



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
Zaragoza

ANTEPROYECTO PARA LA ELABORACION
DE MELAMINA EN MEXICO

T E S I S
Que para obtener el Título de
INGENIERO QUIMICO
P r e s e n t a

NARCISO

CAMPERO

GARNICA



México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Página
DEDICATORIAS	
RESUMEN	1
I.- INTRODUCCION	3
II.- ASPECTOS GENERALES	7
A).- Generalidades	8
B).- Propiedades	11
C).- Aplicaciones	14
D).- Toxicidad	18
III.- ASPECTOS TECNICO ECONOMICOS	19
A).- Estudio del Mercado de Consumo	20
A.1).- Proyección de la Demanda	22
B).- Estudio de Disponibilidad de Materias Primas	32
C).- Determinación del Tamaño de Planta	39
D).- Selección del Proceso	43
1.- PROCESO EDISON-MONTECATINI	44
2.- PROCESO OSW	47
3.- PROCESO STAMICARBON	57
4.- PROCESO BASF	62
5.- PROCESO NISSAN	66
6.- COMPARACION DE LAS ALTERNATIVAS DE PROCESO	74
E).- Localización de la Planta	77

IV.- ASPECTOS FINANCIEROS	82
A).- Estimación de la Inversión Fija y Capital de Trabajo	83
A.1).- Inversión Fija	83
A.2).- Capital de Trabajo	88
B).- Estimación de Costos y Presupuestos de Operación	92
B.1).- Presupuestos de Ingresos	92
B.2).- Presupuestos de Egresos	93
C).- Estados Financieros	102
D).- Indicadores de Factibilidad	107
V.- CONCLUSIONES	119
BIBLIOGRAFIA	124

RESUMEN:

El objetivo del presente trabajo es determinar la factibilidad del establecimiento de una planta productora de melamina que permita sustituir las importaciones que de ésta se hace y fomentar las exportaciones del mismo material.

Capítulo I. Introducción: En este capítulo se presenta un esbozo de la aplicación de la melamina así como el panorama de importación de la misma y la ubicación que tendrá, dentro del Plan Nacional de Desarrollo (1983 - 1988) del Gobierno Federal, la posible erección de una planta industrial de este producto.

Capítulo II. Aspectos Generales: Se hace referencia a la historia de la melamina, sus propiedades, aplicaciones y toxicidad, con el objeto de dar un panorama general del producto en estudio.

Capítulo III. Aspectos Técnico - Económicos: Se presenta un estudio de mercado de consumo del producto y un estudio de disponibilidad de materias primas; también se hace referencia a la selección del proceso de producción del compuesto y la determinación del tamaño de planta que puede operar en México, así como su localización.

Capítulo IV. Aspectos Financieros: En esta parte del trabajo

se realiza la estimación de la inversión fija y el capital de trabajo necesarios para la construcción de la planta de interés. Se efectúa la estimación de costos y presupuestos de operación así como la aplicación de los indicadores de factibilidad del proyecto.

Conclusiones: Esta última parte contiene una serie de conclusiones basadas en los resultados de todo el trabajo que le precede.

CAPITULO I

INTRODUCCION

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

La melamina es un producto petroquímico considerado como intermedio dado que su utilidad estriba en la aplicación que tiene en la industria de las resinas, que a su vez tienen gran demanda en ramas industriales tales como la de los plásticos, la textil y la papelera.

En México se ha venido importando la melamina desde hace más de 25 años y no se ha fabricado este material en el país principalmente porque la demanda del mismo no justificaba la erección de una planta industrial, al mismo tiempo que la producción de la materia prima principal (Urea) era insuficiente y también ha tenido que ser importada.

En los últimos años se ha visto incrementada la importación de melamina debido al aumento en la demanda, lo que se traduce en una erogación de divisas mayor a los 2 millones de dólares anuales; por otro lado, la capacidad instalada para la producción de urea se ha aumentado de tal manera que el país sea autosuficiente en cuanto a este material para su aplicación en la elaboración de fertilizantes y se disponga de cierta cantidad para destinarlo a usos industriales y la exportación.

El objetivo del presente proyecto es determinar la factibilidad de producir la melamina en México para evitar las importaciones de -

la misma eliminando, consecuentemente, la fuga de divisas correspondientes, estableciendo una planta que elabore este producto en el país, generando fuentes de trabajo en el lugar donde se establezca dicha planta y aprovechando la existencia de materiales como la urea y el amoníaco.

Cabe hacer notar que de realizarse una planta de este compuesto, se estará participando activamente en el Programa para la Defensa de la Planta Productiva y el Empleo, que es parte del Plan Nacional de Desarrollo (1983 - 1988) del Gobierno Federal, el cual entre muchos otros aspectos contempla la preocupación por la sustitución de importaciones en el renglón de bienes de capital y productos intermedios, otorgando prioridad a las ramas industriales que pueden incorporar eficientemente los recursos nacionales abundantes dentro de los cuales queda incluida la rama de los productos químicos y petroquímicos, y textualmente expresa:

"En este sector, la estrategia tomará en cuenta la herencia de numerosos proyectos en estado avanzado de construcción y la oportunidad que representa la petroquímica para aprovechar recursos naturales, generar divisas y empleos y fortalecer la integración del aparato industrial. Es previsible que para finales de la década se revierta la situación de sobrecapacidad mundial, ya que los países desarrollados contarán con equipos obsoletos y que el costo de las materias primas hará insuficientes nuevas inversiones. Por tanto, la necesi--

dad de cubrir la creciente demanda interna y las perspectivas de exportación y de ahorro de divisas por concepto de sustitución de importaciones a lo largo de las cadenas productivas, justifican claramente el carácter prioritario del desarrollo del sector". Ref. (17).

CAPITULO II
ASPECTOS GENERALES

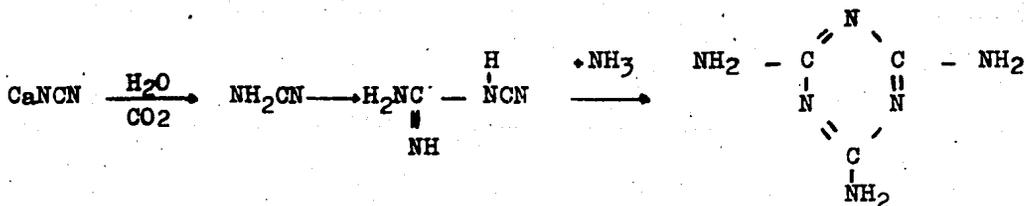
- A) GENERALIDADES
- B) PROPIEDADES
- C) APLICACIONES
- D) TOXICIDAD

CAPITULO II

GENERALIDADES

La melamina (cianurotriamida, 2, 4, 6 - triamino - s - triazina) es la más valiosa de las triazinas. Fue sintetizada por primera vez en 1834 por Liebig pero su interés fue meramente teórico hasta que se descubrió su utilidad como constituyente de las amino resinas, aproximadamente en 1935.

En 1936, Ciba A. G. patentó un proceso de producción de melamina a partir de cianamida de calcio. La cianamida de calcio es convertida en cianamida, la cual a su vez es dimerizada en diciandiamida (cianoguanidina), y esta última substancia reacciona en presencia de amoníaco y baja presión para formar melamina según la ecuación:



Cuando la última reacción se realiza en un autoclave a elevadas temperaturas y presiones (p. ej. 200°C y 800 - 1400 psi, ó 160° y - 4000 - 5000 psi) y utilizando diciandiamida pura y seca, se obtiene melamina con un rendimiento del 97 al 99%. Esta es melamina cruda; -

no obstante, puede utilizarse en la producción de resinas melamínicas para algunas aplicaciones. Normalmente puede ser purificada mediante una etapa de recristalización.

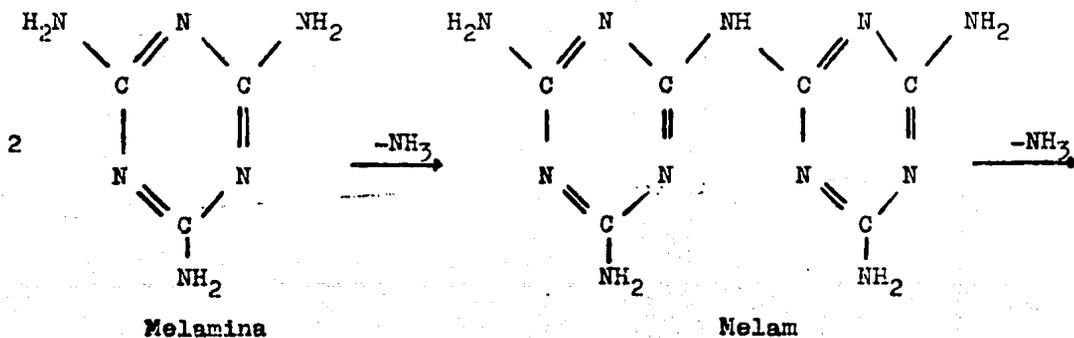
Algunos productores a gran escala de melamina han usado un proceso similar al anterior, en el cual la dicianamida es trimerizada en presencia de un diluyente alcohólico, usualmente metanol. Esto permite un mejor control de la reacción altamente exotérmica y el uso de baja temperatura y presión. La melamina así producida aparece después de la reacción como una suspensión de cristales de melamina en una solución de metanol - amoníaco. Los cristales son tratados para remover impurezas, lavados y finalmente secados obteniéndose un polvo fino, blanco cristalino. Una desventaja de este proceso es la necesidad de procesar el subproducto, la solución de metanol - amoníaco, para recuperar el metanol puro y el amoníaco líquido puro para reutilizarlos.

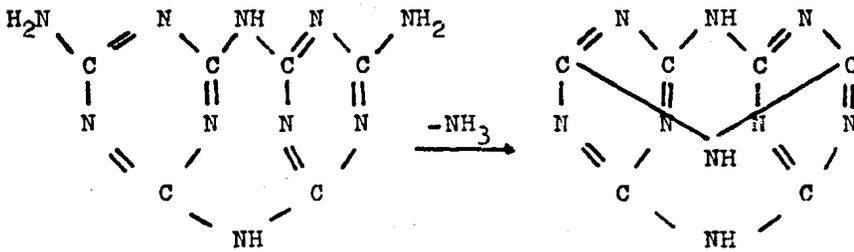
En la actualidad la producción de melamina se lleva a cabo a partir de urea, una materia prima mucho más barata. La melamina se obtiene por deshidratación de urea. Si el agua se separa de la molécula de urea en presencia de amoníaco, se forma la cianamida, y esta a su vez puede trimerizarse en melamina. La reacción ha sido estudiada completamente por muchos investigadores competentes y la siguiente ecuación se cree que representa correctamente el proceso

PROPIEDADES

La melamina pura tiene un peso molecular de 126.13; cristaliza en forma incolora, en prismas monoclinicos que funden aproximadamente a 350°C. A esta temperatura se descompone ligeramente y el resto se sublima y puede ser recuperada en forma inalterada. En presencia de amoníaco o al alto vacío, se pueden sublimar pequeñas cantidades de melamina practicamente sin sufrir descomposición. La solubilidad de la melamina en agua a 20°C es aproximadamente de 0.3 g/100 ml y a 98° - 100°C es aproximadamente de 5 g/100 ml. La melamina es prácticamente insoluble en la mayoría de los solventes orgánicos pero es soluble en cierta medida en etilen glicol, etanolamina y trietanolamina.

Calentando melamina sobre 300°C por largo tiempo, se provoca que los grupos amínicos se separen en forma de amoníaco con la formación de productos deaminados:



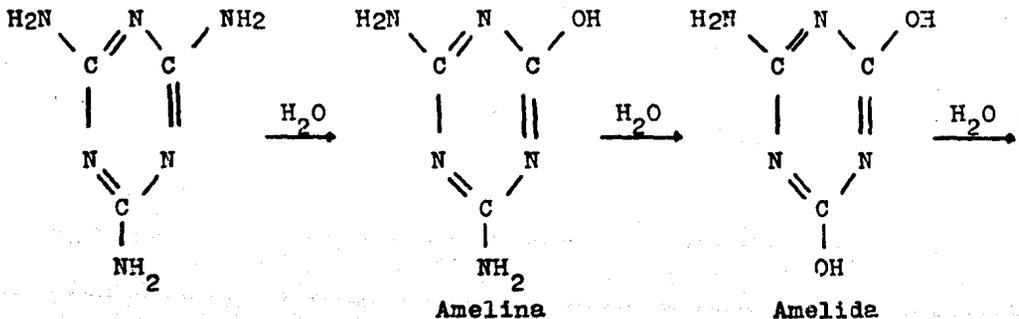


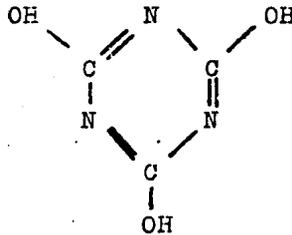
Melem

Melon

Estos y otros productos similares, (formados por el enlace de más anillos triazínicos y la pérdida gradual continua de amoníaco) tienen bajas solubilidades en formaldehído y por lo tanto no pueden ser utilizados para la producción comercial de resinas. Su solubilidad en agua es practicamente nula y presentan una remarcada resistencia al calor. Melon, por ejemplo, puede ser calentado al rojo, sin que presente una nueva descomposición.

Cuando los grupos amínicos de la melamina son gradualmente reemplazados por grupos hidroxilo, se obtienen los productos de hidrólisis de melamina. Una hidrólisis completa produce ácido cianúrico.





Acido Cianúrico

La amelina y la amelida pueden ser consideradas como amidas parciales del ácido cianúrico. Estas son ácidos y no deben encontrarse en la producción de resinas. El ácido cianúrico es también un producto de deaminación de la urea. La amelina y amelida son subproductos muy indeseables en la producción de melamina debido a su acción catalítica en la subsecuente producción de resinas melamina - formaldehído, debido a su naturaleza ácida. Ambas deben ser removidas de la melamina cruda mediante un baño alcalino y/o por cristalización de la melamina cruda. Ref. (10).

Otras propiedades que presenta la melamina son:

Densidad (g/ml)	-----	1.573
Calor específico a 25°C	-----	1.23 J/(g.K)
Calor de combustión a 25°C	-----	- 1964 KJ/mo.
Calor de sublimación	-----	- 121 KJ/mo.

APLICACIONES

La mayor parte de la melamina producida es usada en forma de resinas melamina - formaldehído. Otras aplicaciones incluyen el uso de pirofosfato de melamina en acabados textiles, melamina clorinada como bactericida y melamina como desempañante en la composición de detergentes. El consumo de melamina se reparte entre la fabricación de láminas protectoras y decorativas, aproximadamente el 45%; mezclas para moldeado, aproximadamente 30%; resinas textiles, 9%; recubrimientos, 7%; y resinas para el tratado de papel y varios adhesivos, 9%.

Mezclas para moldeado:

Las resinas de melamina fueron introducidas hace aproximadamente quince años como mezclas para moldeado. Estas fueron muy similares a las basadas en urea pero tenían una calidad superior. La marcada estabilidad del anillo simétrico de la triazina hace a estos productos resistentes al cambio químico, una vez que la resina ha curado a un estado insoluble. Las mezclas para moldeado de melamina son utilizadas principalmente para la fabricación de vajillas, debido a su notable dureza, su resistencia al agua y a las manchas.

Adhesivos:

Los adhesivos melamínicos tienen una excelente resistencia al agua, mientras que los adhesivos de urea - formaldehído son más ba-

ratos pero más sensibles al agua. Frecuentemente, el mejor balance - entre costos y composición se ha logrado con una mezcla de resinas - urea - formaldehído y melamina - formaldehído.

Laminados:

Las resinas fenólicas y melamínicas son ambas usadas en la manufactura de plásticos laminados decorativos para mostradores y superficies de mesas. La resina fenólica es funcional, siendo utilizada - como soporte de las hojas, mientras que las resinas de melamina son tanto decorativas como funcionales en el estampado de las hojas y en la cubierta protectora. Dureza, transparencia, resistencia a las manchas y firmeza en el color son esenciales, en adición a una gran duración de una superficie. Las resinas fenólicas son generalmente usadas en solución alcohólica, mientras que las resinas de melamina son manejadas en agua o mezclas de agua - alcohol.

Recubrimientos:

Las resinas de urea son las más baratas y de más rápido curado. Estas son utilizadas en recubrimientos claros para muebles de malera, para aplicaciones esmaltadas al horno y para recubrimientos primarios en automóviles. Las resinas melamínicas proporcionan una mayor resistencia química y son preferibles para aplicaciones que involucran exposición al aire libre o contacto con detergentes; tales como

recubrimientos automotivos y aplicaciones en muebles de cocina. No es extraño contar con una combinación de resinas urea - formaldehído y melamina - formaldehído en la formulación de pinturas.

Acabados textiles:

Las resinas más versátiles en acabados textiles son las de melamina - formaldehído. Estas proveen propiedades de "lavar y usar" y acrecentan la durabilidad del lavado por su resistencia a las manchas.

Industria del papel:

La primera resina resistente a la humedad para ser utilizada extensivamente por las fábricas de papel fue la resina de melamina - formaldehído. La trimetilolmelamina disuelta en cantidades adecuadas en ácido diluido, polimeriza en un coloide, el cual es bien retenido por casi todos los tipos de fibras con que se hace el papel y produce un alto rendimiento y solidez bajo condiciones de un curado suave. Esta resina, introducida en 1942 por American Cyanamid, es todavía usada extensivamente cuando son importantes un rápido curado y alta resistencia a la humedad.

Otras Aplicaciones:

Las resinas de melamina - formaldehído solubles en agua son usadas en el curtido de pieles, en combinación con los agentes de curtido usuales. Al recibir un primer tratamiento el cuero con esta resina, la piel se hace más receptiva a otros agentes de curtido y el producto final tiene un color más claro. La amino - resina es frecuentemente referida como un agente de relleno porque hace el acabado de la piel más firme. Ref. (7).Vol. (2).

TOXICIDAD

Se han realizado extensivas investigaciones con melamina en animales experimentales. Pruebas en la alimentación de ratas con un contenido de 1000 p.p.m. de melamina por períodos de dos años y en perros con un contenido de 30,000 p.p.m. en períodos de un años no han revelado que existan anomalías en los tejidos de los animales atribuibles a la ingestión de melamina. Se han realizado pruebas de melamina en seres humanos, sin evidencia de irritación o sensibilidad. Ref. (7) Vol (7).

