



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA
INCORPORADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

EVALUACION TECNICO-ECONOMICA PARA EL
MONTAJE DE UNA PLANTA PRODUCTORA
DE ACETATO DE POLIVINILO POR
PROCESO CONTINUO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO QUIMICO

P R E S E N T A :

FERNANDO CONCHESO CANO

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1985



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

Capítulo I.- Descripción del Proyecto.

- a) Objetivo del Proyecto.
- a.1) Importancia.
- a.2) Naturaleza.
- b) Síntesis del Proyecto.
- b.1) Estudio de Mercado.
- b.2) Estudio Técnico.
- b.3) Estudio Financiero.
- b.4) Evaluación Económica.

Capítulo II.- Estudio de Mercado.

- a) Producto.
- b) Comportamiento de la Demanda.
- c) Comportamiento de la Oferta.
- d) Determinación de los Precios del Producto.
- e) Conclusiones del Estudio de Mercado.

Capítulo III.- Estudio Técnico.

- a) Tamaño.
- b) Proceso.
- c) Localización.
- d) Ingeniería del Proyecto.
- e) Análisis de Costos.
- f) Conclusiones del Estudio Técnico.

Capítulo IV.- Estudio Financiero.

- a) Recursos Financieros para la Inversión.
- a.1) Necesidades Totales de Capital.
- b) Análisis y Proyecciones Financieras.
- b.1) Proyección de los Egresos.
- b.2) Proyección de los Ingresos.
- c) Evaluación Financiera.
- c.1) Tasa Interna de Retorno.
- c.2) Valor Presente Neto.
- c.3) Rentabilidad sobre Activos Netos.
- c.4) Tiempo de Recuperación de la Inversión.
- c.5) Análisis de Sensibilidad.

Capítulo V.- Conclusiones y Recomendaciones.

- a) Conclusiones.
- b) Recomendaciones.

CAPITULO I.**DESCRIPCION DEL PROYECTO.**

C A P I T U L O I

Descripción del Proyecto.

INTRODUCCION

El presente proyecto, tiene por objeto el evaluar la expansión de una planta productora de emulsiones de acetato de polivinilo.

Este producto es empleado para la fabricación tanto de adhesivos como de pinturas, los cuáles a su vez son comercializados como producto final por la empresa que llevará a cabo el presente proyecto.

Como antecedentes podemos mencionar el hecho de que debido al crecimiento que han tenido los mercados antes mencionados, la planta con que se cuenta actualmente para producir dichas emulsiones, sufrirá una saturación en su capacidad de producción para el año de 1982, por lo que se hace necesaria la expansión de la planta, con el fin de no perder participación dentro del mercado.

Cabe hacer la aclaración de que la planta que actualmente se encuentra en operación, trabaja con un proceso intermitente (batch).

Para este plan de expansión se analizaron en un estudio previo (que no se incluye en el presente trabajo), las siguientes alternativas:

- 1) Expansión de la planta empleando el proceso intermitente.
- 2) Expansión de la planta empleando un proceso continuo.

Después de efectuar una evaluación comparativa de ambos procesos, se decidió emplear el proceso continuo, debido principalmente a que presenta las siguientes ventajas sobre el batch:

- Proceso más productivo.
- Proceso más sencillo.
- Menor inversión en equipo.
- Proceso más fácil de controlar.
- Menores costos de producción.
- Mejor calidad del producto final.

Por lo anterior, el presente trabajo se enfocará únicamente a la evaluación del proceso continuo. Para este propósito, el trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En primer lugar, se llevará a cabo un estudio del mercado de los productos que se fabrican a base del acetato de polivinilo, -- con las correspondientes proyecciones de la oferta y la demanda, -- con el objeto de determinar la capacidad requerida para la planta, así como para poder definir con cierto grado de precisión, aunque no de una manera definitiva, la localización de la misma.

A continuación, se efectuará el estudio técnico del proyecto, con el objeto de definir, en forma definitiva, el tamaño de la planta, el proceso a emplear, el cuál se seleccionará a partir de una evaluación tecnológica de diversas alternativas, se evaluarán desde el punto de vista técnico las diferentes alternativas de localización que se hayan determinado durante el estudio de mercado, y finalmente se diseñarán los equipos principales, así como se realizará un análisis de costos.

Como tercer punto, se elaborará un estudio financiero, en el cuál se presentarán los requerimientos de inversión, la proyección de los ingresos y los egresos, así como las formas de financiamiento que se preveen para todo el período de su ejecución y de su operación, con el objeto de demostrar si el proyecto se puede realizar con los recursos financieros disponibles. Asimismo, se evaluará la decisión de comprometer esos recursos financieros en el proyecto, en comparación con otras posibilidades conocidas de colocación.

Como siguiente punto, se llevará a cabo la evaluación económica del proyecto, con el objeto de aportar elementos de juicio seguros acerca de la viabilidad, conveniencia y oportunidad del proyecto, basando esto en los estudios anteriormente realizados, con el objeto de obtener en una forma definitiva, la posibilidad de que este proyecto resulte atractivo para la empresa.

Finalmente, se presentarán las conclusiones y recomendaciones acerca de la viabilidad del proyecto.

CAPITULO I I.

ESTUDIO DE MERCADO.

C A P I T U L O I I

Estudio de Mercado.

a) Producto.

Descripción genérica del Acetato de Polivinilo.

El acetato de polivinilo se empieza a producir comercialmente en los Estados Unidos en el año 1930. El crecimiento de su mercado fué lento hasta 1940, año en que fueron introducidas las emulsiones de acetato de polivinilo. Dichas emulsiones fueron adquiriendo gran aceptación en principio, dentro del mercado de los adhesivos en la década de los 40's como una resina sintética sustituto de la cola de carnaza. Una de las principales causas del uso de esta resina sintética estribaba en su bajo precio. Estas emulsiones tuvieron gran aceptación dentro del mercado de adhesivos para madera y más tarde se empezaron a introducir los adhesivos domésticos que en la actualidad son mejor conocidos como "pegamento blanco".

En la década de los 50's y los 60's, la tecnología del acetato de polivinilo tuvo grandes avances, y se empezaron a comercializar una gran variedad de polímeros y copolímeros, con el objeto de complementar los requerimientos tecnológicos de la época.

Las excelentes propiedades de adhesión de las emulsiones de acetato de polivinilo a materiales celulósicos, dió una mayor amplitud a su variedad de aplicaciones. Algunos ejemplos de los usos de las emulsiones de acetato de polivinilo son:

ADHESIVOS	{	Encuadernación. Bolsas de papel. Cartones para leche. Envolturas. Cintas engomadas. Calcomanías. Ensamblado de madera. Domésticos. Automotrices.
PINTURAS	{	Pinturas para interiores.
TEXTILES	{	Aprestos para alfombras.
RECUBRIMIENTOS	{	Acabados para construcción.

Debido a su bajo costo, gran disponibilidad, amplia compatibilidad y excelentes características, muchas resinas, soluciones y emulsiones de acetato de polivinilo, son tratadas como "comodities" por las diferentes industrias.

Su uso en las industrias textil, de pinturas y recubrimientos, depende básicamente de sus propiedades de adhesividad y de formado de película. Los principales usos para las emulsiones de acetato de

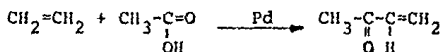
polivinilo de pequeño tamaño de partícula, son en las pinturas -- para interiores, debido al alto grado de retención del color. La industria textil emplea los acetatos polivinílicos, principalmente en emulsión, con el objeto de que sus acabados textiles tengan una mayor durabilidad y resistencia.

- Monómero.-

El acetato de vinilo es uno de los miembros más empleados de la familia de los ésteres vinílicos. Es un líquido incoloro y flamable que fué preparado por primera vez en 1912. Los procesos en fase líquida para su producción fueron desarrollados por primera vez en Alemania y Canadá, pero posteriormente fueron reemplazados por los procesos en fase gaseosa. Los primeros procesos comerciales se basaban en la reacción catalizada entre el etileno y el ácido acético. Los más recientes desarrollos tecnológicos al respecto, se basan en la reacción entre el etileno y el ácido acético empleando un catalizador de paladio tanto para los procesos en fase líquida como para los procesos en fase gaseosa.

La figura No. 1 muestra los productos que se obtienen a partir del monómero de acetato de vinilo (VAM), el cual a su vez se obtiene a partir de productos orgánicos naturales.

La reacción de obtención del monómero de acetato de vinilo a partir del etileno y del ácido acético se muestra a continuación:

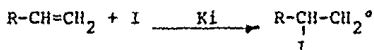


- Polimerización.-

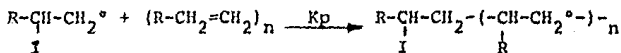
Los primeros estudios acerca de la polimerización del acetato de vinilo, así como de su estructura y propiedades, fueron realizados en el primer cuarto del presente siglo. -- Además en este período se dieron a conocer las primeras patentes, y el primer producto comercial se desarrolló en 1925, siendo en 1929 cuando se generalizó la producción a nivel comercial.

El acetato de vinilo se polimeriza por una reacción de adición vfa radicales libres, cuyo mecanismo se muestra a continuación:

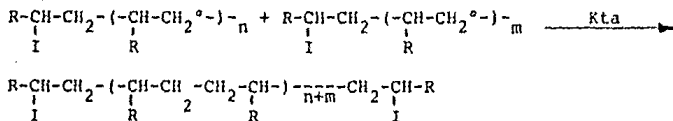
1) Iniciación:



2) Propagación:



3) Terminación por adición:



Los radicales libres se generan por la descomposición de peróxidos orgánicos, tales como el peróxido de benzofilo ó el peróxido de hidrógeno, o por sales inorgánicas tales como el persulfato de potasio ó de amonio, los cuáles son los que se usan generalmente como iniciadores de la polimerización.

Las reacciones generalmente se llevan a cabo a temperaturas por encima de la temperatura ambiente.

Los polímeros de alto peso molecular (lineales), en los que es controlado el tamaño de partícula (como en el caso de las emulsiones de acetato de polivinilo) y aún los polímeros de estructura regulada, se pueden encontrar con facilidad en el mercado. El acetato de polivinilo se copolimeriza con diversos monómeros vinílicos. Entre los más importantes comonómeros (comercialmente hablando), con los que el acetato de polivinilo se copolimeriza, se encuentran el cloruro de vinilo, el cloruro de vinilideno, el dibutil y otros alquil maleatos y los ácidos fumarico, crotonico, acrílico, metacrílico e itacónico.

En el caso de algunos monómeros que no se combinan por sí mismos con el acetato de vinilo, éstos pueden combinarse con un tercer monómero, y dicho polímero formará otro monómero que se podrá hacer reaccionar con el acetato de vinilo.

- Emulsiones.-

El acetato de polivinilo se emplea generalmente en la forma de dispersión de una resina sólida en agua.

La mayor parte de los productos que se dirigen al mercado de los adhesivos, se comercializan al 55% de sólidos, a un nivel suficientemente alto de viscosidad que facilite su uso y proporcione la adhesividad necesaria para el uso que se le asigna. Estos productos pueden manufacturarse a través de procesos intermitentes ó continuos, dependiendo principalmente de las propiedades deseadas en cuanto al producto final.

Una gran mayoría de los productores, especifican las propiedades de sus emulsiones en términos de porcentaje de sólidos, viscosidad, pH, acidez, densidad, peso molecular y tamaño de partícula. Otras propiedades generalmente descritas son las propiedades de película, tolerancia al bórax ó a otros agentes inorgánicos, usos, etc.

Para la caracterización más detallada de la emulsión, se requiere de otro tipo de pruebas. La tabla que se muestra a continuación, lista las propiedades que se deberán estudiar

para una completa caracterización del polímero:

1) Propiedades de la emulsión:

- Tensión Superficial.
- Estabilidad Mecánica.
- Compatibilidad con plastificantes.
- Compatibilidad con pigmentos, etc.

2) Propiedades del polímero:

- Solubilidad.
- Distribución de Peso Molecular.
- Conducta Reológica.
- Espectro Infrarrojo.

3) Propiedades de adhesión:

- Temperatura de Sellado.
- Adhesividad en Diferentes Substratos.
- Tack.

4) Propiedades de la película:

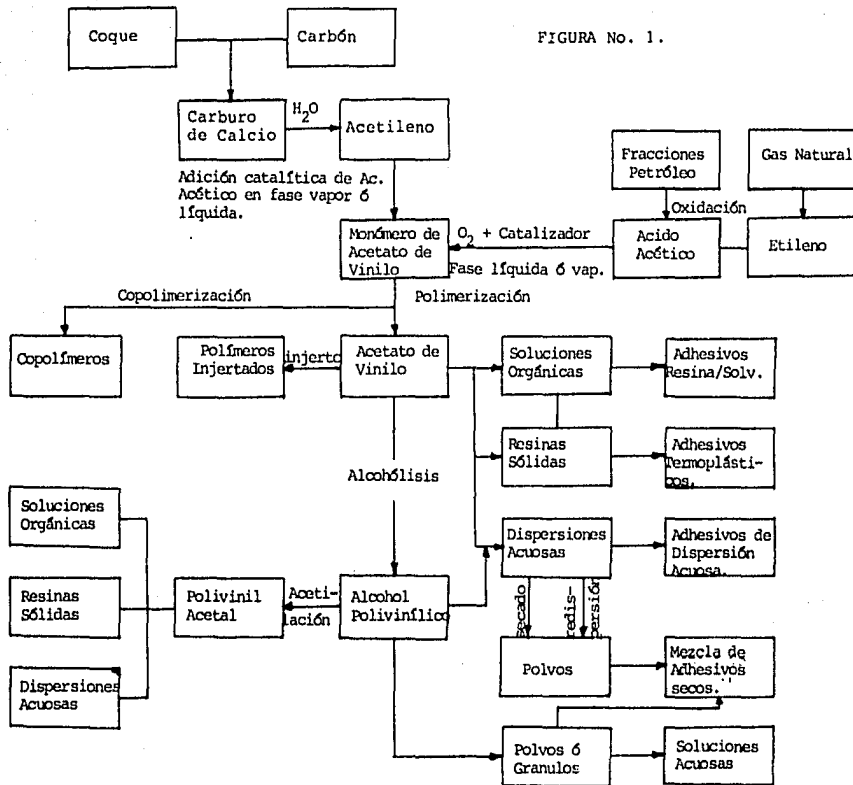
- Flexibilidad.
- Tensión / Elongación.
- Dureza.

Los métodos analíticos para estas pruebas, se encuentran-- disponibles en los estándares de la ASTM.

La siguiente tabla, resume las propiedades más importantes de productos comerciales específicos, que van dirigidos a diferentes usos:

	<u>ADHESIVOS</u>	<u>PINTURAS</u>	<u>APRESTOS</u>
Cont. sólidos (%)	54.5-55.5	54.0-55.0	53.0-55.0
Viscosidad a 25 °C (ps)	15.0-17.0	100.0-140.0	35.0-60.0
pH a 25 °C	5.0-5.5	4.4-5.0	4.0-5.0
Tol. Bórax	no	no	si
Monómero Libre (%)	1.0 máx.	0.5 máx.	1.0 máx.
Acidez (%)	3.0 máx.	no	3.0-4.0
Cross Linkage (%)	50.0-60.0	5.0-12.0	2.5-7.5
Cont. Plastif. (%)	2.0	12.0-15.0	no
Peso Molec. $\times 10^3$	55 ⁺⁵	60 ⁺⁵	45 ⁺⁵
Cenizas (%)	0.2	0.2	0.3
Tamaño part. (micras)	3.5	1.0	2.5
Densidad a 25°C (gr/ml)	1.092	1.080	1.079

FIGURA No. 1.



b) Comportamiento de la Demanda.

El análisis de la demanda tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia, en ubicaciones geográficamente definidas, de consumidores ó usuarios actuales ó potenciales de los productos finales obtenidos a partir de emulsiones de PVA.

- Situación actual del mercado.-

El acetato de polivinilo encuentra sus principales aplicaciones dentro de las siguientes industrias:

- Adhesivos.
- Pinturas.
- Aprestos Textiles.
- Impermeabilizantes.
- Acabados para Concreto.

En lo que respecta al mercado de los adhesivos, encuentra su aplicación en lo que generalmente se conoce con el nombre de "Pegamento Blanco", el cual a su vez encuentra sus principales usos en el pegado de madera, papel y diversas aplicaciones de carácter doméstico.

Dentro del mercado de pinturas, dichas emulsiones son la base para la fabricación de las pinturas vinílicas, las cuales encuentran su principal aplicación en la pintura de interiores de casas, edificios, etc.

Se especifica el uso de las emulsiones dentro de estos mercados, debido a que es en estas industrias en donde encuentra la mayor parte de la demanda, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

<u>Industria</u>	<u>% del mercado total</u>
Pinturas y Recubrimientos	55.0
Adhesivos	30.0
Aprestos Textiles	10.0
Otras aplicaciones	5.0
TOTAL	100.0

Con base en lo que se mencionó en la introducción del presente trabajo, a partir de este momento me enfocaré al análisis del mercado de los adhesivos.

El volumen del mercado nacional, se estima en aproximadamente 13,500 toneladas por año (base acetato de polivinilo), las cuales son de fabricación nacional, con un valor de mercado de 877.5 millones de pesos para 1981.

Los principales usuarios de los adhesivos base acetato de polivinilo, se encuentran dentro de los segmentos que se muestran en la siguiente tabla:

<u>Sector de Mercado</u>	<u>Tons.</u>	<u>% de Participación</u>
Maderero	6230	46.1
Editorial	3400	25.2
Doméstico	<u>3870</u>	<u>28.7</u>
TOTAL	13500	100.0

* Fuente de información: Investigación Directa.

Como se puede observar en la tabla anterior, el sector maderero (mueblero en su mayoría), es el más importante para la comercialización del adhesivo, aunque, como se verá más adelante, es aquel que tiene el más bajo índice de crecimiento de todos los sectores.

Los principales consumidores de adhesivos base PVA, se encuentran localizados en el área metropolitana (aproximadamente el 75% del consumo), aunque en otras zonas como el estado de Jalisco y --- Nuevo León, se distribuye el 20% del consumo, mientras que el restante 5% se distribuye a lo largo del territorio nacional.

Los adhesivos fabricados con acetato de polivinilo se comercializan en estado líquido (dispersión en agua), y se envasan por lo general en tambores y botes de plástico (dependiendo básicamente de si su empleo será industrial ó doméstico), empleando como principales canales de distribución los siguientes:

- Papelerías.
- Ferreterías.
- Tlapalerías.
- Autoservicios.
- Madererías.
- Editoriales.
- Tapicerías.

- Análisis Histórico de la Demanda. -

Este análisis se basa en la recopilación de series que permitan calcular la evolución del uso ó consumo del producto en un periodo suficiente de tiempo para caracterizar la tendencia del mercado a largo plazo.

El crecimiento del mercado de estos adhesivos, se encuentra -- ligado principalmente al crecimiento de las industrias maderera y editorial, así como al crecimiento del índice poblacional, siendo este último base fundamental del crecimiento del mercado de adhesivos para uso doméstico.

A continuación se mostrará el crecimiento histórico del mercado de los adhesivos de PVA para cada uno de los segmentos mencionados con anterioridad, en base a las toneladas que se han vendido de este producto durante el periodo 1973-1981.

CRECIMIENTOS POR SECTOR (TONS).

<u>S E C T O R</u>	<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>
Maderero	3130	3500	3350	3630	3920	5020	5430	5900	6230
Editorial	700	840	995	1108	1450	2350	2530	2820	3400
Doméstico	1349	1243	965	990	1054	2900	3121	3420	3870
TOTAL	5179	5583	5310	5728	6424	10270	11081	12140	13500

* Fuente de información: Anuarios de la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) e - investigación directa.

En base a la tabla anterior, se puede conocer el crecimiento--
anual promedio del mercado de adhesivos base PVA por sector:

<u>Sector</u>	<u>% de crecimiento anual promedio</u>
Maderero	9.0
Editorial	21.9
Doméstico	<u>14.0</u>
TOTAL	12.7

Lo anterior se justifica debido a que el mercado maderero-mue-
blero, tiene un crecimiento anual promedio de alrededor del 8.5%, -
mientras que el crecimiento promedio de la industria editorial es -
del 20% y el índice poblacional, aunque es muy bajo (no mayor del -
5%), cada día se encuentran mayor uso en aplicaciones de carácter -
doméstico para este tipo de adhesivos.

- Proyección de la Demanda.-

En base a la información histórica con-
que se cuenta, podemos estimar la proyección de la demanda total de
adhesivos.

En la siguiente página, se muestra una proyección de la deman-
da, la cuál se obtuvo empleando el método de mínimos cuadrados.

En dicha tabla, se puede observar que a futuro, el sector
de mercado que tendrá el mayor porcentaje de la demanda será el de
la industria editorial, debido a que el crecimiento anual promedio-
de ésta (que es del 21.7%), se verá incrementado también con el ---
índice de crecimiento poblacional, ya que se espera un incremento -
en la edición de libros y revistas, en los cuáles el adhesivo de --
acetato de polivinilo es empleado durante el proceso de encuaderna-
ción.

PROYECCION DE LA DEMANDA TOTAL DE ADHESIVOS POR SECTOR (TONS).

<u>S E C T O R</u>	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>
Maderero	6790	7470	8180	8900	9700	10670	11580	12630	13760
Editorial	4150	5010	6110	7470	9110	11100	13430	16370	19960
Doméstica	4390	5060	5770	6590	7420	8470	9660	11010	12580
TOTAL	15330	17540	20060	22960	26230	30240	34670	40010	46300

* Proyección elaborada empleando el método de mínimos cuadrados..

c) Comportamiento de la Oferta.

Los principales productores de adhesivos base PVA que existen actualmente en la República Mexicana, fabrican su propia emulsión, para lo cuál cuentan con las siguientes capacidades:

<u>Fabricante</u>	<u>Capacidad Instalada</u>	<u>% Utilización</u>
Industrias Resistol	7500 tons.	80.8
COMEX (*)	2000 tons.	65.5
SERVISTOL	6000 tons.	26.7
Química Henkel (**)	6000 tons.	63.7
Otros	<u>2000 tons.</u>	<u>35.5</u>
TOTAL	23500 tons.	57.4

Notas: (*) Fabricantes de pinturas.

(**) Distribuido por Química Hoescht.

Fuente de información: Anuarios ANIQ e información directa.

La tabla anteriormente expuesta, se obtiene al conocer la producción de adhesivos base PVA, la cuál se muestra a continuación:

<u>Fabricante</u>	<u>Producción</u>	<u>% Participación</u>
Industrias Resistol	6060 tons.	44.9
Química Henkel	3820 tons.	28.3
SERVISTOL	1600 tons.	11.9
COMEX	1310 tons.	9.7
OTROS	<u>710 tons.</u>	<u>5.2</u>
TOTAL	13500 tons.	100.0

Fuente de información: Investigación directa.

La mayor parte de estos fabricantes se encuentran localizados-- en el área metropolitana, es decir, tienen sus plantas en el Distrito Federal y en el Estado de México, mientras que otros productores-- de menor tamaño se encuentran distribuidos en diversos estados de la República Mexicana.

- Localización de los Principales Productores.

- 1.- Industrias Resistol, S. A.
Planta: Km. 52.5 carretera México-Toluca.
Lerma, Estado de México.
- 2.- Química Henkel, S. A.
Oficinas: Blvd. Manuel Avila Camacho No.1
México, D. F.
- 3.- Servistol, S. A.
Planta: Atenas No. 103.
México, D. F.

- Ventas Históricas de la Empresa (Tons.).

<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>
2460	2750	3090	3430	3850	4300	4770	5340	6060

De las ventas históricas mostradas en la tabla anterior, es posible determinar el grado de penetración de la empresa en el mercado, y dicha participación se muestra en la siguiente tabla:

<u>1973</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>	<u>1980</u>	<u>1981</u>
47.5	49.3	58.2	59.9	59.9	41.9	43.0	44.0	44.9

En cuanto al porcentaje de participación mostrado en esta tabla, se puede decir que en los últimos años se ha estado perdiendo participación, debido a que existe un gran número de pequeños competidores, y por otro lado, desde el surgimiento de Química Henkel en este mercado, ésta ha ido ganando participación debido a su estrategia de comercialización de adhesivos económicos.

- Proyección de Ventas de la Empresa.

Para esta proyección debemos considerar la premisa de que existe gran interés en la empresa por ganar participación dentro del mercado de adhesivos de PVA, motivo por el cual se elaborará una nueva estrategia de comercialización, con la que se estima obtener las siguientes ventas en el futuro y ganar participación en el mercado:

	<u>VENTAS EN TONELADAS</u>								
	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>
TONS.	6930	8110	9460	11070	12980	15190	17769	20830	24308
% Part.	45.2	46.2	47.2	48.2	49.5	50.2	51.3	52.1	52.5

Como se puede observar, en el período 1982 - 1990, la empresa espera ganar aproximadamente 7.6 puntos dentro del mercado, compitiendo en base a precios bajos, sin que esto implique una disminución en la calidad del producto ofrecido.

d) Determinación de los Precios del Producto.

Los precios de venta de los adhesivos base acetato de polivinilo, dependen directamente del contenido de sólidos de estos, el cual a su vez depende del uso que se le vaya a dar al producto, esto es, que el adhesivo que tenga que resistir mayores esfuerzos (por ejemplo, para la fabricación de muebles), deberá contener un mayor porcentaje de sólidos para que su adhesividad sea mayor, y por lo tanto, será más caro que aquel que sea empleado en la industria editorial, el cual por requerir menor adhesividad (por el tipo de esfuerzo al que está sujeto), contiene una mayor cantidad de agua, y por lo tanto un menor contenido de sólidos, causa por la que será más económico.

Los precios de estos adhesivos, generalmente se fijan tratando de mantener un margen de utilidad bruta, y comparándolos con los precios de la competencia.

