"		NPT		TEMP INSTRUMENT
44. K	1	1/2"		NPT		TEMP INSTRUMENT
45. L	1	1/2"		NPT		LEVEL CONTROL
46. M	3	18"	150#			MANHOLE W/DAVIT
47.						
48.						
49. REMARKS:	* MANUFACTURERS STANDARD					
50.						
51.						
52.						
53.						



## PROCESS SPECIFICATION-SHELL &amp; TUBE HEAT EXCHANGER

SHEET 1 OF 2

PROJECT POLICARBONATE

DATE MAY 10, 1993

ULSA TESIS ATN-JFB

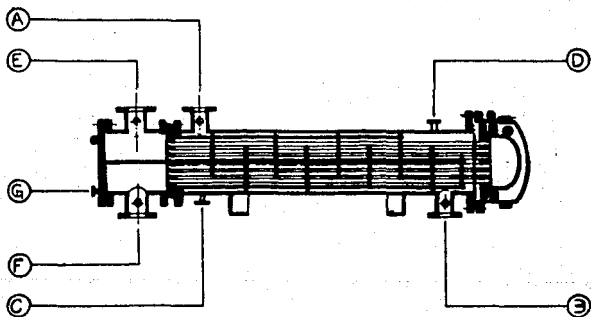
BY ATN-JPB

ITEM NO. E-101

REV. 0

1. EQPT. NAME:	AQUEOUS FEED CHILLER		
2. SERVICE OF UNIT:	SHELL/UNIT: ONE		
3. TYPE OF EXCHANGER:	CEP HORIZONTAL		
	TEMA CLASS: C		
4. SURFACE AREA:	73.304	FT <sup>2</sup>	ASME CODE [YES] STAMP [NO]:
5. PERFORMANCE OF ONE UNIT	:	IN- SHELL -OUT	: IN- TUBE -OUT :
6. FLUID	:	P R O P A N E	: Phenol, H <sub>2</sub> O, NaOH :
7. TOTAL FLOW	LB/H	2,321.42	1,257.11
8. LIQUID	LB/H	:	1,257.11
9. DENSITY	LB/FT <sup>3</sup>	:	73.59   52.49
10. VISCOSITY	CP	:	2.22   17.44
11. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	:	2.357   2.3216
12. THERMAL COND. BTU/H-FT <sup>2</sup> -F/FT	:	:	0.250174
13. VAPOR	LB/H	2,231.42	:
14. MW 44.1 DENSITY	LB/FT <sup>3</sup>	36.69	:
15. VISCOSITY	CP	0.15	:
16. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	-----	:
17. THERMAL COND. BTU/H-FT <sup>2</sup> -F/FT	:	0.008	:
18. LATENT HEAT	BTU/LB	112.000	:
19. NON CONDENSABLES	LB/H	:	:
20. ALLOW -> TEMP F / PRESS PSI	:	320 / 75	: 320 /75, VAC. :
21. TEMP F	:	-5	: -5   100   11 :
22. PRESS PSI	:	35	: 35   :
23. PRESSURE DROP PSI	:	0.0219	: 0.1896 :
24. FOULING RES H-FT <sup>2</sup> -F/BTU CAL.	:		: 0.000207 :
25. LMTD (CORRECTED): 53.02	:	PASSES - 1	: PASSES - 2 :
26. OVER-ALL COEFF: CLEAN: 148.84	:	SERVICE: 66,92213	: ?
27. HEAT EXCHANGED: NORMAL:	:	DESIGN: 260,000	: BTU/HR ?
28. DIMENSIONS:	NOZZLE DIMENSIONS: ?		
29. SHELL NO. X I.D.	:	1 X 08"	: SHELL SIDE : NO, QTY: SIZE: RATING:
30. TUBES, NO. PER SHELL	:	14	: INLET : A : 1 : 2" : 150 # :
31. O.D. X LENGTH	:	1" X 20'	: OUTLET : B : 1 : 2" : 150 # :
32. GAUGE, BWG	:	16	: DRAIN : C : 1 : 1" : 150 # :
33. TUBE PITCH	:	1" ( )	: VENT : D : 1 : 1" : 150 # :
34. REMOVABLE BUNDLE	:	NO	: P. I. : : : : :
35. MATERIALS OF CONSTRUCTION:	:	T. I.	: : : : : :
36. TUBES	:	304 S.S.	: L. I. : : : : :
37. TUBE SHEETS	:	304 S.S.	: TUBE SIDE : :
38. BAFFLES	:	C.S.	: INLET : E : 1 : 2" : 150 # :
39. TUBE SUPPORTS	:	C.S.	: OUTLET : F : 1 : 2" : 150 # :
40.	:		: DRAIN : G : 1 : 1" : 150 # :

41. SHELL	C.S.	VENT	H. 1 : 1"	150 #
42. SHELL COVER/FLANGE	C.S.	P. I.	:	:
43. CHANNEL/BONNET	304 S.S.	T. I.	:	:
44.		C. I.	:	:
45. FLOATING HEAD COVER	304 S.S.	DESIGN NOTES:	:	:
46. CHANNEL FLANGES	304 S.S.		:	:
47. CHANNEL NOZ. FLANGES	304 S.S.		:	:
48. SHELL FLANGES	C.S.		:	:
49. SHELL NOZ. FLANGES	C.S.		:	:
50. GASKETS	GYLON FAWN		:	:
51. REMARKS:			:	:
52.			:	:
53.			:	:



## PROCESS SPECIFICATION-SHELL &amp; TUBE HEAT EXCHANGER

SHEET 1 OF 2

PROJECT POLICARBONATE

DATE MAY 10, 1993

ULSA TESIS ATN-JPB

BY ATN-JPB

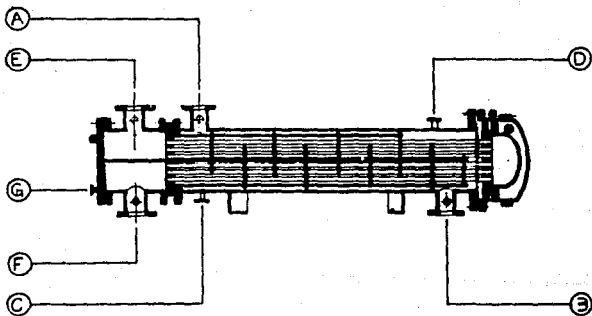
ITEM NO. E-102

REV. 0

1. EQPT. NAME:	ORGANIC FEED CHILLER		SHELL/UNIT: ONE	
2. SERVICE OF UNIT:			TEMA CLASS: C	
3. TYPE OF EXCHANGER:	CEP HORIZONTAL		ASME CODE (YES) STAMP (NO):	
4. SURFACE AREA:	41.88	FT2		
5. PERFORMANCE OF ONE UNIT	:	IN- SHELL -OUT	:	IN- TUBE -OUT
6. FLUID	:	P R O P A N E	:	Fosgene, CH2Cl2,
7.	:		:	Et3N
8. TOTAL FLOW	LB/H	:	1,160.70	:
9. LIQUID	LB/H	:	:	8,659.55
10. DENSITY	LB/FT3	:	:	83.15 ; 83.70
11. VISCOSITY	CP	:	:	0.6586; 0.6621
12. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	:	:	0.2096; 0.12014
13. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT	:	:	:	0.004
14. VAPOR	LB/H	:	1,160.70	:
15. MW 44.1 DENSITY	LB/FT3	:	0.1175	:
16. VISCOSITY	CP	:	0.15	:
17. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	:	-----	:
18. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT	:	:	0.008	:
19. LATENT HEAT	BTU/LB	:	112.00	:
20. NON CONDENSABLES	LB/H	:	:	:
21. ALLOW -> TEMP F / PRESS PSI	:	320 / 75	:	320 /75 , VAC. :
22. TEMP F	:	-5	:	-5 ; 100 ; 11
23. PRESS PSI	:	35	:	35 ; 1
24. PRESSURE DROP PSI	:	0.0059	:	8.859
25. FOULING RES H-FT2-F/BTU CALC.:			0.004535	
26. LMTD (CORRECTED):	53.021	:	PASSES - 1	:
27. OVER-ALL COEFF: CLEAN:	79.51	:	SERVICE: 58.44	?
28. HEAT EXCHANGED: NORMAL:			DESIGN: 130,000 BTU/HR ?	
29. DIMENSIONS:			NOZZLE DIMENSIONS: ?	
30. SHELL NO. X I.D.	:	1 X 08"	:	SHELL SIDE :NO. :QTY:SIZE:RATING:
31. TUBES, NO. PER SHELL	:	8	:	INLET : A : 1 : 2" : 150 #
32. O.D. X LENGTH	:	1" X 20"	:	OUTLET : B : 1 : 2" : 150 #
33. GAUGE, BWG	:	16	:	DRAIN : C : 1 : 1" : 150 #
34. TUBE PITCH	:	1" ( )	:	VENT : D : 1 : 1" : 150 #
35. REMOVABLE BUNDLE	:	NO	:	P. I. : : : : :
36. MATERIALS OF CONSTRUCTION:	:		:	T. I. : : : : :
37. TUBES	:	304 S.S.	:	L. I. : : : : :
38. TUBE SHEETS	:	304 S.S.	:	TUBE SIDE
39. BAFFLES	:	C.S.	:	INLET : E : 1 : 2" : 150 #
40. TUBE SUPPORTS	:	C.S.	:	OUTLET : F : 1 : 2" : 150 #
	:		:	DRAIN : G : 1 : 1" : 150 #



41. SHELL	: C.S.	VENT	: H. I. 1" : 150 W.
42. SHELL COVER/FLANGE	: C.S.	P. I.	: : : : :
43. CHANNEL, BONNET	: 304 S.S.	T. I.	: : : : :
44.		L. I.	: : : : :
45. FLOATING HEAD COVER	: 304 S.S.	DESIGN NOTES:	: : : : :
46. CHANNEL FLANGES	: 304 S.S.		: : : : :
47. CHANNEL NOZ. FLANGES	: 304 S.S.		: : : : :
48. SHELL FLANGES	: C.S.		: : : : :
49. SHELL NOZ. FLANGES	: C.S.		: : : : :
50. GASKETS	: GYLON FAWN :		: : : : :
51. REMARKS:			: : : : :
52.			: : : : :
53.			: : : : :



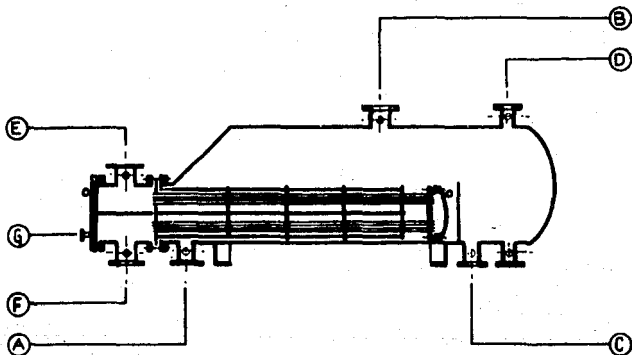
## PROCESS SPECIFICATION-SHELL &amp; TUBE HEAT EXCHANGER

PROJECT	POLICARBONATE	SHEET	1 OF 2
ULSA TESIS ATN-JPB		DATE	NOV 7, 1992
ITEM NO.	E-103	BY	ATN-JPB
		REV.	0

1. EQPT. NAME:	SOLVENT REBOILER	SHELL/UNIT:	ONE
2. SERVICE OF UNIT:	REBOILER	TEMA CLASS:	C
3. TYPE OF EXCHANGER:	CEV HORIZONTAL	ASME CODE [YES]	STAMP [NO]:
4. SURFACE AREA:	146.606 FT2		
5. PERFORMANCE OF ONE UNIT		IN- SHELL -OUT :	IN- TUBE -OUT :
6. FLUID		DIPHENYL CARBONATE:	DOW THERM :
7. TOTAL FLOW	LB/H :	4,625.98 :	6,689.48 :
8. LIQUID	LB/H :	4,625.98 :	:
9. DENSITY	LB/FT3 :	68.240 :	53.806 :
10. VISCOSITY	CP :	0.01225 (400 F) :	:
11. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F :	6.391 :	:
12. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT :		0.010935 :	:
13. VAPOR/GAS	LB/H :	:	6,689.48 :
14. MW 165 DENSITY	LB/FT3 :	:	27.22 : 53.48 :
15. VISCOSITY	CP :	:	0.30 (600 F) :
16. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F :	:	----- :
17. THERMAL COND BTU/H-FT2-F/FT :		:	0.076 :
18. LATENT HEAT	BTU/LB :	125 :	140.5 (700 F) :
19. NON CONDENSABLES	LB/H :	:	:
20. ALLOW -> TEMP F / PRESS PSI	650 / 95	650 / 95	VAC. :
21. TEMP F	400	600	700
22. PRESS PSI	23.43	22.3	:
23. PRESSURE DROP	PSI	5.2100	0.02485
24. FOULING RES H-FT2-F/BTU CALC. :		0.0091139	:
25. LMTD (CORRECTED):	161.477	PASSES - 1	PASSES - 2 :
26. OVER-ALL COEFF: CLEAN:	62.20	SERVICE:	39.70 ?
27. HEAT EXCHANGED: NORMAL:		DESIGN:	940,000 BTU/HR ?
28. DIMENSIONS:		NOZZLE DIMENSIONS:	?
29. SHELL NO. X I.D.	1 X 10"	SHELL SIDE	NO. QTY: SIZE: RATING:
30. TUBES, NO. PER SHELL	28	INLET	A : 1 : 2" : 150 #:
31. O.D. X LENGTH	1" X 20'	OUTLET	B : 1 : 2" : 150 #:
32. GAUGE, BWG	16	DRAIN	C : 1 : 1" : 150 #:
33. TUBE PITCH	1 1/4" ( )	VENT	D : 1 : 1" : 150 #:
34. REMOVABLE BUNDLE	YES	P. I.	:
35. MATERIALS OF CONSTRUCTION:		T. I.	:
36. TUBES	C.S.	L. I.	:
37. TUBE SHEETS	C.S.	TUBE SIDE	:
38. BAFFLES	C.S.	INLET	E : 1 : 2" : 150 #.
39. TUBE SUPPORTS	C.S.	OUTLET	F : 1 : 2" : 150 #:
40.		DRAIN	G : 1 : 1" : 150 #:

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

41.	SHELL	:	C.S.	:	VENT	:	H	:	1	:	1"	:	150	:	ft
42.	SHELL COVER/FLANGE	:	C.S.	:	P. I.	:		:		:		:		:	
43.	CHANNEL/BONNET	:		:	T. I.	:		:		:		:		:	
44.		:		:	L. I.	:		:		:		:		:	
45.	FLOATING HEAD COVER	:	C.S.	:	DESIGN NOTES:	:		:		:		:		:	
46.	CHANNEL FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:		:	
47.	CHANNEL NOZ. FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:		:	
48.	SHELL FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:		:	
49.	SHELL NOZ. FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:		:	
50.	GASKETS	:		:	GYLON FAWN	:		:		:		:		:	
51.	REMARKS:	:		:		:		:		:		:		:	
52.		:		:		:		:		:		:		:	
53.		:		:		:		:		:		:		:	



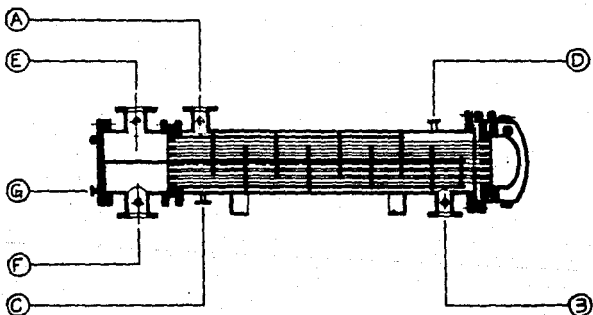
PROCESS SPECIFICATION-SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER

