

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



**EVALUACION TECNICO-ECONOMICA DE LA REFINA-
CION DE GOMA LACA.**

T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
P R E S E N T A

RUBEN HUACUJA GALVAN

MEXICO, D. F.

MARZO DE 1974



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.

CLAS Tesis
ABO 1974 147
FECHA
PROC. H. T. 100

147



QUÍMICA

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: ING. GUILLERMO CORTINA ANCIOLA
VOCAL: DR. XAVIER PADILLA OLIVARES
SECRETARIO: ING. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA
1er. SUPLENTE: ING. JOSE F. GUERRA RECASSENS
2do. SUPLENTE: ING. MARIO RAMIREZ Y OTERO

SITIO DONDE SE DESARROLLO LA TESIS:

QUIMICA INTERAMERICANA, S. A.

154
SUSTENTANTE: RUBEN HUACUJA GALVAN

ASESOR DEL TEMA: ING. GUILLERMO CORTINA ANCIOLA.

A MIS PADRES

JESUS HUACUJA B.

ESPERANZA CALVAN DE HUACUJA.

A MI ESPOSA

MARIA

A MIS HIJOS

RUBEN Y DANIEL.

A MIS HERMANOS

J. HUMBERTO

VICTOR

RAFAEL

ERNESTO

A MIS MAESTROS.

I N D I C E

CAPITULO	PAGINA
INTRODUCCION	1
GENERALIDADES	3
ESTUDIO DE MERCADO	11
PARTE EXPERIMENTAL	20
CALCULO DEL EQUIPO	25
RENTABILIDAD DEL PROYECTO	44
CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFIA	58

INTRODUCCION.

Existen países que en el momento actual se encuentran a medio camino en el proceso de industrialización, que disponen de un grupo empresarial numeroso y dinámico, de una clase obrera laboriosa e inteligente, de un mercado interno siempre en aumento y de libre acceso a la mejor maquinaria y tecnología mundiales. Este es, --- afortunadamente el caso de México.

El país dispone de dos magnificas oportunidades para industrializarse. Una es la producción para exportación de artículos manufacturados ya que se tiene una gran ventaja en el costo de la mano de obra respecto a los países altamente industrializados y la otra es la sustitución de importaciones.

[La realización de este trabajo se fundamenta por una parte en el aprovechamiento de la oportunidad de sustituir importaciones y por la otra en el aprovechamiento de un tiempo muerto que actualmente tiene una compañía mexicana que se dedica a la fabricación de materiales para la industria alimenticia.]

[La creación de una planta exclusiva para la refinación de goma laca en México actualmente no es recomendable, ya que aún cuando existe un mercado interno considerable, este no es suficiente para justificar las grandes inversiones que son necesarias para el refinamiento de este material.]

De acuerdo con la política gubernamental es posible --
[sustituir las importaciones actuales del material refi-
nado fabricándolo éste como un producto más de la lí-
nea de la compañía antes mencionada y que ya cuenta --
con la organización y el equipo necesario para ello.]

C A P I T U L O I

GENERALIDADES.

G O M A L A C A .

[La goma laca es una secreción resinosa de una especie de insecto, (LACCIFER LACCA), generalmente conocido como -- "Insecto de la Laca".]

[Este insecto es de tamaño microscópico, de color rojo y pasa la mayor parte de su vida prendido a las ramas de ciertos árboles. Obtiene su comida insertando su probós ~~cide en la corteza del árbol~~ y extrayendo a través de él la savia. Durante este tiempo, el insecto excreta la goma laca, que lo cubre en parte actuando como una protección contra agentes externos.] Estos insectos al vivir unidos logran el enlace de las moléculas de la laca formando una masa compacta.

[Durante determinados períodos del año, que varían con la localidad y con el tipo del árbol, la laca es recogida.]

[El principal productor de la Goma Laca en el mundo, es la India.] Las principales cosechas son BIDAUMI, que se recoge entre abril y mayo y KUSHMI que se recoge entre los meses de noviembre y diciembre.

PROPIEDADES QUIMICAS.

Aún cuando la composición exacta de la laca no se conoce, muchas de sus propiedades químicas son conocidas a través de su comportamiento en su aplicación.]

Con los alcoholes los grupos carboxílicos de la laca forman ésteres. Los ésteres metílico, etílico y bitílico de la laca son líquidos viscosos. Con ácidos grasos saturados y no saturados se han obtenido variedades de laca solubles en aceites secantes y en hidrocarburos.

Con el ácido esteárico produce una sustancia que se asemeja a la cera.

Con el ácido bórico produce una resina de gran dureza con un alto punto de fusión.

Probablemente la reacción más importante de los grupos -- hidroxilos y carboxílicos de la laca sea la esterifica--- ción interna que se realiza con calentamiento de la propia resina produciendo una laca polimerizada de mayor dureza.]

Normalmente la laca funde a 75° centígrados; si la temperatura se eleva de 120 a 150° centígrados y se mantiene durante cierto tiempo, la resina gradualmente se hace más viscosa y finalmente llega a ser de una consistencia similar al hule.

Los mejores disolventes de la laca son los alcoholes y -- sustancias similares que contengan grupos oxhidrilos; el poder de disolución de la laca decrece a medida que su peso molecular aumenta. El disolvente que más se emplea comercialmente es el alcohol metílico industrial.

La laca es también bastante soluble en cetonas y en ácidos grasos inferiores como el fórmico y el acético. Las aminas aromáticas como la piridina disuelven rápidamente la laca y al mismo tiempo neutralizan la acidez libre de la resina.

Las soluciones acuosas de los álcalis inorgánicos disuelven bien la laca. En la práctica, los álcalis de fuerza intermedia como el bórax, carbonato de sodio y amoniacose utilizan para preparar soluciones acuosas que evitan-

la hidrólisis de la resina que se realiza durante su disolución.

La laca puede ser separada en dos fracciones por el éter. La porción soluble, que la contiene en un 30% llama resina blanda que es viscosa y pegajosa y una fracción insoluble en éter llamada resina dura o resina pura que tiene puntos de ablandamiento y de fusión más altos que la laca comercial, entre 84 y 94° centígrados.

PROPIEDADES FISICAS.

De acuerdo con su utilización industrial las siguientes propiedades pueden considerarse importantes:

1) Forma películas de excelente adhesión sobre una gran variedad de superficies de gran brillo, dureza y resistencia.

2) Sus características de unirse a otros compuestos, baja conductividad térmica y bajo coeficiente de expansión, la hacen ser un material insustituible para una gran variedad de procesos de moldeado, formulacio

nes de tintas para determinados impresos, etc.

3) Sus propiedades eléctricas incluyen una resistencia dieléctrica alta con una constante dieléctrica baja.

4) Es particularmente resistente a los rayos ultra violeta. }

----- APLICACIONES. -----

Las industrias que la consumen en diferentes proporciones son las siguientes:

1) Barnices en solución alcohólica para muebles: Selladores; primers y esmaltes.

2) Resinas formadas por laca y melamina/urea formaldehído.

3) Formulaciones de tintas para las artes gráficas.

4) Barnices a base de laca que han sido utilizados durante muchos años como selladores para las superficies plateadas de los espejos. Las películas de laca evitan el acceso de humedad y tienen la ventaja de que con el tiempo no producen productos de degradación corrosivos.

5) Impresiones de grabados simulados.

6) En la industria farmacéutica en la preparación de tabletas y cápsulas. Se utiliza como base sobre ceras antes de la impresión de la marca. Sirve además como una

barrera en contra de la humedad.

