

114

BIBLIOTECA FAC. DE QUIMICA 664(04)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA "BERZELIUS"



REPORTE DE LA OPERACION DE UNA
PLANTA TRATADORA DEL CHILTE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

Bernardo López Petterson

1953



QUIMICA



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.

664 (04)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA "BERZELIUS"



REPORTE DE LA OPERACION DE UNA
PLANTA TRATADORA DEL CHILTE

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

Bernardo López Petterson

1953



QUIMICA

A mis padres con todo cariño.

**A la Facultad de Química
"Berzelius"
y a mis profesores
con agradecimiento.**

**A Dn. Emilio Suberbié y personal Técnico y
Administrativo de la Cervecería Moctezuma, S. A.
por las facilidades que me otorgaron
para finalizar este trabajo.**

**A la sociedad mexicana de investigaciones
Químico-Biológicas.**

INTRODUCCION:

Considerando que la labor del Ingeniero Químico no se reduce exclusivamente a el diseño e instalación de nuevas industrias, sino también al estudio de las condiciones de trabajo que privan en las establecidas ya, modificándolas e implantando las mejoras que resulten de un estudio práctico de las condiciones locales.

Con este criterio pensamos en desarrollar el trabajo que se expone a continuación, en el cual se le da tanta importancia al diseño de la nueva maquinaria que se va a requerir como a todos aquellos detalles de organización y proceso --aparentemente sin importancia-- que influyen decisivamente en el costo del producto, que a final de cuentas es el que decide el desarrollo práctico del tema en cuestión. Para su exposición dividiremos el presente estudio en los siguientes capítulos:

- 1.—Generalidades sobre la goma de mascar y las bases gomosas naturales de México.
- 2.—Descripción del proceso y equipo actual.
- 3.—Experiencias obtenidas.
- 4.—Discusión de la operación.
- 5.—Conclusiones.
- 6.—Bibliografía.



CAPITULO I.

GENERALIDADES.

La goma de mascar originalmente estaba formada únicamente por las secreciones laticíferas de algunos árboles tropicales, las cuales tenían gran aceptación entre los naturales.

Posteriormente, y a raíz del desarrollo industrial que más o menos simultáneamente se ha venido llevando a cabo en todos los países civilizados del mundo el empleo de estas mismas substancias vegetales se ha incrementado grandemente hasta llegar en algunos lugares (E. U. A. principalmente), a ser un producto netamente popular y de gran consumo.

Sin embargo, la diferencia entre la goma de mascar actual y la usada originalmente era sumamente grande, variando las composiciones y sabores según el clima y el gusto de los consumidores.

Los constituyentes básicos del producto comer-

cial son de muy variada naturaleza, y los podemos dividir en naturales y sintéticos.

Entre las bases naturales tenemos en primer término el Chicle que se ha considerado siempre como la base ideal, además tenemos el "Perillo" en Colombia y Panamá; la "Sorva" en Brasil, el "Pendare" en Venezuela, la "Leche Caspia" en Perú y el "Yellowtone" en las islas del Pacífico. México, además de ser el principal productor de "Chicle" tiene otra base de gran aceptación, se trata del "Chilte" o "Cucaracho".

En el transcurso de la segunda guerra mundial, durante la cual el consumo de la goma de mascar se incrementó por la introducción que de ella se hizo en otros países y como consecuencia de la misma guerra, se suprimieron casi o totalmente algunas fuentes de aprovisionamiento, lo que hizo ver la necesidad de suplirlas (cuando menos parcialmente) por algún producto que tuviera propiedades semejantes y que no estuviera sujeta a fluctuaciones de precio consecuencia de los cambios políticos o económicos de las naciones productoras.

Para este fin se ensayaron una gran variedad de resinas sintéticas, encontrándose que el acetato de polivinilo y las redes cristalinas no tóxicas del butadieno-estireno, además de un cierto porcentaje de hule sintético, no solo permitían aumentar el volumen de producción limitado por la falta de materia prima vegetal, sino que usándolos en proporciones convenientes bajaban el costo del producto y le proporcionaban una serie de cualidades que aumentaban su calidad.

Una vez tratada la materia prima que constituye la base de la goma de mascar pasaremos a considerar el resto de las substancias que se emplean en su elaboración.

(La materia que entra en mayor cantidad en cualquier clase de goma de mascar del tipo comer-

cial o industrial es la sacarosa en polvo o cristalizada, dependiendo el uso de una u otra de la clase de producto que se desee obtener.

También el jarabe de maíz es un constituyente importante en cuanto al volumen de consumo que de él se hace; se le emplea de un densidad aproximada de 44 a 46° Bé.

Plastificante: Hay gran número de plastificantes que se pueden emplear ventajosamente para reducir la viscosidad de la base natural, hasta adquirir la consistencia deseable; de estos los más empleados por la industria manufacturera de goma de mascar son los siguientes: Lecitina, lanolina, aceites vegetales hidrogenados, (coco y algodón principalmente), aceites minerales, ceras vegetales, (de carnauba y candelilla), cera de abejas, ácido esteárico, glicerina, etc.

La cantidad de plastificante necesario, depende tanto de la materia prima que se quiera suavizar como del plastificante empleado, su uso está dado por la facilidad de mercado que tenga y de su costo.

Sabor y aroma: Estos factores son posiblemente la causa por la cual la goma de mascar actual ha alcanzado la popularidad de que goza ya que están sujetos a una escrupulosa selección, procurando emplearlos siempre de la mejor calidad.

La mayor parte de las veces el sabor y el aroma están dados por aceites esenciales, ya sea naturales y sintéticos; empleados solos o en combinaciones variables.

Entre los aceites naturales de mayor uso encontramos el de menta, hierbabuena, dulce de abedul, anís, casia, etc. y entre los sintéticos, anetol y salicilato de metilo.

En algunos casos la formación del compuesto que va a proporcionar el sabor y aroma es bastante complicado, para ilustrar esto vamos a conside-

rar el caso de la goma de mascar sabor de frutas y cuya fórmula es la siguiente:

Aceite de naranja.....	30.0%
Aceite de limón.....	20.0%
Aceite de limas.....	10.0%
Compuesto sintético.....	40.0%

Este compuesto sintético está formado por acetato de amilo, butirato de amilo, undecilato de amilo, butirato de butilo, acetato de isobutilo y butirato de metilo en proporciones variables según el sabor y aroma que quiera hacerse predominar.

Las cantidades que se emplean varían según la concentración y fuerza del principio activo, generalmente representan de 0.8 a 1.5% del peso total de la goma de mascar.

El empleo de estas substancias sin embargo presenta grandes problemas que deben tenerse en cuenta, los principales son:

1.—La dificultad que se tiene para conocer un aceite de buena calidad de una imitación o de un producto impuro, muchas veces los medios usuales de análisis como serían el índice de refracción, el peso específico, la rotación específica o el número de ésteres, no proporcionan la seguridad requerida teniendo que recurrir a comparaciones entre aceites esenciales de calidad aprobada por medio de curvas de destilación fraccionada al vacío lo cual es bastante complicado y molesto.

2.—El desarrollo que durante el proceso tienen las cualidades indeseables del producto que al principio parecía perfectamente adecuado para su empleo.

3.—Las propiedades anestésicas de algunos aceites esenciales o impurezas de los mismos que pueden ocasionar pérdidas de sensibilidad en las facultades gustativas del consumidor con la consi-

güen... baja en la calidad del producto por ser aparentemente falto de sabor y de aroma.

Fijadores: Otro de los problemas que se tiene en los productos anteriormente mencionados, es su volatilidad ésta puede disminuirse haciendo más estable y duradero el producto mediante el empleo de fijadores de sabor y aroma, que al mismo tiempo que ejercen su acción benéfica no introduzcan cualidades desagradables en el producto. Los que dan mejores resultados son la vainillina, la cumarina y la heliotropina.)

Otras sustancias: La goma de mascar ordinariamente contiene otras sustancias además de las ya mencionadas, de éstas las más importantes son los colorantes vegetales que se le agregan para proporcionarle un aspecto más atractivo.)

Materia de carga: Está formada principalmente por carbonato de calcio y por almidón, que se agregan con el resto de la base natural y sintética para ayudar a la homogeneización. Tiene también por objeto evitar que el producto por influencia de climas calurosos o húmedos se torne pegajoso, de estos materiales se emplean aproximadamente 2%.)

(Finalmente algunas casas productoras suelen agregar fermentos (Diastasas pepsina, etc.) para ayudar a la digestión, pero es probable que esto sólo sea con fines publicitarios.)

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION

Vamos a explicar someramente el proceso seguido en las plantas elaboradoras de goma de mascar a partir del momento en que reciben las gomas naturales ya parcialmente tratadas en los lugares de extracción.

En este momento nos abstenemos de hacer mención del tratamiento preliminar a que están sujetas las diversas gomas naturales por ser pre-

guiente fija en la calidad del producto por ser irremediablemente alto de sabor y de aroma.

Fijadores: (Otro de los problemas que se tiene en los productos anteriormente mencionados, es su volatilidad, ésta puede disminuirse haciendo más estable y duradero el producto mediante el empleo de fijadores de sabor y aroma, que al mismo tiempo que ejercen su acción benéfica no introduzcan cualidades desagradables en el producto. Los que dan mejores resultados son la vainillina, la cumarina y la heliotropina.)

Otras sustancias: La goma de mascar ordinariamente contiene otras sustancias además de las ya mencionadas, de éstas las más importantes son los colorantes vegetales que se le agregan para proporcionarle un aspecto más atractivo.

Materia de carga: Está formada principalmente por carbonato de calcio y por almidón, que se agregan con el resto de la base natural y sintética para ayudar a la homogenización. Tiene también por objeto evitar que el producto por influencia de climas calurosos o húmedos se torne pegajoso, de estos materiales se emplean aproximadamente 2%.

Finalmente algunas casas productoras suelen agregar fermentos (Diastasas pepsina, etc.) para ayudar a la digestión, pero es probable que esto sólo sea con fines publicitarios.

PROCEDIMIENTO DE ELABORACION

Vamos a explicar someramente el proceso seguido en las plantas elaboradoras de goma de mascar a partir del momento en que se reciben las gomas naturales ya parcialmente tratadas en los lugares de extracción.

En este momento nos abstenemos de hacer mención del tratamiento preliminar a que están sujetas las diversas gomas naturales por ser pre-

ciamente el objeto del presente trabajo y por considerar de mayor interés exponer el proceso seguido con mayor detalle en los capítulos siguientes.

1.—Lavado y mezcla de las diferentes gomas naturales:

Las gomas naturales tienen muy diversas características tanto físicas como químicas; punto de fusión definido, contenido de hule, materia nitrogenada, impurezas y basuras indeseables, etc. Por consiguiente para tener una base de características constantes es necesario hacer una mezcla de dos o más gomas distintas.

Los bloques de la goma vegetal tienen diversa forma según la facilidad de empaque y manipulación de la casa vendedora, para el proceso sin embargo es condición indispensable cortarlos en pequeños trozos, a fin de facilitar su mezcla y su baja viscosidad mediante el calor.

