



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PARA LA  
PRODUCCION DE LIDOCAINA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
FERNANDO BELTRAN DOMINGUEZ



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

México, D. F.

1986



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.

# I N D I C E

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO 1.- GENERALIDADES</b>	<b>17</b>
<b>CAPITULO 2.- ESTUDIO DE MERCADO</b>	<b>26</b>
<b>CAPITULO 3.- CALCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO</b>	<b>57</b>
<b>CAPITULO 4.- ESTUDIO ECONOMICO</b>	<b>144</b>
<b>CAPITULO 5.- RESULTADOS</b>	<b>186</b>
<b>CAPITULO 6.- CONCLUSIONES</b>	<b>192</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>194</b>

**AGRADECIMIENTOS.**

**INTRODUCCION.**

**CAPITULO 1.- GENERALIDADES.**

**CAPITULO 2.- ESTUDIO DE MERCADO.**

- 2.1.-ESTUDIO DE LA DEMANDA
- 2.2.-ESTUDIO DE LA OFERTA
- 2.3.-MERCADO POTENCIAL
- 2.4.-PRECIO PRELIMINAR DEL PRODUCTO.
- 2.5.-ORIENTACION DEL PROYECTO EN FUNCION DEL MERCADO.
- 2.6.-ESTUDIO DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS
- 2.7.-DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA PLANTA
- 2.8.-LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA.

**CAPITULO 3.- CALCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO:**

- 3.1.-SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA DE PROCESO
- 3.2.-DESARROLLO PRELIMINAR DEL PROCESO.
  - 3.2.1.-BASES DE DISEÑO
  - 3.2.2.-ESQUEMA DEL PROCESO
  - 3.2.3.-BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA
  - 3.2.4.-DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO
  - 3.2.5.-DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR
  - 3.2.6.-REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES
  - 3.2.7.-DOCUMENTOS DE APOYO
    - 3.2.7.1.-DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
    - 3.2.7.2.-CRITERIOS DE DISEÑO
    - 3.2.7.3.-FILOSOFIAS DE OPERACIÓN
- 3.3.-DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS EN LOS EDIFICIOS
- 3.4.-PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

## **CAPITULO 4.- ESTUDIO ECONOMICO**

**4.1.-INVERSIÓN FIJA**

**4.2.-CAPITAL DE TRABAJO**

**4.3.-ESTIMACIÓN DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OPERACIÓN**

**4.3.1.-PRESUPUESTOS DE INGRESOS**

**4.3.2.-PRESUPUESTOS DE EGRESOS**

**4.3.2.1.-COSTOS VARIABLES DE OPERACIÓN**

**4.3.2.2.-CARGOS FIJOS DE INVERSIÓN**

**4.3.2.3.-CARGOS FIJOS DE OPERACIÓN**

**4.3.2.4.-GASTOS GENERALES**

**4.4.-PUNTO DE EQUILIBRIO**

**4.5.-ORGANIZACIÓN TÉCNICA Y ADMINISTRATIVA**

**4.6.-ESTUDIO DEL FINANCIAMIENTO DE LA PLANTA**

**4.7.-ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA**

## **CAPITULO 5.- RESULTADOS**

## **CAPITULO 6.- CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## AGRADECIMIENTOS

**A MIS PADRES:**

**FRANCISCO Y GUILLERMINA**

*Porque me enseñaron a ser libre e  
Independiente.*

*Porque me enseñaron el verdadero  
significado de la vida.*

**A MIS HERMANOS:**

**FILIBERTO, FRIDA y FRANCISCO**

*Por ser parte en la historia de  
mi vida.*

**AL ING. EMILIO BARRAGAN H.**

*Por su ayuda, apoyo y amistad durante  
todo este tiempo.*

**AL ING. CLAUDIO AGUILAR MARTINEZ.**

*Por su asesoria en este trabajo, y -  
principalmente por sus sabios con  
sejos.*

**AL ING. RODOLFO MORA V.**

*Por su ayuda y apoyo desinteresado.*



- 11 -

**A CLAUDIA. CON CARINO:**

*Por su ayuda, apoyo y confianza  
en mí.*

*Porque al igual que yo vea cul-  
minados sus esfuerzos.*

**A MARIA ELENA GONZALEZ DURON**

*Por su apoyo y comprensión*

*durante todo este tiempo ,*

*Con cariño....*

**GRACIAS.**

**A DON ARTURO LOPEZ TORRES**

*Por ser un amigo y ejemplo a*

*seguir.*

**A DON GUILLERMO CARSOLO PACHECO**

*Porque sus sabios consejos*

*hicieron posible la realiza-*

*ción de este proyecto.*

A MIS AMIGOS:

*Por su amistad incondicional.*

A GUILLERMO ROJAS FAJARDO:

*Por su ayuda en la realización de  
este trabajo.*

*A todos aquellos que de manera  
directa o indirecta contribu-  
yeron en mi formación profesio-  
nal.*

- 14 -

## INTRODUCCION

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

La Industria Farmacéutica Mexicana tiene como metas impostergables el cumplir con las exigencias oficiales y las metas nacionales de: Fabricación de nuevas materias primas para reducir nuestra dependencia del exterior; Fomento a la Investigación y al desarrollo Tecnológico; Incremento de las exportaciones, etc.

La Industria Farmoquímica se ha ido transformando paulatinamente de una empresa que en sus inicios realizaba el último paso de obtención y/o purificación de sus principios activos a una industria que busca la integración de sus procesos, aumentando la proporción de sus insumos nacionales y reduciendo los de importación.

Por otra parte, la Industria Farmacéutica Nacional se ha visto en la necesidad de producir los fármacos necesarios para su autoconsumo, y en el mejor de los casos para la venta a otros laboratorios.

Por lo anterior, el presente Estudio Técnico-Económico sobre la Síntesis de un fármaco 100% de importación, que es Lidocaína, busca la posibilidad de su producción a nivel Nacional.

A lo largo del presente estudio se irán estimando parámetros que después serán evaluados en el Estudio Económico y que -- arrojarán datos para definir la viabilidad del proyecto.

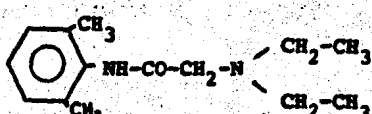
**GENERALIDADES**

## I. GENERALIDADES

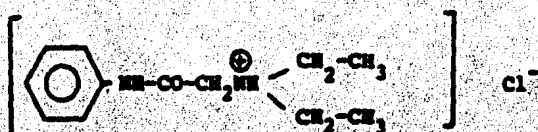
La "Lidocaina" es un fármaco considerado dentro del cuadro básico de medicamentos y la droga más corrientemente utilizada - de los anestésicos locales antiarrítmicos. Es una xilidida de biendo señalarse la función amida que posee que la hace estable y poco tóxica.

Se cuenta con la información básica para su fabricación. Se ha desarrollado su tecnología a nivel laboratorio, con una integración nacional del 95%.

Su fórmula es:



LIDOCAINA



### CLORIDATO DE LIDOCAINA

Lidocaina: 2-(diethylamino)-N-(2,6dimetilfenil)acetamida; 2-dietilamino-2,6-acetoxilidida; w-dietilamino-2,6 dimetilacetanilida; lignocaina; Xilocaina; xilotox; leostesin; rucaína; isicaina, duncaina; xilestesis; anestacon; gravocaina; lidotesina; xilocitina.

Clorhidrato de lidocaina: Xilocard, Xiloneural



## 1.1 Propiedades

### 1.1.1 Propiedades físicas:

#### Lidocaína:

- Contiene entre el 99 y el 100% de  $C_{14}H_{22}N_2O$  calculado sobre la base anhidra
- Polvo cristalino blanco o ligeramente amarillo
- Olor característico
- Estable al aire
- Sabor alcalino con sensación posterior de entumecimiento
- Soluble en alcohol, benceno, éter, cloroformo y aceites.
- Insoluble en agua.
- Punto de fusión 68-69°C
- Punto de ebullición 159-160°C.

#### Clorhidrato de lidocaina

- Contiene entre el 99 y 31 100% de  $C_{14}H_{22}N_2O \cdot HCl$  calculado sobre la base anhidra.
- Polvo cristalino blanco
- Inodoro
- Sabor ligeramente amargo, con sensación posterior de entumecimiento.
- Solubilidad muy soluble en agua y en alcohol, soluble en cloroformo, insoluble en éter.
- Punto de fusión 74-79°C

## 1.2 Propiedades Químicas

#### Lidocaina:

Peso molecular 234.33

C 71.75%, H 9.46%, N 11.96%, O 6.83%

### 1.1.2 Propiedades Químicas

#### Lidocaina:

Peso molecular 234.33

C 71.75%, H 9.46%, N 1.96%, O 6.83%

#### Clorhidrato de Lidocaina:

Peso molecular 270.83

pH de una solución acuosa al 5% es 4.0-5.5

### 1.2 ACCION FARMACOLOGICA

**Sistema nervioso periférico.-** Las drogas anestésicas locales son capaces de bloquear la conducción nerviosa cuando se aplican localmente; el contacto directo paraliza el tejido nervioso, en especial las fibras sensitivas, sin estimulación previa la acción es reversible y cuando la droga desaparece absorbida por la circulación general, el nervio recupera su función completamente. Estos fenómenos son estrictamente locales, de ma--

nera que para conseguir los efectos, la droga debe aplicarse en forma que alcance una concentración eficaz a nivel del abastecimiento nervioso en la zona que se desea anestesiar.

La adición de adrenalina a las soluciones anestésicas locales prolonga e intensifica la acción de estas últimas. Eso se debe al efecto vaso-constrictor de aquel fármaco que, limitando la absorción de los anestésicos locales, hace que perduren sus efectos; además, la toxicidad sistémica de dichos anestésicos disminuye debido a que da tiempo para que la droga se destruya a medida que se absorbe, de manera que los niveles sanguíneos de la misma son más bajos.

**Sistema Nervioso Central.**- Los anestésicos locales, una vez absorbidos o bien por inyección intravenosa, producen fenómenos reversibles a estimulación y depresión del sistema nervioso central. En general se observan respuestas de estimulación en los animales y en el hombre en forma de inquietud, temblor y luego convulsiones tónicas y sobre todo clónicas, epileptiformes; estos efectos son proporcionales habitualmente a la potencia anestésica local.

Los fenómenos de estimulación son seguidos de depresión central, en parte por agotamiento de los centros nerviosos y en parte por la acción propia de dichas drogas; se produce coma, arreflexia, pudiéndose llegar a la muerte por parálisis del centro respiratorio. En este caso, los estimulantes respiratorios son ineficaces; la mejor manera de prevenir y tratar la intoxicación por los anestésicos locales es la administración de depresores centrales como los barbitúricos.

La lidocaína produce acción convulsivante (no muy intensa) y sobre todo una acción sedante.

### 1.3 MECANISMO DE ACCION:

#### a) Penetración en los nervios

Para que un anestésico local pueda bloquear la conducción nerviosa debe penetrar en el nervio, para llegar a las fibras nerviosas atravesando las vainas y tejidos que rodean aquéllas; como por lo general la solución anestésica se coloca en la proximidad del nervio, debe ser lo suficientemente hidrosoluble para difundir en el líquido intersticial que lo rodea, y bien liposoluble para penetrar a través de las membranas lipídicas y alcanzar el lugar de acción de la droga, la fibra nerviosa y penetrar en la membrana celular. En esta forma, la velocidad de acción de la droga depende de su naturaleza química, de su concentración, -es necesario un gradiente para la citada penetración-y del tipo de fibra, existiendo, pues, un período latente desde la aplicación del anestésico hasta el bloqueo nervioso.

#### b) Acción del pH.

Los anestésicos locales son generalmente aplicados en forma de sales, en especial clorhidratos, que por consistir en la unión de un ácido fuerte con una base débil son de reacción ácida, ph 4.0 a 6.0 y muy solubles en agua, se encuentran muy ionizadas, l son muy poco liposolubles, por lo que penetran escasamente a través de las membranas celulares para alcanzar el sitio de acción, en contacto con los tejidos; por su alcalinidad, las bases-aminasterciarias- son liberadas y como se trata de bases débiles, se encuentran poco ionizadas; la porción no ionizada, hiposoluble y poco hidrosoluble, es la única que puede atravezar dichas membranas y actuar sobre la membrana de la fibra nerviosa.

#### 1.4 COMPARACION DE LA LIDOCAINA CON OTROS ANESTESICOS

La intensidad relativa de la acción anestésica de las distintas drogas depende del sitio de aplicación y del método utilizado. Así puede observarse tomando en cuenta los anestésicos locales solubles ( ésteres amínicos o amidas al estado de sales ) que si se ensayan los medicamentos mediante inyección intradérmica o bloqueo troncular, la procaína posee la mitad de la potencia anestésica de la cocaína, mientras que sobre mucosas es 13 veces menos potente que ésta, debido a su poca penetrabilidad; en cambio, la procaína es mucho menos tóxica y constituye el anestésico local de menor toxicidad sistémica. La tetracaína, en cambio, es activa en la anestesia tóptica y en el bloqueo anestésico, pero es más tóxica que la procaína, por lo que se prefiere para la anestesia superficial. En cuanto a la lidocaína, uno de los anestésicos locales más modernos y de uso más frecuente, su potencia y duración de acción son mayores que las de la procaína, mientras que su toxicidad es sólo un poco mayor que aquélla.

#### 1.5 ACCION FARMACOCINETICA

##### Absorción

La lidocaína se absorbe cuando se administra por vía bucal, pero sólo en un 35% de la dosis administrada, y un 60% de esta cantidad se metaboliza durante el primer paso por el hígado, de manera que esta vía no es utilizada. Por vía intramuscular la absorción es bastante buena y es capaz de dar lugar a niveles terapéuticos de lidocaína en la sangre a los 30 minutos -- con una duración de dos horas.

### Destino y excreción:

Después de la inyección intravenosa vía de elección para el tratamiento de las arritmias, el nivel sanguíneo cae rápidamente en dos fases: la primera, muy rápida, revela la distribución de la droga en los órganos más irritados, como el corazón y el cerebro produciéndose luego una redistribución a partir de los mismos al músculo esquelético y depósitos grasos, la droga es liposoluble; la segunda fase es más lenta y corresponde a la biotransformación y excreción del fármaco. Debe señalarse que la concentración útil de lidocaína en la sangre es de 0.2 a 0.5 mg/100 ml y el nivel tóxico 0.7 a 0.9 mg/100 ml.

Como se expresó, la lidocaína desde la sangre pasa a los tejidos, especialmente corazón, cerebro, hígado, riñón. La metabolización es rápida, y una hora después de la inyección intravenosa, los niveles en los tejidos son muy bajos; dicha biotransformación se produce en el hígado, 5 a 10% de la droga no metabolizada se excreta por el riñón.

### 1.6 TOXICIDAD

La lidocaína es una droga relativamente poco tóxica y las reacciones adversas que se observan con la vía intravenosa se refieren al sistema nervioso y cardiovascular.

- a) Las manifestaciones nerviosas son la: somnolencia (muy frecuente) parestesias, confusión, disminución de la agudeza auditiva y, raras veces, convulsiones epileptiformes.
- b) Los trastornos cardiovasculares, observados con dosis altas, generalmente, o en sujetos con lesiones miocárdicas graves, consisten en bloqueo intraventricular, auriculoventricular parcial y aun completo y, raras veces, caída de la presión arterial.

Dada la corta vida media de la droga, los trastornos desaparecen rápidamente al suprimirse la administración del fármaco.

1.7 CONTRAINDICACIONES.

No ha de administrarse lidocaína en los casos de bloqueo auriculoventricular parcial o completo, y en graves lesiones del miocardio.

ESTUDIO DE MERCADO



### ESTUDIO DE MERCADO

En la formulación de un proyecto industrial, el estudio de mercado consiste fundamentalmente en estimar la cantidad de producto que es posible vender, las especificaciones que éste debe exhibir y el precio que los consumidores potenciales están dispuestos a pagar.

La proyección de la demanda probable del producto resulta fundamental para el proyecto y es uno de los primeros factores asociados a la viabilidad del mismo que se debe estudiar.

A través del estudio de mercado también se pretende determinar bajo que condiciones se podría efectuar la venta de los volúmenes previstos, así como los factores que podrían modificar la estructura comercial del producto en estudio, incluyendo la localización de los competidores, la distribución geográfica de los principales centros de consumo, etc.

Los resultados del estudio de mercado permiten fijar con cierto grado de aproximación la capacidad máxima que puede tener la planta, las necesidades de futuras ampliaciones, y además constituyen un factor que frecuentemente influye de manera importante en la localización de las instalaciones industriales correspondientes.

Los resultados del estudio de mercado deben ser el producto de proyecciones realistas de datos confiables, de tal manera que hagan posible:

1.- Que desde este punto de vista, los futuros inversionistas estén dispuestos a apoyar el proyecto, con base en la existencia de un mercado potencial que hará factible la venta de la producción planeada, y obtener así un caudal de ingresos que les permitirá recuperar su inversión.

2.- Que los técnicos puedan seleccionar el proceso y las condiciones de operación, establecer la capacidad de la planta industrial.

3.- Que los formuladores del proyecto cuenten con los datos necesarios para efectuar estimaciones económicas, asociadas a su viabilidad, tales como el nivel de aprovechamiento de la planta, la capacidad a la que se operará inicialmente, los ingresos previsibles, las utilidades probables, etc.

En el estudio de mercado deben plantearse las siguientes preguntas básicas: ¿ Cuánto se podrá vender ? , ¿ A qué precio ? , ¿ - Qué características debe tener el producto ? , ¿ Cuáles serán los canales de comercialización ? , ¿ Qué problemas de comercialización se plantean ? , . . . .

Las respuestas a estas preguntas se deberán referir a la demanda actual y a la futura en el periodo de vida útil del proyecto.

La validez de las respuestas en términos cuantitativos dependerá de la calidad de la información disponible y de su correcto análisis e interpretación.

Es conveniente hacer resaltar la importancia que tiene el estudio de mercado en el desarrollo de un proyecto. Una cuantificación errónea del volumen de ventas o del precio del producto conduciría a una estimación inadecuada de la capacidad de la planta y a una proyección de los ingresos y egresos alejada de la realidad, lo que podría dar origen al fracaso económico de la empresa que se integre para llevar a cabo el proyecto.

#### 2.1.- Estudio de la demanda.

La demanda es la cuantificación de la necesidad real o psicológica de una población de compradores, con poder adquisitivo suficiente, para adquirir un determinado producto que satisfaga dicha necesidad.

Los principales factores que influyen en la demanda de un producto son su precio, el nivel y la distribución del ingreso de los consumidores, el precio de productos competitivos y la preferencia de los consumidores.

Originalmente se había pensado únicamente en la producción de Lidocaina, sin embargo, al realizar una investigación más profunda, se encontró que el 92.88 de los laboratorios consumidores

utilizan el Clorhidrato de Lidocafina, de tal manera que el estudio se llevará a cabo hasta la producción del Clorhidrato.

Para el estudio de la demanda se debe tomar en cuenta que el -- producto en estudio está considerado dentro de los bienes inter medios o de demanda dependiente, esto es, no es un producto que llegue directamente al consumidor final; de tal manera que, como se dijo anteriormente, los consumidores serán laboratorios - que utilizarán el Clorhidrato de Lidocafina como materia prima - en la elaboración de sus productos finales.

Al ser, el producto del presente estudio 100% de importación, se tomarán los datos de importación de 1974 a 1984 proporcionados por el Instituto Mexicano de Comercio Exterior (IMCE), encontrándose lo siguiente:

Tabla 2.1.1.-Volumen y costo de importación de Lidocafina.

Año	Toneladas	Costo (Pesos)	Pesos/Kg
1974	4.260	832,212.00	195.35
1975	0.455	195,081.00	428.75
1976	4.845	933,807.00	192.74
1977	4.270	1'328,186.00	311.05
1978	2.951	1'577,970.00	534.72
1979	7.505	6'350,135.00	846.12
1980	7.166	7'317,087.00	1,021.08
1981	9.845	8'237,495.70	836.72
1982	8.548	17'684,172.00	2,068.81

Año	Toneladas	Costo (Pesos)	Pesos/Kg
1983	7.162	24'877,633.00	3,473.56
1984*	6.423	27'779,946.00	4,325.07

\* Hasta Junio de 1984.

En la tabla 2.1.1. se observa la tendencia de la demanda, con ciertas fluctuaciones debido quizás, a la también fluctuación -- del peso mexicano con respecto al dolar americano, y a la diferencia en precios de los diferentes países de los cuales se importa la Lidocafina, (Se tomó un promedio de la paridad del dolar durante el año en cuestión).

Realizando una proyección (Regresión lineal), como lo muestra -- la gráfica 2.1.1. se encontró la posible demanda futura del producto en cuestión (ver tabla 2.1.2).

Tabla 2.1.2.-Proyección de la demanda.

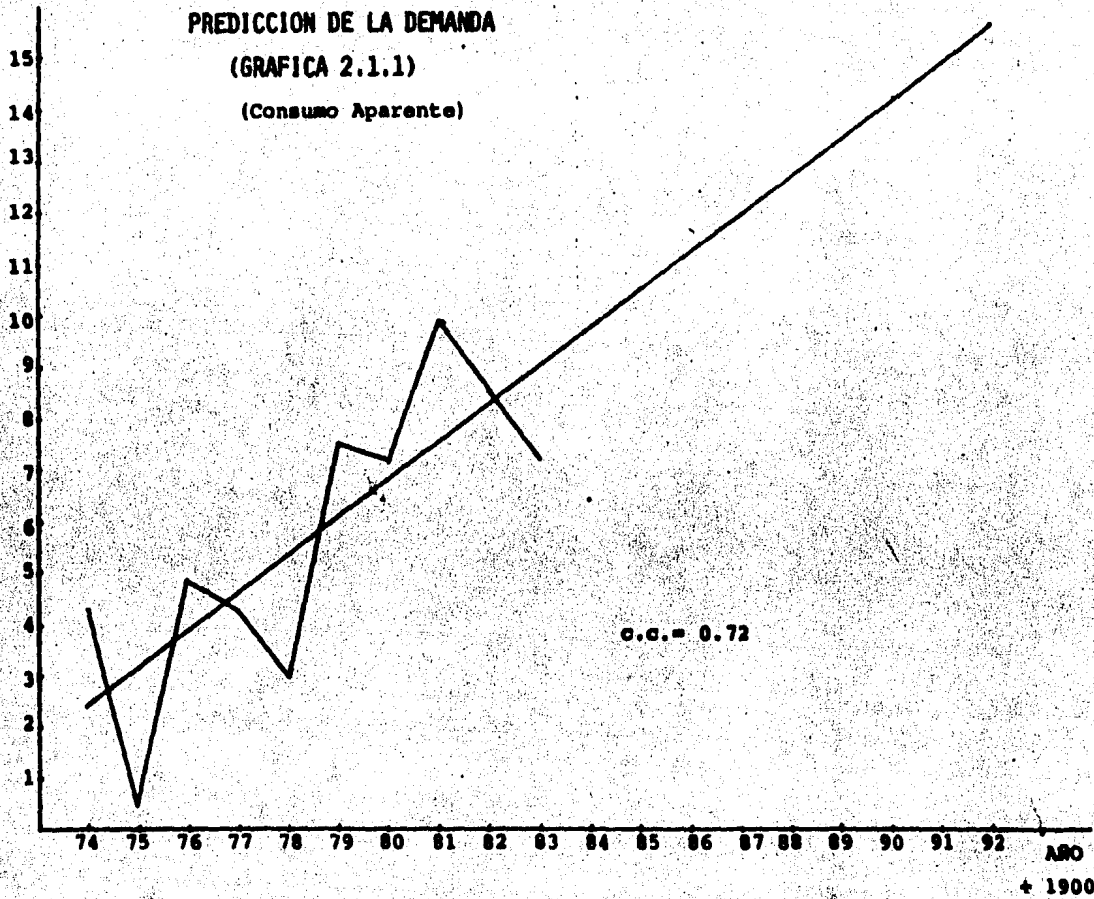
Año	Toneladas	Etapas y Operación del proyecto
1984	9.73	
1985	10.46	Estudio Técnico Económico de la -- Planta.
1986	11.20	Construcción de la Planta.
1987	11.93	Construcción de la Planta.
1988	12.67	Arranque y operación al 40% de su capacidad.
1989	13.40	Operación al 60% de su capacidad.

TONELADAS

### PREDICCIÓN DE LA DEMANDA

(GRAFICA 2.1.1)

(Consumo Aparente)



- 32 -

Año	Toneladas	Etapa y Operación del proyecto
1990	14.13	Operación al 80% de su capacidad.
1991	14.87	Operación al 95 % de su capacidad.
1992	15.60	Operación al 100% de su capacidad.

## 2.2.-Estudio de la Oferta.

Al ser un producto 100% de importación, la oferta nacional es -  
cero. El producto se importa principalmente de: España, Italia,  
Reino Unido, Suecia, Estados Unidos, República federal de Alema  
nia, Suiza, Dinamarca, Holanda, Japón, Panama Y República Demo-  
crática Alemana; Variando el precio de la Lidocaína de país a -  
país.

## 2.3.-Mercado Potencial.

En términos generales, mercado es el sitio donde concurre la --  
oferta y la demanda para uno o más productos, es decir, es un -  
área en la que se encuentran un conjunto de personas cuyos de--  
seos, necesidades, recursos económicos y capacidades producti--  
vas establecen las fuerzas de la oferta y la demanda.

Dentro de las empresas consumidoras de Lidocaína Y Clorhidrato  
de Lidocaína tenemos las siguientes, con el nombre comercial de  
sus productos:

- Laboratorios Silanes, S.A. (Argostop).
- Allergan, S.A. (Biotarson-N, Biotarson-O).

- Pfizer, S.A. de C.V. (Bonadoxina, Terra-Bron Intramuscular).
- Armstrong Lab. de México S.A. de C.V. (Her-Klin).
- Index de México, S.A. (Indextrón).
- Burroughs Wellcome de Méx., S.A. de C.V. (Lidosporin).
- Pharmacos Exakta, S.A. (Otalgan).
- Representaciones e Investigaciones Medicas, S.A. (Oxigricol).
- Ufarmex, S.A. (proctium).
- Ciba Geigy Mexicana, S.A. de C.V. (Procto-Glyvenol).
- Rudefsa (Rucaina L.R. Pesada, Rucaina Pomada y Gel).
- Laboratorios Infan, S.A. (Sueñodent-T).
- Syntex, S.A. (Synalar Otico).
- Astra Chemicals, S.A. (Xylocaína, xyloproct)

Siendo Astra Chemicals, S.A., el principal consumidor del clor--hidrato de Lidocaína, debido a que sus diversas presentaciones de Xilocaína le dan una gran infinidad de aplicaciones.

#### 2.4.-Precio Preliminar del Producto:

En base a datos obtenidos en el Instituto Mexicano de Comercio Exterior (INCE), y haciendo una proyección de precios de la Lidocaína por año se encontraron los precios posibles a futuro:

Año	Pesos/Kg
1974	195.35
1975	428.75
1976	192.74



Año	Pesos/Kg
1977	311.05
1978	534.72
1979	846.12
1980	1,021.08
1981	836.72
1982	2,068.81
1983	3,473.56
1984*	4,325.07

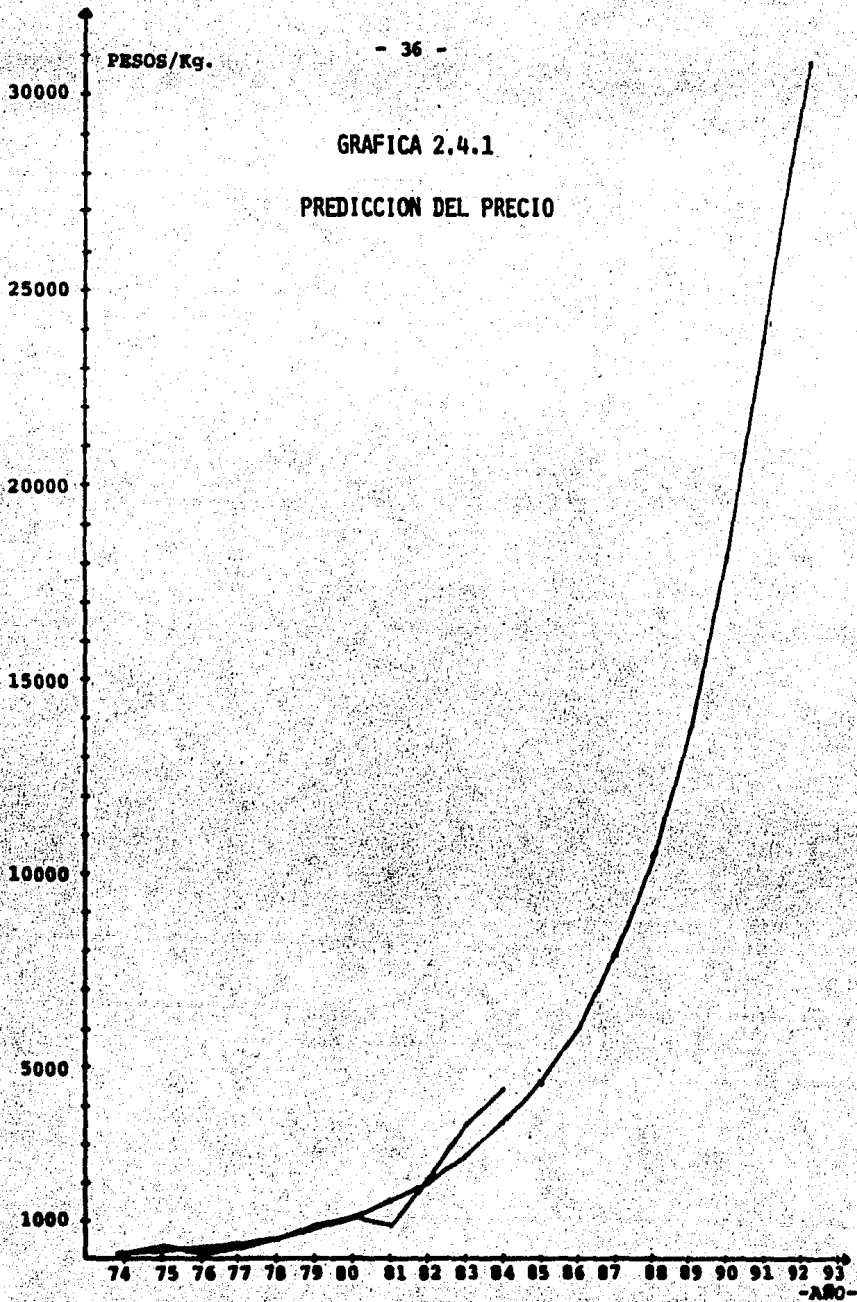
\*Hasta Junio de 1984.