En la sección de el presente trabajo, referente al estudio financiero del proyecto, se profundizará un poco más en referencia a este punto.

e) Conclusiones del Estudio de Mercado.

Dado a que la saturación que sufrirá en poco tiempo la planta con que se cuenta actualmente para la producción de acetato de polivinilo, podría ocasionar que uno de los principales negocios con que cuenta actualmente la empresa se estancara, y dado a que en base al presente estudio de mercado de adhesivos base PVA parece señalar que puede resultar interesante para la empresa en lo referente a la recuperación del mercado, basando esto en que no se prevé el que alguno de los principales competidores proyecte expansiones en sus instalaciones actuales, se sugiere continuar con la evaluación de este proyecto, con el objeto de poder decidir con un mayor grado de precisión, si es conveniente para la empresa la ampliación propuesta para la planta actual.

CAPITULO III.**ESTUDIO TECNICO.**

CAPITULO III

Estudio Técnico.

a) Tamaño.

El tamaño de un proyecto, se mide en base a su capacidad de producción, en relación con la unidad de tiempo de operación de la planta.

Tomando como base el estudio de mercado mostrado en el capítulo anterior, y a la capacidad con que se cuenta actualmente para la producción de este tipo de emulsiones, se puede definir el tamaño requerido para la ampliación de la planta, según se puede observar en los siguientes cálculos:

Ventas Estimadas para 1990	=	24,400 tons.
Capacidad Actual	=	7,500 tons/año.
Capacidad con que se cuenta 1983	=	1,670 tons/año.
Capacidad requerida otras emul.	=	7,000 tons/año. (1990)

Por lo tanto, en 1990 se requerirá producir el 100% de emulsiones para adhesivos en el nuevo proceso, por lo cuál se sugiere que la nueva planta tenga una capacidad igual ó mayor de 25,000 -- toneladas por año.

Considerando que la capacidad mínima de operación de una planta de este tipo, sin que se afecten significativamente los costos de operación, es de 40-50%, tenemos lo siguiente:

* Capacidad requerida por la empresa en 1984:

	9460 TPA de emulsiones para adhesivos.
	5000 TPA de emulsiones para otros productos.
TOTAL	14460 TPA

con lo cuál se puede fijar la capacidad nominal de producción en -- 25,000 toneladas por año, sobre la base de que toda la producción de emulsiones para la fabricación de adhesivos en 1984, deberá fabricarse empleando el nuevo proceso, dejando libre capacidad en el proceso con que se cuenta actualmente para producir el resto de -- las emulsiones.

b) Proceso.

Para la selección del proceso objeto del presente proyecto, -- se efectuó una evaluación tecnológica de diversos licenciadores -- potenciales para este producto, para lo cuál se evaluaron fundamentalmente los siguientes factores:

- Evaluación Técnica del Proceso.
- Evaluación Económica de la Tecnología.
- Evaluación del Licenciador.

Finalmente se efectuó una evaluación acerca del costo de la tecnología, con el objeto de seleccionar la mejor alternativa, y que dicha alternativa estuviera al alcance de la empresa.

En la siguiente página, se puede observar los resultados que arrojó dicha evaluación, así como la selección que se hizo del licenciador.

Evaluación de Tecnología.

Factor de Ponderac.	Concepto	Peso	LICENCIADOR X			LICENCIADOR Y		
			Información	Calif.	Valor Pond.	Información	Calif.	Valor Pond.
0.50 Económica	Costo Manuf.	20	\$ 65.00/ Kg	10.0	100.0	\$ 68.00/ Kg	9.0	90.0
	Inversión L.B.	50	81,940 MP	10.0	250.0	92,140 MP	8.0	200.0
	Inversión Serv.	15	9,420 MP	9.0	67.5	10,230 MP	9.0	67.5
	Inv. Instalac.	10	11,880 MP	9.0	45.0	11,880 MP	9.0	45.0
	Contingencias	5	5,000 MP	8.0	20.0	4,800 MP	9.0	22.5
0.40 Técnica	Calidad Prod.	10	Semejante	10.0	40.0	Menor	8.0	32.0
	Operación	30	Sencillo	10.0	120.0	Sencillo	10.0	120.0
	Efluentes	10	Sin Problema	10.0	40.0	Sin Problema	10.0	40.0
	Mantenimiento	20	700 Hr./año	10.0	80.0	840 Hr./año	8.0	64.0
	OST	30	90%	10.0	120.0	88%	8.0	96.0
0.10 Licenciad.	Asist. Técnica	20	10 años	10.0	20.0	8 años	8.0	16.0
	Garantías	40	Capac./OST	9.0	36.0	Capac./OST	9.0	36.0
	Experiencia	20	8 Licencias	9.0	18.0	5 Licencias	7.0	14.0
	Relaciones	15	Si	10.0	15.0	No	5.0	7.5
	Rep. en México	5	Si	10.0	5.0	No	8.0	4.0

COSTO DE LA LICENCIA.

	L I C E N C I A D O R X	L I C E N C I A D O R Y
Licencia	US\$ 10,000 + 0.5% VNF	US\$ 15,000 + 1.0% VNF
Periodo de Pago de Regalías ...	10 años	10 años
Ingeniería Básica	-----	-----
Asistencia Técnica	US\$ 450.00/H-H	US\$ 500.00/H-H
Entrenamiento	-----	-----

De acuerdo con la tabla anterior, obtenemos los siguientes resultados:

<u>Evaluación</u>	<u>Licenciador X</u>	<u>Licenciador Y</u>
Económica	482.5	425.0
Técnica	400.0	352.0
Licenciador	94.0	77.5
Costo de la Licencia	<u>10.0</u>	<u>8.0</u>
Puntos Totales	986.5	862.5

Basándonos en los resultados obtenidos, la tecnología a seleccionar será la del Licenciador X.

b) Proceso.

- Descripción del Proceso Seleccionado.-

Se carga el reactor con emulsión (polímero final sin plastificante) y se inician los flujos de catalizador, electrolito y alcoholes, iniciando dicha adición después de la adición de monómero. Al comenzar la reacción (indicada por un incremento en la temperatura), se inicia el flujo de polímero a los tanques de agotamiento.

El nivel en el reactor se mantiene constante mediante el control de los gastos de entrada y salida.

El producto obtenido alcanza una conversión del 96-97% y es enviado en forma continua a los tanques de agotamiento.

El polímero procedente de la reacción es recibido en uno de los tanques de agotamiento, en donde se le adiciona el catalizador con agitación. Una vez lleno el tanque se acciona el cambio de válvulas para iniciar la recepción de polímero y catalizador en otro tanque.

El producto debe permanecer con agitación en el tanque lleno, con el objeto de agotar la mayor cantidad posible de monómero libre, hasta alcanzar una conversión del 98%, después de lo cual se somete a enfriamiento total para transferirlo a los tanques de ajuste de especificaciones.

El polímero es recibido en los tanques de ajuste, donde se afinan -- sus propiedades de acuerdo al producto deseado, ya sea por medio de adición de plastificante o agua, según sea el caso y manteniendo agitación. El producto obtenido es enviado entonces a los tanques de almacenamiento, de donde se transfiere a los autocanques.

- Materias Primas.-

Las materias primas empleadas para la producción del acetato de polivinilo, así como la función de cada una de ellas, es la siguiente:

<u>Materia Prima</u>	<u>Función</u>
Alcohol Polivinílico (Alta Visc).	Coloide protector de la emulsión.
Alcohol Polivinílico (Baja Visc).	Coloide protector de la emulsión.
Acetato de Vinilo.	Monómero.
Peróxido Inorgánico.	Catalizador.
Bicarbonato de Sodio.	Electrolito controlador de pH.
Sulfoxilato Inorgánico.	Activador.

- Características de las Materias Primas:

<u>Materia Prima</u>	<u>Estado Físico</u>	<u>Presentación</u>	<u>Almacenaje</u>
Alcohol A. V.	Sólido	Saco de Papel	Estiba
Alcohol B. V.	Sólido	Saco de Papel	Estiba
Monómero	Líquido	Autotanques	Tanque
Peróxido	Líquido	Porrón Plástico	Estiba
Bicarbonato	Sólido	Cuñetes	Estiba
Sulfoxilato	Sólido	Saco de Papel	Estiba

- Propiedades de las Materias Primas:

A continuación se mencionan las propiedades de cada una de las materias primas empleadas para producir el acetato de polivinilo.

- Alcohol Polivinílico de Alta Viscosidad.

- | | |
|--|--|
| - Apariencia | Polvo granuloso, color blanco-crema, soluble -- en agua caliente, parcialmente soluble en agua fría, su solución en agua es parcialmente amarilla y transparente. |
| - pH a 25 °C en solución al 4% | 4.0 - 7.0 |
| - % de Sólidos | 95.0 Mfimo. |
| - Viscosidad a 25 °C en solución al 4% | 45 Cps. |
| - Condiciones de Almacenaje | Lugar fresco y seco bajo techo. |
| - Tiempo de Vida | Indefinido a las condiciones de almacenaje mencionadas anteriormente. |
| - Precauciones y Manejo | Material no tóxico, no flamable y no corrosivo. Los derrames de sus soluciones acuosas son muy resbaladizos, por lo que deben evitarse. Su manejo requiere del uso de lentes de seguridad. |

- Alcohol Polivinílico de Baja Viscosidad.

- | | |
|--|--|
| - Apariencia | Poivo granuloso, color blanco-crema, soluble en agua caliente, parcialmente soluble en agua fría, su solución en agua es parcialmente amarilla y transparente. |
| - pH a 25 °C en solución al 4% | 5.0 - 8.5 |
| - % de Sólidos | 95.0 Mínimo. |
| - Viscosidad a 25 °C en solución al 4% | 4.0 - 5.5 Cps. |
| - Condiciones de Almacenaje | Lugar fresco y seco bajo techo. |
| - Tiempo de Vida | Indefinido a las condiciones de almacenaje mencionadas anteriormente. |
| - Precauciones y Manejo | Material no tóxico, no flamable y no corrosivo. - Los derrames de sus soluciones acuosas son muy resbaladizos, por lo que deben evitarse. Su manejo requiere del uso de lentes de seguridad. |

- Acetato de Vinilo (Monómero).

- | | |
|--|--|
| - Apariencia | Líquido incoloro, transparente, de olor picante--
característico, inflamable, insoluble en agua, --
soluble en hidrocarburos aromáticos. |
| - Viscosidad a 25 °C (gr./ml.) | 0.925 - 0.926 |
| - Densidad Relativa 20 °C/20 °C | 0.933 - 0.934 |
| - Acidez como ácido acético (%) | 0.02 Máximo. |
| - Temperatura de Ebullición a 585 mmHg | 63.0 - 64.0 °C |
| - Humedad (% en peso) | 0.05 Máxima. |
| - Hidroquinona (ppm) | 4 - 17 |
| - Condiciones de almacenaje | Tanques de acero inoxidable. Ventilación adecuada. |
| - Tiempo de Vida | 3 meses. |

- Acetato de Vinilo (Monómero) (Cont....)

- Precauciones y manejo

- Material altamente flamable, irritante y no corrosivo.
- Se polimeriza rápidamente con el calor.
- Sus vapores son irritantes a los ojos, nariz y garganta, y su contacto con la piel resulta --- irritante.
- Su manejo requiere del uso de guantes de hule - y lentes de seguridad.
- En caso de contacto con ojos y piel deberá la--
varse de inmediato con agua corriente y acudir--
al médico.

- Peróxido.

- | | |
|--------------------------------|--|
| - Apariencia | Líquido incoloro ligeramente turbio, irritante a la piel, soluble en agua. |
| - Concentración (% en volumen) | 39 - 41 |
| - Concentración (% en peso) | 33.5 - 38.5 |
| - pH a 25 °C | 2.0 - 3.0 |
| - Índice de Refracción a 25 °C | 1.3550 - 1.3560 |
| - Condiciones de Almacenaje | Tambores especiales de aluminio, sellados y sin exponerse a temperaturas elevadas. |
| - Tiempo de Vida | 6 meses |
| - Precauciones y Manejo | Material tóxico, no flamable y altamente corrosivo. Se descompone con luz y calor, desprendiendo oxígeno. Su contacto con los ojos puede provocar ulceraciones a la córnea y ceguera. Su manejo requiere de uso de guantes y lentes de seguridad. En caso de contacto con ojos ó piel, deberá lavarse con agua corriente y acudirse al médico. |

- Bicarbonato de Sodio.

- Apariencia Polvo blanco, soluble en agua, líquido - libre de materia extraña.
- Bicarbonato de Sodio (%) 90.0 - 95.0
- Carbonato de Sodio (%) 5.0 - 10.0
- Contenido de Hierro 50 ppm Máximo.
- Humedad (%) 0.2 Máximo.
- Condiciones de Almacenaje Lugar fresco y seco, bajo techo.
- Tiempo de Vida Indefinido.
- Precauciones y Manejo Material no tóxico, no flamable y no corrosivo. En caso de contacto con los ojos, lavarse con agua corriente y acudir de inmediato al médico.

- Sulfoxilato Inorgánico.

- Apariencia

Polvo blanco de olor característico picante, parcialmente soluble en agua fría, libre de materia extraña.

- Pureza (%)

90.0 - 96.0

- Condiciones de Almacenaje

Lugar fresco y seco bajo techo.
Este material deberá conservarse en su envase original perfectamente cerrado.

- Tiempo de Vida

6 meses.

- Precauciones y Manejo

Material no tóxico, no flamable y no corrosivo. Para su manejo se requiere del uso de guantes de hule y lentes de seguridad.- En caso de contacto con la piel lávese con agua corriente y acúdase de inmediato al médico.

- Servicios.-

En base a la propuesta tecnológica seleccionada, -- los consumos unitarios de servicios son los siguientes:

<u>Servicio</u>	<u>Consumo / Kg de Producto</u>
Vapor	0.4300 Kg
Agua de Enfriamiento	0.0751 metros cúbicos
Aire Comprimido	0.0499 metros cúbicos
Electricidad	0.0551 Kw-hr

De acuerdo con un estudio realizado, en la planta con que se cuenta actualmente, existe disponibilidad para todos los servicios mencionados anteriormente.

- Descripción de los Equipos.-

La lista preliminar de equipo mayor, sin considerar agitadores, es la siguiente:

- 1.- Tanque de preparación de alcohol de alta viscosidad. (PTP-201)
- 2.- Tanque de preparación de alcohol de baja viscosidad. (PTP-202)
- 3.- Tanque de adición de alcohol de alta viscosidad. (PTD-203)
- 4.- Tanque de adición de alcohol de baja viscosidad. (PTD-204)
- 5.- Tanques para preparación/adición de catalizador. (PTC-301 A/B)
- 6.- Tanques para preparación/adición de electrolito. (PTE-401 A/B)
- 7.- Reactor de polimerización. (PR-501)
- 8.- Condensador de reflujo de monómero. (PCC-506)
- 9.- Cambiador de calor para la chaqueta del reactor.
- 10.- Tanque de inhibidor. (TI-001)
- 11.- Tanques de agotamiento (para la finalización de la reacción) (PTG-601)
- 12.- Tanques de ajuste de especificaciones; (PTJ-603 A/B)
- 13.- Tanques de almacenamiento de producto terminado. (PTA-701 A/B/C/D)
- 14.- Bomba de transferencia de monómero. (PB-102 A/B)
- 15.- Bomba de transferencia de alcoholes. (PE-205 A/B)
- 16.- Bomba dosificadora de alcoholes. (PB-206 A/B)
- 17.- Bomba dosificadora de electrolito. (PB-402 A/B)
- 18.- Bomba dosificadora de catalizador. (PB-303 A/B)
- 19.- Bomba de recirculación de agua a la chaqueta del reactor.
- 20.- Bomba de transferencia de reactor a tanques de agotamiento (PB-502A/B)
- 21.- Bomba de transferencia de tanques de agotamiento a tanques de ajuste. (PB-602 A/B)
- 22.- Bomba de transferencia de tanques de ajuste a tanques de almacenaje. (PB-604 A/B)
- 23.- Bombas de carga de producto terminado a los autotanques. (PT-702)

- Productos.

En la planta objeto del presente proyecto es posible producir tres diferentes productos, a los que se conocerá -- con los productos A, B y C. Estos productos son manejados a granel para su posterior envasado, uso directo ó bien como materia-prima; los usos de cada uno de estos productos, es el siguiente:

- Producto "A".

Es un adhesivo de uso general, empleado para el pegado de madera, papel, cartón, chapa, tela, etc. Se distribuye en una gran diversidad de presentaciones.

- Producto "B".

Producto similar al anterior, aunque de una menor adhesividad; Por lo general se distribuye en tambores de 200 litros, debido a que sus principales aplicaciones las encuentra en la industria.

- Producto "C".

Es un adhesivo que encuentra su principal aplicación en el pegado de conos de cartón para estambres. Se distribuye a clientes en autotanques (pipas).

- Especificaciones de los Productos.

- Producto "A".

- | | |
|-----------------------------|---|
| - Apariencia | Líquido blanco de olor característico. |
| - Contenido de Sólidos | 50.0 % |
| - Viscosidad a 25 °C (pois) | 15.0 - 19.0 |
| - pH a 25 °C | 5.0 - 5.5 |
| - Monómero Libre (%) | 1.0 Máximo. |
| - Condiciones de Almacenaje | Temperatura ambiente. Lugar fresco y -
seco. Bajo techo. |
| - Tiempo de Vida | 6 meses. |

- Producto "B".

- | | |
|-----------------------------|---|
| - Apariencia | Líquido blanco de olor característico. |
| - Contenido de Sólidos | 49.0 - 50.0 % |
| - Viscosidad a 25 °C (pois) | 15.0 - 17.0 |
| - pH a 25 °C | 4.0 - 5.0 |
| - Monómero Libre (%) | 1.0 Máximo. |
| - Condiciones de Almacenaje | Temperatura ambiente. Lugar fresco y -
seco. Bajo techo. |
| - Tiempo de Vida | 6 meses. |

- Producto "C".

- Apariencia	Líquido blanco de olor característico.
- Contenido de Sólidos	30.0 - 32.0 %
- Viscosidad a 25 °C (pois)	10.0 - 20.0
- pH a 25 °C	4.0 - 5.0
- Monómero Libre (%)	1.0 Máximo.
- Condiciones de Almacenaje	Temperatura ambiente. Lugar fresco y seco. Bajo techo.
- Tiempo de Vida	6 meses.

- Desechos y Fuentes de Contaminación.-

Los desechos que este proceso arrojará, corresponderán a residuos de polímero arrastrados por el agua utilizada en la limpieza del equipo. El orden de magnitud de los diferentes parámetros, deberá ser determinado por muestreos.

Dicho efluente deberá ser sometido a tratamiento en una planta especial para estos efectos.

- Riesgos al Personal e Instalaciones.-

Los materiales de manejo peligroso que involucra este proceso son el monómero de acetato de vinilo y el peróxido, siendo el primero flamable y el segundo de fácil descomposición con liberación de oxígeno, por lo que se deberán instalar los dispositivos de seguridad necesarios tales como alarmas, extinguidores, etc., con el objeto de minimizar los riesgos al personal y a las instalaciones.

c) Localización.

El objeto de esta sección, es el de fijar la localización - de la planta en base a la información con que se dispone hasta - este momento, y a las premisas que a continuación se mencionan:

- 1) Incentivos Fiscales.
- 2) Incentivos Económicos.
- 3) Inversión.
- 4) Logística de Materias Primas y Producto.
- 5) Ambiente Socioeconómico de las Zonas.
- 6) Infraestructura administrativa y operativa.

Las premisas se mencionan al final del punto de localiza--
ción.

Podemos considerar que el objetivo de carácter obligatorio - con el que deberán cumplir cada una de las alternativas, será el de contar con la infraestructura adecuada en localidades propiedad de la empresa, y que dentro de los objetivos deseados, se -- considerarán los siguientes, asignándoles a cada uno los valores que se mencionan:

<u>Objetivo</u>	<u>Valor</u>
Mejor situación laboral.	22.0
Máxima disponibilidad de recursos humanos.	20.0
Mejores vías de comunicación.	18.0
Máxima disponibilidad de vivienda.	16.0
Mejor nivel de servicios a la comunidad	16.0
Mejores condiciones climatológicas	8.0
T O T A L	100.0

- Alternativas de localización.-

Se evaluarán las siguientes alternativas, las cuáles cumplen con el objetivo de carácter obligatorio mencionado anteriormente:

- Lerma, Estado de México.
- Coatzacoalcos, Veracruz.

- Alternativa # 1. Lerma, Estado de México.

En esta localidad se cuenta con la infraestructura de la -- planta en operación, disponibilidad de servicios y soporte de -- personal operativo y administrativo.

- Alternativa # 2. Coatzacoalcos, Veracruz.

En esta localidad se cuenta con la infraestructura de una planta que corresponde a otro negocio de la misma empresa, las ampliaciones de otra planta que pertenece a su vez a otro negocio, y soporte operativo y administrativo de dos divisiones diferentes de la empresa.

Una vez cumplido el objetivo obligatorio para la definición de las alternativas de localización, se procederá a evaluar dichas alternativas de acuerdo con los objetivos deseados que se plantearon con anterioridad.

El análisis mencionado arriba, se presenta en la tabla de la siguiente página.

Análisis de Alternativas

<u>Valor</u>	<u>Objetivo Deseado</u>	<u>Alternativa 1</u>	<u>Calif.</u>	<u>Calif.</u>	<u>Alternativa 2</u>	<u>Calif.</u>	<u>Calif.</u>
22.0	Mejor situación laboral	Sindicato conocido y controlable.	10.0	220.0	Alta influencia de sindicatos desconocidos.	2.0	44.0
20.0	Máx. disponibilidad de Rec. Humanos.	Personal obtenible.	10.0	200.0	Alta escasez de personal.	2.0	40.0
18.0	Mejores vías de comunicación.	Carreteras -- adecuadas. -- F.F.C.C. en saturación.	8.0	144.0	Carreteras insuficientes. - F.F.C.C. congestionado. - Aeropuerto insuficiente. - Puerto congestionado.	5.0	90.0
16.0	Máx. Disponibilidad de vivienda.	Suficiente. - Precio accesible.	10.0	160.0	Escasez. Precios altos.	7.0	112.0
16.0	Mejor nivel de servicios a la comunidad.	Nivel socio-económico medio-alto; centros educativos	8.0	128.0	Nivel socio-económico medio-bajo; único centro educativo	6.0	96.0

- Conclusiones del análisis de alternativas.

En base al análisis anterior, se puede concluir que la mejor alternativa de localización para la planta de emulsiones de acetato de polivinilo se encuentra en Lerma, Estado de México, ya que presenta las siguientes ventajas:

- Mejor ambiente socio-económico de la localidad.
- Mejor situación económica y financiera.
- Menor costo de la mano de obra y del flete.

- Programa del Proyecto.

A continuación se presenta una gráfica mediante la cual se podrá determinar la fecha en que se deberá iniciar la producción comercial de la nueva planta (en base a los estimados de ventas que se proyectaron en el capítulo II del presente trabajo) y de ésta forma se podrá definir el programa para el proyecto, en base al tiempo con que se cuenta para la saturación de la planta que actualmente se encuentra en operación.

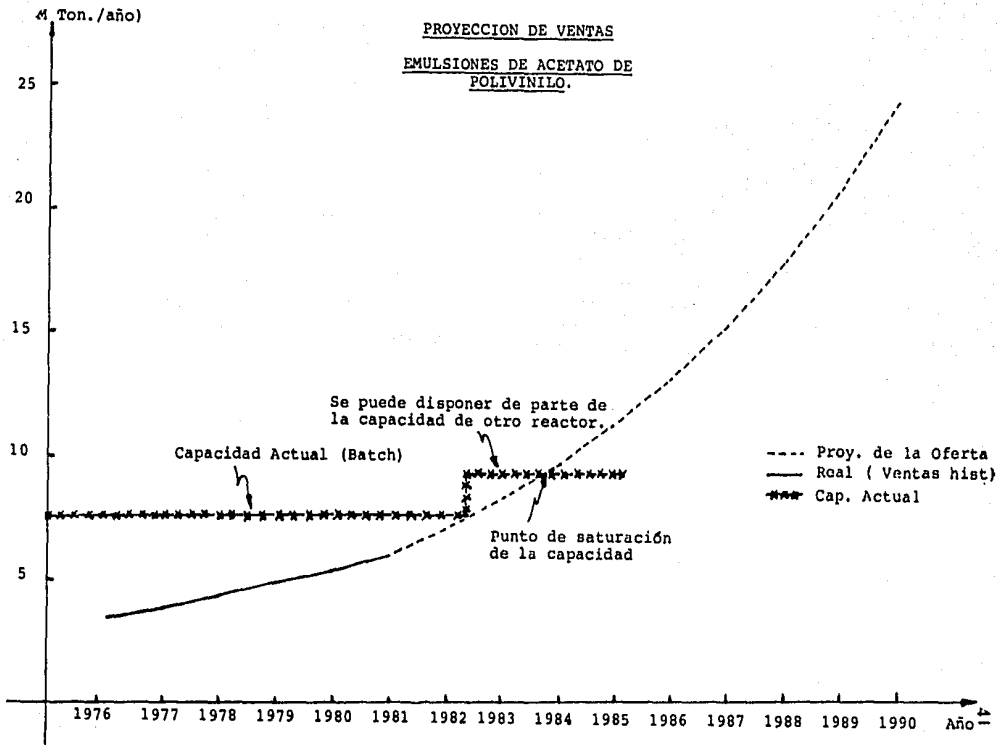
Como se podrá observar en la gráfica antes citada, las instalaciones de la nueva planta deberán entrar en operación en la segunda mitad de 1984, para lo cuál se propone el siguiente programa de trabajo:

<u>Actividad</u>	<u>Tiempo estimado (semanas)</u>
Estimado de la inversión	8
Ingeniería básica	18
Ingeniería de detalle	30
Construcción y montaje	18
Instalaciones (tubería, eléctricas, etc.)	12 (en paralelo)
Pruebas	14
Simulación de la operación	1
Arranque	2

Con el programa propuesto, la planta podrá iniciar operaciones en el año de 1984.