SHEET 1 OF 2  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. E-104

1. EQPT. NAME: AQUEOUS FEED CHILLER  
 2. SERVICE OF UNIT: CONDENSER SHELL/UNIT: ONE  
 3. TYPE OF EXCHANGER: CEP HORIZONTAL TEMA CLASS: C  
 4. SURFACE AREA: 518.23 FT2 ASME CODE [YES] STAMP [NO]:  
 5. PERFORMANCE OF ONE UNIT : IN- SHELL -OUT : IN- TUBE -OUT :  
 6. FLUID : CH2C12 : COOLING WATER :  
 7. TOTAL FLOW LB/H : 9,850.74 : 25,959.62 :  
 8. LIQUID LB/H : : 25,959.62 :  
 9. DENSITY LB/FT3 : : 62.220 : 60.569 :  
 10. VISCOSITY CP : : 1.0 : 0.375 :  
 11. SPECIFIC HEAT BTU/LB-F : : 0.9989 : 1.0078 :  
 12. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT : : 0.340 : :  
 13. VAPOR LB/H : 9,850.74 : : :  
 14. MW 84.94 DENSITY LB/FT3 : 61.314 : 60.739 : : :  
 15. VISCOSITY CP : 0.5402 : 0.3573 : : :  
 16. SPECIFIC HEAT BTU/LB-F : 0.50 : 0.39 : : :  
 17. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT : 0.0063 : : : :  
 18. LATENT HEAT BTU/LB : 112.5 : : : :  
 19. NON CONDENSABLES LB/H : : : : :  
 20. ALLOW -> TEMP F / PRESS PSI : 600 / 95 : 600 /95 ,VAC.:  
 21. TEMP F : 600 : 100 : 77 : 200 :  
 22. PRESS PSI : : : : :  
 23. PRESSURE DROP PSI : 0.1413 : 6.5400 : :  
 24. FOULING RES H-FT2-F/BTU CALC. : 0.01862 : : :  
 25. LMTD (CORRECTED): 197.29 : PASSES - 1 : PASSES - 6 :  
 26. OVER-ALL COEFF: CLEAN: 80.89 SERVICE: 32.37 :  
 27. HEAT EXCHANGED: NORMAL: DESIGN: 3'300,000 BTU/HR :  
 28. DIMENSIONS: NOZZLE DIMENSIONS:  
 29. SHELL NO. X I.D. : 1 X 15-1/4" : SHELL SIDE : NO. : QTY : SIZE : RATING :  
 30. TUBES, NO. PER SHELL : 132 : INLET : A : 1 : 2" : 150 # :  
 31. O.D. X LENGTH : 3/4" X 20" : OUTLET : B : 1 : 2" : 150 # :  
 32. GAUGE, BWG : 16 : DRAIN : C : 1 : 1" : 150 # :  
 33. TUBE PITCH : 15/16" : VENT : D : 1 : 1" : 150 # :  
 34. REMOVABLE BUNDLE : YES : P. 1. : : : : :  
 35. MATERIALS OF CONSTRUCTION: : T. 1. : : : : :  
 36. TUBES : 304 S.S. : L. 1. : : : : :  
 37. TUBE SHEETS : 304 S.S. : TUBE SIDE : : : : :  
 38. BAFFLES : C.S. : INLET : E : 1 : 2" : 150 # :  
 39. TUBE SUPPORTS : C.S. : OUTLET : F : 1 : 2" : 150 # :  
 40. : : DRAIN : G : 1 : 1" : 150 # :

41. SHELL	: C.S.	: VERT	H	: 1	: 1"	: 150	:
42. SHELL COVER FLANGE	: C.S.	: P. I.	:	:	:	:	:
43. CHANNEL/BONNET	: 304 S.S.	: T. I.	:	:	:	:	:
44.		: L. I.	:	:	:	:	:
45. FLOATING HEAD COVER	: 304 S.S.	: DESIGN NOTES:					
46. CHANNEL FLANGES	: 304 S.S.						
47. CHANNEL NOZ. FLANGES	: 304 S.S.						
48. SHELL FLANGES	: C.S.						
49. SHELL NOZ. FLANGES	: C.S.						
50. GASKETS	: GYLON FAWN						
51. REMARKS:							
52.							
53.							



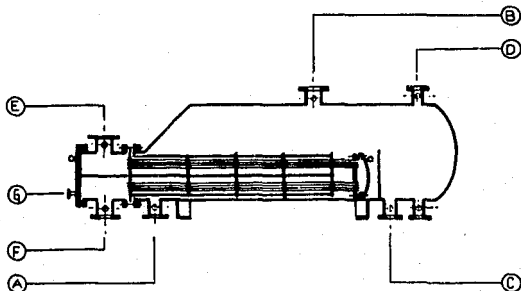
PROCESS SPECIFICATION-SHELL & TUBE HEAT EXCHANGER

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLYCARBONATE  
 ULSA TEIS ATN-JPB  
 ITEM NO. E-105

1. EQPT. NAME:	ESTER REBOILER		
2. SERVICE OF UNIT:	REBOILER		
3. TYPE OF EXCHANGER:	CEU HORIZONTAL	SHELL/UNIT:	ONE
4. SURFACE AREA:	146.608 FT2	TEMA CLASS:	C
5. PERFORMANCE OF ONE UNIT		ASME CODE (YES)	STAMP (NO):
6. FLUID		IN- SHELL -OUT :	IN- TUBE -OUT :
7. TOTAL FLOW	LB/H :	787.40 :	1,138.63 :
8. LIQUID	LB/H :	787.40 :	:
9. DENSITY	LB/FT3 :	68.240 :	:
10. VISCOSITY	CP :	0.01225 :	:
11. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F :	0.391 :	:
12. THERMAL COND.	BTU/H-FT2-F/FT :	0.010935 :	:
13. VAPOR/GAS	LB/H :	:	1,138.63 :
14. MW 165 DENSITY	LB/FT3 :	53.806 :	27.22 : 53.48 :
15. VISCOSITY	CP :	0.01225 :	0.30 (600 F) :
16. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F :	0.391 :	----- :
17. THERMAL COND	BTU/H-FT2-F/FT :	0.010935 :	0.076 :
18. LATENT HEAT	BTU/LB :	125 :	140.5 (700 F) :
19. NON CONDENSABLES	LB/H :	:	:
20. ALLOW -> TEMP F / PRESS PSI	650 / 95	650 / 95	650 / 95 VAC. :
21. TEMP F	400	600	700 : 700 :
22. PRESS PSI	:	:	:
23. PRESSURE DROP PSI	1.161	:	0.00128 :
24. FOULING RES H-FT2-F/BTU CALC.:		0.09924	:
25. LMTD (CORRECTED):	161.47	PASSES - 1	PASSES - 2 :
26. OVER-ALL COEFF: CLEAN:	20.44	SERVICE:	6.7588 :
27. HEAT EXCHANGED:	NORMAL:	DESIGN:	160,000 BTU/HR :
28. DIMENSIONS:		NOZZLE DIMENSIONS:	:
29. SHELL NO. X I.D.	1 X 10"	SHELL SIDE NO.:	QTY:SIZE:RATING:
30. TUBES, NO. PER SHELL :	28	INLET :	A : 1 : 2" : 150 # :
31. O.D. X LENGTH :	1" X 20'	OUTLET :	B : 1 : 2" : 150 # :
32. GAUGE, BWG :	16	DRAIN :	C : 1 : 1" : 150 # :
33. TUBE PITCH :	1 1/4" ( )	VENT :	D : 1 : 1" : 150 # :
34. REMOVABLE BUNDLE :	YES	P. 1.	:
35. MATERIALS OF CONSTRUCTION:		T. 1.	:
36. TUBES :	C.S.	L. 1.	:
37. TUBE SHEETS :	C.S.	TUBE SIDE	:
38. BAFFLES :	C.S.	INLET :	E : 1 : 2" : 150 # :
39. TUBE SUPPORTS :	C.S.	OUTLET :	F : 1 : 2" : 150 # :
40. :	:	DRAIN :	G : 1 : 1" : 150 # :

41. SHELL	:	C.S.	:	VENT	:	H	:	1"	:	150 #	:
42. SHELL COVER/FLANGE	:	C.S.	:	P. I.	:		:		:		:
43. CHANNEL/BONNET	:		:	T. I.	:		:		:		:
44.	:		:	L. I.	:		:		:		:
45. FLOATING HEAD COVER	:	C.S.	:	DESIGN NOTES:	:		:		:		:
46. CHANNEL FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:
47. CHANNEL NOZ. FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:
48. SHELL FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:
49. SHELL NOZ. FLANGES	:	C.S.	:		:		:		:		:
50. GASKETS	:	GYLON FAWN	:		:		:		:		:
51. REMARKS:	:		:		:		:		:		:
52.	:		:		:		:		:		:
53.	:		:		:		:		:		:



## PROCESS SPECIFICATION-SHELL &amp; TUBE HEAT EXCHANGER

SHEET 1 OF 2

PROJECT POLICARBONATE

DATE NOV 7, 1992

ULSA TESIS ATN-JPB

BY ATN-JPB

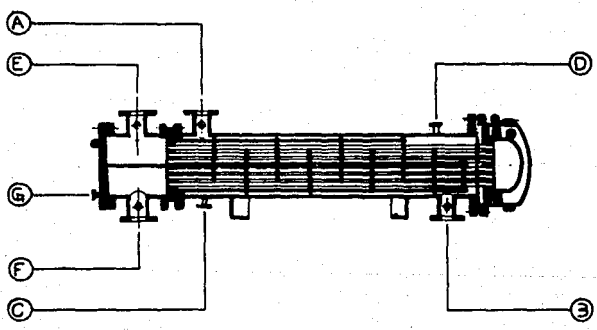
ITEM NO. E-106

REV. 0

1. EQPT. NAME:	ESTER CONDENSER				
2. SERVICE OF UNIT:	CONDENSER		SHELL/UNIT: ONE		
3. TYPE OF EXCHANGER:	CEP HORIZONTAL		TEMA CLASS: C		
4. SURFACE AREA:	18.84 FT2		ASME CODE (YES) STAMP (NO):		
5. PERFORMANCE OF ONE UNIT			1N- SHELL -OUT	1N- TUBE -OUT	
6. FLUID			DIPHENYL CARBONATE	COOLING WATER	
7. TOTAL FLOW	LB/H	1,968.50		3,241.20	
8. LIQUID	LB/H			3,421.20	
9. DENSITY	LB/FT3	79.34	62.220	60.569	
10. VISCOSITY	CP	0.1122	1.0	0.375	
11. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	0.391	0.9989	1.0078	
12. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT			0.340		
13. VAPOR	LB/H	1,968.50			
14. MW 214.12 DENSITY	LB/FT3	79.39			
15. VISCOSITY	CP	0.1122			
16. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	0.391			
17. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT		0.01093			
18. LATENT HEAT	BTU/LB	125			
19. NON CONDENSABLES	LB/H				
20. ALLOW -> TEMP F / PRESS PSI		600 / 95	600 / 95	VAC.	
21. TEMP F		600	400	77	200
22. PRESS FSI					
23. PRESSURE DROP PSI		0.158		0.181	
24. FOULING RES H-FT2-F/BTU calc.			0.0000868		
25. LMTD (CORRECTED):	74.25	PASSES - 1	PASSES - 6		
26. OVER-ALL COEFF: CLEAN:	282.23	SERVICE:	285.00		
27. HEAT EXCHANGED:	NORMAL:	DESIGN:	400,000 BTU/HR		
28. DIMENSIONS:		NOZZLE DIMENSIONS:			
29. SHELL NO. X I.D.	1 X 08"	SHELL SIDE	NO. QTY	SIZE	RATING
30. TUBES, NO. PER SHELL	12	INLET	A	1 2"	150 #
31. O.D. X LENGTH	3/4" X 8'	OUTLET	B	1 2"	150 #
32. GAUGE, BWG	16	DRAIN	C	1 1"	150 #
33. TUBE PITCH	13/16"	VENT	D	1 1"	150 #
34. REMOVABLE BUNDLE	YES	P. I.			
35. MATERIALS OF CONSTRUCTION:		T. I.			
36. TUBES	304 S.S.	L. I.			
37. TUBE SHEETS	304 S.S.	TUBE SIDE			
38. BAFFLES	C.S.	INLET	E	1 2"	150 #
39. TUBE SUPPORTS	C.S.	OUTLET	F	1 2"	150 #
40.		DRAIN	G	1 1"	150 #



41. SHELL	C.S.	VENT	1"	150	:
42. SHELL COVER/FLANGE	C.S.	F. I.	:	:	:
43. CHANNEL/BUNNET	304 S.S.	T. I.	:	:	:
44.	:	L. I.	:	:	:
45. FLOATING HEAD COVER	304 S.S.	DESIGN NOTES:	:	:	:
46. CHANNEL FLANGES	304 S.S.	:	:	:	:
47. CHANNEL NOZ. FLANGES	304 S.S.	:	:	:	:
48. SHELL FLANGES	C.S.	:	:	:	:
49. SHELL NOZ. FLANGES	C.S.	:	:	:	:
50. GASKETS	GYLON FAWH	:	:	:	:
51. REMARKS:	:	:	:	:	:
52.	:	:	:	:	:
53.	:	:	:	:	:



## PROCESS SPECIFICATION-SHELL &amp; TUBE HEAT EXCHANGERS

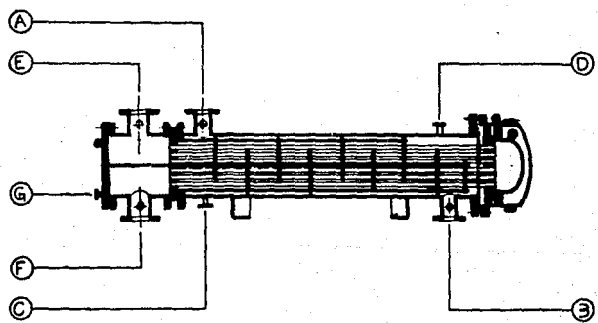
SHEET 1 OF 2

PROJECT FOLICARBONATE  
 JULIA TESTS ATH-JFE  
 ITEM NO. E-201

LATE NOV 7, 1992  
 BY ATH-JFE  
 REV. 0

1. EQPT. NAME:	PHENOL CONDENSER				
2. SERVICE OF UNIT:	CONDENSER	SHELL/UNIT:	GHE		
3. TYPE OF EXCHANGER:	CEP HORIZONTAL	TEMA CLASS:	C		
4. SURFACE AREA:	78.52 FT <sup>2</sup>	ASME CODE (YES) STAMP (NO):			
5. PERFORMANCE OF ONE UNIT		IN- SHELL -OUT :	IN- TUBE -OUT :		
6. FLUID		PHENOL :	COOLING WATER :		
7. TOTAL FLOW	LB/H :	1,028.82 :	2,835.60 :		
8. LIQUID	LB/H :	:	2,835.60 :		
9. DENSITY	LB/FT <sup>3</sup> :	65.53 :	62.220 :	60.569 :	
10. VISCOSITY	CP :	2.50 :	1.0 :	0.375 :	
11. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F :	0.3840 :	0.9989 :	1.0078 :	
12. THERMAL COND. BTU/H-FT <sup>2</sup> -F/FT :			0.340 :		
13. VAPOR	LB/H :	1,028.82 :	:	:	
14. MW 94.144 DENSITY	LB/FT <sup>3</sup> :	64.37 :	:	:	
15. VISCOSITY	CP :	0.115 :	:	:	
16. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F :	0.6505 :	:	:	
17. THERMAL COND. BTU/H-FT <sup>2</sup> -F/FT :		0.0871 :	:	:	
18. LATENT HEAT	BTU/LB :	210.92 :	:	:	
19. NON CONDENSABLES	LB/H :	:	:	:	
20. ALLOW - / TEMP F / PRESS PSI :	600 / 95 :	600 / 95 :	VAC. :		
21. TEMP F	400 :	150 :	77 :	290 :	
22. PRESS PSI	:	:	:	:	
23. PRESSURE DROP PSI		1.1800 :	1.7800 :		
24. FOULING RES H-FT <sup>2</sup> -F/BTU CALC. :			0.005188 :		
25. LMTD (CORRECTED):	102.84 :	PASSES - 1 :	PASSES - 6 :		
26. OVER-ALL COEFF: CLEAN:	51.91 :	SERVICE:	43.34 :		
27. HEAT EXCHANGED: NORMAL:		DESIGN:	350,000 BTU/HR :		
28. DIMENSIONS:		NOZZLE DIMENSIONS:			
29. SHELL NO. X I.D. :	1 X 10" :	SHELL SIDE (NO. QTY:SIZE:RATING):			
30. TUBES, NO. PER SHELL :	40 :	INLET :	A : 1 : 2" : 150 # :		
31. O.D. X LENGTH :	3/4" X 10" :	OUTLET :	B : 1 : 2" : 150 # :		
32. GAUGE, BWG :	16 :	DRAIN :	C : 1 : 1" : 150 # :		
33. TUBE PITCH :	1" ( ) :	VENT :	D : 1 : 1" : 150 # :		
34. REMOVABLE BUNDLE :	YES :	P. I. :	:	:	
35. MATERIALS OF CONSTRUCTION:		T. I. :	:	:	
36. TUBES	304 S.S. :	L. I. :	:	:	
37. TUBE SHEETS	304 S.S. :	TUBE SIDE			
38. BAFFLES	C.S. :	INLET :	E : 1 : 2" : 150 # :		
39. TUBE SUPPORTS	C.S. :	OUTLET :	F : 1 : 2" : 150 # :		
40.		DRAIN :	G : 1 : 1" : 150 # :		

41. SHELL	: C.S.	: VENT	: H : 1 : 1" : 150 # :
42. SHELL COVER/FLANGE	: C.S.	: F. I.	: : : : : :
43. CHANNEL/BONNET	: 304 S.S.	: T. I.	: : : : : :
44.		: L. I.	: : : : : :
45. FLOATING HEAD COVER	: 304 S.S.	: DESIGN NOTES:	
46. CHANNEL FLANGES	: 304 S.S.		
47. CHANNEL NOZ. FLANGES	: 304 S.S.		
48. SHELL FLANGES	: C.S.		
49. SHELL NOZ. FLANGES	: C.S.		
50. GASKETS	: GYLON FAVH		
51. REMARKS:			
52.			
53.			