Datos Obtenidos de la proyección por regresión logarítmica que dio el coeficiente de correlación mas alto, (0.8933).

Año	Pesos/Kg
1985	4,585.98
1986	6,074.17
1987	8,019.21
1988	10,553.51
1989	13,845.69
1990	18,109.85
1991	23,617.09
1992	30,709.88

Las fluctuaciones en el precio de la Lidocafina en los datos proporcionados por el INCE se deben quizá a las también fluctuaciones de la paridad del dolar, y a la diferencia de precios de dicho producto en los diferentes países importadores.

GRAFICA 2.4.1  
PREDICCIÓN DEL PRECIO



## 2.5.- Orientación del Proyecto en función del Mercado.

El estudio de mercado preestablece ciertas bases que sirven para orientar el proyecto industrial de tal manera que la planta proyectada tenga ventajas sobre las de la competencia.

### 2.5.1.-Características, Especificaciones y Diseño Comercial del Producto.

Lidocaína: Contiene entre el 99 y el 100% de  $C_{14}H_{22}N_2O$ , calculada sobre la base anhidra.

**Descripción:** Polvo cristalino, blanco o ligeramente amarillo, olor característico, sabor alcalino con sensación posterior de entumecimiento.

**Solubilidad:** Muy soluble en alcohol y cloroformo, fácilmente soluble en benceno y en éter, prácticamente insoluble en agua. Soluble en los aceites.

**Temperatura de Fusión:** Entre 66 y 69°.

**Conservación:** En recipientes bien cerrados.

**Indicación:** Anestésico Local.

**Clorhidrato de Lidocaína:** Contiene entre el 99 y el 100% de

$C_{14}H_{22}N_2O \cdot HCl$ , calculado sobre la base anhidra.

**Descripción:** Polvo Cristalino, Blanco Inodoro, sabor ligeramente amargo, con sensación posterior de entumecimiento.

**Solubilidad:** Muy soluble en agua y en alcohol; soluble en cloroformo; insoluble en éter.

**Temperatura de Fusión:** Entre 74 y 79°.

**Conservación:** En recipientes bien cerrados.

**Indicación:** Anestésico Local.

Diseño Comercial: Cuñetes de Cartón de 100 Kg. y bolsas de Polietileno.

## 2.6.- Estudio de la disponibilidad de Materias Primas.

La mayor parte de los reactivos utilizados en este proyecto son de fabricación Nacional, del m-Xileno se cuenta con distribuidores locales.

Materia Prima	Empresa Productora
-Acido Acético.	Productos Químicos Monterrey, S.A.
-Acido Nítrico.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Químicos y Acidos. Traquimsa.
-Acido Sulfúrico.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Químicos y Acidos. Traquimsa.
-Acido Clorhídrico.	Productos Químicos Monterrey, S.A.
-Acido Monocloroacético.	Productos Químicos Monterrey, S.A.
-Acetato de Sodio.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Alquimia Mexicana S. de R.L.
-Sosa Cáustica al 50%.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Traquimsa.
-Cloruro de Calcio.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Alquimia Mexicana S. de R.L.
-Cloruro de Sodio.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Alquimia Mexicana S. de R.L.
-Cloruro de Benzoilo.	Productos Químicos de San Luis, S.A. PKV Química S.A.
-Sulfato de Sodio.	Productos Químicos Monterrey, S.A.

Materia Prima	Empresa Productora.
-Sulfato de Sodio.	Alquimia Mexicana S. de R.L. Químicos y Acidos.
-Tolueno.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Petróleos Mexicanos. Alquimia Mexicana S. de R.L. Productos Químicos de San Luis, S.A.
-m-Xileno.	Productos Químicos Monterrey, S.A. Quimivan, S.A. Química Delta, S.A. Negociación Alvi, S.A.
-Zinc.	Productos quimicos Monterrey, S.A. Quimivan, S.A.
-Dimetil Anilina.	Química Hoechst de México, S.A. Bayer de México, S.A. de C.V. Hexaquimia, S.A. Química Mexibras, S.A.

Solo se mencionaron aquellas empresas que venden su producto a granel.

#### 2.6.1.-Calidad y Características de las Materias Primas.

Ver tabla 2.6.1.

TABLA 2.6.1  
PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS

SUSTANCIA	PM	ESTADO FISICO	DENSIDAD	PUNTO DE EBULLICION	PUNTO DE FUSION	SOLUBILIDAD	USOS	PUREZA (%)
m-XILENO	106	LIQUIDO INCOLORO.	0.86	137-140°C.	--	ALCOHOL, ETER, SOLV. ORGANICOS.	SOLVENTE, MATERIA PRIMA DEL ACIDO BENZOICO.	97
HNO <sub>3</sub>	63	LIQUIDO INCOLORO	1.50	83°C	-41.6°C	AGUA, ALCOHOL ETC.	MANUFACTURA DE NITRATOS Y NIETRO COMPUESTOS.	65
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	LIQUIDO ACEITOSO INCOLORO.	1.84	290 °C	--	AGUA, ALCOHOL ETC.	MANUFACTURA DE FERTILISANTES Y EXPLOSIVOS.	96
NaCl	58	CRISTALES BLANCOS.	2.17	----	804°C	AGUA, GLICEROL.	CONDIMENTACION MANUFACTURAS DE JABONES.	99.5
(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH	73 75	LIQUIDO FUERTEMENTE ALCALINO	0.707	55.5 °C	-50 °C	AGUA, ALCALIS	AGENTE DE FLOTACION EN SECADO.	98
NaOH	40	CRISTALES BLANCOS	2.13	---	318°C	AGUA, ALCOHOL GLICEROL.	NEUTRALIZACION DE ACIDOS.	99
Zn	65.4	METAL GRISABSO	7.14	908°C	419.5°C	-----	AGENTE REDUCTOR	99.5
C12H <sub>2</sub> COON	94.5	CRISTALES BLANCOS	1.58	189°C	----	AGUA, ALCOHOL, BENCENO	SECADO DE PRODUCTOS QUIMICOS.	98

PROPIEDADES DE LAS MATERIAS PRIMAS

SUSTANCIA	PM	ESTADO FISICO	DENSIDAD	PUNTO DE EBULLICION	PUNTO DE FUSION	SOLUBILIDAD	USOS	PUREZA (%)
$C_6H_5COCl$	140.6	LIQUIDO DE OLOR PENETRANTE.	1.207	197.2°C	-1.0 °C	ETER, BENCENO DISULFURO DE CARBONO.	ACILACION, INTRO DUCCION DE GRU- PO BENZOILO.	98
$CH_3COOH$	60.05	LIQUIDO DE OLOR PUNGENTE.	1.053	118 °C	16.7°C	AGUA, ALCOHOL GLICEROL, Y ETER	MANUFACTURA DE VARIOS ACETATOS Y COMPUESTOS - ACETILADOS.	96
HCL	36.5	LIQUIDO INCOLO- NO AL 30%.	1.201	108.58		AGUA, ALCOHOL	MANUFACTURA DE HIDROCLORUROS FARMACEUTICOS.	30
$CH_3COONa$	82	CRISTALES TRANS- PARENTES	1.45	----	58°C	AGUA, ALCOHOL	AUXILIAR EN ACE- TILACIONES, EFECT TO BUFFER.	99,5
$C_6H_5CH_3$	92	LIQUIDO FLAMEA- BLE	0.866	110.6°C	-95°C	ALCOHOL, CLO- ROFORMO, ETER	SOLVENTE, AGENTE SECANTE.	98



## 2.7.-Determinación del tamaño de la planta:

Se conoce como tamaño de una planta industrial, la capacidad instalada de producción de la misma. Esta capacidad se expresa en cantidad producida por unidad de tiempo, es decir, volumen, peso, valor o número de unidades de producto elaboradas por -- año, ciclo de operación, mes, día, turno, hora, etc. En algunos casos la capacidad de una planta se expresa, no en términos de la cantidad de producto que se obtiene, sino en función del volumen de materia prima que entra al proceso.

El tamaño de una planta en algunas ocasiones se refiere a períodos menores de un año, debido a la disponibilidad limitada de una materia prima que no es factible o económico almacenar.

Las plantas industriales generalmente no operan a su capacidad nominal o instalada, debido a factores ajenos al diseño de la misma, tales como limitada disponibilidad de materias primas, fluctuaciones en la demanda del producto, etc.

Al ritmo de producción que efectivamente es posible operar la planta se le conoce como capacidad real de operación. Al cociente que resulta de dividir la capacidad real entre la capacidad instalada se le denomina nivel de aprovechamiento de la capacidad de la planta.

En plantas industriales que cuentan con equipos de diferentes capacidades, la capacidad de la planta se da en función del --

equipo de menor capacidad.

En plantas que pueden manufacturar productos con diversos niveles de elaboración, la capacidad de operación dependerá del -- grado de transformación que se dé a la materia prima.

En aquellas industrias que elaboran diversos lotes de productos de diferentes características, el tamaño de la planta se -- suele especificar con respecto a la producción de un lote tipo.

La determinación del tamaño de la planta se hizo en base del -- consumo de lidocaína; cabe hacer notar que el paso de Lidocaína a Clorhidrato de Lidocaína se realiza con un 96% de rendimiento, aumentando la masa debido al incremento del peso molecular.

De lo anterior se considera como tamaño de la planta, la producción de 15,600 Kg. por año. Calculando un tiempo de operación de 260 días al año, se encontró una producción diaria de 60 Kg, ya que trabajamos en un proceso Batch o por lotes, se -- consideró que de acuerdo al proceso, es mejor trabajarlo en períodos de 3 días, es decir, en producción de 300 Kg., de acuerdo a esto, el equipo se calculará para la producción de 300 Kg por lote.

## **2.8.-Localización de la Planta.**

La determinación del lugar donde se ha de instalar una planta se suele llevar a cabo en dos etapas: En la primera se selecciona el área general en que se estima conveniente localizar la planta, y en segunda, se elige la ubicación precisa para efectuar su instalación.

De la ponderación adecuada de todos y cada uno de los diversos factores que influyen sobre la localización de una planta, dependerán las probabilidades de que se obtengan los resultados económicos esperados.

### **2.8.1.-Factores determinantes en la localización de una planta industrial.**

En la localización de una planta industrial los factores que inciden más vigorosamente son los siguientes:

- A) La localización del mercado de consumo.**
- B) La localización de las fuentes de Materias Primas.**

Estos dos factores junto con las características de las materias primas y las de los productos tienen una influencia importante en los costos de transporte y, frecuentemente en los rendimientos del producto por unidad de materia prima. El predominio de -

uno u otro de esos dos factores en la localización de la planta cuando no son coincidentes, dependerá de su incidencia en los resultados económicos esperados de dicha planta.

Además de los factores antes mencionados, también influyen de manera importante en la selección de la localización de una planta industrial los siguientes factores:

- C) Disponibilidad y características de la mano de obra.
- D) Facilidades de transporte.
- E) Disponibilidad y costo de energía eléctrica y combustible.
- F) Fuentes de suministro de agua.
- G) Facilidades para la eliminación de desechos.
- H) Disposiciones Legales.
- I) Incentivos fiscales.
- J) Servicios públicos diversos.
- K) Condiciones Climatológicas.
- L) Actitud de la comunidad.

#### 2.8.1.1.- Localización y características de los mercados de consumo y abastecimiento.

La localización y grado de dispersión del Mercado de Consumo -- ejercerán gran influencia sobre la localización de la planta, -

debido a ello, estos son los primeros factores que habrán de -  
revisarse. Estos factores implican consideraciones sobre dis-  
tribución y movilidad económica de los productos.

La distancia que deba recorrer el producto desde la planta has-  
ta el mercado de consumo, junto con sus características y las  
tarifas de transporte, determinarán el costo de esta operación.  
El costo de transporte, por lo tanto, será directamente propor-  
cional a la distancia que recorra el producto. Al acercarse la  
planta a las regiones de consumo, se reduce el costo de trans-  
porte del producto, pero puede incrementarse de manera signifi-  
cativa el costo de transporte de los insumos, de ahí que la lo-  
calización de la planta consistirá esencialmente en efectuar -  
una comparación de los costos de transporte y de las pérdidas  
económicas originadas por mermas en los volúmenes y en las ca-  
lidades de las materias primas y los productos.

En general habrá una tendencia a que una planta industrial que  
de orientada hacia el mercado de consumo ó el de abastecimien-  
to, en función de las características de las materias primas y  
de los productos. Es conveniente señalar a este respecto, que  
en materia de transportes y manejo, no sólo interesan los pe-  
sos de los materiales, sino también sus densidades aparentes,-  
su estado físico y sus grados de perecibilidad, todos los cua-  
les determinan las tallas correspondientes.

En general las materias primas pagan menores tarifas que los - productos terminados; Sin embargo, la cantidad de materia prima que se requiere para elaborar un volumen determinado de pro ducto, puede originar que convenga instalar la planta en la zo na de producción de las primeras.

De lo antes señalado, se infiere que para efectuar los calcu-- los necesarios para el análisis de localización de una planta industrial, se requiere además de los resultados de los estu-- dios de Mercado de Consumo y Abastecimiento, los derivados de los balances de Materia que forman parte de la Ingeniería del Proyecto, y que se describen en el capítulo siguiente.

**Empresas Consumidoras de Lidocaína y su Clorhidrato:**

**-Laboratorios Silanes, S.A.**

Amores 1304

Del Valle.

Benito Juárez

03100 México, D.F.

**-Allergan, S.A.**

Calz. de Tlalpan 550

Moderna

Tlalpan

03510 México, D.F.

-Pfizer, S.A. de C.V.

Carr. México-Toluca, Km 63.5  
5000 Toluca, Edo. de México.

-Armstrong Lab. de México, S.A. de C.V.

Av. Div. del Norte 3311  
Candelaria, Coyoacán.  
Coyoacán  
04380 México, D.F.

-Index de México, S.A.

Fragonard 40  
Mixcoac  
Benito Juárez  
03910 México, D.F.

-Burroughs Wellcome de México, S.A. de C.V.

Av Eugenio Garza Sada 3640  
64810 Monterrey, N.L.

-Pharmacos Exakta, S.A.

Av. del Niño Obrero 651  
Chapalita  
45040 México, D.F.

-Representaciones e Investigaciones Médicas, S.A.

Calz. de Tlalpan 2548

**Avante**

**Coyoacán**

**04460 México, D.F.**

**-Ufarmex, S.A.**

**Laguna del Carmen 167**

**Anahuac**

**Miguel Hidalgo.**

**11320 México, D.F.**

**-Ciba Geygi Mexicana, S.A. de C.V.**

**Calz. de Tlalpan 1779**

**Churubusco Country Club**

**Coyoacán**

**04210 México, D.F.**

**-Rudessa.**

**Calz. del Hueso 271**

**Ex-Hda de Coapa**

**Tlalpan**

**14300 México, D.F.**

**-Laboratorios Infan, S.A.**

**Calz. de Tlalpan 4515**

**Toriello Guerra**

**Tlalpan**

**14050 México, D.F.**



-Sintex,S.A.

Cerrada de Bezares 9

Lomas de Bezares

Miguel Hidalgo

11910 México,D.F.

-Astra Chemicals,S.A.

Avenida Urbina 15

Parque Industrial

53470 Naucalpan,Edo. de México.

Empresas Productoras de Materia Prima para la producción de Li  
docafina y Clorhidrato de Lidocafina.

-Productos químicos Monterrey,S.A.

-Mirador 201,Col. Mirados,Monterrey.

64070 Monterrey,N.L.

-Poniente 48 No. 3355.

Col. Salvador Xochimanca

02870 México,D.F.

-Productos Químicos de San Luis,S.A.

-Santos Degollados 998

78270 San Luis Potosi,S.L.P.

-Justo Sierra 53-A

Circuito Educadores,Cd. Satélite, México.

53100 México.

-Químicos Y Acidos

-Río San Joaquín 523-A

Col.10 de Abril. Deleg. Miguel Hidalgo.

11252 México,D.F.

-Traquinsa.

-Paseo de Otoño 100-310 Fracc. La Florida

53160 Naucalpan,Edo. de México.

-Guillermo Marconi 13 Parque Industrial Cuamatla.

Cuautitlán Izcalli,México.

-Alquimia Mexicana S. de R.L.

-Cerrada de Colima 2-2 Col. Roma,Deleg. Cuauhtémoc.

06700 México,D.F.

-PKV Química,S.A.

-Blvd. A. López Mateos 2802, 7° Piso.

Tizapan,Villa Alvaro Obregón,México,D.F.

-Quimivan,S.A.

-Av. Tenayuca 64

Fraccionamiento Industrial Tlanepantla,Edo. de México.

-Química Delta,S.A.

-San Lorenzo 69,Area 2, Ixtapalapa.

09830 México,D.F.

-Química Hoechst de México, S.A. de C.V.

-Tecoyotitla 412, Villa A. Obregon.

01000 México, D.F.

-Av. Maximino Avila Camacho 2418

Puebla, Puebla.

-Calle Gigante 201

León, Guanajuato.

-Química Mexibras, S.A.

-Bellavista 452, Col. San Lorenzo Tezonco.

Del. Ixtapalapa.

09900 México, D.F.

-Hexaquimia, S.A.

-Km. 20.7 Carr. México-Texcoco.

Los Reyes, La Paz, Edo. de México.

-Bayer de México, S.A. de C.V.

-San Luis Potosí 128

Tulpetlac, Edo. de México.

-Negociación Alvi, S.A.

-Industria Eléctrica de México 69

San Pedro Barrientos, Tlanepantla, Edo. de México.

54110 Tlanepantla, Edo. de México.

Por lo anterior, la localización de los mercados de Consumo y Abastecimiento se encuentran en el Distrito Federal y El Estado de México en un 86% en lo que al Mercado de Consumo se refiere y en un 85% en el Mercado de Abastecimiento. Por lo cual se concluye que en cuanto a este inciso se refiere la planta se puede colocar en el Estado de México.

En lo referente a los otros factores que intervienen en la selección de la localización de la planta industrial (inciso 3 al 11), se pueden obtener dentro de los servicios que prestan los Parques Industriales.

Dentro de los servicios que presta el FIDEIN (Fideicomiso de Conjuntos, Parques, Ciudades Industriales y Centros Comerciales) Está el de proporcionar información seleccionada sobre los diferentes parques industriales (Características, Ubicación y Servicios que prestan).

Revisando los diferentes Parques Industriales encontramos tres que satisfacen los requisitos de ubicación y servicios necesarios para la instalación de la planta industrial, que son:

- Parque Industrial de Atlacomulco, Edo. de México.
- Parque Industrial El Oro, Edo. de México.
- Parque Industrial Lerma, Edo. de México.

Los tres se encuentran en la zona II de Estimulos Fiscales, la cual tiene prioridades estatales. Los dos primeros cuentan con apoyo financiero FOGAIN (Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña), y el tercero cuenta con financiamiento FONEI (Fondo de Equipamiento Industrial).

El FOGAIN promueve y apoya el establecimiento de Grandes Industrias Esenciales en México; Otorga créditos destinados a la edificación y compra de naves industriales dentro y fuera de los parques industriales. Si la nave se encuentra dentro de un parque industrial se puede financiar al 100% en un plazo de 12 años con 3 de gracia, mientras que si se ubica fuera el crédito es por 80% a 5 años con 3 de gracia; las tasas de interés son del 35 al 40%.

El FONEI fomenta la producción eficiente de bienes industriales y de servicios, así como financiar la adquisición de activos fijos, la elaboración de estudios de preinversión, inversiones de adaptación y desarrollo de tecnología. El plazo de pago es de 13 años (y gracia de 3 años incluida) a una tasa de interés del 6% y con un crédito máximo del 80% de la inversión total.

Se hablará mas sobre las opciones de financiamiento en el capítulo 4 sobre el estudio económico.

En cuanto a la selección del Parque Industrial se tienen dos opciones:

- 1) El Parque Industrial de Atlacomulco, Edo. de México., y
- 2) El Parque Industrial El Oro, Edo. de México.

La tercera opción se descartó, ya que se cuenta con mayores incentivos fiscales en los dos primeros casos.

El Parque Industrial de Atlacomulco, Edo. de México se encuentra a 131 Km. del D.F., mientras que el Parque Industrial El Oro, Edo. de México se encuentra a 161 Km., por lo cual, y debido a que los dos Parques Industriales ofrecen los mismos servicios se seleccionó el PARQUE INDUSTRIAL DE ATLACOMULCO debido a que se encuentra más cercano a las zonas de consumo del producto final.

CALCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO

### CALCULO Y DISEÑO DEL EQUIPO

La ingeniería de un proyecto industrial, tiene por objeto llevar una doble función; primero, la de aportar la información - que permita hacer una evaluación económica del proyecto y, segundo, la de establecer las bases técnicas sobre las que se -- construirá e instalará la planta, en caso de que el proyecto de -- muestre ser atractivo.

La primera fase de la ingeniería del proyecto consiste en la - realización de una serie de actividades que tienen por objeto obtener la información necesaria para la adopción de un proceso de producción adecuado. En la segunda fase se especifican - maquinaria y equipo para obtener cotizaciones y presupuestos, - y con esta base determinar la magnitud de la inversión y los - costos de operación de la planta. Por último, en la fase final se elabora la ingeniería básica y de detalle de la planta y se hace una estimación precisa de la inversión requerida para lle -- var a cabo la construcción, instalación y puesta en marcha de la misma.

En la ingeniería del proyecto con frecuencia se requiere de la contratación de servicios externos, generalmente servicios es -- pecializados de ingeniería, para resolver determinados proble -- mas, particularmente cuando se trata de proyectos sobre los -- cuales no se tiene experiencia. Es necesario hacer énfasis en que el ahorro aparente que se obtiene sin la consultoría es -- pecializada, casi siempre da lugar a erogaciones superiores a -- este ahorro, en modificaciones al diseño original, que es nece -- sario realizar posteriormente, a fin de lograr las eficiencias debidas en las instalaciones industriales.

Esta asesoría externa puede referirse, entre otros aspectos, a



información sobre patentes y conocimientos técnicos especializados en el área del proyecto, a información sobre el comportamiento de procesos o equipos, la adaptación de tecnología, a la optimización de condiciones de operación o a estudios integrales de varias alternativas de proceso.

En la fase de instalación y puesta en marcha, el asesoramiento técnico puede referirse a la contratación de las obras de construcción o instalación, al montaje de los equipos, a la supervisión de contratistas, y a la misma puesta en marcha de la planta. Los pagos por estas consultorías deben considerarse como--- parte de la inversión fija requerida para llevar a cabo el proyecto.

### 3.1. SELECCION DE LA ALTERNATIVA DEL PROCESO.

El éxito de un proyecto industrial depende en alto grado de la cuidadosa selección del proceso o sistema de producción. Esta selección implica un estudio Técnico que permita visualizar cuál de las alternativas de proceso pueden dar los mejores resultados y cumplir con las especificaciones siguientes:

- A) Ajuste a los volúmenes de producción previstos.
- B) Dar origen a productos que reúnan las especificaciones que demanda el mercado.
- C) Ser factibles de llevarse a cabo en los equipos que pueden ser obtenidos.

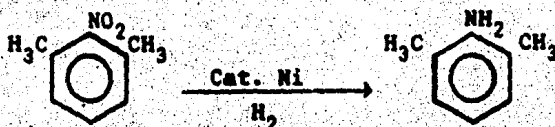
En los más de los proyectos industriales es necesario comparar los diversos procesos que pueden ser utilizados para elaborar los productos deseados, a fin de seleccionar aquel que permita obtener los mejores resultados, aprovechando al máximo los recursos disponibles para el proyecto y dentro de las limitaciones que impongan las condiciones existentes en la región donde se planea llevar a cabo su realización.

Previamente a la selección de procesos y equipos, es necesario hacer una revisión de la literatura técnica a fin de obtener información y datos específicos pertinentes a los diversos procesos que existen para elaborar el producto deseado a partir de las materias primas más disponibles.

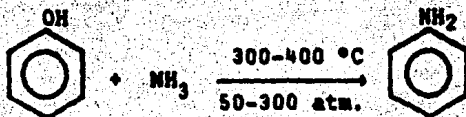
Esta información puede señalar las ventajas y desventajas de los procesos que convenga considerar para el proyecto, y permitir así una selección de la tecnología más adecuada sobre base técnica y económicas. La revisión bibliográfica de productos, procesos y patentes también arrojará información que servirá de base para diseñar o especificar las unidades industriales, y determinar quienes pueden ser los posibles proveedores de la maquinaria y el equipo.

Dentro del barrido de la información bibliográfica tenemos:

- 1.- Kiyoshi Yoshikawa, Tatsuo Yamanaka & Bensusuke Kubota.  
Bull. Inst. Phys-Chem. Research (Tokyo) 14, 409-11 (1935).  
C.A. 30, 1754<sup>3</sup> (1936).

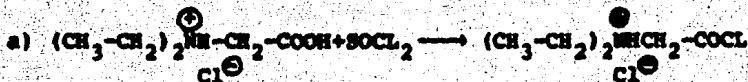


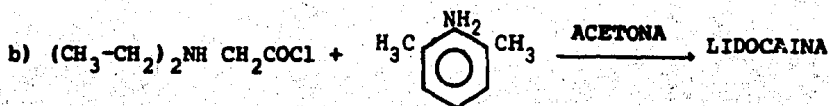
- 2.- S.F. Birch, F.A. Fidler, D. Hardy & E. Molloy.  
Brit. 619,877 March, 16 (1949); C.A. 43, 5799<sup>6</sup>



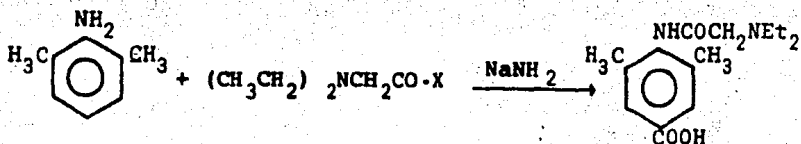
Se refieren a 3,5 Kilina.

- 3.- Alan D.H. Self & Alexander P.T. Esson (May & Baker, LTD) Brit. 706,409. Mar. 31, 1954; C.A. 50, 10791.

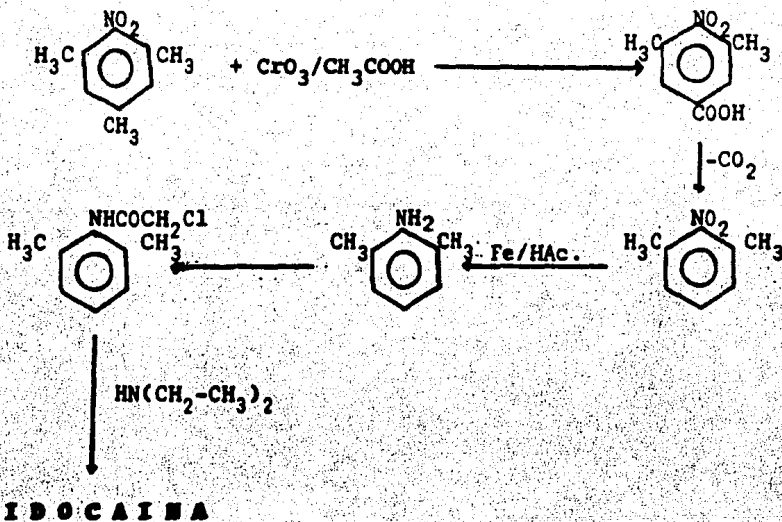




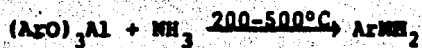
4.- Isabella P.S., Hardie & Stern (Mac Farlan & Co.)  
 Brit. 758,224. Oct. 3,1956;C.A. 51,14,800 g.



5.- S.V.Zhuravlev & E.V. Nikolaev, Zhur. Obshechin Khim.,  
 30,1155-7 (1960) C.A. 55,424 i.



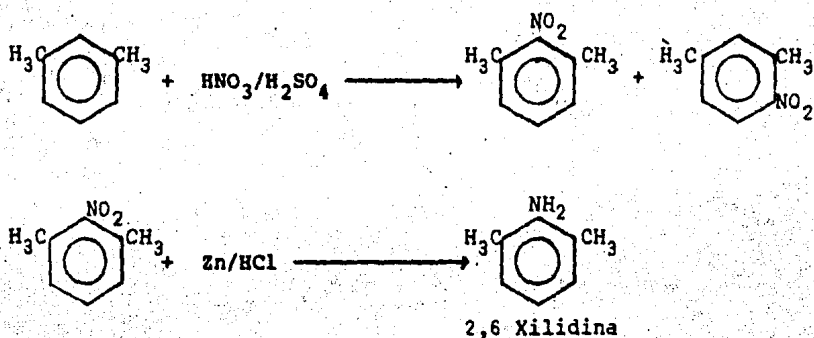
6.- Worrel Calvin (Ethyl Corp.) Ger. Offen. 1,933,636  
 5 feb. 1970.