PROYECCION DE VENTAS

EMULSIONES DE ACETATO DE
POLIVINILO.



- Premisas empleadas para el Estudio de Localización.

1) Incentivos fiscales:

Alternativa No. 1.- Según el Plan Nacional de Desarrollo Industrial, Lerma, Estado de México, está considerada dentro de la zona III-B (de consolidación), en la cuál se otorgan los siguientes incentivos fiscales:

6% sobre la inversión.

12% sobre empleos (a).

5% sobre compra de equipos de fabricación nacional.

El beneficiario se obliga a exportar un monto igual al costo de los bienes de capital de importación, en un plazo no mayor de cinco años a partir del inicio de operaciones.

Alternativa No. 2.- Según el Plan Nacional de Desarrollo Industrial, Coatzacoalcos, Veracruz, está considerado dentro de la zona I-A (de desarrollo portuario), en la cuál se otorgan los siguientes incentivos fiscales:

15% sobre la inversión.

20% sobre empleos (a).

5% sobre compra de equipos de fabricación nacional.

El beneficiario se obliga a exportar un monto igual al costo de los bienes de capital de importación, en un plazo no mayor de cinco años a partir del inicio de operaciones.

Nota:

(a) Aplicable durante los primeros dos años de operación.

2) Incentivos económicos:

<u>Alternativa</u>	<u>Descuento en energéticos.</u> <u>(1)</u>	<u>Descuento en petroquímicos básicos</u>	<u>Cuota de contratación de energía eléct.</u>
Lerma	15%	No aplicable.	No requiere.
Coatzacoalcos (2)	30%	No aplicable	No requiere.

Notas:

(1) Gas natural, combustóleo y electricidad, sujeto a comprobar ante SECOFI un 50% mínimo de integración nacional, excluyendo el costo de los energéticos.

Requiere registro o certificado de SECOFI de consumo mínimo de 300 M metros cúbicos/mes de gas natural y/o 200 M metros cúbicos/mes para combustóleo y demanda contratada mínima de 500 Kw/mes en electricidad.

En caso de no cumplir los consumos mínimos requeridos, se puede gozar de los precios preferenciales, solicitan do directamente ante C. F. E. o PEMEX y cumpliendo los requisitos aplicables en cada caso.

- (2) El beneficiario se obliga a otorgar 10% de descuento -- sobre el precio de venta del producto a consumidores lo calizados (actualmente o en el futuro) en la misma zona I-A durante diez años.

3) Inversión estimada:

El estimado de la inversión se efectuó a pesos constantes de --- 1981 y no incluye contingencias:

	<u>Alternativa I</u> (Lerma)	<u>Alternativa II</u> (Coatzacoalcos)
Inversión Limite de Baterías	81,940 M\$	101,490 M\$
Inversión en Servicios	9,420 M\$	17,140 M\$
Inversión Edificios y Accesorias	11,880 M\$	22,570 M\$
Total Capital	103,240 M\$	141,200 M\$
Gastos de Proyecto	13,040 M\$	13,500 M\$
Gastos de Arranque	3,000 M\$	3,000 M\$
Otros Gastos	500 M\$	500 M\$
Total Gastos	16,540 M\$	17,000 M\$
Inversión Total	119,780 M\$	158,200 M\$

4) Logística de materias primas y producto terminado:

Alternativa No. 1:

Alcoholes Polivinílicos (*).- Materia prima de importación procedente de Japón, entra al país por Manzanillo y se transporta por --- ferrocarril.

Costo del flete: \$ 1.00/kg (1981).
Distancia aprox: 600 Km.

Monómero de Acetato de Vinilo: Producto nacional procedente de -- Celaya, Guanajuato (centro de distribución de Celanese), se transporta en autotanques.

Costo del flete: \$ 0.60/kg (1981).

Nota: (*) Se espera inicio de operaciones de Polivín (México) en 1982, con el consecuente cierre de frontera.

Alternativa No. 2:

Alcoholes Polivinílicos (*) : Materia prima de importación procedente de Japón, entra por Matamoros (Nagoya-Los Angeles-Matamoros) y se transporta en camión.
Costo del flete: \$ 1.75/kg
Distancia aprox: 1900 Km.

Monómero de Acetato de Vinilo: Centro de distribución de Celanese en la misma localidad.

Nota: (*) Se espera inicio de operaciones de Polivin (México) en 1982, con el consecuente cierre de frontera.

-Producto Terminado

En este punto se analizará la cercanía al centro de distribución de la emulsión, esto es, la distancia existente entre la planta productora de emulsiones y la planta productora de adhesivos:

	<u>ALTERNATIVA 1</u>	<u>ALTERNATIVA 2</u>
- Distancia a planta de adhesivos	60 Km	750 Km
- Viajes / mes (Prod. "A") (*)	30	10
- Viajes / mes (Prod. "B"+"C") (**)	30	10
- Tránsito a planta adhesivos	1 día/viaje	3 días/viaje

Notas:

(*) Autotanque de 30 toneladas para uso exclusivo del producto "A".

(**) Autotanque de 30 toneladas con doble compartimiento - para transportación de los productos "B" y "C" en un viaje o para un solo producto.

5) Ambiente Socio-Económico:

	<u>ALTERNATIVA I</u>	<u>ALTERNATIVA II</u>
Clima	Frío; lluvioso con posibilidad de nevadas; vientos débiles.	Caluroso; húmedo; -- tormentas eléctricas, vientos moderados, zona sísmica y de ciclones.
Nivel socio-económico	Medio-alto	Medio-bajo
Vivienda	Suficiente y accesible	Alta demanda y escasez de oferta.
Comercio	Suficiente; buena calidad.	Suficiente; precios altos.

	<u>ALTERNATIVA I</u>	<u>ALTERNATIVA II</u>
Educación		
- Nivel	medio-alto	medio-bajo
- Educ. elemental	Suficiente	Suficiente
- Educ. media	Suficiente	Suficiente
- Educ. superior	U. A. E. M.	Tec. Minatitlán
Servicios Médicos		
- Públicos	Suficientes; buen nivel.	Suficientes; nivel aceptable.
- Privados	Suficientes; buen nivel.	Escasos; bajo-nivel.
Servicios Recreativos	Clase media-alta.	Clase media-baja.
Comunicaciones		
- Teléfono/Télex	Canales en vfa de saturación.	Insuficiente y con deficiencia.
- Telégrafo/Correo	Suficiente y adecuado.	Suficiente; mala entrega.
- Carreteras	Adecuadas, con comunicación a los principales puntos del país.	Insuficientes y deterioradas; requieren cruzar un puente levadizo con fallas frecuentes.
- Ferrocarril	Vfas y almacenes relativamente saturados	Totalmente saturado con proyectos de ampliación retrasados.
- Vfa aérea	No existe.	Comunicación -- vfa Mexicana; - aeropuerto insuficiente, sin posibilidad de aterrizajes nocturnos con mal-tiempo.
- Vfa marítima	No existe.	Almacenes y patios saturados por PEMEX.
Estabilidad de población	Muy estable.	Poco estable.

ALTERNATIVA IALTERNATIVA II

Situación laboral

- | | | |
|----------------------------------|--|--|
| - Ambiente sindical | Sindicato cono
cido y contro-
lable. | Alta influencia -
de sindicatos aje-
nos (PEMEX). |
| - Nivel de salarios | Aumento 10% --
por operación-
de equipo nue-
vo. | Alto nivel en res-
ponsabilidades si-
milares. |
| - Disponibilidad de
personal. | De fácil obten-
ción, con y --
sin capacita--
ción. | Escasez de perso-
nal por acapara--
miento de PEMEX,-
requiere importa-
ción de otras re-
giones. |
| - Rotación de personal | Bajo índice. | Alto índice. |

6) Infraestructura administrativa y operativa:ALTERNATIVA IALTERNATIVA II

- | | | |
|--|---|--|
| Personal compartido con
otros negocios de la --
empresa. | Gerencia, R. I.,
mantenimiento, -
seguridad, lab.,
ingenierfa, serv.
médicos, costos-
y logfstica. | Gerencia, R. I.,
mantenimiento, -
seguridad, lab.,
ingenierfa, serv.
médicos, costos -
y logfstica. |
| Personal que requiere -
entrenamiento | Supervisores de-
turno y de área,
laboratorio y --
mantenimiento. | Laboratorio y --
mantenimiento. |
| Personal que requiere -
ser contratado. | Ayudantes de car-
ga. | Operadores, ayu-
dantes de carga-
y de bombeo, su-
pervisores de --
turno y de área,
laboratorio y --
mantenimiento. |

d) Ingeniería del Proyecto.

- Bases de Cálculo.

Capacidad Instalada:	25,000 TPA de Acetato de Polivinilo
Tiempo total disponible (TTD) :	$365 \frac{\text{Días}}{\text{año}} \times 24 \frac{\text{Hr}}{\text{Día}} = 8760 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$
Tiempo perdido controlable (TPC):	$\text{TTD} \times 4\% = 350 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$
Tiempo perdido no controlable (TPNC):	$\text{TTD} \times 2.8\% = 245 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$
Tiempo disponible de reactor (TDR) :	$\text{TTD} - \text{TPC} - \text{TPNC} = 8165 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$
Factor de seguridad (FS) :	$\text{TDR} \times 4\% = 327 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$
Tiempo total disponible de reactor (TTDR) :	$\text{TDR} - \text{FS} = 7838 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$
Horas de Operación:	$7838 \frac{\text{Horas}}{\text{año}}$
On stream time (OST)	$\frac{7838}{8760} = 89.5\%$
Proceso :	Polimerización de Acetato de Vinilo.
Localización:	Lerma, Estado de México.
Materias Primas:	<ul style="list-style-type: none"> - Monómero de Acetato de vinilo (VAM) - Alcohol Polivinílico alta viscosidad. - Alcohol Polivinílico baja Viscosidad. - Catalizador (H_2O_2). - Bicarbonato de Sódio.
Producto :	Emulsión de Acetato de Polivinilo -- con 53.55 % de sólidos.

- Balance de Materia.

1) Requerimiento de catalizador (Peróxido de Hidrógeno)

Base: Capacidad : 25,000 TPA
 Flujo : 22.47 Lt/Hr

Cálculo de la concentración:

De un análisis proveniente de la tecnología seleccionada tenemos:

Producción (tons)	10,001.70	10,880.18	14,152.60	15,632.81	16,000.00
Concentración (% w)	12.15	13.37	15.75	17.25	17.62

A 25,000 TPA concentración = 25.37 % w

Cálculo de la densidad de la mezcla:

Producción (tons)	10,001.70	10,880.18	14,152.60	15,632.81	16,000.00
ρ mezcla a 35 %	1.0431	1.0476	1.0574	1.0621	1.0634

A 25,000 TPA ρ mezcla a 35 % = 1.0934

$$\text{H}_2\text{O}_2 \text{ en 1 lt de solución a 35 \%} = 1 \text{ lt} \times 1.0932 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} \times 0.35 = 0.3826 \frac{\text{kilogramos}}{\text{kg. prod.}}$$

% en peso = 25.37

$$\text{Cantidad de agua requerida} = \frac{0.3826 \text{ kg}}{0.35} \times 0.65 = 0.711 \frac{\text{kilogramos}}{\text{kg. prod.}}$$

$$w \text{ H}_2\text{O requerida} = \frac{(1 - 0.2537) \times 0.3826}{0.3527} = 1.13 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ H}_2\text{O agregada} = 1.13 - 0.711 = 0.419 \text{ kg}$$

$$\rho \text{ H}_2\text{O} = 0.9975 \frac{\text{kg}}{\text{lt}}$$

$$w \text{ H}_2\text{O agregada} = \frac{0.4190 \text{ kg}}{0.9975 \frac{\text{kg}}{\text{lt}}} = 0.42 \text{ lt}$$

$$\text{Volumen final} = \frac{1.13 + 0.3826}{1.0932} = 1.3836 \text{ lt}$$

Para $22.47 \frac{\text{lt}}{\text{hr}}$:

$$w \text{ H}_2\text{O}_2 = \frac{22.470}{1.3836} \times 0.3826 = 6.21 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 149.04 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ H}_2\text{O} = \frac{22.470}{1.3836} \times 1.13 = 18.35 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 440.4 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

2) Requerimiento de bicarbonato de sodio (Na_2CO_3)

Base: Capacidad = 25,000 TPA

Cálculo del flujo:

Producción (ton)	10,001.70	10,880.18	14152.60	15632.81	16,000.00
Flujo (lt/hr)	26.70	26.70	26.85	27.02	27.40

A 25,000 TPA Flujo = 29.05 lt/hr

Solución al 6 % ρ a todas las capacidades = $1.0625 \frac{\text{kg}}{\text{lt}}$

$$w \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 29.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times 1.0625 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} = 30.865 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 740.76 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 30.865 \times 0.06 = 1.852 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$w \text{ H}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{CO}_3 = 30.865 \times 0.94 = 29.01 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 696.24 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (a) } 90\% \text{ de pureza} = \frac{1.852}{0.9} = 2.057 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 49.37 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ Na}_2\text{CO}_3 = 2.057 - 1.852 = 0.205 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = \underline{\underline{4.92 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}}$$

$$w \text{ H}_2\text{O} = 29.01 - 0.205 = 28.805 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = \underline{\underline{691.3 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}}$$

3) Requerimiento de Monómero (VAM)

Base: Capacidad de 25,000 TPA

Cálculo del flujo:

Capacidad (Ton)	10,001.70	10,880.18	15,632.81
-----------------	-----------	-----------	-----------

Flujo (lt/hr)	775.15	845.95	1,163.13
---------------	--------	--------	----------

Extrapolando a 25,000 TPA tenemos : Flujo = 1802.68 $\frac{\text{lt}}{\text{hr}}$

$$\rho = 0.9315 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \text{ (para cualquier capacidad)}$$

$$w \text{ VAM} = 1802.68 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times 0.9315 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} = 1679.2 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = \underline{\underline{40,300.8 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}}$$

4) Requerimiento de alcoholes (Mezcla a reacción).

Base: Capacidad = 25,000 TPA

Cálculo del flujo:

Capacidad (Ton)	10,001.70	10,880.18	15,632.81
-----------------	-----------	-----------	-----------

Flujo (lt/hr)	635.88	692.66	1,067.31
---------------	--------	--------	----------

Extrapolando a 25,000 TPA tenemos : Flujo = 1790.97 $\frac{\text{lt}}{\text{hr}}$

$$\rho = 0.9176 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \text{ (Para cualquier capacidad)}$$

Solución al 7%.

$$w \text{ (sol. (a) 7\%)} = 1790.97 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times 0.9176 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} = 1643.15 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}}$$

$$w \text{ (sol. (a) 7\%)} = \underline{\underline{39,435.6 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}}}$$

$$w \text{ (sol. (a) 7\%)} = 1643.15 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 0.07 = 115.02 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 2,760.48 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ otros} + H_2O = 0.4009$$

$$w \text{ resto} = 1643.15 \times 0.93 = 1528.13 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 36,675.12 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ otros} = 1528.13 \times \frac{0.4009}{100} = 6.13 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 147.12 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w H_2O = 1528.13 - 6.13 = 1522.0 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 36,528.0 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ alcohol} = 115.02 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 2,760.48 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w H_2O = 1,522.00 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 36,528.00 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ Otros} = 6.13 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 147.12 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ TOTAL} = 1,643.15 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 39,435.60 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

Relación de Alcoholes:

$$\text{Alcohol alta viscosidad} = 70 \%$$

$$\text{Alcohol baja viscosidad} = 30 \%$$

$$w \text{ MAV} = 115.02 \times 0.70 = 80.51 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 1,932.24 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w H_2O = 1522.00 \times 0.70 = 1065.40 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 25,569.60 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ Otros} = 6.13 \times 0.70 = 4.29 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 102.96 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ Total (Alcohol alta vis.)} = 1150.20 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 27,604.80 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ ABV} = 115.02 \times 0.30 = 34.51 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 828.24 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w H_2O = 1522.00 \times 0.30 = 456.60 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 10,958.40 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ Otros} = 6.13 \times 0.30 = 1.84 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 44.16 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$w \text{ Total (Alcohol baja vis.)} = 492.95 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 11,830.80 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

Producto Total (Acetato de Polivinilo) :

Capacidad = 25,000 TPA

$$\text{Entrada} = 1679.2 + 1643.15 + 24.56 + 30.87 = 3,377.78 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Resúmen :

$$\frac{\text{Kg}}{\text{hr}} = 3,377.78$$

$$\frac{\text{Kg}}{\text{mes}} = 101,333.40$$

$$\frac{\text{Ton}}{\text{año}} = 25,000.00$$

- Dimensionamiento de Líneas.

1) Área de preparación de Materias Primas.

1.1) Bomba PB-205A (Transferencia de alcohol alta viscosidad).

$$\phi = \frac{9998 \text{ lt}}{15 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ lt}} = 176.1 \text{ GPM (asumiendo llenado en 15 min).}$$

$$\phi = 6" \text{ cd } 40 \therefore \text{Area Transversal (A)} = 0.2006 \text{ ft}^2$$

$$\phi = 176.1 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 1413.9 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$U = 1413.9 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.2006 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 1.96 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Seleccionamos $\phi = 6" \text{ cd } 40$

1.2) Bomba PB-205B (Transferencia de alcohol baja viscosidad).

$$\phi = \frac{4328 \text{ lt}}{15 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ lt}} = 76.2 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 611.8 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 6" \text{ cd } 40 \therefore \text{Area Transversal (A)} = 0.2006 \text{ ft}^2$$

$$U = 611.8 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.2006 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.85 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Seleccionamos $\phi = 6" \text{ cd } 40$

1.3) Bomba PB-206 A/B (Alcohol alta viscosidad a reacción)

$$\phi = 1249.8 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 5.5 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 44.2 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 3" \text{ cd } 40 \therefore \text{Area Transversal} = 0.05130 \text{ ft}^2$$

$$U = 44.2 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.05130 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.24 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Seleccionamos $\phi = 3" \text{ cd } 40$

1.4) Bomba PB-302 A/B (Transferencia de catalizador a tanque de agotamiento).

$$\phi = 4.23 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 0.02 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 0.161 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 3/4" \text{ cd } 40 \therefore \text{Area Transversal } (A) = 0.00371 \text{ ft}^2$$

$$U = 0.161 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.00371 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.012 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Selección $\phi = 3/4" \text{ cd } 40$

1.5) Bomba PB-207 A/B (Alcohol Baja visc. a reacc.)

$$Q = 541 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 2.4 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 19.3 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 3" \text{ cd } 40 \therefore A = 0.05130 \text{ ft}^2$$

$$U = 19.3 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.05130 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.10 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Selección $\phi = 3" \text{ cd } 40$

1.6) Bomba PB-303 A/B (Transf. de cat. al reactor)

$$Q = 18.24 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 0.08 \frac{\text{Gal}}{\text{Min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 0.64 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 3/4" \text{ cd } 40 \therefore A = 0.00371 \text{ ft}^2$$

$$U = 0.64 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.00371 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.048 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Selección $\phi = 3/4" \text{ cd } 40$

1.7) Bomba PB-402 A/B (dosificadora de electrolito)

$$Q = 29.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 0.13 \frac{\text{Gal}}{\text{min}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 1.044 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 1/2" \text{ cd } 40 \therefore A = 0.00211 \text{ ft}^2$$

$$U = 1.044 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.00211 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.08 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Selección $\phi = 1/2" \text{ cd } 40$

2) Area Reacción

2.1) Alimentación de Monómero a Reactor (PB-102 A/B)

$$Q = 1802.68 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 63.7 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 1 \frac{1}{2}'' \text{ cd } 40 \therefore \text{Area Transversal} = A = 0.01414 \text{ ft}^2$$

$$U = 63.7 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.01414 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 1.25 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Selección $\phi = 1 \frac{1}{2}'' \text{ cd } 40$

2.2) Alimentación de mezcla de alcoholes a reacción

$$Q = 1790.8 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 63.3 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 3'' \text{ cd } 40 \therefore A = 0.05130 \text{ ft}^2$$

$$U = 63.3 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.05130 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.34 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Selección $\phi = 3'' \text{ cd } 40$

2.3) Solución de catalizador a reacción

$$Q = 18.24 \text{ lt/hr} = 0.64 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$U = 0.048 \text{ ft/seg} \quad \phi = 3/4'' \text{ cd } 40$$

2.4) Solución de electrolito a reacción

$$Q = 29.05 \text{ lt/hr} = 1.044 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$U = 0.08 \text{ ft/seg} \quad \phi = 1/2'' \text{ cd } 40$$

2.5) Bomba PB-502 A/B (Salida del Reactor)

$$Q = 3281.28 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 116 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 2'' \text{ cd } 40 \therefore A = 0.02330 \text{ ft}^2$$

$$U = 116.0 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.02330 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 1.4 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

Selección $\phi = 2'' \text{ cd } 40$

3) Area finalización y ajuste del producto

3.1) PB-602 A/B (de tanque de agotamiento)

$$Q = 2815.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{7.473 \text{ Gal}} = 99.5 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 4" \text{ cd } 40 \therefore A = 0.08840 \text{ ft}^2$$

$$U = 99.5 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} \times \frac{1}{0.08840 \text{ ft}^2} \times \frac{1 \text{ hr}}{3600 \text{ seg}} = 0.31 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

$$\text{Selección } \phi = 4" \text{ cd } 40$$

3.2) PB-604 A/B/C/D

$$Q = 2815.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 99.5 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\text{Igual a PB-602 A/B} \therefore \phi = 4" \text{ cd } 40$$

3.3) PB-702 A/B/C/D

$$Q = 2815.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = 99.5 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}}$$

$$\phi = 3" \text{ cd } 40 \therefore A = 0.0513 \text{ ft}^2$$

$$U = 0.54 \text{ ft/seg} \therefore \text{Selección } \phi = 3" \text{ cd } 40$$

DIMENSIONAMIENTO DE LINEAS (RESUMEN)

FLUIDO	Ø TUBERIA (in)	DEL EQUIPO	AL EQUIPO	GASTO (GPM)	VELOCIDAD (ft/seg)
ALCOHOL ALTA VISCOSIDAD	6	PTP-201	PTD-203	176.1	1.96
ALCOHOL BAJA VISCOSIDAD	6	PTP-202	PTD-204	76.2	0.85
ALC. ALTA VISC. A REACC.	3	PTD-203	PB-206	5.5	0.24
ALC. BAJA VISC. A REACC.	3	PTD-204	PB-206	2.4	0.10
CATALIZADOR A TANQUE AJUSTE	3/4	PTC-301	PTG-601	0.02	0.012
CATALIZADOR A REACCION	3/4	PTC-301	PR-501	0.08	0.048
ELECTROLITO A REACCION	1/2	PTE-401	PR-501	0.13	0.08
MONOMERO A REACCION	1/2	PTA-101	PR-501	7.9	1.25
MEZCLA A ALCOHOLES A REACC.	3	PB-207	PR-501	7.9	0.34
PRODUCTO A AGOTAM.	2	PR-501	PTG-601	14.4	1.4
PRODUCTO A AJUSTE	4	PTG-601	PTJ-603	12.4	0.31
PRODUCTO A ALMACEN	4	PTJ-603	PTA-701	12.4	0.31
PRODUCTO A CARGA	3	PTA-701	PIPA	12.4	0.54

1) Tanque de almacenamiento de monómero (PTA 101)

Monómero empleado por hora = 1679.2 Kg
 Inventario de Materias Primas = 15 días

$$1679.2 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 15 \text{ días} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 604,512 \text{ Kg}$$

$$\rho_{\text{VAM}} = 0.9315 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$\text{Volúmen del tanque} = \frac{604,512 \text{ Kg}}{0.9315 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 648,966 \text{ lt} \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{lt}}$$

$$\text{Volúmen del tanque} = 649.0 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una L/D = 1.20 (estándar generalmente empleado para tanques atmosféricos)

$$V = \frac{\pi l^3}{4}$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{4V(1.20)^2}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{4(649)(1.20)^2}{\pi}} = 10.6 \text{ m}$$

$$L/D = 1.20 \quad \therefore \quad D = \frac{10.6}{1.20} = 8.8 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño, tenemos:

$$L = 10.6 \times 1.20 = 12.7 \text{ m}$$

$$D = 8.8 \times 1.20 = 10.6 \text{ m}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{\pi (10.6)^2 (12.7)}{4} = 1,120 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V \text{ tanque VAM} = 295,904 \text{ gal}$$

2) Tanque de preparación de alcohol alta viscosidad (PTP 201)

Q alcohol alta viscosidad = 1,150.2 $\frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$

$$\rho_{\text{solución}} = 0.9203 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

* Asumiendo preparación de alcohol para 8 horas de operación, tenemos:

$$1,150.2 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 8 \text{ hr} = 9,201.6 \text{ Kg}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{9,201.6 \text{ Kg}}{0.92030 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 9,998 \text{ lt} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{\text{lt}} = 10 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una L/D = 1.20

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (10) (1.2)^2}{\pi}} = 2.64 \text{ m}$$

$$L/D = 1.20 \therefore D = \frac{2.64}{1.20} = 2.2 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño:

$$L = 2.64 \times 1.20 = 3.17 \text{ m}$$

$$D = 2.20 \times 1.20 = 2.64 \text{ m}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{\pi (2.64)^2 (3.17)}{4} = 16.8 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.785 \text{ lt}}$$