## PROCESS SPECIFICATION-SHELL &amp; TUBE HEAT EXCHANGER

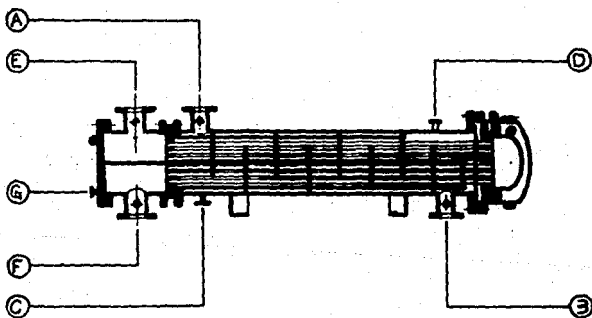
SHEET 1 OF 2

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESTS ATN-JPB  
 ITEM NO. E-301

DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

1. EQPT. NAME:	ESTER CONDENSER						
2. SERVICE OF UNIT:	CONDENSER			SHELL/UNIT:	ONE		
3. TYPE OF EXCHANGER:	CEP HORIZONTAL			TEMA CLASS:	C		
4. SURFACE AREA:	8.37 FT2			ASME CODE (YES) STAMP (NO):			
5. PERFORMANCE OF ONE UNIT				IN- SHELL -OUT	IN- TUBE -OUT		
6. FLUID	DIPHENYL CARBONATE: COOLING WATER						
7. TOTAL FLOW	LB/H	:	40.25	:	129.6469		
8. LIQUID	LB/H	:	40.25	:	129.6469		
9. DENSITY	LB/FT3	:	78.85	:	62.220	:	60.569
10. VISCOSITY	CP	:	2.40	:	1.0	:	0.375
11. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	:	0.42	:	0.9989	:	1.0078
12. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT	:	:	0.0109	:	0.340		
13. VAPOR	LB/H	:	40.25	:			
14. MW 214.12 DENSITY	LB/FT3	:	53.80	:			
15. VISCOSITY	CP	:	0.1100	:			
16. SPECIFIC HEAT	BTU/LB-F	:	0.67	:			
17. THERMAL COND. BTU/H-FT2-F/FT	:	:	0.01093	:			
18. LATENT HEAT	BTU/LB	:	125.00	:			
19. NON CONDENSABLES	LB/H	:		:			
20. ALLOW -> TEMP F / PRESS PSI	:	:	600 / 95	:	600 / 95	:	VAC.
21. TEMP F	:	:	600	:	100	:	77 / 200
22. PRESS PSI	:	:		:			
23. PRESSURE DROP PSI	:	:	.0005	:	0.001		
24. FOULING RES H-FT2-F.BTU CALC.	:	:		:	0.069701		
25. LMTD (CORRECTED):	197.294	:	PASSES - 1	:	PASSES - 4		
26. OVER-ALL COEFF: CLEAN:	73.50	:	SERVICE:	0.6800			
27. HEAT EXCHANGED: NORMAL:		:	DESIGN:	16,000 BTU/HR			
28. DIMENSIONS:	NOZZLE DIMENSIONS:						
29. SHELL NO. X I.D.	:	1 X 08"	SHELL SIDE	NO.:	QTY:	SIZE:	RATING:
30. TUBES, NO. PER SHELL	:	8	INLET	:	A :	1 :	2" : 150 #
31. O.D. X LENGTH	:	1' X 4'	OUTLET	:	B :	1 :	2" : 150 #
32. GAUGE, BWG	:	16	DRAIN	:	C :	1 :	1" : 150 #
33. TUBE PITCH	:	1 1/4" (■)	VENT	:	D :	1 :	1" : 150 #
34. REMOVABLE BUNDLE	:	YES	P. 1.	:	:	:	:
35. MATERIALS OF CONSTRUCTION:	:	T. 1.	:	:	:	:	:
36. TUBES	:	304 S.S.	L. 1.	:	:	:	:
37. TUBE SHEETS	:	304 S.S.	TUBE SIDE				
38. BAFFLES	:	C.S.	INLET	:	E :	1 :	2" : 150 #
39. TUBE SUPPORTS	:	C.S.	OUTLET	:	F :	1 :	2" : 150 #
40.	:		DRAIN	:	G :	1 :	1" : 150 #

41.	SHELL	: C.S.	: VENT	: H	: 1	: 1"	: 150 #
42.	SHELL COVER/FLANGE	: C.S.	: P. I.	: :	: :	: :	: :
43.	CHANNEL/SUNNET	: 304 S.S.	: T. I.	: :	: :	: :	: :
44.			: L. I.	: :	: :	: :	: :
45.	FLOATING HEAD COVER	: 304 S.S.	: DESIGN NOTES:				
46.	CHANNEL FLANGES	: 304 S.S.					
47.	CHANNEL NOZ. FLANGES	: 304 S.S.					
48.	SHELL FLANGES	: C.S.					
49.	SHELL NOZ. FLANGES	: C.S.					
50.	GASKETS	: GYLON FAWN					
51.	REMARKS:						
52.							
53.							



## PROCESS SPECIFICATION - AGITATOR

SHEET 1 OF 2  
DATE NOV 7, 1962  
BY ATM-JPB  
REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
ULSA TESIS ATM-JPB  
ITEM NO. G-101

1. EQUIP. NAME: MAKE-UP PHOSGENATION REACTOR  
 2. TYPE:  PROPELLER  TURBINE  PADDLE  STATIC  
 3.  OTHER  
 4. ASSOCIATED VESSEL NO: R-101 ASSOCIATED LINE NO:  
 5. VESSEL: OPEN TOP  CLOSED TOP  HORIZ.  VERT.   
 6. SIZE: 4'-00" I.D. X 3'-10" STRAIGHT SIDE OR LENGTH  
 7. BOTTOM TYPE: FLAT  FLANGE & DISH  2:1 S.E.  CONE   
 8. TOP TYPE: FLAT  FLANGE & DISH  2:1 S.E.   
 9. MIXER MOUNTING FLANGE: SIZE RATING  
 10. LOCATION OF AGITATOR EXT.BEAM.  TOP-CENTER.   
 11. DESIGN PRESSURE VAC/125 PSI DESIGN TEMPERATURE 300 F  
 12. BAFFLES: NO. 4 WIDTH 0'-3" TH 0'-34" VERT.  HORIZ.   
 13. DEGREE OF AGITATION:  MILD  VIOLENT  MEDIUM  HIGH  
 14. TYPE OF OPERATION:  BATCH  CONTINUOUS  
 15. CLASS OF AGITATION:  BLENDING  DISSOLVING  
 16.  HEAT TRANSFER  GAS DISPERSION  
 17.  EMULSIFICATION  SOLIDS SUSPENSION  
 18.  CRYSTALLIZATION  
 19. FOAMING TENDENCY:  LOW  MEDIUM  HIGH  
 20. TOO MUCH AGITATION WILL: PRODUCE EXCESS FOAM  
 21. TOO LITTLE AGITATION WILL: NOT GET GOOD MIX  
 22. MIXING CYCLE: (In order of addition) TIME:  
 23. COMPONENT : STATE : QUANTITY : VISCOSITY : SP. G. : PRES : TEMP  
 24. : : (lb/hr) : cp : : : :  
 25. a. PHENOL : LIQUID : 979.0 : \ : : : :  
 26. b. CAUSTIC SOL: LIQUID : 1,156.0 : > 17.44-->0.64--> --> 11  
 27. c. WATER : LIQUID : 1,713.0 : / : : : :  
 28. d. PHOSGENE : LIQUID : 649.0 : \ : : : :  
 29. e. CH2Cl2 : LIQUID : 5,853.0 : > 0.6621-->1.43--> --> 11  
 30. f. (C2H5)3N : LIQUID : 10.0 : / : : : :  
 31. g. : : : : : : :  
 32. h. : : : : : : :  
 33. TOTAL MIX : 19,710.0 : 6.9131 : 1.21 : : 11  
 34. BATCH SIZE: MIN: MAX:  
 35. CONTINUOUS RATE: NORMAL: 4,855.0 lb/hr MAX: 9,710 lb/hr  
 36. INSOLUBLE SOLIDS CONCENTRATION:  
 37. SOLIDS CHARACTERISTICS:  
 38. MIXER: MOTOR DRIVE: AC  DC  EXP. PROOF  TFC  D.P.   
 39. 3 PHASE 60 CYCLE 440 VOLTS

40.	MIXER: TURBINE DRIVE:	WYE STEAM	N/A	PSIG	F	:	
41.		EXHAUST STEAM	N/A	PSIG	F	:	
42.	SHAFT SEAL:	MECH. (X) PACKING (X) TYPE	LUBRICATION :		INTERNAL	:	
43.	SIZE OPENING FOR IMPELLER :	0'-05"					:
44.	HEAD ROOM ABOVE VESSEL :						:
45.	MATERIALS OF CONSTRUCTION	304 S.S.					:
46.		DATA BY VENDOR					:
47.	MIXER MODEL NO. :						:
48.	DRIVE:	HORSEPOWER	5 HP	RPM	116.5	MFR.:	
49.	GEAR:	RATIO	AGMA RATING	OUTPUT RPM	MFR.:		
50.	SHAFT COUPLING:						:
51.	MECHANICAL SEAL:						:
52.	STUFFING BOX:						:
53.	SHAFT:	O.D.	LENGTH FROM MOUNTING FLANGE				:
54.	IMPELLER:	TYPE	O.D.	NO. BLADES			:
55.		REMOVABLE FROM SHAFT	(YES) (NO)				:

PROCESS SPECIFICATION - AGITATOR

SHEET 1 OF 2  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. G-201-206

1. EQUIP. NAME: MAKE-UP TRANSESTERIFICATION REACTORS  
 2. TYPE:  PROPELLER  TURBINE  PADDLE  STATIC  
 3.  OTHER  
 4. ASSOCIATED VESSEL NO: R-201-206 ASSOCIATED LINE NO:  
 5. VESSEL: OPEN TOP  CLOSED TOP  HORIZ.  VERT.   
 6. SIZE: 3'-04" I.D. X 3'-02" STRAIGHT SIDE OR LENGTH  
 7. BOTTOM TYPE: FLAT  FLANGE & DISH  2:1 S.E.  CONE   
 8. TOP TYPE: FLAT  FLANGE & DISH  2:1 S.E.   
 9. MIXER MOUNTING FLANGE: SIZE RATING  
 10. LOCATION OF AGITATOR EXT. BEAM.  TOP-CENTER.   
 11. DESIGN PRESSURE VAC/125 PSI DESIGN TEMPERATURE 300 F  
 12. BAFFLES: NO. 4 WIDTH 0'-3" TH 0'-30" VERT.  HORIZ.   
 13. DEGREE OF AGITATION:  VIOLENT  MEDIUM  MILD  
 14. TYPE OF OPERATION:  BATCH  CONTINUOUS  
 15. CLASS OF AGITATION:  BLENDING  DISSOLVING  
 16.  HEAT TRANSFER  GAS DISPERSION  
 17.  EMULSIFICATION  SOLIDS SUSPENSION  
 18.  CRYSTALLIZATION  
 19. FOAMING TENDENCY:  LOW  MEDIUM  HIGH  
 20. TOO MUCH AGITATION WILL: PRODUCE EXCESS FOAM  
 21. TOO LITTLE AGITATION WILL: NOT GET GOOD MIX  
 22. MIXING CYCLE: (In order of addition) TIME:  
 23. COMPONENT : STATE : QUANTITY : VISCOSITY : S.P. G. : PRES : TEMP  
 24. : : (lb/hr) : cp : : : F  
 25. a. DIPHENIL : : : : : :  
 26. CARBONATE : LIQUID : 1,143.00 : : 1.272 : 400 :  
 27. b. BISPHENOL-A : LIQUID : 1,160.00 : : 1.195 : 60 :  
 28. d. : : : : : :  
 29. e. : : : : : :  
 30. f. : : : : : :  
 31. g. : : : : : :  
 32. h. : : : : : :  
 33. TOTAL MIX : : 2,303.00 : : 1.23 : 250 :  
 34. BATCH SIZE: MIN: MAX:  
 35. CONTINUOUS RATE: NORMAL: 1151.5 lb/hr MAX: 2,303 lb/hr  
 36. INSOLUBLE SOLIDS CONCENTRATION:  
 37. SOLIDS CHARACTERISTICS:  
 38. MIXER: MOTOR DRIVE: AC  DC  EXP. PROOF  TFC  D.P.   
 39. 3 PHASE 60 CYCLE 440 VOLTS



40.	MIXER: TURBINE DRIVE: LIVE STEAM	N/A	PSIG	F	:	
41.		EXHAUST STEAM	N/A	PSIG	F	
42.	SHAFT SEAL: MECH. (X) PACKING (X) TYPE	LUBRICATION : INTERNAL			:	
43.	SIZE OPENING FOR IMPELLER :	0'-05"			:	
44.	HEAD ROOM ABOVE VESSEL :				:	
45.	MATERIALS OF CONSTRUCTION	304 S.S.			:	
46.		DATA BY VENDOR			:	
47.	MIXER MODEL NO. :				:	
48.	DRIVE:	HORSEPOWER	15 HP	RPM	116.5	MFR. :
49.	GEAR:	RATIO	AGMA RATING	OUTPUT RPM	MFR. :	
50.	SHAFT COUPLING:				:	
51.	MECHANICAL SEAL:				:	
52.	STUFFING BOX:				:	
53.	SHAFT:	O.D.	LENGTH FROM MOUNTING FLANGE		:	
54.	IMPELLER:	TYPE	O.D.	NO. BLADES	:	
55.		REMOVABLE FROM SHAFT	(YES) (NO)		:	

## PROCESS SPECIFICATION - AGITATOR

SHEET 1 OF 2

PROJECT POLICARBONATE  
 ULEA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. G-301

DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

1. EQUIP. NAME: MAKE-UP MIX VESSEL
2. TYPE:  PROPELLER  TURBINE  PALLET  STATIC
3.  OTHER
4. ASSOCIATED VESSEL NO: 4-211 ASSOCIATED LINE NO:
5. VESSEL: OPEN TOP  CLOSED TOP  HORIZ.  VERT.
6. SIZE: 7'-08" I.D. X 7'-05" STRAIGHT SIDE OR LENGTH:
7. BOTTOM TYPE: FLAT  FLANGE & DISH  2:1 S.E.  CONE
8. TOP TYPE: FLAT  FLANGE & DISH  2:1 S.E.
9. MIXER MOUNTING FLANGE: SIZE RATING
10. LOCATION OF AGITATOR EXT. BEAN.  TOP-CENTER.
11. DESIGN PRESSURE (VAC/125 PSI) DESIGN TEMPERATURE 300 F
12. GAFFLES: NO. 4 WIDTH 0'-7" TH 0'-6" VERT.  HORIZ.
13. DEGREE OF AGITATION:  VIOLENT  MEDIUM  MILD
14. TYPE OF OPERATION:  BATCH  CONTINUOUS
15. CLASS OF AGITATION:  BLENDING  DISSOLVING
16.  HEAT TRANSFER  GAS DISPERSION
17.  EMULSIFICATION  SOLIDS SUSPENSION
18.  CRYSTALLIZATION
19. FOAMING TENDENCY:  LOW  MEDIUM  HIGH
20. TOO MUCH AGITATION WILL:
21. TOO LITTLE AGITATION WILL: NOT GET GOOD MIX
22. MIXING CYCLE: (in order of addition) TIME:
23. COMPONENT : STATE : QUANTITY : VISCOSITY : SP. G. : PRES : TEMP
24. : : lb/batch : cp : : PSIG : F
25. a. DIPHENYL : : : : : : :
26. CARBONATE : LIQUID : 9,144.0 : : : 1.272 : 400
27. b. BISPHENOL-A : SOLID : 9,260.0 : : : 1.195 : ATM : 60
28. c. ADDITIVES : LIQUID : 10.0 : : : : ATM : 60
29. d. : : : : : : :
30. e. : : : : : : :
31. f. : : : : : : :
32. g. : : : : : : :
33. TOTAL MIX : : 18,434.0 : : : : :
34. BATCH SIZE: MIN: 9,217 MAX: 18,434
35. CONTINUOUS RATE: NORMAL: MAX:
36. INSOLUBLE SOLIDS CONCENTRATION:
37. SOLIDS CHARACTERISTICS:
38. MIXER: MOTOR DRIVE: AC  DC  EXP. PROOF  TEST  O.P.
39. 3 PHASE 60 CYCLE 440 VOLTS