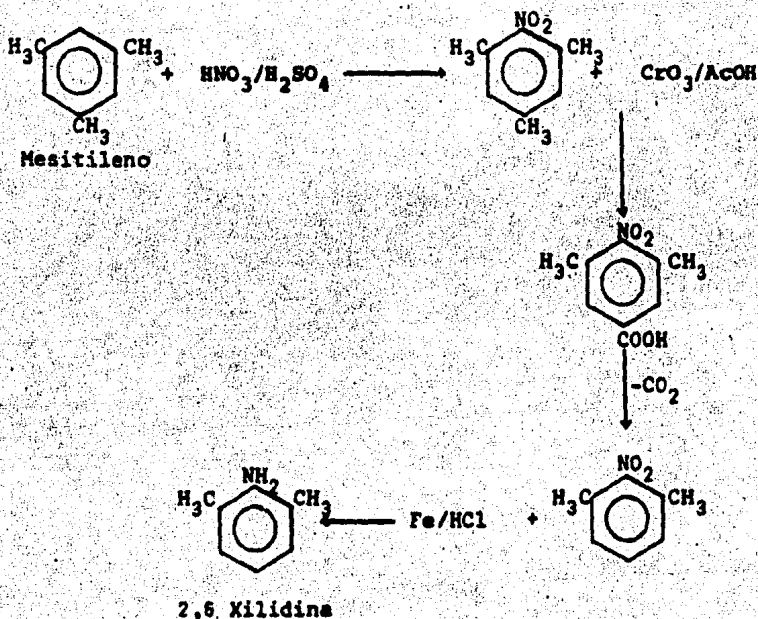
De acuerdo a la información bibliografica encontrada, se puede

deducir que el punto clave de la síntesis es la 2,6 Dimetil -- Anilina (2,6 Xilidina); se tienen dos posibles rutas para su obtención.

RUTA I



RUTA II



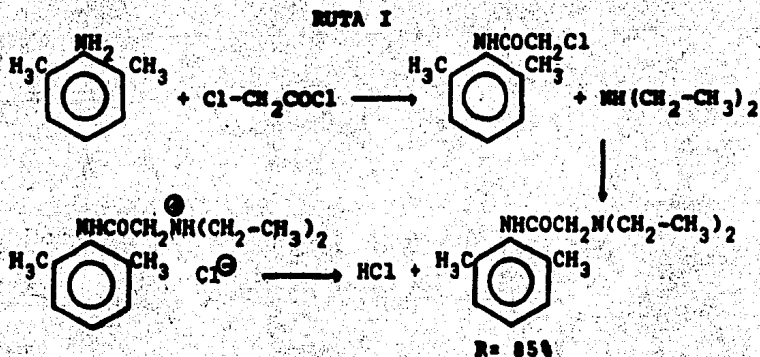
Selección de la ruta para la obtención de la 2,6 Xilidina.

Criterio de Selección	Ruta I	Ruta II	Escala
Presión	3	3	1 - 5
Temperatura	3	3	1 - 5
Tiempo	9	5	1 - 10
Eficiencia	8	2	1 - 10
Catalizador	3	3	1 - 5
Num. de Separaciones	3	1	1 - 5
Integración	6	2	1 - 8
Equipo	8	5	1 - 10
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>24</b>	<b>58</b>

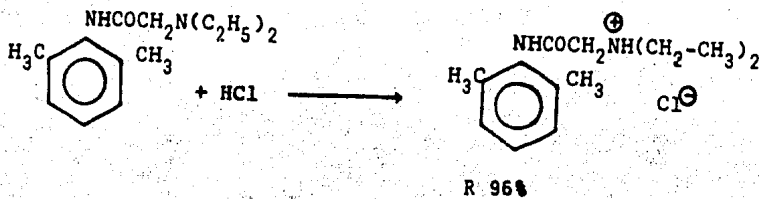
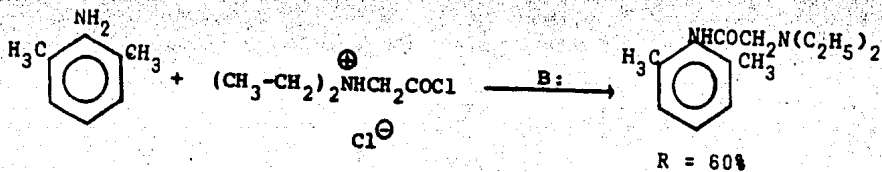
En la Ruta II para la obtención del intermediario 1 se encontró un rendimiento bajo, debido a que el mesitileno es difícil de nitrar por el impedimento estérico, y en el intermediario 2 la reacción no es tan selectiva, pudiéndose oxidar cualquiera de los tres metilos, por lo cual el rendimiento del intermediario deseado es bajo.

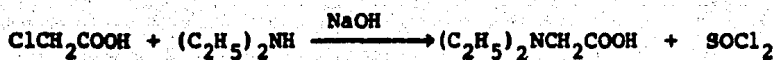
La Ruta I tiene dos reacciones, mientras que la Ruta II tiene 4. Por lo anterior se seleccionó la Ruta I para la obtención de la 2,6 Xilidina.

Para la obtención del Producto final a partir de la 2,6 Xilidina se tienen dos rutas.



RUTA II





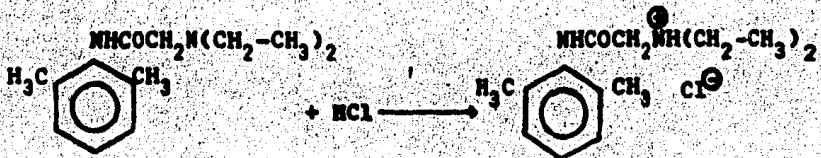
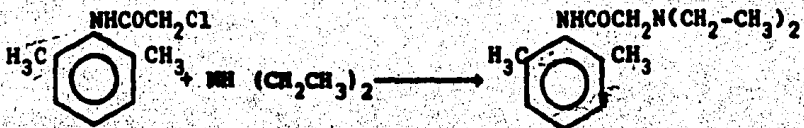
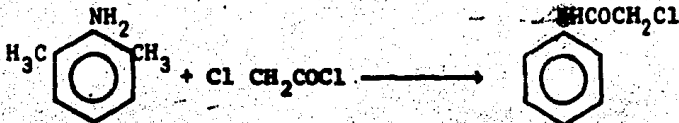
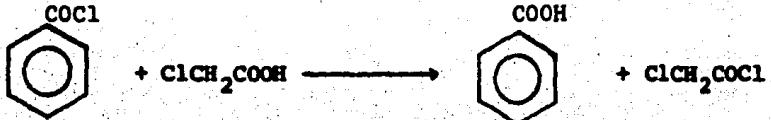
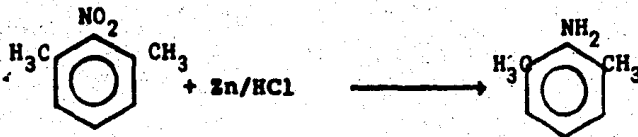
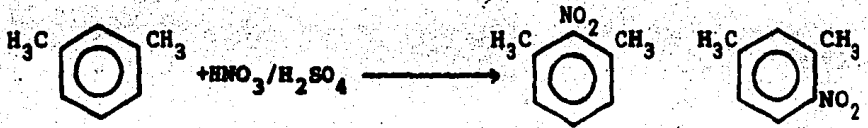
R: 558

El tratamiento es con Etanol/Ac. Sulfúrico en benceno y Cloruro de Tionilo.

Criterio de Selección	Ruta I	Ruta II	Escala
Presión	3	4	1 - 5
Temperatura	2	4	1 - 5
Tiempo	8	8	1 - 10
Eficiencia	9	6	1 - 10
Catalizador	5	2	1 - 5
No. de Separaciones	3	3	1 - 5
Integración	8	5	1 - 8
Equipo	8	8	1 - 10
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>	<b>40</b>	<b>58</b>

La ruta I tienen rendimientos mayores y utiliza reactivos de fabricación nacional; en comparación con la ruta II que utiliza el Cloruro de Tionilo, que es de importación.

De acuerdo a lo anterior la ruta seleccionada es:





### 3.2. DESARROLLO PRELIMINAR DEL PROCESO

En la realización de la ingeniería del proyecto se llevan a cabo operaciones de retroalimentación de información, ya que los resultados de unas actividades sirven para orientar las subsecuentes y los resultados de estas últimas sirven para tomar decisiones en torno a las primeras. Así, se observa que la selección del proceso para elaborar los productos se hace de una manera preliminar y con esta base y los estudios realizados para seleccionar el tamaño de la planta, se hacen las estimaciones preliminares relativas a la inversión y a los costos de producción; a su vez, con éstos se revisan los procesos alternativos considerados originalmente para hacer una selección definitiva del proceso que ha de utilizarse.

Los resultados de la estimación de la inversión y de los costos de producción, junto con la información proveniente de los estudios de mercado de consumo y abastecimiento, son elementos determinantes de las posibilidades de realización del proyecto sobre base firmes, tanto técnicas como económicas.

#### 3.2.1. BASE DE DISEÑO

##### A) Función de la planta

La función principal de la planta es la producción de Lidocaína y su Clorhidrato.

##### B) Proceso de Elaboración Adoptado.

El proceso consiste en 5 reacciones básicas y una alterna.

La primera de las reacciones es la nitración del *m*-Xileno con una mezcla de  $\text{HNO}_3$  y  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , obteniéndose dos productos, uno de los cuales, el 2,4 dimetil nitrobenzenceno es enviado a límite de batería y el otro, el 2,6 dimetil nitrobenzenceno a uno de los reactores para llevar a cabo la Reacción 2.

La segunda reacción es la reducción del 2,6 dimetil nitrobenzenceno a 2,6 Xilidina utilizando Zn en HCl.

Para la tercera reacción es necesario preparar una de las materias primas: El Cloruro de Cloro acetilo, el cual es preparado a partir de Cloruro de Benzoilo y ácido monocloroacético, obteniéndose como producto secundario Acido Benzoico. El Cloruro de Cloroacetilo se hace reaccionar con la 2,6 Xilidina en Acido

Acético, al término de la cual el producto se hace precipitar con una solución saturada de acetato de Sodio, obteniéndose el Cloro 2,6 dimetil Acetanilida.

Para la cuarta reacción el Cloro 2,6 dimetil Acetanilida se hace reaccionar con Dietilamina en Tolueno, al término de la cual se obtiene un precipitado de Clorhidrato de Dietilamina, el filtrado se concentra evaporando el Tolueno y se obtiene un precipitado de Lidocaína.

La quinta reacción consiste en la formación del Clorhidrato de Lidocaína, haciendo reaccionar Lidocaína con solución de HCl en tolueno; al término de la reacción se concentra la solución precipitando el Clorhidrato de Lidocaína.

C) Capacidad y Rendimiento.

Como se indicó en el capítulo 2 del Estudio de Mercado, la capacidad de la planta es de 15.6 toneladas al año, tomando 260 -- días de operación al año y un turno de 8 hrs diarias; Por lo -- tanto la capacidad de diseño es de 15,6 toneladas al año. La capacidad mínima de la Planta será el 60% de la capacidad de diseño.

D) Flexibilidad.

Falta de energía Eléctrica.

A falta de Energía Eléctrica la planta no podrá operar. La planta deberá diseñarse de tal forma que pueda hacerse un paro ordenado de la misma.

Falta de Agua de Servicio.

A falta de Agua de Servicios de la planta no podrá seguir operando.

E) Especificaciones de las Materias Primas:

m-Xileno.

Contenido (CG)	98.5%
Acido libre (como HCl)	0.002%
Densidad (d.20°/4°)	0.863 - 0.865
o - Xileno (CG)	0.5%
p - Xileno (CG)	0.5%
Etilbenceno (CG)	0.5%
Tolueno (CG)	0.1%

HNO<sub>3</sub>

Contenido (acidimétrico)	64-66%
Cloruro (Cl)	0.0003%

Sulfato (SO <sub>4</sub> )	0.001%
Metales Pesados (como Pb)	0.0005%
Hierro (Fe)	0.0005%
Calcio (Ca)	0.001%
Arsénico (As)	0.0001%
Residuo de Calcinación (como Sulfato)	0.001%

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Contenido	95-98%
Cloruro (Cl)	0.0002%
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	0.0001%
Metales Pesados (como Pb)	0.0005%
Hierro (Fe)	0.0002%
Arsénico (As)	0.00001%
Componentes reductores de Permanganato Potasio (como SO <sub>2</sub> )	0.002%
Residuo de Calcinación	0.005%

NaCl ( sal comun )

HCl

Contenido (Acidimétrico)	30%
Bromuro, Yoduro (Br, I)	según lo prescrito
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	<0.0005%
Sulfito (SO <sub>3</sub> )	<0.001%
Cloro libre (Cl)	<0.0001%
Metales Pesados (como Pb)	<0.0005%
Hierro (Fe)	<0.0002%
Arsénico	<0.0001%
Componentes no volátiles	<0.01%

NaOH

Contenido	97%
Carbonato (como Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	1%
Cloruro (Cl)	0.01%
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	0.01%
Metales Pesados (como Pb)	0.002%
Hierro (Fe)	0.002%
Aluminio (Al)	0.002%

Zn

Contenido		99.5%
Ploomo (Pb)	máx.	0.005%
Estaño (Sn)	máx.	0.001%
Cobre (Cu)	máx.	0.001%
Hierro (Fe)	máx.	0.005%
Cadmio (Cd)	máx.	0.005%
Arsénico (As)	máx.	0.00001%

Cl CH<sub>2</sub>COOH

Contenido (CG como éster metílico)	98%
Intervalo de fusión	60-63°C.

C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COCl

Contenido (CG)	98%
Densidad (d <sub>20</sub> <sup>4</sup> )	1,211-1,212.

CH<sub>3</sub>COOH

Contenido (Acidimétrico)	96%
Cloruro (Cl)	0.0005%
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	0.0005%
Metales Pesados (como Pb)	0.0005%
Hierro (Fe)	0.0005%
Componentes reductores de Permanganato Potásico (como HCOOH)	0.01%
Componentes no volátiles	0.005%

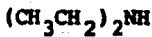
CH<sub>3</sub>COONa

Contenido (CH <sub>3</sub> COONa · 3H <sub>2</sub> O)	99.5%
pH de solución al 5%	7.5-9.2
Cloruro (Cl)	0.005%
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	0.005%
Metales Pesados (como Pb)	0.001%
Hierro (Fe)	0.001%
Zinc (Zn)	0.002%

Arsénico (As)	0.0002%
Magnesio (Mg)	0.002%
Calcio (Ca)	0.002%
Potasio (K)	0.01%



Contenido (Cg)	98%
Indice de Acidez	0.005%
Densidad (d <sub>20</sub> <sup>o</sup> /4)	0.866 - 0.867
Acido libre (como HCl)	0.002
Componentes que cambian el color con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	según lo prescrito



Contenido (CG)	98%
Densidad (d <sub>20</sub> <sup>o</sup> /4°)	0.703 - 0.705
Agua	0.2%

#### F) Especificaciones de los Productos

##### Lidocaína

Contenido (base anhidra) 99-100%

##### Clorhidrato de Lidocaína

Contenido (base anhidra) 99-100%

#### G) Grado de Automatización

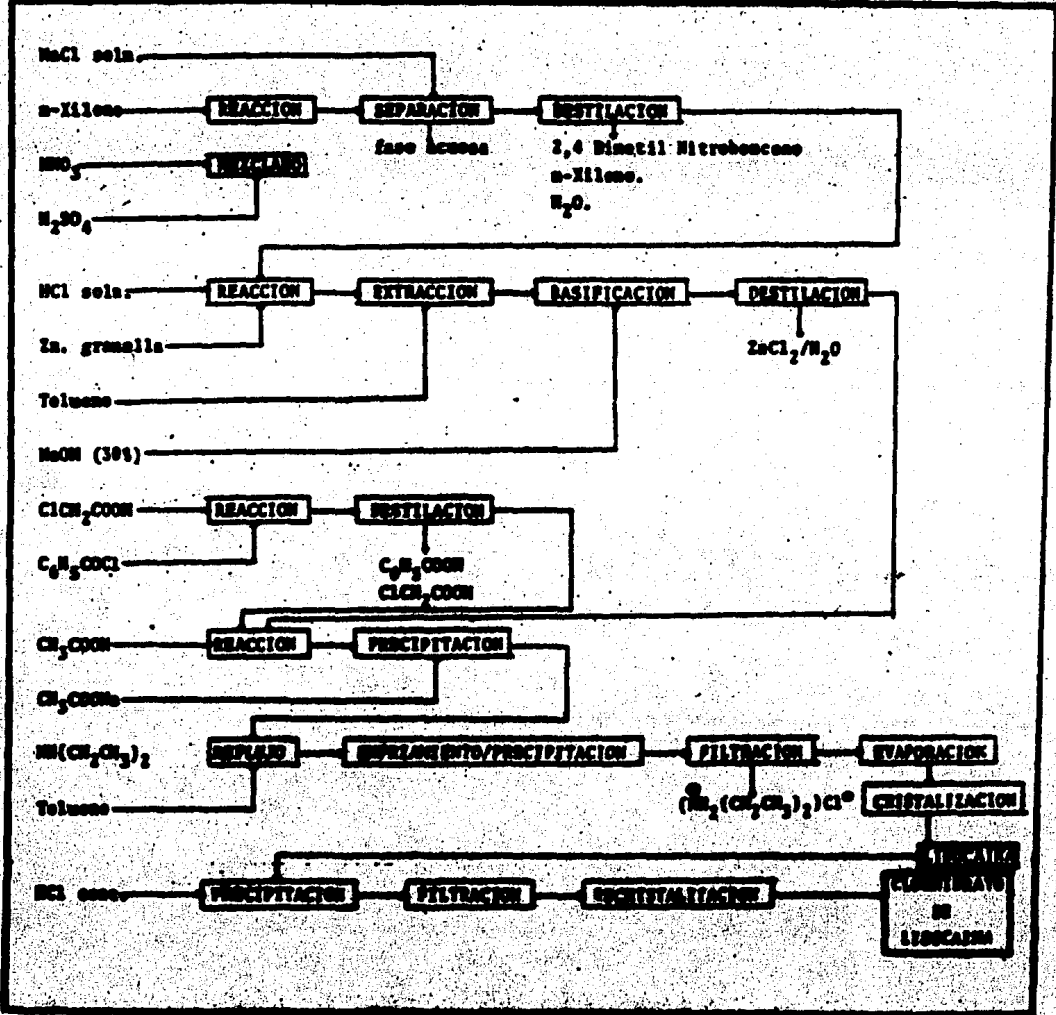
Unicamente serán automáticos los sistemas de calentamiento, enfriamiento y recolección de condensados, y sistema de compresor.

#### H) Almacenamiento.

Se tendrá almacenamiento de NaOH al 30% y mezcla sulfónica dentro de límites de batería.

### 3.2.2. ESQUEMA DEL PROCESO.

El primer paso para llevar a cabo la especificación de los equipos del sistema de producción y del sistema auxiliar de una planta industrial consiste en la elaboración de Esquemas de Proceso (Ver diagrama)



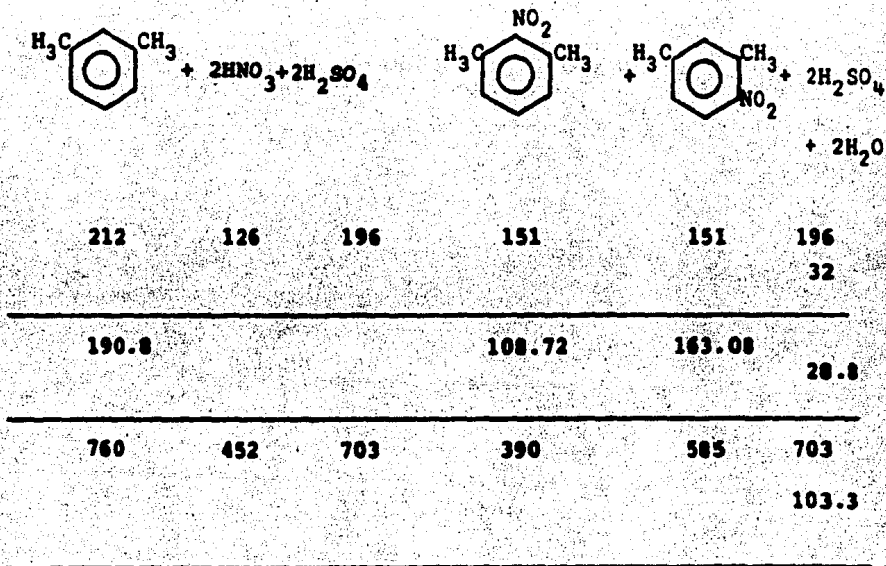
3.2.3. BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

Una vez establecida la alternativa de Proceso y el Esquema del proceso es necesario hacer los balances de materia y energía para cada una de las operaciones involucradas en el proyecto industrial. Estos balances incluyen las cantidades de materiales y energía que entran y salen de cada etapa del proceso y se elaboran con base a los rendimientos, de productos intermedios y finales, y en los consumos de servicios y energía previstos, de acuerdo con las investigaciones de tipo experimental realizadas en apoyo del proyecto.

Estos balances permiten determinar las capacidades de cada una de las unidades industriales y los requerimientos de servicio de los mismos. Asimismo permiten conocer los volúmenes de subproductos y desechos que deben esperarse de la operación de la planta.

Balances de Materia (Base: Producción de un lote de 300 kg. de Clorhidrato de Lidocafna.)

Reacción 1: (Conversión 90%, Rendimiento del Isomero deseado - 40%)

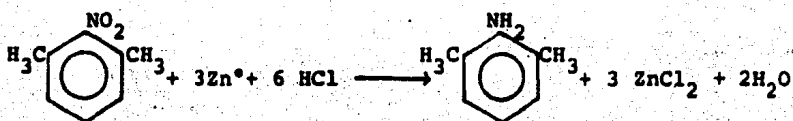




El producto se lava 3 veces con 1765 lt. de sol. de NaCl con-  
teniendo un total de 630.3 Kg. de NaCl y se seca la fase orgá-  
nica con 2747.2 Kg. de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

202.7 Kg. de m-Xileno no reaccionan y por lo tanto después de  
la reacción se recircula.

Reacción 2 (Rendimiento 85%).

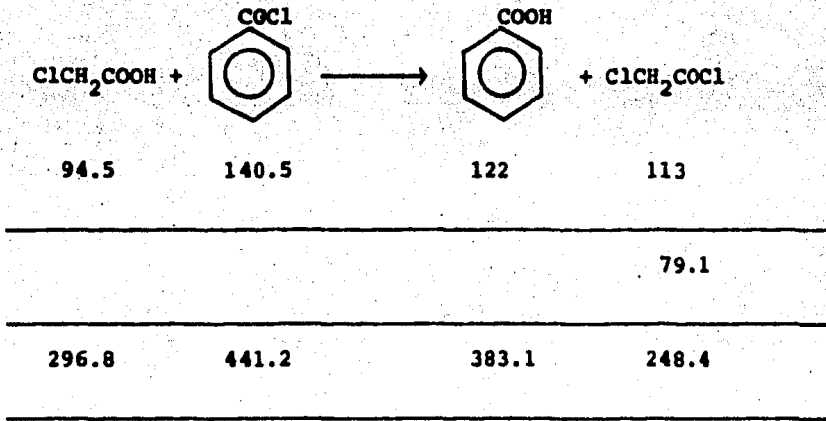


151	196.2	219	121	409.2	36
128.5			103		
390	506.7	565.6	266	1056.8	93

En esta reacción 58 Kg. de 2,6 Dimetil Nitrobenceno no reac-  
cionan y se extraen con 67 lts. de Tolueno.

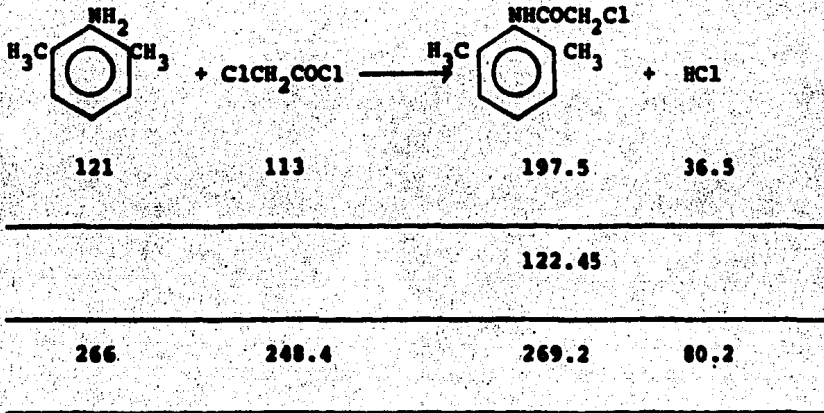
La solución se lleva a pH 10 - 12 con 44 lts. de sol. de NaOH  
al 30%.

Reacción 3 (Rendimiento 70%)



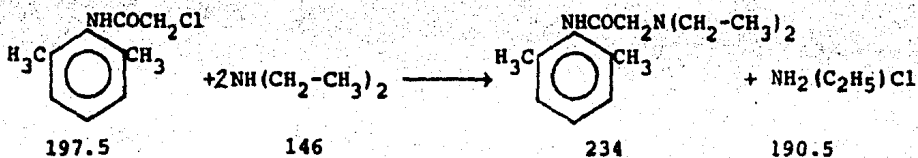
Se recuperan en esta reacción 89.1 Kg. de Acido Cloroacético que se recirculan, y 132 Kg de Cloruro de Benzoilo.

Reacción 4 (Rendimiento 62%)



La 2,6 Xilidina se mezcla con 1120 lts. de Acido Acético, y la solución después de la reacción se precipita con 145 lts. de una solución saturada de  $\text{CH}_3\text{COONa}$  conteniendo 181.6 Kg. de NaAc.

Reacción 5 (Rendimiento 85%).




---

198.9

---

269.2

199

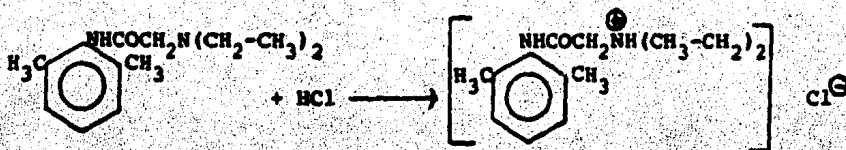
271.1

149.2

---

La Cloro-2,6 Dimetil Acetanilida se disuelve en 1436 lts. de Tolueno.

Reacción 6 (Rendimiento 92%).




---

234

36.5

271

---

260.2

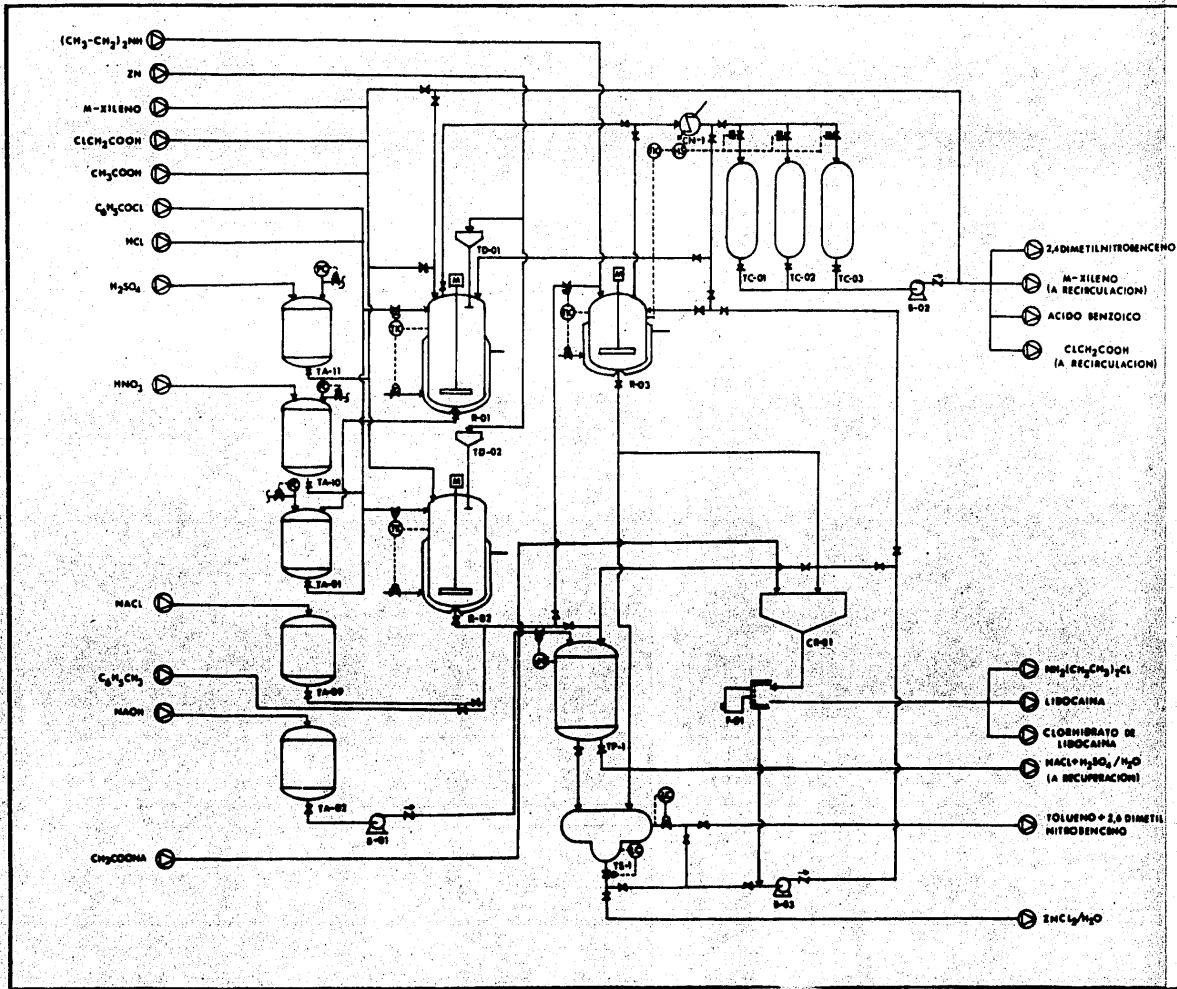
---

271.1

42.3

301.4

---



**SIMBOLOGIA DEL EQUIPO**

REACTOR  
 TANQUE DE PROCESO  
 TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
 BOMBA  
 CAMBIADOR DE CALOR  
 TANQUE SEPARADOR  
 CRISTALIZADOR  
 TOLVA DOSIFICADORA  
 TANQUE DE CONDENSADOS  
 FILTRO CENTRIFUGO

**SIMBOLOGIA DE VALVULAS Y TUBERIA**

VALVULA AUTOMATICA  
 VALVULA CHECK  
 VALVULA MANUAL  
 VALVULA ON/OFF  
 LINEA DE PROCESO  
 LINEA DE INSTRUMENTACION

**SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTACION**

CONTROL DE PRESION  
 INDICADOR Y CONTROL  
 SWITCH MANUAL (HAND SWITCH)  
 CONTROL DE pH

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE LIDOCAINA (Y SU CLORHIDRATO)**

UBICACION: PARQUE INDUSTRIAL DE ATLACOMULCO, ESTADO DE MEXICO.  
 PROYECTO: FERNANDO BELTRAN DOMINGUEZ.  
 AUTORIZO: ING. EMILIO BARRAGAN HERNANDEZ.  
 ING. CLAUDIO AGUILAR MARTINEZ.