Tales resultados sugieren que los cristales de melamina pueden ser manejados en forma ordinaria, sin precauciones higiénicas especiales.

CAPITULO III

- A) ESTUDIO DEL MERCADO DE CONSUMO.
- B) ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD DE LAS MATERIAS PRIMAS.
- C) DETERMINACION DEL TAMAÑO DE PLANTA.
- D) SELECCION DEL PROCESO DE PRODUCCION DE MELAMINA.
- E) LOCALIZACION DE LA PLANTA.

A). ESTUDIO DEL MERCADO DE CONSUMO

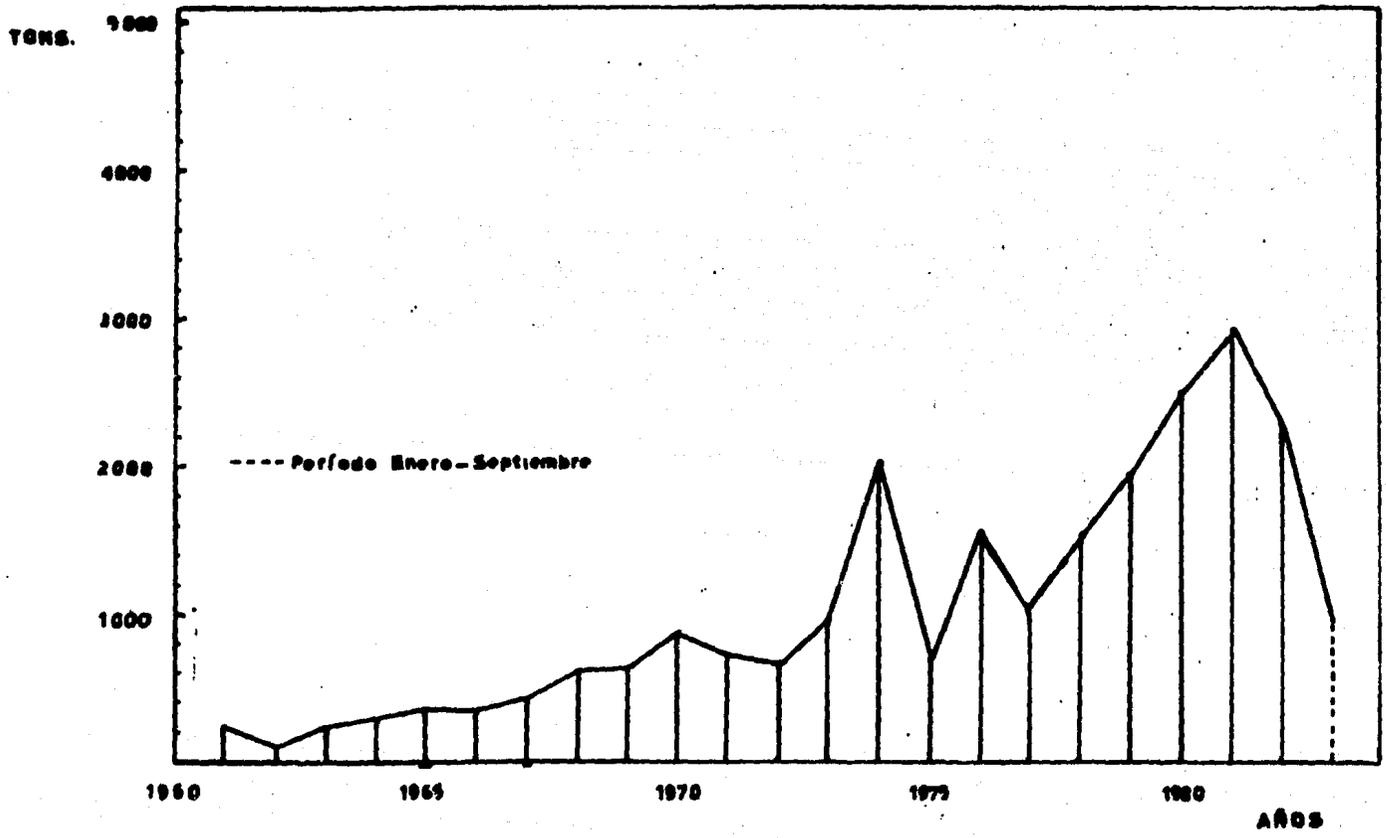
En un proyecto industrial, la finalidad de un estudio de mercado consiste en estimar la cantidad de producto que se puede llegar a vender probando que existe la demanda suficiente que justifique la puesta en marcha de un programa de producción, así como las especificaciones que el producto debe cumplir.

La información proporcionada por el estudio de mercado tiene influencia directa en la determinación de la capacidad de la planta y frecuentemente en la localización de la misma.

Para el estudio de mercado de melamina en México se tiene lo siguiente:

- a) No existe la producción interna hasta la fecha.
- b) Debido a que no existe producción nacional de melamina, el mercado se cubre con importaciones y por medio de éstas se determina el consumo aparente del producto.

A continuación se presenta una tabla de importaciones de melamina desde 1961 a 1983; los datos fueron obtenidos de los Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior.



Gráfica 1 VOLUMENES DE IMPORTACION DE MELAMINA

A₁) PROYECCION DE LA DEMANDA.

Este es un factor muy importante en la planeación de un proyecto industrial, ya que nos proporciona un panorama a futuro del mercado para el producto.

Cabe destacar que una cuantificación equivocada del volumen de ventas conducirá a una estimación inadecuada de la capacidad de la planta presentándose dos situaciones; una en la que la proyección resulta muy conservadora, ocasionando que la capacidad de la planta - que se instala sea insuficiente para satisfacer la demanda del mercado y una segunda situación en la que se estime una demanda superior a la real, será la causa de la instalación de una planta de gran capacidad, mediante una fuerte inversión, que por no aprovecharse íntegramente, incidirá negativamente en el costo del producto y en la economía de la empresa.

Existen varias formas para determinar la proyección de la demanda, entre éstas, el método a mano libre, procedimiento muy sencillo que consiste en representar la serie de tiempo en un diagrama y después, por observación, ajustar una línea a través de los puntos representados de manera que dicha línea muestre la tendencia de la serie de tiempo; si bien este método es sencillo, también es cierto que es muy deficiente. Otro método utilizado es el de los dos promedios, aplicable cuando la proyección presenta una tendencia lineal y

que consiste en dividir la serie de tiempo en dos partes, buscar el promedio de cada parte y ajustar una línea de tendencia que pase por los promedios. El método de las medias móviles que es útil para suavizar las fluctuaciones de las series de tiempo es aplicado también para hacer la estimación de proyecciones de la demanda y por último se ha de mencionar el método de los mínimos cuadrados, que de los ya mencionados es el más utilizado y que se puede aplicar tanto a ecuaciones lineales como a curvilíneas.

Para el presente trabajo se aplicó el método de los dos promedios, el de las medias móviles y el de los mínimos cuadrados, obteniéndose valores del mismo orden de magnitud, ya que la estimación de la demanda para 1994 es de 3454, 3507 y 3531 Toneladas respectivamente.

Debido a que el método de los mínimos cuadrados es el más confiable, a continuación se presenta su desarrollo.

El modelo utilizado para la proyección de la demanda es la regresión lineal. La proyección se hace a diez años.

Para aplicar el método a los datos estadísticos del proyecto, - se consideran los años como la variable "X" y se parte de 1961 = 1.- Los valores de importación toman el lugar de la variable "Y". Los - datos para 1983 no se consideran en la proyección debido a que cor-- responden solo a una fracción del año.

X	Y	XY	X ²	Y ²
1	228.360	228.360	1	52,148.290
2	84.238	168.476	4	7,096.040
3	200.091	600.273	9	40,036.408
4	261.380	1,045.520	16	68,319.504
5	337.360	1,686.800	25	113,811.770
6	325.233	1,951.398	36	105,776.500
7	394.230	2,759.610	49	155,417.290
8	587.586	4,700.688	64	345,257.310
9	613.387	5,520.483	81	376,243.610
10	850.328	8,503.328	100	723,057.710
11	696.281	7,659.091	121	484,807.230
12	665.087	7,981.044	144	442,340.720
13	953.574	12,396.462	169	909,303.370
14	1,987.280	27,821.920	196	3,949,281.800
15	563.809	8,457.135	225	317,880.590
16	1,543.122	24,689.952	256	2,381,225.500
17	1,036.405	17,618.885	289	1,074,135.300
18	1,506.187	27,111.366	324	2,268,599.300
19	1,896.634	36,036.046	361	3,597,220.500
20	2,438.162	48,763.240	400	5,944,633.900
21	2,885.356	60,592.476	441	8,325,279.200
22	2,232.374	49,112.228	484	4,983,493.700
$\Sigma X =$	$\Sigma Y =$	$\Sigma XY =$	$\Sigma X^2 =$	$\Sigma Y^2 =$
253	22,286.464	355,404.78	3795	36,665.366

La ecuación de recta de aproximación es:

$$Y = a_0 + a_1 X \dots\dots\dots (1)$$

Las ecuaciones normales para la recta de mínimos cuadrados son:

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum X \dots\dots\dots (2)$$

$$\sum XY = a_0 \sum X + a_1 \sum X^2 \dots\dots\dots (3)$$

Resolviendo el sistema de ecuaciones para a_0 y a_1 tenemos

$$a_0 = - 274.127$$

$$a_1 = 111.926$$

Coefficiente de Correlación:

Está dado por la expresión

$$r = \frac{N \sum XY - (\sum X) (\sum Y)}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2 (N \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \dots\dots\dots (4)$$

Sustituyendo los valores correspondientes en la expresión anterior se tiene $r = 0.89$

El valor de r es una medida de la linealidad de los datos, y sus valores están en el intervalo $[-1, 1]$; existiendo una mayor correlación lineal entre más cercano esté el valor de r a -1 ó 1 .

En este caso el valor de r es de 0.89 y se considera aceptable para una correlación lineal.

Intervalo de predicción al 95% de confianza para la demanda de melamina en México durante los próximos 10 años.

Este intervalo de predicción está dado por la fórmula:

$$a + b (X_0 - \bar{X}) \pm t_{0.975} S_{y.x} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X_0 - \bar{X})^2}{(n-1) S^2_x}}$$

donde: $a = \bar{Y}$

$$b = \frac{L_{xy}}{L_{xx}}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$t_{0.975} = 2.086$$

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{L_{xx} L_{yy} - L^2_{xy}}{(n-2) (n) L_{xx}}}$$

$$S^2_x = \frac{L_{xx}}{n (n-1)}$$

$$n = 22$$

$$L_{xx} = n \sum X^2 - (\sum X)^2$$

$$L_{xy} = n \sum XY - \sum X \sum Y$$

$$L_{yy} = n \sum Y^2 - (\sum Y)^2$$

X_0 = año de interés para estimar la demanda

por lo tanto

$$a = 1013.0211$$

$$b = 111.92597$$

$$\bar{X} = 11.5$$

$$S_{yx} = 387.01908$$

$$S^2_x = 42.166567$$

$$L_{xx} = 19,481$$

$$L_{xy} = 2,180,429.8$$

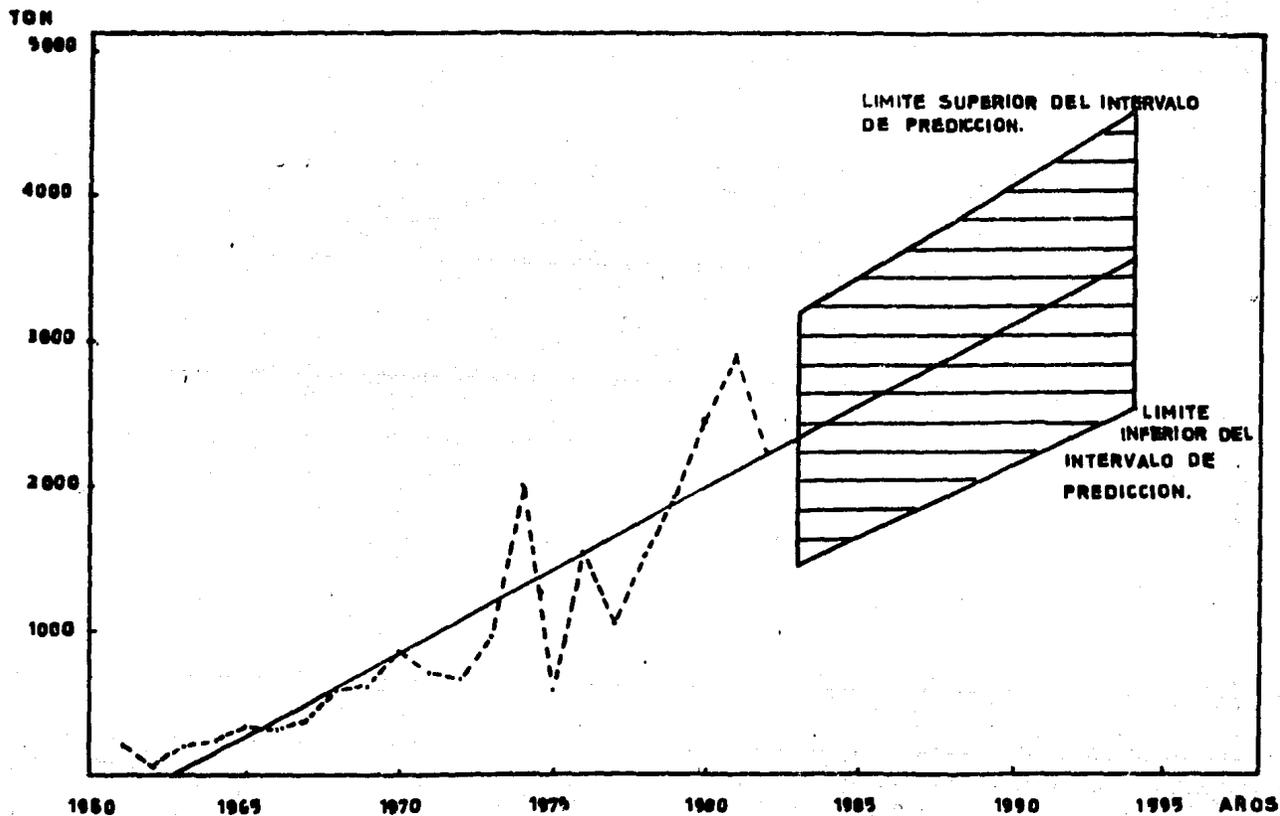
$$L_{yy} = 309,951,000$$

AÑO	X ₀	Intervalo de demanda de melamina estimado (Ton)	
		Límite inferior	Límite superior
1983	23	1417.71	3182.63
1984	24	1519.68	3304.51
1985	25	1620.95	3427.09
1986	26	1721.54	3550.36
1987	27	1821.46	3674.28
1988	28	1920.77	3798.83
1989	29	2019.46	3923.99
1990	30	2117.57	4049.73
1991	31	2215.13	4176.02
1992	32	2312.16	4302.85
1993	33	2409.67	4430.19
1994	34	2504.70	4558.00

De acuerdo con la gráfica número 1, la importación de melamina presenta irregularidades en los últimos años, lo que indica -- que es un producto muy sensible a las perturbaciones económicas -- que pueda sufrir el país. Esto es importante hacerlo notar ya que la estimación de la demanda de cualquier producto por extrapolación queda sujeta a error tomando en cuenta que es difícil predeciir con mucha anticipación las condiciones económicas que privaran en el país y que pueden afectar a determinadas ramas industriales.

La estimación realizada se basa en la consideración de que los posibles movimientos económicos que ocurran en el país durante los próximos diez años no afecten de manera significativa la tendencia del consumo de la melamina, ya que si se presentaran situaciones críticas, se puede esperar que los volúmenes de demanda queden fuera de los límites que marca el intervalo de confianza para tal demanda.

Gráfica 2 **DIAGRAMA DE DISPERSION Y RECTA DE REGRESION**
PARA LA DEMANDA DE MELAMINA



Localización del Mercado de Consumo de Melamina.

Los principales consumidores de melamina son:

- a) Basf. Mexicana, S.A.
- b) Ciba - Geigy Mexicana, S.A.
- c) Cyanamid de México, S.A.
- d) Industria Química Delgar, S.A.
- e) Industrias Químicas Synres, S.A.
- f) Industrias Resistol, S.A.
- g) Isomex, S.A.
- h) Melcinsa, S.A.
- i) Pionner, S.A.
- j) Poliresinas, S.A.
- k) Química Borden S. A. de C.V.
- l) Reichhold Química de México, S.A.

La gran mayoría de estas empresas están localizadas en el D. F. y sus inmediaciones, por lo que el mercado está centralizado.