7) Se utiliza con éxito en la industria de chocolates. Por ejemplo se aplica en las pasas cubiertas con chocolate para lograr un acabado brillante, evitar cambios de humedad, mejorar su estabilidad y evitar el que se aglomeren.

8) Sus soluciones acuosas alcalinas se utilizan con éxito en aplicaciones sobre madera, papel y cuero. En la industria de curtiduría encuentran gran aplicación.

9) La laca alcanza una gran compatibilidad en otras resinas, plastificantes y ablandadores que se utilizan en las lacas para el cabello. Ello ha permitido a los químicos cosmetólogos modificar sus formulaciones, de tal manera de introducir sustancias como polivinil, pirrolidona, acetato de polivinilo, etc., formando productos de propiedades especiales.

10) En la industria de los sombreros encuentra también aplicaciones precisamente por sus propiedades de resistencia adhesión y flexibilidad.

11) En la industria eléctrica se utiliza principalmente en la composición de aisladores eléctricos (micas, papel laminado, aisladores moldeados, barnices aislantes,)

también se utiliza en la industria de fabricación de focos por sus propiedades aislantes.

12) Aprestos de fieltro o paja.

C A P I T U L O I I

ESTUDIO DE MERCADO.

ESTUDIO DE MERCADO.

El objeto del estudio de mercado es obtener información acerca de los valores consumidos de goma laca refinada, y su proyección futura.

La información obtenida se logró a través de dos fuentes: La primera, de estadísticas de importación obtenida de la Secretaría de Industria y Comercio, la Asociación Nacional de la Industria Química y la Asociación Nacional de Importadores y Exportadores de la República Mexicana, la segunda es una información directa proporcionada por los consumidores a través de entrevistas personales.

Los datos obtenidos en los dos estudios son consistentes.

CONSUMO.

Actualmente el consumo total está dado por las importaciones ya que no existe producción nacional.

Es conveniente hacer notar que en el año de 1970 una --

compañía que se decía fabricante cerró las fronteras a la importación razón por la cual en ese año las importaciones disminuyeron en forma considerable.

Al no ofrecer la calidad requerida por el mercado, en el año de 1971 las autoridades cancelaron el control a la importación.

El consumo obtenido a través de la información directa de los usuarios es de 300 ton. anuales distribuidas por industrias de la siguiente forma:

Industria de Cosméticos	45%
Industria de pinturas y barnices	25%
Industria de tintas	17%
Industria de sombreros	5%
Industria eléctrica	3.5%
Otras	3.5%

El consumo en la República Mexicana está localizado principalmente en la Ciudad de México y en la ciudad de Guadalajara.

Con respecto a las importaciones, los principales países

a quienes México compra goma laca son: India, República Federal Alemana, Reino Unido y Estados Unidos de Norte América.

El único productor de Goma Laca es la India y los demás países son intermediarios que controlan gran parte de las cosechas.

Las importaciones de Goma Laca en el año de 1973 ascendieron a: 295,970 kg. con un valor de: 7,399.250

La Fracción arancelaria bajo la cual se importa es la - 13.02 A001 y requiere actualmente permiso de importación de la Secretaría de Industria y Comercio.

Paga:

Cuota específica:	Excenta
Cuota advalorem:	10.0%
Unidad de aplicación:	K.L.
Precio oficial:	K.L. \$ 7.50

Los datos de importaciones son los siguientes:

AÑO	VOLUMEN	VALOR	UNITARIO	PRECIO DESPUES DE IMPUESTO
1968	51,904 kg.	\$ 805,820.00	\$ 15.52/kg	\$ 17.67/kg.
1969	272,517 kg.	3.194,692.00	11.72/kg	12.88/kg.
1970	103,296 kg.	972,396.00	9.41/kg	10.35/kg.

1971	244,886 kg.	3.677,200.00	15.01/kg	16.51/kg.
1972	287,181 kg.	3.244,341.00	11.39/kg	12.53/kg.
1973	295,970 kg.	7.399,250.00	25.00/kg	27.50/kg.

A continuación se presentan tres gráficas en las cuales se muestra el historial de las importaciones de goma laca del año de 1968 al año de 1973.

Gráfica #1: Volumen de importaciones en kg. contra años.

Gráfica #2: Volumen de importación en pesos (\$) contra años.

Gráfica #3: Tendencia de precios.

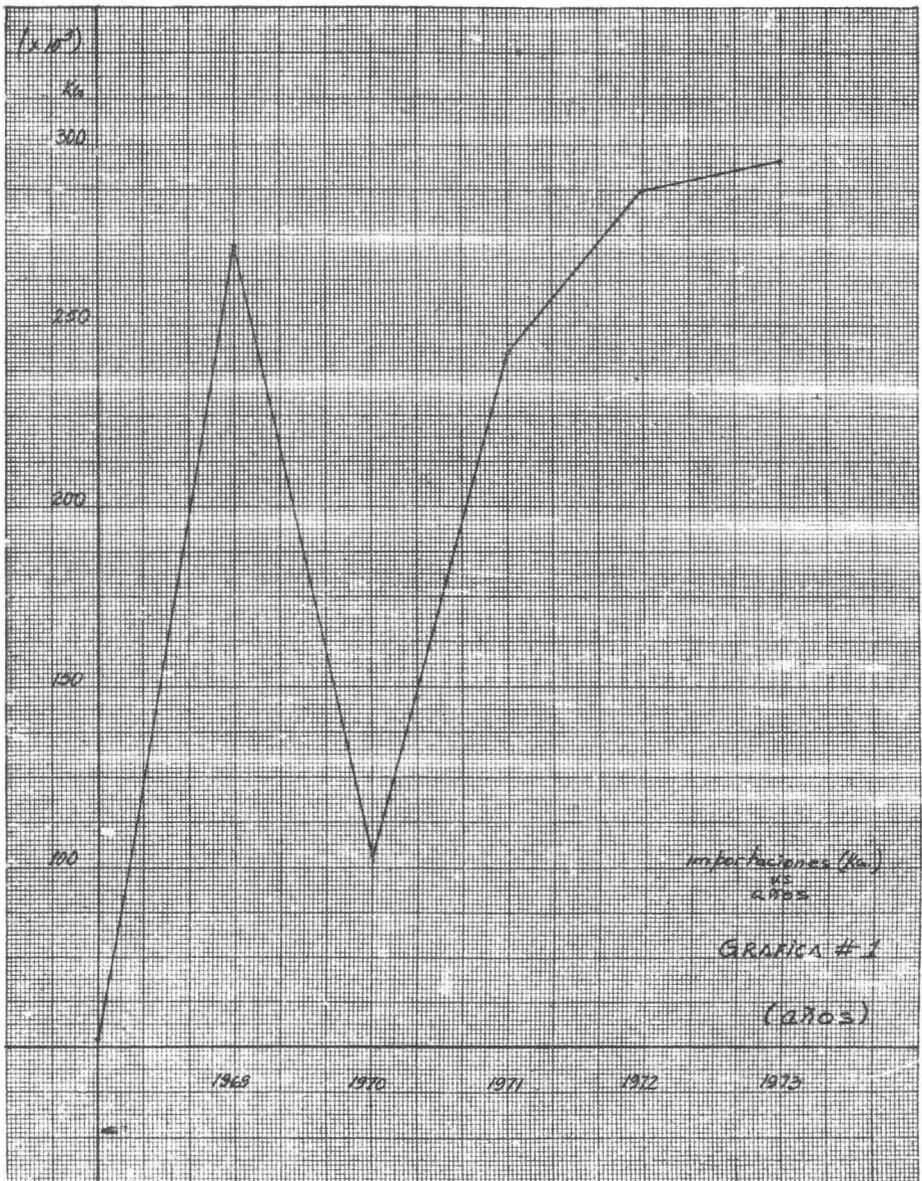
Como se puede apreciar de los datos de las importaciones, estas demuestran un curso muy irregular.