### 3.2.4. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO

El primer paso para llevar a cabo la especificación de los equipos del sistema de producción y del sistema auxiliar de una planta industrial consiste en la elaboración de diagramas de flujo.

### 3.2.5. DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DEL EQUIPO.

#### 3.2.5.1. CALCULO DE LOS REACTORES

Para la selección del tamaño del reactor, se consideran diferentes variables.

A) Volumen de reactivos y productos durante la reacción.

REACCION	VOL. DE REACTIVOS (FT <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE PRODUCTOS Y REACTIVOS SIN REAC CIONAR (FT <sup>3</sup> )
1	55.3	55.8
2	31.3	27.6
3	19.6	22.3

REACCION	VOL DE REACTIVOS (FT <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE PRODUCTOS Y REACTIVOS SIN REACCIONAR (FT <sup>3</sup> )
4	15.8	11.0
5	12.9	9.6
6	9.6	8.9

B) Tiempos de reacción

REACCION	TIEMPOS DE CARGA (HR)	TIEMPOS DE REACCION(HR)	TIEMPOS DE DESCARGA(HR)
1	0.5	5.0	2.5
2	0.5	5.5	2.0
3	0.5	3.0	4.0
4	0.5	6.0	1.5
5	0.5	6.0	1.5
6	0.5	6.0	1.5

De acuerdo a lo anterior se consideraron las siguientes alternativas para la selección del reactor.

- A) Un reactor para todas las reacciones
- B) 3 reactores, 2 para la primera reacción, 1 de los cuales será para la reacción 2,3 y 4; y el 3ro. para las reacciones 5y6.
- C) Un reactor por cada 2 reacciones, es decir 3 reactores.

Alternativas	1	2	3	Escala de evaluación.
Costo	9	5	5	0 - 10
Espacio	6	4	4	0 - 6
Mantenimiento	7	5	5	0 - 8
Flexibilidad de operacion	3	8	6	0 - 10
Eficiencia	1	8	6	0 - 10
TOTAL	26	32	29	

Por lo anterior se eligió la segunda opción, ya que la primera reacción requiere un volumen grande y ésta se llevará a cabo en dos reactores en paralelo, al término de la cual uno de dichos reactores se ocupara en las reacciones subsecuentes, además de que dichos reactores ofrecerán flexibilidad para una posible ampliación en el volumen de producción de la planta.

Se elegirán dos reactores de  $35.3\text{ft}^3$  (1000 Lts) y uno de  $15.9\text{ft}^3$  (450 Lts), tomando la relación  $H/D=1.5$ ; se procede al cálculo de los mismos.

CALCULO DE LOS REACTORES

REACCION	VOLUMEN (FT <sup>3</sup> )	RANGO DE TEMPERATURA DE REACCION	TEMPERATURA DE DESTILACION DE PRODUCTOS
1	55.8	20 - 40°C	60 - 240°C
2	31.3	20 - 90°C	- 214°C
3	27.3	20 - 105°C	106 - 245°C
4	15.8	8 - 10°C	
5	12.9	20°C	
6	9.6	20 - 110°C	

Se habla de la temperatura de destilación de productos, ya que los mismos reactores servirán para el proceso de destilación, como se verá mas adelante.





$$VTAPA = 0.000049 D_i^3$$

$$VCILINDRO = 1/4 \pi D_i^2 H$$

$$\frac{H}{D} : SELECCIONADA = 1.5$$

$$V = 1/4 \pi D_i^2 H + 0.000049 D_i^3$$

	REACTOR 1 y 2	REACTOR 3
D(pulg)	37.4	28.3
H(pulg)	55.1	43.3
D <sup>D</sup> Chaqueta (pulg)	47.4	36.3
h <sup>h</sup> (pulg)	44.1	34.6
P <sup>P</sup> Diseño *	67.0	45.5

**DETERMINACION DEL MATERIAL DE CONSTRUCCION**

Los materiales que resisten las condiciones de operación,

(Mezcla HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>/SO<sub>4</sub>) son:

- Acero Inoxidable 316
- Acero Inoxidable 304
- Vidriado

\*P Diseño = Pop. + 10 psig

TABLA 3.5.1 CARACTERISTICAS DE CADA MATERIAL

	VIDRIADO	ACERO INOX. 316	ACERO INOX. 304
Corrosión a Mezcla $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{SO}_4$	0.005"/AÑO	0.005"/AÑO	0.02"/AÑO
Resistencia a la compresión 2 lb/Ft <sup>2</sup>		21 - 110	7 - 84
Alta tensión 2 lb/Ft <sup>2</sup>		60 - 130	63 - 105
Densidad lb/pulg <sup>3</sup>	0.08	0.29	0,29
Punto de fusión (°F)	2,282	905 - 1,652	2,498 - 2,552
Cp(Kcal/Kg°C)	0.23	0.12	0.12
Conductividad Térmica "K" (Cal/m <sup>2</sup> hr) (M/°C)	37.5	168.4	168.4
Resistencia Eléctrica 20°C(ohm)		435	445
Costo Comp. con el acero al carbón calidad de Brida=1		10	7

El equipo vidriado es el mas conveniente para trabajar con ácidos; sin embargo, no resiste los cambios bruscos de temperatura, por lo cual las dos opciones restantes son: El acero inoxidable 304 y 316.

El acero inoxidable 304 aún llega a ser atacado despues de algún tiempo por lo que se usará el acero inoxidable 316.

COMPOSICION DEL ACERO INOXIDABLE 316

Fe 71.92%

Cr 18.00%

Ni 10.00%

C 0.08%

CALCULO DEL ESPESOR DE LA PLACA

Para calcular el espesor de la placa usada, se utiliza la fórmula:

$$t = \frac{0.885 PL}{SE - 0.1P}$$

dónde L= altura del cilindro (H), (pulg).

P= presión (psig)

s= resistencia a la corrosión (lb/pulg<sup>2</sup>)

E= eficiencia (adimensional)

Peso de la placa de 1/8"=5.1 lb/Ft<sup>2</sup>

Peso de la placa de 1/4"=10.2 lb/Ft<sup>2</sup>

CONCEPTO	REACTOR 1y2" <sup>1</sup>	REACTOR 3" <sup>2</sup>
L(pulg)	55.1	43.3
r(pulg)	18.7	14.2
M	1.2	1.2
P(psig)	57.0	35.5
S <sup>3</sup>	17,360.0	17,280.0
E <sup>4</sup>	0.8	0.8
t(pulg)	0.20	0.10

CONCEPTO	REACTOR 1y2 <sup>*1</sup>	REACTOR 3 <sup>*2</sup>
t corregida (pulg)	0.25(1/4")	0.125(1/8")
Peso (lb) aprox.	459	138

\*1 cap.=35.3 Ft<sup>3</sup>

\*2 cap.=15.9 Ft<sup>3</sup>

\*3 Codigo ASME SS-316 (catalogado como SA-240)

S(400°F)= 17,500

S(500°F)= 17,200

\*4 La eficiencia se consideró de 1.0 tomando en cuenta una buena construcción del equipo.

- Accesorios del Reactor

•Mamparas

•Agitador

•Boquillas de alimentación

•Boquillas de descarga

•Boquillas de servicio.

• Todos los accesorios en acero inoxidable 316, debido a las condiciones de operación

- Mamparas

Su longitud será el 85% de la longitud de la parte recta y su ancho el 10% del diámetro del reactor

CONCEPTO	REACTOR 1y2	REACTOR 3
Ancho (pulg)	4	3
Largo de (pulg)	47	37
Area de contacto (pulg <sup>2</sup> )	752	444

CONCEPTO	REACTOR 1y2	REACTOR 3
Peso total (1b)	53.3	15.7

- Agitador:

Para la Selección del agitador se utilizó la tabla que publicaron E. J. Lyons & N.H. Parker en Chem. Engr.Prog. 50,629; 1954., ver tabla 3.5.2.

DATOS GENERALES DE LOS IMPULSORES

TIPOS GENERALES

A.- PROPELA

- 1.- Circulación por flujo axial paralelo a la flecha y la estructura del flujo es modificada por baffles.
- 2.- Opera sobre amplios rangos de velocidad.
- 3.- Puede ser inclinado a varios ángulos; el más común es de tres alas.
- 4.- La acción de corte es muy buena a altas velocidades.
- 5.- A bajas velocidades no es fácilmente destruido.
- 6.- Económico en fuerza.
- 7.- Generalmente autolavable
- 8.- Relativa dificultad para localizar en recipientes para obtener rendimientos óptimos.
- 9.- No es efectivo en líquidos viscosos, a menos que sea un diseño especial.
- 10.- Costo moderado.

B.- TURBINA ABIERTA

- 1.- Circulación por fuerza centrífuga dirigida radialmente usando una turbina de palas.
- 2.- Generalmente limitado a una velocidad máxima, el rango puede ser corto para algunos servicios.
- 3.- A velocidades razonables no se destruye fácilmente.
- 4.- Efectivo en sistemas de alta viscosidad.
- 5.- Generalmente requiere velocidades más bajas y por ende mayor equipo de reducción que la propele.

6.- Costo bajo.

C.- TURBINA REFORZADA.

- 1.- Circulación por fuerza centrífuga dirigida radialmente.  
usando estatores de impulsor cubierto. Circulación muy buena.
- 2.- El rango de velocidad puede ser limitado.
- 3.- A velocidades razonables no se destruye fácilmente.
- 4.- No es autolimpiable.
- 5.- Límite de capacidad de flujo, relativamente bajo.
- 6.- Efectivo en sistemas de alta viscosidad.
- 7.- Costo:relativamente bajo.

SELECCION DEL IMPULSOR DEL AGITADOR

SERVICIO	TURBINA	PROPELA	PALETA	ESCALA
MEZCLADO	5	3	8	0 - 10
REACCIONES EN SOLN.	3	5	8	0 - 10
DISOLUCION	3	8	3	0 - 10
TRANSFEREN CIA DE CA- LOR	3	5	8	0 - 10
SUMA	14	21	27	40

Por lo anterior se seleccionó el impulsor de paletas en acero inoxidable 316, debido a que el volumen máximo a trabajar es de 264 galones; y en el caso de la turbina y la propela se -- utilizan para mezclar volúmenes mayores.

Además de que el impulsor de paletas es de costo relativamente bajo en comparación con los otros impulsores.

CONCEPTO	REACTOR 1	REACTOR 2
Diámetro (pulg)	12	9
Altura (pulg)	3	2
Peso ( Lb)	5	2.6
Número de paletas	4	4
Velocidad RPM	280	220
H.P.	4.6	3.7

Los rangos de velocidad se pueden agrupar en forma práctica de la siguiente manera.

- Alta velocidad, 1750 RPM:** Para fluidos de baja viscosidad tal como el agua.
- Velocidad media, 1150 RPM:** Para fluidos de viscosidad media, tales como jarabes y barnices.
- Baja velocidad 420 RPM :** Para fluidos de alta viscosidad, tales como aceites, pinturas, para fibras o cristales delicados, o cuando la espuma es un problema.

**- RADIO DE LA FLECHA.**

La flecha está sometida a torsión y va a transmitir 4.6HP y 1150 RPM, 3.7 HP y 960RPM respectivamente.

$$HP = \frac{M_s \cdot W}{33,000} ; M_s = \frac{S_s \cdot I_p}{r} ; I_p = \frac{\pi r^4}{2}$$

\*1 Para círculo



CÓNCEPTO	REACTOR 1 y 2	REACTOR 3
$M_c$ (lb.pulg)	252	240
$S_s$ (psig)	12,180	12,720
$r$ (pulg)	0.24	0.23
$r$ corregida (pulg)	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
$h$ (pulg)	55.1	43.3
$w$ (lb)	1.5	1.3

Acero Inoxidable forjado tipo 316 (SA-182)Codigo ASME

$$r^3 = \frac{2 \cdot M_c}{\pi \cdot S_s}$$

T(°F)	$S_s$ ( psig)
400	16,350
500	16,050

La resistencia al corte se consideró 80% de la resistencia a la tensión.

T(°F)	$S_s$ (psig)
473	15,225
248	15,900

Donde:

- W = peso.
- $M_t$  = Momento de la torre.
- $S_s$  = Esfuerzo máximo a la torsión.
- r = radio de la flecha.
- h = Altura.

- BOQUILLAS.

A) De Alimentación.

Localización : Parte superior del tanque.

Concepto	Reactor 1 y 2	Reactor 3
No. de Boquillas.	3	2
Diámetro	2	2
Peso Total (lb)	1.3	0.9

B) De Descarga.

Localizadas en la parte inferior del tanque.

Concepto	Reactor 1 y 2	Reactor 3
No. de Boquillas	1	1
Diámetro.	4	4
Peso Total (lb)	1.1	1.1

C) De Servicios.

Localizadas en la Chaqueta,

Concepto	Reactor 1 y 2	Reactor 4
No. de Bcqui	2	2
Diametro (")	4	4
Peso total (lb)	2.2	2.2

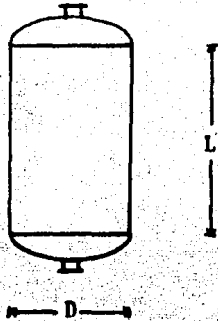
### 3.2.5.2. CALCULO DE TANQUES DE PROCESO .

#### A) Calculo del tanque de Almacenamiento de la mezcla Sulfo-nítrica. (TA-01).

Debido a que la mezcla sulfonítrica es muy corrosiva, sólo se maneja el volumen requerido por lote + un 10% de pérdida por manejo.

Volumen de líquido =  $26.5 \text{ Ft}^3$  ( $45,871 \text{ pulg}^3$ )

Dicho tanque será vertical para mejor bombeo al reactor.



El volumen del líquido se consideró un 85% del volumen total del tanque en el cálculo de los mismos.

El cálculo de los tanques se hace en base al menor desperdicio de placa de acero utilizada en su fabricación; de tal manera que, se basa su cálculo en una tabla estándar de medidas de placa;

4'x10'	6'x10'	8'x20'
4'x20'	6'x15'	8'x30'
4'x20'	6'x20'	8'x40'

L/D	D(pulg)	H(pulg)	Area del Cilindro (ftxft)	Sobrante por placas ft <sup>2</sup>
1.0	41	41	10.7x3.4	23.6
1.5	36	54	9.4x4.5	17.7
2.0	32.5	65	8.5x5.4	14.1
2.5	30	75	7.8x6.2	111.64

Por lo anterior se seleccionó la relación 2/1 DEL L/D, y dimensiones de:

$$D = 1.7 \text{ ft}$$

$$H = 5.4 \text{ ft}$$

$$V = 31.2 \text{ ft}^3$$

#### CALCULO DEL ESPESOR DEL MATERIAL

$$t_1 = \frac{PLM}{2SE - 0.2p} \quad \text{Tapas toriesféricas}$$

$$t_2 = \frac{PR}{SE - 0.6p} \quad \text{Parte cilíndrica}$$

DONDE:

t = espesor en pulg

p = presión lb/pulg<sup>2</sup>

s = esfuerzo a la tensión = 20,000 lb/pulg<sup>2</sup> (1400 kg/cm<sup>2</sup>)

e = eficiencia = 0.85

l = radio de la corona (igual al D. del tanque) = 32.5 pulg

M = factor de relación entre el radio de la corona y el radio de transición = 1.73

R = radio del cilindro 16.25 pulg.

$$10 \text{ kg/cm}^2 = 142.3 \text{ lb/pulg}^2$$

$$M = 1/4 * (3 + (1/r)^{1/2})$$

$$L/r = 15.5$$

$$p = (142.3 \text{ lb/pulg}^2 + \rho \cdot h) * 1.1 = 160 \text{ lb/pulg}^2$$

$$h = 4V/\pi \cdot D^2 = \frac{4 * 45,871 \text{ pulg}^2}{(16.25 * (2)^2) * \pi} = 55.3 \text{ pulg.}$$

$$\rho = 1.67 \text{ Kg/lt.} = 0.06 \text{ lb/ pulg}^3$$

$$t_1 = 0.0026 \text{ pulg.}$$

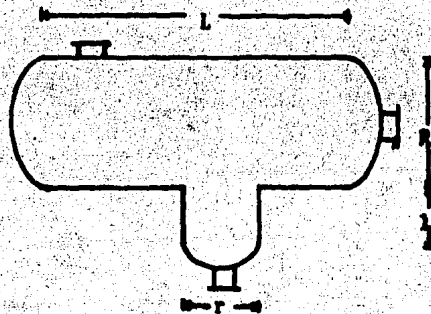
$$t_2 = 0.0015 \text{ pulg.}$$

Por lo cual se seleccionó un espesor de 1/8 de pulgada

Accesorios:

2 boquillas de 2 pulgadas de diámetro cada una.

#### B) TANQUE SEPARADOR (TS-01)



$$\text{Volumen del liquido} = 35.31 \text{ ft.}^3$$

Para tanques horizontales

$$V = LR^2(\alpha/57.3 - \text{sen}\alpha \cdot \text{cosec}\alpha)$$

Donde:

$\alpha$  = ángulo entre el eje de simetría vertical del tanque y el nivel del líquido.

$$\text{cosec}\alpha = 1 - L/R = 1 - 2L/D$$

$$V_t = 0.00049 D_i^3 = \text{Volumen de las tapas.}$$

V = volumen del tanque.

Tomando la relación L/D = 0.75, es decir que el líquido llegue a 3/4 de altura con respecto al diámetro y sustituyendo este dato en la ecuación tenemos que:

$$\text{cosec}\alpha = 1 - 2(0.75) = -0.5 \implies \alpha = 120^\circ$$

Sustituyendo :

$$V = LD^2/4 ( 2.09 - (0.86)(-0.5) ) = 0.63 LD^2$$

L/D	D(pulg.)	H(pulg.)	Area del Cilindro	Sobrante por placa (ft <sup>2</sup> )
1.0	46	46	3.8 x 3.8	25.6
1.5	40	60	3.3 x 5.0	23.5
2.0	36	72	3.0 x 6.0	22.0
2.5	34	84	2.8 x 7.0	20.4

Por lo anterior las medidas seleccionadas son:

$$D = 2.8 \text{ ft.}$$

Placa de 1/8 de pulgada.

$$L = 7.0 \text{ ft.}$$

Accesorios:

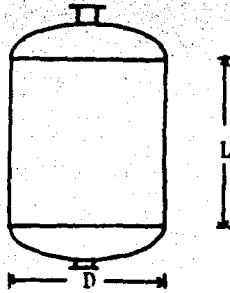
$$r = 0.7 \text{ ft.}$$

3 Boquillas de 2" diametro.

$$l = 1.2 \text{ ft.}$$

C) TANQUE DE PROCESO (TP-01)

Volumen del Líquido=  $31\text{ft}^3$  ( $53,568\text{pulg}^3$ )



$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	AREA DEL CILINDRO ft $\times$ ft	SOBRANTE POR PLACA EN ft $^2$
1.0	43	43	11,2 $\times$ 3,6	19,68
1.5	37,7	56,5	9,9 $\times$ 4,7	13,47
2.0	34,2	68,5	8,9 $\times$ 5,7	9,27
2,5	31,8	79,5	8,3 $\times$ 6,6	105,22

Se seleccionó un L/D = 2.0 con los siguientes resultados:

L=2.8 ft

D=5.7 ft

placa de 1/8" de espesor.

Accesorios

4 boquillas de 2 pulgadas de diámetro.

D) TANQUE DE RECOLECCION DE CONDENSADOS (TC-01-03)



REACCION	TC-01	TC-02	TC-03
1	2,4 DINETIL Nitrobenceno V= 18.2ft <sup>3</sup> T= 63-68°C	m- Xileno. V= 8.2 ft <sup>3</sup> T= 139.3°C	2,6 Dinetil Nitrobenceno V= 12.1ft <sup>3</sup> T= 237-239°C
2			2,6 Xilidina V= 9.5ft <sup>3</sup> T= 214°C
3	Cloruro de Cloroacetilo, V= 6.2 ft <sup>3</sup> T= 106°C	Acido Cloroaceti co. V= 2ft <sup>3</sup> T= 189°C	Cloruro de Benzoflo. V= 3.9ft <sup>3</sup> T= 249.2°C

D1) TANQUE DE CONDENSADOS TC-01

Volumen de líquido= 18.2 ft<sup>3</sup> (31,449.6pulg)

L/D	D(pulg)	H(pulg)	Area del Cilindro ftxft	Sobrante por placa en ft <sup>2</sup>
1.0	36.1	36.1	9.4x3	11.8
1.5	31.5	47.3	8.2x3.9	8.02
2.0	28.7	57.3	7.5x4.8	24.0
2.5	26.6	66.5	7.0x5.5	21.5

Por lo anterior las medidas seleccionadas son:

D=2.6 ft.

H=3.9 ft.

placa de 1/8" de espesor.

Accesorios

2 boquillas de 2 pulgadas de diámetro.

D2) TANQUE DE CONDENSADOS TC-02

Volumen de líquido=8,2 ft<sup>3</sup> (12,441,6 pulg<sup>3</sup>)

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area del Cilindro ftxft	Sobrante por placa en ft <sup>2</sup>
1.0	26.5	26.5	6.9x2.2	24.82
1.5	23.2	34.7	6.0x2.9	22.6
2.0	21.0	42.0	5.5x3.5	20.75
2.5	19.5	48.8	5.1x4.0	19.60

De tal manera que las medidas seleccionadas son:

D= 1.62ft

H= 4.06ft

placa de 1/8 de pulgada de espesor

Accesorios

2 boquillas de 2 pulg. de diámetro.

D3) TANQUE DE CONDENSADOS TC-03

Volumen del líquido=12.1ft<sup>3</sup> (20,909pulg<sup>3</sup>)

L/D	D(pulg)	H(pulg)	Area del cilindro ftxft	Sobrante por placa ft <sup>2</sup>
1.0	31.5	31.5	8.2x2.6	18.68
1.5	27.5	41.3	7.2x3.4	15.52
2.0	25.0	50.0	6.5x4.2	32.7
2.5	23.2	58.0	6.0x4.8	31.2

Medidas Seleccionadas

D=2.3ft

H=3.4ft

Accesorios:

2 boquillas de 2 pulgadas de diámetro c/u.

E) TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS.

Los requerimientos de materia prima por lote son:

Materia prima	cantidad (ft <sup>3</sup> )
m-Xileno	31.21
HNO <sub>3</sub>	10.63
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	13.5
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COCL	12.9
HCL soln. a130l	1.2

Materia Prima	Cantidad (ft <sup>3</sup> )
CH <sub>3</sub> COOH	9.9
NaOH soln. 30%	1.5
NaCl soln.	62.3

Ya que un lote se lleva a cabo en una semana, se tomará el cálculo de los tanques en base a una semana de reserva, es decir dos lotes

E1) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE m-XILENO, TA-02  
 Volumen de líquido = 62.42 ft<sup>3</sup> (53,931 plg.<sup>3</sup>)

L/D	D(plg.)	H (plg.)	Area del cilindro ft x ft	Sobrante por placa (ft <sup>2</sup> ).
1.0	43	43	11.25 x 3.6	19.5
1.5	38	57	9.9 x 4.7	13.5
2.0	34	69	8.9 x 5.7	9.3
2.5	32	80	8.4 x 6.7	103.7

Medidas Seleccionadas: D = 2.8 ft.

H = 5.7 ft.

espesor de la placa 1/8"

Accesorios:

2 Boquillas de 2 pulg. de diámetro cada una.

E2) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE  $\text{HNO}_3$ , TA-03

Volumen de líquido =  $21.26 \text{ ft}^3$  ( 36,738 pulg.<sup>3</sup>)

L/D	D(pulg)	H (pulg)	Area del Cilindro (ft-ft)	Sobrante por placa (ft <sup>3</sup> )
1.0	38	38	9.9x3.2	8.3
1.5	33	50	8.6x4.2	23.8
2.0	30	60	7.8x5.0	21.0
2.5	28	70	7.3x5.8	17.7

D = 3.2 ft.

H = 3.2 ft.

Espesor de la placa = 1/8 pulgada.

Accesorios:

2 boquillas de 2 pulgadas de diámetro.

E3) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE  $H_2SO_4$ , TA-04  
Volumen de líquido=27ft<sup>3</sup> (46,656 pulg<sup>3</sup>)

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de parte cilíndrica ftxft	Sobrante de placa ft <sup>2</sup>
1.0	41	41	10.7x3.4	23.6
1.5	36	54	9.4x4.5	17.7
2.0	33	65	8.6x5.4	13.6
2.5	30	76	7.8x6.3	110.9

Medidas Seleccionadas

D=2.7ft

H=5.4ft

placa de 1/8 de espesor.

Accesorios

2 boquillas de 1/8 de pulgada.

E4) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CLORURO DE BENZOILO, TA-05  
Volumen del líquido= 25.8 ft<sup>3</sup> (44,582pulg<sup>3</sup>)

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de la parte cilíndrica ftxft	sobrante de placa ft <sup>2</sup>
1.0	40.5	40.5	10.6x3.4	24.0
1.5	35.4	53.2	9.3x4.4	19.1
2.0	32.2	64.4	8.4x5.4	14.6

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de la parte cilíndrica ft <sup>2</sup>	Sobrante de placa ft <sup>2</sup>
2.5	30.0	74.7	7.8x6.2	11.64

Medidas Seleccionadas

D=2.5ft

H=6.2ft

espesor de placa 1/8 pulgada.

Accesorios

2 boquillas de 2 pulg, de diámetro c/u.

E5) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE ACIDO ACETICO, TA-06

Volumen del líquido= 19.8 ft<sup>3</sup> (34,214 pulg<sup>3</sup>)

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de la parte cilíndrica ft <sup>2</sup>	sobrante de placa ft <sup>2</sup>
1.0	37	37	9.7x3.1	9.9
1.5	32	49	8.4x4.0	6.4
2.0	29.5	59.0	7.7x4.9	22.3
2.5	27.4	68.4	7.2x5.7	18.96

**Medidas Seleccionadas**

D=2.7ft

H=4.0ft

espesor de placa 1/8 pulgada.

**Accesorios**

2 boquillas de 2 pulgadas de diámetro c/u.

E6) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE HCL SOLN. AL 30%, TA-07

Volumen de líquido=2.4ft<sup>3</sup> (4,148 pulg<sup>3</sup>).

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de la parte cilíndrica ft <sup>2</sup>	Sobrante por placa ft <sup>2</sup>
1.0	18.4	18.4	4.8x1.5	32.8
1.5	16.0	24.0	4.2x2.0	31.6
2.0	14.6	29.2	3.8x2.4	30.9
2.5	13.5	33.9	3.5x2.8	30.2

**Medidas Seleccionadas**

D=1.1ft

H=2.8ft

espesor de placa 1/8 pulg.

**Accesorios**

boquillas de 2 pulg. de diámetro c/u.



E7) TANQUE DE DIA PARA H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (TA-10)

Volúmen = 13.5 ft<sup>3</sup> \* 1.25 = 16.9 ft<sup>3</sup> ≈ 17 ft<sup>3</sup>

L/D	D(pulg.)	H (pulg.)	Area del Cilindro ( ft x ft)	Sobrante por placa (ft <sup>2</sup> )
1.0	32.5	32.5	2.71x2.75	32.5
1.5	28.5	42.7	2.37x3.57	31.5
2.0	25.8	51.7	2.15x4.31	30.7
2.5	24.0	60.0	2.0 x5.0	30.0

Por lo anterior las medidas seleccionadas son:

D = 2 ft.

H = 5 ft.

placa de 1/8 de pulgada.

Accesorios:

2 boquillas de 2 pulgadas de diámetro.

E8) TANQUE DE DIA PARA HNO<sub>3</sub> (TA-11)

Volúmen = 10.7 ft<sup>3</sup>

L/D	D (pulg.)	H (pulg.)	Area del Cilindro	Sobrante por placa ( ft <sup>2</sup> )
1.0	28.0	28.0	2.3x2.3.	34.7
1.5	24.4	36.6	2.0x3.0	34.0
2.0	22.0	44.3	1.8x3.7	33.3
2.5	20.6	51.4	1.7x4.3	32.7

Por lo anterior las medidas seleccionadas son:

D = 1.7 ft.

H = 4.3 ft.

placa de 1/8 de pulgada.

Accesorios:

2 boquillas de 2 pulgadas de diámetro.

E9) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NaOH SOLN. AL 30%, TA-08

Volúmen de líquido=3ft<sup>3</sup>(5,184pulg<sup>3</sup>)

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de la parte cilíndrica ft <sup>2</sup>	Sobrante por placa ft <sup>2</sup>
1.0	20.0	20.0	5.2x1.6	31.7
1.5	17.3	26.0	4.5x2.2	30.1
2.0	15.7	31.4	4.1x2.6	29.3
2.5	14.6	36.5	3.8x3.0	28.6

Medidas Seleccionadas

D=1.5 ft

H=2.2.ft

espesor de placa 1/8 pulg.