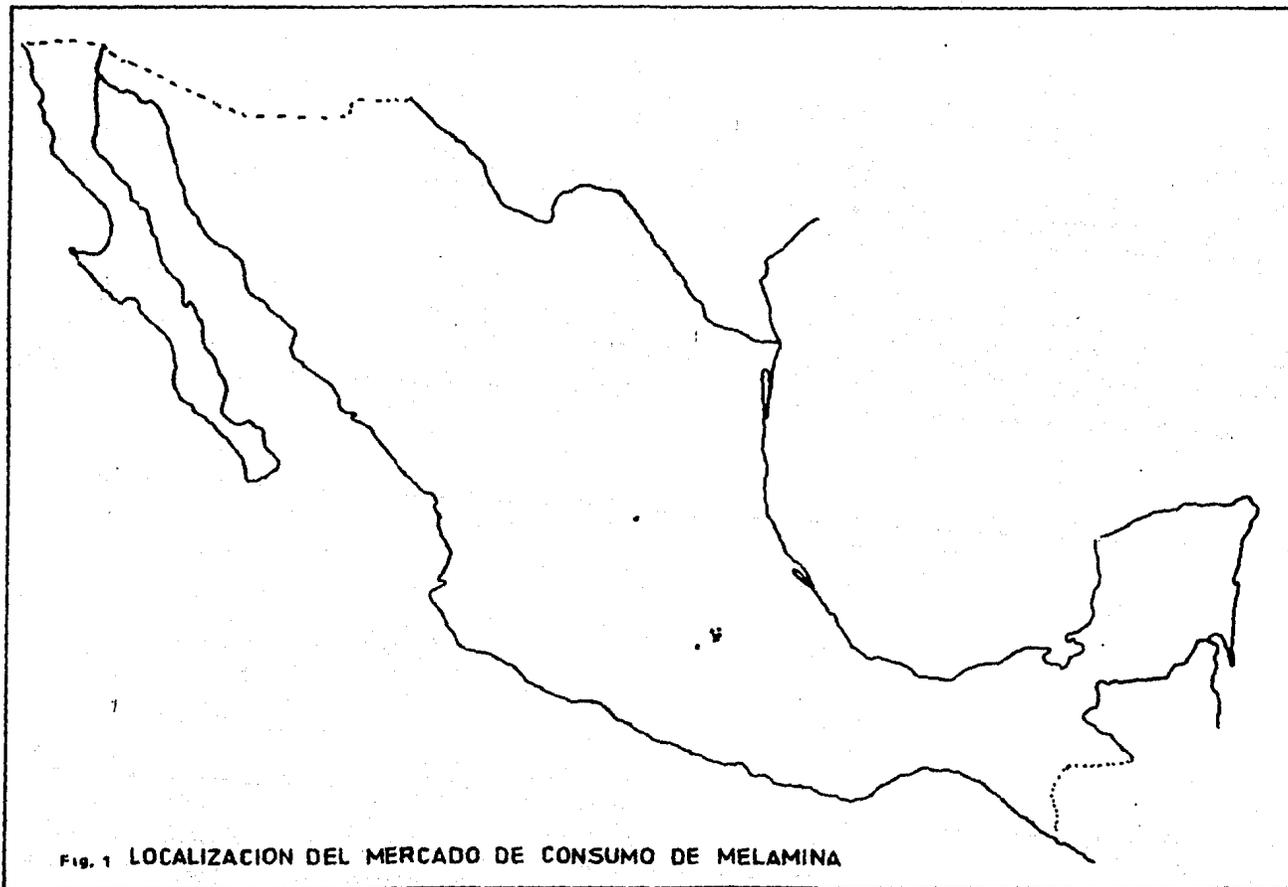


Fig. 1 LOCALIZACION DEL MERCADO DE CONSUMO DE MELAMINA

B) ESTUDIO DE DISPONIBILIDAD DE MATERIAS PRIMAS.

La cantidad y características de las materias primas disponibles y en general, de todos los insumos que exige una planta industrial, son aspectos de vital importancia, ya que influyen de manera significativa en la determinación de la capacidad de la planta así como en la selección del proceso y los equipos a instalar. La disponibilidad de los insumos, aunado a los precios de adquisición, influyen significativamente sobre los resultados económicos del proyecto.

El método de estudio para la disponibilidad de materias primas es similar al del estudio de mercado de consumo, debido a que el primero viene a ser el estudio del mercado de abastecimiento.

Para la producción de melamina se parte de Urea y Amoníaco como materias primas; a continuación se presenta la situación existente de estas materias primas en el país.

AMONIACO

En cuanto a esta materia prima, el país es autosuficiente en la producción y además se exporta, por lo que no existirá ningún problema de abastecimiento.

PEMEX es el encargado de la producción de este material y cuenta con la siguiente distribución de plantas:

EN OPERACION (1982)

LOCALIZACION	PLANTA	CAPACIDAD NOMINAL (TON)
Cosoleacaque, Ver.	Amoniaco I	60,000
"	Amoniaco II	300,000
"	Amoniaco III	300,000
"	Amoniaco IV	445,000
"	Amoniaco V	445,000
"	Amoniaco VI	445,000
"	Amoniaco VII	445,000
Salamanca, Gto.	Amoniaco I	91,000
"	Amoniaco II	300,000
Cd. Camargo, Chih.	Amoniaco	132,000

EN FASE DE INGENIERIA (1982)

Cd. Camargo, Chih.	Amoniaco II	445,000
Salina Cruz, Oax.	Amoniaco	445,000

EN FASE DE PROYECTO (1982)

Tula, Hidalgo	Amoniaco	445,000
Nueva Refinería	Amoniaco	445,000

AMONIACO

(TON)

	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PRODUCCION	1,579,243	1,652,729	1,883,176	2,183,157	2,449,336	2,831,769
IMPORTACION	8	1	17	24	1,428	9
EXPORTACION	615,807	752,469	683,831	782,077	836,212	1,312,196
C. APARENTE	963,444	900,261	1,199,362	1,401,104	1,614,552	1,519,582

- 34 -

TABLA 1

UREA

Esta materia prima es producida por FERTIMEX y cuenta con una -
distribución de plantas en los siguientes puntos del país.

- a) Coatzacoalcos, Ver.
- b) Minatitlán, Jal.
- c) Minatitlán, Ver.
- d) Pajaritos, Ver.
- e) Salamanca, Gto.
- f) Cd. Camargo, Chih.

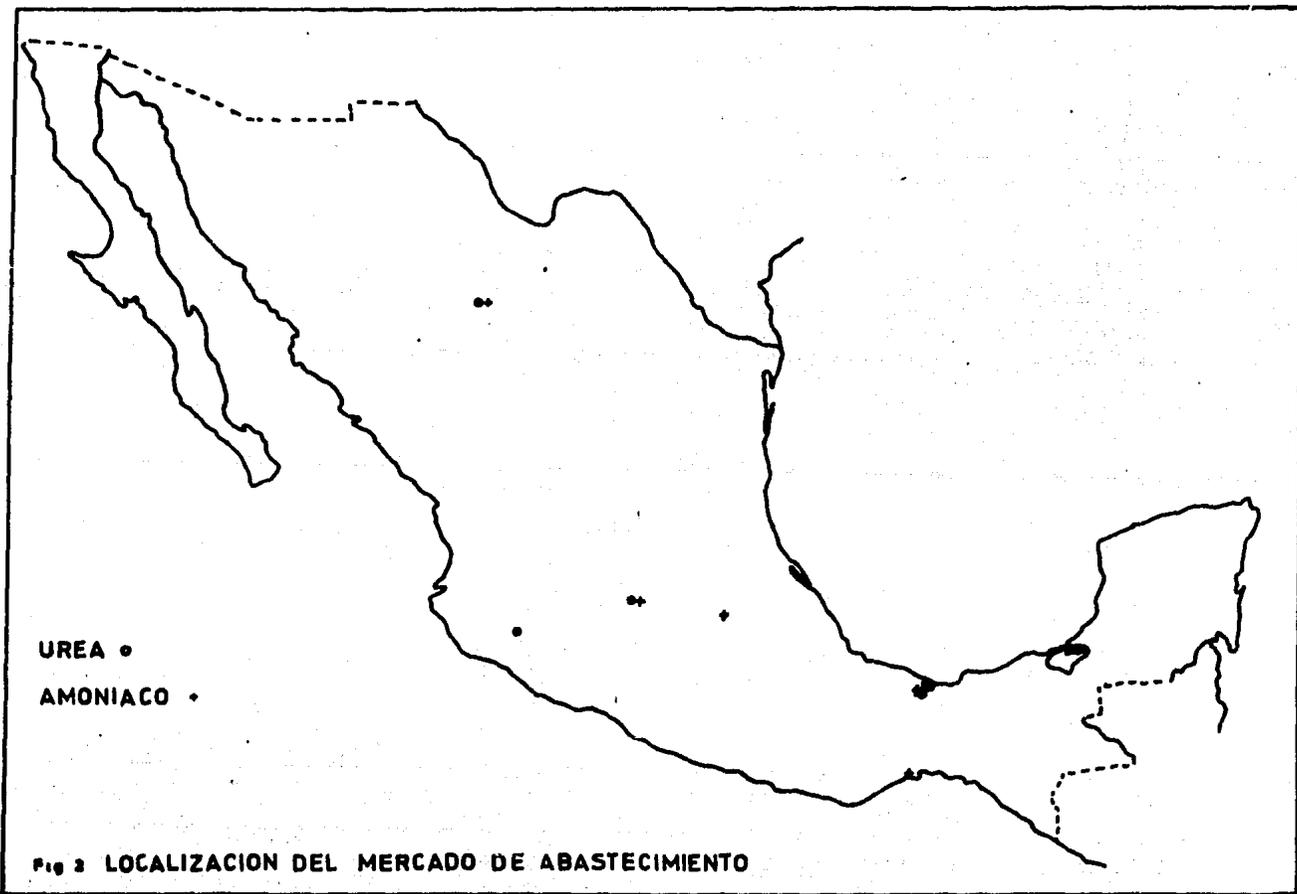
U R E A

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
PRODUCCION	161,431	179,080	156,041	138,366	184,695	236,311	381,604
IMPORTACION	105,363	37,910	22,713	70,040	101,798	167,230	91,228
EXPORTACION	-----	-----	4,600	7	-----	-----	2,265
C. APARENTE	266,794	216,990	174,154	208,399	286,493	403,548	470,567
CAP. INSTALADA	199,180	199,180	199,180	199,180	350,980	350,980	505,080

TABLA 2

LOS VALORES DE LA TABLA ESTAN EN BASE A TONELADAS DE NITROGENO. Ref. (1).

Aún cuando se ha venido importando la urea, es posible observar que la capacidad instalada se incrementó en los años de 1979 a 1982, consiguiéndose en este último años que disminuyera el monto de tales importaciones; también es de hacer notar que para los meses de enero a septiembre de 1983 se tiene una estimación de importaciones de urea por 20,500 toneladas, lo que indica que el país va siendo auto-suficiente en la producción de esta materia prima, agregando que existen proyectos a partir de 1981 con capacidad total de 1,766,000 toneladas.



C) DETERMINACION DEL TAMAÑO DE PLANTA.

El tamaño de planta industrial es la capacidad instalada de producción de ésta. Tal capacidad es expresada generalmente en cantidad de productos por unidad de tiempo.

Las plantas industriales generalmente no operan a su capacidad nominal o instalada, debido a diferentes factores tales como: fluctuaciones en la demanda del producto, la calidad de la materia prima, la productividad de la mano de obra, la limitada disponibilidad de materia prima, etc. Al ritmo de producción que efectivamente es posible operar la planta se le conoce como capacidad real de operación. Al cociente que resulta de dividir la capacidad instalada se le denomina nivel de aprovechamiento de la capacidad de planta. La capacidad máxima es el volumen de producción que es posible alcanzar en condiciones óptimas de operación. Es recomendable un sobrediseño del 10 al 20% sobre la capacidad máxima de operación para la capacidad nominal de la planta.

En los puntos sobre mercado de consumo y disponibilidad de materias primas se hizo la observación que estos aspectos influyen de manera importante tanto en la determinación del tamaño de planta como en la localización de la misma. Otros factores que afectan la selección del tamaño de planta son: las economías de escala, la disponibilidad de recursos financieros, las características de la

mano de obra, la tecnología de producción y la política económica - del Estado Mexicano entre otros. El tamaño de planta más adecuado - será aquel que se obtenga optimizando la economía de la misma en - función de los factores antes mencionados.

En referencia al tamaño de planta para la producción de melami - na en México, el factor de mayor peso es el mercado de consumo, que como se mostró en el punto correspondiente, presenta una tasa de - crecimiento moderada pero con tendencia creciente y considerando - una capacidad para diez años de operación, se puede observar en la gráfica de proyección de la demanda que el consumo estimado según - la recta de regresión será de 3531 toneladas para el año de 1994 y utilizando el intervalo del 95% de confianza para la demanda en ese año, nos muestra una demanda esperada entre 2504 y 4558 toneladas - para dicho año.

De acuerdo con los datos anteriores, en el mejor de los casos la demanda para 1994 será de 4558 toneladas, la cual puede tomarse - como base para la capacidad máxima de operación de la planta, con - lo que logrará cubrirse la demanda nacional. En caso de que las ne- cesidades del país no lleguen a ser las esperadas, se tiene pensado acudir al mercado internacional, ya que en Latinoamérica solo Bra-- sil cuenta con una planta de melamina y podría tenerse acceso al - mercado latinoamericano.

El aspecto de la materia prima no afecta al tamaño de planta - debido a que, como se mostró en el punto correspondiente, se espera contar con la cantidad de urea necesaria en base a la capacidad ya instalada y a los proyectos que están en construcción. En lo referente al amoníaco se produce lo suficiente, no solo para las necesidades nacionales sino que México es un exportador de este producto.

Las economías de escala son las reducciones en los costos de - operación de una planta industrial debido a incrementos en su tamaño. Estas economías pueden ser el resultado de diversos efectos, - entre los cuales podemos distinguir los siguientes:

- a) Los costos unitarios de producción se reducen al dividirse los costos fijos entre un mayor volumen de productos.
- b) Se obtiene un mayor rendimiento por hombre ocupado y una mejor utilización de otros insumos entre mayor es la capacidad de la planta.
- c) Al crecer el tamaño de la planta, es posible utilizar procesos más eficientes que reducen los costos de operación.

Los procesos de síntesis de melamina muestran que las plantas pueden ser rentables con una producción de 5000 toneladas anuales o más, desafortunadamente en el país no se puede pensar en la cons---

trucción de una planta mayor a las 5000 toneladas debido a que la -
demanda nacional no absorbería tal producción y los países desarro-
llados controlan el mercado internacional, por lo que la incursión_
en éste solo se podría hacer en cantidades relativamente pequeñas,-
resultando con esto que se tendría capacidad ociosa de planta y de_
cualquier manera no se aprovecharía un tamaño de planta de esa natu-
raleza.

Los otros factores no afectaría en particular a la selección -
de la capacidad de planta ya que se considera que se contará con -
los recursos financieros y la mano de obra necesarios, que la tecnol-
ogía de producción no causará problemas y la política económica -
del Estado Mexicano favorece la erección de la planta ya que se pre-
tende sustituir importaciones, fomentar exportaciones y la ubica---
ción de tal planta se llevará a cabo en una zona donde el Estado Me-
xicano promueve la industrialización.

Por todo lo antes expuesto, se ha considerado la capacidad de
diseño de la planta de melamina en 5000 ton/año y la capacidad má-
xima de operación de la misma será de 4500 ton/año.

D) SELECCION DEL PROCESO:

El éxito de un proyecto industrial depende en gran medida de la adecuada selección del proceso.

Esta selección implica un estudio técnico que permita determinar cual de las alternativas de proceso puede dar los mejores resultados y satisface especificaciones como:

- a) Ajustarse a volúmenes de producción previstos.
- b) Obtener productos que cumplan con las especificaciones que exige el mercado.
- c) Ser factible de llevarse a cabo en los equipos que pueden ser obtenidos.

A continuación se describen cinco alternativas de procesos que pueden ser utilizados en la síntesis de melamina a partir de urea, para posteriormente hacer una comparación entre ellos y así poder elegir el proceso que permita obtener los mejores resultados.

Las alternativas son:

- 1.- PROCESO EDISON - MONTECATINI
- 2.- PROCESO OSW
- 3.- PROCESO DMS
- 4.- PROCESO BASF
- 5.- PROCESO NISSAN

1. PROCESO EDISON - MONTECATINI

La producción de melamina a partir de urea mediante el PROCESO EDISON - MONTECATINI es por síntesis bajo presión.

La materia prima utilizada es urea grado técnico, granulada o en cristales, o bien, solución de urea o urea fundida proveniente de una planta adyacente. Ver fig.(3)

La reacción es efectuada en presencia de amoníaco anhidro y el reactor, operando bajo presión, se mantiene a una temperatura adecuada por circulación de fluidos especiales, calentados en equipos diseñados apropiadamente. Los productos de la reacción son expandidos; la fase gaseosa, consistiendo de amoníaco y bióxido de carbono saturados con vapor, es recuperada a presión media. La mezcla gaseosa descargada de la planta normalmente es utilizada en la producción de urea. La melamina cruda es obtenida como una solución acuosa.

La melamina cruda es tratada y purificada. Una cristalización final produce cristales de melamina pura.

Requerimientos del Proceso:

BASE: 1 TON. DE MELAMINA

Iniciando con una solución de urea al 70% en peso, donde los gases NH_3 y CO_2 son recirculados a una planta de urea.

MATERIALES:

UREA	-----	1700	Kg
NH_3 LIQUIDO	-----	20	Kg

SERVICIOS:

ELECTRICIDAD	-----	360	Kwh
VAPOR (A 18 Kg/cm ²)	-----	12,500	Kg
" (A 4 Kg/cm ²)	-----	2,000	Kg
" (A 2 Kg/cm ²)	-----	3,500	Kg
H ₂ O DE ENFRIAMIENTO (CONSIDERADA A 28°C)	-	1,200	m ³
H ₂ O DEIONIZADA PARA PROCESO	-----	5	m ³
COMBUSTIBLE (COMO CH ₄)	-----	250	Nm ³
OTRAS SUBSTANCIAS QUIMICAS	-----	12.7	US\$

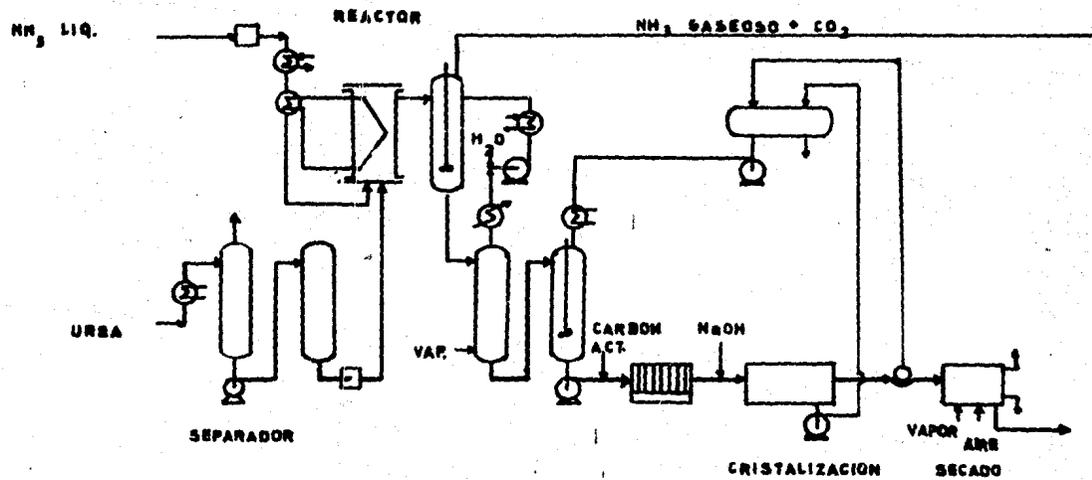


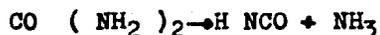
Fig. 3 PROCESO EDISON-MONTECATINI PARA LA SINTESIS DE MELAMINA

Ref. (22)

2. PROCESO DE OESTERREICHISCHE STICKSTOFF VERKE A.G. (OSW)

La síntesis de la melamina se realiza en dos etapas: en la primera la urea es convertida en una mezcla gaseosa de ácido isocianico y amoníaco. Esta mezcla es convertida, en una segunda etapa, en vapor de melamina y bióxido de carbono, el amoníaco permanece sin cambio.