Se colocan las variedades que se van a emplear en grandes tanques de cocimiento calentados exteriormente mediante chaquetas de vapor y provistos de unos agitadores de aspas gruesas, se llena el recipiente con agua y se procede a calentar hasta tener la mezcla en un grado de suavidad tal, que puedan conectarse los agitadores sin peligro de romper las aspas, se le añade sosa de modo que la solución quede ligeramente alcalina. (de 0.1 a 0.2 N.) y se tiene en agitación durante algunas horas.

La concentración de la sosa y el tiempo del lavado varían según el tipo de goma y de la limpieza original de ésta.

Posteriormente se trata la mezcla ya completamente homogeneizada con agua caliente (70 a 75° C.) por un lapso de tiempo variable entre 6 y 9 horas, cambiando periódicamente el agua a fin de conseguir que toda la sosa quede prácticamente eli-

minada. Se saca de los tanques y se deja enfriar, consiguiendo lo cual se corta en pequeños trozos que son de un color claro y con el aspecto de una masilla homogénea.

Preparación final de la base: La goma ya lavada y cortada en pequeños trozos es colocada en el interior de una mezcladora calentada a 120-130° C. donde se va a añadir el chicle y algunas ceras; se mezcla hasta que el producto tenga un aspecto terso y suave, continuando la mezcla a fin de bajar por evaporación el contenido de humedad hasta un 3 a 5%. El producto todavía caliente y semidulcido, se vacía en moldes de acero de tamaño adecuado recubiertos con una capa de almidón para evitar que se peguen, se dejan enfriar y se sacan pudiéndose almacenar varios meses sin peligro de descomposición, hasta el momento de que se vayan a recuperar.

Este es el proceso teórico que debería emplearse para preparar la base natural; sin embargo casi todas las gomas naturales tienen una serie de materiales extraños (hojas, pedazos de ramas, cortezas, arena) que no se eliminan en el lavado inicial y que tienen que separarse para esto antes de pasar el producto que sale de la mezcladora a los moldes, se envía por gravedad a una centrífuga tipo "Sharples" o "De Laval" y posteriormente a unos filtros prensa donde termina de limpiarse completamente de estas impurezas, de aquí pasa a los moldes.

Las resinas sintéticas empleadas en la formación de la base generalmente se usan en forma líquida agregándose en las proporciones adecuadas a los tanques de lavado donde se coagulan mediante soluciones salinas y calor, quedando así incorporadas a la base natural para seguir el tratamiento descrito.

Tratamiento final: Se toma la base formada

por la mezcla de dos o más gomas naturales y las resinas sintéticas y, ya perfectamente limpia y homogeneizada la mezcla se coloca en unas mezcladoras provistas en su parte exterior de camisas de vapor para conseguir su calentamiento.

Se coloca la base y se calienta antes de poner en movimiento las aspas giratorias, una vez suavizado el producto se le va adicionando el jarabe y el azúcar hasta completa incorporación a la mezcla, con esta adición se consigue una baja en la temperatura lo cual se aprovecha para agregar el sabor, color y aroma evitando hasta el máximo las pérdidas que resultarían por la volatilidad de los aceites esenciales constituyentes del sabor a elevadas temperaturas.

Las otras sustancias constituyentes también se añaden en este momento, mezclando perfectamente bien, a fin de tener un producto homogéneo.

La masa es pasada por rodillos y enfriada hasta que endurezca lo suficiente para poder ser pasada por cortadores de cuchilla que le dan el tamaño adecuado; estas pastillas se recubren con un polvo formado por almidón y azúcar, se envuelven y empacan quedando listas para el consumo.

Otro de los factores de importancia en el proceso descrito estriba en mantener constante la humedad del producto, lo cual se consigue mediante el empleo de humidificadores colocados en las salas de mezcla y enfriado.

GENERALIDADES SOBRE LAS BASES GOMOSAS DE MEXICO.

Las bases naturales de la goma de mascar se obtienen de un grupo de árboles tropicales o semi-tropicales: Euforbiáceas, Apocináceas y Moráceas principalmente. Al practicar una incisión en la corteza de estos árboles mana una especie de jugo lechoso denominado genéricamente "latex", que

se encuentra contenido en el interior de los elementos anatómicos que forman el tejido vascular de las plantas. Estos tubos sirven para el almacenamiento de sustancias asimilables y ocasionalmente para la conducción de sustancias alimenticias y secreciones que protegen a la planta del ataque de animales.

Debido a la complicación de las funciones que puede desempeñar el latex según lo requieran las necesidades de la planta, su composición es bastante compleja, pudiendo considerarse desde el punto de vista Físico-químico como una serie de sustancias coloidales (Gomas, resinas, hidrocarburos, grasas, albuminoides, hidratos de carbono insolubles, proteínas, etc.) en suspensión en medio acuoso que contiene disueltas otros grupos de sustancias más o menos complejas (Hidratos de carbono solubles, proteínas solubles, sales minerales magnésicas y calcícas), además entran en su composición enzimas proteolíticas y amilolíticas.

De todas las sustancias anteriormente mencionadas posiblemente la más estudiada haya sido el caucho, por la gran importancia industrial de que ha sido objeto; a éste se le considera como un hidrocarburo, siendo el término final de una serie que parte del isopreno (un hemiterpeno) y que mediante diferentes formas de polimerización pasa por terpenos, sesquiterpenos, diterpenos y politerpenos. Esta combinación de polímeros es la que proporciona a la goma de mascar las propiedades elásticas que han hecho de este grupo de sustancias la base de la industria.

En México, actualmente se explotan las sustancias provenientes de estas especies vegetales, solamente de dos clases de árboles, el de zapote "Achras Sapota" y el de chile "Jatropha Tubulosa".

El chicle es un producto gomoso semejante al

caucho y extraído de varias plantas, pero principalmente del "chico zapote"; es un árbol silvestre de 8 a 15 Mts. de altura que produce un fruto comestible altamente apreciado; este árbol se reproduce y prospera en climas húmedos y calientes hasta alturas sobre el nivel del mar no mayores de 200 Mts.

Para obtener la goma se hacen incisiones en la corteza con un machete, principiando en la base del tronco y continuándolas en forma de canal hasta las ramas superiores no excesivamente delgadas, de todas las heridas mana un líquido lechoso que se colecta en la base del tronco en recipientes adecuados. Las incisiones se hacen en una sola cara del árbol y se recomienda no repetir las hasta después de 1 ó 2 años, durante los cuales cicatriza perfectamente bien; como promedio, se puede considerar que se obtienen de 600 a 700 grs. de goma seca por árbol.

El producto líquido así obtenido, se hierve en cazos de barro hasta que adquiere una cierta consistencia, pasándolo después a moldes de madera untados con jabón o cenizas, para evitar que se pegue y se deja después a coagular. Posteriormente se envía el bloque a las plantas lavadoras, donde se prepara para ser mandado a las fábricas productoras de goma de mascar. La importancia de esta materia prima es tal, que en México a la goma de mascar se le llama chicle, y hay ciertas regiones en las que es base económica.

Para finalizar esta descripción, tenemos un análisis de chicle en base seca:

Resinas	44.8%
Gomas	6.4%
Azúcares	9.0%
Caucho	17.2%
Almidón, colorantes, cenizas	8.2%
Indeterminado	14.4%
TOTAL	100.0%

El chilte es semejante en sus propiedades al chicle, se extrae de un árbol llamado "Chilte" o "Cucaracho", (*Jatropha tubulosa*), del que se conocen dos variedades distintas: Chilte blanco y chilte rojo.

Un análisis comparativo entre las dos variedades nos permitirá explicar algunas de las propiedades que presentan:

	Chilte rojo (B. S.)	Chilte blanco (B. S.)
Carbohidratos inorgánicos	2 a 8 %	2 a 5%
Caucho	38 a 50%	22 a 24%
Esteres del lupeol con ácidos en C 24 a C 30	2%	5%
Cinamato de lupeol	5%	5%
B- Amirin acetato	0%	5%
Hidrocinnamato de lupeol ..	5%	0%
Proteínas	5 a 8%	8 a 11%

La determinación de las proteínas no ha sido suficientemente aclarada y se supone que existen otras sustancias ricas en nitrógeno las que en el análisis se consideran como proteínas, V.gr.: el ácido amino-acético y otros.

El proceso de extracción del chilte, es similar al ya descrito del chicle, se raya la corteza de los árboles empleando una especie de uña de acero con topes, que permiten al chiltero graduar la profundidad de la incisión, de manera que no pase de la corteza, lográndose con esto evitar mayores daños al árbol. En el chilte rojo, la corteza es más delgada que la del chilte blanco. Se unen las incisiones de las ramas más gruesas con las del tronco, hasta llegar a la base, allí se coloca un recipiente donde se colecta el latex que está manando. La goma permanece líquida durante algunas horas y antes que se solidifique, se pasa a moldes de madera

o lámina recubiertos con una capa de grasa animal, cenizas o jabón, para evitar que se pegue. La solidificación ocurre entre las 12 y las 24 horas siguientes a la extracción.

El rendimiento de latex que proporciona el árbol es muy variable, sobre todo en el chilte blanco, pudiendo considerarse como promedio para árboles de más de 40 cms. de diámetro en la base del tronco, que el chilte blanco produce anualmente de 3 a 4 Kgs. de goma con 65 a 70% de humedad, o sea de 1 a 1.3 Kgs. en base seca; el rojo produce aproximadamente 2 Kgs. de goma húmeda (50 a 60% de humedad), o sean 0.9 a 1 Kg. en base seca.

La reproducción de los árboles puede hacerse por medio de semillas o empleando ramas como pies. La variedad de chilte rojo requiere un clima templado húmedo, se le encuentra en las sierras de Durango, Chihuahua y Sinaloa, a una altura de 800 a 1,800 Mts. sobre el nivel del mar.

De estas dos variedades, la de mayor aceptación por su elevado contenido en caucho y su relativamente bajo contenido de humedad y sustancias indeseables, es el chilte rojo, que resulta ser una base natural de la misma calidad que el chicle, teniendo la ventaja sobre éste, de la mayor resistencia del árbol al rayado, lo que se traduce directamente en una mayor producción; además, su crecimiento es más rápido, con lo cual se asegura la renovación de los árboles viejos y definitivamente acabados.

El chilte blanco tiene menor aceptación en el mercado, cuando se emplea solo, por eso se acostumbra mezclarlo en proporciones variables con el chilte rojo, resultando de esta manera un producto de muy aceptable calidad.

Las dos variedades se encuentran en estado silvestre y ha sido hasta estos últimos años cuando se ha pensado en cultivarlos sistemáticamente, so-

bre todo el rojo, ya que el blanco no tiene problemas en cuanto a la cantidad que pueda necesitarse de él, ya que existen grandes extensiones de terreno en las cuales se encuentra en abundancia y en las que ni siquiera se ha principiado a explotar.

De cualquier manera, consideramos que sería de gran utilidad industrial y económica, impulsar el desarrollo de ambas variedades por medio de plantaciones, a fin de tener una producción suficientemente asegurada, preservando al mismo tiempo la especie silvestre.

CAPITULO II.

DESCRIPCION DEL PROCESO Y EQUIPO ACTUAL.