Accesorios

2 boquillas de 2 pulg de diámetro c/u.

E10) TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE NaCl soln. AL 36%; TA-09

VOLUMEN DEL LIQUIDO 124.6ft<sup>3</sup>(215,308 pulg<sup>3</sup>)

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de la parte cilíndrica ft <sup>2</sup>	Sobrante por placa ft <sup>2</sup>
1.0	68.6	68.6	17.9x5.7	18.0
1.5	60.0	89.8	15.7x7.5	42.2

$\frac{L}{D}$	D(pulg)	H(pulg)	Area de la parte cilíndrica ft <sup>2</sup> xft	Sobrante por placa ft <sup>2</sup>
2.0	54.4	108.8	14.2x9.0	22.2
2.5	50.5	126.3	13.2x10.5	11.4

Medidas Seleccionadas:

D=4.2ft

G=10.5ft

espesor de placa 1/8 pulg.

Accesorios

2 boquillas de 2 pulg. de diámetro c/u.

NOTA 1: En este tanque se utilizarán 2 placas de acero inoxidable una de 6x10ft<sup>2</sup> y otra de 6x15ft<sup>2</sup>.

NOTA 2: Los tanques TA-07 y TA-08 serán hechos con una placa de 4x10ft<sup>2</sup>.

### 3.2.5.3.-CALCULO DE BOMBAS

A) Cálculo de B-1 (mezcla HNO<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

$$HP = \frac{G \cdot \rho \cdot h}{75 \cdot \eta}$$

$\eta = 70\%$

t=3 horas

V=683.4 lts.

$\rho = (1.5 + 1.34) / 2 = 1.67 \text{ kg/l} = 1670 \text{ kg/m}^3$

h=5.6 m

donde G= gasto en m<sup>3</sup>/seg  
 $\rho$ = densidad en kg/m<sup>3</sup>  
h= altura en m.  
 $\eta$ = eficiencia.

$$G = \frac{683.4 \text{ lts} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{10,800 \text{ seg} \cdot \text{lts.}} = 6.3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{HP} = \frac{(6.3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg}) (1670 \text{ kg/m}^3) (5.6 \text{ m})}{(75) (0.70)} = 0.011$$

∴ bomba de 1/8 H.P.

B) Cálculo de B-2

$$\rho = 1207 \text{ kg/m}^3$$

$$V_{\text{max}} = 485 \text{ H}$$

$$t = 2.5 \text{ hrs}$$

$$\eta = 70\%$$

$$h = 5.1 \text{ m}$$

$$G = \frac{(485 \text{ lt}) (1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{lt})}{(10,800 \text{ seg})} = 4.5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{HP} = \frac{(4.5 \cdot 10^{-5}) (1207) (3.1)}{(75) (0.70)} = 0.003$$

∴ bomba de 1/8 HP.

C) Cálculo de B-3

$$\eta = 70\%$$

$$t = 1 \text{ hora} = 3600 \text{ seg.}$$

$$V = 1174 \text{ lts} = 1.174 \text{ m}^3$$

$$\rho = 0.98 \text{ kg/lt} = 980 \text{ kg/m}^3$$

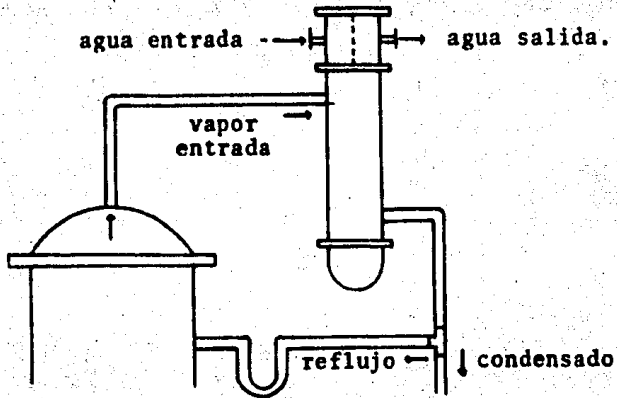
$$h = 8.1 \text{ m}$$

$$G_{\text{max}} = \frac{1.174 \text{ m}^3}{3600 \text{ seg}} = 0.0003 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$\text{HP} = \frac{(0.0003) (980) (8.1)}{(0.7) (75)} = 0.04 \text{ HP}$$

∴ Bomba de 1/8 HP.

3.2.5.4. CALCULO DEL CONDENSADOR SUBENFRIADOR VERTICAL. (C-01)



Los requerimientos del equipo son de condensación en el caso de reflujo y de subenfriamiento en el caso de almacenamiento de productos volátiles, el equipo que cumple con estas características es el condensador vertical. La combinación de condensación y subenfriamiento en una sola unidad elimina la necesidad para un enfriador separado.

El cálculo se hará en base a un flujo promedio de 1720 lb/hr y una temperatura de 480,6°F

Fluido Caliente (°F)		fluido frío. (°F)	diferencia.
480.6	temp. alta	122	358.6
480.6	temp. baja	68	412.6
0	Diferencias	54	54

I) Balance de Calor.

$$Q = (17201 \text{ lb/hr}) \cdot (157.8 \text{ BTU/lb}) = 271,416 \text{ BTU/hr.}$$

Agua  $Q = (5026.21 \text{ lb/hr}) \cdot (1 \text{ BTU/lb}^\circ\text{F}) (122^\circ\text{F} - 68^\circ\text{F}) = 271,416 \text{ BTU/hr.}$

II) Cálculo de  $t$ .

$$t = \text{LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln \frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}} = \frac{412.6 - 358.6}{\ln \frac{412.6}{358.6}} = 385^\circ\text{F}$$

III) Cálculo de  $T_c$  y  $t_c$ : La influencia de la temperatura de la pared del tubo se incluye en el coeficiente de película de condensación.

La media  $t_a = 95^\circ\text{F}$  puede usarse para  $t_c$ .

prueba:

a) Suposición:  $U_D = 50$

$$A = \frac{Q}{U_D \cdot \Delta t} = \frac{271,416}{(50) \cdot (385)} = 14 \text{ ft}^2$$

Longitud de tubo mas común,

$$N_t = \frac{(14.0)}{(0.1963)(4)} = 17.9 \text{ tubos} \approx 18 \text{ tubos}$$

b) Utilizando tubos de 4 pies de largo, DE= 3/4 pulg y 1 paso en la coraza, y 16BWG.

c) Coeficiente corregido  $U_D$ :

$$A = (18)(4')(0.1963) = 14 \text{ ft}^2$$

$$U_D = \frac{Q}{A \cdot \Delta t} = \frac{271,416}{(14)(385)} = 50.3$$

FLUIDO CALIENTE: CORAZA

$$IV') D_o = \frac{0.75}{12} = 0.0625 \text{ ft.}$$

$$V') \text{ Carga, } G' = W/3.1416 \text{ NtDo.}$$

$$G' = \frac{1720}{(3.1416)(0.0625)(18)} = 487 \text{ lb/hr ft.}$$

$$\text{Suponiendo } \bar{h} = h_o = 160$$

$$t_w = t_a + \frac{h_o}{h_i o + h_o} = (t_v - t_a)$$

$$= 95 + \frac{160}{289 + 160} (480.6 - 95) = 232^\circ \text{F}$$

$$t_f = 1/2 (t_v + t_w) = 1/2 (489.6 + 232) = 356^\circ \text{F}$$

$$K_f = 0.08 \text{ BTU/hr ft}^2 (^\circ \text{F/ft})$$

(Tabla 4 kern)

$$S_f = 1.2 \text{ (Tabla 6 kern)}$$

$$\mu_f = 0.2 \text{ cp. (tabla 14 kern)}$$

$$Re = \frac{4G'}{\mu} = 2979$$

$$h = h_o = 156 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ } ^\circ \text{F}$$

FLUIDO FRIO: TUBOS, AGUA.

$$VI) \text{ Área de flujo.}$$

FLUIDO FRIO: TUBOS, AGUA

VI) Area de flujo.

$$a'_t = 0.302 \text{ pulg}^2$$

$$a_t = \frac{Nt a't}{144 n} = \frac{(18)(0.302)}{(144)(1)} = 0.04 \text{ ft}^2$$

$$V) G_t = \frac{W}{a_t} = \frac{5026.2}{0.04} = 125,655 \frac{\text{lb}}{\text{hrft}}$$

$$\text{Vel} = \frac{G_t}{3600 \rho} = \frac{125,655}{(3600)(62.5)} = 0.6 \text{ pps.}$$

VI) a  $t_a = 95^\circ\text{F}$

$$\mu = (1.4)(2.42) = 3.4 \text{ lb/ft hr.}$$

$$D = \frac{0.62}{12} = 0.0517 \text{ ft}$$

$$\text{Re}_t = \frac{DG_t}{\mu} = \frac{(0.0517)(125,655)}{3.4} \quad \text{Re}_t = 1911$$

$h_i = 350$  (fig 25 kern)

$$h_{io} = h_i \cdot \frac{ID}{OD} = 350 \cdot \frac{(0.62)}{(0.75)} = 289 \text{ BTU/hrft}^2 \cdot \text{F}$$



CAIDA DE PRESION: CORAZA.

$$B = 64 \text{ lb/pulg}^2$$

$$a_s = \frac{ID \times C' B}{144 P_t} \quad a_s = \frac{(8)(0.1875)(29)}{(144)(0.937)} = 0.32 \text{ ft}^2$$

$$G_s = \frac{W}{a_s} = \frac{1720}{0.32} = 5,375 \text{ lb/hr ft}^2$$

$$\text{a } T_v = 480.6^\circ\text{F} \quad \mu_{\text{vapor}} = 0.013 \text{ cp.}$$

$$\mu_{\text{vapor}} = (0.013)(2.42) = 0.031 \frac{\text{lb}}{\text{ft}\cdot\text{hr}}$$

$$D_e = \frac{0.55}{12} = 0.0458 \text{ ft.}$$

$$Re_s = \frac{D_e G_s}{\mu} = \frac{(0.0458)(5375)}{0.031} = 7941$$

$$f = 0.0021 \text{ ft}^2/\text{pulg}^2$$

$$N+1 = 1$$

$$s = 0.00381$$

$$D_s = \frac{8}{12} = 0.7 \text{ ft}$$

$$\Delta P_s = 1/2 \frac{f G_s^2 D_s (N+1)}{5.22 \times 10^{10} D_e \cdot s}$$

$$\Delta P_s = 1/2 \left( \frac{0.021 \pi (5375)^2 \pi 0.7 \pi 1}{5.22 \times 10^{10} \pi 0.0458 \pi 0.00381} \right); \Delta P_s = 0.0231 \text{ lb/pulg}^2$$

CAIDA DE PRESION: TUBOS

$$Re = 3821.4$$

$$f = 0.0027$$

$$\Delta P_t = \frac{f G_t^2 L}{5.22 \times 10^{10} \times D_s \times \phi_t} = \frac{0.0027 \times (973)^2 \times 8 \times 1}{5.22 \times 10^{10} \times 0.0517 \times 1 \times 1}$$

$$= 8 \times 10^5 \text{ lb/plg.}^2$$

$$\Delta P_r = (4/s) (v^2/2g') = (4 \times 1/1)(0.02) = 0.8$$

$$= 0.8 \text{ lb/plg.}^2$$

$$\Delta P_T = 0.8 \text{ lb/plg.}^2$$

Coefficiente total  $U_c$  limpio:

$$U_c = \frac{h_{io} \cdot h_o}{h_{io} + h_o} = \frac{289 \times 156}{289 + 156} = 101.3 \text{ BTU/hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Factor de Obstrucción  $R_d$ :

$$R_d = \frac{U_c - U_D}{U_c U_D} = \frac{101.3 - 50.3}{101.3 \times 50.3} = 0.01 \text{ hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} / \text{BTU}$$

Conclusiones:

Coraza	Tubos
DI = 18 pulg.	Número = 18
Espaciado de los defletores = 8 plg.	Longitud = 4 ft.
Pasos = 1	15/16 plg. en triángulo.
	DE = 3/4 plg.
	16 BNG
	Pasos 1

### 3.2.5.5.-CALCULO DEL COMPRESOR.

El compresor tiene como finalidad inyectar aire a los tanques que contienen sustancias corrosivas para el transporte de ésta a la sección de proceso, ya que una bomba no resistiría la corrosión. Para el buen funcionamiento del equipo la presión mínima del aire sobre el fluido debe ser igual a la caída de presión en el filtro; La caída de presión recomendada es de  $1 \text{ Kg/cm}^2$  ( 14.22 psia ).

$$\text{HP}_{\text{aire}} = \frac{144 Q ( P_2 - P_1 )}{33,000 \eta}$$

Donde : Q = flujo manejado en  $\text{ft}^3/\text{min}$ .

$P_1$  = Presión de entrada = P atm. = 11.37 psia

$P_2$  = Presión de salida = 21.33 psia

(Se consideró 1.5 veces la caída de presión del filtro).

$\eta$  = Eficiencia 0.4 a 0.7

(Se consideró un promedio = 0.55).

HP = Potencia del Compresor.

$$\text{HP} = 0.02$$

Por lo tanto se consideró el compresor comercial más pequeño, es decir de 1/2 HP.

Únicamente falta determinar la temperatura de salida del aire del compresor, para evitar que esta pueda dañar las materias primas.

$$T_2 = T_1 ( P_2 / P_1 )^{(k-1)/k}$$

Para el aire k varía de 1.39 a 1.41, se tomó un valor intermedio, es decir, 1.4.

La temperatura del aire de entrada es la ambiental, es decir 20 °C, por lo anterior:

$$T_2 = 24 \text{ °C}$$

### 3.2.5.6. CALCULO DEL CRISTALIZADOR

Existen diferentes tipos de cristalizadores comerciales en el mercado, entre ellos:

- Cristalizadores de tanque agitado
- Cristalizadores de circulación forzada
- Cristalizadores de tipo crecimiento
- Cristalizadores mecánicos (raspado de paredes, etc.)
- Cristalizadores para uso especial (cristalización fraccionada, crecimiento de cristales muy grandes, etc).

Los equipos de cada categoría pueden ser utilizados en procesos batch o continuos y la mayoría pueden ser operados con o sin -- evaporación acompañando a la cristalización.

#### A) SISTEMAS DE TANQUE AGITADO

Es el más simple de los cristalizadores, usado principalmente para enfriar soluciones saturadas calientes. Los tanques pueden ser abiertos o cerrados, y hechos de varios materiales de construcción. Los serpentines de enfriamiento son usualmente montados con el tanque, o aún los tanques son enchaquetados. La Agitación es suficiente para mantener los cristales suspendidos, la concentración uniforme del licor y para incrementar la velocidad de transferencia de calor.

Los tanques cristalizadores son útiles para, comparativamente, -- producciones a pequeña escala, tales como con químicos orgánicos, donde se puede obtener un producto excelente a un costo primario bajo.

Obviamente las desventajas de los tanques cristalizadores son -- su muy baja velocidad de producción (coeficientes de transferencia de calor bajos), el relativamente gran espacio que requieren y los problemas de purificación y escalamiento.

Las superficies de enfriamiento rápidamente se incrustan con sales, lo cual disminuye la velocidad de cristalización y necesitan frecuentemente remoción de sales.

#### B) SISTEMAS DE CIRCULACION FORZADA.

Las razones para la circulación forzada son:

- para controlar la descarga de supersaturación
- para reducir los depósitos de sales sobre el cuerpo de el intercambiador de calor y el del cristalizador.

La solución de alimentación es agregada a un gran volumen de licor circulante de tal manera que la supersaturación que se tiene a la temperatura del cristalizador es diluida a un gran volumen de solución. Cuando un calentador o un enfriador esta involucrado, la gran cantidad de licor de circulación permite solamente un pequeño cambio de temperatura, el cual produce una baja supersaturación por paso y reduce enormemente la tendencia a la incrustación de sales.

Ambos factores contribuyen a una mejor eficiencia y a un control mas cuidadoso de la cristalización.

La unidad del tipo Pachuca es un simple y eficiente cristalizador que puede ser utilizado para cristalización con evaporación. La agitación interna es generalmente mas eficiente que una bomba externa y permite mas bajo costo de movimiento y mantenimiento.

El convencional cristalizador de circulación externa es mas versatil que el Pachuca, porque puede usar un calentador o un enfriador externo y puede ser utilizado como cristalizador evaporador. Los modernos diseños originan bajas caídas de presión (de 6 a 15 ft de flujo de fluido), sistemas de circulación y baja velocidad, baja cabeza, y bombas de alta capacidad. Usualmente son bombas de flujo axial o mezclado (en la línea)

con eficiencia de energía del 70 al 85%.

En suma, los cristalizadores de circulación forzada son capaces de dar buenos controles de cristalización y un buen producto a costos primarios y de operación bajos. Tienen una alta capacidad por unidad de espacio y volumen, pero son raramente capaces de producir cristales grandes.

Son los más utilizados en la cristalización moderna y son los primeros en tomarse en cuenta en un problema de diseño de cristalizadores.

#### C) UNIDADES DE TIPO CRECIMIENTO

Útiles cuando las condiciones de contaminación son severas, o cuando se requieren cristales muy largos.

Son unidades de circulación forzada, pero difieren de la variedad simple en que la densidad del sedimento puede ser controlada con el cuerpo del cristizador, y en que tienen un sistema de clasificación del tamaño del cristal. 2 corrientes de producto son siempre separadas de la unidad; Un sedimento pesado conteniendo el producto pesado; y un sobreflujo de líquido relativamente claro.

El costo primario de los cristalizadores de tipo crecimiento es más alto que las unidades convencionales. Pero, en suma, son generalmente capaces de obtener cristales mayores, además de ser más versátiles. Muchos problemas de cristalización no pueden justificar lo caro de las unidades de crecimiento. La apariencia de un producto cristalino, incluyendo su uniformidad, falta de polvo o finos, alta densidad de bulto, libre de grumos, y pureza, es muy importante en la aceptación del cliente. Con un producto competitivo estos factores pueden ser una fuerte desventaja, si es que no es un requerimiento.

#### D) CRISTALIZADORES MECANICOS

Considerando los problemas especiales encontrados en muchos procesos de cristalización y la evolución normal de la tecnología de cristalización, hay literalmente cientos de diseños de cristalizadores usados en la industria actualmente, muchos de ellos son obsoletos o contienen desviaciones relativamente pequeñas - al diseño original. Una categoría general que ha originado mas discusión, es el cristalizador mecánico, clasificado por el movimiento mecánico usado para inducir la cristalización.

La acción de raspado de la hélice permite que solamente una delgada capa de sal se deposite en las paredes y tenga a los cristales parcialmente en suspensión. Los cristales tienen buena -- forma y son relativamente grandes. Estas unidades forman un buen producto, pero tienen una baja capacidad y son mecánicamente complejos.

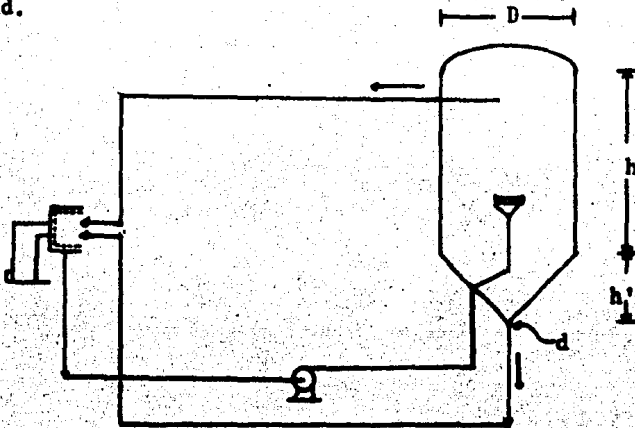
Los otros tipos de cristalizadores son preferidos, excepto bajo circunstancias muy especiales, ya que estos son generalmente caros.

#### E) UNIDADES DE PROPOSITO ESPECIAL

Hay muchos problemas especiales de cristalización que requieren algunos diseños especiales de equipo, por ejemplo: crecimiento de grandes y perfectos cristales para óptica o piezas eléctricas; Aquí la cristalización ha de ser lenta y uniforme dando -- origen a métodos de control de supersaturación, agitación y conservación del cristal. De un tamaño pequeño en laboratorio , altamente instrumentados, a un recipiente agitado son usados con cristales suspendidos para inducir la cristalización.

en general el control de la supersaturación viene a ser mas difícil, y el tamaño del cristal tiende a ser relativamente más pequeño cuando hay alguna aglomeración fortuita.

Por lo anterior se seleccionó el cristizador de circulación forzada, por economía y resultados en la resolución de algún problema de cristalización, así como por su flexibilidad.



REACCION	VOLUMEN ( ft <sup>3</sup> )
5	69
6	60

Volumen requerido = 77 ft<sup>3</sup>.

Volumen cristizador = V cilindro + V cono



$$V_{\text{cilindro}} = \frac{D^2 \pi h}{4}$$

$$V_{\text{cono}} = \frac{\pi h'}{12} (D^2 + Dd + d^2)$$

$$V_c = \frac{D^2 \pi h}{4} + \frac{\pi h'}{12} (D^2 + Dd + d^2)$$

Volumen por circular =  $77 \text{ft}^3$

Capacidad de la bomba =  $0.0003 \text{m}^3/\text{seg} = 0.01 \text{ft}^3/\text{seg}$

=  $0.08 \text{Gal}/\text{seg} = 4.75 \text{Gal}/\text{min}$ ,

a una  $v = 5 \text{ft}/\text{seg}$

De la gráfica "Velocidad de líquidos en tuberías" del CRANE obtenemos:  $1/2$  pulg. de diámetro nominal en cédula 40.

Por lo tanto  $d = 1/2$  pulg =  $0.042 \text{ft}$

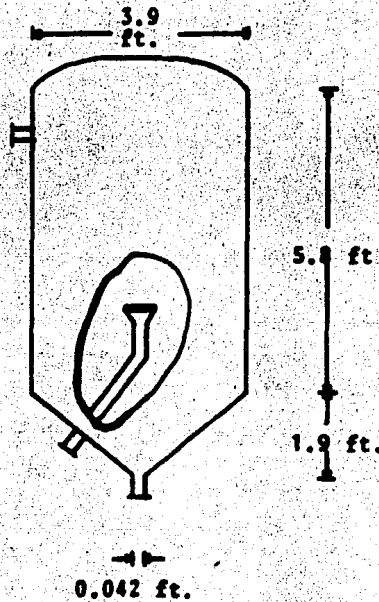
Tomando una relación  $h/h' = 3$ , por lo tanto  $h' = h/3$

$$V_c = \frac{\pi^2 \pi h}{4} + \frac{\pi h}{36} (D^2 + 0.042D + 0.0018)$$

$$77 = h(0.87D^2 + 0.004 D + 0.0006)$$

h/D	D(ft)	h(ft)	Area del Cilindro ftxft	Sobrante por placa(ft <sup>2</sup> )
1.0	4.455	4.455	14x4.4	28.40
1.5	3.892	5.838	12.2x5.8	19.24
2.0	3.536	7.072	11.1x7.1	81.19
2.5	3.282	8.205	10.3x8.2	75.54

Por lo anterior, las medidas finales son:



3.2.5.7.-CALCULO DEL FILTRO

REACCION	VOLUMEN SUSPENSION (ft <sup>3</sup> )	MASA SOLIDO (lb)
5	71.2	329
6	62.6	664.6

P. de filtrado= 14,336 lb<sub>f</sub>/ft<sup>2</sup>

La fracción hueca "ε" es:

$$\epsilon = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_s} = 1 - \frac{0.9}{1.54} = 0.415$$

w= masa de sólido referida al volumen de filtrado.

$\rho_a$  = densidad de la torta seca=56.2lb/ft<sup>3</sup>

$\rho_s$  = densidad del clorhidrato de Lidocaina=96.2lb/ft<sup>3</sup>

s= fracción másica del sólido en la suspensión  
(lbsólido/lbsusp.)

L= espesor de la torta

m= masa torta húmeda/masa torta seca.

torta incompresible y filtración a presión constante.

$$\rho = 62.43 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu = 2.42 \text{ lb/ft}\cdot\text{hr}$$

$$s = \frac{ms}{(ms + (1000 - ms / \rho_s))} = \frac{664.6}{664.6 + (2205 - (664.6 / 96.2))}$$

s= 0.232 lb de sólido /lb de suspensión

$$m = \frac{(1 - \epsilon) \rho_s + \epsilon \rho}{(1 - \epsilon) \rho_s} = \frac{(0.585)(96.2) + (0.415)(62.4)}{(0.585)(96.2)}$$

$$m = 1.46 \frac{\text{lb torta húmeda}}{\text{lb torta seca}}$$

$$w = \frac{\rho_s}{1 - m_s} = \frac{(62.4)(0.232)}{1 - (1.46 \cdot 0.232)} = 21.9 \frac{\text{lb de sólido}}{\text{ft}^3 \text{ de filtrado}}$$

$$K_1 = \frac{\mu \alpha \cdot w}{\Delta P \cdot g_c \cdot A^2} = \frac{(1.45)(6 \times 10^{10})(21.9)}{(10,246)(4.2 \times 10^8) A^2} = \frac{0.4427}{A^2} \text{ h/ft}^6$$

$$\alpha = \text{resistencia específica} = \frac{6 \times 10^{10} \text{ ft}}{\text{lb}}$$

$$\mu = \text{viscosidad} = 1.45 \text{ lb/ft hr}$$

A = área de filtración

$\Delta P$  = caída de presión = 10,246 lb/ft<sup>2</sup> (4.8 atmósferas)

$g_c$  = factor de corrección de unidades = 4.2 x 10<sup>8</sup> lbm·ft/lb<sub>f</sub>·h<sup>2</sup>

M = masa de torta seca.

tomando un espesor equivalente de 0.2 pulgadas, en dicho espesor la masa contenida sera:

$$(1 - \epsilon) \rho_s \cdot A \cdot L_c$$

Esta masa ha de ser igual a la que deposita el volumen equivalente de filtrado más la masa que contiene el líquido retenido por la torta de ese espesor.

$$\frac{s_p}{1 - m_s} \cdot V_e = w V_e$$

Por lo tanto,

$$\frac{V_e}{A} = \frac{(1 - m_s) \cdot \rho \cdot s \cdot L_e}{w} = \frac{(1 - 0.415)(96.2)(0.017)}{21.9}$$
$$= 0.044 \text{ ft}^3$$

El volumen de filtrado que depositan 661.5 lb (300 Kg) de -  
torta seca será:

$$V = \frac{1 - m_s}{s_p} = \frac{M}{w} = \frac{661.5}{21.9} = 30.2 \text{ ft}^3$$

$$\theta = \frac{K_1 - V^2}{2} + K_1 V V_e$$

$$1 = \frac{(0.4427)(30.2)^2}{2A^2} + \frac{(0.4427)(30.2)(0.044)}{A}$$

$$1 = \frac{202}{A^2} + \frac{0.6}{A}$$

$$A^2 = 202 + 0.6 A$$

$$A^2 - 0.6 A - 202 = 0$$

$$A = 14.5 \text{ ft}^2$$

Como la canasta es cilíndrica y suponiendo un  $D = 1/3 H$  se tiene:

$$\text{Area de la canasta} = \pi r^2 + \pi DH$$

$$= \frac{\pi D^2}{4} + \pi DH$$

$$= \frac{\pi H^2}{9.4} + \frac{\pi H^2}{3}$$

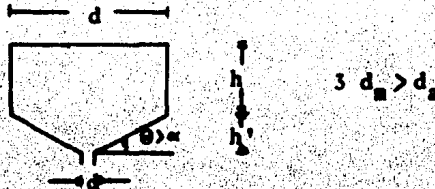
Resolviendo la ecuación se obtiene:

$$\begin{aligned} A &= 1.4 \text{ ft}^2 \\ H &= 3.2 \text{ ft.} \\ D &= 1.0 \text{ ft.} \end{aligned}$$

La tabla 19-29 del " Chemical Engineering Handbook" de Perry & Chilton, 5th. Edition nos informa en base al diámetro de canatilla la potencia requerida para el motor, estableciendose una potencia de 3HP y una velocidad de 1,500 rpm.

### 3.2.5.8.-TOLVA DOSIFICADORA (TD-01 y TD-02).

La tolva de adición a los reactores R-01 y R-02 son idénticas ya que en este punto el proceso se lleva a cabo en dos etapas paralelas, razón por la cual las dos tolvas de adición tendrán las mismas especificaciones.



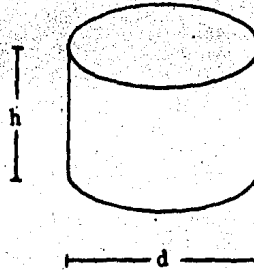
- $\theta$  = ángulo que forma la pared de la tolva con la horizontal.
- $\alpha$  = ángulo de reposo del material en cuestión
- $d_a$  = diámetro de la descarga.
- $d_m$  = diámetro del material.

$$\alpha_{\text{Zinc}} = 37^\circ$$

$$\theta = 42^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{cat op} &= \text{cat. ady} \cdot \tan \theta \\ &= (0.86)(\tan 42) = 0.8 \text{ft} \end{aligned}$$

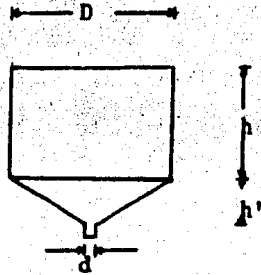
$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} = 1.25 \text{ft}^3$$



H/D	D(ft)	H(ft)	AREA CILINDRO ftxft	SOBRANTE PLACA (ft <sup>2</sup> )
1.0	1.2	1.2	3.8x1.2	35.44
1.5	1.0	1.5	3.1x1.5	35.35
2.0	0.9	1.8	2.8x1.8	34.96
2.5	0.86	2.15	2.4x2.15	34.20

Por lo anterior las dimensiones de la tolva son:

- D= 0.86ft
- h= 2.14ft
- h'= 0.77ft
- d= 1.2pulg.