La descomposición de urea en amoníaco y ácido isocianico se lleva a cabo de acuerdo con la ecuación:



Esta reacción es fuertemente endotérmica, 800 Kcal/Kg urea son absorbidas para formar los productos gaseosos a 350°C. Para obtener altos rendimientos la urea tiene que ser calentada muy rápidamente a la temperatura necesaria de 350°C, en cuestión de segundos, de lo contrario, se forman otros productos laterales, tales como ácido cianúrico, amelina, amelida, etc. Bajo condiciones favorables, el rendimiento de la gasificación es practicamente 100%.

La formación de la melamina a partir del ácido isocianico es una reacción exotérmica, se liberan aproximadamente 1100 Kcal. por Kg. de melamina producida. La reacción tiene que ser promovida por un catalizador sólido. Se conocen varios catalizadores que pueden ser efectivos, entre ellos: gel de sílice, gel de alúmina, fosfato de

boro, principalmente.

La melamina formada es removida del reactor con el amoníaco y el bióxido de carbono.

La melamina sólida se obtiene de los gases de reacción por enfriamiento con agua. La suspensión formada de melamina en licor de amoníaco es centrifugada y recirculada al enfriador. La melamina sólida es lavada con agua y secada. El rendimiento total de la melamina a partir de urea está entre 85 y 90%.

Descomposición de la Urea:

La descomposición de urea en amoníaco y ácido isocianico se efectua introduciendo la urea en un reactor (1) ver fig. No. 4 de lecho fluidizado por el amoníaco gaseoso, la urea es impulsada al reactor por la corriente de amoníaco a través de una boquilla en el fondo del lecho. El calor necesario para la reacción es suministrado por el calentamiento externo del lecho fluidizado.

El diseño del horno suministrador del calor para la descomposición es crítico. La temperatura de la pared del reactor no debe elevarse demasiado, de otra manera, ocurrirá la nitración de la superficie interior de la pared por el amoníaco.

Si el calor de reacción se provee apropiadamente, la reacción -

se lleva a cabo uniformemente y aproximadamente de manera estequiométrica. Si el calor no es administrado en la cantidad necesaria puede ocurrir enfriamiento en algunos puntos del lecho fluidizado. En este caso tienen lugar reacciones laterales. Si la temperatura baja a menos de 260 - 270°C, el principal subproducto es el ácido cianúrico.- Como la presión de vapor del ácido cianúrico es alta y el ácido cianúrico es también convertido en melamina por el catalizador, una pequeña cantidad de esta sustancia es admisible en los gases de descomposición. Si la temperatura del lecho fluidizado disminuye a menos de 260°C, se forman sustancias que no pueden ser descompuestas térmicamente, por eso puede sufrir avería el lecho fluidizado. Esto debe evitarse asegurando un alto rango de transferencia de calor en el lecho fluidizado.

Formación de Melamina:

La temperatura óptima de formación de melamina a partir de ácido isociánico está entre 400 y 430°C. El vapor proveniente del reactor I se enfría aproximadamente a 320°C, de tal manera que el calor de reacción de formación de la melamina es absorbido por los gases de la reacción (1), calentándolos entre 400 y 430°C. Parte del calor también se puede disipar por enfriamiento.

Si la temperatura de reacción es alta, una pequeña parte de la melamina se descompone en "Melam" y "Melem" por el desdoblamiento -

del amoníaco.

Estas sustancias se acumulan en el catalizador, lo cual hace --decrecer su actividad. Una cierta cantidad se volatiliza, contaminando el producto.

Si la temperatura de reacción baja, también el rendimiento en --la conversión de melamina disminuye. La temperatura en el cataliza--dor es ajustada por variación en la concentración de ácido isociánico en el gas de alimentación al reactor (2).

Enfriamiento de la Melamina:

Los gases de la reacción que salen del reactor catalítico con--tienen amoníaco, bióxido de carbono, melamina y pequeñas cantidades de ácido isociánico. Con objeto de separar la melamina, esta mezcla es enfriada en (3) por una corriente de agua saturada con amoníaco, --bióxido de carbono y melamina.

Debido a su poca solubilidad en agua, la melamina queda suspen--dida en la solución. Parte de la suspensión es continuamente separada y enviada a una centrifuga (4), donde la melamina es separada y --lavada con agua. Después de secada (5), y empacada, el producto queda listo para la venta.

El ácido isociánico que no reaccionó es parcialmente hidroliza--

do a amoníaco y bióxido de carbono, una parte reacciona con amoníaco vía cianato de amonio para formar urea. Como el nivel de urea de la solución recirculada aumenta, una pequeña cantidad de la solución es separada para mantener el nivel constante.

El enfriamiento de los gases de reacción debe efectuarse con rapidez. Si el vapor de agua caliente está en contacto con la melamina gaseosa por un período de tiempo prolongado, parte de la melamina se hidroliza formándose amelina y amelida.

Estas sustancias pueden contaminar el producto, el cual entonces requeriría purificarse por recristalización en soluciones alcalinas.

Recuperación de Amoníaco.

Por supuesto es posible usar la mezcla gaseosa proveniente del enfriador, como tal, para varios procesos (en los cuales solo el amoníaco es recuperado) tales como en la producción de varias sales de amonio o fertilizantes complejos, pero una gran cantidad de sub-productos puede no ser económicamente favorable. Puede ser también necesario utilizar una cantidad equivalente de amoníaco puro en este caso en la planta de melamina.

Debido a que no es muy difícil remover el bióxido de carbono y

el vapor de agua, junto con una parte de amoníaco, de la mezcla gaseosa, y para obtener la mayor cantidad de amoníaco con la suficiente pureza para poder recircularlo en la planta de melamina, estas etapas son usualmente incluidas en dicha planta.

Entonces, el gas residual que sale del enfriador de melamina, saturado con vapor de agua aproximadamente a 70°C, es enfriado hasta 25 - 30°C, la mayor parte del agua es condensada e inmediatamente saturada con amoníaco; haciendo circular este licor de amoníaco a contracorriente con el gas en dos torres empacadas (7), el bióxido de carbono es absorbido por el líquido.

El amoníaco con un menor contenido de agua sale por la parte superior de la segunda columna. Es comprimido a la presión requerida en la planta de melamina y entonces enfriado en un intercambiador de calor. De nuevo el enfriamiento es efectuado por amoníaco líquido (8). El gas seco de amoníaco es recirculado a la planta de melamina, el condensado es retornado a la absorción de bióxido de carbono.

El producto de este proceso de separación es una solución concentrada de carbonato de amonio, conteniendo un exceso de amoníaco. Esta solución puede ser utilizada de varias maneras:

- A) En una reacción de neutralización para producir sales de amonio.

- B) Para convertir el sulfato de calcio en sulfato de amonio y carbonato de calcio.
- C) Para convertir el nitrato de calcio en nitrato de amonio y carbonato de calcio.
- D) Para producir urea.
- E) Para producir amoníaco puro.

La elección entre estas posibilidades depende de las condiciones locales.

Corrosión:

La corrosión no es un problema en la planta de melamina. Todas las partes en contacto con el producto final están construídas en acero inoxidable, aluminio o plástico para prevenir la contaminación. El reactor (1) está construído de un tipo especial de acero inoxidable; el resto de la planta de hierro dulce.

Existe algún peligro de nitración por el amoníaco en algunos lugares de las paredes del recipiente de reacción. Esto se previene por un recubrimiento apropiado o por un tratamiento a la superficie de las paredes.

REQUERIMIENTOS:

BASE 1 TONELADA DE MELAMINA

MATERIALES:

UREA	-----	3,250	Kg
NH ₃	-----	0	Kg

Se emplean también CO₂ y Catalizador en cantidad mínima.

SUBPRODUCTOS:

NH ₃	-----	935	Kg
CO ₂	-----	1,330	Kg
AGUA DE DESECHO	-----	2,500	Kg
VAPOR CONDENSADO	-----	2,900	Kg

SERVICIOS:

VAPOR (A 13 atm)	-----	5,400	Kg
AGUA DE ENFRIAMIENTO, 25°C ($\Delta t = 10^\circ C$)	-----	657,000	Kg
ELECTRICIDAD	-----	811	Kwh
COMBUSTIBLE	-----	4.2 x 10 ⁶	Kcal

CALIDAD DEL PRODUCTO:

CONDICION ----- POLVO BLANCO CRIS
TAJINO

ANALISIS:

MELAMINA	-----	99.9 %
CENIZA	-----	00.04%
HUMEDAD	-----	00.1 %
DENSIDAD	-----	0.6 Kg/l.

Los porcentajes se expresan en peso.

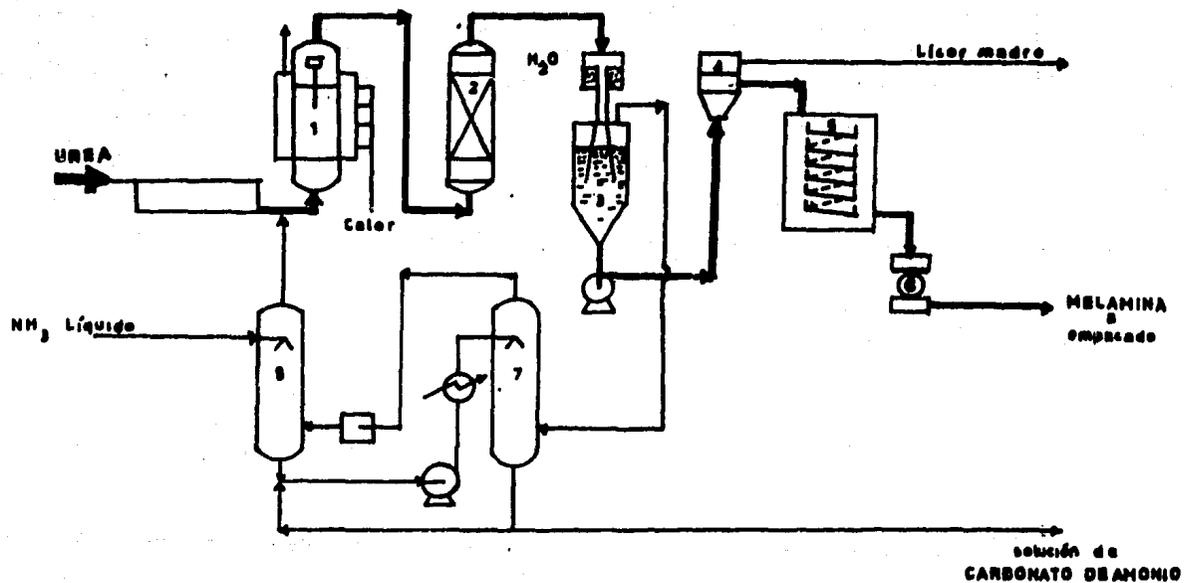


Fig. 4 PROCESO OSW PARA LA ELABORACION DE MELAMINA Ref. (20).

3. PROCESO STAMICARBON (DUTCH STATE MINES)

La urea grado fertilizante proveniente de una planta adjunta - es fundida y rociada dentro de un lecho de catalizador (un aluminio silicato) fluidizado con amoníaco gaseoso y calentado por un sistema de circulación de sal fundida. Ver fig. (5).

El vapor de melamina mas otros productos de la reacción y el amoníaco pasan del reactor (3) a la torre enfriadora (4) para ser enfriados hasta la temperatura de sublimación de la melamina. El producto en forma de cristales es separado del gas y colectado en la base de la torre. Esta suspensión es espesada en un ciclón (6) - concentrada aproximadamente al 45% en peso y expandida por vapor en un separador (7) hasta una atmósfera abs. para remover más de los gases disueltos.

Para hacer un producto que satisfaga los estándares de pureza requerida por la industria de las resinas, los cristales de melamina cruda son disueltos en el licor madre recirculado para separar la impureza de la condensación, tales como "Melam" y "Melon", las cuales permanecen como sólidos. La neutralización con bióxido de carbono gaseoso precipita los subproductos de la hidrolización Amelida y Amelina y la adición de carbón activado (8) remueve los contaminantes que le dan color. Estos sólidos son separados en un filtro (10) y la melamina pura es recuperada por cristalización al va-

cío (11), espesándola (13) y centrifugándola (14). El producto es se-
cado (15), pulverizado y enviado a la venta. El amoníaco en el sepa-
rador es separado de los inertes y recirculado al reactor. Otros sub-
productos gaseosos son convertidos en carbamato de amonio (19) y re-
tornados a la planta de urea adjunta. Las temperaturas óptimas para
la síntesis en este proceso van de 330 a 450°C y la presión aproxima-
damente de 7 ATM. ABS.

Requerimientos del Proceso:

BASE : 1 TON. DE MELAMINA

MATERIALES

UREA	-----	3,100 Kg
NH ₃ LIQUIDO	-----	460 Kg
CO ₂	-----	30 Kg
CATALIZADOR	-----	8 Kg
CARBON ACTIVADO	-----	2 Kg
FILTRO	-----	17 Kg

SERVICIOS

VAPOR 31 ATM	-----	5,100 Kg
" 11 ATM	-----	3,000 Kg
AGUA DE ENFRIAMIENTO (4 t 8°C)	-----	650 m ³
ELECTRICIDAD	-----	500 Kwh
COMBUSTIBLE (GAS)	-----	3.4 x 10 ⁶ Kcal.

SUBPRODUCTOS:

Los subproductos por tonelada de melamina son una solución de carbamato concentrada a 18 atmósferas absolutas y 100°C con la composición siguiente:

	Kg
NH ₃ -----	1,400
CO ₂ -----	1,150
H ₂ O -----	850
TOTAL	3,400

CALIDAD DEL PRODUCTO:

La calidad de la melamina producida puede ser resumida como sigue:

CONDICION ----- BLANCA, CRISTALINA, EN POLVO, LIBRE DE IMPUREZAS FISICAS.

ANALISIS:

MELAMINA (%) -----	99.8 MINIMO
CENIZA (%) -----	00.01 MAXIMO
HUMEDAD (%) -----	00.05 MAXIMO
Fe (p p m) -----	1.0 MAXIMO

Los porcentajes se expresan en peso.

APARIENCIA DE LA RESINA MELAMINA - FORMALDEHIDO

EN SOLUCION A 40°C	-----	CLARA
DENSIDAD A GRANEL (Kg/L)	-----	0.6
DENSIDAD ENVASADA (Kg/L)	-----	0.8 - 1.0

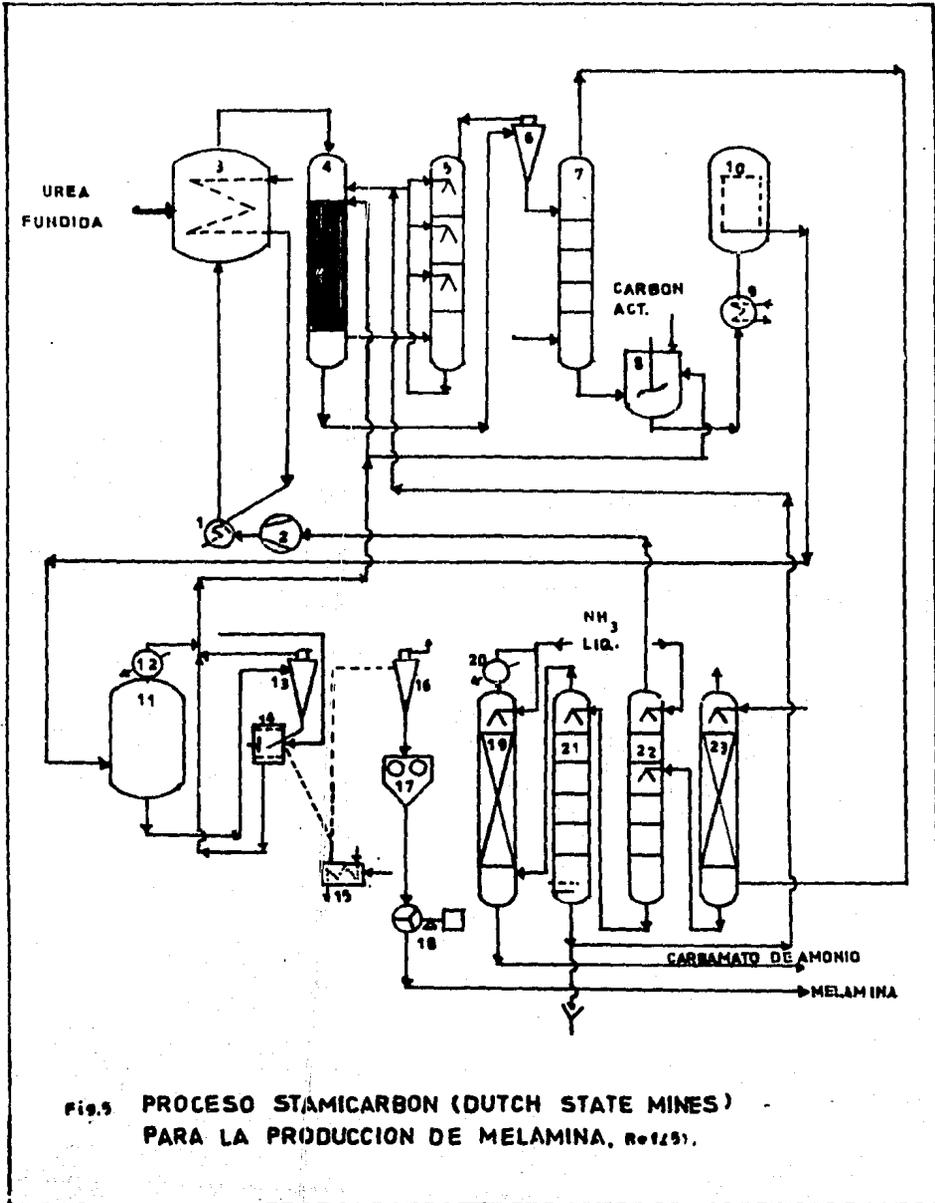


Fig.5 PROCESO STAMICARBON (DUTCH STATE MINES) PARA LA PRODUCCION DE MELAMINA, Ref(5).