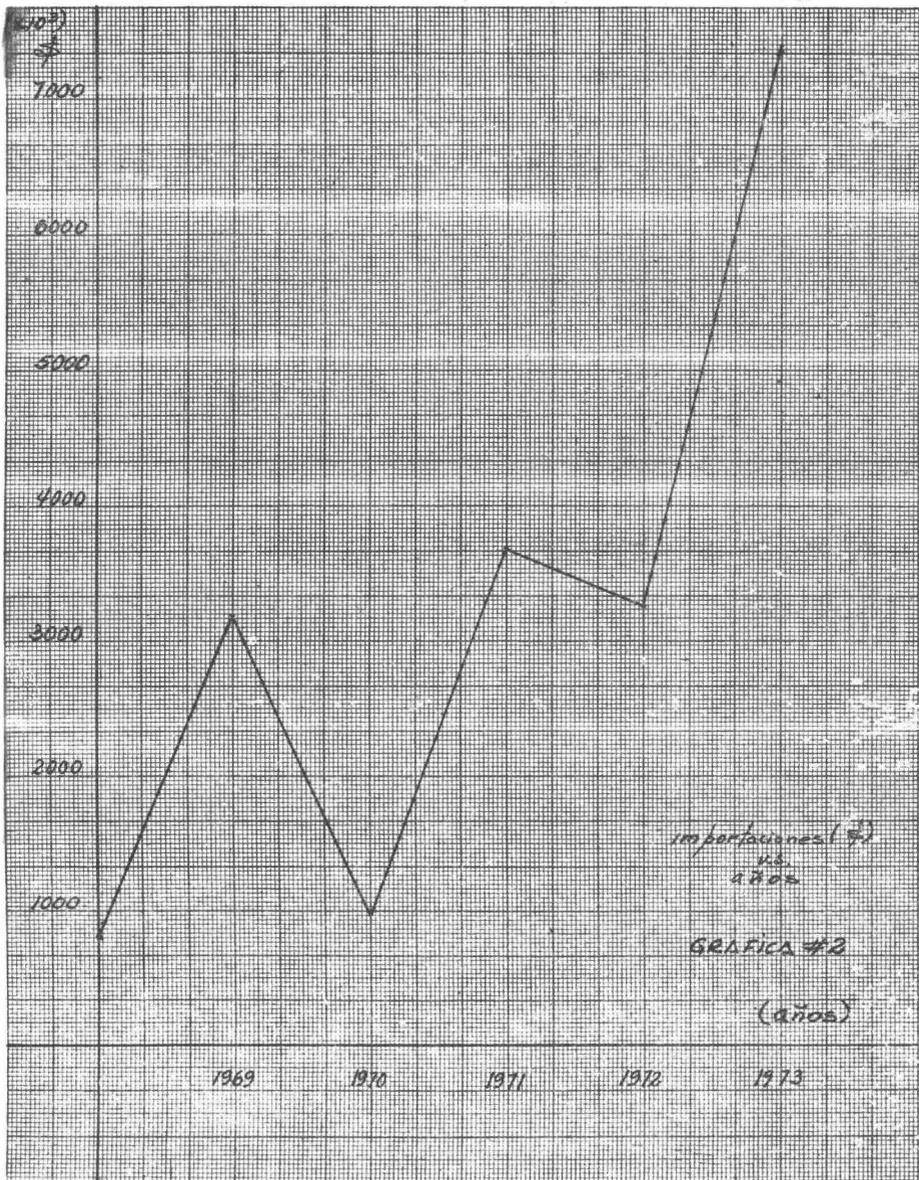
Por una parte el dato de 1967 está fuera de proporción con respecto a los demás datos. La única razón es que fué el primer año en el que se controló la importación. No se encuentran datos estadísticos de años anteriores. Por otra parte como ya se mencionó antes en el año de 1970 se cerraron las fronteras para este producto, lo cual ocasionó la disminución de las importaciones.

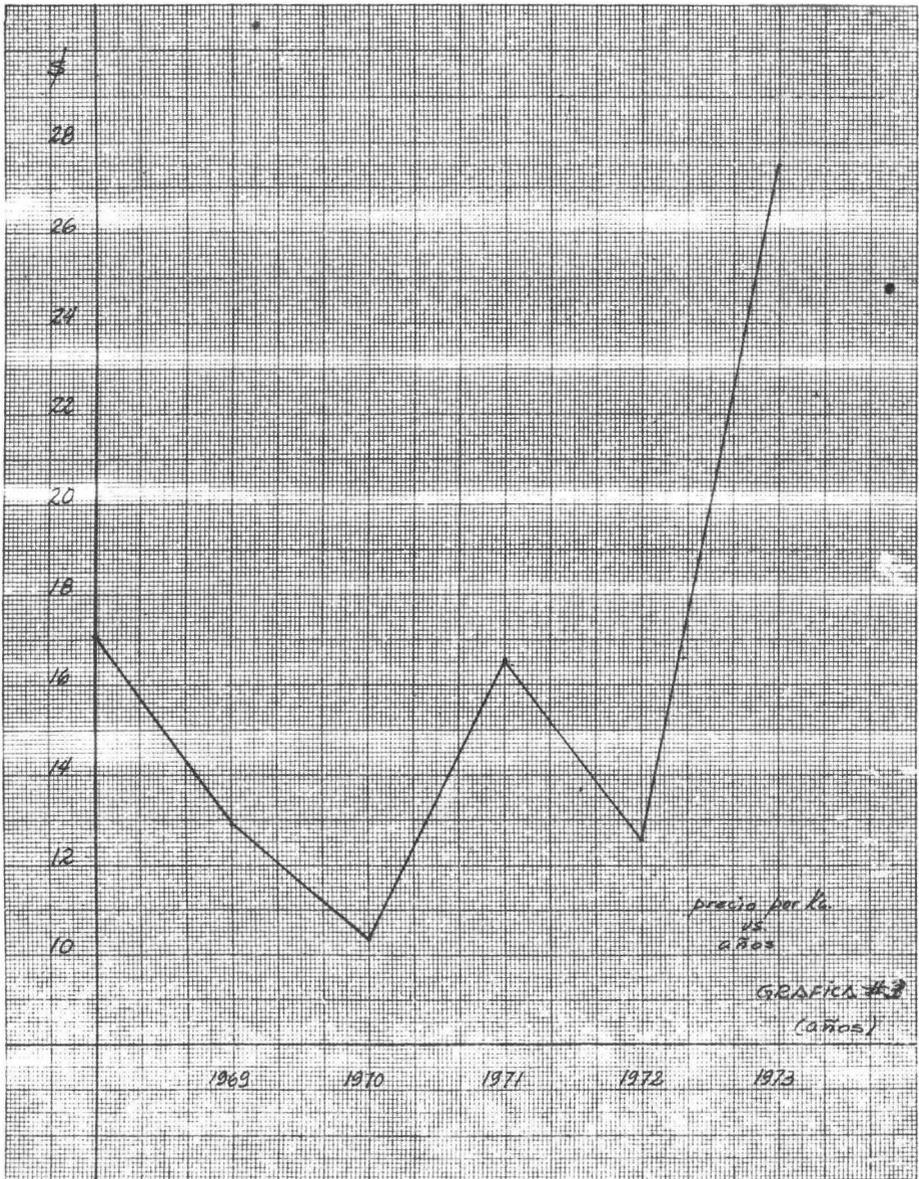
Por las razones anteriores se considera como real el dato de consumo obtenido a través de la investigación di-

recta y que resultó ser actualmente de 300 ton. anuales.