Como ya hicimos notar en páginas anteriores, la materia prima en estudio no es capaz de conservarse en buen estado durante el lapso de tiempo necesario para permitir su aplicación cómoda a la manufactura de la goma de masear comercial. Además, este problema se agudiza en el caso de pretender una exportación del producto, ya que a la descomposición que naturalmente sufre la goma sin tratamiento, por la acción del tiempo (en este caso mayor) se unen dificultades aduanales por la calidad del artículo. Todas las razones expuestas anteriormente, hacen indispensable el empleo de un tratamiento previo que prolongue la vida industrial de la goma hasta el momento en que se vaya a usar, siendo este tratamiento preliminar el objeto del presente trabajo.

La descripción del proceso y equipo empleados actualmente, los vamos a considerar paralelamente, con estos datos y, los que posteriormente tratemos en las experiencias prácticas obtenidas, ya tendremos las bases suficientes para afirmar la conveniencia de las modificaciones que deben hacerse, a fin de obtener un producto de calidad superior y una producción más amplia dentro de la costeabilidad.

La materia prima se recibe en la planta por medio de camiones, en los que viene generalmente a granel, salvo el caso en que por venir muy despedazada se recibe en sacos o costales.

Las dos variedades se almacenan en bodegas distintas, a fin de evitar confusiones en el momento de proceder a usarse. También se suelen separar en lotes, llamándose lote al contenido de cada camión.

A fin de tener un control adecuado de la materia prima la cual se compra a base de substancia seca, por ser muy variable su contenido de humedad, se muestrea y pesa al mismo tiempo que se descarga.

Por lo que se refiere al recibo y almacenamiento de la materia prima, éste es todo el control que se lleva teniendo cuidado de emplear primero los lotes más viejos.

MEZCLA: Las necesidades comerciales e industriales del consumidor de la goma, crean la necesidad de hacer una mezcla de las dos variedades en las proporciones que se indiquen, de las cuales las más frecuentemente solicitadas son: 50% de rojo y 50% de blanco, 55% de blanco y 45% de rojo, 40% de rojo y 60% de blanco y 25% de rojo y 75% de blanco, esta última proporción no se usa mucho, empleándose sólo cuando no se dispone de rojo suficiente.

Para poder asignar la cantidad de materia prima de cada variedad que debe emplearse, se tuvo en cuenta la capacidad de la mezcladora y prácticamente se le asignó una carga de 50 Kgs. en base seca para cada cocimiento.

A fin de tener la humedad correcta de la materia prima, es necesario hacer un análisis diario del chilte blanco, que pierde humedad muy fácilmente y cada tercer día del chilte rojo, que es más constante.

Con los datos anteriores, se pueden calcular las cantidades necesarias de la materia prima, para tener un producto adecuado al fin a que se destine.

El equipo necesario está formado por una báscula "Fairbanks" común, con una sensibilidad de 0.2 Kgs. y un límite de carga de 400 Kgs.

Para cortar los bloques de goma en trozos pequeños, se emplean hachas de forma apropiada.

COCCION DE LA GOMA: Se lleva a cabo en tanques de acero provistos de un serpentín de calentamiento y cubiertos con bloques de magnesia calcinada, la cual actúa como aislante, a fin de impedir la pérdida de calor además de darle maniabilidad.

Estos tanques, pueden moverse libremente gracias a un sistema de ruedas, con lo cual se tiene la libertad de transportar la unidad hasta el lugar en que se carga, haciendo después la conexión a la tubería de vapor que va a proporcionar el sistema de calentamiento y a la del agua, con la cual se va a efectuar la cocción.

Para desarrollar esta parte del proceso, se carga la materia prima ya mezclada en las proporciones adecuadas y cortada en trozos pequeños, se cubre con agua y se conecta la tubería de vapor para proceder a calentarla hasta la ebullición durante 45 ó 50 minutos.

Transcurrido este tiempo, se desconecta el ca-

rrero (Tanque de cocción) y mediante un elevador, se sube a una plataforma donde, por medio de una palanca, se inclina y se vacía su contenido en la mezcladora. Se baja por el mismo elevador y se repite el ciclo ya descrito.

Para tener un cierto margen de seguridad en el tiempo de la operación, se tienen dos tanques de cocción semejantes, a fin de poderlos emplear alternadamente.

HOMOGENIZACION DE LA MEZCLA COCIDA: Para lograr la homogenización de las dos variedades, se emplea una mezcladora de aspas, la cual se encuentra colocada en un tanque de acero de $\frac{1}{4}$ de pulgada de grueso, cilíndrico, de fondo plano y soldada exteriormente, a fin de no tener ninguna saliente en el interior. En el centro del tanque está colocado un eje unido a un motor eléctrico de 10 HP. el cual mueve las tres aspas inferiores colocadas en estrella con una abertura de 120° y, construidas de tal manera, que al girar, vayan limpiando las paredes y el fondo del tanque.

De un travesaño de hierro colado penden dos aspas fijas que ayudan a proporcionar una homogenización más completa del producto, impidiéndole girar libremente.

En la parte exterior del tanque, se tiene un serpentín para conducir vapor y poder mantener o aumentar la temperatura de la mezcla. Además, el tanque tiene una compuerta por la cual se va a descargar el producto y unas llaves de agua fría y caliente.

El trabajo de esta sección de la planta, se desarrolla de la siguiente manera: el producto proveniente de los carros de cocción, se vacía en el interior de la mezcladora a una temperatura muy cercana a los 100° C. con lo que se tiene la mínima re-

sistencia mecánica del producto, por tener éste una viscosidad relativamente baja.

El producto llega semidesecho y a fin de conseguir una mezcla adecuada del mismo se le agrega agua fría para incorporarlo, hasta que adquiera el aspecto de una masa pastosa; en este punto, se mantiene mezclando durante 15 Min., cuidando de no abatir demasiado la temperatura a fin de no exponer a las aspas de la mezcladora a un esfuerzo superior a su límite de resistencia.

En el transcurso de este paso, se separan un gran número de impurezas de la materia prima, las cuales quedan en suspensión en el agua, además de otras sustancias que se solubilizan durante la cocción de la goma; se vacía el agua de la mezcladora por medio de una tubería de descarga y se mantiene lavando al producto ya mezclado, con agua fría y caliente, durante 5 Min. Se cierra la compuerta y se añade agua hasta la tercera parte del volumen del tanque de la mezcladora, abriendo al mismo tiempo la llave de vapor hasta conseguir la ebullición de la mezcla. Una vez que está hirviendo el agua, el chile principia a suavizarse nuevamente, en este momento, se le añade de 1 a 3.5 Kg. de sosa, con lo cual se destruyen las proteínas que contiene la goma, quedando ésta en forma de una suspensión en el agua: se mantiene hirviendo 15 a 20 Min. más y se saca por la compuerta pasándolo al tanque de agitación. Se agrega agua caliente al tanque de la mezcladora para lavarlo perfectamente bien, llevándose a cabo la operación en 50 a 55 minutos.

TANQUE DE AGITACION: Este es un tanque rectangular de lámina de hierro galvanizado de las dimensiones siguientes: 2.50 x 1.20 x 1.20 Mts. sobre el cual están instaladas unas llaves de agua fría y caliente.

Sobre un travesaño de hierro, está suspendido

un agitador de hélice accionado por un motor de 1 HP. el cual gira a 300 R.P.M., proporcionando la agitación necesaria para la operación.

Para la descarga de este tanque, se tiene una tubería de 5 pulgadas colocada en la base y accionada mediante una válvula de globo. La suspensión del chilte hirviendo en agua, se pasa por gravedad al tanque de agitación. el cual previamente se ha llenado hasta la tercera parte de su volumen con agua tibia, (50 a 60° C.) donde sufre una coagulación parcial, siendo controlada ésta, tanto por la temperatura del agua como por la agitación que proporcionan las hélices del agitador. Se mantienen en movimiento durante un lapso variable según la consistencia que haya adquirido el producto (20 a 30 Min.) y por gravedad se descarga en el tamiz vibratorio.

TAMIZ VIBRATORIO: Este tipo de tamiz, está basado en el principio de obtener una vibración mecánica que permita tener los poros del tamiz continuamente libres y con ángulo de inclinación siempre menor que el ángulo de reposo del material por tratar, para tener un movimiento continuo. El sistema empleado, consiste esencialmente en un armazón de soporte sobre el cual está colocado el tamiz con una abertura de 50 mallas por pulgada cuadrada, con un ángulo de 165° y movido mediante un motor de 2 HP., el cual va unido a un sistema de excéntricas que proporcionan el movimiento vibratorio necesario para mantener limpios los poros de la malla.

La longitud de la unidad es de 3.15 Mts., su ancho de 50 Cms. y la malla está dividida en tres secciones, mediante ángulos de metal, a fin de conseguir una mayor resistencia mecánica y unidos al armazón por tornillos, lo cual facilita su limpieza cuando así se requiera. Suspendido a lo largo de la unidad y a una altura de 30 Cmts. se tiene un tubo provisto de 6 regaderas, por este tubo, circula agua

a 50—60° C. que es la que proporciona el lavado final al producto.

El camino seguido en esta fase del proceso, consiste en hacer pasar a través del tamiz, el chilte proveniente del tanque de agitación, lavándolo con agua a la temperatura ya indicada y recogiendo al final del aparato para hacerlo pasar a través de unos rodillos de metal. En el tanque de agitación, se diluye la sosa que haya quedado sin reaccionar y al mismo tiempo, se separan un gran número de impurezas de densidad elevada, como sería el caso de la arena, que en muchas ocasiones contamina el producto, en el tamiz vibratorio se elimina también la materia sólida de densidad elevada que hubiera podido pasar del tanque de agitación, ya que el tamaño de estas partículas permite su paso a través de los poros de la malla, al mismo tiempo y éste, su fin principal, se lava completamente de la sosa que todavía contiene y que es indeseable en el producto final.

RODILLOS: En este paso, se principia a darle la forma definitiva al producto lavado, al mismo tiempo que se elimina una buena porción del agua que trae consigo.

Para esto, se emplean unos rodillos de metal de 60 Cms. de largo y 30 Cms. de diámetro, los cuales están soportados sobre un armazón de acero y unidos mediante un sistema de engranes a un motor de 7.5 HP. que les comunica la fuerza necesaria para hacerlos mover.

Los cilindros están colocados uno frente al otro, dejando una abertura y girando en sentidos contrarios con una velocidad de 15 RPM. La goma proveniente del tamiz, cae sobre estos rodillos continuamente, formándose una capa bastante compacta y homogénea, la cual se coloca en moldes de lámina de acero de fondo móvil, pasando éstos a

una prensa formada por una lámina que tiene la forma y tamaño de los moldes, sujeta a un émbolo movido mediante un sistema de palancas.

Una vez prensada la goma, se desaprende del molde que la contiene, ejerciendo presión sobre el falso fondo de la caja y dejándola secar a la atmósfera durante 24 horas, al cabo de las cuales se muestras para determinar su contenido de humedad y nitrógeno y se almacena formando pilas, hasta el momento de su empaque y embarque.

Propiamente, el equipo empleado directamente en el proceso, es el anteriormente descrito, sin embargo, hay que tener en cuenta el resto del equipo que es absolutamente necesario para poder efectuar la serie de operaciones tratadas.

Primeramente vamos a considerar el grupo electrógeno, que nos va a proporcionar la energía necesaria para el movimiento de toda la planta, ya que por su situación, no puede disponerse de energía eléctrica comerciable.