4. PROCESO BASF.

En el proceso, la urea grado fertilizante es introducida en un tanque retenedor (2) el cual forma parte de un circuito. El resto del circuito consiste de un enfriador (3) y un depurador (4), los cuales enfrían el producto gaseoso proveniente del reactor (5), al mismo tiempo elevan la temperatura de la urea alimentada hasta la temperatura de reacción. En un aspecto secundario, el circuito es utilizado para recuperar la urea que no reaccionó y la melamina contenida en la corriente gaseosa recirculada. Ver fig. (6).

Una corriente lateral del circuito alimenta urea caliente al reactor, el cual es mantenido a presión atmosférica o ligeramente mayor. La urea se vaporiza espontáneamente y reacciona para dar aproximadamente un 95% de rendimiento de melamina, CO_2 y NH_3 . Partículas de óxido de aluminio son empleadas como catalizador y son fluídizadas por una corriente de recirculación NH_3/CO_2 . Además del calor de las reacciones exotérmicas y del gas caliente de recirculación, se utilizan calentadores de serpentín para mantener la temperatura en un rango de 349°C a 399°C .

La melamina sale del reactor en forma de gas, junto con el bióxido de carbono, amoníaco y la urea que no reaccionó. Esta mezcla es enfriada en un intercambiador de calor (6) a una temperatura arriba del punto de rocío de la melamina, pero lo suficientemente

baja para cristalizar los productos de algunas reacciones colaterales, tales como Melam y Melon. Estos son retenidos junto con partículas finas de catalizador en un filtro de gas caliente (7).

La melamina es separada en un desublimador (8). Esencialmente, lo que ocurre es que el gas de entrada es enfriado a una temperatura aproximadamente de 210°C por inyección de un enfriador (140°C) - proveniente de la torre de lavado. Mas del 98% de la melamina cristaliza en una forma muy fina, y el 99% de estos cristales son removidos en un ciclón subsecuente (9). El producto final tiene una pureza de 99.9%.

PRECAUCIONES:

Por ser un proceso seco, son manejados gases -- que están saturados con melamina, urea y compuestos similares. Esto requiere que los gases nunca deben llevarse a una temperatura menor a los puntos de rocío de estos compuestos. Para evitar problemas, - todo el equipo y las líneas son ambos enchaquetados.

Requerimientos para el Proceso:

BASE 1 TONELADA LARGA DE MELAMINA

MATERIALES:

UREA (CRISTALES O GRANULOS)	-----	3084 Kg
NH ₃ (GAS)	-----	200 Kg
CO ₂ (GAS)	-----	100 Kg
CATALIZADOR (OXIDO DE ALUMINIO)	-----	6 Kg
GASES (PRODUCIDOS)		
NH ₃	-----	1134 Kg
CO ₂	-----	1315 Kg

SERVICIOS:

VAPOR	-----	1996 - 2313 Kg
ELECTRICIDAD	-----	1350 Kwh
ENERGIA DE CALENTAMIENTO (ACEITE O GAS)	---	1.4×10^7 B t u
AGUA DE ENFRIAMIENTO	-----	25000 lt.

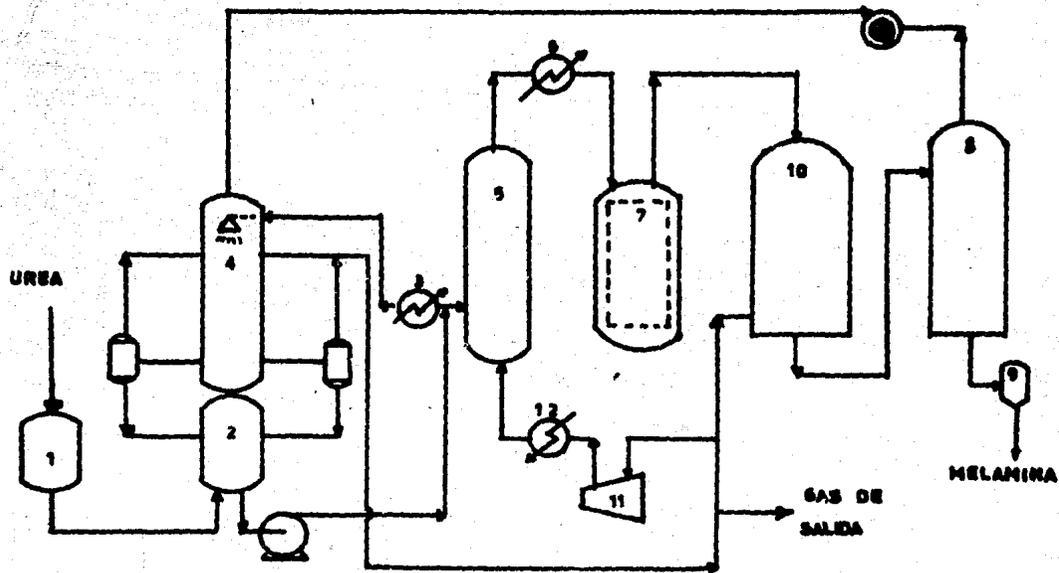


FIG. 6 PROCESO BASF PARA LA ELABORACION DE MELAMINA. Ref. (19)

5. PROCESO NISEAN DE RECIRCULACION TOTAL.

La urea fundida es comprimida aproximadamente a 100 Kg/cm^2 y alimentada a la torre de lavado de alta presión (1) y después de absorber el vapor de melamina contenido en el gas de salida (Generado en el reactor (2)). Es alimentada al reactor (2). El amoníaco líquido se comprime a 100 Kg/cm^2 se evapora aproximadamente a 400°C en el precalentador (3) y se alimenta al reactor (2). La reacción tiene lugar aproximadamente a 400°C y 100 Kg/cm^2 y la urea se descompone en una solución acuosa de melamina. El medio de transferencia de calor utilizada para suministrar calor al reactor es sal fundida, Ver fig. (7).

El gas generado en la síntesis de la melamina sale por la parte superior del reactor y entra a la torre de lavado de alta presión y después de ser lavado con urea, es regresado a la planta de urea, aproximadamente a 200°C y 100 Kg/cm^2 . La melamina del reactor (2) es enfriada en el condensador a presión (4) en una solución acuosa de amoníaco. Esta solución, después de separar parte del amoníaco a presión media en el destilador de amoníaco (5), es filtrada (6) y reducida a la presión atmosférica en el cristalizador (7), donde el amoníaco remanente es separado y la melamina es cristalizada.

Los cristales de melamina son centrifugados (8), secados (9) y

pulverizados (10) obteniéndose el producto final.

Recuperación de Amoníaco:

El amoníaco gaseoso separado, se recupera en el absorbedor de amoníaco (11), se licúa después de haberlo purificado por destilación (12), recirculándolo posteriormente como amoníaco líquido.

Recuperación de los gases de salida:

Los gases de salida, libres de melamina a presión y temperatura altas, pueden ser integradas a una planta de urea con un efecto mínimo sobre el proceso de urea.

Métodos de integración:

Los métodos de integración propuestos por la firma son:

1.- En caso de que la presión de síntesis de la urea sea aproximadamente de 100 Kg/cm^2 , los gases de salida de la planta de melamina pueden ser integrados directamente con la planta de urea.

2.- Los gases de salida pueden integrarse a la planta de urea como una solución de carbamato, la cual es preparada en el recipiente de absorción (12), instalado entre las plantas de urea y de melamina.

mina y operado bajo las mismas condiciones de presión que en la síntesis de la melamina.

La solución de carbamato a alta temperatura y concentración, - así preparada, es entregada a la planta de urea por una bomba de diseño especial, tipo caída libre. El vapor recuperado en el recipiente de absorción, es llevado afuera y una nueva alimentación de agua es adicionada al enlace de los procesos, de esta forma no se causa efecto a la planta de urea.

3.- Una síntesis directa de urea es conducida bajo la misma - presión de síntesis de la melamina, a partir de los gases de salida, y la solución así sintetizada puede ser integrada con la planta de urea. Este es un caso especial.

De los anteriores métodos de integración, el número 2 realiza - la economía térmica y facilita la útil integración con la planta de urea, De acuerdo con esto, es recomendable tener una planta de urea suficientemente grande.

CARACTERISTICAS DEL PROCESO:

RENDIMIENTO Y PUREZA: Por combinación de la síntesis bajo presión alta y enfriado a presión adecuada, este proceso produce melamina de alta pureza con rendimientos superiores al 90% sin requerir

de algún proceso especial de purificación.

UTILIZACION DE LOS GASES DE SALIDA: Debido a la recirculación total, la recuperación y uso completo de la temperatura y presión altas de los gases de salida es posible en la planta de urea. También es viable integrar el proceso a varios tipos y tamaños de plantas de urea. Así, no se requiere tratamiento para los gases de salida que pueden ser convertidos en urea.

PLANTA COMPACTA: Puesto que el proceso es en fase líquida y la síntesis a alta presión, no es necesario purificar la melamina. La instalación es compacta y el costo de erección es razonable, comparado con otros procesos.

COSTOS DE PRODUCCION: El proceso a alta presión facilita la construcción de instalaciones a gran escala, reduciendo de este modo los costos fijos de producción. Además, los altos rendimientos reducen las necesidades de materias primas y la utilización completa de la energía de los gases de salida baja el consumo de servicios. Por lo tanto, se consiguen grandes ahorros en los costos.

COSTOS DE MANTENIMIENTO: Debido a que no se utiliza catalizador y el equipo es diseñado especialmente para prevenir la corrosión, los costos de mantenimiento son bajos.

REQUERIMIENTOS DEL PROCESO

BASE: 1 TONELADA DE MELAMINA

MATERIAS PRIMAS.-

UREA	-----	3,130 Kg
NH ₃	-----	1,300 Kg

SUBPRODUCTOS.-

NH ₃	-----	2,150 Kg
CO ₂	-----	1,140 Kg

SERVICIOS.-

VAPOR	-----	2,700 Kg
ELECTRICIDAD	-----	950 Kwh
H ₂ O DE PROCESO	-----	10,000 Kg
H ₂ O DE ENFRIAMIENTO	-----	50,000 Kg
COMBUSTIBLE	-----	420 Kg

En caso de que la urea se reciba sólida (granulada o en polvo), la cantidad de vapor requerida será de 3,300 Kg, incluyendo el vapor necesario para fundir la urea.

CONDICIONES DE LAS MATERIAS PRIMAS:

UREA: Urea fundida a 140°C y 1.5 Kg/cm^2 . Con una composición del 99% en peso (mínimo) de urea y 0.3% en peso (máximo) de humedad.

NH_3 : Amoníaco líquido a 40°C y 16 Kg/cm^2 con una composición del 99% en peso (mínimo) de NH_3 , 0.1% en peso (máximo) de humedad, 10 p.p.m. (máximo) de aceite y 0.1% en peso (máximo) de CO_2 .

CONDICIONES DE LOS SERVICIOS:

VAPOR: Vapor Saturado a 20 Kg/cm^2 y 12 Kg/cm^2 .

AGUA DE PROCESO: Agua desalada o equivalente a temperatura ambiente y 2 Kg/cm^2 de presión.

AGUA DE ENFRIAMIENTO : Agua clarificada a 20°C (máximo) y 2 Kg/cm^2 .

ELECTRICIDAD: 3,000 y 200 Volts, 60 Ciclos, Trifásica.

COMBUSTIBLE: Aceite JIS grado C a temperatura de 10°C (mínimo) y presión atmosférica.

CALIDAD DEL PRODUCTO:

MELAMINA.- Cristal blanco a 110°C con la siguiente composición:

MELAMINA	-----	99.5 % PESO (MINIMO)
HUMEDAD	-----	0.1 % PESO (MAXIMO)
INSOLUBLES	-----	0.1 % PESO (MAXIMO)
CENIZA	-----	0.01% PESO (MAXIMO)

SUBPRODUCTOS: En el caso del método de integración número 2 para los gases de salida, el gas es seco a 200°C y 100 Kg/cm². Su composición es aproximadamente 65.2% en peso de NH₃ y 34.8% de CO₂. Puesto que el absorbedor es operado a condiciones constantes de aproximadamente 160°C y 90 Kg/cm², la composición depende sobre todo del tipo de planta de urea.

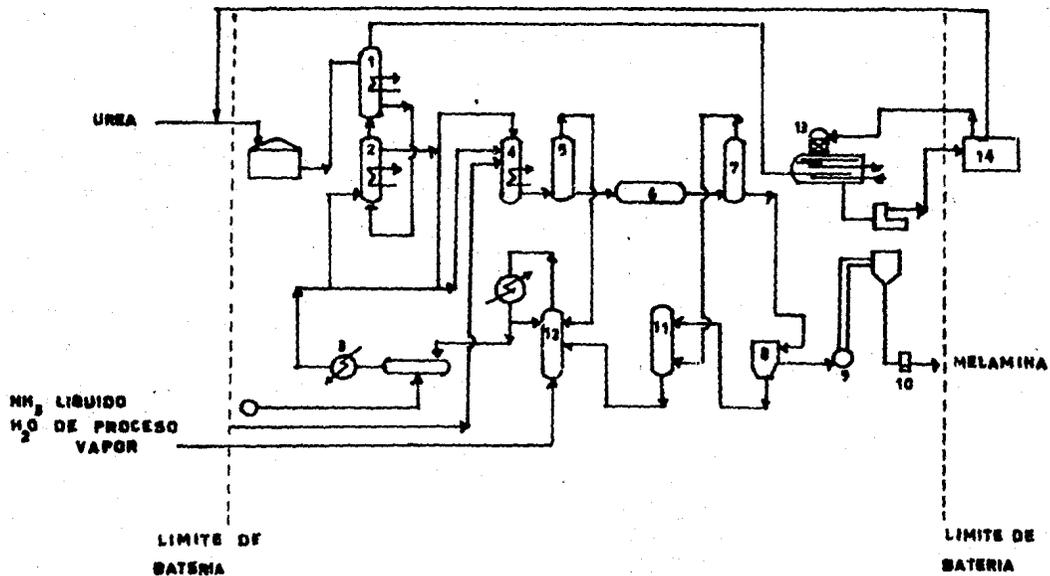


Fig 7 PROCESO NISSAN DE RECIRCULACION TOTAL PARA LA PRODUCCION DE MELAMINA. No. 1 (23).

Comparación de alternativas de proceso.

Esta comparación tiene como objetivo hacer la elección del proceso para la elaboración de melamina que sea el más adecuado tanto en el aspecto técnico como en el económico.

Dicha comparación se realizó tomando como base las características de cada proceso, que ya fueron presentados anteriormente, elaborando un cuadro en el cual se trabajó con factores de 1 a 3, asignando un valor 3 cuando las características son desfavorables respecto a las demás alternativas y correspondiendo un valor de 1 a la alternativa con características más favorables.

El aspecto económico se comparó en función de la capacidad comercial de planta que mejor se adapta a las condiciones de demanda que presenta el país. La información que reportan las diferentes firmas es la siguiente:

Firma	Capacidad Comercial
EDISON-MONTECATINI	10,000 TON/AÑO O MAYORES
O S W	9,000 " "
D S M	9,000 " "
B A S F	12,000 " "
NISSAN	5,400 " "

CUADRO DE COMPARACION DE ALTERNATIVAS DE PROCESOS

	EDISON-MONTECATINI	O S W	D S M	BASF	NISSAN
PRESION	ALTA 3	BAJA 1	MEDIA 2	BAJA 1	ALTA 3
CATALIZADOR	NO UTILIZA 1	OXIDOS ANFOTER. 3	GEL DE SILICE 3	OXIDO DE ALUM. 3	NO UTILIZA 1
CONTROL DE TEMPERATURA	ESTRICTO 3	ESTRICTO 3	ESTRICTO 3	ESTRICTO 3	MINIMO 1
REACCIONES SECUNDARIAS	NO 1	SI 2	SI 2	SI 2	NO 1
REQUIERE SISTEMA DE PURIFICACION DE MELAMINA	SI 2	NO 1	SI 2	NO 1	NO 1
CUENTA CON SISTEMAS DE RECUPERACION DE AMONIA CO	NO 3	SI 1	SI 1	SI 1	SI 1
NUMERO DE ETAPAS DE REACCION	UNA 1	DOS 3	UNA 1	UNA 1	UNA 1
MEDIO DE CALENTAMIENTO	FLUIDOS ESPEC. 3	SAL FUNDIDA 2	SAL FUNDIDA 2	1	SAL FUNDIDA 2
CONTROL DE GASES	NO HAY RECIRCULACION 1	ESTRICTO 3	ESTRICTO 3	ESTRICTO 3	MINIMO 1
RENDIMIENTO	95 % 1	85 - 95 % 2	95 % 1	95 % 1	90 % 2
CONDICIONES ESPECIALES	LA UREA QUE UTILIZA ES DE GRADO TECNICO 2	PELIGRO DE CONTAMINACION DEL PRODUCTO Y EL CATALIZADOR 3	PELIGRO DE CONTAMINACION DEL PRODUCTO Y EL CATALIZADOR 3	PELIGRO DE CONTAMINACION DEL PRODUCTO Y EL CATALIZADOR 3	LA UREA SE REQUIERE CON UN 99% MINIMO EN PESO Y 0.3% MAXIMO DE HUMEDAD 2
	TOTAL 21	TOTAL 24	TOTAL 23	TOTAL 20	TOTAL 16

De acuerdo a los resultados presentados, tanto en la comparación económica como en el cuadro de comparación de características técnicas, es posible observar que la alternativa más favorable -- para la elaboración de melamina corresponde al proceso de la NIS-- SAN CHEMICAL IND. LTD., por lo que se eligió dicho proceso para el desarrollo del presente trabajo.

E) LOCALIZACION DE LA PLANTA.

La localización de una planta industrial toma en cuenta los mismos puntos considerados para determinar su tamaño y su objetivo es - obtener el costo mínimo unitario de operación.

Los factores que determinan la localización de la planta son:

- 1.- La localización del mercado de consumo.
- 2.- La localización de las fuentes de materias primas.
- 3.- Disponibilidad y características de la mano de obra.
- 4.- Facilidades de transporte.
- 5.- Disponibilidad y costo de energía eléctrica y combustibles.
- 6.- Fuentes de suministro de agua.
- 7.- Facilidades para la eliminación de desechos.
- 8.- Disposiciones legales, fiscales ó de política económica a nivel de Municipio, Estado y Federación.
- 9.- Servicios públicos diversos.
- 10.- Condiciones climatológicas.
- 11.- Actitud de la comunidad.

La influencia de cada uno de los puntos anteriores sobre la localización de la planta estará en función del tipo de proyecto que se trate.