No es posible determinar con exactitud una proyección futura para este material, pero si podemos decir que su proyección está ligada al incremento que tengan -- los productos donde será utilizado. Se considera que el incremento mínimo será del 5.0%.







C A P I T U L O I I I

PARTE EXPERIMENTAL.

Existen diferentes tipos de Goma Laca que se pueden utilizar como materia prima y se clasifican según el grado de ceras e impurezas que contengan.

Los diferentes tipos de lacas son los siguientes:

Sticklac. Es la forma de laca tal y como es recogida del árbol.

Seedlac. Es la forma de laca que resulta de la eliminación de impurezas grandes (insectos muertos, basura, madera, etc.) por medio de lavados con agua y posteriormente molida ligeramente.

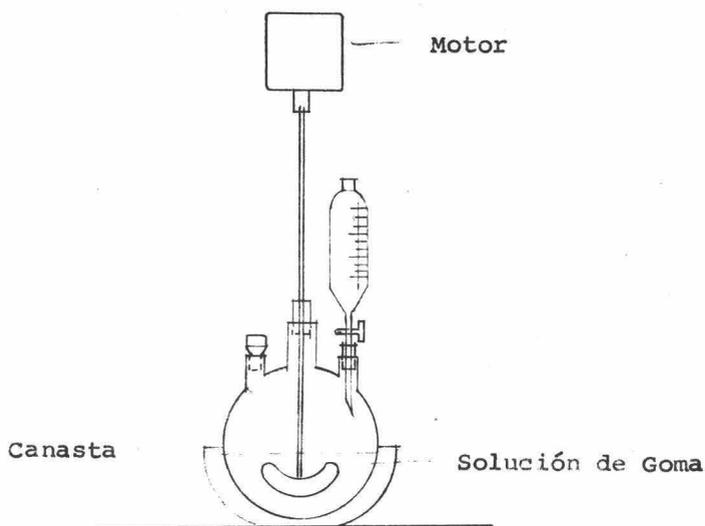
Shellac. Es la forma de laca que se obtiene al fundir la Seedlac y posteriormente laminarla para formar hojuelas.

La goma laca seleccionada para utilizarla como materia prima fué la forma Seedlac ya que con ella se obtuvieron mejores rendimientos y además su precio es el mejor respecto a las otras formas.

Se realizaron una serie de experimentos para determinar:

- 1.- La cantidad de solución de hipoclorito de sodio necesario para blanquear la goma.
- 2.- La cantidad de solución de ácido sulfúrico necesaria para precipitar de la solución alcalina la goma laca blanqueada.

El equipo que se utilizó para realizar los experimentos fué el siguiente:



La técnica a la cual se llegó fué la siguiente:

- a) Calentar con agitación una solución de 15 g. de Carbonato de Sodio en 600 ml. de agua, hasta 80°C'

- b) Agregar a la solución caliente 150 g. de Seedlack.
- c) Mantener el calentamiento 1 hora a 80°C.
- d) Filtrar la solución obtenida. Diluir con 240 ml. de agua.
- e) Agregar al filtrado una solución de hipoclorito de sodio conteniendo 3% de cloro activo.
- f) Terminar la adición cuando ya no se observe decoloración del medio al agregar el hipoclorito.
- g) Diluir el medio con 1800 ml. de agua y precipitar la goma blanqueada agregando una solución normal de ácido sulfúrico.
- h) Filtrar el precipitado obtenido y lavarlo tres veces con una solución de tiosulfato de sodio al 1%.
- i) Secar la goma por medio de calentamiento.

OBSERVACIONES.

- a) La goma Seedlack se debe de agregar lentamente a la solución alcalina de carbonato de sodio agitando -- fuertemente para evitar fenómenos de espuma. El -- tiempo promedio de adición fué de 1 hora.
- b) La filtración de la solución alcalina de goma es para eliminar insolubles y principalmente ceras.

La solución de color guinda opaco debe de enfriarse entre 5 y 10°C antes de filtrarse a vacío con una ayuda filtro. el filtrado obtenido es de color guinda transparente.

c) En la etapa de blanqueo el color final depende de no solamente la cantidad de solución de hipoclorito de sodio que se agrega sino también de la velocidad de adición de esta solución.

El blanqueo óptimo fué obtenido con 300 ml. de hipoclorito de sodio adicionado en 4 hrs.

d) Por otra parte si la adición de ácido sulfúrico es demasiado rápida, la goma que va precipitando se apelmasa, endurece y esto dificulta los lavados ulteriores.

La adición de 170 ml. de solución de Acido Sulfúrico IN - son necesarios para precipitar toda la goma. El tiempo de adición fué de dos horas.

C A P I T U L O I V

CALCULO DEL EQUIPO.

Como ya lo mencionamos antes, se pretende aprovechar el exceso de capacidad de una planta deshidratadora la --- cual puede producir 1000 ton. por año de producto en -- polvo.

La Goma Laca refinada secada por aspersión es la que se consume principalmente en la industria de los cosméti--cos y el consumo actual de acuerdo al estudio de merca--do es de 135 ton. anuales.

Se ha considerado producir 96.0 ton. anuales de produc--to seco a razón de 8.0 ton. mensuales.

La Planta actualmente cuenta con personal para trabajar las 24 horas del día en tres turnos de trabajo.

El equipo tiene una capacidad de evaporación de 196.5 kg de agua por hora. La concentración a la cual se alimentará la solución será de 40%. Con esta concentración y la capacidad de evaporación se pueden alimentar 327.5 - kg. de solución por hora obteniéndose 196.5 kg. de agua evaporados y 131 kg. de producto en polvo. Pero como - se tienen pérdidas en el equipo del orden del 5.0% por pegarse material en la cámara de secado la cantidad --- real de producto obtenida será de 125 kg/hr., la hume--

dad final del producto es de 5.0% por lo tanto el tiempo mensual a utilizar en la producción de goma laca será.

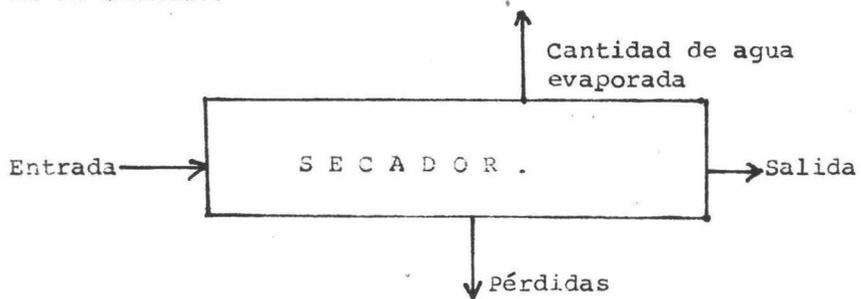
$$\frac{8000 \text{ kg.}}{\frac{125 \text{ kg.}}{\text{Hr.}}} = 64 \text{ hrs.}$$

El tiempo anual será:

$$\frac{96000 \text{ kg.}}{\frac{125 \text{ kg.}}{\text{Hr.}}} = 768 \text{ hr.}$$

En consecuencia el proceso de la refinación de la goma laca utilizará el 9.6% del tiempo y la capacidad del equipo actual.

Diagrama de bloques del balance de materiales efectuado en el Secador.