La unidad está formada por un generador y un motor marca "Buda" de las características generales siguientes:

El combustible empleado es diesel y se alimenta de dos tanques de almacenamiento de 8000 Lts. cada uno, por medio de una bomba mecánica de inyección.

El motor es de 67 HP. girando a 1800 R.P.M., de 4 cilindros, teniendo su sistema de lubricación por inyección de aceite a presión a todas las partes vitales del motor y usando como sistema de enfriamiento agua, además, tiene como accesorios de importancia, el arranque eléctrico, sistema de radiador y ventilador, purificador de aire y filtros absorbentes tanto para el caso del combustible como para el del lubricante.

El generador es de 30 K.w. hora, corriente alterna y de tres fases, trabajando a 50 ciclos y te-

niendo la facilidad de poder cambiar el voltaje según las necesidades de trabajo, quedando acoplado directamente al motor ya descrito.

Toda la unidad, motor y generador, va montada sobre una base estructural de acero y con un peso total de 1,635 Kgs., estando adaptado a la misma unidad el tablero de instrumentos, conteniendo amperímetro, voltímetro, regulador de voltaje y ciclaje, reóstatos, etc.

CALDERA: La caldera es también indispensable en el proceso, ya que en prácticamente todas las operaciones en que lo dividimos, entra en función, ya sea vapor de calentamiento o agua a temperatura superior a la ambiente.

La caldera empleada es automática, horizontal, con una capacidad de 20 HP., caldera en la cual se emplea como combustible diesel, que le es suministrado de los tanques de almacenamiento mediante una bomba centrífuga de 2 H.P., el aire necesario para efectuar la combustión, le es suministrado mediante un inyector automático acoplado al cuerpo de la caldera. Tomando en cuenta la división más amplia de las calderas, podemos decir que ésta cae dentro del terreno de las de tubos de humo, en las cuales el agua circula por la parte exterior y es alimentada de un tanque adyacente. Los tubos de calentamiento son rectos, de 9 pies, y naciendo del horno, donde se efectúa la combustión, van a terminar en un depósito colocado en la parte posterior de la caldera, de donde sale la chimenea, eliminándose los gases de combustión directamente a la atmósfera.

El sistema de control de esta caldera, es muy simple, ya que posee un sistema de encendido automático: se fija la presión de trabajo arreglando, mediante una serie de circuitos que al alcanzarse ésta, inmediatamente se corte la inyección de com-

bustible por desconectarse la bomba de alimentación y una vez que la presión haya caído bajo del límite marcado, también automáticamente se pone en movimiento la alimentación del diesel, después que el sistema de encendido a base de un circuito también eléctrico y gas butano como iniciador de la combustión, se haya puesto a trabajar.

Además, existen un manómetro indicador de la presión y como fuentes de seguridad de la unidad, disponemos de una válvula que cierra la alimentación de agua al alcanzarse una presión fuera de los márgenes de seguridad de la caldera, con lo que automáticamente se suprime la alimentación de combustible. por la misma causa, en caso de tener alguna falla el suministro de agua de alimentación, no se corre ningún riesgo, ya que automáticamente se corta la combustión.

Finalmente, la unidad está recubierta en su cuerpo principal, de una capa de asbesto calcinado y magnesia como aislantes, para evitar pérdidas de energía calorífica por transmisión al exterior, teniendo además niveles indicadores, registradores de alimentación de combustible, llaves de purga, etc.

La unidad tiene una presión de trabajo máxima de 160 Lbs./Pulg. 2; para las necesidades actuales de la planta, se emplea una presión máxima de 35 Lbs./Pulg. 2 y mínima de 30 Lbs./Pulg. 2.

TANQUES DE DISTRIBUCION DE AGUA:

Para la distribución del agua en las diferentes operaciones de la planta, se dispone de dos tanques cilíndricos verticales, colocados en una plataforma directamente sobre el tanque de agitación, a fin de poder efectuar la distribución necesaria por gravedad. Los tanques hechos de lámina de hierro de 3/16 pulgadas, con un diámetro de 5 pies y una altura de 4 pies, siendo su capacidad 583 US. galones o sean 2,200 Lts. cada uno, sin embargo, en la prác-

tica, sólo es posible almacenar 4,000 Lts. en ambos. Uno de los tanques está acondicionado mediante un serpentín de hierro colocado en su interior para tener siempre agua caliente a unos 70° o 75° C.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE: Se tienen situados en el exterior de la planta dos tanques gemelos de hierro, cilíndricos y horizontales, soportados sobre bases de cemento armado. Las dimensiones de estos tanques son: longitud 10 pies 11 pulgadas, y diámetro 5 pies 8 pulgadas, siendo de una capacidad individual de 8,000 litros. Para la carga de estos tanques, se dispone de una bomba centrífuga accionada mediante un motor de 1 H.P.

APROVISIONAMIENTO DE AGUA: El agua es, sin lugar a duda, de fundamental importancia en el proceso y, uno de los elementos de éste que es imposible reemplazar o suprimir.

Como fuentes de aprovisionamiento, se dispone del agua de lluvias almacenada en una laguna próxima a la planta y la que suministra un pozo por filtraciones del subsuelo.

Para su extracción, se dispone de tubería de 2 pulgadas de diámetro exterior, de hierro galvanizado, unidas a bombas impulsoras impelentes, accionadas por motores de 2 H.P. para el agua de la laguna y de 5 H.P. para el agua del pozo. El empleo de una u otra de las fuentes de aprovisionamiento, depende de la cantidad de agua de que se disponga en cada uno de estos lugares.

RESTO DEL EQUIPO: El resto del equipo, está formado por toda la red de tuberías, que juntamente con llaves, codos, válvulas, uniones, etc., forman el sistema de conducción tanto del vapor

como del agua a los diferentes puntos del local donde son requeridos.

También se dispone de una red de iluminación aprovechando la unidad electrógena cuando está trabajando ésta y de una planta de gasolina "Delco" de 2 K.W. hora cuando no funciona el generador.

CONTROL DE LA MATERIA PRIMA, AGUA Y PRODUCTO TERMINADO: El control se lleva a cabo en un pequeño laboratorio instalado en el interior de la planta y consiste en las determinaciones diarias de humedad en la materia prima que se va a emplear en el transcurso del día, del producto obtenido y de la materia prima que se compra.

Determinación diaria de nitrógeno total en el producto ya lavado y en la materia prima de cada lote comprado.

Análisis periódicos del agua de lavado empleada y más frecuentemente del agua que se va a emplear en la caldera.

Todas estas determinaciones se llevan a cabo siguiendo los métodos ordinariamente empleados, por lo que consideramos que no tiene importancia describirlos en detalle.

CAPITULO III.

EXPERIENCIAS OBTENIDAS.

En este capítulo vamos a sentar las bases sobre las cuales va a descansar el nuevo diseño de la planta, corrigiendo los defectos que pudimos captar y haciendo las modificaciones en el proceso que creímos convenientes, a fin de obtener un producto de calidad similar, o superior, con un mínimo de pérdidas y esfuerzo.

MATERIA PRIMA: Como quedó explicado anteriormente, la materia prima se considera de dos clases diferentes: el chilte rojo y el chilte blanco.

Chilte Rojo: Durante la temporada 51—52, se compraron para su tratamiento en la planta.. 40.954.0 Kgs. secos, de los cuales entraron a proceso solamente 40,800.8 Kgs., quedando pendiente de tratamiento un residuo de 212.0 Kgs. para la temporada siguiente.

Considerando los datos anteriormente expuestos, tenemos que hubo una merma en la materia prima de 441.2 Kgs. que nos representan el:

$$\frac{441.2 \times 100}{40,954.0} = 1.08\% \text{ de la compra original.}$$

Esta pérdida es originada por la descomposición que sufre el chilte al permanecer almacenado demasiado tiempo. Relativamente esta merma es normal, ya que el porcentaje no es muy alto, por lo que en este caso, sólo puede recomendarse no tenerlo almacenado mucho tiempo y en caso que esto tenga que suceder, es conveniente mantenerlo en lugares frescos y bien ventilados, para evitar fermentaciones que son las causantes de esta descomposición.

Chilte Blanco: Por lo que se refiere al chilte blanco, el problema es más agudo y complejo, ya que a la pérdida sufrida por la materia prima antes de emplearse, se unen problemas que afectan la calidad del producto lavado.

Concretándonos a las pérdidas en cantidad, podemos tomar también los datos globales de la misma temporada 51—52: durante ésta, se recibieron en la planta 54,515.3 Kgs. de goma en base seca, de los cuales se metieron a proceso solamente.. 50,229.3 Kgs., representándonos la diferencia.. (4,286.0 Kgs. base seca) la pérdida sufrida, ya que no quedó ningún sobrante sin lavarse.

Traduciendo estas cantidades a % tenemos:

$$\frac{4,286.0 \times 100}{58,515.3} = 7.86\% \text{ de merma.}$$

Este valor es sumamente elevado, y, uniendo

a esto la baja de calidad que el producto sufre por descomposiciones parciales que originan un lavado defectuoso, tenemos el primer punto que es necesario atacar, a fin de bajar hasta límites razonables las pérdidas en materia prima y mantener la calidad del producto.

Para resolver este problema, tomamos en cuenta cuatro posibles soluciones, haciendo pruebas con lotes tomados al azar, de manera que nos representen aproximadamente el comportamiento de la totalidad de la producción.

1.—EL EMPLEO INMEDIATO DE LA MATERIA PRIMA:

Este sistema, sin duda alguna, sería el más adecuado, pero presenta el problema de no tener una solución práctica, ya que por dificultades en el transporte es necesario tener almacenada la goma algunos meses.

2.—DISMINUCION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD Y SUEROS DEL CHILTE:

Este tratamiento está basado en la observación de gomas de bajo contenido de humedad, en las cuales la pérdida fue menor, conservándose el chilte en mejores condiciones para su lavado.

Para el efecto práctico, se tomó un lote, al cual, mediante un prensado de la goma cuando está recién coagulada, se le redujo el contenido de humedad de 55.0% a 37.0%, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

% de pérdida == 7.40.- Calidad del producto:
Bastante aceptable.

3.—EMPLEO DE INHIBIDORES:

El empleo de inhibidores de forma comercial —a base de fenoles— como el "Dowicide A" y el

"Ethyl Parasept", está basado en la idea de impedir el desarrollo de microorganismos de diversas clases, los cuales cooperan a la degradación de la goma mediante las fermentaciones que causan.

La prueba se llevó a cabo agregando al latex recién extraído, cantidades suficientes de estos inhibidores y observándose los siguientes resultados:

% de pérdida = 5.0; Calidad del producto:
Ligeramente mejorado.

La principal dificultad con la que se tropezó fue la falta de seguridad en el empleo adecuado de estas sustancias por parte de los chilteros; además, los resultados obtenidos sólo disminuyen el problema sin solucionarlo totalmente.

4.—ALMACENAMIENTO DEL CHILTE BAJO EL AGUA.

Prácticamente la solución al problema la encontramos en el uso de tanques de almacenamiento, en los cuales se coloca la goma cubierta por una capa de agua que la preserva de la acción destructora del oxígeno atmosférico. indispensable para el desarrollo de los microorganismos causantes de la fermentación.