### 3.2.6.- REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS AUXILIARES.

Con base en los diagramas de flujo y los balances de materia y Energía se determinan las necesidades de servicios para la planta industrial planeada, entre los cuales se incluyen agua de --- proceso, agua de enfriamiento, electricidad, combustible, ventilación y drenaje.

La naturaleza y el volumen de los servicios requeridos depende de la dimensión y la localización de la planta, del proceso de elaboración seleccionado de las fuentes accesibles de suministro de estos servicios.

Entre los equipos de servicios auxiliares que pueden requerir una planta se encuentran: Sistemas de bombeo, generadores de vapor, torres de enfriamiento, compresores de aire, subestaciones eléctricas, unidades de refrigeración, sistemas de tratamiento, colectores de polvo, ventiladores, etc.

### 3.6.1 SERVICIOS AUXILIARES

#### Calderín de Aceite Térmico

Se eligió un calderín de aceite térmico, por las siguientes razones:

- a) Es un sistema independiente.
- b) El proceso requiere de una amplia variedad de condiciones de operación, las cuales pueden obtenerse sin muchas complicaciones con este sistema.



- c) Se tiene una capacidad amplia para preveer cualquier expansión de la planta, ya sea en producción o en fabricación de otros productos.
- d) Los costos de operación de este sistema son bajos.
- e) No provoca corrosión en los equipos.
- f) Los costos de mantenimiento son bajos.

La carga máxima a satisfacer es de  $1 \times 10^6$  BTU/hr (26.909 Kcal/hr)  
La caldera comercial más pequeña que existe es de  $1.4 \times 10^5$  BTU/hr (35,000 Kcal/hr).

Este calderín consta de:

- 1) Unidad calefactora
- 2) Tanque de expansión
- 3) Bomba de Circulación.
- 4) Serpentin Helicoidal.
- 5) Aislamiento
- 6) Instrumentación totalmente automática.

#### Datos Técnicos

Area de Transferencia=  $15 \text{ft}^2$   
Eficiencia= 80%  
Potencia de la bomba de recirculación= 0.5HP  
Consumo de Diesel= 2Gal/min  
Volumen total=  $88 \text{ft}^3$   
Peso Aproximado= 1764lb

#### Condiciones de operación.

Presión máxima=  $43 \text{lb/pulg}^2$   
Temperatura de Operación=  $77^\circ\text{F}-752^\circ\text{F}$   
Vida útil de operación= 10 años

Puede utilizarse como medio directo de calentamiento o para la producción de vapor de baja;

- Lote tubería y conexiones de acero inoxidable.

Válvulas, tubería y conexiones para interconectar los equipos de recibo, proceso y llenado.

- Tanque Cisterna

Con capacidad de 1,060ft<sup>3</sup> (30,000lts)

- Bomba centrífuga de agua.

$$HP = \frac{G \cdot \rho \cdot H}{75 \cdot \eta}$$

donde;

$$G = \frac{m^3}{\text{seg}} = \frac{30m^3}{3\text{hrs} \cdot 1\text{hrs}/3600\text{seg}} = 2.8 \times 10^{-3} m^3/\text{seg}$$

$$\rho = (Kg/m^3) = 1000Kg/m^3$$

$$h = 15m$$

$$HP = \frac{(2.8 \times 10^{-3} m^3/\text{seg})(1000Kg/m^3)(15m)}{(75)(0.70)} = 0.8HP$$

∴ Bomba de 1 HP

- Tanque Diesel

De fierro, con capacidad de 353.1 ft<sup>3</sup>

- Bomba para enviar los reactivos y solventes a la zona de producción.

$$HP = 1/2.$$

- Los servicios de electricidad y drenaje serán proporcionados por el parque industrial.

### 3.2.7.-DOCUMENTOS DE APOYO.

Los documentos de apoyo nos describen el proceso, así como los criterios y especificaciones utilizadas en el cálculo del equipo.

#### 3.2.7.1.-DESCRIPCION DEL PROCESO.

El proceso para la obtención de la Lidocaína consta de 5 etapas más una para su conversión a Clorhidrato.

##### ETAPA I.-NITRACION DEL m-XILENO.

Se carga el Reactor 1 ( R-01 ) con 703 Kg de ácido sulfúrico y se agrega lentamente 452 kg de ácido nítrico, conservando una buena agitación; Una vez terminada la mezcla, se almacena esta en el tanque de almacenamiento TA-01. Posteriormente los Reactores 1 y 2 ( R-01 y R-02 ) se cargan cada uno con 380 kg. de m-Xileno y se agrega en paralelo ( conservando la temperatura de 40 °C la mezcla de reacción ) la mezcla sulfonítrica, se continua la agitación hasta terminada la reacción. Una vez concluida la reacción, la mezcla se lava con 589 lts. de una solución de NaCl, por tres veces ( para evitar emulsiones ) ; Ya lavada la mezcla y separadas las fases en el tanque separador de fases ( TS-01 ) se envía la fase orgánica al Reactor 1 ( R-01 ), donde la mezcla se destila separando tres compuestos, que son m-Xileno que se envía a límite de batería para su recuperación; 2,6 Dimetil Nitrobenzono que es el compuesto que se utilizará en la Etapa II y que es enviado al Reactor 2 ( R-02 ); Y por último, la 2,4 Dimetil Nitrobenzono que se envía a límite de batería. La fase Orgánica se envía a límite de batería.

##### ETAPA II.-OBTENCION DE 2,6 XILIDINA.

En el Reactor 2 ( R-02 ) donde previamente se depositó el 2,6 Dimetil Nitrobenzono se le agregan HCl solución y Zn alterna-

tivamente ( controlando la reacción a 90 °C ya que es exotérmica ) Hasta completar un total de 506.7 Kg. de Zn y 565.6 Kg de HCl; El Zn es colocado en la tova dosificadora 2 ( TD-02 ) Una vez terminada la reacción, el nitrado que no reaccionó se extrae con dos porciones de 33.5 lts. de Tolueno cada una, se separan las fases en el tanque de Separación de Fases ( TS-01 ) donde la fase acuosa es enviada a límite de batería, mientras que la fase orgánica es enviada al tanque de Proceso ( TP-01 ) donde se le agregan 67 lts. de Tolueno para extraer el nitrado que no reaccionó y evitar la formación de un Azeotropo; La solución se lleva a pH de 10 a 12 con 44 Lts. de Soln. de NaOH al 30%, se envía al tanque separador ( TS-01 ) donde se reposan las fases enviando la acuosa a límite de batería, y la orgánica al Reactor 1 ( R-01 ) donde se destila obteniéndose primero la 2,6 Xilidina ( bp = 214 °C ) en el tanque de condensados 1 ( TC-01 ), posteriormente la 2,4 Dimetil Nitrobenceno ( bp = 244 °C ) en el tanque de condensados 2 ( TC-02 ). La 2,6 Xilidina es enviada al Reactor 2 ( R-02 ), mientras que la 2,6 Dimetil Nitrobenceno a límite de batería.

### ETAPA III.-OBTENCION DEL CLORURO DE CLORO ACETILO

El Reactor 1 ( R-01 ) se carga con 296.8 kg. de Acido Monocloroacético y 441.2 kg. de Cloruro de Benzoilo, se comienza a elevar la temperatura, conservando una buena agitación, hasta que los vapores que destilan salgan a 105 - 106 °C, recolectándose éstos en el tanque de condensados 1 ( TC-01 ) y que corresponden al Cloruro de CloroAcetilo, se continua destilando, y a 189 °C comienza a destilar Acido Monocloroacético que se recibe en el tanque de condensados 2 (TC-02 ) y que es enviado a limite de batería para su purificación; finalmente, y continuando la destilación, a 249 °C destila Acido Benzoico, el cual es enviado a limite de batería para su posterior purificación y posible comercialización.

#### ETAPA IV.-OBTENCION DE CLORO 2,6 DIMETIL ACETANILIDA

En el Reactor 2 ( R-02 ) la 2,6 Xilidina es mezclada con 1120 lts. de Acido Acético, posteriormente se agrega lentamente y controlando la temperatura a 40 °C el Cloruro de CloroAcetilo. Una vez terminada la reacción, la solución es enviada al Cristalizador ( CR-01 ) donde se le agregan 145 lts. de una solución saturada de Acetato de Sodio, precipitándose la Cloro 2, 6 Dimetil Acetanilida, el precipitado se filtra y se lava con agua.

#### ETAPA V.-OBTENCION DE LIDOCAINA.

El Reactor 3 ( R-03 ) se carga con 269.2 Kg. de Cloro 2,6 Dimetil Acetanilida, 1436 lts. de Tolueno y 199 Kg. de Dimetilamina, la mezcla se calienta a reflujo por 6 horas, al término de las cuales se envía al cristalizador ( CR-01 ), donde se enfría y precipita el Clorhidrato de Dietil Amina, el cual se filtra, el filtrado es enviado al Reactor 3 ( R-03 ), donde se le evapora el solvente y es enviado al Cristalizador ( CR-01 ), precipitándose la Lidocaína, la cual es lavada con agua y secada en el filtro centrífugo ( F-01 ).

#### ETAPA VI.- (OPCIONAL) OBTENCION DEL CLORHIDRATO DE LIDOCAINA.

En el Reactor 3 ( R-03 ) se cargan 271.1 Kg. de Lidocaína base 900 lts. de Tolueno, y 141 Kg. de HCl al 30%, la mezcla se calienta a reflujo por 6 horas, al término de las cuales, la solución resultante es enviada al Cristalizador ( CR-01 ) donde se enfría y precipita el Clorhidrato de Lidocaína, el cual se seca y se envía a límite de batería para su empaque.

### 3.2.7.2.-CRITERIOS DE DISEÑO

El equipo de Proceso de la planta se calculó para efectuar las diferentes reacciones antes expuestas para la obtención de Lidocaína y su Clorhidrato.

Se tomó la opción de dos reactores, ya que dentro de la industria Farmacéutica no es posible revolver lotes, y por lo anterior, la reacción 1 se lleva a cabo en los dos reactores operando en paralelo.

El sistema de recolección de condensados deberá ser automático y calibrado después de cada reacción, ya que las temperaturas cambian en cada etapa del proceso.

El tanque separador TS-01 lleva como finalidad que el agua y las sales de proceso disueltas se eliminen en la pierna del tanque separador y sean enviadas a límite de batería.

Se tomaron en consideración los llamados " tanques de día " , es decir, aquellos tanques en los que se colocan los reactivos provenientes de almacén que se utilizarán en esa etapa del proceso.

Los ácidos y sustancias corrosivas se envían al equipo de proceso mediante aumento de presión en el interior de los tanques que los contengan; Esto se logra inyectando aire libre de impurezas y contaminantes al interior de los tanques, mediante un compresor.

Las tolvas dosificadoras conectadas a los Reactores R-01 y R-02 se diseñarán de tal manera que conserven un flujo continuo de sólido a través de ella.

Los Reactores R-01 y R-03 se utilizarán como " Ollas Vaporizadoras" para la destilación de los productos de reacción, El Reactor R-01 además tendrá la opción de enfriamiento, cuyo líquido será agua a 18 - 20 °C.

### 3.2.7.3.-FILOSOFIAS DE OPERACION.

Generalidades.- La función principal de la planta es la obtención a nivel industrial de la Lidocaína y su Clorhidrato, anes-tésico de mayor consumo en el mercado.

El proceso consta de 5 etapas y 1 opcional que es la obtención del Clorhidrato.

Variables de operación y control del proceso

Los equipos principales de la planta son: Reactores R-01,03;--Cristalizador CR-01;BB Bombas B-01,03; Tanque Separador TS-01 y, Filtro Centrifugo F-01.

#### 3.2.7.3.1.-Reactores

Las variables que afectan a los reactores son: Temperatura y grado de agitación.

Temperatura: Controlada por la corriente de enfriamiento o calentamiento en la chaqueta del Reactor.

Grado de Agitación: Controlada por el motor del Agitador.

El buen funcionamiento de la planta depende básicamente de una selección adecuada de las condiciones de operación de los Reactores.

**3.2.7.3.2.- Cristalizador.**

La variable que afecta al Cristalizador es el flujo.

Flujo: controlado por la bomba B-03.

**3.2.7.3.3.- Bombas.**

La variable que afecta a la bomba es el flujo.

Flujo: Controlado por la potencia del motor de la bomba.

**3.2.7.3.4.- Tanque Separador.**

La variable que afecta al tanque es el flujo.

Flujo: Controlado por las válvulas de control de nivel.



### 3.3 DISTRIBUCION DE LOS EQUIPOS EN LOS EDIFICIOS.

La distribución de la maquinaria y equipo dentro y fuera de los edificios determinará en alto grado la eficiencia de la operación de una planta industrial, ya que afecta el tiempo y la longitud de los desplazamientos de materiales y operaciones, así como las inversiones en obra civil y en equipo de transporte. Esta distribución de maquinaria y equipo debe tomar en cuenta los siguientes factores.

- 1) El tipo, el tamaño y el número de máquinas y equipos que comprende el sistema de producción
- 2) Los requerimientos de espacio libre alrededor de los equipos para su operación y mantenimiento.
- 3) El número de operaciones en cada estación de trabajo.
- 4) Los espacios requeridos para almacenamiento y manejo de materiales en proceso.
- 5) Los requerimientos de espacio para las instalaciones auxiliares.
- 6) Las necesidades de espacio por razones de proceso o calidad del producto.
- 7) Los espacios requeridos por razones de seguridad industrial.
- 8) Las provisiones del espacio requerido para ampliaciones futuras en la capacidad de producción.
- 9) La capacidad de incorporación de innovaciones técnicas.

Los planos de distribución de los equipos elaborados tomando en cuenta los factores anteriores, servirán de base para diseñar los edificios que alojarán las áreas de proceso.

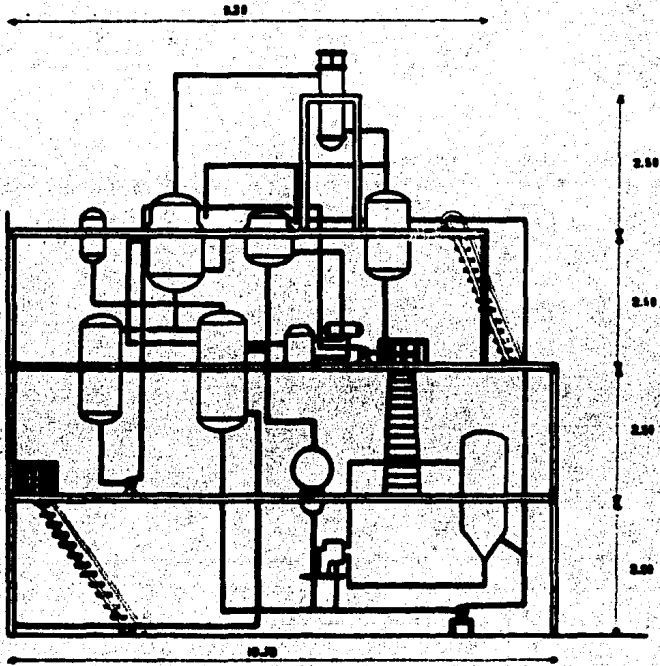
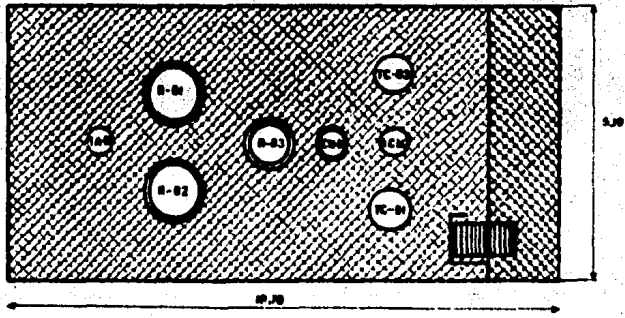


DIAGRAMA DE ALTURAS DEL PROCESO PARA  
LA OBTENCION DE LIQUORINA Y SU CLORHIDRATO

Auto: 000  
Escala: 1/50.0

### 3.4 PLANO DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA

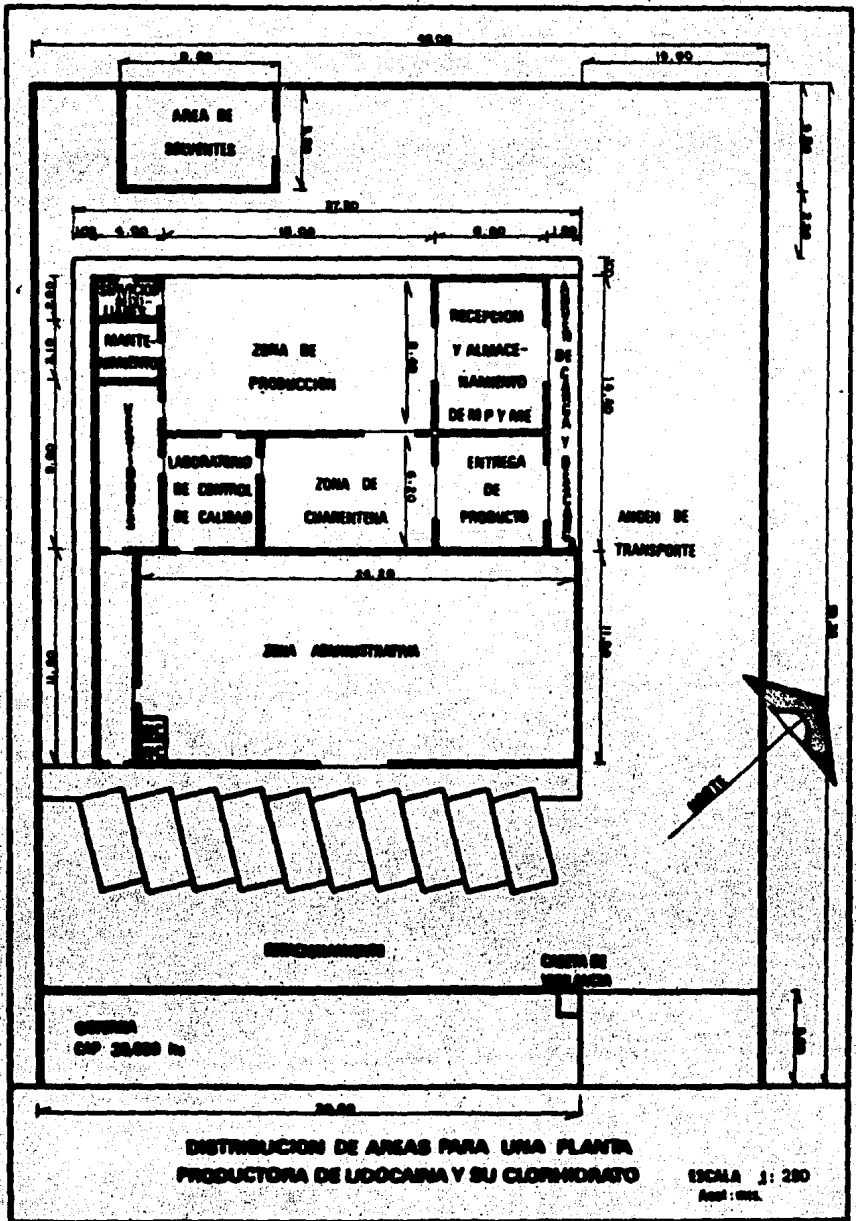
Los planos de distribución de la planta sirven para establecer el tamaño, la forma y la localización de las áreas industriales dedicadas a los siguientes propósitos.

- 1) Conexión a las vías de comunicación y transporte.
- 2) Recepción de materias primas y otros insumos.
- 3) Elaboración de productos.
- 4) Servicios Auxiliares.
- 5) Control de calidad e inspección.
- 6) Envase y empaque.
- 7) Almacenamiento.
- 8) Embarque de Productos.
- 9) Oficinas.
- 10) Servicios a empleados.
- 11) Intercomunicación en la planta.
- 12) Servicios de seguridad Industrial

La meta fundamental que se persigue al preparar un plano de distribución de una planta industrial es obtener la mejor relación entre espacio, inversión y costos de producción. Esta meta puede desglosarse en los siguientes objetivos.

- 1) Facilitar el proceso de elaboración.
- 2) Minimizar el manejo y el transporte de materiales.
- 3) Permitir un fácil acceso a las operaciones.
- 4) Favorecer una alta productividad.
- 5) Obtener un buen aprovechamiento en el uso de las áreas construidas.
- 6) Permitir un alto aprovechamiento de la mano de obra
- 7) Obtener capacidades balanceadas en los diversos departamentos..
- 8) Facilitar el acceso a la planta.
- 9) Permitir la expansión posterior de las áreas de producción y almacenamiento.

- 10) Reducir los problemas de eliminación de desechos.
- 11) Disminuir los riesgos industriales.
- 12) Proporcionar comodidad operacional a los empleados.



**DISTRIBUCION DE AREAS PARA UNA PLANTA PRODUCTORA DE LIDOCAINA Y SU CLORHIDRATO**

ESCALA 1:200  
 Auto: 000.

- 144 -

ESTUDIO ECONOMICO

#### 4.0 ESTUDIO ECONOMICO

Para llevar a cabo la materialización de un proyecto industrial, se requiere asignarle una cantidad de recursos que se puede agrupar en dos grandes grupos:

- a) Los que se requieren para la adquisición e instalación de la - planta, y
- b) Los requeridos para la operación de la misma.

Los recursos necesarios para la adquisición e instalación de la -- planta constituyen la inversión fija del proyecto, y los que requie-- re la operación de la planta, una vez que se realiza el proyecto, -- integran el capital de trabajo.

#### 4.1 INVERSION FIJA

La inversión fija comprende el conjunto de bienes que no son moti-- vo de transacciones corrientes por parte de la empresa. Se adque-- ren generalmente durante la etapa de instalación de la planta y se utilizan a lo largo de su vida útil.

Los rubros que integran la inversión fija se suelen clasificar en tangibles e intangibles; entre los primeros están la maquinaria y el equipo, que están sujetos a depre-- iaciones y obsolescencia y el terreno, que no lo está, mientras que en los segundos se encuen-- tran las patentes, y los gastos de organización, que se amortizan en plazos convencionales.

Rubros que componen la inversión fija.

La cuantía relativa y la naturaleza de los rubros integrantes de -- la inversión fija, variarán considerablemente según los diversos -- tipos de proyectos, pero en términos generales incluye el costo de los siguientes rubros:

##### A) Investigaciones y Estudios Previos:

La realización de estas actividades tendientes a obtener infor

mación para determinar la factibilidad en principio o para darle apoyo técnico al proyecto, tiene un costo que debe ser incluido como parte de la inversión fija involucrada en la materialización del mismo, excepto cuando dicho costo es cubierto por entidades oficiales de fomento o centros de investigación patrocinados por el estado.

En el caso de la Lidocaína y su Clorhidrato, proyecto realizado a nivel Laboratorio en la Facultad de Química de la UNAM, y escalado a nivel planta piloto por el Centro Mexicano de Desarrollo e Investigación Farmacéutica, A.C.; y al ser éste, un organismo sin fines de lucro, el costo total del proyecto fué de - - - - \$5'200,000.00 (CINCO MILLONES DOSCIENTOS MIL PESOS 00/100 M.N.).

**B) Organización de la Empresa:**

La ejecución de un proyecto industrial suele ser precedido por la organización de una empresa particular, a menos que se trate de nuevas instalaciones para una empresa, ya constituida, aunque también en este último caso frecuentemente se reorganiza la empresa con motivo del proyecto. En ambos casos se originan gastos notariales, pago de permisos, gastos de emisión de acciones, pago de sueldos de personal administrativo y otros gastos, todos los cuales se engloban como gastos de organización, rubro que debe ser incluido en la estimación de la inversión fija.

Gastos Notariales.....	\$ 80,000.00
Pago de Permisos.....	48,000.00
Gastos de emisión de acciones.....	10,000.00
Pago de sueldos de personal administrativo....	320,000.00
Otros (papelería, etc.).....	10,000.00
<b>T o t a l :-</b>	<b>\$ 468,000.00</b>
	*****

**C) Patentes y Conocimientos Técnicos Especializados:**

En algunos proyectos industriales la adopción del proceso de -- elaboración, implica la necesidad de adquirir una licencia de -- los propietarios de la tecnología, generalmente mediante un pago fijo inicial y pagos variables anuales por concepto de rega-



flas, cuyo monto suele ser proporcional al volumen de producto elaborado o al valor del producto vendido. El pago inicial -- afecta la inversión fija y las regalías los costos de operación.

D) **Elaboración del proyecto final.**

La elaboración del proyecto final, con base en la información - técnica, económica y financiera acumulada para ese propósito, - implica un volumen considerable de esfuerzo por parte de un gru po generalmente numeroso de profesionistas, por lo que suele -- tener un costo de significación. Este costo debe ser incluido como parte integrante de la inversión fija.

E) **Terreno para la instalación de la Planta.**

Aun cuando los terrenos son activos fijos que no se depresian, - la adquisición del predio para la instalación de una planta in- dustrial representa un gasto que debe incluirse en la estimación de la inversión fija. Frecuentemente las empresas adquieren te rrenos con áreas superiores a sus necesidades iniciales, a fin - de estar en posibilidad de efectuar ampliaciones a futuro, o - bien, beneficiarse con la plusvalía de dichos terrenos.

F) **Maquinaria y Equipo.**

En este rubro es necesario incluir no solamente el costo de toda la maquinaria y los equipos con sus refacciones y repuestos, - - sino también los gastos de fletes, seguros, impuestos de importa ción y derechos aduanales, y en su caso, los costos de adaptación.

G) **Instalación de Maquinaria y Equipo.**

Este rubro también forma parte de la inversión fija, y comprende los gastos de los materiales y la mano de obra de técnicos y ope rarios requeridos para efectuar la instalación de la maquinaria y equipo, actividad dentro de la cual se suele englobar el arma- do y la conexión de las unidades de proceso, entre sí y con las unidades de servicio auxiliares.

H) **Obra Civil.**

La inversión fija por concepto de obra civil incluye entre otros rubros, la preparación del terreno, la construcción de edificios

de proceso, de servicios auxiliares, de recepción y almacenamiento y embarque de productos, de almacenamiento de herramientas y refacciones, de laboratorios de investigación y control de calidad, de oficinas para personal técnico y administrativo, de servicios para los empleados, de servicios de mantenimiento, así como la construcción de patios y la instalación de servicios auxiliares externos a los edificios.

**I) Servicios Auxiliares e Instalaciones Complementarias:**

En este renglón se incluyen los costos de la maquinaria y equipo que se requieren para suministrar estos servicios, así como el de las instalaciones complementarias para los mismos, que a su vez incluyen las redes de distribución, los instrumentos y controles y los aislamientos. Entre la maquinaria y equipo que caen dentro de este rubro se encuentran generadores de vapor, subestaciones eléctricas, bombas para pozos profundos, unidades de refrigeración, compresores de aire, ventiladores y extractores, sistemas contra incendio, tanques de almacenamiento de agua, y combustible, colectores de polvo y humos, sistemas de tratamiento de desechos, equipo de taller de mantenimiento, equipo para el manejo y transporte de materiales, equipo de oficina y equipo de laboratorio.

**J) Ingeniería, Supervisión y Administración de la Instalación:**

Este rubro comprende una serie de gastos indirectos que se estiman como un porcentaje del costo fijo de la planta, el cual a su vez, se determina sumando el monto de los costos de todos los rubros antes citados.

La ingeniería, supervisión y administración de la instalación abarca actividades tales como la elaboración y reproducción de planos y modelos a escala, especificación detallada de maquinaria y equipo, pruebas de resistencia mecánica del terreno, obtención de información técnica de diversas fuentes, supervisión e inspección de la realización del proyecto, construcción, operación y mantenimiento de obras temporales, adquisición y mantenimiento de maquinaria y herramientas para la construcción y gestión de permisos y licencias.

K) Puesta en marcha de la Planta:

Los costos de la puesta en marcha de la planta se refieren a - - desembolsos que se requieren para cubrir los gastos fijos y los consumos de mano de obra, materias primas y otros insumos durante las pruebas y ajuste de la maquinaria y equipo, hasta que se obtienen los rendimientos y las características deseadas del producto.

L) Imprevistos o Contingencias:

La inclusión de este rubro se debe a la imposibilidad de preveer todos los eventos externos que pueden afectar el costo del proyecto, así como la inconveniencia de gastar demasiado esfuerzo en establecer absolutamente todos los rubros menores de inversión. Dependiendo del grado de aproximación que se haya dado a la estimación de los diversos rubros que componen la inversión fija, variará el monto de los recursos que se asignen a este -- rubro:

Estimación de la inversión fija desglosada, mediante el uso de - factores.

En este método se utiliza como base el costo total del equipo - de proceso, el cual se multiplica por una serie de factores para estimar cada uno de los principales rubros de la inversión - fija. El valor de estos factores depende del estado físico de las materias primas y productos que se manejan en la planta.