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

40.	MIXER: TURBINE DRIVE:	LIVE STEAM	N/A	PSIG	F	:	
41.		EXHAUST STEAM	N/A	PSIG	F	:	
42.	SHAFT SEAL:	MECH. (X) PACKING (X)	TYPE	LUBRICATION :	INTERNAL	:	
43.	SIZE OPENING FOR IMPELLER :	0'-05"					:
44.	HEAD ROOM ABOVE VESSEL :						:
45.	MATERIALS OF CONSTRUCTION	304 S.S.					:
46.		DATA BY VENDOR					:
47.	MIXER MODEL NO. :						:
48.	DRIVE:	HORSEPOWER	15 HP	RPM	118.5	MFR.:	
49.	GEAR:	RATIO	AGMA RATING	OUTPUT RPM		MFR.:	
50.	SHAFT COUPLING:						:
51.	MECHANICAL SEAL:						:
52.	STUFFING BOX:						:
53.	SHAFT:	O.D.	LENGTH FROM MOUNTING FLANGE				:
54.	IMPELLER:	TYPE	O.D.	NO. BLADES			:
55.		REMOVABLE FROM SHAFT	(YES) (NO)				:

**TESIS CON  
FALLA EN ORIGEN**

PROCESS SPECIFICATION - CENTRIFUGAL-CLARIFIER

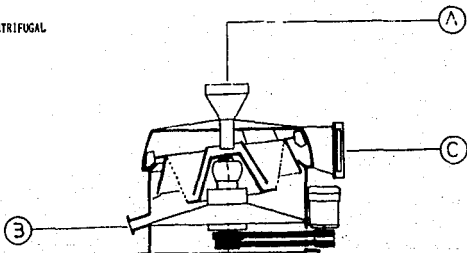
SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATN-JPB  
 ITEM NO. S-101

1. EQPT NAME: LIQUID CENTRIFUGAL
2. SERVICE: SEPARATION & CLARIFIER
3. UNITS 1 OPERATING 1 SPARE TYPE VERTICAL
4. ELEMENT TYPE THRON-AWAT
5. PHASE RECOVERED : HIGH SP.G. : HIGH SP.G. : LOW SP.G.
6. NAME OF FLUID : CH2Cl2/ H2O/ : H2O / ET3M /
7. : D(CDCGHS)2/ : HCl/NaCl/CO/
8. : NaCl/ MIX : MIX
9. % SOLIDS : 0 : 0
10. QUANTITY FLUID lb/hr : 6,980.00 : 3,564.00
11. OPERATING PRES INFEEED 14.7 PSI
12. OPERATING PRES DISCHARGE 14.7 PSI
13. OPERATING TEMPERATURE 86 F
14. SPECIFIC GRAVITY 1.275 MIX
15. VISCOSITY CP
16. WASH LIQUID TPE & AMOUNT : H2O & HCL MIX/ 60 lb/hr
17. DESIGN PRESSURE 60 PSIG DESIGN TEMP. F CORR. ALL. 1/16"
18. CODES ASME HIGH POLISHED
19. MATERIALS OF CONSTRUCTION : CONNECTIONS : NO. : SIZE:ASA P.:
20. PERFORATED BASKET : 304 S.S. : INLET : A : 1 : 2" : 1500
21. FEED PIPE : A-285-C C.S. : OUTLET : B : 1 : 2" : 1500
22. LIQUID INLET : 304 S.S. : DRAIN : C : 1 : 1" : 1500
23. LIQUID OUTLETS : 304 S.S.
24. VESSEL : 304 S.S.
25. GASKETS : TEFLON
26. CENTRIFUGE CASE SUPPORT: A-285-C C.S.
27. VENDOR : BAKER PERKINS TYPE NO. CLASS IV-S-15
28. HP OF MOTOR : DRIVE 7.5 HYD PUMP 0 : SIZE S-15
29. LENGH 7'-11" WIDTH 5'-0" HEIGHT 4'-1" WEIGHT 8,000 lb

REMARKS

MANUFACTURE STANDAR CONTINUOUS CENTRIFUGAL



PROCESS SPECIFICATION - CENTRIFUGAL-CLARIFIER

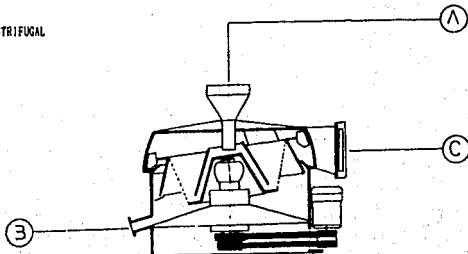
SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATM-JFB  
 REV. 0

PROJECT POLICARBONATE  
 ULSA TESIS ATM-JFB  
 ITEM NO. S-102

1. EQPT NAME: LIQUID CENTRIFUGAL
2. SERVICE: SEPARATION & CLARIFIER
3. UNITS 1 OPERATING 1 SPARE TYPE VERTICAL
4. ELEMENT TYPE THROW-AWAY
5. PHASE RECOVERED : HIGH SP.G. ; HIGH SP.G. ; LOW SP.G.
6. NAME OF FLUID :H2O / CH2C12/; H2O / NaCl /
7. :D(COC6H5)2 ;MIX
8. :NIX ;
9. % SOLIDS : 0 ; 0
10. QUANTITY FLUID lb/hr : 6,976.00 ; 3,482.00
11. OPERATING PRES INFEED 14.7 PSI
12. OPERATING PRES DISCHARGE 14.7 PSI
13. OPERATING TEMPERATURE 86 F
14. SPECIFIC GRAVITY 1.235 MIX
15. VISCOSITY CP
16. WASH LIQUID TYPE & AMOUNT : H2O & HCL MIX/ 60 lb/hr
17. DESIGN PRESSURE 60 PSIG DESIGN TEMP. F CORR. ALL. 1/16"
18. CODES ASME HIGH POLISHED
19. MATERIALS OF CONSTRUCTION : CONNECTIONS (NO. & SIZE):ASA B.
20. PERFORATED BASKET : 304 S.S. ; INLET : A : 1 : 2" ; 150#
21. FEED PIPE : A-285-C C.S. ; OUTLET : B : 1 : 2" ; 150#
22. LIQUID INLET : 304 S.S. ; DRAIN : C : 1 : 1" ; 150#
23. LIQUID OUTLETS : 304 S.S. ;
24. VESSEL : 304 S.S. ;
25. GASKETS : TEFLON ;
26. CENTRIFUGE CASE SUPPORT: A-285-C C.S. ;
27. VENDOR :BAKER PERKINS TYPE NO. CLASS IV-S-15
28. HP OF MOTOR : DRIVE 7.5 HYD PUMP 0 : SIZE S-15
29. LENGH 7'-11" WIDTH 5'-0" HEIGHT 4'-1" WEIGHT 8,000 lb;

30.  
 31.  
 32. \* REMARKS \*

33.  
 34. MANUFACTURE STANDAR CONTINUOUS CENTRIFUGAL  
 35.  
 36.  
 37.  
 38.  
 39.  
 40.

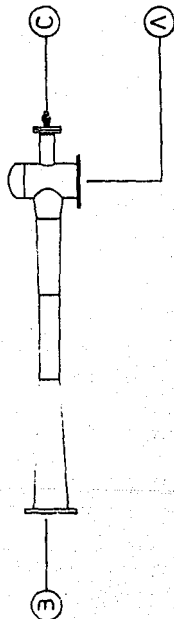


PROCESS SPECIFICATION - JET VACUUM

SHEET 1 OF 1  
 DATE NOV 7, 1992  
 BY ATN-JPB  
 REV. 0

PROJECT POLYCARBONATE  
 ULSA TEST ATN-JPB  
 ITEM NO. J-201

1. EQPT NAME: JET VACUUM SYSTEM
2. Process Requirement:
3. Provide a vacuum of 6.35-76.2 mmHg inside reactors R-201-206
4. with a thrid stage jet.
- 5.
6. Utilities:
7. Kind Steam 50 psig (saturated)
8. Consumption 160lb/hr
- 9.
10. Process Feed to System:
- 11.
12. Component Operational lb/hr Design lb/hr
- 13.
14. Total air
15. Phenol
16. Total
- 17.
18. System Press (mmHg) 20 6.35-76.2
19. System Temp ( F) 150 150
- 20.
21. Control Mode:
22. Air feed to first stage jet . vendor shall assure stability
23. of system under operational conditions with air feed control.
- 24.
25. Vendor to Supply
26. 1. Steam flow and distribution
27. 2. Line sizes for all streams associated with the vacuua system
- 28.
29. Materials of Construction:
30. Motive Chest A-285-C C.S.
31. Motive Nozzle 304 S.S.
32. Nozzle Plate A-285-C C.S.
33. Suction Chamber A-285-C C.S.
34. Diffuser A-285-C C.S.
35. Gaskets TEFLON
- 36.
37. Type: s-10 Weight 45lb
- 38.
39. Size:
40. Suction : A : 2" ;
41. Discharge : B : 4" ;
42. Vapor : C : 1/2"



## 7.7 ARREGLO DE EQUIPO

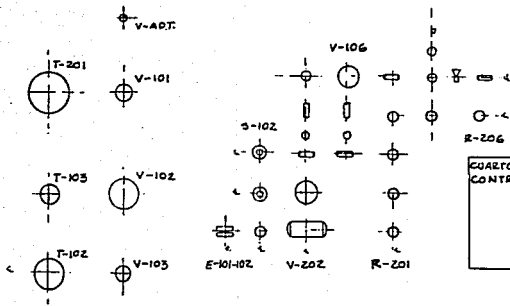
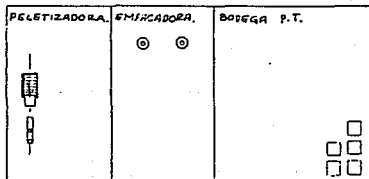
### 7.7.1 Diagrama de Planta

### 7.7.2 Diagrama Isométrico

Ref. [15], [23]

MANTENIMIENTO

T-301



CUARTO CONTROL

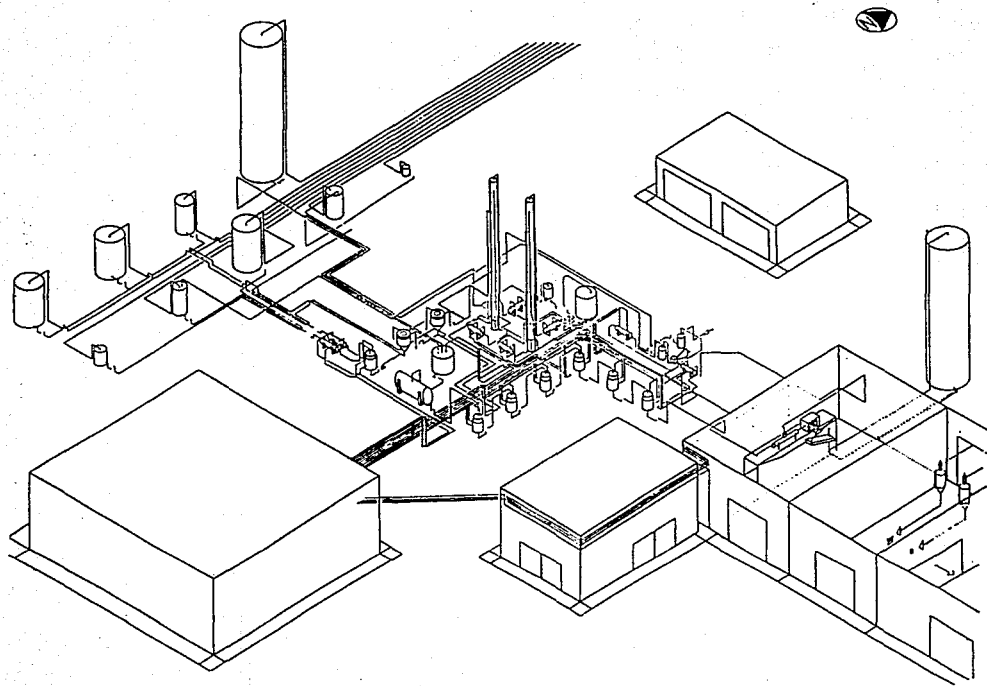
SERVICIOS AUXILIARES

OFICINAS

SUB. EST. ELECTRICA







## 7.0 INDICE DE LINEAS

## PIPE LINE LIST

CUSTOMER \_\_\_\_\_ SHEET No. \_\_\_\_\_ OF \_\_\_\_\_ REV. \_\_\_\_\_  
 PLANT DESCR. \_\_\_\_\_ CONTRACT No. \_\_\_\_\_  
 LOCATION \_\_\_\_\_ BY \_\_\_\_\_ DATE \_\_\_\_\_

LINE NUMBER	FLOW MEDIUM lb/hr	LINE			DESCRIPTION				PSIG. MAX. OPER.	F SERV. OPER.
		NO.	CLASS	SIZE	INSUL.	COMMODITY	ORIGIN/FROM	TERMINUS/TO		
1/2"FE1 001 BA 31-B:	379	1	60	1/2"	NO	PHENOL	V-101	T1*	50	60
1/2"HS1 002 EA 31-B:	1,155	2	80	1/2"	NO	NaOH	T-1-1	T1		60
1/2"WA4 003 BA 31	2,311	3	80	1/2"	NO	H2O	AUX. SERVICE	T1		60
1"PR2 004 FF 33-K	3,867	4	80	1"	NO	MIX	T1	R-101		100-11
1/2"FO1 005 FF 33-B:	649	5	80	1/2"	NO	PHOSGENE	V-102	T2*		100
1"CH1 006 FF 31-B	5,853	6	80	1"	NO	CH2Cl2	V-103	T2		100
1/2"TA1 007 FF 31-B:	10	7	80	1/2"	NO	E13N	V-104	T2		100
1"PR2 008 FF 33-K	6,512	8	80	1"	NO	MIX	T2	R-101		100-11
1.5"PR2 009 FF 33-K:	10,360	9	80	1 1/2"	NO	MIX	R-101	S-101		11
3/4"HC1 010 BA 31-B:	160	10	80	3/4"	NO	HCl	T-103	S-101		60
1.5"PR2 012 FF 31-B:	6,980	12	80	1 1/2"	NO	DIPHENYL C. & PHOSGENE	S-101	S-102		60
1"WA4 013 BA 31	3,477	13	80	1"	NO	H2O	AUX. SERV.	S-101		80
1"PR2 015 BA 31	6,976	15	80	1"	NO	DIPHENYL C. & CH2Cl2	S-102	C-101		
1/2"ST4 016 BA 31-W:	33	16	80	1/2"	YES	STEAM	AUX. SERV.	C-101	50	
1"CH2 017 FF 31	5,860	17	80	1"	NO	CH2Cl2	V-105	V-103	37	100

1/2"WA4 010 BA 31-W	33	18	40	1/2"	NO	H2O	V-105	D.P.**		
1.5"DC2 019 BB 31-W	1,115	19	80	1/2"	YES	DIPHENYL :CARBONATE	C-101	C-102	37	400
1/2"DC2 020 BB 31-W	12	20	80	1/2"	YES	DIPHENYL :CARBONATE	C-102	TO FUEL		400
1/2"DC2 021 BB 31-W	1,143	21	80	1/2"	YES	DIPHENYL :CARBONATE	V-106	V-201		400
-----										
1"DC3 021 FA 31-W	0,144lb /batch	21	80	1"	YES	DIPHENYL :CARBONATE	V-106	V-201		400
10"BF3 022 BB 31	9,280	22	DUCT	10"	NO	BISPHENOL-A	T-101	V-201		50
1/2"AD3 023 BA 31	5	23	40	1/2"	NO	CATALYST	T WHUM.	V-201		
-----										
3/4"PB3 024 FA 31-W	2,304 lb/hr	24	80	3/4"	YES	DIPHENYL :CARBONATE	V-202	R-201	0,3864	250
1/2"FE3 025 FA 31-W	956	25	80	1/2"	YES	PHENOL	V-204	V-101	0,3864	150
1/2"FE1 026 FA 31-W	23	26	80	1/2"	YES	PHENOL	OFF SITES	V-101		120
2"FC4 027 FA 31-W	1,348	27	80	2"	YES	POLICARBO- NATE	R-206	M-301	0,3864	400
1/2"DC4 028 FA 31-W	39	28	80	1/2"	NO	DIPHENYL :CARBONATE	V-301	C-101	0,009664	100