En el desarrollo de la prueba, pudimos notar las siguientes características:

% de pérdida = 0.8. Calidad del producto:

La goma se conserva perfectamente, adquiere un olor sumamente desagradable, pero éste se elimina durante el lavado.

El empleo de este sistema tiene los siguientes:

Costo de construcción y mantenimiento de los tanques de almacenamiento, gastos adicionales en agua, combustible y equipo, aumento en el personal para las manipulaciones de la goma, etc. Sin em-

bargo, mediante un simple balance económico, se hace ver la conveniencia de preferir este sistema, cuando menos en la temporada de lluvias durante las cuales es imposible disponer de materia prima fresca por estar cerradas las comunicaciones con los campos de abastecimiento.

Para el desarrollo de estas pruebas, se tomó como tiempo límite 3 meses a partir del momento de extracción de la goma.

Una vez explicada la solución al problema de la materia prima, pasamos a las mermas sufridas en el proceso:

En el transcurso de la temporada 1951—52, se tuvieron los siguientes datos:

90,530.1 Kgs. secos de mezcla (chilte blanco y rojo)

Usados.

81,673.8 " " " " " "

Obtenidos.

8,856.3 " " " " " "

Pérdidos.

$$\% \text{ de pérdida} = \frac{8,856.3 \times 100}{90,530.1} \text{ igual } 9.78$$

También, a fin de tener un mayor control, se llevaron records mensuales de las pérdidas en el lavado en cada uno de los dos turnos de trabajo, a fin de observar la influencia que pudiera tener el factor humano en el monto de esta pérdida.

MES:	1er. Turno % de pérdida.	2o. Turno. % de pérdida
Diciembre	10.1	11.6
Enero	8.3	8.4
Febrero	7.9	7.7
Marzo	7.6	7.8

Abril	11.2	11.7
Mayo	12.4	11.7
	<hr/>	<hr/>
Promedio	9.6	9.8
Promedio total:	9.70%.	

De los resultados obtenidos podemos deducir que el factor humano no tiene una influencia decisiva en las mermas resultantes.

El promedio anterior no corresponde exactamente al promedio global de la temporada por no haberse considerado los meses de Junio y Julio, durante los cuales también se trabajó.

La pérdida que sufre la mezcla de las dos variedades de chilte al ser tratada, es excesivamente alta y las causas que originan esta merma, las podemos dividir en dos grupos:

1.—Las que normal o necesariamente tienen que haber por efectos del proceso.

2.—Las anormales, causadas por fallas en el proceso o falta de calidad de la materia prima.

Entre las primeras, tenemos la disolución de materia soluble en agua que en sí contiene la goma sin tratar, como serían los azúcares, resinas y proteínas solubles, etc. Por efectos normales del proceso entre las causas que originan esta pérdida, tenemos la descomposición de las proteínas por el tratamiento con NaOH que sufre el chilte en la mezcladora.

Entre los factores normales o atacables, tenemos en primer término la falta de calidad de la goma cruda, la que en ocasiones viene demasiado sucia con trozos de corteza y hojas, arena o tierra y materia gomosa extraña. Este último factor, se presenta muy frecuentemente en el chilte rojo, que viene mezclado con goma de "Camichina", a simple

vista muy semejante en aspecto y propiedades al chilte, pero altamente soluble en agua.

Para evitar estas mezclas, es conveniente hacer una determinación de la materia soluble en el momento de recibir la goma cruda, desechando o castigando en el precio aquella que no tenga el límite de pureza requerido. La supresión total de trozos de corteza y hojas, no es fácil de lograr, pero no tiene mucha influencia en los rendimientos, ya que representa un % ínfimo en relación al peso total del producto, sin embargo, es conveniente insistir en la mayor limpieza posible, a fin de no ocasionar mayores problemas en el lavado.

Por otro lado, tenemos la arena y tierra, que vienen mezcladas a la goma para aumentar su peso y obtener así mayores ganancias los chilteros: este problema no afecta mayormente el curso del proceso, ya que estos materiales, por diferencia de densidad, se separan fácilmente sedimentándose, en cambio el % en peso con respecto al de la goma, puede llegar a ser demasiado elevado —hasta un 30% en ocasiones—, sin que sea fácil notarlo a simple vista.

En este caso, es conveniente hacer una prueba, determinando por decantación el porcentaje de estas impurezas.

Sumando este valor al de las gomas solubles, tenemos el valor total de las impurezas contenidas en la materia prima, las cuales deben descontarse en el momento de hacer la compra.

Durante el proceso, también es posible tener pérdidas anormalmente elevadas, por el empleo inadecuado de la sosa y el calor en la mezcladora, cuando se excede la cantidad adecuada de NaOH y se calienta demasiado. el producto sufre una descomposición quedando en forma de una suspensión lechosa que no se coagula completamente en el tanque de agitación. En el momento de lavarlo en el

tamiz, una buena parte de la goma pasa a través de la malla, eliminándose en el canal de desagüe con la baja en el rendimiento que esto significa.

Para evitarlo, podemos seguir las normas siguientes, obtenidas prácticamente en el transcurso de la temporada:

1.—La cantidad de NaOH requerida para reducir el contenido de nitrógeno protéinico a cantidades no mayores del 0.15% en el producto lavado, va variando según las proporciones en que se mezclen el chilte rojo y el chilte blanco.

Cuando la cantidad de rojo va aumentando, la sosa debe irse disminuyendo y viceversa. Entre el 50% y el 25% de chilte rojo en la mezcla, la cantidad de NaOH empleada para un cocimiento de 100 Kgs. secos, va variando de 2.0 a 3.0 Kgs.

2.—La suspensión de la goma en la mezcladora debe hacerse en la menor cantidad posible de agua, sin llegar a tener el producto en un estado de sequedad tal, que no fluya espontáneamente de la mezcladora al tanque de agitación.

3.—La temperatura del agua en que se recibe la goma en el tanque de agitación debe ser bastante baja en el momento de caer la suspensión, elevándose gradualmente la temperatura, a fin de evitar un endurecimiento excesivo del producto.

Para estos puntos, no es posible fijar reglas perfectamente definidas, ya que no hay una constancia en la forma de la materia prima. sin embargo, las normas anteriores sirven de guía para un tratamiento adecuado.

Siguiendo los lineamientos descritos para la compra de la materia prima y el tratamiento adecuado se hicieron varias pruebas, obteniéndose los siguientes resultados:

Prueba	No. de Coces.	% R	% B
1	12	50	50
2	12	45	55
3	15	40	60
4	12	37.5	62.5
5	6	25	75

Kgs. crudo	Kgs. lavado	% Pérdida	% R
600.0	559.0	6.83	.116
600.0	560.0	6.67	.114
750.0	698.0	6.93	.182
600.0	556.0	7.33	.138
800.0	276.0	8.00	.160

Como puede notarse el contenido de nitrógeno en el producto lavado y la pérdida van aumentando conforme aumenta el % de chilte blanco en la mezcla.

Considerando el promedio de las 4 primeras pruebas podemos tener una idea bastante acertada de la pérdida que no puede evitarse prácticamente en el lavado:

Promedio: 6.94 %.

Pérdida total:

La pérdida total está dada por la suma de las pérdidas en la materia prima y las pérdidas en el lavado.

A fin de establecer una comparación vamos a considerar en el caso (1) la pérdida real sufrida durante la temporada 1951-52 y en el caso (2), la pérdida observada en las experiencias prácticamente desarrolladas en escala industrial.

% de Merma en el crudo	(1)	(2)
Chilte rojo	1.08 %	1.08 %
" blanco	7.86 "	0.80 "
% de Mermas en el lavado	9.78 "	6.94 "
Total:	18.72 %	8.82 %
Diferencia:	18.72 — 8.82 = 9.90 %	

Lo anterior demuestra que es posible suprimir las pérdidas en materia prima y elaboración de un 52.88% de las pérdidas que originalmente se tenían, lo cual significa una gran ventaja económica.

AGUA:

El agua como indicamos anteriormente, proviene de una laguna formada por agua de lluvias y de un pozo.

El agua de la primera es agua dulce, sin dureza, ni elementos que pudieran perjudicar la caldera al ser empleada en ella, su único inconveniente consiste en la gran cantidad de materia orgánica en suspensión que contiene y que es eliminada mediante filtros en la manguera colectoras.

El pozo está formado por las filtraciones de mantos subterráneos los cuales posiblemente provengan del mar situado a corta distancia, por esta causa, o por ser el terreno rico en cloruros resulta un agua demasiado contaminada con cloruro de sodio (0.62 a 0.70%) lo que la hace imposible de usar en la caldera, ya que a elevadas temperaturas y presiones se descompondría dando HCl libre que ataca el metal, además contiene hasta 80 p.p.m. de dureza (expresada como Ca^{+2}) lo que originaría incrustaciones no deseables en la caldera.

El efecto de uno u otro tipo de aguas en el lavado del chile no tiene una influencia marcada, o por lo menos no se ha podido precisar, por lo que se emplean indistintamente.

El único problema que puede presentarse en el caso del agua estriba en la posibilidad de tener una escasez de ella, en cantidades tales que causarían la disminución de las actividades de la planta o las suprimiera, lo cual podía suceder en el caso de tener una temporada larga sin precipitaciones plu-

viales, lo que ocasionaría el agotamiento del agua en la laguna.

Para prever esta eventualidad debe aumentarse la profundidad del pozo —que en las condiciones actuales es insuficiente para cubrir por sí solo las necesidades del lavado— de 17 hasta 25 Mts. donde aumentan las capas porosas que permiten una filtración mucho más rápida del agua como se ha observado en pozos vecinos.

RITMO DE PRODUCCION:

Este punto es también de mucha importancia y conviene hacer un estudio acerca de la conveniencia de una organización que permita establecer un ritmo de producción constante sin estar sujeto a variaciones e interrupciones por causas previsibles o controlables.

La principal causa de interferencia en un sistema de producción constante, estriba en la falta de materia prima (chilte rojo exclusivamente) la cual en ocasiones obliga a suspender el trabajo por varios días, forzándose la planta a trabajar a un ritmo acelerado en cuanto se dispone de este material a fin de poder cubrir a tiempo los compromisos contraídos.

Para solucionar este problema podrían dividirse las regiones productoras en distritos, en cada uno de los cuales se desarrollará un proyecto conservador de la cantidad de goma que puede producirse mensualmente y mediante contratos cuidadosamente redactados, obligar a los contratistas a entregar la cantidad estipulada puntualmente y basándose en las cantidades que en su informe indiquen se pueda disponer.

Una vez conocida la cantidad de materia prima de que se puede disponer, se establece un calendario de actividades, dejando un cierto margen

de seguridad a fin de prever cualquier descomposura del equipo, y aprovechando este margen para la limpieza y mantenimiento del mismo cuando no se presente tal contingencia.

El desarrollo numérico de este plan de trabajos no podemos darlo en el presente estudio por carecer de datos exactos en las zonas de explotación activa, por estar en un período de organización y por estarse ampliando continuamente estas zonas con terrenos recientemente abiertos a la extracción.