V tanque preparación de alcohol alta viscosidad = 4,446 gal

3) Tanque de preparación de alcohol de baja viscosidad (PTP 202)

$$Q \text{ alcohol baja viscosidad} = 492.95 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

* Asumiendo preparación de alcohol para 8 hr de operación, tenemos :

$$492.95 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 8 \text{ hr} = 3,943.6 \text{ Kg}$$

$$\rho_{\text{solución}} = 0.9112 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$\text{Volúmen del tanque} = \frac{3943.6 \text{ Kg}}{0.9112 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 4327.9 \text{ lt} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{\text{lt}}$$

$$\text{Volúmen del tanque} = 4.3 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una L/D = 1.2

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (4.3) (1.2)^2}{\pi}} = 2.0 \text{ m}$$

$$L/D = 1.2 \quad D = \frac{2.0}{1.2} = 1.67 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño, tenemos:

$$L = 2.0 \times 1.2 = 2.4 \text{ m}$$

$$D = 1.6 \times 1.2 = 2.0 \text{ m}$$

$$V \text{ Tanque} = \frac{\pi (2)^2 (2.4)}{4} = 7.5 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ Gal}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$= 1,981.5 \text{ Gal}$$

V tanque preparación de alcohol baja viscosidad = 1,981.5 gal

- 4) Tanque de adición de alcohol alta viscosidad (PTD 203)

V tanque adición = V tanque preparación = 4,446 gal

- 5) Tanque de adición de alcohol baja viscosidad (PTD 204)

V tanque adición = V tanque preparación = 1,981.5 gal

- 6) Tanque para preparación y adición de catalizador (PTC 301 A/B)

Q catalizador = 24.56 $\frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$

- * Asumiendo preparación de catalizador para 8 horas de operación, tenemos:

$$24.56 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 8 \text{ hr} = 196.48 \text{ Kg}$$

$$\rho \text{ solución} = 1.0934 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{196.48 \text{ Kg}}{1.0934 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 179.7 \text{ lt} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{\text{lt}} = 0.18 \text{ m}^3$$

- * Asumiendo L/D = 1.20

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (0.18) (1.2)}{\pi}} = 0.3 \text{ m}$$

$$L/D = 1.2 \therefore D = \frac{0.3}{1.2} = 0.25$$

Considerando un 20% de sobrediseño:

$$L = 0.3 \times 1.2 = 0.36 \text{ m}$$

$$D = 0.25 \times 1.2 = 0.3 \text{ m}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{\pi (0.3)^2 (0.36)}{4} = 0.03 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V \text{ tanque preparación} = 7.92 \text{ gal}$$

$$V \text{ tanque adición} = 7.92 \text{ gal}$$

- 7) Tanque de preparación y adición de electrolito (PTE 401 A/B)

Q electrolito = 30.87 $\frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$

- * Asumiendo preparación de electrolito para 8 horas de operación, tenemos:

$$30.87 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 8 \text{ hr} = 246.96 \text{ Kg}$$

$$\rho \text{ solución} = 1.0625 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{246.96 \text{ Kg}}{1.0625 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 232.4 \text{ lt} \times \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{\text{lt}} = 0.232 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una $L/D = 1.20$:

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (0.232) (1.2)^2}{\pi}} = 0.75 \text{ m}$$

$$L/D = 1.2 \therefore D = \frac{0.75}{1.20} = 0.625 \text{ m}$$

* Considerando un 20% de sobrediseño:

$$L = 0.75 \times 1.20 = 0.90 \text{ m}$$

$$D = 0.625 \times 1.2 = 0.75 \text{ m}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{\pi (0.75)^2 (0.9)}{4} = 0.4 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V \text{ tanque preparación} = 106 \text{ gal.}$$

$$V \text{ tanque adición} = 106 \text{ gal.}$$

8) Tanques de agotamiento (PTG 601 A/B)

$$Q \text{ emulsión a agotamiento} = 3,373.16$$

* Asumiendo que cada tanque agote la producción de un día de operación, tenemos:

$$3,373.16 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} \times 1 \text{ día} = 80,955.84 \text{ Kg}$$

$$\rho \text{ emulsión} = 1.1028 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{80,955.84 \text{ Kg}}{1.1028 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 73,409.4 \text{ lt} \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{lt}} = 73.4 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una $L/D = 1.20$:

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (73.4) (1.2)^2}{\pi}} = 5.1 \text{ m}$$

$$L/D = 1.20 \therefore D = \frac{5.1}{1.2} = 4.2 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño:

$$L = 5.1 \times 1.2 = 6.1 \text{ m}$$

$$D = 4.2 \times 1.2 = 5.0 \text{ m}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{\pi (5.0)^2 (6.1)}{4} = 119.8 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V \text{ tanque PTG 601 A} = 31,651 \text{ gal}$$

$$V \text{ tanque PTG 601 B} = 31,651 \text{ gal}$$

9) Tanques de ajuste (PTJ 603 A/B)

$$Q \text{ producto a ajuste de especificaciones} = 3,377.78 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

* Asumiendo que en cada tanque se ajustan las especificaciones de la producción de 1 día, tenemos:

$$3,377.78 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{día}} \times 1 \text{ día} = 81,066.67 \text{ Kg}$$

$$\rho_{\text{producto}} = 1.1999 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{81,066.7 \text{ Kg}}{1.1999 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 67,561.2 \text{ lt} \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{lt}} = 67.6 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una L/D = 1.20:

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (67.6) (1.2)^2}{\pi}} = 5.0 \text{ m}$$

$$L/D = 1.2 \therefore D = \frac{5.0}{1.2} = 4.2 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño:

$$L = 5.0 \times 1.2 = 6.0 \text{ m}$$

$$D = 4.2 \times 1.2 = 5.0 \text{ m}$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi (5)^2 (6)}{4} = 117.8 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V_{\text{tanque PTJ 603 A}} = 31,122.9 \text{ gal.}$$

$$V_{\text{tanque PTJ 603 B}} = 31,122.9 \text{ gal.}$$

10) Tanques de almacenamiento de producto terminado (PTA 701 A/B/C/D)

$$Q_{\text{producto a almacenar}} = 3,377.78 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Inventario de producto terminado} = 1 \text{ dfa}$$

$$3,377.78 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 24 \frac{\text{hr}}{\text{dfa}} \times 1 \text{ dfa} = 81,066.77 \text{ Kg}$$

$$\rho_{\text{producto}} = 1.1999 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{81,066.7 \text{ Kg}}{1.1999 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 67,561.3 \text{ lt} \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{lt}} = 67.6 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una L/D = 1.20:

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (67.2) (1.20)^2}{\pi}} = 5.0 \text{ m}$$

$$L/D = 1.20 \therefore D = \frac{5.0}{1.2} = 4.17 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño:

$$L = 5.0 \times 1.2 = 6.0 \text{ m}$$

$$D = 4.17 \times 1.2 = 5.0 \text{ m}$$

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\pi (5)^2 (6)}{4} = 117.8 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal.}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V_{\text{tanque PTA 701 A}} = 31,122.9 \text{ gal.}$$

$$V_{\text{tanque PTA 701 B}} = 31,122.9 \text{ gal.}$$

$$V_{\text{tanque PTA 701 C}} = 31,122.9 \text{ gal.}$$

$$V_{\text{tanque PTA 701 D}} = 31,122.9 \text{ gal.}$$

Dimensionamiento del tanque de almacenamiento de inhibidor

Según la tecnología seleccionada, se requieren dos partes de inhibidor por parte de iniciador.

$$V \text{ reactor} = 43,800 \text{ lt}$$

$$\text{Nivel máximo de operación} = 50 \text{ in} = 1.27 \text{ m}$$

$$V \text{ operación} = 12.9 \text{ m}^3$$

Masa de parolita en el reactor (iniciador):

$$12,900 \text{ lt} \times 1.028 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times 0.0019 = 27.0 \text{ Kg}$$

$$\text{Masa de inhibidor} = 27.0 \text{ Kg} \times 2 = 54.0 \text{ Kg}$$

$$S_{gr} \Big|_{20^{\circ}\text{C}} = 0.8666 \quad \therefore \rho = 0.8666 \times 1 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} = 0.8666 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$V = \frac{27 \text{ Kg}}{0.8666 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 31.2 \text{ lt} \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 0.031 \text{ m}^3$$

* Asumiendo $L/D = 1.20$:

$$L = \sqrt[3]{\frac{4 (0.031) (1.2)^2}{\pi}} = 0.385 \text{ m}$$

$$\frac{L}{D} = 1.20 \quad \therefore \quad D = \frac{0.385}{1.2} = 0.32 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño, tenemos:

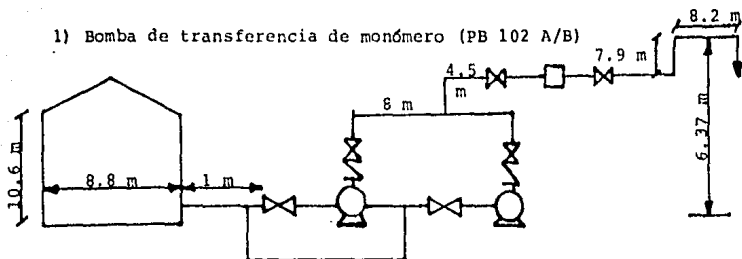
$$L = 0.385 \times 1.20 = 0.462$$

$$D = 0.320 \times 1.20 = 0.364$$

$$V \text{ tanque} = \frac{\pi (0.364)^2 (0.462)}{4} = 0.481 \text{ m}^3 \times \frac{1,000 \text{ lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V \text{ tanque} = 12.7 \text{ gal.}$$

1) Bomba de transferencia de monómero (PB 102 A/B)



Datos:

$$Q = \frac{1,679.2 \text{ Kg/hr}}{0.93150 \text{ Kg/lit}} = 1802.7 \frac{\text{lit}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lit}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}$$

$$Q = 7.94 \text{ GPM}$$

$$T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Tuberfa} = 1\frac{1}{2}'' \text{ cd } 40$$

$$\mu = 0.430$$

$$\text{D. I.} = 0.1342 \text{ ft}$$

$$\text{Presión en el tanque} = 0 \text{ psig}$$

$$\text{Columna Hidrostática} = 6.37 \text{ m}$$

$$\text{Presión inicial} = 0 \text{ psig}$$

$$L = 29.6 \text{ m} \times 3.28 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 97.1 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
4 válvulas compuerta	13 x 4	52
1 válvula check	135 x 1	135
6 codos de 90°	30 x 6	180
1 "T"	20 x 1	20

$$L \text{ equivalente} = 387 \times 0.1342 \text{ ft} = 51.9 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 97.1 \text{ ft} + 51.9 \text{ ft} = 149.0 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tuberfa, tenemos:

$$P \text{ en } 149 \text{ ft} = \frac{149 \text{ ft} \times 5 \text{ lb/in}^2}{100 \text{ ft}} = 7.45 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 1,072.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 0.9315 \frac{\text{Kg}}{\text{lit}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lit}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 12 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\text{Columna Hidrostática} = 6.37 \text{ m} \times \frac{3.281 \text{ ft}}{\text{m}} = 20.9 \text{ ft}$$

$$H = 20.9 \text{ ft} \times \frac{1,072.8 \text{ lb/ft}^2}{12 \text{ lb/ft}^3} = 110.3 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño: $H = 132.4 \text{ ft}$

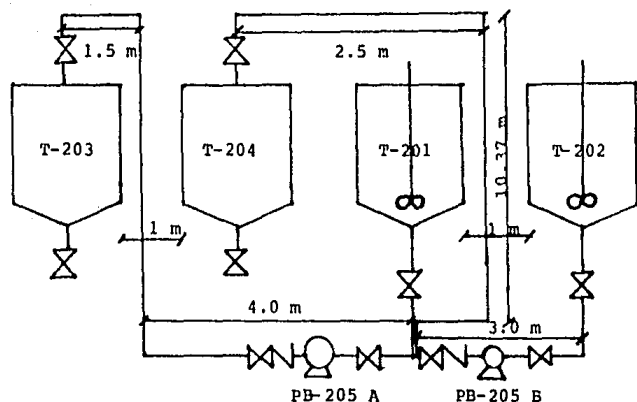
* Suponiendo una eficiencia del 30%:

$$\text{BHP} = \frac{Q H \rho}{247,000 \eta}$$

$$\text{BHP} = \frac{7.94 \times 132.4 \times 12}{247,000 \times 0.3} = 0.170 \text{ HP}$$

$$\therefore \text{BHP} = 1/4 \text{ HP}$$

2) Bomba de transferencia de alcoholes a tanques adición (PB-205 A/B)



2.1) Cálculo de PB-205 A (alcohol alta viscosidad a tanques adición):

$$\text{Datos: Volúmen del T-201} = 317 \text{ gal} \times \frac{3.785 \text{ lt}}{\text{gal}} = 1,200 \text{ lt}$$

$$\text{Volúmen de operación} = 1,200 \text{ lt} \times 0.85 = 1,020 \text{ lt}$$

$$\text{Volúmen a transferir} = 1,249.81 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times 8 \text{ hr} = 9,998 \text{ lt}$$

$$= 10 \text{ m}^3$$

Considerando 15 minutos para el llenado:

$$Q = \frac{9,998 \text{ lt} \times 1 \text{ gal}}{15 \text{ min} \times 3.785 \text{ lt}} = 176.1 \text{ GPM}$$

$$\text{Tubería } 6'' \text{ cd } 40 \text{ .'. D.I.} = 0.5054 \text{ ft}$$

$$\text{Longitud} = 4.0 + 1.5 = 5.5 \text{ m} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{\text{m}} = 18.04 \text{ ft}$$

Accesorios:

	L/D	L/D
4 válvulas compuerta	13 x 4	52
1 válvula check	135 x 1	135
4 codos 90°	30 x 4	<u>120</u>
		307

$$L \text{ eq.} = 307 \times 0.5054 \text{ ft} = 155.2 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 18.04 + 155.2 = 173.24 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 173.24 \text{ ft} = \frac{173.24 \times 5}{100} = 8.66 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 1,247.4 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 0.9203 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 11.85 \frac{\text{lb}_3}{\text{ft}^3}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 10.73 \text{ m} \times \frac{3.281 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 35.2 \text{ ft}$$

$$H = 35.2 \text{ ft} + \frac{1,247.04 \text{ lb/ft}^2}{11.85 \text{ lb/ft}^3} = 140.4 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño $\therefore H = 168.5 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{176.1 \times 168.5 \times 11.85}{247,000 \times 0.30} = 4.75 \text{ HP}$$

2.2) Cálculo de PB-205 B (alcohol baja viscosidad a tanques adición):

$$\text{Datos: Volúmen del T-202} = 1,981.5 \text{ gal} \times \frac{3.785 \text{ lt}}{\text{gal}} = 7,500 \text{ lt}$$

$$\text{Volúmen de operación} = 7,500 \text{ lt} \times 0.85 = 6,375 \text{ lt}$$

$$\text{Volúmen a transferir} = 541 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times 8 \text{ hr} = 4,328 \text{ lt} = 4.3 \text{ m}^3$$

Considerando 15 minutos para llenado:

$$Q = \frac{4,328 \text{ lt}}{15 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} = 76.2 \text{ GPM}$$

$$\text{Tubería} = 6" \text{ cd } 40 \therefore D. I. = 0.5054 \text{ ft}$$

$$\text{Longitud} = 3.0 + 2.5 = 5.5 \text{ m} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{\text{m}} = 18.04 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
4 válvulas compuerta	13 x 4	52
1 válvula check	135 x 1	135
5 codos 90°	30 x 5	<u>150</u>
		337

$$L \text{ eq.} = 337 \times 0.5054 = 170.3 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 18.04 + 170.3 = 188.34 \text{ ft}$$

Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 188.34 \text{ ft} = \frac{188.34}{100} \times 5 = 9.42 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 1,356 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 0.9112 \frac{\text{kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 11.7 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 10.73 \text{ m} \times \frac{3.281 \text{ ft}}{\text{m}} = 35.2 \text{ ft}$$

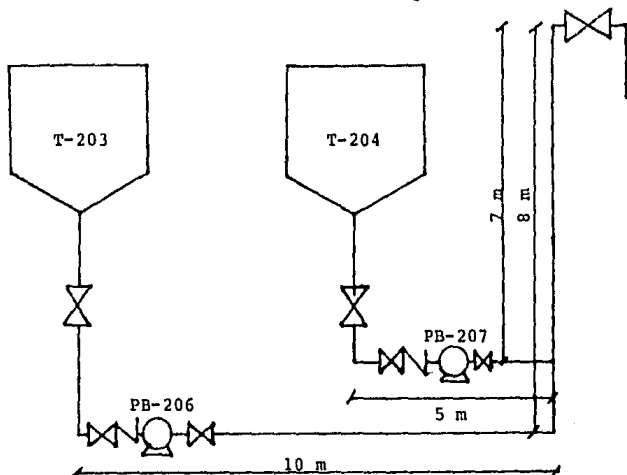
$$H = 35.2 \text{ ft} + \frac{1,356.5 \text{ lb/ft}^2}{11.7 \text{ lb/ft}^3} = 151.1 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 181.3 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{76.2 \times 181.3 \times 11.7}{247,000 \times 0.3} = 2.18 \text{ HP}$$

3) Bombas dosificadoras de alcoholes (PB-206 A/B y PB-207 A/B)



3.1) Cálculo de PB-206 A/B (alcohol alta viscosidad a reacción):

$$Q = 1,249.8 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 5.5 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 8 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 26.2 \text{ ft}$$

$$\text{Tuberfa} = 3" \text{ cd } 40 \quad \therefore \quad \text{D.I.} = 0.2557 \text{ ft}$$

$$L = 10 \text{ m} \times 3.28 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 32.8 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
1 válvula check	135 x 1	135
4 válvulas compuerta	13 x 4	52
4 codos 90°	30 x 4	<u>120</u>
		307

$$L \text{ eq.} = 307 \times 0.2557 = 78.5 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 32.8 \text{ ft} + 78.5 \text{ ft} = 111.3 \text{ ft}$$

Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 111.3 \text{ ft} = \frac{111.3 \times 5}{100} = 5.6 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 806.4 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 0.9203 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 11.8 \frac{\text{lb}_3}{\text{ft}^3}$$

$$H = 26.2 + \frac{806.4}{11.8} = 94.5 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 113.4 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{5.5 \times 113.4 \times 11.8}{247,000 \times 0.3} = 0.10 \text{ HP}$$

3.2) Cálculo de PB-207 A/B (alcohol baja viscosidad a reacción):

$$Q = 541 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 2.4 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 7 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 23.0 \text{ ft}$$

Tubería = 3" cd 40 .'. D.I. = 0.2557 ft

$$L = 5 \text{ m} \times \frac{3.28 \text{ ft}}{\text{m}} = 16.4 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
1 válvula check	135 x 1	135
4 válvulas compuerta	13 x 4	52
3 codos 90°	30 x 3	90
1 "T"	20 x 1	<u>20</u>
		297

$$L_{eq} = 297 \times 0.2557 = 75.9 \text{ ft}$$

$$L_{total} = 16.4 \text{ ft} + 75.9 \text{ ft} = 92.3 \text{ ft}$$

Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 92.3 \text{ ft} = \frac{92.3 \times 5}{100} = 4.6 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 662.4 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 0.9112 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 11.7 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

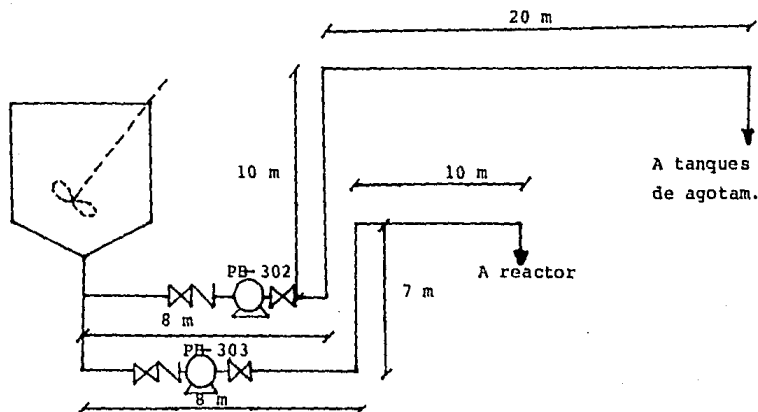
$$H = 23.0 + \frac{662.4}{11.7} = 79.6 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 95.5 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{2.4 \times 95.5 \times 11.7}{247,000 \times 0.30} = 0.04 \text{ HP}$$

4) Bombas dosificadoras de catalizador (PB-302 A/B y PB-303 A/B)



4.1) Cálculo de la bomba de transferencia de catalizador al reactor:

$$Q = 18.24 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 0.08 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 7 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 23 \text{ ft}$$

$$\text{Tubería} = 3/4" \text{ cd } 40 \quad \therefore \text{ D.I.} = 0.0687 \text{ ft}$$

$$L = 18 \text{ m} \times 3.28 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 59.04 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
4 codos 90°	30 x 4	120
1 "T"	20 x 1	20
2 válvulas compuerta	13 x 2	26
1 válvula check	135 x 1	<u>135</u>
		301

$$L \text{ eq.} = 301 \times 0.0687 = 20.7 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 59.04 \text{ ft} + 20.7 \text{ ft} = 79.74 \text{ ft}$$

Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 79.74 \text{ ft} = \frac{79.74 \times 5}{100} = 4 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 576 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 1.0934 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 14.07 \frac{\text{lb}_3}{\text{ft}^3}$$

$$H = 23 + \frac{576}{14.07} = 63.9 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 76.7 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{0.08 \times 76.7 \times 14.07}{247,000 \times 0.30} = 0.01 \text{ HP}$$

4.2) Cálculo de la bomba de transferencia de catalizador al tanque de agotamiento (PB-302 A/B)

$$Q = 4.23 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 0.02 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 10 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 32.8 \text{ ft}$$

$$L = 28 \text{ m} \times \frac{3.281 \text{ ft}}{\text{m}} = 91.9 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>ID/D</u>
2 válvulas compuerta	13 x 2	26
3 codos 90°	30 x 3	90
1 "T"	20 x 1	20
1 válvula check	135 x 1	<u>135</u>
		271

$$L \text{ eq.} = 271 \times 0.0687 = 18.6 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 91.9 \text{ ft} + 18.6 \text{ ft} = 110.5 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 110.5 \text{ ft} = \frac{110.5 \times 5}{100} = 5.5 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 792 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 0.9203 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 11.8 \frac{\text{lb}_3}{\text{ft}^3}$$

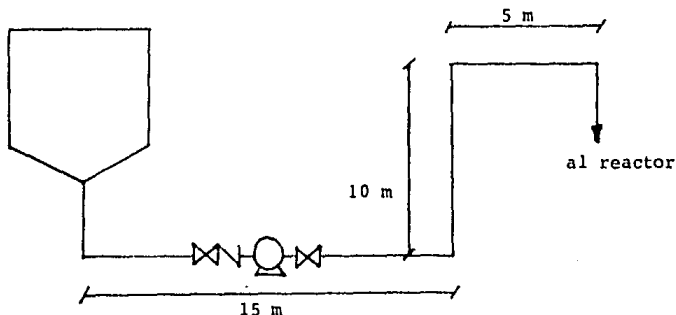
$$H = 32.8 + \frac{792}{11.8} = 99.9 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 119.9 \text{ ft}$

* Asumiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{0.02 \times 119.9 \times 11.8}{247,000 \times 0.30} = 0.0004 \text{ HP}$$

5) Bombas dosificadoras de electrolito (PB - 402 A/B)



$$Q = 29.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 0.13 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 10 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{in}} = 32.81 \text{ ft}$$

$$\text{Tubería} = 1/2" \text{ cd } 40 \quad \therefore \text{ D.I.} = 0.0518 \text{ ft}$$

$$L = 20 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{in}} = 65.62 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
2 válvulas compuerta	13 x 2	26
4 codos 90°	30 x 4	120
1 válvula check	135 x 1	<u>135</u>
		281

$$L \text{ eq.} = 281 \times 0.0518 = 14.6 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 65.62 + 14.6 = 80.2 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 80.2 \text{ ft} = \frac{80.2 \times 5}{100} = 4 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 576.0 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 1.0625 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3}$$

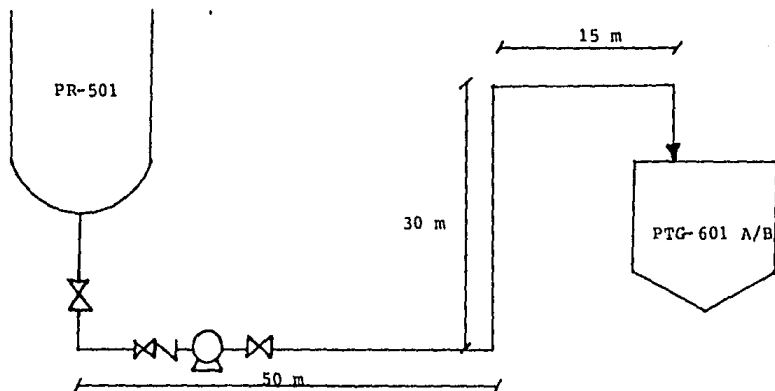
$$H = 32.81 + \frac{576.0}{13.7} = 74.9 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 89.9 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{0.13 \times 89.9 \times 13.7}{247,000 \times 0.30} = 0.002 \text{ HP}$$

6) Bombas de transferencia del reactor a tanques de agotamiento
(PB-502 A/B)



$$Q = 3,281.28 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 14.4 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 30 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 98.43 \text{ ft}$$

$$\text{Tubería} = 2" \text{ cd } 40 \quad \therefore \text{ D.I.} = 0.1722 \text{ ft}$$

$$L = 65 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 98.43 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
3 válvulas compuerta	13 x 3	39
4 codos 90°	30 x 4	120
1 válvula check	135 x 1	<u>135</u>
		294

$$L \text{ eq.} = 294 \times 0.1722 = 50.6 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 213.3 + 50.6 = 263.9 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 263.9 \text{ ft} = \frac{263.9 \times 5}{100} = 13.2 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 1,900.8 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 1.1028 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 14.2 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