Para el estudio en cuestión, existen dos factores primordiales que deben tomarse en consideración para la localización de la planta. El primero de ellos es de carácter técnico y corresponde a la ubicación de las materias primas (Urea) ya que las características del proceso requieren la cercanía de una planta de esta materia prima a la cual retornar los subproductos gaseosos amoníaco y bióxido de carbono.

De acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo Industrial de 1979 - 1982 y cuya vigencia se pretende extender hasta 1986, las Secretarías de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, y de Patrimonio y Fomento Industrial elaboraron en forma conjunta un esquema de regionalización del territorio nacional. En este se señalan las zonas prioritarias donde deberá localizarse en el futuro una parte muy importante de la expansión industrial.

Las zonas preferentes identificadas por esta regionalización son los puertos industriales de Coatzacoalcos, Tampico, Salina Cruz y Lázaro Cárdenas, con sus respectivas áreas de influencia, denominados Zona I.A. Las principales localidades fronterizas; el corredor que une las ciudades de Querétaro y León, en el Bajío; y otros

puntos seleccionados, denominados Zona I.B.

La importancia que se da a las regiones costeras y fronterizas, refleja la estrategia industrial de fomento a la exportación de manufacturas. Otro criterio que se aplicó en la selección de las regiones a desarrollar fue la disponibilidad de energéticos para uso industrial, en particular de gas natural. Por ello, la casi totalidad de las áreas prioritarias se encuentran localizadas en torno a la red nacional de distribución de gas natural.

Se tomó en cuenta, además, la existencia de agua, tanto superficial como subterránea, de vías de comunicación y de infraestructura urbana susceptible de desarrollarse, lo mismo que la ubicación de centros de población para asegurar una oferta local de mano de obra.

En el mapa adjunto se puede observar que los lugares que cuentan con la materia prima necesaria caen dentro de la zona preferente.

En vista de lo anterior, se determina que los lugares como Coatzacoalcos, Ver; Minatitlán, Ver., y Pajaritos, Ver; son adecuados para ubicar la planta deseada.

Estos lugares están localizados en la misma zona geográfica, por lo que los puntos de análisis restantes son muy parecidos para cada uno de ellos, tales como la distancia al mercado de consumo,

que oscila en promedio entre 725 y 750 Km. La disponibilidad de mano de obra, que por estar en lugares donde existen complejos petroquímicos, no existe ningún problema para contar con ella; las facilidades de transporte son óptimas en estos lugares al contar con carreteras, vías de ferrocarril, puertos, etc., en todos los lugares mencionados hay disponibilidad de energía eléctrica y combustibles, así como abastecimiento de agua por contar con el río Coatzacoalcos. Existe la infraestructura necesaria para la eliminación de desechos y se tiene la ventaja de contar con servicios tales como facilidades habitacionales, redes de agua y drenaje, caminos, vías de acceso y calles, servicios médicos y de seguridad pública, etc.

Como puede observarse, los tres lugares cubren a satisfacción los factores determinantes para la ubicación de la planta, por lo que, para elegir un lugar de ubicación, se hizo la selección tomando en cuenta por un lado la cercanía de los puertos y por otro lado viendo la ubicación de la planta de urea más reciente, con el objeto de no modificar los programas de distribución de dicha planta, por lo que se llegó a la decisión de ubicar la planta de melamina en Pajaritos, Ver., ya que además se cuenta con el amonioducto que va de Cosoleacaque a este lugar, el cual tiene una capacidad nominal de transporte de 3,000 ton/día.

ZONA I. DE ESTIMULOS PREFERENCIALES

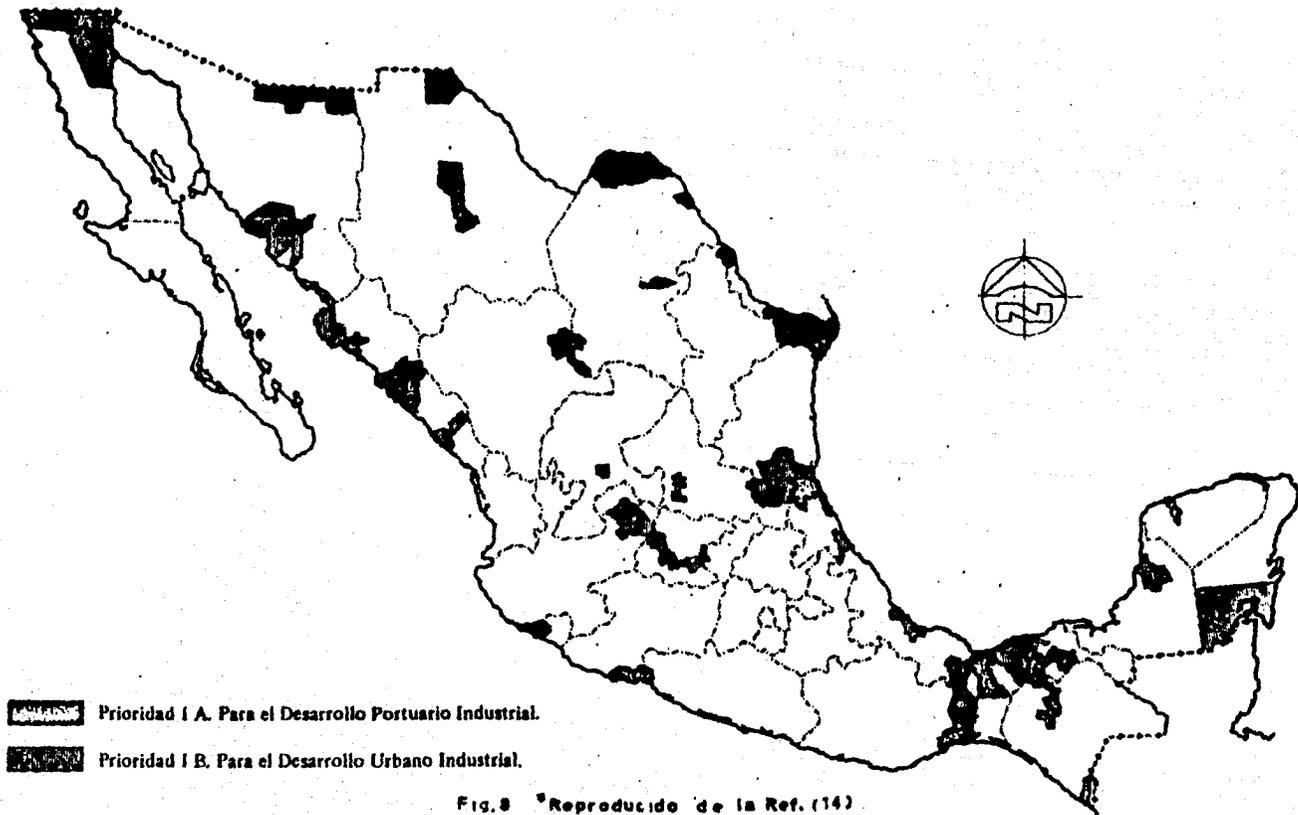


Fig. 8 *Reproducido de la Ref. (14)

CAPITULO IV

ASPECTOS FINANCIEROS

- A) ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA Y CAPITAL DE -
TRABAJO
- B) ESTIMACION DE COSTO Y PRESUPUESTOS DE OPERACION
- C) ESTADOS FINANCIEROS
- D) INDICADORES DE FACTIBILIDAD

A) ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA Y CAPITAL DE TRABAJO.

Para la realización de un proyecto industrial se requiere de la asignación de recursos, los cuales pueden dividirse en dos grupos.

a.- Los necesarios para la adquisición e instalación de la planta.

b.- Los necesarios para la operación de la misma.

Los primeros constituyen la inversión fija del proyecto y los segundos conforman el capital de trabajo.

1.- INVERSION FIJA.

La inversión fija engloba los bienes que no son motivo de transacciones corrientes por la empresa. Generalmente se adquieren durante la instalación de la planta y se utilizan a lo largo de la vida útil de la misma.

Las partidas que integran la inversión fija se clasifican en tangibles e intangibles; entre las primeras se tiene la maquinaria, equipo, edificios y terreno; entre las segundas las patentes, los gastos de organización, puesta en marcha, etc.

Para la estimación de la inversión fija se cuenta con diversos tipos de estimadores que están en función de la exactitud requerida y de la cantidad de información disponible, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 4
TIPOS DE ESTIMACIONES

TIPO	ERROR EN LA ESTIMACION
Orden de Magnitud	30%
Estudio	30%
Preliminar	20%
Definitivo	10%
Detallado	5%

Para un desglosamiento de la información requerida sobre la aplicación de cada tipo de estimador ver Ref. (18)

Se debe tomar en consideración que a mejor precisión requerida, mayor es el esfuerzo a realizar, lo que exige una mayor cantidad de información, más tiempo y todo esto repercute en un mayor costo.

En las primeras etapas de un proyecto lo que se busca es una

respuesta sobre la factibilidad del mismo para determinar si se justifica o no la realización de estudios más detallados. Logicamente para este primer enfoque no es necesario disponer de una estimación detallada. Si las primeras aproximaciones muestran que el proyecto se justifica económicamente, se irán realizando nuevos estudios que cada vez cuenten con una mayor exactitud en la estimación.

Para el estudio de producción de melamina en México se decidió utilizar el método de la relación exponencial para el estimado de la inversión fija; esto debido a que se carece de información respecto a las condiciones de operación de varios equipos importantes dentro del proceso por un lado y por otro el que se cuenta con la información de la NISSAN CHEMICAL IND. LTD. Sobre el costo de una planta para la elaboración de este producto con una capacidad de 20,000 ton/año en el año de 1970.

El método emplea la ecuación

$$I_A = I_B \left[\frac{C_A}{C_B} \right]^n$$

donde

I_A : Inversión fija buscada de la planta A

I_B : Inversión fija conocida de la planta B

C_A : Capacidad proyectada de la planta A

C_B : Capacidad conocida de la planta B

n : Exponente cuyo valor fluctúa entre 0.3 y 0.5 para plantas de menor capacidad que la básica o bien para procesos que requieran condiciones extremas de presión o temperatura; entre 0.6 y 0.7 para el promedio de plantas químicas y entre 0.8 y 0.95 para plantas muy grandes que emplean equipos múltiples.

Para la planta de melamina se tiene a precios de 1970:

$$I_B : 5,000,000.00 \text{ U\$S}$$

$$C_B : 20,000 \text{ Ton/año}$$

$$C_A : 5,000 \text{ Ton/año}$$

$$n : 0.4$$

Por lo tanto

$$I_A = 5,000,000.00 \text{ U\$S} \left[\frac{5,000 \text{ Ton/año}}{20,000 \text{ Ton/año}} \right]^{0.4}$$

$$I_A = 2,871,745.9 \text{ U\$S}$$

En vista de que este valor representa el costo de la planta en 1970, es necesario actualizarlo a 1984 para lo cual se utilizó el - Chemical Engineering Plant Cost Index, que aparece en la revista - Chemical Engineering y cuyos valores son:

Indice 1970 = 125.7

Indice 1984 = 321.0

Obteniéndose:

Costo de la planta

$$\begin{aligned} \text{en 1984} &= 2,871,745.9 \text{ U\$S} \times \frac{321.0}{125.7} \\ &= 7,333,575.40 \text{ U\$S} \end{aligned}$$

Este es el monto considerado como la inversión fija.

Desglosando la inversión de acuerdo con el método de porcentajes presentado en la revista I M I Q # 11 - 12 Vol. XVII 1976 - pp 83 se tiene:

I T E M S	% DEL COSTO DEL EQUIPO	U \$ S
Equipo	100	1,880,404.00
Instalación	43	808,573.65
Tubería	36	676,945.39
Inst. Eléctrica	15	282,060.58
Edificios	35	658,141.36
Mejoras al terreno	10	118,040.39
Servicios de Proceso	35	658,141.36
Terreno	6	112,824.23
Costo físico total	280	5,265,130.77
Ingeniería y Construcción	40	752,161.55
Costo directo de planta	320	6,017,292.32
Contratista	22	413,668.85
Contingencias	48	902,593.85
Inversión fija total	390	7,333,575.02

2.- CAPITAL DE TRABAJO.

Este está formado por los recursos necesarios para la operación de la planta, entre los que se pueden considerar las materias primas, repuestos, recursos para financiar las cuentas por cobrar, el efectivo en caja para hacer frente a pagos y gastos de operación. Los principales tópicos a considerar para la estimación del capital de trabajo son:

- a) Inventario de Materias Primas
- b) Inventario de Productos en Proceso
- c) Inventario de Producto terminado
- d) Cuentas por cobrar
- e) Dinero en efectivo (caja)
- f) Cuentas por pagar

a) Para el inventario de materias primas se consideró el equivalente al consumo de la planta durante 30 días de operación.

1173.75 Ton de Urea	x	105.9	$\frac{\text{U\$\$}}{\text{Ton}}$	=	124,300.13	U\\$\\$
487.50 Ton de NH ₃	x	34.29	$\frac{\text{U\$\$}}{\text{Ton}}$	=	16,716.38	U\\$\\$
<hr/>						
Inventario de Materias Primas				=	141,016.51	U\\$\\$

b) Para el inventario de productos en proceso se tomó en cuenta la capacidad mensual de producción por el costo unitario de manufactura del producto.

375 Ton de Melamina x 539.20 U\$\$ = 202,200.00 U\$\$
Ton

Inventario de Productos en Proceso = 202,200.00 U\$\$

c) El inventario del productos terminado se considera igual a 30 días de producción, valuada al costo de manufactura.

Inventario de Producto Terminado = 202,200.00 U\$\$

d) El efectivo en caja se estimó tomando como base 30 días de producción valuado al costo de manufactura.

Efectivo en Caja = 202,200.00 U\$\$

e) Cuentas por cobrar: se consideró treinta días de plazo para el crédito a compradores valuado a precio de venta.

375 Ton de Melamina x 1050 U\$\$ = 393,750.00 U\$\$
Ton

NH₃ = 27,642.28 U\$\$

CO₂ = 1,218.36 U\$\$

Cuentas por Cobrar: = 422,610.66 U\$\$

f) Cuentas por pagar: se tomó en cuenta treinta días de plazo para cubrir las facturas de los proveedores de insumos y 15 días de nómina para los sueldos.

Materias Primas:	U \$ S
Urea	124,300.13
NH ₃	16,716.38
<hr/>	
Total Materias Primas	141,016.51

Servicios:

Vapor	630.00
Electricidad	11,043.75
Agua de Proceso	281.25
Agua de Enfriamiento	1,556.25
Combustible	5,242.50
<hr/>	
Total Servicios	18,753.75

Sueldos 3,586.75

Cuentas por pagar:	141,016.51
	18,753.75
	3,586.25
<hr/>	
Total Cuentas por pagar	163,757.01

El capital de trabajo de una planta se determina sumando el -
valor de los inventarios en materias primas, productos en proceso,
productos terminados, efectivo en caja y cuentas por cobrar, y res-
tando a tal suma el monto de las cuentas por pagar.

I T E M S	U \$ S
Inventario de Materias Primas	141,016.51
Inventario de Productos en Proceso	202,200.00
Inventario de Producto Terminado	202,200.00
Efectivo en Caja	202,200.00
Cuentas por Cobrar	422,610.66
Cuentas por Pagar	- 163,357.01
CAPITAL DE TRABAJO	1,006,869.50

B) ESTIMACION DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DE OPERACION:

Para la determinación de la factibilidad de un proyecto es necesario, por un lado, calcular los presupuestos de ingresos y por otro, los presupuestos de egresos. En base a esta información se puede hacer pronósticos del costo unitario de producción y obtener los presupuestos de las utilidades derivables de la operación de la planta, datos que son utilizados para realizar la evaluación económica del proyecto.

El manejo de todas las cantidades de dinero se hace en U \$ S debido a la constante devaluación que sufre la moneda nacional y que no permite hacer estimaciones a mediano y largo plazo.

B. 1.- PRESUPUESTOS DE INGRESOS:

Estos se efectúan multiplicando los volúmenes anuales de la producción que se espera vender por los precios de venta correspondientes.

Para el presente proyecto se tiene:

4500 Ton de melamina x 1050 $\frac{\text{U\$\$}}{\text{Ton}}$ 4,725,000 U\\$\\$

B. 2.- PRESUPUESTOS DE EGRESOS:

Este tipo de presupuestos se obtienen al multiplicar los volúmenes anuales de producto por los consumos unitarios y luego por los costos unitarios de los insumos que intervienen en la elaboración del producto. A estos costos se agregan los costos fijos de Inversión y de operación para obtener los costos de fabricación. Al sumar los gastos de Ventas y Administración a los costos de fabricación se obtienen los egresos totales de operación de la planta.

Para determinar los consumos unitarios de los insumos en el producción de melamina se tomó como base el balance de masa y energía que proporciona la NISSAN CHEMICAL IND. LTD y que se presenta en la página 70 de este trabajo.

Los costos unitarios se obtuvieron mediante investigación directa en el mercado de estos materiales y los costos de servicios fueron proporcionados por el departamento de evaluación económica de proyectos del Instituto Mexicano del Petróleo.

Respecto a la mano de obra necesaria para la planta de melamina se tomó como base la información de la NISSAN CHEMICAL IND. LTD para una planta similar con capacidad diferente y la aplicación de la relación exponencial.

$$M_1 = M_2 \left[\frac{C_1}{C_2} \right]^y$$

donde

M_1 : Mano de obra que se desea calcular

M_2 : Mano de obra necesaria para una planta conocida

C_1 : Capacidad de la planta para la que se desea calcular la -
mano de obra

C_2 : Capacidad de la planta tomada como referencia

y : Exponente cuyo valor oscila en el intervalo 0 y 1, -
siendo 0.2 el valor común en ausencia de otra información
mejor

Por lo tanto

$$M_1 = 5 \text{ Operadores/Turno} \left[\frac{5000 \text{ ton}}{20000 \text{ ton}} \right]^{0.2}$$

$$M = 4 \frac{\text{Operadores}}{\text{Turno}}$$

El proceso de fabricación es continuo, trabajándose tres turnos al día, por lo cual son necesarios al día:

MANO DE OBRA	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>COSTO TOTAL</u>
	DIA U \$ S	DIA U \$ S
12 Operadores	4.75	57.00
3 Supervisores	9.50	28.50
2 Ingenieros Químicos de Producción	14.25	28.50
	TOTAL	114.50

En base a estos datos, el costo en términos de H - H resulta: -

Mano de obra 0.855 U\$S
Supervisión 1.187 U\$S

Mantenimiento: se consideró como el 2% del costo del equipo. - -
(Ver nota al final del capítulo. Pág.(118').)