Sin embargo un cálculo conservador nos permite decir que es posible contar con una producción aproximada de 250 a 275 toneladas de chilte rojo húmedo, y considerando como promedio un 43% de humedad nos damos cuenta que alcanza a cubrir las 500,000 lbs. de goma seca que deseamos obtener anualmente, tomando como base para este cálculo una composición promedio de 40% de rojo y 60% de blanco.

meses y eliminando de estos los Domingos y días festivos nos quedan un total de 270 días hábiles en el transcurso de los cuales debe quedar cubierta la elaboración; para esto tendremos necesidad de producir 841.74 kgs. teóricamente obtenidos diariamente, sumando a esto la cantidad que nos representa la pérdida en el lavado (6.94%) tendremos:

841.74	Kgs, secos teóricamente necesarios.
58.43	" " perdidos en el lavado.
<hr/>	
900.17	" " prácticamente necesarios.

A fin de tener un cierto margen de seguridad preferimos aumentar la producción diaria hasta 1000 kgs., empleando el tiempo que representa la diferencia en volumen de producción en el mantenimiento y reparación del equipo y en el empaque y embarque del producto, el cual se acostumbra hacer cuando se completa el cupo de un carro standard de ferrocarril, aproximadamente 70,000 lbs. secas.

El equipo indispensable vamos a calcularlo teniendo en cuenta un posible aumento en la producción de la planta en temporadas venideras, para eso podemos hacer la consideración de la posibilidad de producir 1,000,000 de libras secas anuales, los que nos representa un lavado diario de 2000 kgs.

De las condiciones anteriores podemos concluir lo siguiente:

El proceso es intermitente y tiene una duración de 55 minutos por lo cual será necesario trabajar un turno de 10.30 horas, tomando como base 100 kgs. secos para cada cocimiento, dándose 45 minutos al principiar el trabajo para calentar el producto en los tanques de cocción y 45 minutos al finalizarlo para dejar todo dispuesto para el siguiente día laborable.

Dadas las características del equipo desando es preferible trabajar a la capacidad para la cual fué diseñado, en un solo turno, en el cual solamente las personas encargadas del manejo de la maquinaria tienen que permanecer las 10.30 horas que representa el tiempo total de trabajo, ya que el resto del personal puede llegar de 15 minutos a 1 hora después que se prendió la caldera, en el momento que el cocimiento está listo para subirse a la mezcladora.

Mediante una distribución adecuada de las horas de trabajo de cada obrero encargado de una operación determinada y teniendo un ayudante para el mecánico es posible conseguir turnos normales.

El proceso permanece igual a el descrito en el segundo capítulo con la única variación de dejar que se acumulen en el tanque de solución tres cocimientos, para tener un ahorro de tiempo y una mayor libertad de acción del personal encargado de la descarga que de esta manera dispone de lapsos de tiempo mayores para dedicarlos a otros trabajos dentro de la misma planta.

Distribución del personal de acuerdo con el trabajo por desarrollar:

1 Mecánico encargado del manejo y conservación del grupo electrógeno, caldera bombas y demás equipo.

1 Ayudante del mecánico encargado de lo mismo que el anterior.

1 Obrero encargado del manejo de la mezcladora y del tanque de agitación marcando los tiempos de salida de cada cocimiento.

2 Obreros encargados de la carga de los tanques de coción y del producto ya lavado (prensado, acomodado en los moldes etc.)

2 Obreros encargados del movimiento de la materia prima, su mezcla y preparación para el

proceso, además de limpieza y detalles menores.

1 Velador encargado de la vigilancia de la planta.

1 Empleado encargado de la contabilidad, correspondencia, etc.

1 Ingeniero Químico para el control del proceso, equipo, materia prima y producto terminado, así como para todas las operaciones que requieren un control estadístico de la planta.

CALCULOS DEL EQUIPO NECESARIO:

En este cálculo hay que tomar en cuenta solamente las partes del equipo que tengan que modificarse con el aumento en la producción ya que no corre paralelamente ésta con ciertas partes del equipo que no sufren alteración, por permanecer constante la materia que manejan, variando únicamente su tiempo de trabajo.

En estas condiciones se encuentran el tamiz vibratorio, el tanque de agitación —diseñado originalmente para capacidades mucho mayores—, los rodillos, prensa, bombas y tanques de alimentación y almacenamiento de combustible, tanques de distribución de agua y bombas alimentadoras (calculadas originalmente bajo condiciones muy desfavorables y accionadas por consiguiente por un exceso de potencia).

De esta manera nuestro cálculo y diseño se reduce a lo siguiente:

1 Grupo electrógeno.

1 Caldera.

2 Tanques de cocción.

1 Mezcladora.

1 Agitador helicoidal.

Ampliaciones en el laboratorio de control.

TANQUES DE COCCION:

El diseño de estos tanques de cocción es del to-

do similar a los ya descritos anteriormente, variando únicamente lo que se refiere a la capacidad.

Construidos con lámina de acero de 1/8 de pulg. de grueso con un serpentín de calentamiento, provisto de una llave para regular la entrada de vapor, llave de salida del mismo y purga; recubiertos con una capa de bloques de magnesia calcinada y unidos entre si por medio de una lona embreada.

Su volumen se calcula tomando como densidad media del chilte 0.90; de donde 100 kgs. secos de la mezcla representan a la base de 60% de blanco con un contenido de humedad de 55.0% = 110 kgs. y de 40% de rojo con un 43% de humedad = 70 kgs.

Total: 180 = 200 decímetros³.

0.9

A lo cual se le agrega dos veces este volumen de agua los que nos da: 600 decímetros cúbicos teórica. Debido a la elevación de la temperatura hasta llegar a la ebullición y a fin de tener un margen para evitar proyecciones y derrames indeseables se aumenta la capacidad hasta 700 litros.

MEZCLADORA DE ASPAS:

Con el empleo de esta máquina buscamos una perfecta mezcla de las variedades de chilte, para su diseño solo tenemos como base las operaciones anteriormente efectuadas con la mezcladora ya descrita y la serie de generalidades que nos proporciona la teoría y descripción de los tipos de mezcladoras más frecuentemente usadas por cada oruno de condiciones similares. todo lo anterior sólo da un criterio general acerca de los elementos por tomar en cuenta para lograr el objeto deseado.

Por las características mismas de la operación particular nos decidimos por las mezcladoras de

aspas, similares a la descrita anteriormente y con un volumen del tanque de 900 a 1,000 decímetros³.

La viscosidad de la mezcla debido al gran número de variables que intervienen —diferentes composiciones, temperaturas, tipos particulares de gomas, etc.— es muy difícil de determinar, por lo que tendremos como norma elegir las peores condiciones a fin de tener la seguridad de contar con la potencia necesaria para su movimiento y la resistencia de las aspas a la ruptura.

Como una orientación podemos decir que la viscosidad de la mezcla cae entre límites de 300,000 a 1,000,00 de centipoises a temperaturas de 60 a 95° C.

Solicitando referencias a casas elaboradoras de gomas de mascar en las que se emplean mezcladoras semejantes obtuvimos algunos datos que nos ayudan a un diseño adecuado para las condiciones fijadas, este es el siguiente:

Potencia del motor: De 15 a 20 H.P. (elegimos el segundo valor) R. P. M. : 30

Diámetro interno del recipiente: 1.22 mts. = 4.0 pies

Altura del mismo: 0.91 mts. = 3.0 pies.

Longitud del aspa horizontal: 0.52 mts. = 1.5 pies.

Longitud del aspa colgante vertical: 0.61 mts.
= 2.0 pies.

Volumen teórico: 1,029 litros.

„ práctico: 900 „

Aspas de acero en estrella, de 120° de separación y con un grosor de 1 pulgada en la parte delantera según el sentido en la cual gira y de 2 pulgadas en la parte trasera; con un ancho de 5 pulgadas.

Las aspas colgantes son las mismas características que las anteriores.

AGITADOR HELICOIDAL:

Este agitador puede caer también dentro del terreno de las mezcladoras y por las razones expuestas anteriormente, tampoco se dispone de datos precisos que suministren una fórmula que permita el cálculo de la unidad.

Sin embargo en este caso no es necesario un cálculo exacto y solo debe tenerse en cuenta que mediante el nuevo sistema de trabajo se acumulan hasta 500 kgs. de sólidos en el tanque de agitación lo cual hace peligroso el empleo de un agitador de este tipo.

Como lo único que se desea es tener en agitación continua la suspensión a fin de tener un mejor lavado, se puede emplear un agitador de paletas, colocadas éstas a una inclinación tal que provoquen una turbulencia continua en todo el tanque.

Para el cálculo de la potencia necesaria podemos decir que no hay medios de conocerla exactamente, como no sean medios prácticos, sin embargo los siguientes valores pueden ser la base para su instalación:

Potencia del motor: 2 H.P.

R. P. M. : 200 — 300.

FORMA DEL AGITADOR:

Un eje cilíndrico acoplado a un motor de la potencia indicada y provisto de tres paletas colocadas a diferentes alturas y con inclinaciones adecuadas para producir la turbulencia en el líquido.

Para conseguir esto seleccionamos un agitador de este tipo que tiene las salientes del eje: construidas de manera que puedan modificarse en su inclinación.

DISEÑO DE LA CALDERA:

En las calderas se aprovecha el calor producido por la oxigenación de un combustible con una producción considerable de calor que se trasmite a una cantidad de agua para elevarle la temperatura y transformarla en vapor.

El objeto de esta transformación estriba en la producción de calor fácilmente aplicable en distintos puntos de la fábrica al mismo tiempo en vez de tener en cada uno de ellos una fuente local de energía calorífica.

En este vamos a emplear como combustible "diesel" en virtud de ser fácilmente manejable y de ser el único material adecuado de que por las condiciones de la planta se dispone permanentemente, además de ser el empleado en la alimentación del motor del grupo electrógeno.

Por el deseo de no tener un exceso de trabajo que representaría un aumento en el personal, se prefiere usar una caldera de controles automáticos, la cantidad de vapor requerida por la planta no es muy elevada por lo cual se puede emplear el diesel en vez de otro combustible más barato pero de más difícil manejo.

La presión de vapor deseada no es muy grande tampoco ya que las necesidades derivadas del proceso seguido no requieren temperaturas que sobrepasen en mucho los 100° C. lo cual nos hace inclinarnos por las calderas de tubos de humo (capacidad no muy elevada, pequeñas presiones y elevado rendimiento) que en este caso en que se dispone de una agua de alimentación de una dureza prácticamente nula y que por consiguiente no forma incrustaciones es más fácil de limpiar ya que sólo es necesario eliminar el hollín y las cenizas del combustible.

Una vez conocidas las características de la cal-

dera deseada solo nos resta hacer un balance calorífico del vapor empleado en cada una de las operaciones de la planta lo cual nos indicará aproximadamente la capacidad necesaria.

Vapor producido = Vapor empleado x Factor de rendimiento.

1 H.P. caldera = 34.5 libras de vapor.

34.5 x Calor latente de vaporización del agua = B. t. u. x 1 H.P. caldera.

Llamando a este valor (A).

B. t. u. gastados x hora en la planta = (B).

Capacidad de la caldera: (B) x Factor de rendimiento = H.P. caldera.

(A)

Empleando una presión de vapor similar a la empleada actualmente 30—35 libras/pulg². o sea una temperatura de 121—127° C. tenemos que el calor latente de vaporización del agua está entre 945.2 y 932.2 B.t.u.

Tenemos: 34.5 x 932.2 = 32,370.9 B.t.u. por 1 H.P. caldera = (A).