En Resumen:

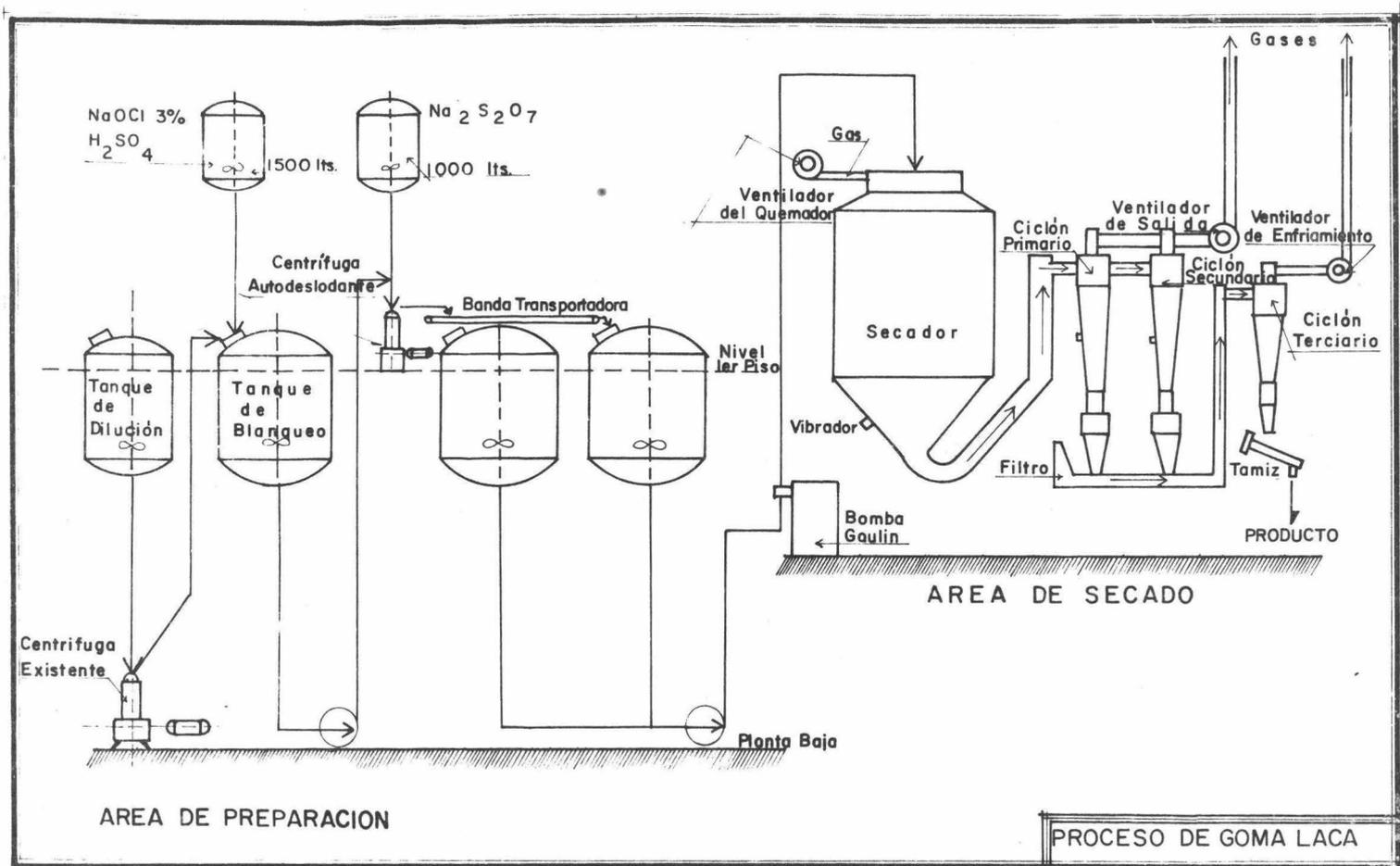
Base 1 Hr.

$$\text{Entrada} = \text{Salida} + \text{Pérdidas (base seca)}$$

$$131 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 125 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} + 6.0 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$

Entrada = Salida + Agua Removida.

$$327.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} = 131 \frac{\text{kg}}{\text{hr}} + 196.5 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}$$



A continuación se presentan las condiciones de Secado que se tiene en el Secador que se va a utilizar así - como las constantes físicas. Unos datos fueron determinados experimentalmente y otros obtenidos de la Bibliografía.

Cps = Calor específico de la solución.

$$Cps = 1.05 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$$

Cpa = Calor específico del agua

$$Cpa = 1.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} = 1.0 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}^\circ\text{F}}$$

$$S = \text{Capacidad sólidos} = 125 \frac{\text{kg. sólidos}}{\text{hr.}}$$

$$\rho_a = \text{Densidad del aire (0}^\circ\text{C y 1 atm)} = 1.2928 \frac{\text{g}}{\text{lt.}}$$

$$\rho_s = \text{Densidad de la solución} = 1.1 \frac{\text{kg}}{\text{lt.}}$$

$$\rho_p = \text{Densidad del producto} = 0.4 \frac{\text{g.}}{\text{cm}^3}$$

$$t_a = \text{Temperatura ambiente} = 20^\circ\text{C} = 68^\circ\text{F}$$

$$t_e = \text{Temperatura de ebullición del agua en México} \\ = 93^\circ\text{C} = 199.4^\circ\text{F.}$$

- $t_o = \text{Temperatura del aire a la entrada del Secador} = 225^\circ\text{C} = 437^\circ\text{F}$
- $t_i = \text{Temperatura del aire a la salida del secador} = 75^\circ\text{C} = 167^\circ\text{F}$
- $t_i = \text{Temperatura del aire a la salida del secador} = 75^\circ\text{C} = 167^\circ\text{F}$
- $T_o = \text{Temperatura inicial de la solución} = 20^\circ\text{C} = 68^\circ\text{F}$
- $T_i = \text{Temperatura del producto a la salida} = 70^\circ\text{C} = 158^\circ\text{F}$
- $\mu_a = \text{Viscosidad del aire} = 0.0215 \text{ c.p.}$
- $\mu_s = \text{Viscosidad de la solución} = 11.19 \text{ cp.}$
- $h = \text{Calor latente de vaporización a } 586 \text{ mm Hg}$
 $= h \ 93^\circ\text{C} = 543 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} = 977.8 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}}$
- $X'o = \text{Humedad inicial (60\%)} = 1.5 \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. sólidos}}$
- $X'l = \text{Humedad final (5\%)} = 0.0526 \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. sólidos}}$
- $Y's = \text{Humedad de saturación} = 0.61 \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. aire seco}}$
- $Y'R = \text{Humedad relativa} = 59\%$
- $Y'a = \text{Humedad del aire ambiente (a } 20^\circ\text{C y } 59\% \text{ de humedad relativa)}$
 $= 0.011 \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. aire seco.}}$

C

P_{vapor} = Calor específico del vapor de agua a su temperatura de ebullición:

$$= 0.45 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C.}}$$

M_s = Masa de sólidos que se requieren secar.

AIRE DE SECADO.

Se calculará la cantidad de aire necesario para eliminar 196.5 kg. de agua.

Primero se calculará la humedad de saturación del aire a condiciones normales de trabajo, por medio de la carta - psicométrica, ó sea 586 mmHg y 20°C.

$$Y's = \frac{P_s}{P - P_s} \times \frac{18}{28.9} \frac{\text{Kg. de agua.}}{\text{Kg. aire seco.}}$$

donde:

P_s = Presión de vapor del agua

P = Presión atmosférica

$P = 586$ mmHg.

$P_s/75^\circ\text{C} = 290$ mmHg.