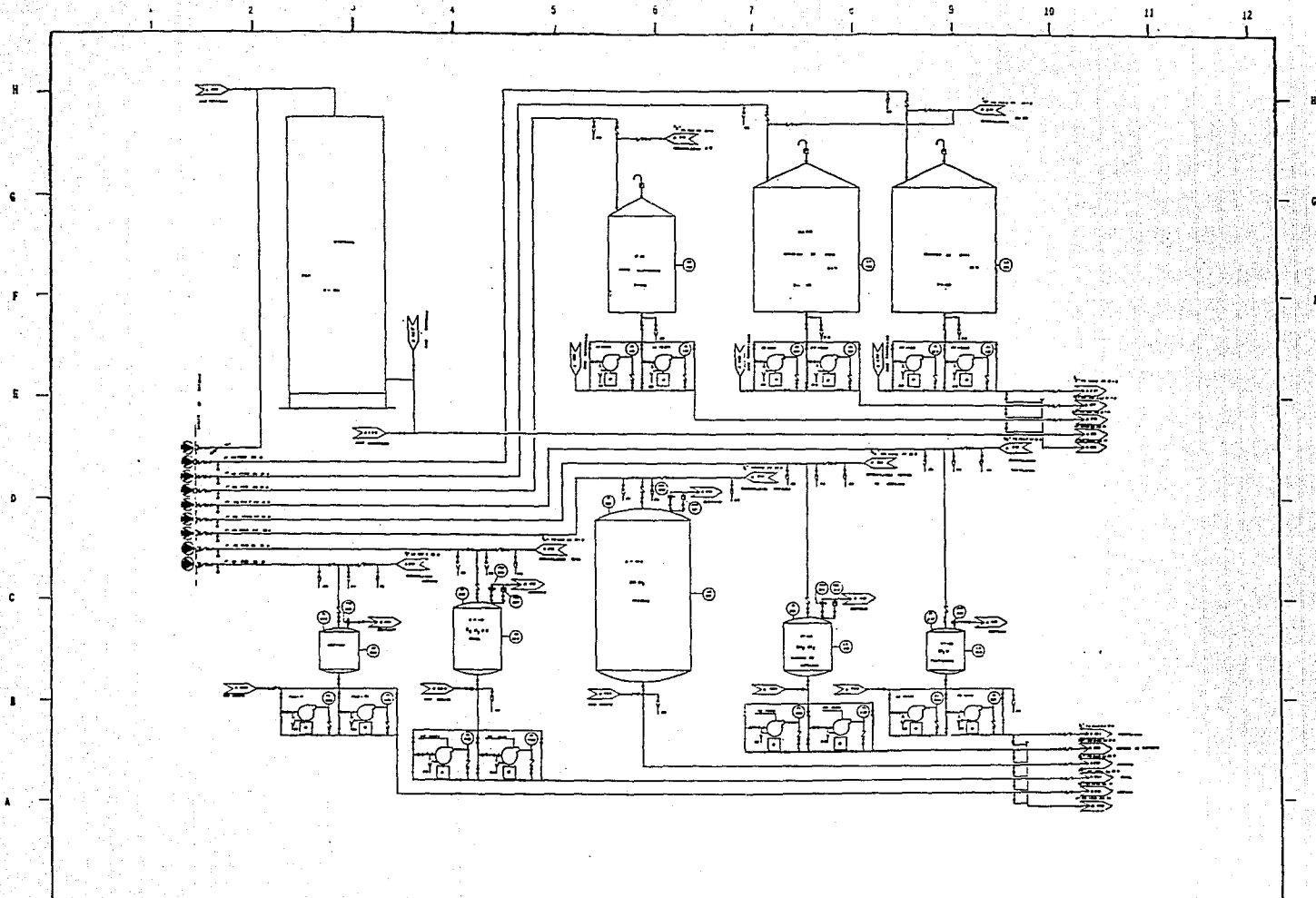
set. (23)

DONDE : BA Acero al carbón alta temperatura.  
BB Acero al carbón baja temperatura.  
FF Acero inoxidable baja temperatura.  
FA Acero inoxidable alta temperatura.  
31 < 150 lb/in<sup>2</sup>  
33 < 300 lb/in<sup>2</sup>  
W Aislamiento fibra de vidrio  
K Aislamiento poliuretano  
E Malla protección

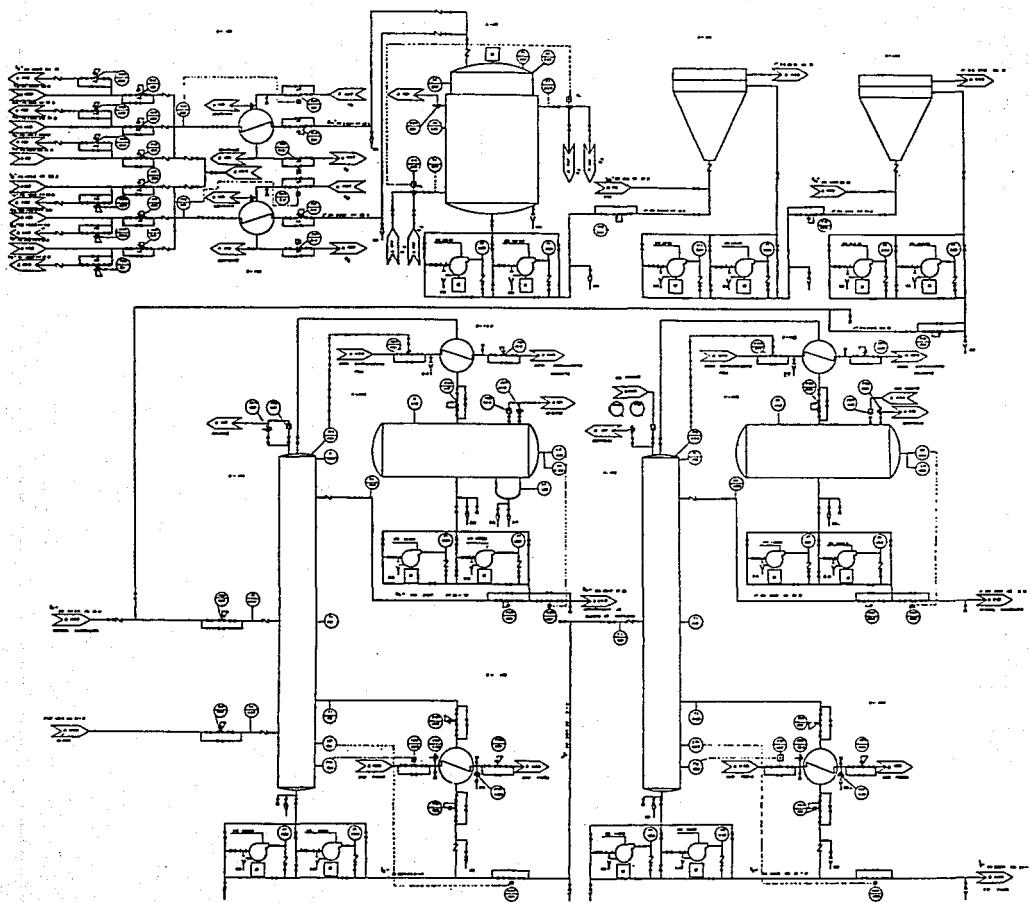
## 7.9 DIAGRAMAS DE TUBERIA E INSTRUMENTACION

Ref.[9],[15],[23]

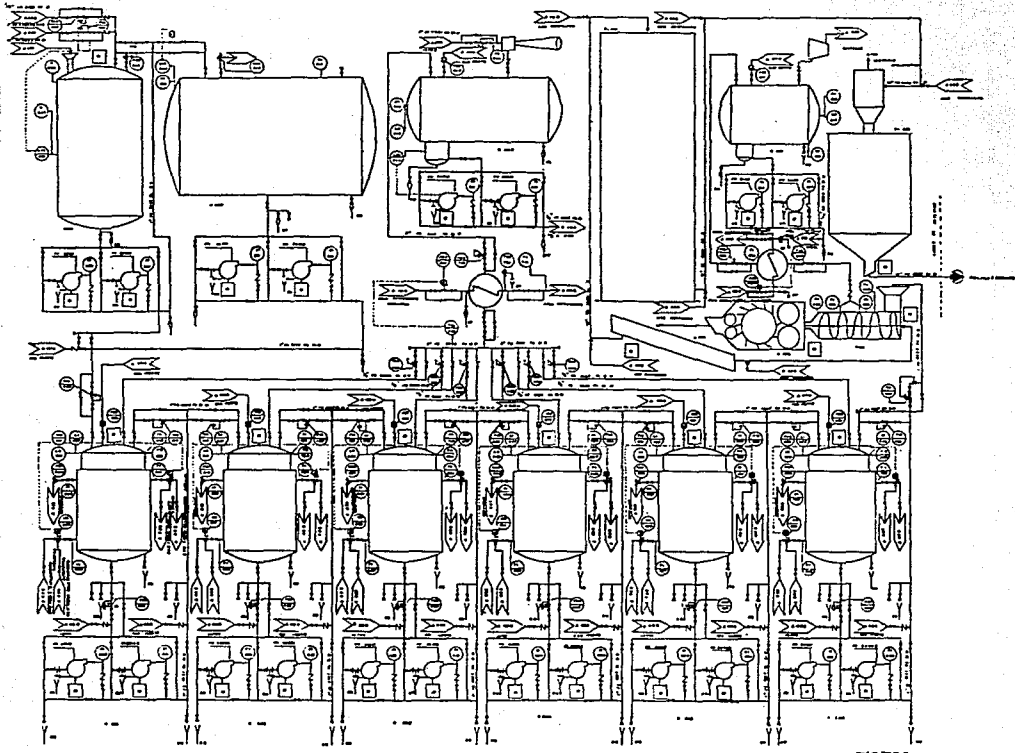
\* En la elaboración de estos planos se tomó como base los diagramas de tubería e instrumentación elaborados por el Instituto Mexicano del Petróleo con el No. ... que corresponden a la sección de reacción de una planta de escalamiento de especialidades petroquímicas en "La Reforma, Pachuca Hgo."



				PLANTA DE POLICARBONATO PROYECTO No.		 Edición Fecha	UNIVERSIDAD LA SALLE			
				Sección de Almacenamiento Materia Prima			TESIS PROFESIONAL			
Plano de Ref.		Descripción		Dib. Supervisor		Cutzacmalco, Ver. 12 de Mayo de 1943		Esc. <input checked="" type="checkbox"/>	Dib. No. 7.9.1	Acot. <input checked="" type="checkbox"/>



			PLANTA DE POLICARBONATO	PROYECTO No.		UNIVERSIDAD LA SALLE
			Sección de Producción de Difенил carbonato			Chico
Planos de Ref.	Descripción	Dib. Supervisado	Coahuacalcos, Ver. 12 de Mayo de 1993			Ed. X. Dib. No. 7.9.2 Acat. Y.



## CAPITULO 8.- COSTO ADQUISICION DEL EQUIPO PRINCIPAL

### 8.1 Calculo



## 8.1 CALCULO

El costo de adquisición del equipo principal se calculo con las graficas reportadas en el articulo *Current cost of* del *Chemical engineering* de enero de 1992 y se consultaron los indicadores economicos de la misma publicación de diciembre de 1992 y de 1981 para obtener el valor presente del costo de cada uno de los equipos mencionados, con la siguiente relación:

$$\text{Costo actual} = \text{Costo 1981} * \frac{\text{Indice Dic. 1992}}{\text{Indice 1981}}$$

Donde:

$$\text{Indice Dic. 1992} = 357$$

$$\text{Indice 1981} = 297$$

$$\text{Factor} = 357 / 297 = 1.2020$$

$$\text{Paridad d6lar enero 1993} = \$ 3194$$

Los resultados se pueden ver en la tabla

8.1.1.

Ref. [5], [6], [27]

TABLA B.1.1

EQUIPO	MATERIAL	COSTO 1993 DOLARES	COSTO 1993 PESOS 1e6
C O L U M N A S   D E S T I L A C I O N			
C-101	C.S. PLATOS 304 S.S.	129,370.8	413.21
C-102	C.S. PLATOS 304 S.S.	129,370.8	413.21
C O M P R E S O R E S			
K-301		814,748.62	2,602.46
K-302		814,748.62	2,602.46
E J E C T O R E S			
J-201		97,279.8	310.71
R E A C T O R E S			
R-101	350 GAL 304 S.S.	64,685.51	206.60
R-201-206	200 GAL 304 S.S.	44,321.47[6]	846.37
S E P A R A D O R E S			
S-101	centrifuga-s.s.alto brillo	958,362.38	3,060.817
S-102	centrifuga-s.s.alto brillo	958,362.38	3,060.817
S-301	cribadora 304 s.s.	479,151.09	1,530.40
S-302	filtro de aire-500 scfm	179,681.85	573.908
T A N Q U E S			
T-101-102	14,000 gal c.s ahulado	23,957.5[2]	453.040
T-103	4,200 gal c.s ahulado	14,853.8	47.443
T-201	silo-12,000 ft <sup>3</sup> -Al	80,399.17	256.794
T-301	silo-12,000 ft <sup>3</sup> -Al	80,399.17	256.794

Ref. [5], [6], [27]

TANQUES A PRESION

V-101	1,000 gal c.s.	14,374.53	45.91
V-102	20,000 gal 304 s.s.	101,819.62	325.21
V-103	2,000 gal 304 s.s.	19,166.12	61.21
V-104	50 gal 304 s.s.	5,270.65	16.83
V-105	100 gal 302 s.s.	8,928.84	22.13
V-106	1,000 gal 304 s.s.	16,770.28	53.56
V-201	2,600 gal 304 s.s.	107,808.99	344.34
V-202	2,600 gal 304 s.s.	24,436.69	78.05
V-203	50 gal 304 s.s.	5,270.65	16.83
V-301	50 gal 304 s.s.	5,270.65	16.83

EQUIPO VARIO

M-301	8 in cromado	347,384.60	1,109.54
M-302	cortadora	239,575.58	765.20
M-303	secador 500 scfm	227,596.80	726.94
M-304	estación empaque	718,726.75	2,295.61
M-305	estación enlatado	938,169.837	2,996.51

INTERCAMBIADORES DE CALOR  
ft<sup>2</sup> cor tub

E-101	74	c.s. 304 s.s.	7,589.00	24.24
E-102	42	c.s. 304 s.s.	7,589.00	24.24
E-103	145	c.s. c.s.	13,661.53	43.63
E-104	519	c.s. 304 s.s.	51,610.26	164.84
E-105	147	c.s. c.s.	7,589.00	24.24
E-106	19	c.s. 304 s.s.	5,529.30	17.66
E-201	79	c.s. 304 s.s.	15,179.48	48.48
E-301	13	c.s. 304 s.s.	5,529.30	17.66

BOMBAS

30 Bombas principales	3,593.6(30)	344.43
-----------------------	-------------	--------

TOTAL COSTO DE EQUIPO = 8'208,876.957 dólares  
\$26,219,153,000.000 pesos

## CAPITULO 8.-ESTIMADO DE INVERSION

### 9.1 Calculo

## 9.1 CALCULO

En base al cálculo del costo de adquisición del equipo principal realizado en el capítulo 8, y por el método del porcentaje de equipo requerido se hizo la estimación de la inversión total. A continuación se puede observar este cálculo en la tabla 9.1.1.

TABLA 9.1.1

		COSTO \$ * 10 <sup>10</sup>
Equipo [E]		2.622
Instalación Equipo	39% E	1.022
Instrumentación Inst.	28% E	0.734
Tubería Inst.	31% E	0.812
Electricidad Inst.	10% E	0.262
Edificios c/serv.	22% E	0.576
Acondicionamiento		
Terreno	10% E	0.262
Servicios Aux.	55% E	1.442
Terreno	6% E	0.157
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (D)</b>		<b>* = 7.892</b>
Ingeniería y Supervisión	32% E	0.839
Gastos Construcción	34% E	0.899
<b>TOTAL COSTO DIRECTOS E INDIRECTOS (D+I)</b>		<b>* = 9.62249</b>

Pago a Contratista	5% (D+I)	0.481
Contingencia	10% (D+I)	0.962
<b>TOTAL CAPITAL INVERSION</b>		<b>=# 14.43 #10 pesos</b>
<b>[TCI]</b>		<b>=# 34'645,565.18 dólares</b>

REF [27]

## CAPITULO 10.- PRESUPUESTO DE EGRESOS E INGRESOS

### 10.1 Egresos.

10.1.1 Costos variables.

10.1.2 Mano de obra directa

### 10.2 Ingresos.

10.2.1 Presupuesto de Ventas

T A B L A 10.1.1.1

## COSTOS VARIABLES

Materias Primas	Consumo (unitario/año) ( Kg / Año ) *1e3*	Precio ( \$/unidad) (pesos/unidad)	Total ( \$ ) (M. Pesos)
Fenol	4.17	4,125.00	17.208
NaOH	4,152.02	1,500.00	6,228.042
Fósforo	2,331.02	1,038.00	2,419.605
Cloruro de Metileno	10.11	1,870.00	18.910
Trietilamina	0.04	9,324.00	0.335
Acido Clorhídrico	183.17	207.00	37.917
Bisfenol A	4,160.39	6,380.00	26,581.600
VAPOR		2.6 % TCI*	3,751.800
ELECTRICIDAD		0.1 % TCI	144.300
AGUA (INCLUYE)		0.4 % TCI	577.220
* Enfriamiento, proceso distribución, tratamiento.			
<b>TOTAL COSTOS VARIABLES ANUALES = \$ 30,776,250.00</b>			

$$\text{Consumo Unitario} = 3.6776e10(\$/\text{año}) / 4.530e6(\text{Kg}/\text{año}) = 8,780.66 (\$/\text{Kg})$$

Ref(27)

Nota: Los costos de las materias primas se consultaron directamente con los proveedores.