CONCEPTO	FACTOR	COSTO (Miles)
1.- Costo total del equipo.	1.0	18,385.0
2.- Transportes, Seguros, Impuestos y - Derechos Aduanales.		
a) Equipo Local	0.05	929.3
b) Equipo Extranjero	0.30	5,575.5
3.- Gastos de Instalación.	0.30	5,575.5
4.- Tuberías.	0.30	5,575.5
5.- Instrumentación	0.15	2,787.8
6.- Aislamientos	0.05	929.3
7.- Instalaciones Eléctricas	0.15	2,787.8
8.- Edificios y Servicios	0.30	5,575.5
9.- Terreno y su acondicionamiento.	0.10	25,000.0

CONCEPTO	FACTOR	COSTO (miles)
10.-Servicios Auxiliares e implementos planta.	0.3	5,575.5
Costo Fisico de la planta	3.00	78,896.7
Ingenieria y Supervisión Construcción.	0.65	12,080.3
Imprevistos	0.60	11,151.0
<b>I N V E R S I O N F I J A</b>		<b>102,128.0</b>

**Equipo de Proceso y Almacenamiento**

Clave	Descripción	costo (miles)
R-01,02	Reactor cap. 35.3 ft <sup>3</sup>	2,000.00
R-03	Reactor cap. 15.9 ft <sup>3</sup>	800.00
TA-01	Tanque Almacenamiento cap. 26.5 ft <sup>3</sup>	510.00
TS-01	Tanque Separador	662.00
TP-01	Tanque de Proceso cap. 31 ft <sup>3</sup>	580.00
TC-01	Tanque de Condensados cap. 18.2 ft <sup>3</sup>	405.00
TC-02	Tanque de Condensados cap. 8.2 ft <sup>3</sup>	200.00
TC-03	Tanque de Condensados cap. 12.1 ft <sup>3</sup>	295.00
TA-02	Tanque Almacenamiento cap. 62.42 ft <sup>3</sup>	190.00
TA-03	Tanque Almacenamiento cap. 21.26 ft <sup>3</sup>	420.00
TA-04	Tanque Almacenamiento cap. 27 ft <sup>3</sup>	490.00
TA-05	Tanque Almacenamiento cap. 25.8 ft <sup>3</sup>	490.00
TA-06	Tanque Almacenamiento cap. 19.8 ft <sup>3</sup>	390.00
TA-07	Tanque Almacenamiento cap. 2.4 ft <sup>3</sup>	100.00
TA-08	Tanque de Almacenamiento cap. 3 ft <sup>3</sup>	107.00
TA-09	Tanque Almacenamiento cap. 124.6 ft <sup>3</sup>	1,050.00
B-01,03	Bomba 1/8 H.P.	600.00
CN-01	Condensador	750.00
CR-01	Cristalizador	1,159.00
F-01	Filtro Centrífugo	2,960.00
TA-10	Tanque de día H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> cap. 17 ft <sup>3</sup>	395.00
TA-11	Tanque de día HNO <sub>3</sub> cap. 10.7 ft <sup>3</sup>	306.00

Clave	Descripción:	( miles )
TD-01,02	Tolva dosificadora (dos)	207.20
CA-01	Caldera de Aceite Térmico	2,730.00
TD-01	Tanque Diessel	788.00
	<b>COSTO TOTAL DEL EQUIPO (Redondeado)</b>	<b>18,585.00</b> *****

#### 4.2 CAPITAL DE TRABAJO

Se llama capital de trabajo a los recursos económicos que utilizan las empresas para atender las operaciones de producción, distribución y venta de los productos elaborados.

En la industria manufacturera no basta contar con los equipos e -- instalaciones para tener producción, es preciso mantener un acopio de materias primas, repuestos y materiales diversos en almacén, - así como productos en tránsito para distribución, recursos para fi nanciar las cuentas por cobrar, y efectivo en caja para hacer fren te a pagos y gastos de operación, todo lo cual representa el capi tal de trabajo.

La suma de inversión fija y capital de trabajo representa la inver sión total de capital de un proyecto industrial.

##### Estimación del Capital de Trabajo:

Los principales renglones que es necesario considerar para estimar el capital de trabajo son los siguientes:

- A) Inventario de Materias Primas
- B) Inventario de Productos en Proceso.
- C) Inventario de Producto Terminado.
- D) Cuentas por cobrar.
- E) Dinero en efectivo.
- F) Cuentas por pagar.

##### A) Inventario de Materias Primas.

El valor de este inventario es función del precio y el volu men de materia prima que es necesario tener en la planta - -

para lograr una operación continua de la misma. Este volúmen de materia prima dependerá de los siguientes factores:

- a) Capacidad de operación de la planta.
- b) Lapso de tiempo requerido para el suministro.
- c) Disponibilidad de materia prima por parte de los proveedores.
- d) Diversidad de fuentes de suministro.
- e) Capacidad de producción de los proveedores.
- f) Características de la materia prima.
- g) Volúmenes mínimos económicos de adquisición.
- h) Costo de Almacenamiento en la planta.
- i) Período de disponibilidad anual de la materia prima.

La producción de un lote de 300 kgs. se lleva a cabo en 5 días de operación, cada uno con un turno de 8 hrs., por lo cual, - y debido al tipo de reactivos y solventes utilizados, el - - - período de almacenamiento de materias primas se consideró de 15 días de producción; además de que las materias primas se encuentran disponibles todo el año, con excepción del n-Xileno del cual se puede hacer dos importaciones al año (ver tabla - 4.2.1.).

De acuerdo a lo anterior, el costo de materias primas almacenadas por kilo de producto es de 4,220.00 con una capacidad de almacenamiento de 600 kgs.

#### B) Inventario de Productos de Proceso.

Este rubro tiene mayor significación en el caso de la manufactura de productos que requieren de un tiempo de elaboración largo, y particularmente cuando los insumos son de alto costo, como sucede en la fabricación de bienes de capital. Para determinar el monto de este concepto se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- a) Tiempo de elaboración requerido por unidad de producto.
- b) Volumen de producción.
- c) Insumo que requiere la elaboración del producto.
- d) Costo unitario de los insumos.
- e) Ritmo de suministro de cada insumo.

Cuando no se dispone de elementos suficientes para efectuar la estimación del valor del inventario de producto en proceso, con base en los factores antes señalados, se puede obtener un orden de magnitud de este concepto, multiplicando la capacidad de producción por el costo unitario de manufactura del producto, lo cual nos da un total de \$1'266,000.00.

C) Inventario de Producto Terminado.

La cantidad de producto almacenado debe estar en armonía -- con el ritmo de ventas. En la determinación del volumen de producto que debe formar este inventario es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Las fluctuaciones en el nivel de ventas.
- b) Las características del producto.
- c) El costo de almacenamiento del producto.
- d) La diversidad de productos a elaborar en la planta.
- e) El costo de manufactura de los productos.
- f) La capacidad de producción de la planta.
- g) La capacidad financiera de la empresa.
- h) La dimensión del lote mínimo económico de producción.

En los estudios exploratorios sobre proyectos industriales, en ausencia de datos específicos, el valor del inventario del producto puede considerarse igual a un mes de producción valuado al costo de manufactura.

D) Cuentas por Cobrar.

Principalmente por razones de competencia en el mercado, las empresas venden sus productos dando un plazo a los compradores para efectuar sus pagos, lo que hace necesario incrementar el capital de trabajo para cubrir este concepto. La dimensión de estas cuentas por cobrar dependerá del nivel de ventas de la empresa, del precio de venta del producto y de los plazos de pago establecidos para el tipo de producto que pretendan elaborar.

E) Efectivo en Caja.

Todas las empresas requieren para su operación de dinero en efectivo, en caja o en cuenta corriente, para el pago de -- sueldos y salarios, y para cubrir gastos menores e imprevistos en servicios y materiales. La cantidad de dinero en -- efectivo que se requiere tener es función del tamaño de la planta, de la complejidad de la empresa, del número de empleados que tiene, la diversidad de productos que elabora, la diversidad y capacidad financiera de los proveedores que la abastecen y la forma de pago de los insumos.

En algunos casos el efectivo en caja se puede estimar de -- una manera preliminar considerando un mes de producción va luado al costo de manufactura.

F) Cuentas por Pagar.

El monto del capital de trabajo se reduce a través del finan ciamiento de la operación de la empresa por los proveedores de los insumos, lo cual generalmente no le representa costo adicional alguno por concepto de intereses. La magnitud de estas cuentas por pagar depende principalmente de los volúmenes de producción, los plazos de pago que le otorguen los proveedores a la empresa y la diversidad y capacidad financiera de los proveedores de los insumos. Se considerará -- equivalente al monto de materias primas necesarias para un lote de producción.

En resumen, de lo anteriormente señalado, se deduce que el capital de trabajo de una planta industrial se determina -- sumando el valor de los inventarios en materias primas, -- productos en proceso, productos terminados, efectivo en -- caja y cuentas por cobrar, y restando a esta suma el monto de las cuentas por pagar.

La suma de la inversión fija y el capital de trabajo repre senta la inversión total que se habrá de requerir para lle var a cabo el proyecto. La inversión total es un dato -- básico para estimar el financiamiento del proyecto.

$$I_t = I_f + C_t$$



Tabla 4.2.1 Cantidades de Reactivos necesarios para la producción de 1 Kg. de Clorhidrato de Lidocaina.

REACTIVOS	KG.	\$/KG.	\$ TOTALES
m-Xileno	2.53	358	905.74
Ac. Nítrico	1.51	121.0	182.7
Ac. Sulfúrico	2.34	33.0	77.2
Cloruro de Sodio	2.10	20.0	42.0
Hidróxido de Sodio	0.04	120.0	4.8
Z i n c	1.69	1,090.0	1,842.1
Ac. Cloroacético	1.06	410.0	434.6
Cloruro de Benzoilo	1.58	315.0	497.7
Ac. Acético	0.44	380.0	167.2
Acetato de Sodio	0.61	363.0	221.4
Tolueno	0.42	136.0	57.2
Dietilamina	0.33	730.0	240.9
Ac. Clorhídrico	1.89	92.0	173.9
		Gran Total:-	<u>4,847.5</u> *****

#### 4.3 ESTIMACION DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OPERACION

Para determinar la factibilidad de un proyecto industrial se requiere, por un lado, calcular los presupuestos de ingresos empleando para ello los volúmenes y precios de venta obtenidos del estudio de mercado, y - por otro, estimar los presupuestos de egresos utilizando las cifras de volúmenes y precios de los insumos necesarios para operar la planta a los niveles previstos.

Estos presupuestos permitirán a su vez, hacer pronósticos del costo -- unitario de producción y obtener los presupuestos de las utilidades de -- rivables de la operación de la planta, así como estimar diversos coefi -- cientes que servirán para llevar a cabo la evaluación económica del -- proyecto.

#### 4.3.1 Presupuestos de Ingresos:

Como se señaló anteriormente, del estudio del Mercado de consumo se obtienen proyecciones de los volúmenes de venta del producto, o productos, que elaboraría la planta, y también se obtienen proyecciones de los precios probables para los mismos. Con base en el programa de instalación y puesto en marcha de la planta, y en las proyecciones de volúmenes de ventas de productos antes mencionados, se prepara un programa tentativo de producción para la planta, el cual permitirá estimar el presupuesto de ingresos, multiplicando los volúmenes anuales de la producción que se espera vender por los precios de venta correspondientes.

AÑO	PRODUCCION ( KG. )	\$/KG.	COSTO TOTAL (Miles de Pesos)
1988	12,670	10,553.51	133,713
1989	13,400	13,846.69	195,536
1990	14,130	18,109.85	255,899
1991	14,870	23,617.09	351,185
1992	15,600	30,709.88	479,076

#### 4.3.2 Presupuestos de Egresos:

Los volúmenes anuales de producto previstos en el programa tentativo de producción, junto con los balances de materia y energía obtenidos en el estudio de ingeniería, sirven de base para estimar los presupuestos de egresos para los primeros años de operación de la planta. Para ello, se multiplican los volúmenes anuales de producto por los consumos unitarios y luego por los costos unitarios de los mismos, que intervienen en la elaboración del producto, obteniéndose de esta manera los costos variables de operación. A estos costos se les agregan los cargos fijos de inversión y de operación para obtener los costos de fabricación o manufactura. Al adicionar los gastos generales a los costos de fabricación se obtienen los egresos totales de operación de la planta, antes de impuestos.

Los diversos elementos de costo que integran los egresos totales de la planta pueden agruparse en los siguientes rubros:

- A) Costos variables de operación.
- B) Cargos fijos de inversión.
- C) Cargos fijos de operación.
- D) Gastos generales.

#### 4.3.2.1 Costos Variables de Operación.

Los costos variables de operación son aquéllos directamente involucrados en la elaboración y venta del producto y, por ello, tienden a variar con el volumen de producción. Estos costos se derivan del pago - de los siguientes rubros:

- a) Materias primas y reactivos de proceso.
  - b) Mano de obra de operación.
  - c) Personal de supervisión.
  - d) Servicios Auxiliares (agua, energía eléctrica, combustible, etc.).
  - e) Mantenimiento y Reparación.
  - f) Suministros de operación.
  - g) Regalías
  - h) Impuestos sobre ventas.
- a) Materias primas y reactivos de proceso:

El costo de las materias primas se determina tomando en cuenta su precio de adquisición, su consumo por unidad de producto y el - - volumen total de producción previsto. El primero de estos conceptos se deriva del estudio de disponibilidad de materia prima, y - debe incluir el costo de su manejo y transporte desde el lugar -- donde se produce hasta la planta, así como su costo de almacenam-- miento hasta que se consume.

El consumo de materias primas y reactivos por unidad de producto - elaborado se deriva de los balances de materiales, realizados como parte de la ingeniería del proyecto. Los volúmenes de producto se obtienen del programa de producción establecido de acuerdo con lo expuesto al inicio de este capítulo.

AÑO	COSTO DE MATERIAS MATERIAS PRIMAS * POR KG. DE PRODUC- CION ( pesos )	VOL. DE PRODUC- CION (KG. DE PRODUCTO)	COSTO DE PRODUCCION (miles de pesos)
1986	6,257	-.-	-.-
1987	7,667	-.-	-.-
1988	9,077	5,280	47,927.0
1989	10,487	7,920	83,057.0
1990	11,896	10,560	125,622.0
1991	13,308	13,200	175,666.0
1992	14,720	13,200	194,304.0

\* Transportación incluida.

b) Mano de obra de operación:

El número de técnicos y operarios requeridos para la operación de la planta, su nivel de preparación general y su grado de especialización, varían de acuerdo con la naturaleza del proceso de producción y la capacidad de operación. Cabe señalar, sin embargo, que un determinado número de técnicos y operarios se preestablece y se mantiene como una base fija para cada período anual, independientemente del volumen de producción. A esta base fija se incorpora el personal necesario de acuerdo con el nivel de operación de la planta. La dimensión probable del personal de operación se establece cuando se estudia la ingeniería del proyecto, con base en el diagrama de operación y los planos de distribución de maquinaria, equipo y áreas de trabajo.

C A R G O	SUELDO (miles de pesos)
4 Técnicos encargados del proceso	720
1 Intendente	720
1 Almacenista	720
1 Técnico Laboratorista	<u>1,440</u>
Total:	<u>5,760</u> *****

AÑO	SUELDOS MILES
1986	5,760
1987	7,056
1988	8,364
1989	9,660
1990	10,956
1991	12,252
1992	13,560

\*Obtenidos en base a los índices inflacionarios otorgados por el Banco de México.

c) Personal de Supervisión.

En adición a los técnicos de operación se requiere personal para la supervisión de la producción en una dimensión y con un grado de preparación que depende del volumen de mano de obra utilizado en la planta, de la complejidad de las operaciones y del nivel de calidad de producto que demanda el mercado.

Cargo	sueldo (pesos)
Gerente de Producción y de Control de calidad	4200,000.00

AÑO	SUELDO (miles de pesos)
1986	4,200
1987	5,148
1988	6,096
1989	7,044

AÑO	SUELDO (Miles de pesos)
1990	7,992
1991	8,928
1992	9,888

\*Obtenido en base a índices de inflación.

#### d) Servicios Auxiliares

El costo de los servicios auxiliares, entre los cuales se encuentran, agua, energía eléctrica, etc., varía considerablemente en función de la naturaleza del proceso, de la localización de la planta y del volumen de producción. Este costo también está determinado por la fuente de suministro, ya sea que la planta compre el servicio, lo transforme, o lo genere para su autoconsumo.

AÑO	Costo de Servicios Auxiliares* (Miles de pesos)
1986	5,576.0
1987	7,806.0
1988	10,929.0
1989	15,300.0
1990	21,421.0
1991	29,989.0
1992	41,985.0

\*Obtenidos en base a proyección de índices inflacionarios.

**e) Mantenimiento y reparación**

Para que una planta industrial opere eficientemente es necesario efectuar gastos de mantenimiento y reparación, cuyo monto depende de las condiciones de operación, incluyendo presión, temperatura, velocidad de desplazamiento de partes de equipos y de materiales en proceso o manejo, de las características de los materiales manejados y de la intensidad de operación de las instalaciones industriales. Estos costos incluyen los cargos por materiales, mano de obra y supervisión empleados en las operaciones sistemáticas de mantenimiento y en las reparaciones de emergencia.

El costo anual de mantenimiento y reparación se puede considerar del 15% de la inversión fija, es decir 15'320,000.00.

**f) Suministros de operación.**

Los suministros de operación, llamados también implementos de planta, son aquellos productos misceláneos que se requieran para operar eficientemente las plantas y que no forman parte de las materias primas, ni de las materias primas, ni de los materiales de mantenimiento.

En este rubro se incluyen productos tales como lubricantes, materiales de limpieza y artículos para protección y aseo de los operarios.

Cuando no se dispone de información más precisa, el costo de los minis-

tros de operación puede estimarse en alrededor del 15% del costo total de mantenimiento y reparación, es decir \$2'298,000.00.

g) Regalías

Cuando la planta se proyecta para operar con un proceso amparado con una o más patentes vigentes en el país donde se desea realizar el proyecto, es necesario establecer pláticas con los propietarios de dichos patentes, a fin de conocer los términos bajo los cuales se podrían obtener licencia para utilizar ese proceso.

Frecuentemente estos términos incluyen el pago de regalías, cuyo monto se suele establecer como un porcentaje del valor de la producción, mismo que generalmente es del orden del 1 al 3%, se considerará en el presente estudio un pago de regalías del 2%, tomando un promedio del intervalo anterior.

AÑO	REGALIAS (Miles de pesos)
1988	2,675
1989	3,711
1990	5,118
1991	7,024
1992	9,582



**h) Impuestos sobre las ventas**

El monto de estos impuestos varía de acuerdo con la localización de la planta industrial, habiendo lugares donde es necesario pagar impuestos federales, estatales y municipales. La suma de estos impuestos sobre las ventas, llamados también impuestos sobre ingresos mercantiles, varían en algunos países entre 3 y 10% del precio de venta, correspondiendo el porcentaje más alto a los artículos de lujo.

AÑO	IMPUESTOS (Miles de pesos)
1988	4,012
1989	5,566
1990	7,677
1991	10,536
1992	14,372

**4.3.2.2. CARGOS FIJOS DE INVERSION.**

Estos cargos son una consecuencia de la inversión fija y, por lo tanto tienden a permanecer constantes, independientemente del volumen de producción. Los más importantes son los siguientes:

- a) Depreciaciones y Amortizaciones.
- b) Impuestos sobre la propiedad.
- c) Seguros sobre la planta.

a) Depreciaciones y amortizaciones.

La disminución en el valor de los activos fijos de la planta durante su vida útil se denomina depreciación y, junto con las amortizaciones de los activos intangibles, representa un costo que debe ser incluido en la estimación de los egresos. Las tasas de depreciación y las de amortización son establecidas por las dependencias fiscales del país, ya que afectan el monto de las utilidades gravables.

En algunos países la tasa de depreciación anual para maquinaria y equipo de proceso es del orden del 7%, para equipos de alto desgaste, incluyendo equipo de transporte es del orden del 20%; mientras que para la obra civil es del orden del 3%, de las inversiones correspondientes.

Conviene señalar que en lo general a la inversión en terrenos no se le aplica tasa de depreciación alguna, que que éstos suelen incrementar su valor conforme pasa el tiempo.

Los gastos de organización, los de ingeniería, los de prueba y puesta en marcha de la planta, los de adquisición de tecnología, y otros gastos relacionados con la realización del proyecto que no se traducen en activos tangibles, se amortizan a una tasa generalmente del orden de 5 a 20% anual.

Depreciaciones (miles de pesos)

AÑO	Equipo de Proceso*	Obra Civil	Instalación	Ingeniería y Supervisión <sup>*1</sup>
1988	1,858.5	167.3	167.3	2,416.1
1989	1,858.5	167.3	167.3	2,416.1
1990	1,858.5	167.3	167.3	2,416.1
1991	1,858.5	167.3	167.3	2,416.0
1992	1,858.5	167.3	167.3	2,416.0

\* Se tomó un tiempo de depreciación de 10 años.

\*1 Se tomo un tiempo de depreciación de 5 años.

AÑO	Depreciación total (Miles de pesos)
1988	4,609.2
1989	4,609.2
1990	4,609.2
1991	4,609.1
1992	4,609-1

b) Impuestos sobre la propiedad.

El costo anual de los impuestos sobre la propiedad también depende de las leyes fiscales vigentes en el lugar donde se proyecta localizar la planta. En algunos lugares estos impuestos alcanzan un nivel del 4% anual sobre el valor de la inversión fija, como sucede en las zonas urbanas y del 1 al 2% anual en zonas poco desarrolladas; En contrandose tan-

bién áreas que se desea desarrollar industrialmente, en donde se exime a las empresas del impuesto sobre la propiedad por un período hasta de 5 años, en cuyo caso se encuentra este proyecto.

c) Seguros sobre la planta.

Con el fin de proteger la inversión en una planta industrial, ésta se suele asegurar, a un costo que varía con el nivel de riesgo que represente su operación y con la disponibilidad de medios de protección. Este costo suele representar un egreso anual del orden de 1% de la inversión fija; es decir, \$1,021,280.00.

4.3.2.3. CARGOS FIJOS DE OPERACION.

Son aquellos cargos necesarios para coordinar los servicios de la planta, impartir seguridad industrial y proporcionar servicios a los empleados de la planta. Se incluyen en este rubro los gastos por concepto de superintendencia de planta, laboratorios de control de calidad, servicios de vigilancia, etc.

El egreso que estos cargos representan está íntimamente relacionado con el volumen de mano de obra utilizada en la planta, estos cargos suelen variar entre el 30 y el 60% del costo anual de la mano de obra de operación, supervisión y mantenimiento.

AÑO	Cargos fijos de operación (Miles de pesos)
1988	4,338
1989	5,011
1990	5,685
1991	6,354
1992	7,034

#### 4.3.2.4. GASTOS GENERALES

Son aquellos gastos necesarios para hacer llegar el producto al mercado, mantener la empresa en posición competitiva y lograr una operación rentable. Se incluyen en este rubro:

- a) Los gastos administrativos.
- b) Los gastos de distribución y venta.
- c) Los gastos de investigación y desarrollo.

##### a) Gastos administrativos

Son los egresos por concepto de sueldos del personal de administración contabilidad y compras, gastos de asesorías legales, gastos de servicios técnicos, mantenimiento y suministros de oficinas, comunicaciones, etc; Cuando no se cuenta con datos más precisos se puede presuponer que su monto es del orden de 5 a 10% de los ingresos por ventas.

AÑO	Gastos Administrativos (Miles de pesos)
1988	13,371
1989	18,554
1990	25,590
1991	35,119
1992	47,909

b) Gastos de distribución y venta.

Comprende los gastos derivados del conjunto de actividades que tienen como propósito hacer llegar el producto hasta el consumidor, tales como el pago de los sueldos, los gastos derivados de la adquisición de materiales y otros gastos de las oficinas de ventas, el pago de comisiones a los vendedores, los gastos de embarque y distribución del producto, así como los gastos de publicidad y asistencia técnica a los consumidores. El orden de magnitud de estos gastos en lo general varía entre el 5 y el 25% del costo total del producto.

AÑO	Gastos de distribución y venta (Miles de pesos)
1988	6,686.0
1989	9,277.0
1990	12,795.0
1992	23,954.0

c) Gastos de investigación y desarrollo

Estos gastos son aquéllos en los que se incurre para introducir eficiencia en la tecnología de producción y en el desarrollo de nuevos productos o de nuevos usos para el producto, todo ello para mantener y mejorar la posición de la empresa en el mercado. El orden de estos gastos se considera del 2 al 5% del total de las ventas.

AÑO	Gastos de Investigación y desarrollo (Miles de pesos)
1988	2,674.0
1989	3,711.0
1990	5,118.0
1991	7,024.0
1992	9,582.0

4.4 PUNTO DE EQUILIBRIO

En el estudio de un proyecto industrial es importante determinar el volumen de producción al que debe trabajar la planta para que sus ingresos sean iguales a sus egresos es decir, el volumen de producción mínimo a partir del cual se obtienen utilidades para una combinación dada de precios de adquisición de los insumos y precios de venta de los productos. Al punto en el cual los ingresos son iguales a los egresos se le denomina punto de equilibrio y al nivel de producción en que se obtiene este equilibrio se le llama capacidad mínima económica de operación.

Para determinar el punto de equilibrio se utilizan dos métodos, el gráfico y el analítico; Se utilizara el gráfico, ya que aunque es más laborioso también es más ilustrativo.

Primero se procede a agrupar los costos en variables y fijos, como se muestra en la tabla 4.4.1. y a calcular éstos para una capacidad de operación igual al 100% de la capacidad instalada.

Después se grafican los ingresos y los egresos. En el punto donde se intersectan la línea de ingresos y la línea de egresos se encuentra localizado el punto de equilibrio económico. La abcisa correspondiente a este punto de equilibrio es la capacidad mínima económica de operación. A la izquierda de este punto se tendrían pérdidas y a la derecha utilidades (ver gráfica 4.4.1.)



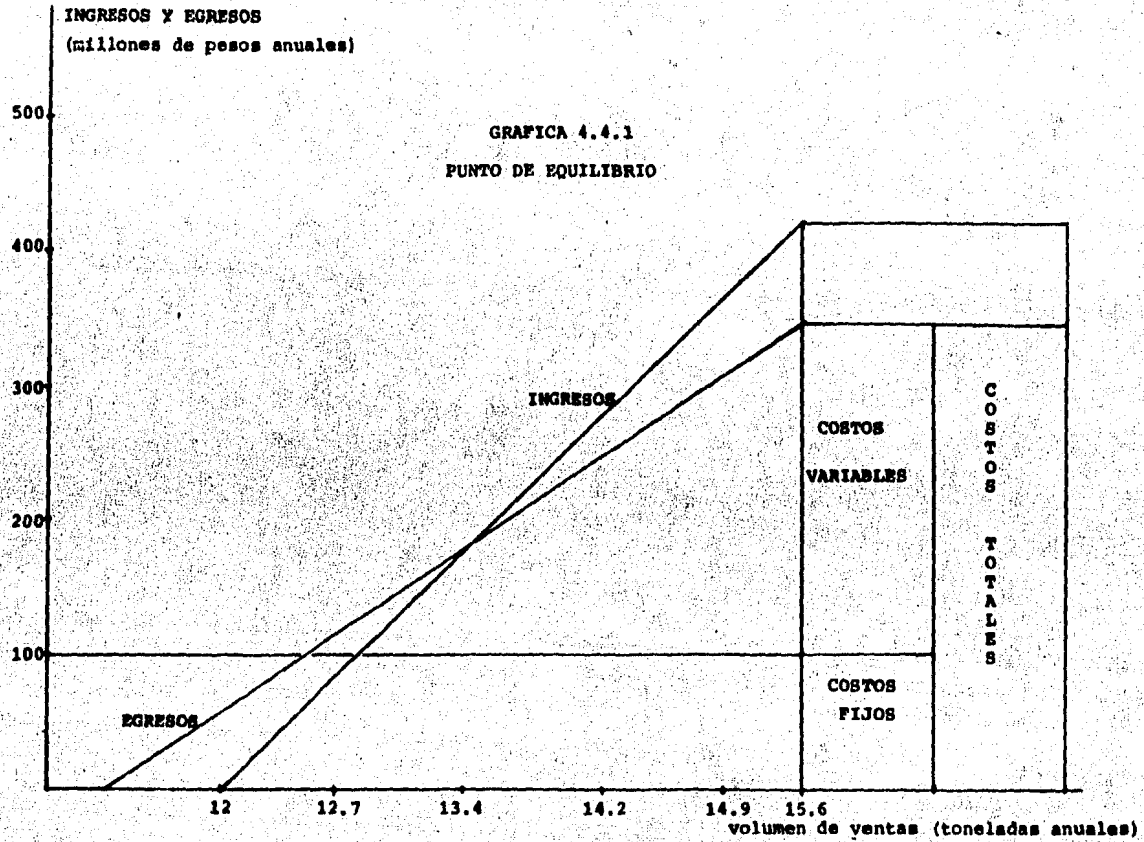


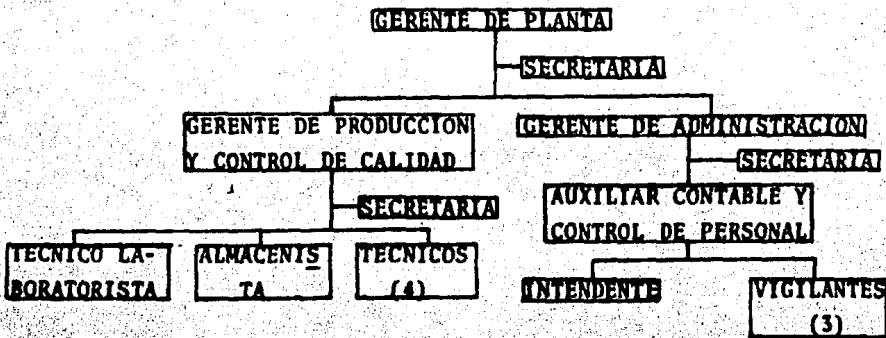
TABLA 4.4.1  
COSTOS PARA LA DETERMINACION DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

CONCEPTO (MILES DE PESOS)	VOLUMEN DE VENTAS (TONELADAS)				
	12.7	13.4	14.2	14.9	15.6
<b>I.- COSTOS VARIABLES</b>					
<b>A.-Costos Directos de Operación.</b>					
1.-Materias Primas.	47,927	83,057	125,622	175,666	194,304
2.-Mano de Obra de Producción.	8,364	9,660	10,956	12,252	13,560
3.-Personal de Supervisión.	6,096	7,044	7,992	8,928	9,888
4.-Servicios Auxiliares.	10,929	13,300	21,421	29,989	41,985
5.-Mantenimiento y Reparación.	15,320	15,320	15,320	15,320	15,320
6.-Suministros de Operación.	2,298	2,298	2,298	2,298	2,298
7.-Regalías.	2,675	3,711	5,118	7,024	9,582
8.-Impuestos sobre Ventas.	4,013	5,566	7,677	10,536	14,372
<b>TOTAL</b>	<b>97,621</b>	<b>141,936</b>	<b>196,404</b>	<b>262,013</b>	<b>301,389</b>
<b>II.-COSTOS FIJOS.</b>					
<b>A.-Cargos Fijos de Inversión</b>					
1.-Depreciaciones y Amortizaciones	4,609	4,609	4,609	4,609	4,610
2.-Impuestos sobre la Propiedad.	-	-	-	-	-
3.-Seguros sobre la Planta.	1,021	1,021	1,021	1,021	1,021
<b>TOTAL</b>	<b>5,630</b>	<b>5,630</b>	<b>5,630</b>	<b>5,630</b>	<b>5,630</b>
<b>B.-Cargos Fijos de Operación.</b>					
<b>TOTAL</b>	<b>4,338</b>	<b>5,011</b>	<b>5,685</b>	<b>6,354</b>	<b>7,034</b>
<b>C.-Gastos Generales.</b>					
1.-Gastos Administrativos.	13,331	18,554	25,590	33,119	47,900
2.-Gastos de Distribución y Venta.	6,686	9,277	12,795	17,560	23,954
3.-Gastos de Investigación y Desarrollo	2,674	3,711	5,118	7,024	9,582
<b>TOTAL</b>	<b>22,751</b>	<b>31,542</b>	<b>43,503</b>	<b>57,703</b>	<b>81,444</b>
<b>TOTAL COSTOS FIJOS</b>	<b>32,699</b>	<b>39,183</b>	<b>54,818</b>	<b>71,687</b>	<b>94,109</b>
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>130,320</b>	<b>181,139</b>	<b>251,222</b>	<b>333,700</b>	<b>395,418</b>

#### 4.5.-ORGANIZACION TECNICA Y ADMINISTRATIVA.

El tipo de organización técnica y administrativa que se considere en la formulación de un proyecto industrial habrá de influir en el monto previsible de los gastos generales y, por lo tanto, en la viabilidad del mismo, de aquí que sea necesario establecer tentativamente el tipo de organización que podría adoptar la empresa que se estableciera para llevar a cabo el proyecto.