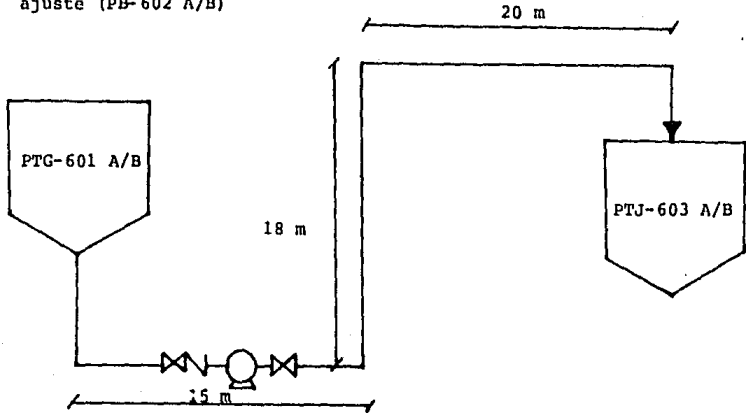
$$H = 98.43 + \frac{1,900.8}{14.2} = 232.3 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 278.8 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{14.4 \times 278.8 \times 14.2}{247,000 \times 0.30} = 0.8 \text{ HP}$$

- 7) Bombas de transferencia de tanque de agotamiento a tanques de ajuste (PB-602 A/B)



$$Q = 2815.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 12.4 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 18 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 59.06 \text{ ft}$$

$$\text{Tubería} = 4" \text{ cd } 40 \text{ .} \therefore \text{D.I.} = 0.3355$$

$$L = 35 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 114.8 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
2 válvulas compuerta	13 x 2	26
4 codos 90°	30 x 4	120
1 válvula check	135 x 1	<u>135</u>
		281

$$L \text{ eq.} = 281 \times 0.3355 = 94.3 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 114.8 + 94.3 = 209.1 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 209.1 \text{ ft} = \frac{209.1 \times 5}{100} = 10.5 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 1,512.0 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 1.1999 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times \frac{1 \text{ lb}}{2.2 \text{ Kg}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} = 15.4 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

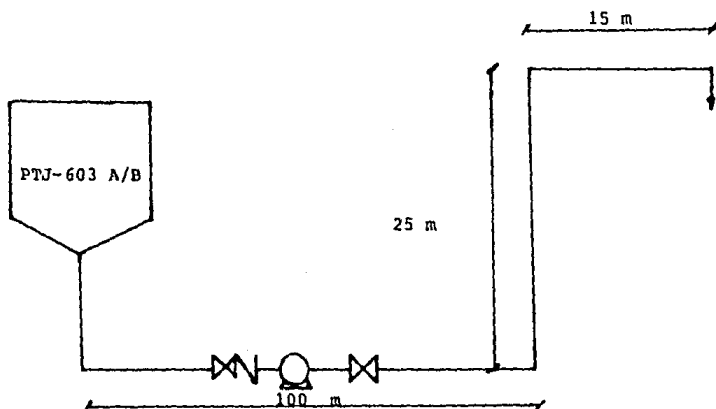
$$H = 59.06 + \frac{1,512.0}{15.4} = 157.2 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 188.6 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{12.4 \times 188.6 \times 15.4}{247,000 \times 0.30} = 0.50 \text{ HP}$$

- 8) Bombas de transferencia de tanques de ajuste a tanques de almacenaje (PB-604A/B/C/D)



$$Q = 2,815.05 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 12.4 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 25 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 82.03 \text{ ft}$$

$$\text{Tubería} = 4'' \text{ cd } 40 \quad \therefore \text{ D.I.} = 0.3355 \text{ ft}$$

$$L = 115 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 377.3 \text{ ft}$$

Accesorios:

	L/D	L/D
2 válvulas compuerta	13 x 2	26
4 codos 90°	30 x 4	120
1 válvula check	135 x 1	<u>135</u>
		281

$$L \text{ eq.} = 281 \times 0.3355 = 94.3 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 377.3 + 94.3 = 471.6 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 471.6 \text{ ft} = \frac{471.6 \times 5}{100} = 23.6 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 3,398.4 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 15.4 \frac{\text{lb}_3}{\text{ft}_3}$$

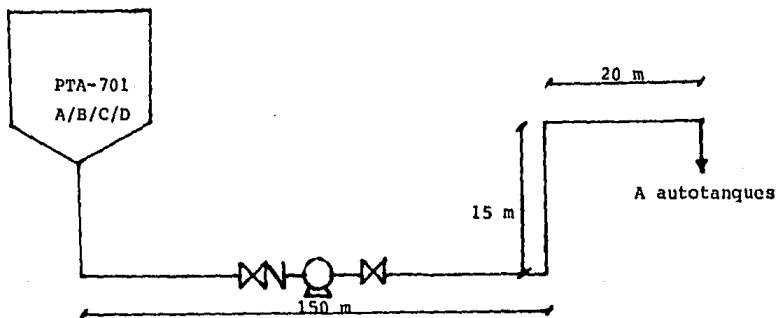
$$H = 82.03 + \frac{3,398.4}{15.4} = 302.73 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño .'. $H = 363.3 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{12.4 \times 363.3 \times 15.4}{247,000 \times 0.30} = 0.9 \text{ HP}$$

9) Bombas de carga de producto terminado a autotanques (PB-702 A/B/C)



$$Q = 12.4 \text{ GPM}$$

$$\text{Columna hidrostática} = 15 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 49.2 \text{ ft}$$

$$\text{Tubería} = 3" \text{ cd } 40 \quad \therefore \text{ D.I.} = 0.2557 \text{ ft}$$

$$L = 170 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 557.8 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
2 válvulas compuerta	13 x 2	26
4 codos 90°	30 x 4	120
1 válvula check	135 x 1	<u>135</u>
		281

$$L \text{ eq.} = 281 \times 0.2557 = 71.9 \text{ ft}$$

$$L \text{ total} = 557.8 + 71.9 = 629.7 \text{ ft}$$

* Asumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 629.7 \text{ ft} = \frac{629.7 \times 5}{100} = 31.5 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}_2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 4,536 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 15.4 \text{ lb/ft}^3$$

$$H = 49.2 + \frac{4536}{15.4} = 343.7 \text{ ft}$$

Considerando un 20% de sobrediseño $\therefore H = 412.4 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{12.4 \times 412.4 \times 15.4}{247,000 \times 0.30} = 1.1 \text{ HP}$$

Dimensionamiento del reactor de polimerización
y equipo periférico

Cálculo de las dimensiones del reactor (PR-501)

$$Q = 3,400 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

por lo que para una hora de operación:

$$Q = 3,400 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 1 \text{ hr} = 3,400 \text{ Kg}$$

$$\rho_{\text{emulsión}} = 1.1028 \text{ Kg/lt}$$

$$V \text{ tanque} = \frac{3,400 \text{ Kg}}{1.1028 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}} = 3,083.1 \text{ lt} = 3.08 \text{ m}^3$$

* Asumiendo una $L/D = 1.20$:

$$L = \sqrt[3]{\frac{(4) (3.08) (1.2)^2}{\pi}} = 1.8 \text{ m}$$

$$L/D = 1.2 \quad \therefore \quad D = \frac{1.8}{1.2} = 1.5 \text{ m}$$

Considerando un 20% de sobrediseño:

$$L = 1.8 \times 1.2 = 2.16 \text{ m}$$

$$D = 1.5 \times 1.2 = 1.80 \text{ m}$$

$$V \text{ reactor} = \frac{\pi (1.8)^2 (2.16)}{4} = 5.497 \text{ m}^3 \times 1000 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}}$$

$$V \text{ reactor} = 1,450 \text{ gal.}$$

Cálculo del tiempo de residencia en el reactor.

Volúmen de entrada = Volúmen de salida

$$\rho = 1.1999 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

$$\text{Flujo de entrada} = 3,373.16 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$\text{Gasto} = \frac{3,373.16 \text{ Kg/hr}}{1.1999 \text{ Kg/lt}} = 2,811.2 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}} = 12.4 \text{ GPM}$$

$$\text{Volúmen de entrada} = 3,640.77 \frac{\text{lt}}{\text{hr}} = V_o$$

$$\rho = \frac{3,373.16 \text{ Kg/hr}}{3,640.77 \text{ lt/hr}} = 0.9265 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}}$$

Para sistemas con V salida \neq V entrada (por considerar volúmenes aditivos):

$$\int \lambda = \frac{V(a_{fa=1}) - V(a_{fa=0})}{V(a_{fa=0})} = \frac{2,811.2 - 3,640.77}{3,640.77} = -0.2279$$

Conversión = 95%

$$\bar{\theta} = \frac{V_{\text{reactor}}}{V_o (1 - 0.2279 \times 0.95)} = \frac{5,497}{3,640.77 (1 - 0.2279 \times 0.95)} = 2.06 \text{ hr}$$

$$\bar{\theta} = 2.06 \text{ hr} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 123.6 \text{ min}$$

Cálculo de la carga térmica en la chaqueta del reactor.

Se considerará que el máximo nivel de líquido en el reactor es del 60% del volumen total del reactor, por lo tanto, si el volumen del reactor (V_r) es de 1,450 galones, se tiene:

$$V \text{ líquido} = 0.6 V_r = 870 \text{ gal.}$$

$$V \text{ líquido} = V \text{ tapa} + V \text{ cilindro}$$

Considerando tapa elipsoidal, $V \text{ tapa} = 0.513 h d_i^2$ (*)

(*) Fuente de información: Perry, cap. 6 pág. 6.87 = $V \text{ tapa} = \frac{\pi}{6} h d_i^2$

Diámetro interno = 1.6637 m

Altura de la tapa = 0.3286 m

$$V \text{ tapa} = 0.513 (0.3286) (1.6637)^2 = 0.4666 \text{ m}^3$$

$$V \text{ tapa} = 123.3 \text{ gal.}$$

Por lo tanto: $V \text{ cilindro} = V \text{ liq.} - V \text{ tapa} = 870 - 123.3$

$$V \text{ cilindro} = 746.7 \text{ gal.} = 2.826 \text{ m}^3$$

$$\pi r^2 h = 2.826 \text{ m}^3$$

$$h = \frac{2.826 \text{ m}^3}{\pi r^2} = \frac{2.826 \text{ m}^3}{\pi (1.6637 \text{ m}/2)^2}$$

$$h = 1.3 \text{ m (nivel de líq. arriba de chaqueta inferior)}$$

Area de transferencia de la chaqueta inferior:

$$A = \pi D_o L + \pi r_o^2$$

Altura = 0.76835 m = L

} Considerado al centro de la boquilla.

Diámetro externo = 1.6764 m = D_o

$$A = \pi (1.6764) (0.76835) + \pi (1.6764/2)^2 = 4.0466 + 2.2072$$

$$A = 6.1186 \text{ m}^2 \times \frac{(3.28083 \text{ ft})^2}{\text{m}^2} = 65.9 \text{ ft}^2$$

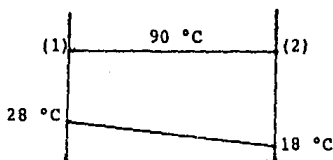
Carga térmica en la chaqueta inferior:

Temperatura en el reactor = 90 °C

Temperatura del agua de enfriamiento:

$$T \text{ entrada} = 18 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T \text{ salida} = 28 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



$$\Delta T_1 = 90 - 28 = 62 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 90 - 18 = 72 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{72 - 62}{\ln \frac{72}{62}} = 66.875 \text{ }^{\circ}\text{C} = 152.4 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Cálculo del coeficiente total de transferencia de calor (U_D)

Suposiciones:

- 1) Se considerará la mezcla de reacción como VAM.
- 2) Las propiedades físicas del VAM a $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ como densidad y conductividad térmica serán consideradas igual a las del agua.
- 3) La viscosidad se considera a $T = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (temp. de reacción).
- 4) Se considerará el C_p del agua.

Datos:

$$\rho = 60.26 \text{ lb/ft}^3$$

$$k = 0.4 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ (}^{\circ}\text{F/ft)}$$

$$\mu = 1,600 \text{ Centipoises}$$

$$C_p = 1.0 \text{ BTU/lb }^{\circ}\text{F}$$

Coefficiente de transferencia de calor (h_j):

$$\left[\frac{h_j T}{k} \right] = 0.85 \left[\frac{D^2 N \rho}{\mu} \right]^{0.66} \left[\frac{C_p \mu}{k} \right]^{0.33} \left[\frac{Z}{T} \right]^{-0.56} \left[\frac{D}{T} \right]^{0.13} \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0.14} \quad (*)$$

(*) Fuente de información: Chemical Engineering Febrero 2, 1976.

Donde :

T = Diámetro del tanque.

D = Diámetro del impulsor.

Z = Nivel del líquido.

N = Revoluciones por hora del agitador.

Suponiendo que:

$$\frac{D}{T} = 0.4 \quad \frac{Z}{T} = 0.69 \quad N = 260 \text{ RPM} \quad T = 4.9 \text{ ft}$$

$$\frac{D}{T} = 0.4 \quad \frac{Z}{T} = 0.69 \quad N = 15,600 \text{ RPH} \quad D = 2.17 \text{ ft}$$

$$\left[\frac{D^2 N \rho}{\mu} \right]^{0.66} = \frac{(2.17)^2 (15,600) (60.26)}{1,600 \times 2.42}^{0.66} = 104.32$$

$$\left[\frac{C_p \mu}{k} \right]^{0.33} = \frac{(1) (1,600) (2.42)}{0.4}^{0.33} = 20.7$$

$$\left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0.14} = 1$$

$$\frac{h_j T}{k} = 0.85 (104.32) (20.7) (0.69)^{-0.56} (0.4)^{0.13} (1) = 2,005.7$$

$$h_j = \frac{(2,005.7) (0.4)}{4.9} = 163.7$$

$$\text{Temperatura promedio del agua} = \frac{18 + 28}{2} = 23 \text{ } ^\circ\text{C} = 73.4 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Suponiendo que el coeficiente de transferencia de calor (h_{id}) por el lado de la chaqueta, es idéntico al coeficiente de transferencia de calor de agua en los tubos (ref: fig. 25, pág. 940 Kern), y suponiendo una velocidad $v = 5.5 \text{ ft/seg}$, tenemos:

$$h_{id} = 1,160 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_j}{h_{io} + h_j} = \frac{(1,160) (163.7)}{1,160 + 163.7} = 143.5$$

* Suponiendo un factor de incrustación $R_d = 0.004$, tenemos:

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{U_C} + R_d$$

$$\text{De cap. 6 pág. 136 Kern: } \frac{1}{U_D} = \frac{1}{143.5} + 0.004 = 0.01096$$

$$U_D = 91.17 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Carga térmica en la chaqueta inferior:

$$Q = U_D A \Delta T = 91.17 \times 65.9 \times 152.4$$

$$Q = 915,634.9 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \times 0.252 \frac{\text{Kcal}}{\text{BTU}}$$

$$Q = 230,740 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Carga térmica en la chaqueta superior:

$$\text{Area chaqueta superior} = A = \pi D_o L$$

$$D_o = 1.6768 \text{ m}$$

$$L = 18 \text{ in} \times \frac{1}{39.37 \text{ in}} = 0.4572 \text{ m}$$

$$A = \pi (1.6768) (0.4572) = 2.408 \text{ m}^2 \times \frac{(3.2803 \text{ ft})^2}{\text{m}^2}$$

$$A = 25.9 \text{ ft}^2$$

Considerando vapores de VAM:

$$\lambda_{727 \text{ } ^\circ\text{C}} = 90.6 \text{ Kcal/Kg}$$

$$\% \text{ conversión} = 95\%$$

VAM que no reacciona = 0.05 (1,679.2 Kg/hr) = 83.96 Kg/hr

$$Q = \lambda_m = 90.6 \times 83.96 = 7606.8 \text{ Kcal/hr}$$

Carga térmica total en la chaqueta:

$$Q_t = 7606.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} + 230,740 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} = 238,346 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$Q \text{ reacción} = \Delta H \text{ reacción} \times m$$

$$m = \text{Kg/hr VAM} = 1679.2 \text{ Kg/hr}$$

$$Q \text{ reacción} = 1,679.2 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 21 \frac{\text{Kcal}}{\text{mol}} \times \frac{1 \text{ mol}}{86.1 \text{ gr}} \times \frac{1,000 \text{ gr}}{1 \text{ Kg}}$$

$$Q \text{ reacción} = 409,561 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$Q \text{ reacción} = Q \text{ chaqueta} + Q \text{ condensador}$$

$$Q \text{ condensador} = 409,561 - 238,346$$

$$Q \text{ condensador} = 171,215 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} (*)$$

(*) a ser corregido al checar la velocidad por la chaqueta,

Condensador de reflujo.

$$T \text{ entrada} = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T \text{ salida} = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = w C_p (T_2 - T_1)$$

$$w = \frac{171,215 \text{ Kcal/hr}}{1 (28 - 18)} = 17,121.5 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Chaqueta superior:

$$w = \frac{7,606.8 \text{ Kcal/hr}}{1 (10)} = 760.68 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Chaqueta inferior:

$$w = \frac{230,740 \text{ Kcal/hr}}{(1) (10)} = 23,074 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

Corrección de la carga térmica en la chaqueta inferior por velocidad:

- Cálculo del área de la chaqueta:

$$D \text{ eq.} = 4 \text{ rh}$$

D eq. = Diámetro equivalente

rh = Radio hidráulico.

$$rh = \frac{a \times l}{2(a-l)} = \frac{\text{Area mojada}}{\text{Perímetro húmedo}}$$

Chaqueta

Reactor

$$l = 11 \text{ \"}$$

$$a = 1 \frac{3}{4} \text{ \"}$$

$$a = 1 \frac{3}{4} \text{ \"} = 4.445 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$l = 11.0 \text{ \"} = 27.94 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$rh = \frac{(27.94 \times 10^{-2} \text{ m}) (4.445 \times 10^{-2} \text{ m})}{2(27.94 \times 10^{-2} + 4.445 \times 10^{-2})} = 0.1917 \text{ m}$$

$$D \text{ eq.} = 4 (0.1917) = 0.7668 \text{ m}$$

$$\text{Area} = a \times l = (1.75) (11) = 19.25'' \times \frac{1 \text{ ft}^2}{144 \text{ in}^2}$$

$$\text{Area} = 0.1336 \text{ ft}^2 = 1242.6 \times 10^{-5} \text{ in}^2$$

$$H_2O = 62.36 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$\text{Velocidad} = v = 23,074 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 2.2046 \frac{\text{lb}}{\text{Kg}} \times \frac{1 \text{ hr}}{3,600 \text{ seg}} \times \frac{1 \text{ ft}^3}{62.36 \text{ lb}}$$

$$v = 0.2266 \frac{\text{ft}^3}{\text{seg}} \times \frac{1}{0.1336 \text{ ft}^2} = 1.696 \frac{\text{ft}}{\text{seg}}$$

$$v \text{ supuesta} = 5.5 \text{ ft/seg}$$

$$* \text{ Suponiendo } v = 1.5 \text{ ft/seg} \Rightarrow h_{10} = 418$$

$$U_c = \frac{418 \times 163.7}{418 + 163.7} = 117.6$$

$$\frac{1}{U_D} = \frac{1}{117.6} + 0.004 = 0.0125$$

$$U_D = 80.0$$

$$Q \text{ chaqueta inferior} = 915,634.9 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \times \frac{82.078}{84.620}$$

$$Q = 888,129 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} = 223,808.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$w_{H_2O} = \frac{223,808.5 \text{ Kcal/hr}}{(1) (10)} = 22,380.9 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$w_{H_2O} = 22,380.9 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times \frac{2.2046 \text{ lb}}{\text{Kg}} = 49,340.9 \frac{\text{lb}}{\text{hr}}$$

$$v = \frac{49,340.9 \text{ lb/hr}}{3,600 \text{ seg}} \times \frac{1}{62.36 \text{ lb}} \times \frac{1}{0.1336 \text{ ft}^2}$$

$$v = 1.6 \text{ ft/seg}$$

Por lo tanto, v supuesta = v calculada

$$\begin{aligned} \text{Carga térmica total en la chaqueta} &= 223,808.5 + 7,606.8 \\ &= 231,415.3 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}} \end{aligned}$$

Carga térmica en el condensador de reflujo:

$$Q_c = 409,561 - 231,415.3 = 178,145.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Comparando con el 40% del Q de reacción:

$$Q_c = 0.40 (409,561) = 163,824 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

por lo tanto, para el diseño se tomará la carga térmica calculada por diferencias de calor más un 25% de sobrediseño, con lo que tenemos:

$$Q_c \text{ diseño} = 178,145.7 \times 1.25 = 222,682.1 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$\text{Consumo de agua} = 22,268.2 \text{ Kg/hr}$$

Consumo de vapor:

La mezcla se calentará desde 20 °C hasta 78 °C con vapor saturado de 4.5 --- Kg/cm² en un tiempo θ .

Balance de calor:

$$\frac{dQ}{d\theta} = m C_p \frac{dt}{d\theta} = U A T$$

$$\ln \frac{T - t_1}{T - t_2} = \frac{U A \theta}{m C_p}$$

T = Temperatura del vapor (153 °C = 308 °F)

t = Temperatura del agua

m = Masa del líquido

θ = Tiempo (hr)

Cálculo de la masa del líquido:

$$\text{Volumen reactor} = 1,450 \text{ gal} \times \frac{3.785 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{\text{gal}} = 5.49 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{mezcla}} = 1,000 \text{ Kg/m}^3 \text{ (se considera como agua)}$$

$$\text{por lo tanto: } m = 5.49 \text{ m}^3 \times 1,000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} = 5,490 \text{ Kg} \times \frac{2.2 \text{ lb}}{\text{Kg}} = 12,078 \text{ lb}$$

Cálculo de "U":

Consideraciones:

- 1) Se tomarán las mismas que para el cálculo de la carga térmica en la chaqueta inferior.
- 2) La densidad y la conductividad térmica de la mezcla se considerarán iguales a las del agua y se evaluarán a la temperatura promedio.