\* TCI=Total del Capital de inversión

\*\* El año se tomo de 330 días, que son los que labora la planta.



T A B L A 10 . 1 . 1 . 2

CALCULO COSTO VARIABLE

ANO	VOLUMEN [ TON ]	C.V. [ M \$ ]
1993	6.612E6	22,810
1994	7.034E6	24,231
1995	7.457E6	25,688
1996	7.880E6	27,145
1997	8.303E6	28,602
1998	8.726E6	30,058
1999	9.149E6	31,515
2000	9.567E6	32,956
2001	9.995E6	34,421
2002	10.418E6	35,886
2003	10.841E6	37,343

10.1.2 MANO OBRA DIRECTA

En base a la literatura consultada el personal requerido para el buen funcionamiento de la planta , consta de 1 supervisor y 7 operadores por turno [35], esto se puede apreciar en la tabla 10.1.2.1

Ref.[27]

TABLA 10.1.2.2.1

EMPLEADO	SUELDO MENSUAL	PRESTA- CIONES	TURNOS	TOTAL SALARIOS
SUPERVISOR	\$4.5e6(1)	\$1.8e6(1)	3	\$18.90e6
OPERADORES	\$ .9e6(7)	\$ .36e6(7)	3	\$26.46e6
TOTAL SALARIOS MENSUAL				= \$45.36e6
AL AÑO = (45.36e6 * 12(mes/año))				= \$544.3e6
<b>[MOD] MANO OBRA DIRECTA ANUAL</b>				

Nota : de los 7 operadores uno de ellos es suplente

Ref.[27]

## 10.2 INGRESOS

### 10.2.1 PRESUPUESTO DE VENTAS

El precio de venta que se tomará será el mismo que el del distribuidor principal para México , que es de \$ 4.50 Dls para el mercado interno y exportación por kg, conociendo de antemano que el precio disminuirá directamente proporcional con el volumen de compra, pero para

Ref.[35]

efectos prácticos de este trabajo se tomara un  
precio uniforme.

Ref. [35]

## **CAPITULO 11.- ESTUDIO FINANCIERO**

**11.1 Bases y bancos de datos**

**11.2 Estado de resultados**

## 11.1 BASES Y BANCO DE DATOS

La evaluación financiera se realizó considerando pesos constantes de 1993, a una paridad peso-dólar de \$3,194 a Enero de 1993. Bajo las siguientes bases:

Se consideró como una sociedad de inversión anónima.

Se consideró que a partir del 4to año se va a trabajar al 100% de la capacidad de la planta.

Precio de venta es de \$ 14,373 por Kg.

El costo variable es igual al costo de producción equivalente.

Costos de operación:

>Mano de obra directa: 1 supervisor  
y 7 operarios por turno.

>Materiales de operación: 5% de la  
mano de obra directa.

>Laboratorio: 10% mano de obra di -

recta.

>Gastos de mantenimiento: 1% sobre  
la inversión.

>Gastos generales de planta: 50% de  
(mano obra directa + gastos de  
mantenimiento).

>Depreciación: Lineal 10% anual.

Gastos de administración y ventas: 4% de  
ventas netas.

Regalías: 1% ventas netas.

Gastos exportación: 5% ventas exporta -  
ción.

Impuesto sobre la renta: 35% de la  
utilidad antes de impuestos.

PTU: La participación a los trabajadores  
de las utilidades es del 10% de utilidad antes de  
impuestos.

Ref. [35]

## T A B L A 11 . 1 . 1

## B A N C O D E D A T O S

ANO	VOLUMEN NACIONAL [ TON ]	VOLUMEN EXPORTACION [ TON ]	VOLUMEN TOTAL [ TON ]
1993	1,407	1,355.76	2,762.76
1994	1,497	1,442.49	2,939.49
1995	1,587	1,529.21	3,116.21
1996	1,677	1,615.93	3,292.93
1997	1,767	1,702.66	3,469.66
1998	1,857	1,789.38	3,646.38
1999	1,947	1,876.10	3,823.10
2000	2,037	1,961.86	3,997.86
2001	2,127	2,049.55	4,176.55
2002	2,217	2,136.27	4,353.27
2003	2,307	2,223.00	4,530.00

Ref. [35]

T A B L A 11.2.1  
E S T A D O D E R E S U L T A D O S

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
VENTA NACIONAL :	20,222.81:	21,516.38:	22,809.95:	33,158.51:	33,158.51:	33,158.51:
VENTA EXPORTACION:	19,486.33:	20,732.90:	21,979.33:	31,951.17:	31,951.17:	31,951.17:
VENTA META FACT. :	39,709.14:	42,249.28:	44,789.28:	65,109.69:	65,109.69:	65,109.69:
COSTO VARIABLE :	22,810.00:	24,231.00:	25,688.00:	32,956.00:	32,956.00:	32,956.00:
UTILIDAD MARGINAL:	16,899.14:	18,018.28:	19,101.28:	32,153.69:	32,153.69:	32,153.69:
MANO OBRA DIRECT.:	544.32:	544.32:	544.32:	544.32:	544.32:	544.32:
MATERIALES OPER. :	272.16:	272.16:	272.16:	272.16:	272.16:	272.16:
LABORATORIO :	54.32:	54.32:	54.32:	54.32:	54.32:	54.32:
MANTENIMIENTO :	1,443.36:	1,443.36:	1,443.36:	1,443.36:	1,443.36:	1,443.36:
GASTOS GRALES. :	993.00:	993.00:	993.00:	993.00:	993.00:	993.00:
REGALIAS :	397.09:	422.49:	447.89:	651.09:	651.09:	651.09:
DEPRECIACION :	14,433.60:	14,433.60:	14,433.60:	14,433.60:	14,433.60:	14,433.60:
UTILIDAD BRUTA :	-1,238.70:	-144.96:	912.63:	13,761.83:	13,761.83:	13,761.83:
GASTOS EXPORT. :	974.31:	1,036.64:	1,098.96:	1,597.55:	1,597.55:	1,597.55:
GAST. ADM Y VENT :	1,588.36:	1,689.97:	1,791.57:	2,604.38:	2,604.38:	2,604.38:
UTILI ANTES IMP. :	-3,811.38:	-2,871.58:	-1,977.00:	9,559.88:	9,559.88:	9,559.88:
ISR :	:	:	:	3,345.95:	3,345.95:	3,345.95:
PTU :	:	:	:	955.98:	955.98:	955.98:
UTILIDAD BRUTA :	-3,811.38:	-2,871.58:	-1,977.00:	5,257.93:	5,257.93:	5,257.93:

	1999	2000	2001	2002	2003
VENTA NACIONAL. :	33,158.51:	33,158.51:	33,158.51:	33,158.51:	33,158.51:
VENTA EXPORTACION:	31,951.17:	31,951.17:	31,951.17:	31,951.17:	31,951.17:
VENTA META FACT :	65,109.69:	65,109.69:	65,109.69:	65,109.69:	65,109.69:
COSTO VARIABLE :	32,956.00:	32,956.00:	32,956.00:	32,956.00:	32,956.00:
UTILIDAD MARGINAL:	32,153.69:	32,153.69:	32,153.69:	32,153.69:	32,153.69:
MANO OBRA DIRECT.:	544.32:	544.32:	544.32:	544.32:	544.32:
MATERIALES OPER. :	272.16:	272.16:	272.16:	272.16:	272.16:
LABORATORIO :	54.32:	54.32:	54.32:	54.32:	54.32:
MANTENIMIENTO :	1,443.36:	1,443.36:	1,443.36:	1,443.36:	1,443.36:
GASTOS GRALES. :	993.00:	993.00:	993.00:	993.00:	993.00:
REGALIAS :	651.09:	651.09:	651.09:	651.09:	651.09:
DEPRECIACION :	14,433.60:	14,433.60:	14,433.60:	14,433.60:	14,433.60:
UTILIDAD BRUTA :	13,761.83:	13,761.83:	13,761.83:	13,761.83:	13,761.83:
GASTOS EXPORT. :	1,597.55:	1,597.55:	1,597.55:	1,597.55:	1,597.55:
GAST. ADM Y VENT :	2,604.38:	2,604.38:	2,604.38:	2,604.38:	2,604.38:
UTILI ANTES IMP. :	9,559.88:	9,559.88:	9,559.88:	9,559.88:	9,559.88:
ISR :	3,395.95:	3,395.95:	3,395.95:	3,395.95:	3,395.95:
PTU :	955.98:	955.98:	955.98:	955.98:	955.98:
UTILIDAD BRUTA :	5,257.93:	5,257.93:	5,257.93:	5,257.93:	5,257.93:



## CAPITULO 12.-BONDAD FINANCIERA DEL PROYECTO

12.1 Valor presente neto del proyecto.

12.2 Rentabilidad proyecto.

12.3 Tasa interna retorno proyecto

[TIR]<sub>p</sub>

12.4 Tiempo de recuperación.

12.5 Resultados, comparación y conclusiones de la bondad financiera del proyecto.

## 12.- BONDAD FINANCIERA PROYECTO

Entre los índices que se usan para medir la bondad financiera de los proyectos de inversión el más utilizado es la " rentabilidad " que produce la inversión, es decir, el rendimiento que origina el proyecto. El procedimiento correcto para el cálculo de rentabilidad de un proyecto es el " método de la tasa interna de retorno ".[19]

A parte de calcular la tasa interna de retorno de nuestro proyecto (TIR)p, se va a emplear otro parámetro de comparación, el cual es una inversión bancaria a plazo fijo. Con esto se pretende llegar a una conclusión final de la bondad financiera del proyecto.

A continuación se efectuará la proyección de las tasas de interés bancarias de inversión. Tomando en cuenta que la economía Mexicana está tendiendo a ser sana, como la que se tenía en 1970, para justificar esto se calcularon los promedios de las tasas de interés

netas sobre instrumentos de ahorro bancarios en m.n. de los tres años anteriores, y se observo su comportamiento;

Año	Tasa Promedio
1990	26.34%
1991	16.56%
1992	14.48%

En base a lo anterior se determinó que la tasa de inversión para nuestro proyecto es de 12.25%.

## 12.1 VALOR PRESENTE NETO DEL PROYECTO

### 12.1.1 DATOS

[i] Tasa de Interés de Oportunidad ..... 12.5%

[n] Número de años ..... 11

### 12.1.2 CALCULO

Empleando la ecuación de equivalencia

Ref.[18]

entre una suma presente (P) y una suma futura (S),  
tenemos [18]:

$$P = S * FACT$$

$$FACT = [1/(1+i)]^n$$

T A B L A 12.1.2.1

ANO	[ S ] UTILIDAD BRUTA ( M I L L O N E S )	[ P ] SUMA ACTUAL D E P E S O S )
1993	-3,811.38	0
1994	-2,871.58	0
1995	-1,977.90	0
1996	5,257.93	3,311.84
1997	5,257.93	2,950.41
1998	5,257.93	2,628.43
1999	5,257.93	2,341.58
2000	5,257.93	2,086.46
2001	5,257.93	1,858.39
2002	5,257.93	1,655.58
2003	5,257.93	1,479.90

TOTAL .....\$ 33,402.58e6....\$ 18,307.21e6

	M.P.
Equivalente en el año cero de 8 ingresos al término de los 10 años.....	\$ 18,300
Equivalente en el año cero de 1.143e11 que se pagan en cero.....	\$ -144,300
Dinero aportado en el año cero para el funcionamiento de la planta durante los primeros tres años.....	\$ - 8,660
<b>VALOR PRESENTE NETO DEL PROYECTO</b>	<b>\$ -133,360</b>

Ref. [18]

Dado que el VPN (0.1225) = -1.33e11  
podemos aseverar que el proyecto no es viable.

## 12.2 RENTABILIDAD

$$\begin{aligned}\text{Rentabilidad} &= \text{Ganancias} / \text{Inversión} \\ &= (\text{Ingresos} - \text{Egresos}) / \text{Egresos} \\ &= 3.340258e10 / 14.43e10 \\ &= 0.2314\end{aligned}$$

## 12.3 TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO (TIR)<sub>p</sub>

Dado que el valor presente neto del proyecto es negativo, no es posible calcular la tasa interna de retorno del proyecto.

## 12.4 TIEMPO DE RECUPERACION

Como se puede observar en el estado de resultados y en la rentabilidad, no hay recuperación de la inversión en el tiempo de vida útil de la planta.

Ref. [18]

## 12.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La combinación de una serie de propiedades interesantes como transparencia, dureza, estabilidad al calor, resistencia al fuego, dieron lugar a que el Policarbonato conquistará en 33 años desde su aparición comercial un lugar seguro en el mercado.

El mercado nacional de PC ha mostrado un comportamiento histórico muy irregular. En este trabajo se calculó la capacidad de la planta por medio de una regresión lineal y se corroboró el resultado tomando el crecimiento de la población, dado que su aplicación final esta vinculada con el consumidor final.

Dado que la planta maneja sustancias muy peligrosas, como el Fosgeno; Se tuvo cuidado con la ubicación del equipo, por ejemplo el tanque a presión de Fosgeno se ubico lo más cercano posible a la zona de reacción, y las tuberías transportadoras de este gas peligroso se encuentran ubicadas

de tal manera que puedan ser checadas fácil y continuamente. Y se adicionaron a este trabajo las hojas de materiales peligrosos (Apendice I), que contienen toda clase de información necesaria para cualquier contingencia, imprevisto y prevención de accidentes.

Se selecciono la tecnología más apropiada para el país por ser la más accesible económicamente, aunque su costo se incremento por el empleo de equipos que manejan altas temperaturas y vacíos para la obtención de un PC con mayor peso molecular. Por lo consiguiente se obtiene un plástico más comercial y funcional.

Debido a la gran disponibilidad de las materias primas en la zona seleccionada para la instalación de la planta , se asegura continuidad en el suministro de las mismas.

La realización de este estudio nos indica que en México no es viable la producción de ningún polímero de ingeniería, dado que el mercado

es muy pequeño, alto costo de materia prima y la fuerte competencia existente, más aún con la apertura de libre mercado con Estados Unidos y Canadá.

No es necesario realizar estudio de mercado, estimado de inversión o análisis económico de mayor exactitud, no obstante que el presente estudio muestra un orden de error del  $\pm 30\%$  debido al empleo del método de los porcentajes para el cálculo del costo de inversión.

En la evaluación financiera del proyecto se observó lo siguiente:

El valor presente neto del proyecto es negativo, lo cual es un parámetro muy confiable para llegar a la conclusión de que el proyecto no es viable.

Durante los 11 años de vida útil de planta, con la utilidad neta total no se alcanza a cubrir la inversión requerida.



## APENDICE I

## CARTA DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

## SECCION I IDENTIFICACION

NOMBRE FABRICANTE	FENOQUINIA	TEL.
DIRECCION	BOSQUE DE LOS CIRUELOS 99 , BOSQUES DE LAS LOMAS.	
NOMBRE QUIMICO:	FENOL / ACIDO FENILICO	FORMULA : C6H5OH

## SECCION II DATOS FISICOS

PUNTO EBULLICION °C	181.9	GRAVEDAD ESPECIFICA	1.0576 A 40°C
PRESION DE VAPOR mmHg	1 A 40.1°C	% DE VOLATIVIDAD POR VOLUMEN	
DENSIDAD DE VAPOR	3.24	ESTADO FISICO	LIQUIDO
SOLUBILIDAD EN AGUA	98%	OLOR	CARACTERISTICO
PESO MOLECULAR	94.111	COLOR	INCOLORO
TLV unidades			

## SECCION III PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION

PUNTO IGNICION	1319°F	LIMITES DE INFLAMABILIDAD:
MEDIO EXTINCION:		INFERIOR : SUPERIOR
-( ) NIEBLA DE AGUA -(X) ESPUMA -( ) HALON -(X) CO2 -(X) QUIMICO SECO -(X) OTRO (CCLA)		
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIOS; EQUIPO CON AIRE AUTONOMO Y ROPA PROTECTORA CONTRA CORROSION.		

PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA CORBATE DE INCENDIOS:

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: EN EL MOMENTO EN QUE ES CALENTADO EMITE HUMO MUY TOXICO:

RESULTADOS DE LA COMBUSTION: PRODUCE HUMOS MUY TOXICOS.

#### SECCION IV PELIGROS PARA LA SALUD

INGESTION ORAL: NAUCEAS, DOLOR EN EL ABDOMEN, DESTRUCCION LABIOS, BOCA, GARGANTA, ESOFAGO Y ESTOMAGO.

CONTACTO CON LOS OJOS: PUEDE CAUSAR GRAVES QUEMADURAS Y AUN LA CEGUERA.

CONTACTO Y/O ABSORCION POR LA PIEL: CAUSA SERIAS QUEMADURAS, PERO NO HAY DOLOR DE INMEDIATO, SINO TIEMPO DESPUES, Y PUEDE CAUSAR UNA SENSACION ANESTESICA Y POR ULTIMO GANGRENA. EN EL CASO DE QUE HALLA ABSORCION, PUEDE CAUSAR LA MUERTE RAPIDAMENTE, EN TAN SOLO 30 MIN.