La organización de una planta industrial consiste en definir, asignar implementar y coordinar las funciones que es necesario llevar a cabo para lograr de una manera eficaz los objetivos de la misma. Esta organización incluye la designación de los departamentos y personas -- que han de realizar las funciones, y las especificacion de las relaciones que deben existir entre departamentos y entre personas.



#### 4.6 ESTUDIO DEL FINANCIAMIENTO DE LA PLANTA

Las cuestiones relativas al financiamiento de un proyecto industrial están muy relacionadas con las de la organización de la empresa que habrá de apoyar su materialización. La forma de aportación del capital determinará en parte el financiamiento y también la estructura social de la empresa.

Es conveniente hacer notar que no se justificará realizar estudios detallados sobre la organización y el financiamiento, mientras no se haya resuelto llevar a cabo el proyecto. Sin embargo, en la formulación del proyecto es necesario plantear y resolver en principio los aspectos fundamentales relacionados con su posible financiamiento. - En algunos proyectos, los problemas relacionados con el financiamiento de los mismos adquieren particular importancia e inclusive pueden determinar la viabilidad de llevar a cabo su realización.

Por otra parte, las necesidades de Financiamiento pueden constituir un factor limitante del tamaño o grado de automatización de la planta industrial que se proyecta instalar, por tal motivo el estudio del Financiamiento deberá llevarse a cabo como parte indispensable de la formulación del proyecto.

Se tienen básicamente tres instituciones que cuentan con diversos -- programas de Financiamiento y son:

**A) NAFINSA (Nacional Financiera, S.A.).**

PAI.-Programa de Apoyo Integral a la Mediana y Pequeña Industria.

a) FONEP.-Fondo Nacional de Estudios y Proyectos.

b) FOGAIN.-Fondo de Garantía y Fomento a la Industria Mediana y Pequeña.

c) FOMIN.-Fondo Nacional de Fomento Industrial.

d) FIDEIN.-Fideicomiso de Conjuntos, Parques, Ciudades Industriales, y Centros Comerciales.

e) INFOTEC.-Fondo de Documentación e Información para la Industria.

**B) BANCO DE MEXICO.**

FONEI.-Fondo DE Equipamiento Industrial.

**C) CONACyT.-Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.**

PROGRAMA DE RIESGO COMPARTIDO.

A) NAFINSA.- Cuenta con un programa de financiamiento llamado PAI.

A1) PAI.- Programa que financia, coordina y evalúa la acción que realizan los 5 fondos de Nafinsa orientados al apoyo de la pequeña y mediana industria.

FONEP.- Apoya técnica y financieramente a los inversionistas y empresas de los sectores público y privado en la fase de planeación y estudio de sus proyectos de inversión; Apoya la factibilidad técnica, económica y financiera, de Ingeniería Básica y de detalle, así como estudios destinados a mejorar la capacidad administrativa, -- operacional y productiva o de mercado de la empresa. Monto mínimo \$ 500,000.00 a una tasa de interés del 32%, la amortización es de 2 a 6 años, la duración de los estudios no podrá ser mayor de 24 meses el fondo puede aportar hasta el 95% del costo del estudio y el interesado deberá aportar cuando menos el 5%. Los fondos una vez aprobados son entregados en un plazo máximo de 3 meses.

FOGAIN.- Promueve y apoya el establecimiento de grandes industrias esenciales en México. Otorga créditos destinados a la edificación y compra de naves industriales dentro y fuera de los parques industriales, si la nave se encuentra dentro de un parque industrial se puede financiar al 100% en un plazo de 12 años con tres de gracia, -- mientras que si se ubica fuera el crédito es por el 80% a 5 años con tres de gracia. Las tasas de intereses son del 35% para las zonas I, IA, y IB y del 40% para el resto del país. 15 días hábiles para disponer del dinero, monto mínimo 70 millones de pesos.

FOMIN.- Aporta capital de Riesgo, hasta créditos para el capital de -- trabajo y refaccionarios. Aporta capital de riesgo con carácter de socio minoritario temporal con 33 al 49% del capital social, el límite de inversión es de 300 millones de pesos, 15 días hábiles para disponer de los fondos.

FIDEIN.- Promueve la instalación, asesoría, operación y asistencia --

técnica de parques y ciudades industriales.

INFOTEC.-Otorga a los industriales información técnica o tecnológica de primera línea en la ejecución de los estudios y proyectos.

Unicamente FONEP, FOGAIN y fomin otorgan capital en forma directa a la empresa.

#### B) BANCO DE MEXICO

FONEI.-Fomenta la producción eficiente de bienes industriales y de servicios, así como financiar la adquisición de activos fijos, la elaboración de estudios de preinversión, e inversiones de adaptación y desarrollo tecnológico; Plazo de pagos 13 con 3 de gracia - incluidos, a una tasa de interés del 62% y el crédito puede ser -- del 80% de la inversión total.

#### C) CONACyT

RIESGO COMPARTIDO.-Programa para la investigación y desarrollo en México que otorga hasta el 50% de la inversión total, a una tasa de interés del 18% anual y un plazo para pagar de acuerdo al proyecto en cuestión.

De lo anteriormente señalado obtenemos el siguiente cuadro:

Fondo	% de Participación sobre Inversión total.	tasa de interés (%)	plazo en años
FOGAIN	100	35 - 40	12
FOMIN	33 - 49	33 - 49	
FONEI	80	62	13

En el cual observamos que la mejor opción es un crédito FOGAIN, el -- cual será de 80,000,000 de pesos y la forma de pagar será:

**ESTUDIO DEL FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO**  
(miles de pesos)

AÑO	PAGO PROPORCIONAL	INTERESES	PAGO TOTAL	SALDO
1		32,000	32,000	80,000
2		32,000	32,000	80,000
3		32,000	32,000	80,000
4	8,888	37,333	46,221	71,112
5	8,889	33,778	42,667	62,223
6	8,889	30,223	39,112	53,334
7	8,889	26,667	35,556	44,445
8	8,889	23,111	32,000	35,556
9	8,889	19,600	28,489	26,667
10	8,889	16,000	24,889	17,778
11	8,889	12,445	21,334	8,889
12	8,889	8,889	17,778	0

**4.7.-ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA**

Para estimar la situación económica de la planta Industrial en sus primeros años de operación es necesario preparar Balances y Estados Proforma de Pérdidas y ganancias.

Los Estados Financieros de Pérdidas y Ganancias incluyen básicamente los siguientes rubros:

- A) Valor de las Ventas netas.
- B) Costo de lo vendido.
- C) Utilidad Bruta por ventas.
- D) Gastos por Ventas Y Administración.
- E) Gastos Financieros.
- F) Utilidades de Operación.
- G) Productos Financieros.
- H) Utilidades antes de Impuestos.
- I) Impuestos sobre utilidades.
- J) Participación de Utilidades al Trabajador.

### K) Utilidades Netas.

El valor de las ventas netas se obtiene multiplicando el volumen de ventas por el precio de venta y restando al resultado el importe de las devoluciones y el monto de los descuentos concedidos.

El costo de lo Vendido se obtiene sumando primero los diversos ingredientes de costo en que se incurre durante la manufactura del volumen total de producción para obtener el costo de lo producido, y sumando a este el incremento o reducción en el valor de los inventarios de producto.

La utilidad Bruta por ventas se obtiene restando al valor de las ventas netas, el costo de lo vendido.

Las utilidades de operación son el resultado obtenido al restar a las utilidades brutas por ventas tanto los gastos derivados de las ventas y de la administración de la empresa, como los gastos financieros, originados en los intereses pagados por los créditos que graviten sobre la empresa.

La utilidad antes de impuestos, o utilidad gravable, se obtiene sumando a las utilidades de operación, los productos financieros, obtenidos al invertir las reservas de la empresa en valores.

Las utilidades netas o utilidades por distribuir, se calculan restando a las utilidades gravables tanto los impuestos que sobre dichas utilidades señalen las leyes hacendarias, como el monto de la participación de utilidades que correspondería, en su caso, a los trabajadores de la empresa.

### BALANCES GENERALES PROFORMA

Los Balances Generales Proforma contienen los rubros que constituyen, por un lado, los activos de la empresa, es decir, las propiedades y derechos que adquiriría, en caso de que se llevase a cabo el proyecto,



y por otro lado, los pasivos de la misma, es decir, las obligaciones - financieras que contraería a través de préstamos. Así mismo, estos ba lances contienen los rubros que dan origen al capital contable, el - cual representa la participación directa de los socios en la propiedad de la empresa.

I) Activos de la empresa.

Los activos de la empresa son de tres clases:

- 1) Activo Circulante.
- 2) Activo Fijo.
- 3) Otra clase de Activos.

1) Activo Circulante.- Esta constituido por aquellos bienes y recursos que son o pueden convertirse fácilmente en efectivo a través de las operaciones de la empresa. Es decir, está constituido por los siguientes conceptos:

- a) Efectivo en caja y Bancos.
- b) Monto de las cuentas por cobrar.
- c) Valor de los inventarios.

2) Activo Fijo.- Esta formado por aquellos bienes físicos que se utilizarán en las actividades productivas y comerciales de la empresa.- Los bienes que forman el activo fijo son los siguientes:

- a) Terrenos.
- b) Edificios y construcciones.
- c) Maquinaria y Equipo.
- d) Equipo de transporte.
- e) Equipo de oficina.

3) Otra Clase de Activos.- Conviene señalar que algunos rubros que forman parte de la inversión fija no forman parte del Activo Fijo. Tal es el caso de los gastos de organización, licencias de proceso y gastos preoperatorios, que se engloban en el rubro de otra clase de ac-

tivos. Estos activos se amortizan en períodos convencionales, dentro de los límites fijados por las leyes fiscales.

## II) PASIVOS DE LA EMPRESA:

Los pasivos de la empresa son de dos clases:

- 1) Pasivo Circulante.
- 2) Pasivo Fijo.

1) Pasivo Circulante.- Está constituido por aquellas deudas que la empresa deberá pagar en un plazo no mayor de un año, e incluye los siguientes renglones:

- a) Créditos bancarios a corto plazo.
- b) Créditos de Proveedores de insumos.
- c) Amortización anual de créditos a largo plazo.
- d) Previsión para impuestos.
- e) Dividendos previstos por repartir.

2) Pasivo Fijo.- Está integrado por las deudas que contraiga la empresa con instituciones bancarias o financieras y proveedores de maquinaria y equipo, con motivo de la adquisición de activos fijos, y cuyo período de amortización o vencimiento sea superior a un año.

III) Capital Contable.- El capital contable de la empresa estará constituido por las aportaciones efectivas de los socios de la misma, conocido como Capital Social Suscrito y Pagado, más las reservas legales para contingencias o reinversión, más el superávit o el déficit, que resulte de los ejercicios anteriores.

PRESUPUESTO DE EGRESOS TOTALES DE OPERACION PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL

CONCEPTO	1988	1989	1990	1991	1992
PRECIO DE VENTA (\$/Kg)	10,554	13,846	18,110	23,617	30,710
VOLUMEN DE VENTAS (Kg)	12,670	13,900	14,130	14,870	15,600
INVENTARIO DE PRODUCTO (Kg)	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
VOLUMEN DE PRODUCCION (Kg)	13,870	14,600	15,330	16,070	16,800
GASTOS VARIABLES (miles de pesos)	58,856	98,357	147,043	205,655	236,289
MATERIAS PRIMAS Y REACTIVOS	47,927	83,057	125,622	175,666	194,304
SERVICIOS AUXILIARES	10,929	15,300	21,421	29,989	41,985
GASTOS SEMIFIJOS (miles de pesos)	60,050	70,068	82,866	99,392	120,843
MANO DE OBRA	8,364	9,660	10,956	12,252	13,560
SUPERVISION	6,096	7,044	7,992	8,928	9,888
ADMINISTRACION Y VENTAS	20,057	27,831	38,385	52,679	71,862
MANTENIMIENTO	15,320	15,320	15,320	15,320	15,320
IMPREVISTOS*	10,213	10,213	10,213	10,213	10,213
GASTOS FIJOS(miles de pesos)	5,630	5,630	5,630	5,630	5,631
DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	4,609	4,609	4,609	4,609	4,670
SEGUROS	1,021	1,021	1,021	1,021	1,021
GASTOS TOTALES DE OPERACION (miles)	124,536	174,055	235,539	310,677	362,763
COSTO UNITARIO (pesos/Kg)	8,979	11,922	15,365	19,333	21,593

\* 10% de la Inversión Fija.

PRESUPUESTO DE CAPITAL DE TRABAJO PARA LA OPERACION DE LA  
PLANTA ( MILES DE PESOS )

CONCEPTO	. 1988	. 1989	1990	. 1991	. 1992
CAJA Y BANCOS (1)	12,363	16,833	22,048	28,045	32,728
INVENTARIOS	14,662	20,076	26,966	35,659	44,948
MATERIAS PRIMAS (2)	1,997	3,461	5,234	7,319	8,096
PRODUCTO	12,665	16,615	21,732	28,340	36,852
CUENTAS POR COBRAR (3)	2,473	3,367	4,410	5,609	6,296
CREDITOS DE PROVEEDORES	3,995	6,921	11,044	14,639	16,192
MATERIAS PRIMAS (4)	3,995	6,921	11,044	14,639	16,192
CAPITAL DE TRABAJO	25,503	33,335	42,380	54,674	67,780

- (1) Considerando una reserva equivalente al costo para 6 meses de producción.
- (2) Considerando reserva para 15 días de producción.
- (3) Considerando 30 días del Volumen de ventas.
- (4) Considerando 30 días de Producción.

ESTADOS PROFORMA DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA LA OPERACION  
PREVISTA DE LA PLANTA INDUSTRIAL  
(MILES DE PESOS)

CONCEPTO	. 1988	. 1989	. 1990	. 1991	. 1992
VOLUMEN DE VENTAS (Kg)	12,670	13,400	14,130	14,870	15,600
PRECIO DE VENTA (\$/Kg)	10,554	13,846	18,110	23,617	30,710
VALOR DE VENTAS	133,719	185,536	255,894	351,185	479,076
COSTO DE LO PRODUCIDO	98,383	139,180	189,162	249,070	281,013
1.-MATERIAS PRIMAS	47,927	83,057	125,622	175,255	194,304
2.-MANO DE OBRA Y SUPERV SION	8,364	9,660	10,956	12,252	13,560
3.-SERVICIOS AUXILIARES Y MANTENIMIENTO.	26,249	30,620	36,741	45,309	57,305
4.-SEGUROS E IMPREVISTOS	11,234	11,234	11,234	11,234	11,234
5.-DEPRECIACIONES Y AMOR- TIZACIONES.	4,609	4,609	4,609	4,609	4,610
INCREMENTO EN EL VALOR DE LOS INVENTARIOS DE PRODUC TO.	(12,665)	(3,950)	(5,117)	(6,608)	(8,512)
COSTO DE LO VENDIDO	85,718	135,230	189,045	242,462	272,501
UTILIDAD BRUTA POR VENTAS	48,001	50,306	71,849	108,723	174,726
GASTOS DE VENTA Y ADMON.	20,057	27,831	38,385	52,679	71,862
UTILIDAD DE OPERACION	27,944	22,475	33,464	56,044	102,864
UTILIDAD ANTES DE IMP.	27,944	22,475	33,464	56,044	102,864
IMPUESTOS SOBRE LA RENTA (1)	7,042	5,664	8,433	14,123	33,948
PART. DE UTILIDADES (2)					10,777
UTILIDADES NETAS	20,902	16,811	25,031	41,921	58,139

(1) ESTIMADO CONSIDERANDO UN IMPUESTO DEL 42% SOBRE LAS UTILIDADES Y UNA EXENCION DEL 40% DEL IMPUESTO RESULTANTE AL APLICAR LA TASA ANTERIOR POR TRATARSE DE UNA INDUSTRIA NUEVA.

(2) CONSIDERANDO COMO UN 8% DE LAS UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS Y UNA - OBLIGACION OTORGARLA A PARTIR DEL 5° AÑO DE OPERACION.

BALANCES GENERALES PROFORMA PARA LA INSTALACION Y OPERACION PREVISTA DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE LIDOCATINA Y DE SU CLORHIDRATO,

C O N C E P T O	PERIODO DE INSTALACION		PERIODO DE OPERACION				
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
<b>ACTIVO CIRCULANTE</b>			29,498	40,276	53,424	69,313	83,972
1.- CAJA Y BANCOS			12,363	16,833	22,048	28,045	32,728
2.- CUENTAS POR COBRAR			2,473	3,367	4,410	5,609	6,296
3.- INVENTARIO DE MATERIAS PRIMAS			1,997	3,461	5,234	7,319	8,096
4.- INVENTARIO DE PRODUCTO			12,665	18,615	21,732	28,340	36,852
<b>ACTIVO FIJO</b>	72,392	102,128	104,711	107,294	109,877	112,860	115,044
1.- TERRENO URBANIZADO	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
2.- PLANTA Y SERVICIOS	47,392	77,128	77,128	77,128	77,128	77,128	77,128
3.- DEPRECIACION ACUMULADA			(2,026)	(4,052)	(6,078)	(8,104)	(10,130)
4.- INVERSION EN VALORES			4,809	9,218	13,827	18,436	23,046
<b>CARGOS DIFERIDOS</b>							
1.- LICENCIA USO TECNOLOGIA.			2,675	3,711	5,218	7,024	9,582
2.- GASTOS PREOPERATIVOS Y DE ARRANQUE	12,081	17,416	17,656	17,656	17,656	17,656	17,656
3.- AMORTISACIONES ACUMULADAS			(2,585)	(5,168)	(7,749)	(10,332)	(12,915)
<b>ACTIVO TOTAL</b>	84,473	119,784	151,955	163,771	178,326	196,121	213,339
<b>PASIVO TOTAL</b>	32,000	32,000	36,012	58,348	61,499	74,260	113,029
<b>PASIVO CIRCULANTE</b>			8,007	25,938	38,746	56,712	102,859
1.- CREDITOS A PROVEEDORES			3,995	6,921	11,044	14,639	18,192
2.- IMPUESTOS Y REPARTOS DE UTILIDADES			4,012	5,566	7,677	10,538	14,372
3.- DIVIDENDOS DECRETADOS				13,449	20,025	33,537	71,890
<b>PASIVO FIJO</b>	32,000	32,000	28,005	30,412	22,734	15,584	10,475
<b>CREDITOS A MAS DE UN AÑO</b>	32,000	32,000	32,000	37,333	33,778	30,223	28,687
<b>CREDITOS A VENCER EN MENOS DE UN AÑO</b>			(3,995)	(6,921)	(11,044)	(14,639)	(18,192)
<b>CAPITAL CONTABLE</b>	52,473	87,784	115,943	107,423	116,846	121,861	100,310
1.- CAPITAL APORTADO	52,473	87,784	95,041	83,481	78,625	58,158	4,586
2.- RESERVA LEGAL				4,609	6,914	9,218	11,523
3.- SUPERAVIT DE EJERCICIOS ANTERIORES				2,522	6,276	12,564	26,026
4.- RESULTADO DEL EJERCICIO			20,902	16,811	25,031	41,921	58,199
<b>PASIVO Y CAPITAL</b>	84,473	119,784	151,955	163,771	178,326	196,121	213,339

R E S U L T A D O S



## 5.- RESULTADOS

En los capítulos anteriores se ha descrito la metodología para cuantificar, analizar y seleccionar los ingredientes y parámetros que constituyen un proyecto industrial aplicados al presente estudio. Estos ingredientes y parámetros están relacionados con aspectos técnicos, comerciales, económicos, orgánicos, administrativos y financieros que resultan fundamentales para la viabilidad y perspectivas de desarrollo del proyecto.

Para que un proyecto industrial sea satisfactorio debe estar ampliamente justificado desde los puntos de vista empresarial o social. Es decir, debe proveerse una rentabilidad atractiva que justifique la canalización de recursos hacia el mismo, o bien debe existir una justificación muy clara de los beneficios sociales esperados frente a los costos de inversión y de operación del proyecto.

En general, la evaluación de un proyecto industrial consiste en verificar que éste se encuentra definido totalmente y que todas las decisiones adoptadas con respecto a las características básicas del mismo están debidamente fundamentadas.

Todo proyecto industrial lleva implícito un riesgo que debe ser ponderado cuidadosamente, no solo por las consecuencias

directas en las economías de los inversionistas que lo llevarían a cabo, sino también por los efectos indirectos en la rama industrial correspondiente y en la economía del país en donde se planea su realización.

La evaluación de un proyecto industrial se lleva a cabo en dos grandes áreas, la técnica y la económica, sin embargo, las decisiones adoptadas en los aspectos técnicos del proyecto se reflejan necesariamente en su economía.

La evaluación técnica de un proyecto industrial consiste en revisar que las soluciones técnicas establecidas para el proyecto estén perfectamente definidas y sean satisfactorias, no sólo en lo relativo a las características de diseño y operación del proceso y de los diversos tipos de equipos que habrán de requerirse, sino también respecto de su accesibilidad, su vida útil, su obsolescencia previsible y todas aquellas implicaciones relacionadas con las propiedades industriales, las inversiones a realizar y los costos previsible de operación.

Desde el punto de vista de los futuros inversionistas, los méritos de un proyecto se valían esencialmente en función de la proporción entre las utilidades previstas y el monto de los recursos que es necesario invertir para llevar a cabo el proyecto. A esta relación se le denomina Rentabilidad esperada

da de la inversión y generalmente se expresa en por ciento.

La Rentabilidad es un índice de evaluación económica que se usa frecuentemente, en virtud de que uno de los principales objetivos de una empresa industrial es procurar el máximo aprovechamiento de sus recursos. Sin embargo, este índice tiene la desventaja de no reflejar la magnitud absoluta del rendimiento económico previsto para el proyecto.

La situación financiera de la empresa se puede canalizar mediante la obtención de una serie de coeficientes determinados con base en la información financiera contenida en los balances generales de la misma. Entre los coeficientes que son de la mayor utilidad para ese propósito se encuentran los siguientes:

1.-Rendimiento de la Planta, obtenido al dividir la Utilidad Neta entre la Inversión Fija, y como su nombre lo indica nos dice que tanto rendimiento se obtiene de nuestra inversión, mientras más tienda a uno es mejor.

2.-Rentabilidad, obtenido al dividir las Utilidades Netas -- entre el Capital Contable, y nos indica que tantas ganancias obtenemos de nuestra inversión, es decir, que tan buena es o fue nuestra inversión, y es mejor mientras más se aproxime a uno.

6.-Cartera, obtenida al dividir las Cuentas por Cobrar entre la Venta Neta, y nos indica que tanto Crédito estamos otorgando a nuestros clientes, es mejor mientras más se aproxime a cero.

CONCEPTO	PERIODO				
	1988	1989	1990	1991	1992
Rendimiento de la Planta %	21	17	25	41	60
Rentabilidad	0.18	0.16	0.22	0.35	0.58
Cartera	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01

TIEMPO DE RECUPERACION CONTABLE DE LA INVERSION					
( miles de pesos )					
Año de Operación	1988	1989	1990	1991	1992
Flujo de Efectivo	25,511	21,420	29,640	46,530	62,740
Flujo de Efectivo Acumulado.	25,511	46,931	76,571	123,101	185,849
Porcentaje Recuperado de la Inversión.	25%	46%	75%	↓ 3.3 años 100%	

Analizando lo anterior encontramos:

- 1.- La Lidocaína es el anestésico de mayor potencia y duración de acción.
- 2.- El Rendimiento de la planta es bajo y alcanza un 60% hasta el 5o. año de operación.
- 3.- La Rentabilidad tiende a crecer pero es baja.
- 4.- La Cartera tiene una buena tendencia ya que tiende a cero.
- 5.- El pago de intereses del Financiamiento es mayor que las Utilidades Netas.
- 6.- El Capital aportado por los Socios es alto y tiende a disminuir.
- 7.- El Tiempo de Recuperación Contable de la Inversión es de 3.3 años.
- 8.- El punto de equilibrio se encuentra al año de arrancada la planta.

**CONCLUSIONES**

Por lo que se concluyó que:

Al ser la Lidocaína el anestésico local de mas consumo en el Mercado ( en comparación con otros anestésicos ) se ve la conveniencia de producirlo en México.

Sin embargo, la planta basada en la producción de este unico producto no es rentable, a menos que se contemplara la posibilidad de una planta multiple, es decir, la producción de - diversos fármacos, ya que el equipo aquí propuesto es versátil.

**BIBLIOGRAFIA**



- Remington's Pharmaceutical Sciences  
17 th. Edition, 1985. Mack Publishing Copmay
- Goodman & Gilman's, the Pharmacological Basis of the rapapeutics.  
6 th. Ed Mc. Millan Publishing Co., Inc.
- Litter Manuel Farmacologis.  
6ª Ed. ( Reimpresión) Librería "El Ateneo" Editorial 1983.
- Cuadro Básico de Medicamentos del Sector Salud.  
1985 DIF, SSA, IMSS, ISSSTE.
- Gieck Kurt, Manual de Fórmulas técnicas.  
17a Edición. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.  
México.
- Mc Cabe & Smith. Unit Operations of Chemical Engineering.  
3th. Edition Mc. GrawHill Kogarusha, LTD. 1976.
- Himmelblau David. M. Principios y Cálculos básicos de la Ingeniería  
Química . 6a. impresión 1981.  
Compañía Editorial Continental, S.A.
- Perry & Chilton, Chemical Engineerings' Hand book.  
5th. Edition, International Student Edition.
- Crans. Flow of Fluids through Valves, Fittings, & Pipe.
- Ocon & Tojo. Problemas de Ingeniería Química.  
Tomo I y II 1976. Edición Aguilar, S.A.
- Soto, Espejel y Martínez. La Formulación y Evaluación Técnico-  
Económica de Proyectos Industriales  
2a. Edición. 1978, Editorial CeNETI.
- Kern, Donald Q. Procesos de Transferencia de Calor.  
16a Edición, 1982, Cia, Editorial Continental, S.A de C.V.
- Smith & VanNess. Introducción a la Termodinámica en Ingeniería  
Química. c. 1975. Mc. Graw Hill Book Co., U.S.A.

- Vilbrandt & Dryden. Chemical Engineering Plant Design. 4th.Ed. 1959. Mac Graw Hill Kogakusha, LTD.
- Birch y Colaboradores Brit. 619,877 March 16 (1949);CA 43,5799e.
- Yoshikawa & Colaboradores Bull. Inst. Phys. Chem. Research -- (Tokyo) 14,409,11 (1935); CA 30,1754<sup>3</sup> (1936).
- Self & Colaboradores (May & Baker, LTD) Brit 706,409 Mar. 31, - 1954; CA 50,1079i.
- Isabella & Colaboradores (Mac Farlan & Co.) Brit 758,224 ---- Oct. 3, 1956; CA 51,14,800g.
- Zhuravlev & Colaboradores (Obshchein Khim) 30,1155-7 ( 1960) - CA 55,424i.
- Calvin (Ethyl Corp.) Ger. Often 1,933,636; 5 Feb. 1970.
- Russell G.H.,Drawing Effective Flowsheet Symbols Chemical Engineering, January 1, 1968.
- Larson M.A.,Selecting a Cristallizer, Chemical Engineering, --- Feb. 13, 1978.
- Chemical Engineering 1966, Guide to Process Instrument Elements Chemical Engineering,June 2,1969.
- Ludwig, Applied Process Design for Chemical and Petrochemical - Plants, V 1-3.
- Lyons E.J. & Parker N.H.,Chemical Engineering Progress 50,629 1954.
- Garrett E.D. & Parker N.H.,Chemical Engineering Aug. 11, 1954.

- Jones A.G. & Mullin J.W., Trans. Instn. Chem. Eng. 1973.
- Martindale, The Extra Pharmacopeia, Incorporating Squire's --  
Companion 27 th. Edition, London. The Pharmaceutical Press, --  
June, 1977.