Sustituyendo en la ecuación.

$$Y's = \frac{290}{586 - 290} \times \frac{18}{28.9} \frac{\text{kg. agua}}{\text{kg. aire seco.}}$$

$$Y's = 0.61 \frac{\text{kg. de agua.}}{\text{kg. de aire seco.}}$$

Para determinar la cantidad de humedad que puede llevar el aire de secado, se utiliza la carta psicométrica calculada para las condiciones de México.

$$(p \text{ atm.} = 586 \text{ mmHg}).$$

En este cálculo seguiremos por la línea de calentamiento partiendo de las condiciones ambiente que son 20°C - (68°F) y una humedad del aire de $0.011 \frac{\text{kg. de agua.}}{\text{kg. de aire seco.}}$

hasta la temperatura de entrada del aire del secador que es de 225°C (437°F). Y a continuación se enfría adiabáticamente hasta 75°C (167°F) por medio de la carta psicométrica y aplicando la ecuación de la línea de enfriamiento adiabático nos da una humedad de:

$$(t_o - t_i) = (Y'_{as} - Y'a) \frac{\lambda_{as}}{C_s}$$

$$(225 - 75^\circ\text{C} = (Y'_{as} - 0.011) \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg. de aire seco}} \times \frac{\lambda_{as}}{C_s}$$

Es necesario el calor latente y el calor húmedo.

$$C_s = 0.24 - 0.45 Y'$$

$$C_s = (0.24 - 0.45 \times 0.011) \frac{\text{Kcal}}{\text{kg.}}$$

$$= 0.24495 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg.}}$$

$$\lambda_{as/75^\circ} = 997.9 \frac{\text{BTU}}{\text{lb.}} = 554 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

Sustituyendo la ecuación original:

$$Y'_{as} = \frac{(150 \times 0.24495)}{554} + 0.011 \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg. de aire seco}}$$

$$Y'_{as} = 0.0775 \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg. de aire seco.}}$$

La diferencia entre la humedad de salida y entrada del aire es:

$$(0.0775 - 0.011) \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg. de aire seco}} =$$

$$0.0665 \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg. de aire seco.}}$$

Por lo tanto el aire necesario será;

$$\frac{196.5 \frac{\text{kg. de agua}}{\text{hr}}}{0.0665 \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg. de aire seco}}} = 2950 \frac{\text{kg. de aire seco}}{\text{hr}}$$

BALANCE DE CALOR.

a).- Calentar los sólidos de la solución desde la temperatura de entrada hasta la de salida del secador.

$$Q_1 = M_s C_{pe} (T_i - T_o)$$

$$Q_1 = 131 \frac{\text{kg sólidos}}{\text{hr}} \times 1.05 \frac{\text{K cal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} (70-20)^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 6877 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr.}}$$

b).- Calentar el agua de la solución que va a quedar como humedad residual, desde la temperatura de entrada hasta la temperatura de salida del secador.

$$Q2 = Ms \times l \text{ Cpa } (Ti - To)$$

$$Q2 = 131 \frac{\text{kg sólidos}}{\text{hr.}} \times 0.0526 \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg. de sólidos}} \times$$

$$\frac{x 1.0 \text{ Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} (70 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q2 = 57 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr.}}$$

c).- Calentar el agua que va a evaporarse desde la temperatura de entrada hasta la temperatura de ebullición.

$$Q3 = Ms (X'0 - X'1) (te - To) \text{ Cpa}$$

$$Q3 = 131 \frac{\text{kg sólidos}}{\text{hr}} (1.5 - 0.0526) \frac{\text{kg. de agua}}{\text{kg de sólidos}}$$

$$(93 - 20)^\circ\text{C} \times 1.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$Q3 = 13,840 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

d).- Llevar el agua que va a evaporarse desde la temperatura de ebullición hasta la temperatura de salida del secador.

$$Q_4 = M_s (X'_{10} - X'_{11})(T_i - t_e) C_p \text{ vapor}$$

$$Q_4 = 131 \frac{\text{kg sólidos}}{\text{hr}} (1.4474) \frac{\text{Kg. agua}}{\text{kg sólidos}} (70-93)^\circ\text{C}$$

$$\times 0.45 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$Q_4 = 1960 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

e).- El calor necesario para evaporar el agua de la solución:

$$Q_5 = M_s (X_0 - X_1)$$

$$Q_5 = 131 \frac{\text{kg sólidos}}{\text{hr}} \times 1.4474 \frac{\text{kg de agua}}{\text{kg sólidos}} \times 543 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$Q_5 = 102,950 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

Por lo tanto el calor total es:

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_5 - Q_4$$

$$Q_T = (6877 + 57 + 13840 + 102,950 - 1960) \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

$$Q_T = 121,764 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr.}}$$

CONSUMO DE GAS.

Se considera que el quemador tiene una eficiencia del 90.0% por lo tanto:

$$Q_T = \frac{121,764}{0.9} = 135,290 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}$$

El poder calorífico del gas natural es de: $8540 \frac{\text{Kcal}}{\text{M}^3}$

de donde el gas utilizado es:

$$\frac{135,290 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr}}}{8540 \frac{\text{Kcal}}{\text{M}^3}} = 15.8 \frac{\text{M}^3}{\text{hr}}$$

Por lo tanto por cada tonelada de producto se consumirá:

$$15.8 \frac{\text{M}^3}{\text{hr}} \frac{1000 \text{ kg}}{125 \frac{\text{kg}}{\text{hr}}} = 126 \text{ m}^3$$

de donde el consumo anual de gas será:

$$126 \frac{\text{M}^3}{\text{ton}} \times 96 \text{ ton} = 12000 \text{ M}^3$$

CONSUMO DE ELECTRICIDAD.

La planta cuenta con la siguiente capacidad instalada:

Concepto	Pot H.P.	Pot KW	1 HP = 0.746 Kw
Disolución	14	10.45	
Clarificación	18.5	13.80	
Secado	43.5	32.45	
Iluminación	7.5	5.60	
Sistema de Agua	4.0	2.98	
Total..		67.53	Kw

Se considera un factor de 0.7 ya que el equipo no trabaja continuamente al 100% de carga.

Por lo tanto:

$$67.53 \text{ Kw} \times 0.7 = 47.3 \text{ Kw}$$

Para deshidratar 1.0 ton. de producto se tiene:

$$\frac{1000 \text{ kg}}{125 \frac{\text{kg}}{\text{Hr.}}} = 8 \text{ Hr.}$$

Entonces:

$$47.3 \text{ Kw} \times 8 \text{ Hr.} = 378.4 \text{ Kw Hr.}$$

TANQUE DE DILUCION.

Especificación. - Tanque para disolver con capacidad para 3,000 Lts. en acero inoxidable tipo 316, con chaqueta para calentamiento a base de vapor de 2 kg/cm² de presión, - tapas abombadas ASME y provisto en la tapa superior de un registro de hombre de 20" de diámetro para la carga y -- limpieza del mismo, mirillas de inspección y para luz de 4" de diámetro.

Dimensiones. - Para determinar la altura y el diámetro del tanque es conveniente hacer un cálculo del volumen supo-- niendo un valor para d y h y haciendo que d = h

Por lo tanto tenemos:

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 h$$

$$d = h$$

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

suponiendo d = 1.50 m.

$$V = 0.785 \times (1.50)^3 \text{ m}^3$$

$$V = 0.785 \times 3.375 \text{ m}^3$$

$$V = 2.649 \text{ m}^3 = 2649 \text{ Lts.}$$

Es conveniente que un tanque sea siempre de mayor altura que diámetro. Si suponemos la altura y mantenemos fijo el diámetro tendremos:

$$d = 1.5 \text{ m.}$$

$$h = 1.85 \text{ m.}$$

por lo tanto el volúmen será:

$$V = 0.785 \times (1.5 \text{ m})^2 \times 1.85 \text{ m.}$$

$$V = 3.267 \text{ m}^3 = 3267 \text{ Lt.}$$

Lo que da el valor aproximado de la capacidad necesaria.