PARA OBTENER (B):

Gasto de vapor en los tanques de cocimiento:

$$q = w cp (t_2 - t_1).$$

$$w = 680 \times 2.2$$

$$= 1496 \text{ libras.}$$

cp : la capacidad calorífica de la mezcla la desconocemos y en vista de que no se disponen de los datos para el chile por ser este de características muy variables preferimos considerar el cp. de la mezcla como si fuera agua únicamente, esto es unitario, teniendo de esta manera un cierto margen para compensar las pérdidas de calor por evaporación, ya que en general la capacidad calorífica

ca de las soluciones del líquido en sólido tienen valores inferiores a los de los líquidos puros.

$$c_p = 1.0$$

$$t_2 = 103^\circ \text{C.} = 217.4^\circ \text{F.}$$

$$t_1 = 16^\circ \text{C.} = 60.8^\circ \text{F.}$$

Para los valores de estas temperaturas, consideramos la más elevada y la más baja respectivamente, anotadas en la temporada 1951—52.

$$q_1 = 1,496 \times 1 \times 156.6 = 234,273.6 \text{ B.t.u./ hora.}$$

GASTO DE VAPOR EN LA MEZCLADORA:

En este caso, por tratarse de un proceso en el cual se reemplaza el agua varias veces y enfriándose la masa mediante adiciones de agua fría, es complicado obtener un cálculo exacto del calor necesario, sin embargo, podemos considerar:

$$w = 680 \times 2.2 \times 3 = 4,488 \text{ Lbs.}$$

Suponiendo que se reemplaza con agua 3 veces el peso original de la mezcla en el transcurso de la operación.

$$c_p = 1.0 \text{ (Siguiendo las consideraciones anteriores)}$$

$$t_2 = 102^\circ \text{C.} = 215.6^\circ \text{F.}$$

$$t_1 = 70^\circ \text{C.} = 158.0^\circ \text{F.}$$

$$q_2 = 4,488 \times 1.0 \times 57.6 = 258,508.8 \text{ B.t.u./hora.}$$

GASTO DE VAPOR EN EL TANQUE DE AGITACION:

En este caso, la cantidad de chile y agua en el

tanque es variable también, ya que el proceso modificado, hace que esta cantidad sea acumulativa, considerando por término medio un peso de la suspensión de:

Chilte: de 220 a 660 libras .da: 440 libras.

Agua: de 0 a 7,920 libras. . da: 3,960 libras.

Total: $w = 440 + 3960 = 4,400$ Lbs.

$t_2 = 80 \text{ } ^\circ\text{C} = 176 \text{ } ^\circ\text{F}.$

$t_1 = 60 \text{ } ^\circ\text{C} = 140 \text{ } ^\circ\text{F}.$

$q_3 = 4,400 \times 1.0 \times 36 = 158,400$ B.t.u./hora.

GASTO DE VAPOR PARA CALENTAR EL AGUA ALMACENADA EN EL TANQUE:

El gasto de agua caliente, según datos obtenidos de la temporada 1951—52, es:

$w = 907.2 \text{ lts.} \times 2.2 = 1995.4$ Libras/hora.

$c_p = 1.0$

$t_2 = 70 \text{ } ^\circ\text{C.} = 158.0 \text{ } ^\circ\text{F}.$

$t_1 = 16 \text{ } ^\circ\text{C.} = 60.8 \text{ } ^\circ\text{F}.$

$q_4 = 1,995.4 \times 1.0 \times 97.2 = 193,914$ B.t.u./hora.

La suma de estos cuatro valores, nos representa la cantidad de calor gastado por hora en las diferentes fases del proceso:

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 234,273.6 + 258,508.8 + 158,400 + 193,914 = Q = 845,096.4 \text{ B.t.u./hora.}$$

La capacidad requerida para la caldera, será:

$$(B) = 845,096.4 = 26.11 \text{ H.P. caldera.}$$

Capacidad:

$$(A) \quad \underline{\quad 32,367.9 \quad}$$

Este valor nos da la capacidad teórica de la

caldera, como no es posible que trabaje con un... 100% de eficiencia, es conveniente tener en cuenta un factor de seguridad, en este tipo de calderas bajando a las condiciones indicadas, este factor es de 80%.

Capacidad práctica: $26.11 : 0.80 = 32.64$ H.P.-caldera.

Siendo el dato obtenido el decisivo en la elección de la caldera, sólo nos queda elegir entre las calderas comerciales próximas en capacidad:

- | | | |
|-----|--|-----------|
| 1.- | Caldera con Cap. de Produc. teórica de 36.0. | H.P. |
| | | caldera. |
| 2.- | " " " " " " | 35.0 H.P. |
| | | caldera. |
| 3.- | " " " " " " | 37.5 H.P. |
| | | caldera. |

La primera caldera considerada es inferior a la teóricamente necesaria, podemos elegir entre las dos siguientes: la 3- es demasiado grande, en cambio la 2- tiene una capacidad de producción ligeramente superior a la necesaria, lo que da un cierto margen para cubrir necesidades suplementarias no previstas sin necesidad de trabajar la unidad a capacidades de más del 100%, lo cual es preferible, a fin de mantener el equipo en las mejores condiciones.

Así, nos decidimos por una caldera con capacidad de producción de 35 H.P. caldera por hora, automática, de tubos de humo y horizontales, con tanque de alimentación de agua, horizontal, niveles, tablero de control, manómetros, válvula de seguridad, llaves de purga y salida de los gases de combustión, por la parte posterior del cuerpo de la caldera. Estos gases ya no se recuperan y se envían a la atmósfera directamente, mediante una chimenea de tiro natural.

DISEÑO DEL GRUPO ELECTROGENO:

En este diseño, debemos tener en cuenta dos factores principalmente:

1.—Que la capacidad del mismo sea lo suficientemente amplia para cubrir las necesidades de la planta.

2.—Que el precio sea lo más reducido posible, sin sufrir mengua la calidad de la unidad.

Las características esenciales de los grupos electrógenos comerciales aplicables a usos industriales sin necesidad de modificaciones extras, son constantes, por lo que sólo tendremos que buscar la capacidad necesaria para cubrir las necesidades de energía eléctrica de la planta.

Para esto, basta hacer una suma de los valores empleados en cada una de las operaciones que requieran potencia, siendo el resultado de esta suma lo que nos indicará la especificación comercial necesaria.

Para el desarrollo del proceso se consume energía en:

1 Elevador de plataforma, motor de 1 H.P.

1 Mezcladora de aspas según el diseño 20 H.P.

1 Mezcladora helicoidal o agitador: 2 H.P.

1 Tamiz vibratorio con motor de: 2 H.P.

1 Juego de rodillos para el prensado, motor de: 7.5 H.P.

Bombas accionadas por motores de:

Alimentación de combustible a la caldera: 2 H.P.

Almacenamiento de "Diesel": 1 H.P.

Alimentación de los tanques de almacenamiento de agua: 1.0 H.P.

Extracción de agua de la laguna: 2.0 H.P.

Extracción de agua del pozo: 5.0 H.P.

Suma: 44.5 H.P.

El factor de conversión para pasar de H.P. a K.W. ~~hacia~~, nos da:

$$44.5 \times 0.7457 = 33.93 \text{ K.W. } \del{\text{hacia}}$$

En el mercado no se encuentran generadores comerciales de esta capacidad por lo que escogemos el más próximo superior:

En este caso, se trata de un generador de 37.5 K.W. ~~hacia~~.

Este valor no está muy separado del valor real necesario, ya que se supone un valor de corrección al valor teórico obtenido, representando éste la eficiencia del generador:

$33.93 \times 1.1 = 37.323 \text{ K.w. } \del{\text{hacia}}$ realmente necesarios. Este valor es muy próximo al generador elegido, pero como el inmediato superior es demasiado grande, nos inclinamos por el de 37.5 K.W. ~~hacia~~.

Por lo que respecta al precio, y sin que sufra un menoscabo la calidad, nos inclinamos por un grupo electrógeno de manufactura alemana de las siguientes características:

Generador AvK de 37.5 K.W. ~~hacia~~, corriente trifásica, trabajando a 50 ciclos, 1,500 R.P.M. con un auto-ajustador del voltaje mediante el empleo de un secundario extra y acoplado directamente a un motor "Doutz", alimentado con "diesel", de 6 cilindros, 75 H.P. a 1,500 R.P.M. con filtros para el lubricante y enfriado mediante circulación de aire.

El generador y el motor vienen como piezas separadas, por lo que es necesario construir una base de cemento armado sobre la cual colocarlos ya unidos, a fin de evitar movimientos que causen desajuste en sus partes. El generador va provisto de un tablero de control semejante al descrito anteriormente.

LABORATORIO DE CONTROL:

La instalación del laboratorio de control sobre el producto terminado, materia prima y operaciones necesarias, es muy simple y sólo vamos a considerar la lista del material que por su especificidad o por la delicadeza de la operación en la que se va a emplear, tenga interés su mención:

1.- Balanza granataria "Ohaus" de 2.0 Kgs. de bilidad de 0.0001 gr.

1.- aBalanza granataria "Ohaus" de 2.0 Kgs. de capacidad y una sensibilidad de 0.1 gr.

1.- Aparato destilador especialmente adaptado para las determinaciones de humedad de la goma.

2.- Tubos muestreadores de 25 pulgadas de longitud y 1 pulgada de diámetro.

1.- Aparato para efectuar la digestión de los "Kjeidahlis" con una capacidad para 8 muestras simultáneas.

1.- Aparato destilador de matraces "Kjeidahl" de 8 muestras.

1.- Mufia para la determinación de cenizas, con un límite de temperatura no menor de 1,000 °C.

Refrigerantes, matraces, pipetas, buretas, tubos de ensayo, etc.

La lista completa de reactivos y material necesario sería demasiado larga de enumerar y no tiene objeto, ya que de las operaciones por desarrollarse se pueden deducir éstas.

Además, el laboratorio debe estar acondicionado con una instalación de agua fría y caliente, gas y electricidad.

A estas ventajas tenemos que unir el rápido crecimiento del árbol, su mayor producción y la circunstancia de que teniéndolos en forma de plantación, se controlaría más su extracción con la consiguiente baja en precio y aumento en la calidad.

El mercado del producto es —aún en el caso que no se reemplazara el chicle—, bastante amplio y lo suficientemente estable para asegurar la inversión que con este objeto se hiciera.

Los siguientes datos referentes a una sola de las grandes fábricas estadounidenses, nos dieron la base para estas aseveraciones:

Producción anual: 120.000.000 de cajas de goma de mascar de 0.7 Lbs. cada una, o sean 84.000.000 de libras de producto.

La composición global es:

Base gomosa (natural y sintética): 20%.

Azúcar, miel, sabor, carga, etc.: 80%.

$84.000.000 \times 0.2 = 16.800.000$ de libras.

Esta cantidad nos representa la goma necesaria, la cual se obtiene de diversas fuentes, divididas de la siguiente manera aproximada:

Chicle: 5.000.000 de libras, procedentes de Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Guatemala y Belice.

Leche caspia, Sorva, Perillo, etc.: 2.000.000 de libras procedentes de Perú, Venezuela, Brasil, etc.

Yellowtone: 4.000.000 de libras, procedentes de las islas del Pacífico e Indonesia.