Cálculo de la temperatura promedio de la mezcla:

$$\bar{T} = \frac{20 + 78}{2} = 49 \text{ } ^\circ\text{C} = 120.2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\rho = 61.73 \text{ lb/ft}^3$$

$$k = 0.37 \text{ BTU/hr ft}^2 \text{ (} ^\circ\text{F/ft)}$$

Cálculo del coeficiente de transferencia de calor h_j , U_c y U_D :

$$\frac{h_j T}{k} = 0.85 \left[\frac{D^2 N \rho}{\mu} \right]^{0.66} \left[\frac{C_p \mu}{k} \right]^{0.33} \left[\frac{Z}{T} \right]^{-0.56} \left[\frac{D}{T} \right]^{0.13} \left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0.14}$$

$$\left[\frac{D^2 N \rho}{\mu} \right]^{0.66} = \left[\frac{(2.17)^2 (15,600) (61.73)}{1,600 \times 2.42} \right]^{0.66} = 106.0$$

$$\left[\frac{C_p \mu}{k} \right]^{0.33} = \left[\frac{(1) (1,600 \times 2.42)}{0.37} \right]^{0.33} = 21.2$$

$$\left[\frac{Z}{T} \right]^{-0.56} = (0.69)^{-0.56} = 1.231$$

$$\left[\frac{D}{T} \right]^{0.13} = (0.4)^{0.13} = 0.888$$

$$\left[\frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0.14} = 1$$

$$\frac{h_j T}{k} = 0.85 (106.0) (21.2) (1.231) (0.888) (1) = 2,069.2$$

$$h_j = \frac{(0.37) (2,069.2)}{4.9} = 156.2$$

Para el vapor el coeficiente h_{jD} será 1,490 BTU/hr ft² °F ($a_v = 5.5$ ft/seg)

$$U_c = \frac{1,490 \times 141.4}{1,490 + 141.4} = 129.1$$

Suponiendo $R_d = 0.005$ $H_D = 200$

$$\therefore \theta = \ln \frac{153 - 20}{153 - 78} \frac{(12,078) (1)}{(112.7) (65.9)}$$

$$\theta = 0.932 \text{ hr} \times \frac{60 \text{ min}}{\text{hr}} = 56.0 \text{ min}$$

Checando calores:

$$Q = \frac{m C_p \Delta T}{\theta} = \frac{(12,078) (1) [(78-20)] (1.8)}{0.932} = 1,352,943.3 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

$$Q = U A \Delta T$$

$$T = \frac{(153 - 20) - (153 - 78)}{\ln \frac{(153 - 20)}{(153 - 78)}} = 101.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q = 112.7 \times 65.9 \times 1.8 (101.2) = 1'352,889.5 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

Tiempo de calentamiento de diseño:

$$\theta_D = 1.25 \theta = 1.25 (0.932) = 1.165 \text{ hr} = 69.9 \text{ min}$$

Consumo de vapor:

$$\lambda \left| 4.5 \text{ Kg/cm}^2 = 904 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} \right.$$

$$v = \frac{1'352,943.3 \text{ BTU/hr}}{904 \text{ BTU/lb}} = 1,496.6 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} \times \frac{1 \text{ Kg}}{2.2 \text{ lb}} = 680.3 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}}$$

$$V = v \theta = 680.3 \frac{\text{Kg}}{\text{hr}} \times 1.165 \text{ hr} = 792.5 \text{ Kg}$$

Cálculo de la bomba de recirculación de agua a la chaqueta del reactor
(PCC - 506)

$$Q = 22,380 \frac{\text{Kg}}{\text{lt}} \times 2.2046 \frac{\text{lb}}{\text{Kg}} \times \frac{\text{ft}^3}{62.36 \text{ lb}} \times \frac{1 \text{ lt}}{0.03531 \text{ ft}^3} \times \frac{1 \text{ gal}}{3.785 \text{ lt}} \times \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}$$

$$Q = 98.7 \frac{\text{gal}}{\text{min}}$$

Columna hidrostática = 4 ft

Tubería = 4" cd 40 .'. D.I. = 0.3355 ft

$$L = 10 \text{ m} \times 3.281 \frac{\text{ft}}{\text{m}} = 32.8 \text{ ft}$$

Accesorios:

	<u>L/D</u>	<u>L/D</u>
2 válvulas compuerta	13 x 2	26
1 válvula check	135 x 1	135
2 codos 90°	30 x 2	<u>60</u>
		221

$$L_{\text{eq.}} = 221 \times 0.3355 = 74.1 \text{ ft}$$

$$L_{\text{total}} = 74.1 \text{ ft} + 32.8 \text{ ft} = 106.9 \text{ ft}$$

Assumiendo $\Delta P = 5 \text{ lb/in}^2$ en 100 ft de tubería, tenemos:

$$P \text{ en } 106.9 \text{ ft} = \frac{106.9 \times 5}{100} = 5.35 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} \times \frac{(12 \text{ in})^2}{\text{ft}^2} = 770.4 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2}$$

$$\rho = 62.36 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}$$

$$H = 4 \text{ ft} + \frac{770.4}{62.36} = 16.4 \text{ ft}$$

Considerando 20% de sobrediseño .'. $H = 19.7 \text{ ft}$

* Suponiendo $\eta = 30\%$:

$$\text{BHP} = \frac{98.7 \times 19.7 \times 62.36}{247,000 \times 0.30} = 1.6 \text{ HP}$$

Cálculo del condensador de reflujo de monómero (PCR - 505)

$$\text{Area total} = \frac{Q}{U \Delta T}$$

$$\text{Area total} = \frac{1'352,889.5}{(112.7) (1.8) (101.2)}$$

$$\text{Area total} = 65.9 \text{ ft}^2$$

* Asumiendo una longitud de los tubos de 10 ft de 3/4" 16 BWG:
Superficie (ft/ft²) de tubos 3/4" 16 BWG = 0.1963 ft/ft²

$$\text{No. de tubos} = \frac{65.9}{(10) (0.1963)} = 33.6 \Rightarrow 34 \text{ tubos}$$

Considerando pitch cuadrangular y 1 paso por la coraza, tenemos:

$$\text{D.I. coraza} = 8 \text{ in}$$

Cálculo de la masa velocidad:

$$G_s = \frac{V}{a_s}$$

a_s = Area transversal de reflujo del lado de la coraza.

$$a_s = \frac{\text{D.I.} \times \text{C}'\text{B}}{\text{PT} \times 144} \quad [=] \text{ ft}^2$$

Donde:

D.I. = Diámetro interno de la coraza (in)

C' = Sección libre entre tubos (in)

B = Espaciado de los deflectores (in)

PT = Espaciado de los tubos (in)

Fijando el espaciado de los deflectores en 5 in y PT = 1 in:

$$a_s = \frac{(8) (0.25) (5)}{(144) (1)} = 0.0694 \text{ ft}^2$$

$$G_s = \frac{\text{vapor} \rightarrow 680.3 \text{ Kg/hr} \times 2.2 \frac{\text{lb}}{\text{Kg}}}{0.0694 \text{ ft}^2} = 21,565.7 \frac{\text{lb}}{\text{hr ft}^2}$$

Tubos:

D.I. tubos 3/4" 16 BWG = 0.620 in }
Area de flujo = 0.302 in² } Tabla 10 pág. 948 Kern

$$a_t = \frac{N t a' t}{144 n} = \frac{34 \times 0.302}{144 \times 1} = 0.071 \text{ ft}^2$$

$$G_t = \frac{\text{agua} \rightarrow w}{a_t} = \frac{22,266.2 \text{ Kg/hr} \times 2.2 \frac{\text{lb}}{\text{Kg}}}{0.071 \text{ ft}^2} = 690,000 \frac{\text{lb}}{\text{hr ft}^2}$$

Cálculo de la caída de presión:

1) Tubos

$$\Delta P_t = \frac{f G_t^2 L n}{2 g \rho D Q_t} \quad (\text{fig. 26 pág. 941 Kern})$$

$$\Delta P_t = \frac{f G_t L n}{5.22 \times 10^{10} D \rho_{gr} Q_t} \quad [=] \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2}$$

$$\text{No Re} = \frac{D G_t}{\mu} \quad Q_t = \frac{\mu}{\mu_w} = 1$$

$$D = 0.620 \text{ in} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 0.0517 \text{ ft}$$

$$\text{No Re} = \frac{(0.0517 \text{ ft}) (690,000.6 \text{ lb/hr ft}^2)}{\mu_{H_2O}} = 35,673.0$$

$$\mu_{49^\circ \text{C}} = 0.52 \text{ Cps} \times \frac{6.7 \times 10^{-4} \text{ lb/ft seg}}{1 \text{ Cps}} = 0.00034 \frac{\text{lb}}{\text{ft seg.}}$$

$$\text{Re} = \frac{35,673 \text{ lb/hr ft}}{0.00034 \text{ lb/ft seg} \times 3,600 \text{ seg/hr}} = 29,154.5$$

$$f = 0.00024 \quad (\text{fig. 26 pág. 941 Kern})$$

$$\Delta P_T = \frac{(0.00024) (690,000.6)^2 (10) (1)}{(5.22 \times 10^{10}) (0.0517) (1) (1)} = 0.423 \frac{\text{lb}_2}{\text{ft}^2} \times \frac{1 \text{ ft}^2}{(12 \text{ in})^2}$$

$$\Delta P_T = 0.00294 \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2}$$

2) Coraza

De fig. 29 Kern:

$$\Delta P \text{ coraza} = \frac{f G_s^2 D_s (N+1)}{2g \rho D_e Q_s} = \frac{f G_s^2 D_s (N+1)}{5.22 \times 10^{10} D_e Q_s} \quad [=] \frac{\text{lb}_2}{\text{in}^2}$$

$$\text{Re} = \frac{D G_s}{\mu}$$

$$\mu_{153^\circ \text{C}} = 0.13 \text{ Cps} \times \frac{6.7 \times 10^{-4} \text{ lb/ft seg}}{1 \text{ Cp}} = 0.0000871 \frac{\text{lb}}{\text{ft seg}}$$

$$\text{D.I. coraza} = 8 \text{ in} \times \frac{1 \text{ ft}}{12 \text{ in}} = 0.6667 \text{ ft} \quad D \text{ eq.} = 0.7668 \text{ in}$$

$$\text{Re} = \frac{(0.6667) (21,565.7)}{(0.0000871) (3,600)} = 45,853.6$$

$$\text{De fig. 29 pág. 994 Kern: } f = 0.0016 \text{ ft}^2/\text{in}^2 \times 144 \frac{\text{in}^2}{\text{ft}^2} = 0.2304$$

$$\Delta P_s = \frac{(0.2304) (21,565.7) (0.6667) (2)}{(5.22 \times 10^{10}) (0.7668) (1)} = 1.65 \times 10^{-7} \text{ psi}$$

c) Estimado de la inversión y análisis de costos.

Para determinar el monto de la inversión, consideraré el siguiente desglose:

- a) Inversión en equipo
- b) Inversión total de la planta.

Para definir el monto de la inversión en equipo, se empleará el método propuesto por John Happel, el cual consiste en una serie de ecuaciones, mediante las cuales se puede conocer el costo de cada equipo en un año base, y del cual puede conocerse el valor presente mediante el uso de los indicadores económicos que se publican frecuentemente en la revista Chemical Engineering. Las ecuaciones de Happel que se mencionan arriba, se basan en la capacidad de los equipos.

Una vez que se conoce el monto de la inversión para todos y cada uno de los equipos, se podrá determinar el monto total de la inversión de la planta mediante el empleo de factores sobre costo de equipos, con los que se podrá determinar el costo de todos los factores que involucra el montaje de una planta. Estos factores son porcentajes que se aplican ya sea sobre el costo de un equipo específico o sobre la inversión total en equipo. Considerando los factores anteriores, se obtendrá una estimación preliminar de la inversión con una precisión de $\pm 30\%$.

A continuación se presenta la lista del equipo requerido para la planta, así como de sus respectivas capacidades, la cual servirá como base para determinar el monto de la inversión de acuerdo a los factores anteriormente mencionados.

e.1) Lista de equipos:

<u>No. de Equipo</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Descripción</u>
PTA-101	4	Tanques almacenamiento VAM 280 M ³ acero al carbón.
PTP-201	1	Tanque de preparación de alcohol alta viscosidad 16.8 m ³ SS-304
PTP-202	1	Tanque de preparación de alcohol baja viscosidad 7.5 m ³ SS-304
PTD-203	1	Tanque de adición de alcohol alta viscosidad 16.8m ³ SS-304
PTD-204	1	Tanque de adición de alcohol baja viscosidad 7.5 m ³ SS-304
PTC-301 A/B	2	Tanque de preparación/adición de catalizador 30 lt. SS-304
PTE-401 A/B	2	Tanque de preparación/adición de electrolito 400 lt. FRP
PTG-601 A/B	2	Tanques de agotamiento 119.8 m ³ SS-304
PTJ-603 A/B	2	Tanques de ajuste 117.8 m ³ SS-304
PTD-701 A/B/C/D	4	Tanques de almacenamiento de producto terminado 117.8 m ³ SS-304
PT-503	1	Tanque de Short-Stop 31.2 lt.
PR-501	1	Reactor de polimerización 5.5 m ³ SS-304 con chaqueta
PB-102 A/B	2	Bomba de transferencia de VAM A.C. (centrífuga) motor 1/4 HP
PB-205 A	1	Bomba de transferencia de alcohol A.V. SS-304 (centrífuga) motor 4 3/4HP
PB-205-B	1	Bomba de transferencia de alcohol B.V. SS-304 (centrífuga) 2 1/4 HP
PB-206 A/B	2	Bomba de adición de alcohol A.V. SS-304 (dosificadora) con motor 1/4 HP
PB-207 A/B	2	Bomba de adición de alcohol B.V. SS-304 (dosificadora) con motor 1/4 HP
PB-303 A/B	2	Bomba de adición de catalizador al reactor SS-304 (dosificadora) 1/4 HP
PB-302 A/B	2	Bomba de transferencia de cat. a tanques de agotamiento SS-304 (dosificadora) 1/4 HP
PB-402 A/B	2	Bomba de adición de electrolito SS-304 (dosificadora) motor 1/4 HP
PB-502 A/B	2	Bomba transf. reactor a tanques agot. SS-304 (Desp. positivo) Motor 1 HP
PB-602 A/B	2	Bomba transf. tanques agot. a tanques ajuste SS-304 (Desp. posit.) motor 1/2HP
PB-604 A/B/C/D	4	Bomba transf. tanques ajuste a almacenaje SS-304 (desp. positivo) motor 1HP
PCC-506	1	Bomba recirc. agua a chaq. reactor A.C. (centrífuga) 1 3/4 HP
PCR-505	1	Condensador de reflujo (SS)
PB -702 A/B/C/D	4	Bomba transf. prod.terminado a auto-tanques SS-304 (dispositivo) motor 1 1/4 Hp.

e.2) COSTO DEL EQUIPO

CALCULO DE LA INVERSION EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO:

Costo compra: $1250 (\text{ca} \times 10^{-3})^{0.6}$ Costo equipo instalado: $5000 (\text{ca}' \times 10^{-3})^{0.6}$

AÑO BASE: 1970

PARIDAD CONSIDERADA: \$ 70.00/USD

INDICE ECONOMICO 82/70 = 2.54 (CHEMICAL ENGINEERING SEPT. 1982)

- PTA-101 TANQUES ALMACENAMIENTO DE MONOMERO (4 TANQUES):

COSTO COMPRA = $[1250 (73976 \times 10^{-3})^{0.6}] 4 \times 70 \times 2.54 = \$11,758,618.00$ COSTO EQUIPO = $[5000 (73976 \times 10^{-3})^{0.6}] 4 \times 70 \times 2.54 = \$47,034,470.00$

- PTP-201 TANQUE DE PREPARACION DE ALCOHOL ALTA VISCOSIDAD (1 TANQUE):

COSTO COMPRA = $1250 (4446 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$ 544,030.00$ COSTO EQUIPO = $5000 (4446 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$2,176,123.00$

INSTALADO

- PTP-202 TANQUE DE PREPARACION DE ALCOHOL BAJA VISCOSIDAD (1 TANQUE):

COSTO COMPRA = $1250 (1981 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$ 334,995.00$ COSTO EQUIPO = $5000 (1981 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$1,339,980.00$

INSTALADO

- PIT-203 TANQUE DE ADICION DE ALCOHOL ALTA VISCOSIDAD (1 TANQUE):

COSTO COMPRA = $1250 (4446 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$ 544,030.00$ COSTO EQUIPO = $5000 (4446 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$2,176,123.00$

INSTALADO

- PIT-204 TANQUE DE ADICION DE ALCOHOL BAJA VISCOSIDAD (1 TANQUE):

COSTO COMPRA = $1250 (1981.5 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$ 334,995.00$ COSTO EQUIPO = $5000 (1981.5 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$1,339,980.00$

INSTALADO

- PTC-301 A/B TANQUE DE PERPARACION/ADICION DE CATALIZADOR (2 TANQUES):

COSTO COMPRA = $[1250 (7.92 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 24,384.00$ COSTO EQUIPO = $[5000 (7.92 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 97,536.00$

INSTALADO

- PTE-401 A/B TANQUE DE PREPARACION/ADICION DE ELECTROLITO (2 TANQUES):

COSTO COMPRA = $[1250 (106 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 115,626.00$ COSTO EQUIPO = $[5000 (106 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 462,504.00$

INSTALADO

- PTG-601 A/B TANQUES DE AGOTAMIENTO (2 TANQUES):

$$\begin{aligned} \text{COSTO COMPRA} &= [1250 (31,651 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 3,532,679.00 \\ \text{COSTO EQUIPO} &= [5000 (31,651 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$14,130,718.00 \\ \text{INSTALADO} & \end{aligned}$$

- PTJ-603 A/B TANQUES DE AJUSTE (2 TANQUES):

$$\begin{aligned} \text{COSTO COMPRA} &= [1250 (31,122.9 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 3,497,195.00 \\ \text{COSTO EQUIPO} &= [5000 (31,122.9 \times 10^{-3})^{0.6}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$13,988,778.00 \\ \text{INSTALADO} & \end{aligned}$$

- PTA-701 A/B/C/D TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO TERMINADO (4 TANQUES):

$$\begin{aligned} \text{COSTO COMPRA} &= [1250 (31,122.9 \times 10^{-3})^{0.6}] 4 \times 70 \times 2.54 = \$ 6,994,389.00 \\ \text{COSTO EQUIPO} &= [5000 (31,122.9 \times 10^{-3})^{0.6}] 4 \times 70 \times 2.54 = \$27,977,557.00 \\ \text{INSTALADO} & \end{aligned}$$

- PT-503 TANQUE DE SHORT-STOP (1 TANQUE):

$$\begin{aligned} \text{COSTO COMPRA} &= 1250 (10 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$ 14,023.00 \\ \text{COSTO EQUIPO} &= 5000 (10 \times 10^{-3})^{0.6} \times 70 \times 2.54 = \$ 56,092.00 \\ \text{INSTALADO} & \end{aligned}$$

CALCULO DE LA INVERSION EN EL REACTOR (PR-501)

PARA TANQUES A PRESION, CON AGITACION Y MATERIAL DE CONSTRUCCION ACERO INOXIDABLE:

$$\begin{aligned} \text{COSTO COMPRA} &= 82 (\text{cal})^{0.82} \\ \text{COSTO EQUIPO INSTALADO} &= 128 (\text{cal})^{0.82} \end{aligned}$$

PARA EL AGITADOR CUYA TURBINA Y EJE SON DE ACERO INOXIDABLE:

$$\text{COSTO COMPRA} = 2000 (\text{HP})^{0.56}$$

AÑO BASE: 1970

PARIDAD CONSIDERADA: \$ 70.00/USD

INDICE ECONOMICO 82/70 = 2.54

$$\text{COSTO COMPRA PR-501} = 62 (1450)^{0.82} \times 70 \times 2.54 = \$ 5,702,527.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO PR - 501} = 128 (1450)^{0.82} \times 70 \times 2.54 = \$ 8,901,506.00$$

$$\text{COSTO COMPRA AGITADOR} = 2000 (40)^{0.56} \times 70 \times 2.54 = \$ 2,806,179.00$$

CALCULO DE LA INVERSION EN BOMBAS:

$$\text{COSTO COMPRA} = 600 (\text{HP})^{0.52}$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = 2270 (\text{HP})^{0.52}$$

AÑO BASE: 1970

PARIDAD CONSIDERADA: \$ 70.00/USD

INDICE 82/70 = 2.54

- PB-102 A/B BOMBA DE TRANSFERENCIA DE VAIN (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 103,763.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 392,569.00$$

- PB-205 A BOMBA DE TRANSFERENCIA DE ALCOHOL ALTA VISCOSIDAD (1 BOMBA):

$$\text{COSTO COMPRA} = 600 (4.75)^{0.52} \times 70 \times 2.54 = \$ 239,863.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = 2270 (4.75)^{0.52} \times 70 \times 2.54 = \$ 907,483.00$$

- PB-205 B BOMBA DE TRANSFERENCIA DE ALCOHOL BAJA VISCOSIDAD (1 BOMBA):

$$\text{COSTO COMPRA} = 600 (2.25)^{0.52} \times 70 \times 2.54 = \$ 162,636.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = 2270 (2.25)^{0.52} \times 70 \times 2.54 = \$ 615,308.00$$

- PB-206 A/B BOMBA DE ADICION DE ALCOHOL ALTA VISCOSIDAD (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 103,763.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 392,569.00$$

- PB-207 A/B BOMBA DE ADICION DE ALCOHOL BAJA VISCOSIDAD (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 103,763.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 392,569.00$$

- PB-303 A/B BOMBA DE ADICION DE CATALIZADOR AL REACTOR (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$103,763.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$392,569.00$$

- PB-302 A/B BOMBA DE TRANSFERENCIA DE CATALIZADOR A TANQUES DE AGOTAMIENTO (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 103,763.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 392,569.00$$

- PB-402 A/B BOMBA DE ADICION DE ELECTROLITO (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 103,763.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (0.25)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 392,569.00$$

- PB-502 A/B BOMBA DE TRANSFERENCIA DEL REACTOR A TANQUES DE AGOTAMIENTO (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (1)] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 213,360.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (1)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 807,212.00$$

- PB-602 A/B BOMBA DE TRANSFERENCIA DE TANQUES DE AGOTAMIENTO A AJUSTE (2 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (0.5)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 148,791.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (0.5)^{0.52}] 2 \times 70 \times 2.54 = \$ 562,927.00$$

- PB-604 A/B/C/D BOMBA TRANSFERENCIA TANQUES DE AJUSTE A ALMACENAJE (4 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (1)] 4 \times 70 \times 2.54 = \$ 426,720.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (1)] 4 \times 70 \times 2.54 = \$1,614,424.00$$

- PB-702 A/B/C/D BOMBA TRANSFERENCIA PRODUCCION TERMINAL A AUTOTANQUES (4 BOMBAS):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (1.25)^{0.52}] 4 \times 70 \times 2.54 = \$ 479,221.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (1.25)^{0.52}] 4 \times 70 \times 2.54 = \$1,813,054.00$$

- PCC-506 BOMBA RECIRCULANTE DE AGUA A LA CHAQUETA DEL REACTOR (1 BOMBA):

$$\text{COSTO COMPRA} = [600 (1.75)^{0.52}] \times 70 \times 2.54 = \$ 142,713.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO INSTALADO} = [2270 (1.75)^{0.52}] \times 70 \times 2.54 = \$ 539,930.00$$

CALCULO DE LA INVERSION EN EL CONDENSADOR (PCR-505):

$$\text{COSTO COMPRA} = 105 (\text{AREA DE TRANSFERENCIA (Ft}^2\text{)})^{0.62}$$

$$\text{COSTO EQUIPO} = 346 (A)^{0.62}$$

INSTALADO

$$\text{COSTO COMPRA} = 105 (65.9)^{0.62} \times 70 \times 2.54 = \$ 250,513.00$$

$$\text{COSTO EQUIPO} = 346 (65.9)^{0.62} \times 70 \times 2.54 = \$ 825,500.00$$

INSTALADO

A continuación se presenta un resumen de los equipos y su respectivo costo de compra, así como el costo del equipo instalado, la cuál será empleada para determinar el monto de la inversión:

NO EQUIPO	CANTIDAD	COSTO DE COMPRA (\$)	COSTO DE EQUIPO INSTALADO (\$)
PTA-101	4	11,758,618	47,034,470
PTP-201	1	544,030	2,176,123
PTP-202	1	334,995	1,339,980
PTD-203	1	544,030	2,176,123
PTD-204	1	334,995	1,339,980
PTC-301 A/B	2	24,384	97,536
PTE-401 A/B	2	115,626	462,504
PTG-601 A/B	2	3,532,679	14,130,718
PTJ-603 A/B	2	3,497,195	13,988,778
PTA-701 A/B/C/D	4	6,994,389	27,977,557
PT-503	1	14,023	56,092
PR-501	1	8,508,706	11,707,685
PB-102 A/B	2	103,763	392,569
PB-205 A	1	239,863	907,483
PB-205 B	1	162,636	615,308
PB-206 A/B	2	103,763	392,569
PB-207 A/B	2	103,763	392,569
PB-303 A/B	2	103,763	392,569
PB-302 A/B	2	103,763	392,569
PB-402 A/B	2	103,763	392,569
PB-502 A/B	2	213,360	807,212
PB-602 A/B	2	148,791	562,927
PB-604 A/B/C/D	4	426,720	1,614,424
PB-702 A/B/C/D	4	479,221	1,813,054
PCC-506	1	142,713	539,930
PCR-505	1	250,513	825,500
INVERSION TOTAL EN EQUIPO		38,890,065	132,528,798

De acuerdo con el método de Happel, para el cálculo de la inversión total de la planta, tenemos lo siguiente:

FACTOR DE COSTO		COSTO DE COMPRA (\$)		INV. EN MANO OBRA (\$)
TANQUES DE ALMACENAM.	A	27,694,964	10%A	2,769,496
CONDENSADORES	B	250,513	10%B	25,051
REACTOR	C	8,508,706	10%C	850,871
BOMBAS	D	2,435,882	10%D	243,588
INSTRUMENTOS 15% \sum_A^D	E	5,833,510	15%E	875,027
TOTAL EQUIPO MAYOR	F	44,723,575		4,764,033

INSTALACIONES CLAVE:

AISLAMIENTO	G 10%F	4,472,358	150%G	11,180,894
TUBERIA	H 50%F	22,361,788	100%H	22,361,788
CIMENTACION	I 5%F	2,236,179	150%I	5,590,447
EDIFICIOS	J 4%F	1,788,943	70%J	1,252,260
ESTRUCTURA	K 4%F	1,788,943	20%K	250,452
EQUIPO vs INCENDIO	L 1%F	447,236	800%L	4,025,124
EQUIPO ELECTRICO	M 6%F	2,683,415	150%M	6,708,538
PINTURA Y LIMPIEZA	N 1%F	447,236	800%N	4,025,122
TOTAL INV. EN MAT. Y MANO DE OBRA INSTAL.		36,226,098		55,394,625
TOTAL COSTO EQ. INST.	O	141,108,331		
OVERHEAD	30%O	42,332,499		
HONORARIOS POR ING.	10%O	14,110,833		
CONTINGENCIAS	10%O	14,110,833		
INVERSION TOTAL		211,662,496		

De la lista de equipo, si consideramos el costo del equipo instalado, de acuerdo al método de Gutrie, incrementando dicho costo en un 60%, obtendremos la inversión total, esto es:

$$132,528,798 \times 1.60 = 212,046,077$$

Como se puede observar, el valor obtenido es muy cercano al que se -- obtuvo empleando el método de Happel.

e.3) ANALISIS DE COSTOS

e.3.1) COSTOS UNITARIOS

a) MATERIAS PRIMAS	<u>CONSUMO (Kg) /Ton prod</u>	<u>PRECIO/Kg.</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>
MONOMERO DE AC.DE VINILO	526.5	40.65	21,402.20
ALCOHOL ALTA VISCOSIDAD	25.2	180.80	4,556.16
ALCOHOL BAJA VISCOSIDAD	10.8	165.10	1,783.08
PEROXIDO	1.9	24.10	45.79
NaHCO ₃	0.6	10.30	6.18
AGUA DESIONIZADA	492.0	0.13	64.00
TOTAL MATERIAS PRIMAS	1057.0		27,857.41

b) SERVICIOS

	<u>UNIDAD/TON.PROD.</u>	<u>PRECIO/UNIDAD</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>
VAPOR (Kg)	213.3	100.18	21,368.40
ELECTRICIDAD (Kw-hr)	5.5	0.967	5.30
AGUA DE ENFRIAMIENTO (m ³)	69.8	39.77	2,775.90
AIRE COMPRIMIDO (m ³)	49.9	0.42	20.95
TOTAL SERVICIOS			24,170.55

c) MANO DE OBRA

MANO DE OBRA DIRECTA			245.70
GASTOS SOBRE MANO DE OBRA			95.80
TOTAL DE MANO DE OBRA			341.50

d) EMPAQUE

TAMBOR 200 Kg.	5.0	972.00	4,860.00
----------------	-----	--------	----------

COSTO UNITARIO TOTAL (Costo de manufactura \$/Ton. prod.)			57,229.46
---	--	--	-----------

NOTAS AL COSTO DE MANUFACTURA:

- 1) Los costos son referidos a Diciembre de 1982.
- 2) Los consumos de materia prima y servicios fueron tomados del balance de materia y energía respectivamente, con -- excepción del consumo de aire comprimido, el cuál fué to mado de la propuesta tecnológica.

e.3.2) Determinación de los gastos de arranque:

Para la determinación de los gastos de arranque, considera ré que la planta alcanza el punto óptimo al producirse -- 150 toneladas de acetato de polivinilo, con lo que al considerar el costo unitario de manufactura, se obtiene el mon to de los gastos de arranque, esto es:

$$150 \text{ TON PVA} \times \frac{\$57,229.46}{\text{TON PVA}} = \$ 8,584,419.00$$

e.3.3) Costos variables:

Se denomina como costos variables a aquéllos que están re-lacionados directamente con la fabricación del producto, y por esta causa varían con el volúmen de producción, esto - es:

- 1) Materias Primas
- 2) Mano de obra
- 3) Servicios auxiliares
- 4) Empaque

De acuerdo con lo anterior y dado a que en el primer año de producción se estima producir 6930 toneladas, los gastos va-riables para dicho año serán:

Materias Primas	6930 x 27,857.41	= 193,052M\$
Mano de Obra	6930 x 341.50	= 2,367M\$
Servicios	6930 x 24,170.55	= 167,502M\$
Empaque	6930 x 4,860.00	= 33,680M\$

Lo cuál arroja un total de costos variables para el primer año de operación de 396,601 M\$.