Por lo tanto las dimensiones serán:

$$d = 1.50 \text{ m.}$$

$$h = 1.85 \text{ m.}$$

Cálculo del espesor.

Basado en la Sección VIII del código ASME, parte UG-28 - pag. 10 siendo:

t = Espesor de la lámina o placa en pulgadas.

L = Longitud de la parte recta del tanque sujeto a presión, más 1/3 de la profundidad del fondo en pulgadas.

Do = Diámetro exterior en pulgadas.

P = Presión de diseño externa en lb/pulg.²

La presión de diseño externa deberá ser de acuerdo a la especificación de 2 kg/cm² ó 30 lb/in².

Por lo tanto tenemos:

Paso #1. - Se escoge un valor para t y se determinan -- las siguientes relaciones:

$$\frac{L}{Do} \text{ y } \frac{Do}{t} \quad t = \frac{5}{16}''$$

$$\frac{L}{Do} = \frac{71''}{59} = 1.20 \quad \frac{Do}{t} = \frac{59}{0.312} = 189$$

Paso #2.- Con los valores anteriores vemos en el Nomograma correspondiente al material de construcción del tanque en este caso, acero inoxidable tipo 316, (18 cr, 8Ni, 1Mo), (Apendice V, página 225).

El dato que se obtiene así es:

$$B = 6800$$

Con este valor se calcula la presión máxima de trabajo:

$$P = \frac{B}{do/t} = \frac{6800}{189} = 35.98 \text{ lb/in}^2$$

Por lo tanto el espesor es:

$$t = \frac{5''}{16}$$

TANQUE DE BLANQUEO.

Especificación. Tanque de blanqueo con capacidad para 3,000 lt. en acero inoxidable tipo 316, con chaqueta para calentamiento a base de vapor de 2 kg/cm² de presión-

tapas abombadas ASME y provisto en la tapa superior de un registro de hombre de 20" de diámetro para la carga y limpieza del mismo.

Dimensiones.

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 h.$$

$$d = h$$

$$v = \frac{\pi}{4} d^3$$

suponiendo $d = 2.10 \text{ m.}$

$$v = 0.785 \times (2.10)^2 \text{ m}^3$$

$$v = 0.785 \times 9.26 \text{ m}^3$$

$$v = 7.27 \text{ m}^3 = 7270 \text{ m}^3$$

Ahora mantendremos fijo el diámetro y supondremos la altura.

$$d = 2.10 \text{ m.}$$

$$h = 2.90 \text{ m.}$$

por lo tanto el volúmen será:

$$v = 0.785 \times (2.1 \text{ m})^2 \times 3.00 \text{ m.}$$

$$v = 10.385 \text{ m}^3 = 10385 \text{ lt.}$$

lo que da el valor aproximado de la capacidad necesaria. -

Por lo tanto las dimensiones serán:

$$d = 2.10 \text{ m.}$$

$$h = 3.00 \text{ m.}$$

Cálculo del espesor.

Basado en la Sección VIII del código ASME parte UG-28 pag. 10 siendo la presión de trabajo de 25 lb/in².

Por lo tanto tenemos:

Paso # 1. - Se escoge un valor para t y se determinan las siguientes relaciones

$$\frac{L}{Do} \text{ y } \frac{Do}{t} \quad t = \frac{3''}{8}$$

$$\frac{L}{Do} = \frac{106.3}{82.67} = 1.28$$

$$\frac{Do}{t} = \frac{82.67}{0.375} = 220.45$$

Paso # 2.- Con los valores anteriores vemos en el monograma correspondiente al material de construcción del tanque, en este caso, acero inoxidable tipo 316 (18 cr, 8Ni, 1Mo.) (Apéndice V, página 225)

El dato que se obtiene así es:

$$B = 5550$$

Con este valor se calcula la presión máxima de trabajo -

$$P = \frac{B}{do/t} = \frac{5500}{220.45} = 25 \text{ lb/in}^2$$

por lo tanto el espesor es:

$$t = \frac{3''}{8}$$

El siguiente equipo fué seleccionado con los proveedores adecuados.

TRANSPORTADOR.

Transportador de Banda de 16 m. de ancho, hule y lona de 3 capas, con Limber-rollers. La longitud es de 5 m. entre centros de poleas.

Con motoreductor integral marca Falk, con motor de 1 HP. y velocidad de salida de 80 r.p.m.

AGITADOR.

Agitador marca Lightning modelo N33-300 con motor de 3 HP y 960 r.p.m. Flecha de acero inoxidable 316 de 1 1/4".

CENTRIFUGA.

Centrífuga marca Westfalia modelo K0-10006, serie 1646 - 339 con tambor de acero inoxidable 316 con capacidad para 60 L. y 10000 r.p.m. motor de 15 HP y 1460 r.p.m.

CENTRIFUGA AUTODESLODANTE.

Centrifuga con tambor autodeslodante marca Westfalia tipo SAMR 15036 con tambor de acero inoxidable 316 y una capacidad total de 26.5 L. y 6500 r.p.m. El motor de 22 HP. y 1460 r.p.m.

C A P I T U L O V

R E N T A B I L I D A D D E L P R O Y E C T O .

En este capítulo se establecerán los aspectos económicos del proyecto tales como: La inversión fija - el costo de producción, el capital de trabajo necesario y la rentabilidad.

Para este estudio se solicitaron cotizaciones a diferentes proveedores para considerar el costo que tendrá cada equipo.

Otra consideración es el precio de venta que fué fijado en \$ 28.00/kg. de acuerdo a los precios del mercado y a las políticas de venta de la Compañía.

INVERSION FIJA.

	<u>Costo</u>
I.- Tanque para disolver (cap. 3,000 L. 316 S.S.)	\$ 52,500.00
II.- Tanque de disolución (cap. 1,500 L., fibra de vidrio)	2,500.00
III.- Tanque de blanqueo (cap. 11,000 L., 316 S.S.)	90,000.00
IV.- Tanque de disolución (cap. 1,000 L., 316 S.S.)	10,000.00
V.- Tanque de disolución (cap. 11,000 L., 316 S.S.)	90,000.00
VI.- Tanque de disolución (cap. 11,000 L., 316 S.S.)	90,000.00
VII.- Centrifuga Auto deslodante.	200,000.00
VIII.- Centrifuga (Clarificadora)	160,000.00
IX.- Bomba Centrifuga (con motor)	13,000.00
X.- Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XI.- Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XII.- Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XIII.- Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XIV.- Planta Deshidratadora	900,000.00
XV.- Transportador de Gusano	8,000.00

Total equipo..	\$ 1.716,000.00

EQUIPO DISPONIBLE.

Actualmente se cuenta con una parte del equipo necesario y que es utilizado en la fabricación de otros productos.

El equipo instalado es el siguiente:

Centrifuga (clarificadora):	\$ 160,000.00
Planta Deshidratadora:	<u>900,000.00</u>
Costo:	\$1.060,000.00

EQUIPO ADICIONAL.