Mantenimiento 1,880,404 U\$S x (0.02)
37,608.08 U\$S

Gastos generales: Estos se pueden integrar en dos grandes grupos:

I.- Gastos generales comunes a todas las plantas, como pueden ser:

- Gerencia de fábrica
- Oficina de Compras
- Oficina de Personal
- Servicio de Seguridad, incendios
- Servicio Sanitario
- Comedores

- Servicio de transporte
- Almacenes

II.- Gastos generales directos o proveniente del producto en cuestión.

- Gerencia o Jefatura de Planta o Area
- Servicios técnicos
- Laboratorios
- Talleres propios

Para este tipo de gastos se consideró un 2% de la inversión fija.

$$\begin{aligned} \text{Gastos generales} &= (7,333,575.4 \text{ U\$S}) (0.02) \\ &= 141,750.00 \text{ U\$S} \end{aligned}$$

Depreciación: Se utilizó como criterio para evaluar la depreciación del equipo el método de la línea recta para un período de 10 años, con un valor de rescate del 10%.

En cuanto a edificios se consideró una depreciación del 5% anual sobre el valor de los mismos.

Equipo $\frac{1,880,404 \text{ U\$S} - 188,040.4 \text{ U\$S}}{10} \text{ U\$S} = 169,236.36 \text{ U\$S}$

Edificios (653,220.71 U\\$S) (0.05) = 32,661.036 U\\$S

Depreciación = 201,897.4 U\\$S

Amortización:

La amortización se aplicó a los gastos relacionados con la realización del proyecto que no se traducen en activos tangibles utilizando una tasa del 5% anual.

	U\\$S
Preparación del Terreno	118,040.39
Instalación de servicios	658,141.36
Instalación de equipo y maquinaria	808,573.65
Gastos de ingeniería	752,151.55
Instalación Eléctrica	282,050.58
Regalías	141,750.00

Amortización = (2,760,727.5 U\\$S) (0.05) = 138,036.38

Impuestos y Seguros:

Este rubro se calculó como el 2% del valor de la inversión fija:

Impuestos y Seguros = (7,333,575.4 U\\$S) (0.02)
= 146,671.51 U\\$S

Gastos de Ventas.

Se consideró como el 3% del valor de las ventas.

$$\text{Gastos de Ventas} = (4,725,000 \text{ U\$S}) (0.03) = 141,750 \text{ U\$S}$$

Gastos de Administración.

Se consideró un 4% del valor de las ventas.

$$\text{Gastos administrativos} = (4,725,000 \text{ U\$S}) (0.04) = 189,000 \text{ U\$S}$$

Los resultados del cálculo de costos se presentan en las siguientes planillas.

Las planillas se presentan para una operación del 60%, 80% y 100% de capacidad máxima de operación de la planta tomando en cuenta que será de esta manera como se irá incrementando la producción de la misma al paso del tiempo.

PRODUCTO: MELAMINA		CAPACIDAD: 5000 Toneladas				
		PRODUCCION: 2700 "				
I T E M	UNIDAD	FACTORES			COSTO	
		CONSUMO UNIDAD Ton.MEL	PRECIO US\$ UNIDAD	CANTIDAD UNIDAD AÑO	US\$ AÑO	US\$ Ton.MEL
MATERIAS PRIMAS						
UREA	Ton	3.13	105.90	8,451	894,960.90	331.47
NH ₃	Ton	1.30	34.29	3,510	120,357.90	44.58
SUBPRODUCTOS						
CO ₂	Ton	-1.14	2.85	- 3,078	- 8,772.30	- 3.25
NH ₃	Ton	-2.15	34.29	- 5,805	- 199,053.45	- 73.72
TOTAL MATERIALES					807,493.05	299.07
SERVICIOS						
VAPOR	Ton	2.70	0.621	7,290	4,527.09	1.68
ELECTRICIDAD	Kwh	950.00	0.031	2,565,000	79,515.00	29.45
AGUA DE PROC.	Ton	10.00	0.075	27,000	2,025.00	0.75
AGUA DE ENF.	Ton	50.00	0.083	135,000	11,205.00	4.15
COMBUSTIBLE	Ton	0.42	33.28	1,134	37,739.52	13.98
TOTAL SERVICIOS					135,011.61	50.00
MANO DE OBRA						
MANTENIMIENTO	H-H		0.855	43,800	37,449.00	13.87
SUPERVISION	H-H		1.187	8,760	10,398.12	3.85
TOTAL COSTO OPERACION					85,455.20	31.65
REGALIAS					85,050.00	31.50
GASTOS GENERALES					41,750.00	52.50
DEPRECIACION Y AMORTIZ.					39,933.28	125.90
IMPUESTOS Y SEGUROS					46,671.51	54.32
COSTO DE FABRICACION					1,741,364.70	644.95
GASTOS DE VENTAS					41,750.00	52.50
GASTOS DE ADMINISTRACION					89,000.00	70.00
COSTO TOTAL VENTAS					130,750.00	122.50
GASTOS VARIABLES					1,027,554.70	380.57
GASTOS FIJOS					1,044,559.99	386.87
COSTOS TOTALES					2,072,114.70	767.45

ITEM		UNIDAD	FACTORES			COSTO	
			CONSUMO UNIDAD Ton.MEL	PRECIO US\$ UNIDAD	CANTIDAD UNIDAD AÑO	US\$ AÑO	US\$ Ton.MEL
MATERIAS PRIMAS							
UREA	Ton	3.13	105.90	11,268	1,193,281.20	331.47	
NH ₃	Ton	1.30	34.29	4,680	160,477.20	44.58	
SUBPRODUCTOS							
CO ₂	Ton	-1.14	2.85	- 4,104	- 11,696.40	- 3.25	
NH ₃	Ton	-2.15	34.29	- 7,740	- 265,404.60	- 73.72	
TOTAL MATERIALES						1,076,657.40	299.07
VAPOR	Ton	2.70	0.621	9,720	6,036.12	1.68	
ELECTRICIDAD	Kwh	950.00	0.0313	3,420,000	106,020.00	29.47	
AGUA DE PROC.	Ton	10.00	0.075	36,000	2,700.00	6.77	
AGUA DE ENF.	Ton	50.00	0.023	180,000	14,940.00	4.15	
COMBUSTIBLE	Ton	0.42	33.28	1,512	50,319.36	13.98	
TOTAL SERVICIOS						180,015.48	50.00
MANO DE OBRA	H-H		0.855	43,800	37,449.00	10.40	
MANEJO					37,608.08	10.45	
SUPERVISION	H-H		1.187	8,760	10,398.12	2.89	
TOTAL COSTO OPERACION						85,455.20	23.74
REGALIAS						113,400.00	31.50
GASTOS GENERALES						141,750.00	39.38
DEPRECIACION Y AMORTIZ.						339,933.26	94.43
INVIESTOS Y SEGUROS						146,671.51	40.74
COSTO DE FABRICACION						2,083,882.90	578.86
GASTOS DE VENTAS						141,750.00	39.38
GASTOS DE ADMINISTRACION						189,000.00	52.50
COSTO TOTAL VENTAS						330,750.00	91.88
GASTOS VARIABLES						1,370,072.93	380.57
GASTOS FIJOS						1,044,559.99	290.16
COSTOS TOTALES						2,414,632.89	670.73

CAPACIDAD: 5000 Toneladas

PRODUCCION: 3600 "

I T E M		UNIDAD	FACTORES			COSTO	
			CONSUMO UNIDAD Ton.MEL	PRECIO US\$ UNIDAD	CANTIDAD UNIDAD AÑO	US\$ AÑO	US\$ Ton.MEL
PRODUCTO: MELAMINA				CAPACIDAD: 5000 Toneladas			
				PRODUCCION: 4500 "			
MATERIAS PRIMAS							
UREA	Ton	3.13	105.90	14,085.00	1,491,601.50	331.47	
NH ₃	Ton	1.30	34.29	5,850.00	200,596.50	44.58	
SUBPRODUCTOS							
CO ₂	Ton	-1.14	2.85	5,130.00	- 14,620.50	- 3.25	
NH ₃	Ton	-2.15	34.29	9,675.00	- 331,775.75	- 73.72	
TOTAL MATERIALES					1,345,801.75	299.07	
VAPOR	Ton	2.70	0.621	12,150	7,545.15	1.68	
ELECTRICIDAD	Kwh	950.00	0.031	4,275,000	132,525.00	29.45	
AGUA DE PROC.	Ton	10.00	0.075	45,000	3,375.00	0.75	
AGUA DE ENF.	Ton	50.00	0.083	225,000	18,675.00	4.15	
COMBUSTIBLE	Ton	0.42	33.28	1,890	62,699.20	13.98	
TOTAL SERVICIOS					225,019.35	50.00	
MANO DE OBRA	H-H		0.855	43,800	37,449.00	8.32	
MANTENIMIENTO					37,608.08	8.36	
SUPERVISION	H-H		1.187	8,760	10,398.12	2.31	
TOTAL COSTO OPERACION					85,455.20	18.99	
REGALIAS					141,750.00	31.50	
GASTOS GENERALES					141,750.00	31.50	
DEPRECIACION Y AMORTIZ.					339,933.28	75.54	
IMPUESTOS Y SEGUROS					146,671.51	32.59	
COSTO DE FABRICACION					2,426,381.09	539.20	
GASTOS DE VENTAS					141,750.00	31.50	
GASTOS DE ADMINISTRACION					189,000.00	42.00	
COSTO TOTAL VENTAS					330,750.00	73.50	
GASTOS VARIABLES					1,712,571.10	380.57	
GASTOS FIJOS					1,044,559.99	232.12	
COSTOS TOTALES					2,757,131.09	612.69	

C) ESTADOS FINANCIEROS

ESTADO PRO-FORMA DE PERDIDAS Y GANANCIAS

VOLUMEN DE VENTAS (TONELADAS)	<u>4500</u>	
PRECIO DE VENTA	1050	U\$\$/TON.
VALOR DE VENTAS	<u>4,725,000.00</u>	U\$\$
COSTO DE PRODUCCION:		
A) MATERIAS PRIMAS	1,345,801.75	"
B) SERVICIOS AUXILIARES	225,019.35	"
C) MANO DE OBRA, MANTENIMIENTO Y SUPERVISION	85,455.20	"
D) GASTOS GENERALES, DEPRECIACION, AMORTIZACION E IMPUESTOS	628,354.79	"
PAGOS POR TECNOLOGIA	141,750.00	"
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION	<u>2,426,381.09</u>	"
UTILIDADES BRUTAS	<u>2,298,618.91</u>	"
COSTOS DE VENTAS:		
GASTOS DE VENTA	141,750.00	"
GASTOS DE ADMINISTRACION	189,000.00	"
TOTAL COSTO DE VENTAS	<u>330,750.00</u>	"
UTILIDADES DE OPERACION	<u>1,967,868.91</u>	"
IMPUESTOS SOBRE UTILIDADES	826,504.94	"
PARTICIPACION DE UTILIDADES	157,429.51	"
UTILIDADES NETAS	<u>983,934.45</u>	"

PRESUPUESTO DE CAPITAL DE TRABAJO

u \$

CONCEPTO	AÑOS DE OPERACION									
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
ACTIVO CIRCULANTE	773,519.9	971,875.7	1,170,222.4	1,170,222.4	1,170,222.4	1,170,222.4	1,170,222.4	1,170,222.4	1,170,222.4	1,170,222.4
Caja y Bancos	145,113.7	173,656.9	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42
Cuentas por Cobrar	253,568.8	338,091.8	422,610.66	422,610.66	422,610.66	422,610.66	422,610.66	422,610.66	422,610.66	422,610.66
Inv. Mat. Primas	84,609.9	112,813.2	141,016.51	141,016.51	141,016.51	141,016.51	141,016.51	141,016.51	141,016.51	141,016.51
Inv. Proceso	145,113.7	173,656.9	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42
Inv. Prod. Terminado	145,113.7	173,656.9	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42	202,198.42
Pasivo Circulante	88,170.5	116,373.8	163,357.01	163,357.01	163,357.01	163,357.01	163,357.01	163,357.01	163,357.01	163,357.01
CAPITAL DE TRABAJO	685,349.4	855,501.9	1,006,865.4	1,006,865.4	1,006,865.4	1,006,865.4	1,006,865.4	1,006,865.4	1,006,865.4	1,006,865.4

TABLA 4

104

FLUJO NETO DE CAJA							
AÑO	Inversión Permanente	Capital de Trabajo	Total de Egresos	Utilidades Netas	Amortización	Total de Ingresos	F N O
1	3,666,787.51	-	3,666,787.51	-	-	-	- 3,666,787.51
2	3,666,787.51	-	7,333,575.02	-	-	-	- 3,666,787.51
3	-	685,349.4	8,018,924.4	381,442.65	339,933.28	721,375.93	36,026.53
4	-	170,152.5	8,189,076.9	682,683.60	339,933.28	1,743,992.81	852,464.4
5	-	151,363.5	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	3,067,860.94	1,172,504.2
6	-	-	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	4,391,728.27	1,323,867.73
7	-	-	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	5,715,596.00	1,323,867.73
8	-	-	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	7,039,463.73	1,323,867.73
9	-	-	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	8,363,331.46	1,323,867.73
10	-	-	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	9,687,199.19	1,323,867.73
11	-	-	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	11,011,066.92	1,323,867.73
12	-	-	8,340,440.42	983,934.45	339,933.28	12,334,934.65	1,323,867.73

TABLA 5

Estado Proforma de Origen y Aplicación de Recursos

Concepto	Instalación		Operación		AÑOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Origen de recursos												
1.- Utilidades Antes de Imp.			762,885.00	1,365,367.29	1,967,868.91	1,967,868.91	1,967,868.91	1,967,868.91	1,967,868.91	1,967,868.91	1,967,868.91	1,967,868.91
2.- Depreciaciones y Amortis.			339,933.28	339,933.28	339,933.28	339,933.28	339,933.28	339,933.28	339,933.28	339,933.28	339,933.28	339,933.28
Total de efectivo generado			1,102,818.28	1,705,300.57	2,307,802.19	2,307,802.19						
Capital aportado	3,666,787.51	3,666,787.51	685,349.4	170,152.50	151,363.50	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Incremento en el Pasivo Circulante			88,170.50	28,203.30	46,983.21	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total de recursos	3,666,787.51	3,666,787.51	1,876,338.18	1,903,655.37	2,506,148.90	2,307,802.19	2,307,802.19	2,307,802.19	2,307,802.19	2,307,802.19	2,307,802.19	2,307,802.19
Aplicación de recursos												
1.- Incremento en activos fijos	2,795,585.57	2,788,213.86										
2.- Incremento en activos diferidos gastos pre-operativos y arranque	870,201.94	878,573.65										
Impuestos y Reparto de Utilidades			381,442.57	682,583.65	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45
Incremento en Activo Circulante excepto Caja y Bancos			628,406.20	169,811.60	169,805.18	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total de Recursos aplicados	3,666,787.51	3,666,787.51	1,009,348.7	832,497.12	1,153,739.63	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45	983,934.45
Exposición de Caja al final del año			867,489.45	1,091,151.77	1,352,409.27	1,323,867.74	1,323,867.74	1,323,867.74	1,323,867.74	1,323,867.74	1,323,867.74	1,323,867.74
Exposición al principio del año				865,573.12	1,917,543.52	3,270,058.27	4,593,925.51	5,917,794.35	7,241,662.09	8,565,529.83	9,889,397.57	11,213,265.31
Efectivos al terminar el año			866,489.45	1,917,657.50	3,270,058.27	4,593,925.51	5,917,794.35	7,241,662.09	8,565,529.83	9,889,397.57	11,213,265.31	12,537,133.05

TABLA 6

D) INDICADORES DE FACTIBILIDAD

Los indicadores de factibilidad de proyectos que se presentan a continuación, se pueden dividir en dos grupos.

En el primer grupo están considerados los indicadores que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo; en este grupo quedan contemplados: El Período de Recuperación de la Inversión, el Rendimiento Sobre la Inversión y el Punto de Equilibrio.

En el segundo grupo se tiene a los indicadores que sí consideran el valor del dinero a través del tiempo y está integrado por: El Valor Presente Neto, la Tasa Interna de Rendimiento y la Razón de Costo Beneficio Descontada.

La decisión de aceptar ó rechazar un proyecto estará en función de los valores que se obtengan para los indicadores antes mencionados y los criterios son los siguientes:

1.- Período de Recuperación de la Inversión: Aceptar un proyecto de inversión siempre y cuando la recuperación de dicha inversión se logre en un lapso especificado, generalmente cinco años ó menos.

2.- Rendimiento Sobre la Inversión: Se puede aceptar un proyecto si la R S I es mayor a la Tasa Media de Interés.

3.- Punto de Equilibrio: Indica con que volúmenes de producción el proyecto no provocará pérdidas ni ganancias; entre más pequeño sea tal volumen, es mejor para el proyecto.