En la evaluación financiera se hará una proyección de los costos variables.

e.3.4) Costos fijos

Como su nombre lo indica, estos costos son independientes del volumen de producción, causa por la que no varían. Entre estos tenemos:

- Mantenimiento (mano de obra y materiales)
- Depreciación
- Costo de supervisión de la planta
- Laboratorios
- Vigilancia
- Seguridad
- Servicios administrativos
- Control de almacenes , tráfico y distribución
- Servicios al personal

Mantenimiento:

El costo de mantenimiento se considerará como un porcentaje de la inversión fija en equipo. Dicho porcentaje se aplica dependiendo del tipo de proceso y de sus condiciones de operación.

Dado a que el proceso a que hacemos referencia es un proceso continuo, el mantenimiento que requiere es mínimo, por lo tanto consideraré los siguientes porcentajes:

Proceso sencillo: Mano de obra = 1% de inversión
Materiales = 1% de inversión

* fuente: Plant Design and Economics for chemical Engineers.
Max Peters & Klaus Timmerhaus
Mc. Graw Hill. Second Edition.

De acuerdo a lo anterior, el costo de mantenimiento es de:

Mano de obra	=	0.01 x 212,046,077.00	=	\$ 2,120,460.00
Materiales	=	0.01 x 212,046,077.00	=	\$ 2,120,460.00
T O T A L	=		=	\$ 4,240,920.00

- Depreciación:

Para la determinación de la depreciación se empleará el método de línea recta, la cuál consiste en depreciar con cantidades uniformes el activo, esto es:

$$D = \frac{V - V_r}{n} ; \text{ donde:}$$

D = Depreciación por período
 V = Valor original del activo
 V_r = Valor de rescate
 n = Vida útil (años)

Para el caso de maquinaria y equipo, la tasa de depreciación anual es de 9%, es decir, que un equipo se deprecia totalmente en un período de 11.1 años.

Considerando V_r = 0 :

$$D = \frac{212,046,077}{11.1} = 19,103.3 \text{ M\$}$$

- Otros gastos de planta:

En este concepto se incluyen todos aquéllos gastos relacionados directamente con la operación de la planta (i.e. Supervisión, Laboratorios, seguridad, servicios al personal, vigilancia, etc.).

Estos gastos son difíciles de cuantificar con exactitud, sin embargo, algunos de ellos se relacionan con la inversión fija y otros a la mano de obra.

Para el caso específico, consideraremos un 3.0% de la inversión total, en base a experiencias anteriores con plantas similares, con lo cuál tenemos:

$$212,046.1 \times 0.03 = 6,361.4 \text{ M\$}$$

f) CONCLUSIONES DEL ESTUDIO TECNICO

Del estudio Técnico se puede concluir que de acuerdo con el crecimiento del mercado de las emulsiones de acetato de polivinilo, la planta deberá tener una capacidad nominal de 25,000 toneladas por año, capacidad con la que se podrían satisfacer los requerimientos del mercado hasta 1984, dejándose la planta con que se cuenta actualmente libre para la producción de las otras emulsiones que no se fabriquen con el proceso continuo por sus características específicas.

En lo referente a la selección de tecnologías, se puede concluir que la mas adecuada a las necesidades de la empresa es la del Licenciador "x", debido a que desde el punto de vista técnico-económico resulta la más atractiva y el costo es significativamente menor que la propuesta por el Licenciador "y".

En lo que corresponde a la disposición que se tiene de materias primas resulta de importancia mencionar que pueden adquirirse sin problemas en el país, con lo cual se pueden excluir los riesgos resultantes de la importación de las mismas. La calidad de las materias primas disponibles en el país es adecuada para obtener las especificaciones requeridas en el producto final.

Los servicios de vapor, agua, aire y electricidad que requiere para su operación el proceso seleccionado, podrán satisfacerse con las instalaciones que cuenta la planta que actualmente se encuentran en operación, causa por la cual no requerirá que se efectúen inversiones al respecto.

Del estudio de localización se concluye que la planta deberá ubicarse en Lerma, Estado de México debido a que esta región es la que presenta una mayor disponibilidad de recursos para la operación de la planta y un menor costo tanto de la mano de obra como de los fletes ya sea para materias primas o producto terminado, aunado al ambiente socio-económico que se encuentra en esta localidad y a la mejor situación económica y financiera que representa para la empresa.

Finalmente, en lo referente a la Ingeniería del Proyecto (balances, dimensionamiento del equipo y estimación de la inversión y los costos), se deduce que la inversión total estimada para el proyecto será de 212 millones de pesos. Con el objeto de afinar esta cifra, se sugiere efectuar una estimación de costos mas detallada y basada en cotizaciones directas de los fabricantes de cada uno de los equipos.

De acuerdo con lo anterior, se sugiere entrar a la evaluación financiera del proyecto, la cual dará la pauta para decidir si el proyecto es viable de llevarse a cabo.

CAPITULO IV

ESTUDIO FINANCIERO

CAPITULO IV
ESTUDIO FINANCIERO

El presente capítulo presentará el análisis financiero del proyecto. Dicho análisis comprenderá la inversión, la proyección de los ingresos y los gastos, así como las formas de financiamiento que se prevén para todo el periodo de su ejecución y de su operación. Asimismo, se evaluará la decisión de comprometer esos recursos financieros en el proyecto, en comparación con --- otras posibilidades conocidas de colocación.

Para este estudio se empleará la información obtenida tanto del estudio de mercado, como del estudio técnico.

a) Recursos Financieros para la inversión.

En este punto se evaluarán las necesidades totales de capital, desglosadas en capital fijo (estudios, patentes, terreno, equipo, instalaciones, etc.) y capital -- circulante (capital de trabajo, caja, bancos, etc).

Actualmente, se cuenta en México con apoyo por parte de Nacional Financiera, S.A. (NAFINSA), mediante el Programa de Apoyo Integral a la Industria Pequeña y Mediana, (PAI), consistente en un conjunto de servicios que contribuyen al desarrollo de las empresas a través de apoyos en cuestión de crédito, asistencia técnica, aportación de capital de riesgo e instalaciones físicas.

En lo referente a créditos para la elaboración de estudios y proyectos, NAFINSA cuenta con el Fondo Nacional de Estudios y Proyectos (FONEP), el cual otorga financiamientos por montos superiores a los 50,000 pesos, -- con una tasa de interés anual sobre saldos insolutos -- del 10% y un plazo de amortización de 8 a 10 años. Entre los requisitos que solicita FONEP para otorgar el -- financiamiento, se tienen:

- Aportación por parte de la empresa de un 5% al inicio del proyecto y de un 1% en el momento de apertura del crédito.
- La empresa deberá presentar un estudio de factibilidad económica, técnica y financiera.

Existe además otra posibilidad de obtención de financiamiento a través del Fondo Nacional de Equipamiento Industrial (FONEI), que es un fideicomiso del gobierno federal, administrado por el Banco de México, el cual tiene por objeto el dar apoyo financiero para el equipamiento de plantas industriales, así como dar apoyo a la ampliación de empresas de servicios que generen o ahorren divisas.

Las operaciones que permiten realizar son la compra de maquinaria, equipo, montaje de maquinaria y equipo, gastos de instalación, construcción de edificios y gastos preoperativos.

Los créditos que otorga FONEI, se establecen por proyecto y no por empresa, y el importe puede variar desde un mínimo de 4.5 millones de pesos hasta un máximo de 200 millones de pesos.

FONEI participa en la compra de activos fijos con un 65% cuando se trata de plantas nuevas, y 72% en ampliaciones.

El plazo al que se otorga el crédito, se establece con -- las características del proyecto y la capacidad de pago -- de la empresa. El plazo puede ser hasta de 13 años incluyendo un período de gracia para el pago de capital de hasta tres años.

La tasa de interés es flotante de carácter preferencial, y se fija en base a la estimación mensual que elabora el Banco de México del costo porcentual promedio (CPP).

De acuerdo a las características del presente proyecto y a las de las instituciones antes citadas, se consideraría un crédito otorgado por FONEI con las siguientes características:

- | | |
|---------------------|---------|
| - Plazo crediticio | 10 años |
| - Período de gracia | 2 años |
| - Interés anual | 51.5% |

Lo anterior, tomando en consideración que la empresa en cuestión cuenta con una buena capacidad de pago.

a.1) Necesidades totales de capital.

Para la determinación de las necesidades totales de capital, se considerará la inversión calculada en el capítulo III (Capital Fijo) y se estimará el capital circulante de acuerdo con las siguientes premisas:

- | | |
|---|---|
| 1) Inventario de materias primas | = 15 días sobre costo de manufactura. |
| 2) Inventario de producto terminado | = 30 días sobre costo de manufactura. |
| 3) Cuentas por cobrar | = 60 días sobre costo de manufactura. |
| 4) Cuentas por pagar (Proveed. Nacionales) | = 30 días sobre % de materias primas nacionales del costo de manufactura. |
| 5) Cuentas por pagar (Proveed. Extranjeros) | = 90 días sobre % de materias primas importadas del costo de manufactura. |

Las premisas anteriores se aplicarán también en la proyección de capital de trabajo. En base a estas premisas, se obtiene lo siguiente:

- Cálculo de inventario de Materia Prima:

Costo de manufactura = \$27,857.41/ton producto.

Producción mensual (prom) = 577.5 ton producto (1er año de operac.)

Costo de manufactura mensual = $\frac{\$27,857.41 \times 577.5 \text{ ton}}{\text{ton prod.}}$ =

Costo de manufactura mensual = 16,088 M\$.

Inventarios = $\frac{16,088}{2}$ = 8,044 M\$

-Cálculo del inventario de producto terminado:

Costo de manufactura mensual = 33,050 M\$

Costo de manufactura diario = $\frac{33,050}{30}$ M\$ = 1,101.7 M\$

Inventario de producto terminado = 33,050 M\$.

-Cálculo de las cuentas por cobrar:

Venta anual en tons = 6930 tons. (1er. año de operación)

Venta mensual = 577.5 tons.

Costo de manufactura mensual = 57,229.46

Asumiendo una relación costo - Precio del 45% el precio de venta sería:

$$\frac{\text{Precio-Costo}}{\text{Precio}} = 0.45 \quad \therefore \quad \text{Precio} = \$105.00/\text{Kg.}$$

Venta neta facturada = 577.5 ton x $\frac{\$105.00}{\text{Kg}} = 60,637.5 \text{ M\$}$

Cuentas por cobrar = 60,637.5 M\$ X 2 = 121,275 M\$

-Cálculo de cuentas por pagar a proveedores nacionales:

Costo de manufactura MP's nacionales = $\frac{\$21,518.17}{\text{Ton}}$

Cuentas por pagar prov. nacionales = $\frac{\$21,518.17}{\text{ton}} \times \frac{577.5 \text{ ton}}{\text{mes}}$

$$= \frac{12,427 \text{ M\$}}{\text{Mes}} \quad - \textcircled{1}$$

-Cálculo de cuentas por pagar a proveedores extranjeros:

Costo de manufactura MP's importación = $\frac{6339.24}{\text{ton}}$

Cuentas por pagar prov. extranjeros = 6339.24 X 577.5 X 3

$$= 10,982.7 \text{ M\$} \quad - \textcircled{2}$$

Total cuentas por pagar $\textcircled{1} + \textcircled{2} = 23,409.7 \text{ M\$}$

En resumen, el capital de trabajo es el siguiente:

Inventario MP =	8,044.0 M\$
(+) Inventario PT =	33,050.0 M\$
(+) Cuentas X cobrar=	121,275.0 M\$
(-) Cuentas X pagar =	23,409.7 M\$
Capital de trabajo =	185,778.7 M\$

Por lo que las necesidades totales de capital son:

Capital fijo:	212,362,496 (*)
Capital circul.:	185,778,700
Capital Total:	398,141,196

* Incluye U\$ 10,000.00 del costo de la tecnología (valuados a \$70.00/USD)

b) Análisis y proyecciones financieras:

El presente proyecto se evaluará financieramente a pesos constantes, ya que sería muy difícil definir el porcentaje de incremento que para el futuro podrían sufrir los precios, los costos y los gastos. Para este efecto, se considerarán únicamente los incrementos de volúmen de ventas.

Premisas para las proyecciones:

- Para la proyección del costo unitario de manufactura (calculado en el capítulo anterior), se considerarán únicamente el incremento en las toneladas, manteniendo constantes los precios de materias primas, servicios, mano de obra y empaque.
- Se considerará constante el precio de venta para 1982.
- Se considerará una tasa de regalías igual a 0.5% sobre la venta neta facturada durante un período de 10 años.
- Los fletes se considerarán como un 2.5% de la venta neta facturada.
- Gastos de arranque se tomarán los calculados en el capítulo anterior (sólo durante el primer año de operación).
- Gastos indirectos de fabricación (mantenimiento, depreciación y otros gastos de planta), se tomarán los calculados en el capítulo anterior.
- Gastos financieros considerando un préstamo del 40% de la inversión total, con una tasa de interés de 51.5% anual. A partir del 3er año de operación se iniciará el pago del principal y dado a que los intereses se pagan sobre saldos insolutos, esto hará que se reduzcan los gastos financieros.

- Impuesto sobre la renta será de 42% de la utilidad antes de impuestos.
- El reparto de utilidades será de 8% de la utilidad antes de impuestos.
- Capital de trabajo se tomarán las mismas bases que se mencionan para el costo unitario de manufactura.

PROYECCIONES FINANCIERAS

1) PROYECCIONES DEL COSTO DE MANUFACTURA (CIFRAS EN M\$)

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
TONELADAS	6930	8110	9460	11070	12980	15190	17769	20830	24308	28367
COSTO DE MP's	193052	225924	263531	308382	361589	423154	494998	580270	677158	790231
COSTO DE SERV.	167502	196023	228653	267568	313734	367151	429487	503473	587538	685646
COSTO MANO OBRA	2367	2770	3231	3780	4433	5187	6068	7113	8301	9687
EMPAQUE	33680	39415	45976	53800	63083	73823	86357	101234	118137	137864
TOTAL COSTO MANUFACT.	396601	464132	541391	633530	742839	869315	1016910	1192090	1391134	1623428

2) PROYECCIONES DE VENTAS (CIFRAS EN M\$)

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
TONELADAS	6930	8110	9460	11070	12980	15190	17769	20830	24308	28367
PRECIO/Kg	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500
VENTA NETA F.A.C.	727650	851550	993300	1162350	1362900	1594150	1865745	2187150	2552340	2978535

3) ESTADO DE RESULTADOS

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
TONELADAS	6930	8110	9460	11070	12980	15190	17769	20830	24308	28367
PRECIO	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500	10500
VENTA NETA FACT.	727650	851550	993300	1162350	1362900	1594150	1865745	2187150	2552340	2978535
FLETES	18191	21289	24833	29059	34073	39854	46644	54679	63809	74464
REGALIAS	3638	4258	4967	5812	6815	7971	9329	10936	12762	14893
COSTO MANUFACTURA	396601	464132	541391	633530	742839	869315	1016910	1192090	1391134	1623428
UTILIDAD BRUTA	309220	361871	422109	493949	579173	677010	792862	929445	1084635	1265750
GASTOS ARRANQUE	8584	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MANTENIMIENTO	4241	4241	4241	4241	4241	4241	4241	4241	4241	4241
DEPRECIACION	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
OTROS GAST. PLANTA	6361	6361	6361	6361	6361	6361	6361	6361	6361	6361
GASTOS OPERACION	38289	29705	29705	29705	29705	29705	29705	29705	29705	29705
GASTOS ADMON.	63097	73841	86132	100791	118182	138383	161785	189655	221322	258279
UTILIDAD OPERAC.	207834	258325	306272	363453	431286	509002	601372	710085	833608	977766
GASTOS FINANC.	103000	103000	90125	77250	64375	51500	38625	25750	12875	--
UTILIDAD ANTES ISR	104834	155325	216147	286203	366911	457502	562747	684335	820733	977766
UTILIDAD NETA	52417	77663	108074	143102	183456	228751	281374	342168	410367	488883

4) CALCULO DEL FINANCIAMIENTO

PLAZO DE CREDITO = 10 años

PERIODO DE GRACIA = 2 años

INTERES ANUAL(CPP) = 51.5%

PRESTAMO = 200,000 M\$

Considerando pago del principal al inicio del año: $\frac{200,000 \text{ M\$}}{8} = 25,000 \text{ M\$/año}$

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
PAGO DEL PRINCIPAL	--	--	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
SALDO	200000	200000	175000	150000	125000	100000	75000	50000	25000	---
INTERESES	103000	103000	90125	77250	64375	51500	38625	25750	12875	---

5) Proyección del Capital de Trabajo.

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Inventario MP'S	16299	19074	22249	26035	30528	35725	41791	48990	57177	66716
Inventario PT	32597	38148	44498	52071	61055	71450	83582	97980	114340	133432
Cuentas por Cobrar	119614	139981	163282	191071	224038	262052	306698	359531	419563	489622
Cuentas por Pagar:										
a) Prov. Nacionales	12427	14543	16964	19851	23276	27239	31864	37353	43590	50868
b) Prov. Extranjeros	10983	12853	14992	17544	20571	24073	28160	33012	38524	44956
Total Ctas. x Pagar	23410	27396	31956	37395	43847	51312	60024	70365	82114	95824
Capital de Trabajo	145100	169807	198073	231782	271774	317915	372047	436136	508966	593946

6) Flujo de Efectivo

a) Considerando financiamiento

		<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:											
Utilidad Neta		52417	77663	108074	143102	183456	228751	281374	342168	410367	488883
Depreciación		19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos		71520	96766	127177	162205	202559	247854	300477	361271	391264	507986
Egresos:											
Ctas. x Cobrar	119614	---	20367	23301	27789	32967	38014	44646	52833	60032	70059
Inventarios	48896	---	8326	9525	11359	13477	15592	18198	21597	24547	28631
Ctas. x Pagar	23410	---	3986	4560	5439	6452	7465	8712	10341	11749	13710
Dividendos (30% Ut. Neta)		15725	23299	32422	42931	55037	68625	84412	102650	123110	146665
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total Egresos	405007	15725	48006	71197	76640	95029	114766	138544	166739	195940	231645
Flujo neto proy.	(405007)	55795	48760	55980	85565	107530	133088	161933	194532	195324	276341
Flujo neto acum.	(405007)	(349212)	(200452)	(244472)	(158907)	(51377)	81711	243644	438176	633500	909841
Financiamiento											
	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Flujo neto c/ fin.	(205007)	55795	48760	30980	60565	82530	108088	136933	169532	170324	251341
Flujo neto acum.	(205007)	(149212)	(100452)	(69472)	(8907)	73623	181711	318644	488176	658500	909841

b) Sin considerar financiamiento

		<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:											
Utilidad Neta		103917	129163	153136	181727	215643	254501	300686	355043	416804	488633
Depreciación		19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos		123020	148266	172239	200830	234746	273604	319789	374146	435907	507936
Egresos:											
Ctas. x Cobrar	119614	---	20307	23301	27789	32967	38014	44646	52833	60032	70059
Inventarios	48896	---	8326	9525	11359	13477	15592	18198	21597	24547	28631
Ctas. x Pagar	23410	---	3986	4560	5439	6452	7465	8712	10341	11749	13710
Dividendos (30% Ut. Neta)	31175	---	38749	45941	54518	64693	76350	90206	106513	125041	146650
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Total Egresos	405007	31175	63456	74207	88227	104685	122491	144338	170602	197871	231630
Flujo neto proy.	(405007)	91845	84810	98032	112603	130061	151113	175451	203544	238036	276306
Flujo neto acum.	(405007)	(313162)	(228352)	(130320)	(17717)	112344	263457	438908	642452	880488	1156794

7) Cálculo del Activo Fijo Neto.

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Activo Fijo Bruto	428417	457110	489936	529084	575528	629134	691978	766408	850987	949677
Depreciación Acum.	19103	38206	57309	76412	95515	114618	133721	152824	171927	191030
Activo Fijo Neto	409314	418904	432627	452672	480013	514516	558257	613584	679060	758647

8) Estado de Capital Contable (Considerando financiamiento).

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Capital Social	205007	229714	257980	291689	331681	377822	431954	496043	568873	653853
Utilidad Neta Acum.	52417	130080	238154	381256	564712	793463	1074837	1417005	1827372	2316255
Dividendos Acum.	15725	39024	71446	114377	169414	238039	322451	425101	548211	674876
Capital Contable	241699	320770	424688	558567	726979	933246	1184340	1487947	1848034	2275232

9) Estado de Capital Contable (Sin considerar financiamiento).

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Capital Social	405007	429714	457980	491689	531681	577822	631954	696043	768873	853853
Utilidad Neta Acum.	103917	233080	386216	567943	783586	1029087	1329773	1684816	2101620	2590453
Dividendos Acum.	31175	69924	115865	170383	235076	311426	401632	508145	633186	779836
Capital Contable	477749	592870	728331	889249	1080191	1295483	1560095	1872714	2237307	2664470

10) Criterios de evaluación.

Con el objeto de evaluar la viabilidad del proyecto, se considerarán los siguientes índices financieros como criterios de evaluación:

- * Rentabilidad sobre inversión (ROI)
- * Rentabilidad sobre activos netos (RAN)
- * Rentabilidad sobre capital contable (RCC)
- * Tiempo real de la inversión (TRI)
- * Valor presente neto del proyecto (VPN)
- * Tasa interna de retorno de la inversión (TIR)

Con el objeto de poder evaluar las ventajas y/o desventajas de contar con el financiamiento, todos los índices anteriormente citados se calcularán -- considerando y no considerando el financiamiento.

Las fórmulas a emplear para el cálculo de éstos índices financieros son las siguientes:

$$1) \text{ ROI} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inversión fija} + \text{Capital de trabajo}}$$

$$2) \text{ RAN} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo fijo neto}}$$

$$3) \text{ RCC} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Capital Contable}}$$

$$4) \text{ TRI} = \text{Inversión} - \text{Flujo de efectivo} = 0$$

$$5) \text{ VPN} = \sum_{i=1}^N fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] - P > 0$$

donde:

fe = Flujo de efectivo

i = Interés

P = Inversión

$$6) \text{ TIR} = \sum_{i=1}^N fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] - P = 0$$

$$7) \text{ RSV} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Venta Neta Facturada}} = \text{Rentabilidad sobre ventas}$$

$$8) \text{ RSCP} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Costo de Producción}} = \text{Rentabilidad sobre costo de producción}$$

Premisas para el cálculo del VPN y la TIR:

Para el cálculo del Valor Presente Neto y de la Tasa Interna de Retorno, se considerará una tasa de retorno (i) igual al 15%.

El valor de "i" representa el porcentaje de interés esperado por la empresa - en caso de que los recursos financieros que se invertirán en el proyecto, se invirtieran en otras posibilidades conocidas de colocación, tales como inversiones bancarias, Certificados de la Tesorería, Petrobonos, etc.

En este caso específico, el porcentaje podría parecer muy bajo, aunque habría que considerar que la presente evaluación se está elaborando a pesos constantes, es decir, sin considerar el impacto de la inflación.

La determinación del valor de "i" se efectuó de la siguiente manera:

CPP promedio (1981)	=	31.80 %	
Inflación (1981)	=	29.00 %	
CPP - Inflación	=	2.80 %	=> ①
Riesgo del Proyecto	=	12.20 %	=> ②
① + ②	=	15.00 %	

10.1) Indices Financieros (considerando financiamiento).