INHALACION: TIENE LAS MISMAS CONSECUENCIAS QUE POR ABSORCION POR LA PIEL.

SINTOMAS DEL AFECTADO: DOLOR DE CABEZA, MAREOS, DEBILIDAD MUSCULAR, VISION BORROSA, ZUMBIDO EN LOS OIDOS, IRREGULAR Y RAPIDA RESPIRACION, PULSO DEBIL, SEGUIDO DE LA PERDIDA DE LA CONCIENCIA.

PROCEDIMIENTO PRIMEROS AUXILIOS: PILE: LAVAR INMEDIATAMENTE CON ALCOHOL ETILICO EN SOLUCION O AGUA TIBIA. OJOS: DEBEN DE SER LAVADOS INMEDIATAMENTE CON AGUA TIBIA.

#### SECCION V PROCEDIMIENTO PARA FUGAS Y DERRAMES

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN CASO DE QUE EL MATERIAL FUGUE O SE DERRAME:

METODO DE DESECHO PARA EL DESPERDICIO: DADO QUE ES MUY TOXICO NO PUEDE SER DESECHADO A LA ATMOSFERA O A ALGUN RIO O LAGO. SE RECOMIENDA SU RECUPERACION PARA ASI ABATIR COSTOS TAMBIEN.

**SECCION VI PROTECCION PERSONAL**

**PROTECCION RESPIRATORIA:** MASCARILLA CON FILTRO , NO ES REQUERIDA CON AIRE AUTONOMO.

**VENTILACION:** ADECUADA PARA MANTENER LA CONC. POR ABAJO DEL TLV.

**GUANTES:** HULE : OJOS: GOGGLES QUIMICOS.

**OTRO EQUIPO DE PROTECCION:** ROFA PROTECTORA Y ESTACION DE EMERENCIA LAVA OJOS.

**SECCION VII PRECAUCIONES ESPECIALES:**

**PRECAUCIONES TOMADAS EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO:** LUGAR SECO, FRESCO Y LEJOS DE OTROS TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

**OTRAS PRECAUCIONES:** LUGARES DONDE LOS OPERARIOS ESTEN EN CONTACTO CON ESTE, DEBE DE EXISTIR ESTACION LAVA-OJOS Y REGADERA.

## CARTA DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

## SECCION I IDENTIFICACION

NOMBRE FABRICANTE	CLORO DE TERUANTEPEC	TEL.	5535325
DIRECCION	COATZACOALCOS, VERACRUZ		
NOMBRE QUIMICO:	HIDROXIDO DE SODIO	FORMULA:	NaOH

## SECCION II DATOS FISICOS

PUNTO EBULLICION °C	1390 A 1 ATM	GRAVEDAD ESPECIFICA	2.13 A 20°C
PRESION DE VAPOR mmHg	1 A 739°C	% DE VOLATIVIDAD POR VOLUMEN	50
DENSIDAD DE VAPOR	NO APLICA	ESTADO FISICO	LIQUIDO
SOLUBILIDAD EN AGUA	100%	OLOR	INODORO
PESO MOLECULAR		COLOR	BLANCO TURBIO
TLV unidades	2mg/m <sup>3</sup> 50%		

## SECCION III PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION

PUNTO IGNICION	NO ES FLAMABLE	LIMITES DE INFLAMABILIDAD:	NINGUNO
MEDIO EXTINCION:		INFERIOR	SUPERIOR
<input type="checkbox"/> NIEBLA DE AGUA <input type="checkbox"/> ESPUMA <input type="checkbox"/> HALON <input type="checkbox"/> CO2 <input type="checkbox"/> QUIMICO SECO <input type="checkbox"/> OTRO			
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIOS: EQUIPO CON AIRE AUTONOMO Y ROPA PROTECTORA CONTRA CORROSION.			

PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA COMBATE DE INCENDIOS: EL C-14 NO ES COMBUSTIBLE PERO EN AREAS DONDE SE ALMACENE Y SE PRESENTE UN FUEGO DEBERA USARSE EQUIPO DE AIRE AUTONOMO Y ROPA PROTECTORA.

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: ESTE COMPUESTO NO ES INFLAMABLE PERO AL REACCIONAR CON METALES COMO ALUMINIO, ZINC, MAGNESIO, COBRE, ECT., DESPRENDE HIDROGENO Y PUEDE FORMAR MEZCLAS EXPLOSIVAS EN EL AIRE.

RESULTADOS DE LA COMBUSTION: NINGUNO

#### SECCION IV PELIGROS PARA LA SALUD

INGESTION ORAL: DAMOS SEVEROS A MEMBRANAS MUCOSAS Y OTROS TEJIDOS DEBIDO A LAS QUEMADURAS, PUEDE OCASIONAR LA MUERTE SI PENETRA EN PARTES VITALES.

CONTACTO CON LOS OJOS: PUEDE CAUSAR GRAVES QUEMADURAS Y AUN LA CEGUERA.

CONTACTO Y/O ABSORCION POR LA PIEL: NO EXISTEN DATOS DE ABSORCION POR LA PIEL.

INHALACION: CAUSA QUEMADURAS EN LAS VIAS RESPIRATORIAS Y DAMOS EN PULMONES DEPENDIENDO DE LA GRAVEDAD DE LA EXPOSICION, OCASIONANDO NEUMONITIS Y ENFISEMA.

SINTOMAS DEL AFECTADO: EN CONTACTO DE LA NEBLINA CON LOS OJOS, NARIZ Y TEJIDOS DE LA GARGANTA - CAUSAN PICAZON. POR INGESTION: PRODUCE NAUSEAS, VOMITO, DOLOR ABDOMINAL, DIARREA. COLAPSO CARDIO-VASCULAR Y ESTADO DE COMA.

PROCEDIMIENTO PRIMEROS AUXILIOS: PIEL: LAVE CON AGUA ABUNDANTE POR 15 MIN. quite la ropa contaminada. EN OJOS LAVE CON AGUA ABUNDANTE. EN INGESTION: NO INDUZCA AL VOMITO, TOQUE AGUA, LECHE O MAGNESIA, POSTERIORMENTE BEBA JUGO DE FRUTA PARA NEUTRALIZAR. EN CASO DE INHALACION RETIRE A LA PERSONA DEL AREA CONTAMINADA E INICIE RESPIRACION ARTIFICIAL.

#### SECCION V PROCEDIMIENTO PARA FUGAS Y DERRAMES

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN CASO DE QUE EL MATERIAL FUGUE O SE DERRAME: DILUYA O DISUELVA CON AGUA CORRIENTE EVITANDO SALPICAR EL DERRAME CON EL CHORRO DE AGUA Y NEUTRALICE LOS DESECHOS CON ACIDO ACETICO Y EVITE QUE EL DERRAME VALLA AL DRENAJE SIN NEUTRALIZARLO. USE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL NECESARIO AL AGREGAR AGUA SE PUEDE PRODUCIR CALOR.

METODO DE DESECHO PARA EL DESPERDICIO: DESPUES DE DILUIRLO Y NEUTRALIZARLO PUEDE SER DESECHADO COMUNMENTE.

SECCION VI PROTECCION PERSONAL

PROTECCION RESPIRATORIA: RESPIRADORES DE FILTROS PARA VAPORES ORGANICOS.	
VENTILACION: ADECUADA PARA MANTENER LAS CONCENTRACIONES ABAJO DEL TLV.	
GUANTES: HULE O NEOPRENO	OJOS: GOGGLES O PROTECTOR FACIAL.
OTRO EQUIPO DE PROTECCION: BOTAS DE HULE O NEOPRENO, REGADERAS Y LAVA OJOS DE EMERGENCIA.	

SECCION VII PRECAUCIONES ESPECIALES:

PRECAUCIONES TOMADAS EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO: ALMACEN EN LUGARES SECOS Y VENTILADOS , EVITE IDENTIFICAR EL PRODUCTO CON EL OLFATO.
OTRAS PRECAUCIONES: NO FACILITAR CARGA O SOBRECARGA EN MANEJO Y ALMACENAMIENTO PERSONAL. EVITAR QUEMADURAS A OJOS Y PIEL*.

## CARTA DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

## SECCION I IDENTIFICACION

NOMBRE FABRICANTE		TEL.	
DIRECCION			
NOMBRE QUIMICO:	FOSGENO	FORMULA:	COCl <sub>2</sub>

## SECCION II DATOS FISICOS

PUNTO EBULLICION °C	7.46 A 1 ATM	GRAVEDAD ESPECIFICA	1.387
PRESION DE VAPOR KPa	161.7 A 20°C	% DE VOLATIVIDAD POR VOLUMEN	
DENSIDAD DE VAPOR	3.4	ESTADO FISICO	GAS
SOLUBILIDAD EN AGUA	INSOLUBLE	OLOR	CARACTERISTICO
PESO MOLECULAR	98.92	COLOR	INCOLORO
TLV unidades	0.1 ppm(42-43)		

## SECCION III PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION

PUNTO IGNICION	LIMITES DE INFLAMABILIDAD:	
MEDIO EXTINCION:	INFERIOR	SUPERIOR
<input type="checkbox"/> NIEBLA DE AGUA - <input type="checkbox"/> ESPUMA - <input type="checkbox"/> HALON - <input type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> - <input type="checkbox"/> QUIMICO SECO - <input type="checkbox"/> OTRO		
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIOS:		



PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA COMBATE DE INCENDIOS: ES NECESARIO ENFRIAR EL TANQUE EN EL QUE SE ENCUENTRA CON AGUA Y SI ES NECESARIO DETENER EL FLUJO DE GAS EMPLEAR AGUA A PRESION PARA PROTEGER AL OPERARIO QUE VAYA A ACERCARSE AL TANQUE . USAR NaOH PARA NEUTRALIZAR.

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES:

RESULTADOS DE LA COMBUSTION: NO ES FLAMEABLE NI COMBUSTIBLE.

#### SECCION IV PELIGROS PARA LA SALUD

CONTACTO CON LOS OJOS: DEBEN DE SER LAVADOS CON AGUA POR LO MENOS POR 15 MIN.

CONTACTO Y/O ABSORCION POR LA PIEL: LAS AREAS QUE ESTUVIERON EN CONTACTO, DEBEN DE SER LAVADAS CON JABON Y AGUA . NO HAY DATOS DE QUE SE PRESENTE ABSORCION.

INHALACION: CAUSA EDEMA PULMONAR, Y PUEDE SER MORTAL EN TAN SOLO 36 hrs. A UNA CONC. DE 50 ppm. GAS LETAL EMPLEADO COMO ARMA QUIMICA (VENENO) EN LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.

SINTOMAS DEL AFECTADO: SENSACION DE QUE SE LE ESTA QUEMANDO LA GARGANTA Y EL PECHO, RESPIRACION IRREGULAR.

PROCEDIMIENTO PRIMEROS AUXILIOS: DEBE DE SER REMOVIDA INMEDIATAMENTE A UNA ZONA VENTILADA, SIN EXALTARSE O CORRER, SE LE DEBE DE ADMINISTRAR OXIGENO HASTA QUE RECUPERE SU COLOR NORMAL Y SER ENVIADO A DESCANSAR A UN LUGAR TEMPLADO PERO NO FRIO.

#### SECCION V PROCEDIMIENTO PARA FUGAS Y DERRAMES

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN CASO DE QUE EL MATERIAL FUGUE O SE DERRAME: EL PERSONAL QUE VA A CORRIGIR LA FALLA DEBEN DE USAR ROPA PROTECTORA, CON MASCARILLA CON AIRE AUTONOMO. DEBE DE EVACUARSE EL LUGAR Y USAR NaOH PARA NEUTRALIZARLO.

METODO DE DESECHO PARA EL DESPERDICIO: NUNCA DEBE DE SER QUEMADO , SE DEBE DE NEUTRALIZAR CON NaOH

SECCION VI PROTECCION PERSONAL

PROTECCION RESPIRATORIA: MASCARILLA CON FILTRO.

VENTILACION: DEBE DE SER BUENA PARA MANTENER LA CONC. EN EL AIRE POR DEBAJO DE .1 ppm.

GUANTES: NO REQUERIDOS ; OJOS: GOGGLES.

OTRO EQUIPO DE PROTECCION: ROPA ESPECIAL DE PROTECCION Y BOTAS.

SECCION VII PRECAUCIONES ESPECIALES:

PRECAUCIONES TOMADAS EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO: DADO QUE REACCIONA CON EL AGUA DEBE DE SER ALMACENADO EN UN LUGAR TOTALMENTE SECO, FRESCO Y REQUIERE DE SER TRANSPORTADO EN CILINDROS DE ACERO APRESION.

OTRAS PRECAUCIONES:

## CARTA DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

## SECCION I IDENTIFICACION

NOMBRE FABRICANTE	DOV CHEMICAL	TEL.	2291910
DIRECCION	PASEO DE LAS PALMAS 555 3er PISO		
NOMBRE QUIMICO; CLORURO DE METILENO/CLORURO DE VINILO	FORMULA: CH2Cl2		

## SECCION II DATOS FISICOS

PUNTO EBULLICION °C	40 A 1 ATM	GRAVEDAD ESPECIFICA	1.32
PRESION DE VAPOR mmHg	340 A 20 °C	% DE VOLATIVIDAD POR VOLUMEN	100
DENSIDAD DE VAPOR	2.0	ESTADO FISICO	LIQUIDO
SOLUBILIDAD EN AGUA	1.3 G/100G	OLOR	DULCE SUAVE
PESO MOLECULAR	84.93	COLOR	CLARO
TLV unidades	250 ppm (50%)		

## SECCION III PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION

PUNTO IGNICION	LIMITES DE INFLAMABILIDAD: INFORMACION NO DISPONIBLE		
MEDIO EXTINCION:	INFERIOR	SUPERIOR	
-(X) NIEBLA DE AGUA -[ ] ESPUMA -[ ] HALON -(X) CO2 -(X) QUIMICO SECO -[ ] OTRO			
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIOS: VER SECCION PROTECCION PERSONAL.			

PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA COMBATE DE INCENDIOS: USR CARETA (SCBA\*) OPERANDO CON AIRE AUTONOMO . ENFRIAR EL CONTENEDOR CON AGUA Y A MUY ALTAS TEMPERATURAS ABRIR DESFOQUE TOTALMENTE.

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: AL MEZCLARSE CON AIRE ENRIQUECIDO DE OXIGENO Y ES CALENTADO HASTA 100 C PUEDE EXPLOTAR . EL PELIGRO ES MODERADO CUANDO ES EXPUESTO A CALOR O LLAMA DIRECTA.

#### SECCION IV PELIGROS PARA LA SALUD

INGESTION ORAL; COMO LIQUIDO; QUEMADURAS FRIAS POR EVAPORACION RAPIDA .

CONTACTO CON LOS OJOS: IRRITACION , QUEMADURAS FRIAS.

CONTACTO Y/O ABSORCION POR LA PIEL: IRRITACION , DERMATITIS Y PUEDE PRODUCIR CANCER .

INHALACION: A ALTAS CONC. ACTUA COMO DEPRESIVO . SOBREENEXPOSICION PUEDE CAUSAR COMPLICACIONES CARDIOVASCULARES , MAREOS , NAUCEAS .

SINTOMAS DEL AFECTADO: MAREOS , NAUCEAS , TEMBLOR EXTREMIDADES . A CONC. DE (300-760 ppm) HAY PERDIDA DEL EQUILIBRIO , COORDINACION E INCONCIENCIA , Y PUEDE CAUSAR LA MUERTE.

PROCEDIMIENTO PRIMEROS AUXILIOS: PIEL: LAVAR AREA AFECTADA CON JABON Y AGUA DURANTE 15 MIN. Y REMOVER ROPA CONTAMINADA . INHALACION: TRASLADAR AFECTADO AREA VENTILADA AFLICAR OXIGENO POR LO MENOS DURANTE 10 MIN. . SUMINISTRAR RESPIRACION CARDIO-VASCULAR EN CASO EDE PARA RESPIRATORIO Y/O CARDIACO. NO USAR EPINEFRINA NI ALGUN OTRO TIPO DE ESTIMULANTE . CAUSA EFECTOS SECUNDARIOS OJOS: LAVAR CON GRANDES CANTIDADES DE AGUA. INGESTION: NO PROVOCAR VOMITO Y LLAMAR SERV:IO MEDICO.

#### SECCION V PROCEDIMIENTO PARA FUGAS Y DERRAMES

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN CASO DE QUE EL MATERIAL FUGUE O SE DERRAME: ELIMINAR FUENTES POSIBLES DE IGNICION, USAR TIERRA PARA EVITAR ESTATICA, SUMINISTRAR VENTILACION AREA AFECTADA, PERMITIR EL ACCESO SOLO A PERSONAL EQUIPADO Y ENTRENADO . REALIZAR DILUCION Y/O DISPACION DEL GAS CON CORTINAS DE AGUA , CREAR UN AMBIENTE HUMEDO . EN CASO DE UNA FUGA PEQUENA REALIZAR TAPONAMIENTO CON ALGODON , ESTOPA O TRAPO Y HUMEDecer CON AGUA HASTA FORMAR UN BLOQUE DE HIELO.