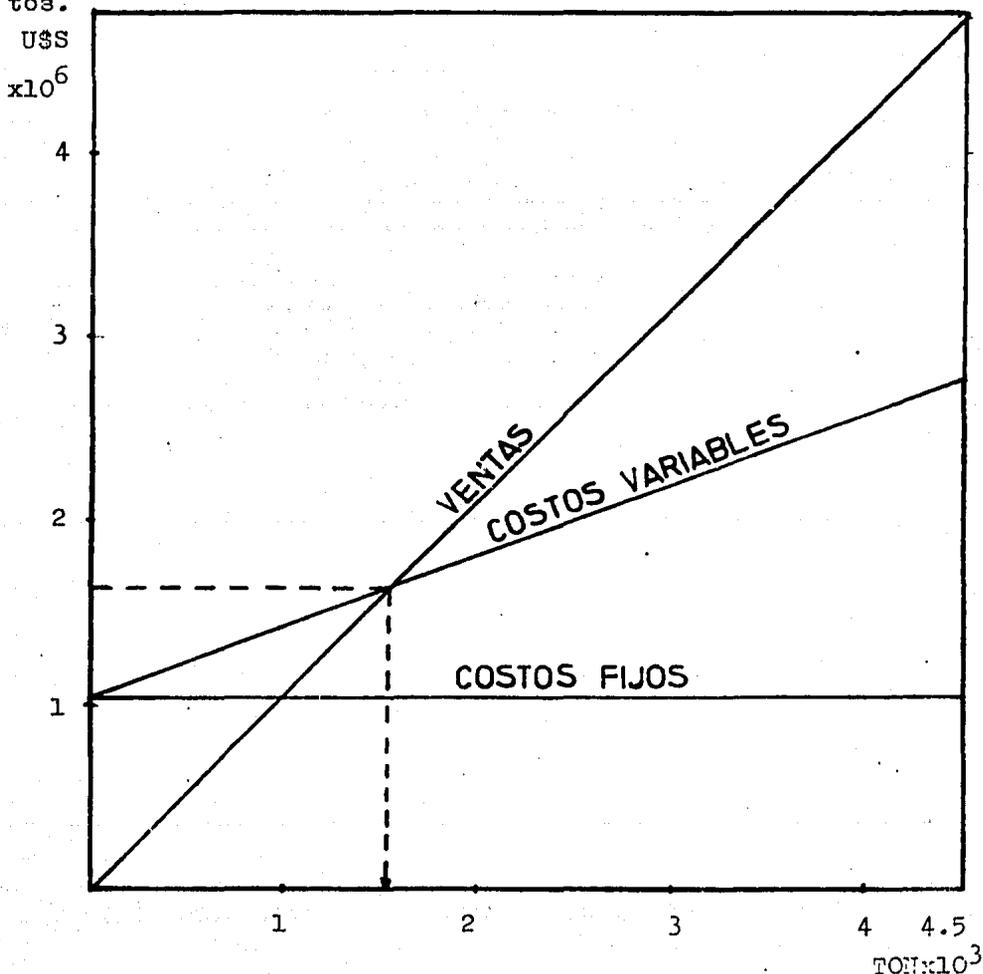
4.- Valor Presente Neto: Aceptar el proyecto siempre y cuando tenga un $V P N > 0$.

5.- Tasa Interna de Rendimiento (r): Aceptar el proyecto si el valor de r es mayor que el costo de capital.

6.- Razón de Costo-Beneficio Descontada: Un proyecto puede ser aceptado si presenta una $R C B_D > 1$.

GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO:

Esta gráfica indica el volumen de producción al que debe trabajar la planta para que sus ingresos sean iguales a sus egresos. A este punto se le denomina punto de equilibrio y nos muestra el volumen de producción mínimo a partir del cual se obtienen utilidades para una combinación dada de precios de adquisición de los insumos y precio de venta de los productos.



RENDIMIENTO SOBRE LA INVERSION:

$$R S I = \frac{UTILIDADES NETAS}{ACTIVOS}$$

$$= \frac{983,934.45 \text{ U\$S}}{7,333,575.02 \text{ U\$S}}$$

$$= 13.42 \%$$

PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION:

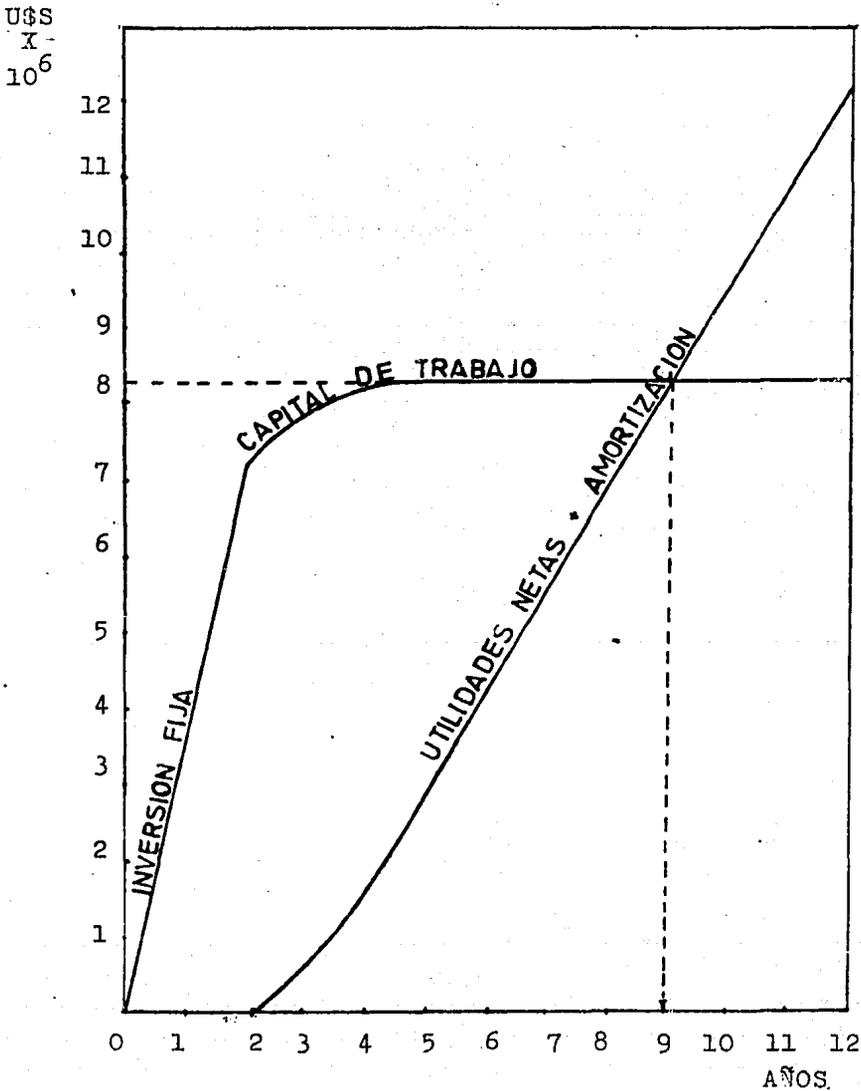
$$\text{PERIODO DE RECUPERACION} = \frac{\text{INVERSION TOTAL}}{\text{UTILIDADES NETAS} + \text{AMORTIZACION}}$$

$$= \frac{8,340,440.42 \text{ U\$S}}{983,934.45 \frac{\text{U\$S}}{\text{AÑO}} + 339,933.28 \frac{\text{U\$S}}{\text{AÑO}}}$$

$$= 6.30 \text{ AÑOS}$$

Al calcular de esta manera el período de recuperación de la inversión se está considerando la percepción de utilidades netas uniforme desde el primer año de trabajo de la planta. Cuando no se trabaja desde un principio a la capacidad máxima el período de recupe-

ración es más grande y se puede determinar gráficamente como se muestra en la siguiente figura, donde el retorno de la inversión corresponde a la abscisa de la intersección de la línea que representa la inversión fija más el capital de trabajo con la línea que representa las utilidades netas más la amortización.



VALOR PRESENTE NETO:

Se hace el cálculo para un período de 10 años con un costo de capital del 10%.

$$V P N = \sum_{n=1}^{10} R_n (1 + 0.1)^{-n} - \sum_{n=1}^{10} C_n (1 + 0.1)^{-n}$$

Donde

R_n = Utilidades Netas

$\sum_{n=1}^{10} C_n (1 + 0.1)^{-n}$ = Inversión Fija

Por lo tanto:

$$V P N = \sum_{n=1}^{10} 983,934.45 \text{ U\$S } (1.1)^{-n} - 7,333,575.02 \text{ U\$S}$$

$$V P N = 6,046,369.4 \text{ U\$S} - 7,333,575.02 \text{ U\$S}$$

$$V P N = - 1,287,205.62$$

TASA INTERNA DE DESCUENTO: (r)

El período contemplado para este cálculo es también 10 años.

$$\sum_{n=1}^{10} R_n (1 + r)^{-n} = \sum_{n=1}^{10} C_n (1 + r)^{-n}$$

$$\sum_{n=1}^{10} 933.934.45 \text{ U\$S } (1 + r)^{-n} = 7,333,575.02 \text{ U\$S}$$

$$= 5.71\%$$

RAZON DE COSTO-BENEFICIO DESCONTADA:

$$R B C_D = \frac{\sum_{n=1}^{10} R_n (1 + 0.1)^{-n}}{\sum_{n=1}^{10} C_n (1 + 0.1)^{-n}}$$
$$= 0.82$$

Puede observarse que los valores de los indicadores no son muy atractivos, por lo que podría solicitarse del Gobierno Federal algunos beneficios en base a que se trata de una planta que se integrará a un complejo petroquímico en una zona prioritaria para el desarrollo industrial y cuyos objetivos son los de sustituir importaciones y fomentar las exportaciones.

Entre estos beneficios está el de una reducción en los costos de materia prima, renglón importante ya que tiene un peso -- significativo en los costos de producción del compuesto.

Por otro lado, también se puede solicitar la autorización -- del Gobierno Federal para incrementar en un 10% el precio del -- producto para elevar las utilidades de la empresa.

Una salida más sería la de integrar esta planta a Fertimex, -
productor de Urea, a fin de disminuir los costos.

De conseguirse estos beneficios, los costos se modificarán, -
así como las utilidades, por lo que se presentan un nuevo Estado de
Pérdidas y Ganancias y el cálculo correspondiente a los indicadores
de factibilidad.

Estos nuevos cálculos se hacen en base a un descuento en la ma
teria prima de un 30% y el incremento en el precio del producto en_
un 10%.

ESTADO PRO-FORMA DE PERDIDAS Y GANANCIAS

VOLUMEN DE VENTAS (TONELADAS)	<u>4500</u>	
PRECIO DE VENTA	1155	U\$S/TON.
VALOR DE VENTAS	<u>5,197,500.00</u>	U\$S
COSTO DE PRODUCCION :		
A) MATERIAS PRIMAS	942,061.20	"
B) SERVICIOS AUXILIARES	225,019.35	"
C) MANO DE OBRA, MANTENIMIENTO Y SUPERVISION	85,455.20	"
D) GASTOS GENERALES, DEPRECIACION, AMORTIZACION E IMPUESTOS	628,354.79	"
PAGOS POR TECNOLOGIA	155,925.00	"
TOTAL COSTOS DE PRODUCCION	<u>2,036,815.30</u>	"
UTILIDADES BRUTAS	<u>3,160,684.70</u>	"
COSTOS DE VENTAS :		
GASTOS DE VENTA	141,750.00	"
GASTOS DE ADMINISTRACION	189,000.00	"
TOTAL COSTO DE VENTAS	<u>330,750.00</u>	"
UTILIDADES DE OPERACION	<u>2,829,934.70</u>	"
IMPUESTOS SOBRE UTILIDADES	1,188,572.60	"
PARTICIPACION DE UTILIDADES	226,394.77	"
UTILIDADES NETAS	<u>1,414,967.30</u>	"

RENDIMIENTO SOBRE LA INVERSION:

$$R S I = \frac{1,414,967.3}{7,333,575.02}$$

$$= 19.3 \%$$

PERIODO DE RECUPERACION:

$$\frac{8,340,440.42 \text{ U\$S}}{(1,414,967.3 + 339,933.28) \frac{\text{U\$S}}{\text{AÑO}}}$$

$$= 4.75 \text{ AÑOS}$$

VALOR PRESENTE NETO:

$$VPN = 1,414,967.3 (6.145) - 7,333,575.02$$

$$VEN = 1,361,399.1$$

TASA INTERNA DE DESCUENTO:

$$T I R = 15 \%$$

RAZON DE COSTO-BENEFICIO DESCONTADA:

$$R C B_D = 1.19$$

Nota:

La estimación de los costos debidos al mantenimiento para -- la planta se realizó considerándolos como el 2% sobre el costo -- del equipo, tomando como base el énfasis que hace la firma NISSAN CHEMICAL IND. LTD. sobre lo mínimo de estos costos para su proceso. Ref. (23).

Normalmente cuando los gastos de mantenimiento son bajos se se consideran entre el 2 al 4% del valor de la inversión fija y -- de haberse aplicado en el presente trabajo, se verían disminuidas las utilidades netas aproximadamente en 5%, lo que modificaría ligeramente los valores de los indicadores de factibilidad, sin que estas modificaciones llegasen a afectar las conclusiones que sobre los resultados se han obtenido.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S

De acuerdo al desarrollo del presente anteproyecto se llega a las siguientes conclusiones:

1.- La demanda de melamina en México presenta una tendencia creciente aunque es un renglón que se ha visto muy afectado por las decisiones políticas que en determinados años limitan el monto de importaciones.

2.- La melamina es base de las resinas melamina - formaldehí d principalmente, las cuales tienen una gran variedad de aplicaciones en distintas ramas industriales, lo que permite ver con optimismo un mercado seguro para tal compuesto.

3.- De acuerdo con el estudio de mercado de consumo, el mercado nacional se ubica en el centro del país y está concentrado, lo que permite un abastecimiento sin grandes dificultades.

4.- En la actualidad el país cuenta con una capacidad instalada para la producción de Urea y Amoníaco que le permite disponer de la cantidad necesaria para destinarla a la producción de melamina.

5.- El tamaño de planta que puede operar en México en los -

próximos años se determinó en 5000 Ton anuales esto tomando en consideración la proyección de la demanda de tal compuesto y la posibilidad de incursionar en el mercado internacional.

6.- Para el proceso de elaboración de melamina se contó con la información de cinco firmas, las cuales presentan cierta similitud en cuanto al costo de erección de la planta, pero al hacer un contraste de las características entre los procesos, el de la firma NISSAN CHEMICAL IND. LTD resultó ser el más adecuado para instalarse en el país.

7.- El lugar más propicio para la erección de la planta productora de melamina es el complejo petroquímico de Pajaritos, Ver., ya que este lugar satisface los requerimientos del proceso, así - como por ser un punto estratégico para el comercio exterior lo que es importante tomando en consideración que se contempla la posibilidad de exportar el producto.

8.- El punto de equilibrio se obtiene con una producción de 1560 toneladas lo que representa al 35% de la capacidad máxima de operación. Esto indica que fácilmente se puede operar a una capacidad que reditúe utilidades considerando además que la demanda nacional actual es superior a este valor.

9.- El período de recuperación de la inversión es a mediano

plazo ya que ésta se consigue aproximadamente a los 6 años de operación de la planta.

10.- El balance económico se realizó en base a U\$\$ debido a que esta moneda es más estable que la nacional y permite hacer proyecciones más confiables.

11.- Tomando como base de cálculo el precio internacional del producto que es de 1050 U\$\$/Ton, se obtiene una rentabilidad de 13.42% la cual es muy parecida al costo de capital en dólares, por lo que el proyecto resulta factible aunque este valor en la rentabilidad no es muy alto.

12.- Para mejorar los resultados económicos se puede solicitar del Gobierno Federal los beneficios que se otorgan a las plantas que se integren a los complejos petroquímicos ubicados en los puertos y cuyos objetivos sean los de sustituir importaciones y fomentar exportaciones o bien, pensar en esta planta como una integración horizontal de Fertimex, que es el productor de Urea, ya que alguna de estas salidas significaría una disminución en el costo de las materias primas de hasta un 30%, lo que redundaría en un aumento considerable en las utilidades de la empresa.

13.- Otra forma de favorecer la factibilidad del proyecto es solicitar de parte del Gobierno Federal la autorización de aumento

en el precio del producto de un 10% sobre el precio internacional - del mismo, lo que acarrearía otro pequeño aumento en las utilidades de la empresa.

14.- De conseguir las ventajas descritas en los puntos 12 y 13, se llegará a resultados atractivos en cuanto a los indicadores tales como el RSI, el período de recuperación de la inversión y el punto de equilibrio, además los indicadores que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo como son el VPN, la TIR y la RCE_D reportan valores que llevan a la aceptación del proyecto.

15.- La erogación por compra de tecnología para esta planta es del orden 7.5×10^6 U\$\$, mismo que se ahorrará el país si se instala dicha planta en México por sustitución de importaciones que actualmente significan salidas de 2×10^6 U\$\$ anuales.

16.- Por todo lo antes expuesto, de conseguirse el apoyo del gobierno, este proyecto tendrá buenas perspectivas ya que evitará la salida de divisas por compra del producto, permitirá la entrada de las mismas al fomentar la exportación, se generará fuentes de empleo y se aprovecharán los recursos con que cuenta el país para la elaboración de la melamina.

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

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

- 1.- A N I Q
Anuario 1983.
- 2.- Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos años 1961 - 1983.
- 3.- Asociación Química Argentina
"Serie Cuadernos" Primera parte (La Inversión) Editorial de -
la Asociación Química Argentina.
- 4.- Asociación Química Argentina, 1968.
"Serie de Cuadernos Segunda parte" (Costo de Ventas) Edito--
rial de la Asociación Química Argentina.
- 5.- Considine, Douglas M.
Chemical and Process Technology Encyclopedia.
Mc. Graw - Hill. México 1979.
- 6.- Duncan R. C. Et. al.
Bioestadística Nueva Editorial Interamericana S. A. de C. V. -
1978.
- 7.- Kirk - Othmer
Encyclopedia of Chemical Technology
Vol. (2) 3^a Ed.
- 8.- Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos
Revista IMIQ. Vol. XVII Nos. 11 - 12. Nov - Dic 1976.
- 9.- Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos
Revista IMIQ. Vol. XX Nos. 5 - 6. Mayo - Junio 1979.
- 10.- Mark, H.T.
Encyclopedia of Polymer Science and Technology Vol. (2)
- 11.- Petróleos Mexicanos.
Memoria de Labores 1982.

- 12.- Philippatos, George C.
Fundamentos de Administración Financiera, Textos y Casos
Mc. Graw - Hill. México 1979.
- 13.- SEPAFIN
Importación de Productos Químicos y sus Materias Primas.
(1978 - 1980)
- 14.- SEPAFIN
Plan Nacional de Desarrollo Industrial 1979 - 1982
Tomos I y II.
- 15.- S.P.P.
Boletín Mensual de Información Económica
Vol. VIII. Nos. 1 - 6.
- 16.- S.P.P.
La Industria Química en México (1982)
- 17.- S.P.P.
Plan Nacional de Desarrollo (1983 - 1988)
- 18.- Vilbrandt and Dryden.
Chemical Engineering Plant Desing.
Mc. Graw - Hill. Fourth Ed.
- 19.- Chemical Engineering, 77 (23), 101 (1970)
- 20.- Hydrocarbon Processing, 45 (11), (1966)
- 21.- Hydrocarbon Processing, 48 (11), 200 (1969)
- 22.- Hydrocarbon Processing, 49 (10), 104 (1970)
- 23.- Hydrocarbon Processing, 49 (11), 56 (1970)