El equipo que deberá adquirirse:

I.-	Tanque para disolver (cap. 3,000 L., 316 S.S.)	\$ 52,500.00
II.-	Tanque de disolución (cap. 1,500 L., fibra de vidrio.	2,500.00
III.-	Tanque de blanqueo (cap. 11,000 L., 316 S.S.)	90,000.00
IV.-	Tanque de disolución (cap. 1,000 L., 316 S.S.)	10,000.00
V.-	Tanque de disolución (cap. 11,000 L., 316 S.S.)	90,000.00
VI.-	Tanque de disolución (cap. 11,000 L., 316 S.S.)	90,000.00
VII.-	Centrifuga autodeslodante	200,000.00
VIII.-	Bomba centrifuga con motor	13,000.00
IX.-	Agitador de 3 H.P.	25,000.00
X.-	Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XI.-	Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XII.-	Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XIII.-	Agitador de 3 H.P.	25,000.00
XIV.-	Transportador de fusano	<u>8,000.00</u>
	Total equipo....	\$ 656,000.00

COSTO DE INSTALACION.

Instalación del equipo (20% del costo)	\$ 131,200.00
Tubería (10% del costo)	65,600.00
Aislamiento (2% del costo)	13,120.00
Instrumentación (3% del costo)	19,680.00
Material eléctrico (5% del costo)	22,800.00

Total instalación	\$ 252,400.00
-------------------	---------------

Inversión total equipo adicional instalado:	\$ 908,400.00
--	---------------

Costo total del equipo necesario instalado es:

Equipo disponible:	1.060,000.00
Equipo adicional:	908,400.00
	<hr/>
	\$ 1.968,400.00

INVERSION FIJA.

Equipo disponible \$ 1,060.000 (9.6%) =	\$ 101,760.00
Equipo necesario 908,400 (50%) =	<u>454,200.00</u>
	\$ 555,960.00

Del equipo necesario se cargará un 50% de la inversión al proceso de la Goma Laca ya que este equipo será utilizado en la elaboración de maquilas (tanques de almacenamiento etc.) y en otro proyecto de la compañía relacionado con la obtención de óxidos inorgánicos.

COSTO DE PRODUCCION.

Gastos variables	Unidad/ton Consumo	\$/Unidad precio	\$/ton costo.
Seedlac	1.335 kg.	14.00	18,650.00
Hipoclorito de Sodio	1.300 kg.	1.00	1,300.00
Acido sulfúrico	530 kg.	0.50	265.00
Carbonato de Sodio	133.5 kg.	1.20	160.00
Borax	133.5 kg.	1.20	160.00
Tiosulfato de sodio	133.5 kg.	4.00	<u>532.00</u>
			\$ 21,067.00

SERVICIOS. -

Gas	126 M ³	0.18	22.70
Electricidad	378.4 kw-hr	0.17 kw-hr	64.30
Agua	30 M ³	1.00	30.00
Empaque	40	2.50	<u>100.00</u>
		T o t a l ...	\$ 217.00

CONSIDERACIONES PARA EL CALCULO DEL COSTO DE ELEMENTOS
FIJOS.

MANO DE OBRA:	2 obreros por turno (71 y 58 \$/día)
SUPERVISION:	1 supervisor por turno (91.00 \$/día)
PRESTACIONES:	25% del costo de mano de obra y supervisión.
MANTENIMIENTO:	6% del costo total de la inversión fija.
SEGUROS:	1% del costo total de la inversión fija.
RENTA:	\$ 11,150.00 mensuales.
DEPRECIACION:	Inversión total del equipo a 10 años. Del equipo disponible se carga 9.6% y del equipo adicional 50%
GASTOS DIRECTOS DE LA	
PLANTA:	2% del costo total de la inversión fija.

COSTO ANUAL:

Producción: 96,000.00 kg.

Materias primas \$ 2,020,000.00

Servicios 20,800.00

Total. - \$ 2.040,800.00

Elementos fijos:

Mano de Obra 139,500.00

Supervisión 92,280.00

Mantenimiento 118,000.00

Seguros 19,684.00

Prestaciones 58,000.00

Renta 134,000.00

Gastos indirectos

de la Planta 39,368.00

Total. 600,832.00

9.6% al proceso de

la goma laca: 58,000.00

Depreciación: 55,596.00

Total \$ 113,596.00

COSTO TOTAL DE PRODUCCION.

TON/AÑO

96

GASTOS VARIABLES:

2.040,800.00

GASTOS FIJOS:

113,596.00

Total....\$2,154,396.00

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS AL
TERMINAR EL PRIMER AÑO.

Volumen de Venta (ton.)	(96.0
Venta Bruta	2.690,000.00
(5% de Venta Bruta por concepto de descuentos, devoluciones etc.) (-)	130,000.00
Venta Neta	2.560,000.00
Costo de Producción:	2.154,396.00
Utilidad Bruta	405,604.00

Considerando que este producto se elabora en una planta que cuenta ya con servicios de administración y Ventas se estiman estos gastos como el 5% del total de Ventas

Netas.	127,000.00
Utilidad antes del Impuesto	278,604.00

RENTABILIDAD.

Inversión fija:	555,960.00
Capital de Trabajo	657,000.00
Inversión total	1.412,960.00

$$\text{Rentabilidad} = \frac{278,604.00}{1.412,960.00} = 20.0\%$$

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

1.- La fabricación de goma laca refinada es un proceso rentable siempre y cuando se aprovechen todos los recursos existentes, tanto de equipo como de personal.

2.- Los datos estadísticos de importación no son confiables por todos los problemas a los que se ha enfrentado dicho producto, pero el consumo determinado directamente con los consumidores indica que -- hay suficiente demanda para trabajar el equipo cubriendo los tiempos muertos.

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

- 1.- Himmelblau David
"BASIC PRINCIPLES AND CALCULATIONS IN CHEMICAL
ENGINEERING"
Second Edition (1967)
Printic e Hall Inc. Englewood, Cliffs, N.J. U.S.A.

- 2.- Kern Q. Donald
"INTERNATIONAL STUDENT EDITION"
Kogakusha Co. L.T.D. Tokyo.

- 3.- Perry John H.
"CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK"
Third Edition (1950)

- 4.- Perry John H.
"CHEMICAL ENGINEER'S HANDBOOK"
Fourth Edition (1963)
Int. Student Edition
Kogakusha Co. L.T.D. Tokyo. (Secc.26)

- 5.- Rautenstrauch W.
"A ECONOMIA DE LAS EMPRESAS INDUSTRIALES"
Fondo de Cultura Económica.
México (1959) Cap. 10

- 6.- Spiegel R. Murray
"STATISTICS"
Schaum's Outline series (1961)
Mc Graw Hill Book Co. (pags. 217 a 240)

- 7.- Trybal Robert E.
"MAS TRANSFER OPERATIONS"
Second Edition (1970) Int. Student Edition
Kogakusha Co. L.T.D. Tokyo
Caps. 7 y 12

- 8.- "ANUARIO ESTADISTICO DE COMERCIO EXTERIOR
DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS"
Años 1966 a 1969 (SIC)
México 1967 a 1970
- 9.- Y. SANKARANARAYANAN M. SC.
CHEMISTRY OF LAC
Indian Lac Research Institute
India (1963)
- 10.- "INDUSTRIAL SPRAY NOZZLES"
Spraying Systems co.
Catalog 25, (1963)
- 11.- J. J. QUINN Jr.
THE ECONOMICS OF SPRAY DRYING
INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY
Vol. 57 No. 1 Enero 1965 (pag. 35, 36, 37)
- 12.- A.C. PATSAUAS.
THE SPRAY DRYER
CHEMICAL ENGINEERING PROGRESS
Vol. 59 No. 4 Abril 1963 (pag. 65 - 70)
- 13.- KEITH MASTERS
SPRAY DRYING. THE UNIT OPERATION TODAY
INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY
Vol 60 No. 10 Octubre 1968
pag 53 - 63)