METODO DE DESECHO PARA EL DESPERDICIO:

SECCION VI PROTECCION PERSONAL

PROTECCION RESPIRATORIA: SI EL TLV ES EXCEDIDO , USAR UN HIOSH/ASHA CON AIRE AUTONOMO.

VENTILACION: SE REQUIERE DE UN LUGAR CON EXELENTE VENTILACION

GUANTES: NEOPRENO / HULE : OJOS: GOGGLES QUIMICOS O CARETA.

OTRO EQUIPO DE PROTECCION: ROPA PROTECTORA , BOTAS DE HULE , NEOPRENO , Y CONTAR CON ESTACION LAVAJA-OJOS Y REGADERA.

SECCION VII PRECAUCIONES ESPECIALES:

PRECAUCIONES TOMADAS EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO: ALMECENAR LUGAR VENTILADO , SECO Y FRIO , LEJOS DEL RAYO DEL SOL. EL CONTENEDOR DEBE DE SER DISENADO DE ACERO INOXIDABLE , GALVANIZADO O ALUMINIO NO ES RECOMENDABLE .

OTRAS PRECAUCIONES:

## CARTA DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

## SECCION I IDENTIFICACION

NOMBRE FABRICANTE	CLORO DE TEHUANTEPEC	TEL.	5535325
DIRECCION	JOSE VASCONCELOS 208		
NOMBRE QUIMICO	ACIDO CLORHIDRICO / ACIDO MURIATICO		
FORMULA	HCl		

## SECCION II DATOS FISICOS

PUNTO EBULLICION	C	-8.8°C	GRAVEDAD ESPECIFICA	1.94 A -36°C
PRESION DE VAPOR	mmHg	304 A 17.8°C	% DE VOLATIVIDAD POR VOLUMEN	
DENSIDAD DE VAPOR			ESTADO FISICO	LIQUIDO
SOLUBILIDAD EN AGUA		100%	OLOR	IRITANTE
PESO MOLECULAR		36.47	COLOR	TRANSPARENTE
TLV unidades		5 ppm		

## SECCION III PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION

PUNTO IGNICION	NO FLAMABLE	LIMITES DE INFLAMABILIDAD:
MEDIO EXTINCION:		INFERIOR : SUPERIOR
- [ ] NIEBLA DE AGUA - [ ] ESPUMA - [ ] HALON - [ ] CO2 - [ ] QUIMICO SECO - [ ] OTRO		
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIOS: NINGUNO.		
PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA COMBATE DE INCENDIOS: NINGUNO		

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: NINGUNO

RESULTADOS DE LA COMBUSTION: NINGUNO

#### SECCION IV PELIGROS PARA LA SALUD

INGESTION ORAL: ES RARA VEZ UN PROBLEMA , DADO QUE EL HCl ES UN CONSTITUENTE NORMAL DE LOS JUGOS GASTRICOS .

CONTACTO CON LOS OJOS: ES MUY IRRITANTE.

CONTACTO Y/O ABSORCION POR LA PIEL: QUEMADURAS QUIMICAS O DERMATITIS.

INHALACION: IRRITACION EN CONDUCTOS RESPIRATORIOS Y PUEDE PRODUCIR UN EDEMA PULMONAR. EL VAPOR DE HCl EN EL AIRE, NORMALMENTE ES ABSORBIDO POR LAS MEMBRANAS MUCOSAS DEL SISTEMA RESPIRATORIO Y EN CONC. ARRIBA DE 0.1% EN EL AIRE ES LETAL EN EXPOSICIONES DE POCOS MINUTOS .

SINTOMAS DEL AFECTADO: IRRITACION E INFLAMACION GARGANTA.

PROCEDIMIENTO PRIMEROS AUXILIOS:PIEL: LAVAR CON MUCHA AGUA. INHALACION : LLEVAR A LA PERSONA A UN LUGAR BIEN VENTILADO Y DEJAR QUE REPOSE, SI LA EXPOSICION FUE FUERTE APLICAR OXIGENO POR LO MENOS POR 15 MIN. Y LLAMAR SERVICIO MEDICO. INGESTION; NO PROVOCAR VOMITO Y TOMAR UN AGENTE NEUTRALIZANTE ANTIACIDO, COMO PUEDE SER LECHE.

#### SECCION V PROCEDIMIENTO PARA FUGAS Y DERRAMES

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN CASO DE QUE EL MATERIAL FUGUE O SE DERRAME: EMPLEAR NaOH PARA NEUTRALIZARLO.

METODO DE DESECHO PARA EL DESPENCIONAMIENTO: ANTES DE SER DESECHADO SE DEBE DE NEUTRALIZAR.

#### SECCION VI PROTECCION PERSONAL

PROTECCION RESPIRATORIA: MASCARILLA CON FILTRO.

VENTILACION: DEBE DE SER UN LUGAR BIEN VENTILADO

GUANTES: HULE ; OJOS: GOGGLES QUIMICOS.

OTRO EQUIPO DE PROTECCION; ROPA ESPECIAL PROTECTORA.

SECCION VII PRECAUCIONES ESPECIALES;

PRECAUCIONES TOMADAS EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO; DADO QUE AL PONERSE EN CONTACTO CON AGUA PRODUCE UNA REACCION VIOLENTA CON GENERACION DE CALOR; DEBE DE ESTAR ALMACENADO EN UN LUGAR COMPLETAMENTE SECO.

OTRAS PRECAUCIONES:



## CARTA DE PRODUCTOS QUIMICOS PELIGROSOS

## SECCION I IDENTIFICACION

NOMBRE FABRICANTE	DOW CHEMICAL	TEL.	2281910
DIRECCION	PASAD DE LAS PALMAS 555 3er PISO		
NOMBRE QUIMICO:	BISFENOL-A	FORMULA:	(C <sub>15</sub> H <sub>16</sub> O) <sub>2</sub>

## SECCION II DATOS FISICOS

PUNTO EBULLICION °C	222 °C	GRAVEDAD ESPECIFICA	1.195
PRESION DE VAPOR mmHg	0.2 A 170°C	% DE VOLATIVIDAD POR VOLUMEN	NO APLICA
DENSIDAD DE VAPOR	NO APLICA	ESTADO FISICO	SOLIDO
SOLUBILIDAD EN AGUA	INSOLUBLE	OLOR	
PESO MOLECULAR	228.31	COLOR	COLOREADO
TLV unidades			

## SECCION III PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION

PUNTO IGNICION	LIMITES DE INFLAMABILIDAD:		
MEDIO EXTINCION:	INFERIOR	SUPERIOR	
-(X) NIEBLA DE AGUA -(X) ESPUMA -( ) HALON -(X) CO2 -(X) QUIMICO SECO -( ) OTRO			
EQUIPO ESPECIAL DE PROTECCION PARA COMBATE DE INCENDIOS:			
PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA COMBATE DE INCENDIOS: NO ENTRAR AL LUGAR DEL INCENDIO SIN EQUIPO ESPECIAL CON MASCARILLA CON AIRE AUTONOMO.			

PELIGROS DE FUEGO Y EXPLOSION NO USUALES: POLVO SUSPENDIDO EN EL AIRE , EN PROPORCIONES CRITICAS Y EN PRESENCIA DE UNA FUENTE DE IGNICION, PUEDE PRESENTAR UN RIEZGO DE EXPLOSION, ANHQUE EL MATERIAL NO SE QUEMA HASTA ESTAR PRECALENTADO.

RESULTADOS DE LA COMBUSTION: NO HAY DATOS REPORTADOS.

#### SECCION IV PELIGROS PARA LA SALUD

INGESTION ORAL: IRRITACION GASTRICA, NAUSEAS Y VOMITOS, Y EN CONC. MAS ELEVADAS SE PRESENTA DEPRESION EN EL SISTEMA CENTRAL NERVIOSO ACOMPAÑADA DE MAREOS, DOLOR DE CABEZA Y HEMORRAGIA GASTRICA INTERNA .

CONTACTO CON LOS OJOS: IRRITACION MODERADA Y A 5% DE CONC. EN EL AIRE CAUSA DAMOS MUY SEVEROS Y HERIDAS EN LA CORNEA .

CONTACTO Y/O ABSORCION POR LA PIEL: IRRITACION Y/O PERDIDA DE LA SENSIBILIDAD EN EXPOSICIONES PROLONGADAS O REPETITIVAS.

INHALACION: IRRITACION DE LA GARGANTA.

SINTOMAS DEL AFECTADO: YA FUERON EXPUESTOS EN LOS PUNTOS ANTERIORES

PROCEDIMIENTO PRIMEROS AUXILIOS: INHALACION; REMOVER EL PASIENTE A UN LUGAR BIEN VENTILADO, Y APLICAR RESPIRACION EN CASO DE SER NECESARIO . PIEL: LAVAR CON JABON Y AGUA. OJOS: LAVAR CON GRANDES CANTIDADES DE AGUA. INGESTION; DARLE DE 1 A 2 VASOS CON AGUA E INDUCIR EL VOMITO SI ESTA CONCIENTE.

#### SECCION V PROCEDIMIENTO PARA FUGAS Y DERRAMES

PROCEDIMIENTO A SEGUIR EN CASO DE QUE EL MATERIAL FUGUE O SE DERRAME: DADO QUE ES SOLIDO NO PRESENTA GRAN COMPLICACION , MAS QUE USAR EL EQUIPO ADECUADO.

METODO DE DESECHO PARA EL DESPERDICIO: REMOVERLO A UN DEPOSITO.

#### SECCION VI PROTECCION PERSONAL

PROTECCION RESPIRATORIA: SI EL POLVO NO ES CONTROLADO USAR CARETA CON FILTRO CONTRA POLVO Y EN CONC. MAS ELEVADAS EMPLEAR CARETA CON AIRE AUTONOMO.

GUANTES: HULE : OJOS: GOGGLES QUIMICOS.

OTRO EQUIPO DE PROTECCION: ROPA ESPECIAL PROTECTORA Y BOTAS

SECCION VII PRECAUCIONES ESPECIALES:

PRECAUCIONES TOMADAS EN EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO: TANQUE DEBE ESTAR EN UN LUGAR FRIO SECO Y LEJOS DE CALOR O LLAMA.

OTRAS PRECAUCIONES: INFORMACION NO REPORTADA.

## A P E N D I C E I I

Basandose en que la tasa nacional de crecimiento acumulada de la población proyectada hasta el año 2002 en México es del 127.60% [4], la proyección de la demanda nacional fue realizada considerando solamente este parámetro, la capacidad de diseño de la planta fue de 4'717,490 lb/año (2,140 toneladas/año), con esto se corrobora la exactitud de la regresión lineal realizada en el capítulo 3

---

### POBLACION MEDIA TOTAL PROYECTADA PARA LA REPUBLICA MEXICANA

---

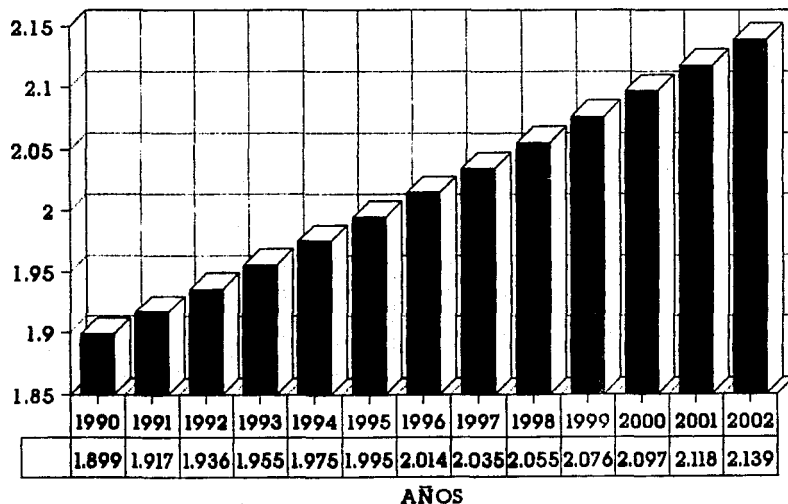
AÑO	POBLACION
1990	86'154,184
1991	87'835,456
1992	89'537,966
1993	91'261,160
1994	93'008,328
1995	94'180,736
1996	96'578,192
1997	98'399,968
1998	100'244,880
1999	102'111,072
2000	103'996,056
2001	105'896,680
2002	107'809,152

---

Ref. [4]

## PROYECCION DE LA DEMANDA DEL POLICARBONATO PARA MEXICO

MILES DE TONELADAS



## BIBLIOGRAFIA

- [1]Asociación Nacional de la Industria Química  
Directorio Empresas, Productos, Servicios y Distribui  
-----  
dores de la Industria Química Mexicana.  
-----  
México, ANIQ.
- [2]Banco de México. Sub-dirección de Investigación Económi-  
ca.  
Indicadores Económicos  
-----  
México, Banxico, 1983.
- [3]Cartas de Productos Químicos Peligrosos.  
-----  
México, 1992
- [4]Consejo Nacional de la Población  
Proyecciones de la Población de México 1980-2025.  
-----  
México, CONAPO, 1980
- [5]Current Cost of Process Equipment.  
Chemical Engineering.  
-----  
Vol.73, April 5, 1992
- [6]Economic Indicators  
Chemical Engineering.  
-----  
Vol 91 (10), Sept 3, 1984.
- [7]Flow of Fluides through Valves, Fittings and Pipe.  
-----  
U.S.A., Crane Engineerig Division ,1965.

- [8]Folleto Técnico "Makrolon" D-5090.  
-----  
Leverkusen, Bayer AG Division Plásticos, 1991
- [9]Folleto Técnico "Datos para Indices de Líneas.Procedi-  
-----  
miento Técnico.  
-----  
México, Bufete Industrial.
- [10]Folleto Técnico "Peeler Centrifuges" H2-E-BB1-5  
-----  
Germany, Krauss Maffei Imperial.
- [11]Folleto Técnico "Single & Multistage Ejectors".  
-----  
Massachusetts, Esclaire Condensers.
- [12]Folleto Técnico "Stainless Steel Vessels".  
-----  
Philadelphia, Perry Products Company, 1990.
- [13]Folleto Técnico "Storage Silo".  
-----  
Ohio, First Colony Corporation, 1990.
- [14]Folleto Técnico "Ter Meer Centrifugals".  
-----  
U.S.A., Baker Perkins.
- [15]Giesecke F.E. & A. Mitchell  
Dibujo para Ingeniería 2 ed.  
-----  
México, Iberoamericana, 1986

- [16]Gulds Pump Manual  
-----  
U.S.A., Seneca Falls New York.
- [17]Huang Francis F.  
Ingenieria Termodinamica  
-----  
Mexico, CECSA, 1985
- [18]Infante Villareal Arturo.  
Evaluacion Financiera de Proyectos de Inversion.  
-----  
Mexico, Norma, 1988
- [19]Instituto Mexicano del Plastico Industrial.  
Anuario Estadistico del Plastico Industrial.  
-----  
Mexico, IMPI, 1991
- [20]Irvin Sax N.  
Dangerous Properties of Industrial Materials, 4ed.  
-----  
New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1980.
- [21]Kern Donald Q.  
Procesos de Transferencia de Calor.  
-----  
Mexico, CECSA, 1987.
- [22]Kirk .I. & Donald F. Othmer.  
Enciclopedia de Tecnologia Quimica, 2ed.  
-----  
U.S.A., Vol 18, 1982.
- [23]Ludwig Ernest E.  
Design for Chemical & Petrochemical Plants .  
-----  
Houston, Gulf Publishing Company, 1984



- [24] Luna Partida Jose L. Antonio.  
Tesis "Policarbonato"  
-----  
Mexico, UNAM, 1980
- [25] Marti Ocaranza Luis Alberto.  
Tesis "Resinas de Policarbonato y sus Aplicaciones"  
-----  
Mexico, UNAM, 1984.
- [26] Material Safety Data Sheet.  
-----  
U.S.A. 1986
- [27] Max S. Peter & Klaus D. Timmerhaus.  
Plant Design & Economics for Chemical Engineers, 2ed.  
-----  
New Jersey, Mc.Graw Hill, 1968
- [28] Mc.Cabe Warren L. & Julianc Smith.  
Unit Operation of Chemical Engineering.  
-----  
New Jersey, Mc.Graw Hill, 1981
- [29] Modern Plastics Encyclopedia. vol 57, No 10-A.  
-----  
U.S.A., Mc.Graw Hill, Oct 1980
- [30] National Fire Codes MA-02269, Vol 13  
-----  
U.S.A., National Fire Protection, 1981
- [31] Perry Robert H. & Don Green.  
Chemical Engineer's Handbook, 6ed.  
-----  
New Jersey, Mc.Graw Hill, 1984