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	
ROI	12.9	18.1	23.6	29.1	34.5	39.6	44.5	49.2	53.4	57.3	
RAN	12.8	18.5	25.9	31.6	38.2	44.5	50.4	61.3	62.4	64.4	
RCC	21.7	24.2	25.4	25.6	25.2	24.5	23.8	23.0	22.2	21.5	
fe acum.	(205007)	(149212)	(100452)	(69472)	(8907)	73623	181711	318644	488176	658500	909841
TRI = 4.9 años (4 años 11 meses)											
fe	(205007)	55795	48760	30980	60565	82530	108088	136933	169532	170324	251341
VPN = 240582 M\$											
fe	(205007)	55795	48760	30980	60565	82530	108088	136933	169532	170324	251341
TIR = 33 %											
RSV	7.2	9.1	10.9	12.3	13.5	14.3	15.1	15.6	16.1	16.4	
RSCP	13.2	16.7	20.0	22.6	24.7	26.3	27.7	28.7	29.5	30.1	

Resumen:

ROI promedio = 36.2 %
 RAN promedio = 40.8 %
 RCC promedio = 25.7 %
 TRI = 4.9 años (4 años 11 meses)
 VPN = 240,582 M\$
 TIR = 33.0 %
 RSV promedio = 13.1 %
 RSCP prom. = 24.0 %

10.1.1) Cálculo del VPN y TIR (considerando financiamiento)

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	48517	36870	20370	34628	41032	46729	51478	55420	48417	62128

$$\sum_{i=1}^N fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] = 445,589 \text{ M\$}$$

$$VPN = 445,589 \text{ M\$} - 205,007 \text{ M\$} = 240,582 \text{ M\$}$$

Cálculo de la tasa interna de retorno:

Asumiendo $i = 0.33$

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	41950	27566	13168	19356	19831	19528	18601	17316	13080	14513

$$\sum_{i=1}^N fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] = 204,910 \text{ M\$}$$

$$\therefore 204,910 - 205,007 \approx 0$$

$$\therefore TIR = 0.33$$

10.1.2) Cálculo del VPN y TIR (sin considerar financiamiento)

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	79865	64129	64458	64381	64633	65330	65958	66539	67665	68299

$$\sum_{i=1}^N fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] = 671257 \text{ M\$}$$

$$VPN = 671,257 \text{ M\$} - 405,007 \text{ M\$} = 266250 \text{ M\$}$$

Cálculo de la tasa interna de retorno:

Asumiendo $i = 0.2716$

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	72228	52450	47678	43067	39120	35744	32636	29775	27383	24997

$$\sum_{i=1}^N fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right] = 405,078 \text{ M\$}$$

$$405078 - 405007 \approx 0$$

$$\therefore TIR = 0.2716$$

10.2) Resumen de índices financieros:

	<u>Con financiamiento</u>	<u>Sin financiamiento</u>
ROI (%)	36.2	42.1
RAN (%)	40.8	46.4
RCC (%)	23.7	20.0
TRI (años)	4.9	4.8
VPN (M\$)	240,582	266,250
TIR (%)	33.0	27.2
RSV (%)	13.1	15.7
RSCP (%)	24.0	26.1

c.4) Análisis de Sensibilidad:

El análisis de sensibilidad muestra el efecto en el valor presente neto y en la tasa interna de retorno, que puede tenerse cuando existen variaciones en el precio de venta, el costo de materias primas, el costo de servicios, etc.

El análisis de sensibilidad es un indicador con el que se puede determinar - hasta que punto es conveniente invertir en el proyecto, considerando el riesgo que representa la variación de los parámetros antes mencionados.

Para el presente proyecto se empleará un rango de variación de $\pm 15\%$ sobre los parámetros que se emplearán (precio de venta y costo de materias primas).

A continuación se presentan las tablas con los resultados que se obtienen en éste análisis, así como la gráfica en la que se pueden observar las variaciones tanto en Valor Presente Neto como en la Tasa Interna de Retorno, que se obtendrían en caso de existir variaciones en el precio de venta y en el costo de materias primas y servicios.

Estimación de Precios y Costo de Materias Primas y Servicios para el Análisis de Sensibilidad

	<u>- 15%</u>	<u>- 10%</u>	<u>- 5%</u>	<u>0%</u>	<u>+ 5%</u>	<u>+ 10%</u>	<u>+ 15%</u>
1) Precio de Venta	89.25	94.50	99.75	105.00	110.25	115.50	120.75
2) Costo de Materias Primas							
VAM	34.55	36.59	38.62	40.65	42.68	44.72	46.75
Alcohol alta viscosidad	153.68	162.72	171.76	180.80	189.84	198.88	207.92
Alcohol baja viscosidad	140.34	148.59	156.85	165.10	173.36	181.61	189.87
Peróxido	20.49	21.69	22.90	24.10	25.31	26.51	27.72
NaHCO ₃	8.76	9.27	9.79	10.30	10.82	11.33	11.85
Agua DI	0.11	0.12	0.124	0.13	0.136	0.14	0.15
3) Costo de Servicios							
Vapor	85.15	90.16	95.17	100.18	105.19	110.20	115.21
Electricidad	0.822	0.87	0.92	0.97	1.02	1.06	1.11
Agua de Enfriamiento	33.80	35.79	37.78	39.77	41.76	43.75	45.74
Aire Comprimido	0.36	0.38	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
- Precio + 10%										
Ingresos:										
Utilidad Meta	87700	119000	156200	199500	249600	306500	371900	448200	534200	633300
Depreciación	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos	106803	138103	175303	218603	268703	325603	391003	467303	553303	652403
Egresos:										
Capital de Trabajo	156200	---	26500	30400	36300	43000	49800	58100	69000	78400
Act. Fijo Bruto	259907	26310	35700	46860	59850	74880	91950	111570	134460	160260
Dividendos (30% Ut. Meta)	200000	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Financiamiento	216107	26310	62200	102260	121150	142880	166750	194670	228460	263660
Total Egresos	(216107)	80943	75903	73043	97453	125823	158853	196333	238843	289643
Flujo Neto del Proy.	(216107)	(135614)	(59711)	13332	110785	236608	395461	591794	830367	1120280
Flujo Neto del Proy. Acum.	69994	57394	48027	55719	62556	68677	73809	78078	82335	85504

$$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

$$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$$

55270

VPN = 465,986 M\$

TIR = 45.62%

35795 23650 21673 19216 16660 14140 11813 9837 8068

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Precio +10%

		<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:											
Utilidad Neta		87700	119000	156200	199500	249600	306500	371900	448200	534200	633300
Depreciación		19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos		106803	138103	175303	218603	268703	325603	391003	467303	553303	652403
Egresos:											
Capital de Trabajo	156200	---	26500	30400	36300	43000	49800	58100	69000	78400	91500
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% Ut. Neta)		26310	35700	46860	59850	74880	91950	111570	134460	160260	189990
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	216107	26310	62200	102260	121150	142880	166750	194670	228460	263660	304490
Flujo Neto del Proy.	(216107)	80943	75903	73043	97453	125823	158853	196333	238843	289643	345913
Flujo Neto del Proy. Acum.	(216107)	(135614)	(59711)	13332	110785	236608	395461	591794	830367	1120280	1466913
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		69994	57394	48027	55719	62556	68677	73809	78078	82335	85504
VPN = 465,986 M\$											
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		55270	35795	23650	21673	19216	16660	14140	11813	9837	8068
TIR = 45.62%											

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Precio + 5%

		<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:											
Utilidad Neta		70100	98300	132200	171300	216500	267800	326600	395200	472300	561100
Depreciación		19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos		89203	117403	151303	190403	235603	286903	345703	414303	491403	580203
Egresos:											
Capital de Trabajo	150300	---	25500	29300	34900	41400	47900	55900	66300	75400	88000
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% Ut. Neta)		21030	29490	39660	51390	64950	80340	97980	118560	141690	168330
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	210207	21030	54990	93960	111290	131350	153240	178880	209860	242090	281330
Flujo Neto del Proy.	(210207)	68173	62413	57343	79113	104253	133663	166823	204443	249313	298873
Flujo Neto del Proy. Acum. (210207)	(142034)	(79621)	(22278)	56835	161088	294751	461574	666017	915330	1214203	
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		59281	47193	37704	45233	51832	57786	62715	66833	70870	73877
VPN = 363,117 M\$											
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		48639	31771	20826	20500	19274	17361	15700	13727	11943	10215
TIR = 40.16%											

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Precio - 5%

		<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:											
Utilidad Neta		34800	57000	84000	114900	150400	190500	236100	289100	348500	416700
Depreciación		19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos		53903	76103	103103	134003	169503	209603	255203	308203	367603	435803
Egresos:											
Capital de Trabajo	138300	--	23400	26900	32100	38100	44100	51400	61000	69400	80900
Act, Fijo Bruto	259907	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Dividendos (30% Ut. Neta)		10440	17100	25200	34470	45120	57150	70830	86730	104550	125010
Financiamiento	200000	--	--	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	198207	10440	40500	77100	91570	108220	126250	147230	172730	198950	230910
Flujo Neto del Proy. (198207)		43463	35603	26003	42433	60283	83353	107973	135473	168653	204893
Flujo Neto del Proy. Acum. (198207)	(154744)	(119441)	(93138)	(50705)	9578	92931	200904	336377	505030	709923	
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		37794	26921	17097	24261	29971	36036	40591	44286	47942	50646
					VPN = 157,338 M\$						
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		34097	21911	12555	16072	17912	19430	19745	19435	18981	18090
					TIR = 27.47%						

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Precio - 10%

		<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:											
Utilidad Neta		17100	36400	59900	86700	117400	151800	190900	236100	286600	344400
Depreciación		19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos		36203	55503	79003	105803	136503	170903	210003	255203	305703	365503
Egresos:											
Capital de Trabajo	132300	---	22400	25800	30700	36400	42200	49200	58400	66400	77400
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% Ut. Neta)		5130	10920	17970	26010	35220	45540	57270	70830	85980	103320
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	192207	5130	33320	68770	81710	96620	112740	131920	154230	177380	205720
Flujo Neto del Proy.	(192207)	31073	22183	10233	24093	39883	58163	78083	100973	128323	159783
Flujo Neto del Proy. Acum.	(192207)	(161134)	(138951)	(128718)	(104625)	(64742)	(6579)	71504	172477	300800	460583
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		27020	16774	6728	13775	19829	25145	29354	33008	36477	39496
		VPN = 55,399 M\$									
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		25937	15456	5952	11697	16162	19675	22047	23799	25246	26240
		TIR = 19.80%									

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Precio -15%

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Ingresos:										
Utilidad Neta	(500)	15700	35800	58500	84300	113100	145600	183100	224700	272200
Depreciación	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos	18603	34803	54903	77603	103403	132203	164708	202203	243803	291303
Egresos:										
Capital de Trabajo	126300	---	21400	24600	29300	34800	40300	47000	55800	63400
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% Ut. Neta)	---	4710	10740	17550	25290	33930	43680	54930	67410	81660
Financiamiento	200000	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	186207	---	26110	60340	71850	85090	99230	115680	135730	180560
Flujo Neto del Proy.	(186207)	18603	8693 (5437)	5753	18313	32973	49023	66473	87993	110743
Flujo Neto del Proy. Acum.	(186207)	(167604)	(158911)	(164348)	(158595)	(140282)	(107309)	(58286)	8187	96180
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	16177	6573	(3575)	3289	9105	14255	18430	21730	25013	27374
VPN = (47,836 M\$)										
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	16863	7143	(4049)	3884	11207	18292	24650	30300	36360	41479
TIR = 10.32%										

Flujo de Efectivo, Análisis de Sensibilidad.

- Costo de Materias Primas y Servicios: +15%

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Ingresos:										
Utilidad Neta	27600	46000	71100	99900	132800	169800	212000	260900	315500	378200
Depreciación	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos	46703	65103	90203	119003	151903	188903	231103	280003	234603	397303
Egresos:										
Capital de Trabajo	147500	--	25000	28700	34200	40600	47000	54900	65100	74000
Act. Fijo Bruto	259907	--	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% U. N.)	8280	13800	21330	29970	39840	50940	63600	78270	94650	113460
Financiamiento	200000	--	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	207407	8280	38800	75030	89170	105440	122940	143500	168370	193650
Flujo Neto Proy.	(207407)	38423	26303	15173	29830	46463	65963	87603	111633	140953
Flujo Neto Acum.	(207407)	(168984)	(142681)	(127508)	(97678)	(51215)	14748	102351	213984	354937
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	33411	19889	9976	17055	23100	28528	32933	36493	40078	42650
VPN = 76,686 M\$										
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	31705	17910	8530	13829	17773	20725	22812	23980	24978	25227
TIR = 21.20%										

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Costo de Materias Primas y Servicios + 10%

Ingresos:	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Utilidad Neta	35900	56600	83500	114300	149700	189600	235100	288000	347100	415100
Depreciación	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos	55003	75703	102603	133403	168803	208703	254203	307103	366203	434203

Egresos:

Capital de Trabajo	146400	---	24800	28500	34000	40300	46700	54500	64600	73500	85700
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos(30% de U. N.)	10770	16980	25050	34290	44910	56880	70530	86400	104130	124530	
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	
Total Egresos	206307	10770	41780	78550	93290	110210	128580	150030	176000	202630	235230
Flujo Neto Proy.	(206307)	44233	33923	24053	40113	58593	80123	104173	131103	163573	198973
Flujo Neto Acum.	(206307)	(162074)	(128151)	(104098)	(63985)	(5392)	74731	178904	310007	473580	672553

$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	38463	25651	15815	22935	29131	34639	39162	42858	46498	49183
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

VPN = 138,028 M\$

$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	35174	21454	12098	16029	18610	20235	20910	20920	20749	20070
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TIR = 25.79%

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Costo de Materias Primas y Servicios + 5%

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>	
Ingresos:											
Utilidad Neta	44100	67100	95800	128700	166600	209400	258300	315100	378800	452000	
Depreciación	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	
Total Ingresos	63203	86203	114903	147603	185703	228503	277403	334203	397903	471103	
Egresos:											
Capital de Trabajo	145400	---	24600	28300	33700	40000	46300	54100	64200	72900	85100
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Dividendos (30% de U. N.)	13230	20130	28740	38610	49980	62820	77490	94530	113640	135600	
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	
Total Egresos	205307	13230	44730	82040	97310	114980	134120	156590	183730	211540	245700
Flujo Neto Proy.	(205307)	49973	41473	32863	50493	70723	94383	120813	150473	186363	225403
Flujo Neto Acum.	(205307)	(155334)	(113861)	(80998)	(30505)	40218	134601	255414	405887	592250	817653
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	43455	31360	21608	28870	35162	40804	45418	49190	52796	55716	
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	33411	24503	14924	17625	18975	19464	19150	18333	17453	16225	

VPN = 199,072 M\$

TIR = 30.10%

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Costo de Materias Primas y Servicios - 5%

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:										
Utilidad Neta	60700	86200	120400	157500	200300	246900	304500	369200	442000	525800
Depreciación	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos	79803	107303	139503	176603	219403	268003	323603	388303	461103	544903
Egresos:										
Capital de Trabajo	143200	---	24300	27900	33200	39400	45600	53300	63200	71800
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% de U. N.)	18210	26460	36120	47250	60090	74670	91350	110760	132600	157740
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	203107	18210	50760	89020	105450	124490	145270	169650	198960	229400
Flujo Neto Proy.	(203107)	61593	56543	50483	71153	94913	122733	153953	189343	231703
Flujo Neto Acum.	(203107)	(141514)	(84971)	(34488)	36665	131578	254311	408264	597607	829310

$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	53559	42755	33193	40682	47189	53061	57877	61897	65864	68807
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

VPN = 321,777 M\$

$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	44551	29583	19105	19477	18723	16308	15908	14708	12578	10913
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TIR = 38.25%

Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Costo de Materias Primas y Servicios - 10%

Ingresos:	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Utilidad Neta	69000	98700	132700	171900	217200	268600	327600	396300	473600	562600
Depreciación	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos	88103	117803	151803	191003	236303	287703	346703	415403	492703	581703

Egresos:

Capital de Trabajo	142100	---	24100	27700	33000	39100	45300	52900	62700	71300	83200
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% de U. N.)	20700	29610	39810	51570	65160	80580	98280	118890	142080	166780	
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	
Total Egresos	202007	20700	53710	92510	109570	129260	150880	176180	206590	238380	276980
Flujo Neto Proy.	(202007)	67403	64093	59293	81433	107043	136823	170523	208813	254323	304723
Flujo Neto Acum.	(202007)	(134604)	(70511)	(11218)	70215	177258	314081	484604	693417	947740	1252463

$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	56611	48464	38986	46560	53219	59152	64106	68261	72294	75323
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

VPN = 382,969 M\$

$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$	47433	31741	20664	19972	18475	16619	14576	12560	10766	9077
---------------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------

TIR = 42.10%

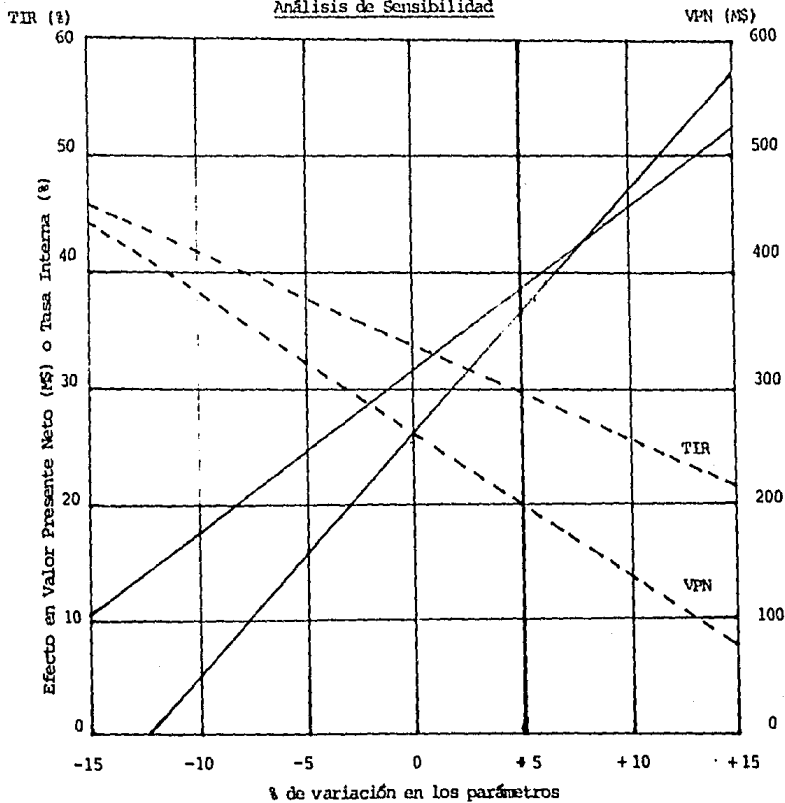
Flujo de Efectivo. Análisis de Sensibilidad.

- Costo de Materias Primas y Servicios - 15%

		<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Ingresos:											
Utilidad Neta		77200	109300	145000	186300	234100	288400	350700	423500	505200	599600
Depreciación		19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103	19103
Total Ingresos		96303	128403	164103	205403	253203	307503	369803	442603	524303	618703
Egresos:											
Capital de Trabajo	141000	---	23900	27500	32700	38600	44900	52500	62300	70700	82600
Act. Fijo Bruto	259907	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Dividendos (30% de U. N.)		23160	32790	43500	55890	70230	86520	105210	127050	151560	179880
Financiamiento	200000	---	---	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Total Egresos	200907	23160	56690	96000	113590	134030	156420	182710	214350	247260	287480
Flujo Neto Proy.	(200907)	73143	71713	68103	91813	119173	151083	187093	228253	277043	331223
Flujo Neto Acum.	(200907)	(127764)	(56051)	12052	103865	223038	374121	561214	789467	1066510	1397733
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		63603	54225	44779	52494	59250	65317	70335	75616	78753	81873
VPN = 444,338 M\$											
$fe \left[\frac{1}{(1+i)^n} \right]$		50132	33688	21928	20262	18026	15663	13294	11116	9248	7578

TIR = 45.90%

Gráfica.

Análisis de Sensibilidad

Parámetros:

- Precio de venta.
 - - - - - Costo MP's y servicios

En la gráfica anterior se puede observar que tanto el Valor Presente Neto - como la Tasa interna de retorno, muestran una tendencia muy similar, por lo que se puede deducir que son variables dependientes.

Asimismo se puede observar que el efecto de variación en el precio de venta muestra una pendiente más pronunciada que la que muestra la variación en -- los costos de las materias primas y servicios, motivo por el cual se deduce que tanto el Valor Presente Neto como la Tasa Interna de Retorno son más -- sensibles a la variación de ésta variable, causa por la que una variación - en la misma resultaría en un riesgo mayor, cuando dicha variación reditúe - en una reducción en el precio de venta.

Por su parte, la Tasa Interna de Retorno del proyecto resulta sumamente --- atractiva, ya que a pesar de que el precio de venta y el costo de materias- primas y servicios fluctúen entre el rango de - 15 a + 15 %, se tendría --- como mínimo una Tasa Interna de Retorno equivalente al 10%, considerando -- que la evaluación se efectuó a pesos constantes, es decir, sin considerar - el efecto inflacionario a lo largo del período.

Balance Proforma

	<u>1982</u>	<u>1983</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1986</u>	<u>1987</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
<u>Activos:</u>										
Depreciación Acum.	---	19103	38206	57309	76412	95515	114618	133721	152824	171927
Ctas. por Cobrar	119614	139981	163282	191071	224038	262052	306698	359531	419563	489622
Inventarios	48896	57222	66747	78106	91583	107175	125373	146970	171517	200148
Activo Fijo Neto	259907	240804	221701	202598	183495	164392	145289	126186	107083	87980
Total Activo	428417	457110	489936	529084	575528	629134	691978	766408	850987	949677
<u>Pasivo:</u>										
Ctas. por Pagar	23410	27396	31956	37395	43847	51312	60024	70365	82114	95824
Préstamo a L. P.	200000	200000	175000	150000	125000	100000	75000	50000	25000	---
Amort. crédito acum.	---	---	25000	50000	75000	100000	125000	150000	175000	200000
Total Pasivo	223410	227396	231956	237395	243847	251312	260024	270365	282114	295824
<u>Capital:</u>										
Capital Social	205007	229714	257980	291689	331681	377822	431954	496043	568873	653853
Total Capital	205007	229714	257980	291689	331681	377822	431954	496043	568873	653853
Total Pasivo + Capital	428417	457110	489936	529084	575528	629134	691978	766408	850987	949677

Conclusiones del Estudio Financiero

El estudio financiero efectuado arroja los siguientes resultados:

<u>Parámetro</u>	<u>Indice</u>
ROI (%)	36.2
RAW (%)	40.8
RCC (%)	23.7
TRI (años)	4.9
VPN (M\$)	240,582
TIR (%)	33.0
RSV (%)	13.1
RSCP (%)	26.1

De acuerdo con los resultados obtenidos, podemos deducir que el proyecto resulta sumamente atractivo por la alta rentabilidad que obtiene. Si comparamos ésta -- rentabilidad contra otras posibilidades de colocación, podremos observar que al -- traer a pesos constantes el rendimiento sobre la inversión, éste resultará infe -- rior al rendimiento que se obtiene de invertir en el proyecto.

Aunado a ésto, podemos observar que el tiempo de recuperación de la inversión es en un corto plazo, por lo cuál también resulta de interés invertir en el proyec -- to.

CAPITULO V**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

CAPITULO V

Conclusiones y Recomendaciones Generales.

De acuerdo al estudio técnico - económico efectuado, se concluye que el proyecto es altamente atractivo de llevarse a cabo, por el beneficio que representa, tanto desde el punto de vista de la recuperación de participación dentro del mercado, como desde el punto de vista financiero.

Por lo anterior y por las conclusiones a que se llegó en cada uno de los estudios efectuados, se recomienda continuar con la siguiente etapa del proyecto, en la cuál se deberá efectuar un estudio más profundo y detallado de aquellos factores que en un momento dado podrían dar un giro a la decisión de llevar a cabo el proyecto, tales como la localización de la planta, el monto de la inversión basado en un diseño y estimación de costos detallada de la planta, así como de efectuar una revisión de posibles expansiones que la competencia planeó tanto a corto como mediano y largo plazo.

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

BIBLIOGRAFIA

1. Skeist, Irving
Handbook of Adhesives.
Second Edition.
Van Nostrand Reinhold Company, New York, U. S. A. (1977).
2. Schmidt, Alois X. and List, Harvey L.
Material and Energy Balances.
Second Edition.
Prentice Hall, Inc., New Jersey, U. S. A. (1962).
3. Himmelblau, David M.
Principios y Cálculos Básicos de la Ingeniería Química.
10 a Impresión.
Compañía Editorial Continental, S. A., México (1976).
4. Smith, J. M.
Chemical Engineering Kinetics.
2nd Edition.
Mc. Graw Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo
5. Lovenspiel, Octave.
Ingeniería de las Reacciones Químicas.
3a. Edición.
Editorial Reverté, España (1978)
6. Kern, Donald Q.
Procesos de Transferencia de Calor.
11a. Impresión.
Compañía Editorial Continental, S. A., México (1977)
7. Engineering Division of Crane Company.
Flow of fluids through Valves, Fittings and Pipe.
Technical Paper No. 410
Fifteenth Printing, Chicago, U. S. A. (1976)

8. Rudd, Dale F. and Watson, Charles C.
Strategy of Process Engineering.
John Wiley and Sons, Inc., U. S. A. (1968).
9. Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social.
Guía para la Presentación de Proyectos.
9a. Edición.
Siglo Veintiuno Editores, S. A., México, (1981)
10. Peters, Max S. and Timmerhaus, Klaus D.
Plant Design and Economics for Chemical Engineers.
Second Edition.
Mc. Graw Hill, New York, U. S. A. (1968)
11. Moore, Carl L. and Jaedicke, Robert K.
Managerial Accounting.
4th. Edition.
South - Western Publishing Company, Cincinnati, U. S. A. (1976)
12. Perry, R. H. and Chilton, C. H.
Chemical Engineers Handbook.
5th. Edition.
Mc. Graw Hill, New York, U. S. A. (1979)
13. Industrias Resistol, S. A.
Curso de Resinas Sintéticas y Plastificantes.
Tomo I.
14. Prasnuits, J. M., Reid, R. C. and Sherwood, T. K.
The Properties of Gases and Liquids.
3rd. Edition.
Mc. Graw Hill, New York, U. S. A. (1977)
15. Marshall and Stevens.
Economic Indicators.
Chemical Engineering, September 20th, 1982.
Mc. Graw Hill.

16. Happel, John and Jordan, Donald.
Chemical Process Economics.
Second Edition.