Chilte: 500.000 libras, procedentes de Sinaloa, Jalisco, Durango, etc.

Sintéticos: 5.000.000 a 6.000.000 de libras, fabricadas en Estados Unidos.

El precio del Chicle oscila entre \$ 11.00 y \$ 11.50 la libra ya lavada y libre, a bordo de las plantas lavadoras.

Los costos de las otras gomas naturales son menores que el del chicle, pero no tienen la misma aceptación.

El costo del producto sintético, está entre \$4.50 y \$5.00 la libra, según las substancias que entren en su composición.

COSTO DE PRODUCCION DEL CHILTE LAVADO:

El costo del chilte mezclado, lavado y listo para su venta, nos proporcionará el factor decisivo para establecer si es de importancia la instalación de una planta de las características ya mencionadas.

Para facilitar este balance económico —interés que produciría el capital al colocarse en esta inversión contra el interés deseado por el capital dispuesto a invertirse—, vamos a dividirlo de la siguiente manera:

- 1.—Terrenos y edificios.
- 2.—Equipo.
- 3.—Costo de transformación incluyendo: impuestos, seguros, depreciación, reparaciones y control.
- 4.—Materia prima, combustible y agua.
- 5.—Mano de obra y dirección técnica.
- 6.—Gastos de oficina.

TERRENOS Y EDIFICIOS:

El terreno empleado por la planta e instalaciones adyacentes, será de 10,000 Mts. 2 a \$1.25 Mt. 2.— \$12,500.00

El edificio, construido en sus cimientos y pilares de sostén de piedra y cemento armado respectivamente, quedando las paredes de los cuartos de

almacenamiento, laboratorios, almacén y oficina construidas de ladrillo reforzado con varillas de hierro, el resto del edificio está formado por una estructura básica de madera y cubierto con láminas acanaladas de asbesto-cemento.

El costo total del edificio según proyecto, es: \$48,000.00

Tanques de almacenamiento de chilte blanco: Construidos con cemento y ladrillo y un costo de \$6,300.00

POZO DE AGUA SALADA:

La ampliación en profundidad del ya existente tiene un costo aproximado de: \$5,000.00

La suma total nos da: \$71,500.00

EQUIPO:

Las características de todo equipo, ya están dadas, por lo que sólo nos concretaremos a enumerarlo, poniéndole el precio conseguido en el mercado (tanto nacional como extranjero) y teniendo en cuenta que este precio está sujeto a las fluctuaciones que en el mercado se produzcan.

GRUPO ELECTROGENO:	}	Generador	\$ 21,937.00
		Motor	„ 38,400.00
		Caldera	„ 23,650.00
MEZCLADORA:	}	Tanque de mezcla y adaptaciones	„ 2,180.25
		Motor de 20 H.P. con arrancador.....	„ 1,846.50
		Agitador helicoidal con motor de 2 H.P. „	1,310.00
		Tanque de agitación „	2,400.00
		Tamiz vibratorio	„ 8,974.28
		Motor de 2 H.P. para el mismo	„ 414.00

Juego de rodillos para el prensado	490.00
Motor de 7.5 H.P. para accionarlos	1,055.00
1 Juego de 6 moldes de lámina reforzada \$45.00 cada uno	270.00
Prensa para los moldes	575.00

**BOMBAS
CENTRIFUGAS:**

Almacenamiento de combustible	350.00
Motor de 2 H.P.	414.00
Alimentación de combustible a la caldera.	278.20
Motor de 1 H.P.	312.50

**BOMBAS
DE PISTON:**

Alimentación de agua a los tanques... ..	300.00
Motor de 1 H.P.	312.50
Extracción del pozo	422.35
Motor de 5 H.P.	572.50
Extracción de la laguna	422.35
Motor de 2 H.P.	414.00

2 carros de cocción a \$1,800.00 c/u.	3,600.00
2 Tanques de almacenamiento de agua a: \$475.00 c/u.	950.00
2 Tanques de almacenamiento de combustible a \$2,200.00 c/u. 4	4,400.00
Planta de gasolina de 3 K.W. hora.	738.20
Báscula para pesar el chille	550.00
6 Hachas a \$35.00 c/u.	210.00
3 Tanques de gas de 20 Kgs. a \$200.00 cada uno	600.00
1 elevador de plataforma con motor de 1 H.P.	979.80

Para la conducción de vapor, tubería
de 1" de diámetro de hierro especial
para vapor a \$70.45 el tramo de 18'
empleándose 21 tramos

1,479.45

Para la conducción de agua a las dife-
rentes secciones de la planta. tubería
de 1", de hierro ordinario, a \$56.75 el
tramo, empleándose 17 tramos.....

944.75

Para el mismo objeto: 15 tramos de tubo de hierro galvanizado de 2" de diámetro a \$62.22 el tramo	„	948.30
Conexiones, codos, válvulas, etc.	„	500.00
Material de laboratorio y equipo descrito	„	8,605.60
Mobiliario de laboratorio y oficina.	„	6,882.60
TOTAL		\$ 189,564.13
10% de imprevistos		„ 18,956.41
10% de instalación		„ 18,956.41
TOTAL		\$ 167,476.95

COSTOS DIRECTOS DE TRANSFORMACION O EXPLOTACION:

DEPRECIACIONES:

Para las depreciaciones, es bastante difícil asignar a cada una de las partes del equipo, la cantidad que realmente le corresponde por depreciación del mismo, por lo cual se acostumbra darle un valor medio obtenido de la experiencia y la práctica de personas especialmente encargadas de este renglón.

Empleando valores promedios obtenidos de varios autores, llegamos al cálculo de las depreciaciones:

Edificios y construcciones al 4% anual		
54,300 x 0.04	„	\$ 2,172.00
Motores eléctricos al 7.0% anual		
44,764.50 x 0.07	„	3,133.52
Bombas en general al 7.5% anual		
1345.55 x 0.075	„	100.92
Caldera al 10% anual		
23,650.00 x 0.10	„	2,365.00

Generador al 5.0% anual	
21,987.00 x 0.05	1,099.85
Mezcladora al 12.0% anual	
3,140.25 x 0.12	376.83
Tanques de cocción al 12% anual	
3,600.00 x 0.12	432.00
Tanques de agitación y almacenamiento al 12.5% anual	
7,750.00 x 0.125	968.75
Tuberías y conexiones al 15% anual	
3,892.50 x 0.15	583.88
Material de laboratorio al 10% anual	
8,605.60 x 0.10	860.56
Mobiliario de laboratorio y oficina al 10% anual	
6,882.00 x 0.10	688.20
Tamiz vibratorio al 15% anual	
8,974.25 x 0.15	1,346.14
Resto del equipo al 10% anual	
5,021.85 x 0.10	502.19

Total de depreciaciones por año \$14,626.40

MANTENIMIENTO Y REPARACIONES:

Para obtener el valor de los gastos ocasionados por este renolón, podemos considerar, tomando la misma base que para las depreciaciones, el 1.5% del capital invertido en maquinaria y equipo.

167,476.95 x 0.015 \$2,512.15

SEGUROS:

El nore de los seguros podemos considerarlo como el 0.5% anual del capital invertido en terrenos y edificios, más la maquinaria y equipo.

(71,300.00 + 167,476.95) x 0.005 \$1,195.38

CONTROL DEL PRODUCTO:

El gasto representado por el control del producto sin incluir gastos por el sueldo del ingeniero químico, está representado por los gastos de laboratorio, excluyendo de éstos el correspondiente a la depreciación del material, punto ya considerado, calculándose estos gastos en \$300.00 mensuales durante los 11 meses de trabajo.

300.00 x 11 \$3,300.00

El total de los costos de transformación, está dado por la suma de las cantidades parciales obtenidas en los renglones tratados:

Total: \$21,645.43

COMBUSTIBLE:

El combustible en este caso, nos proporciona además del calor necesario, la energía para el funcionamiento de la planta: para el cálculo del costo anual, se dispone de los siguientes valores obtenidos prácticamente:

Generador. (Motor del mismo):

= 5.8 Lts. Diesel x cocs. de 100 Kgs.

Caldera = 59.6 " " " " "

Total

de combustible = 65.4 " " " " "

El número de cocimientos efectuados en la temporada para cubrir la producción deseada, es:

227,272

----- = 224,221 Kgs.

0.9866

Esto corresponde a 2,442.21 cocimientos.
La cantidad y costo del combustible necesario para estos cocimientos será:

$$2,442 \times 65.4 = 159,720 \text{ litros.}$$

El precio del combustible es de \$0.16 por litro, lo que nos da:

$$159,720 \times 0.16 = \$25,555.20$$

A G U A :

El agua empleada en el lavado de la goma, se obtiene de las fuentes proveedoras ya indicadas anteriormente; el costo del agua del pozo, por estar este dentro de la propiedad, se reduce al gasto de la energía empleada en su extracción y el valor del equipo empleado en la misma, puntos que ya han sido considerados en el presente estudio económico.

Para el caso del agua de la laguna, además del equipo, amortización del mismo y energía, hay que pagar al dueño del terreno por concepto de agua empleada: \$100.00 mensuales, o sea un total de \$1,200.00 por temporada.

MANO DE OBRA Y DIRECCIÓN TÉCNICA.

La dirección técnica de la planta, rep. entra únicamente el desembolso correspondiente al sueldo del Inx. Químico encargado de la dirección:

1 Ingeniero Químico a \$1,500.00 mensuales \$18,000.00

MANO DE OBRA: (directa e indirecta).

En todos los casos donde entra personal de

trabajo, consideramos el costo del mismo a 12 meses, dándole al personal el equivalente a un mes de vacaciones durante el cual no trabaja la planta:

1 Mecánico a \$750.00 mensuales	\$ 9,000.00
1 Ayudante del mecánico a \$500.00 mensuales	" 6,000.00
1 Obrero en la mezcladora \$400.00 Mens. "	4,800.00
4 Obreros a \$360.00 mensuales c/u.	" 17,280.00
1 Velador a \$360.00 mensuales	" 4,320.00
TOTAL	59,400.00

GASTOS DE OFICINA:

Estos gastos vamos a considerarlos globalmente, estando formados por gastos del personal de oficina, papel, correspondencia, archivo, etc., y suponiendo un gasto aproximado de \$800.00 mensuales:

Total	\$ 9,600.00
-------------	-------------

GASTOS GENERALES:

En estos gastos, es bastante complicado hacer una descripción detallada de los conceptos por los cuales se producen y de las cantidades que corresponden a cada uno de éstos, por lo que vamos a tomarlos globalmente también, asignándoles \$750.00 mensuales como promedio, ya que tampoco permanecen constantes de un mes a otro:

TOTAL	\$9,000.00
--------------------	-------------------

La mayor parte de esta cantidad está representada por el valor de los costales empleados para el empaque del producto y la NaOH usada en el tratamiento.

MATERIA PRIMA:

El costo de la materia prima, lo podemos considerar desde tres aspectos diferentes:

1. El costo unitario de un kilogramo.

2.—El costo de la materia prima necesaria, para tener la cantidad correspondiente a un envío a las casas compradoras, más un % que nos representa el margen de seguridad necesario para no interrumpir las labores de la planta.

3.—El costo total de la materia prima manejada durante la temporada.

El primer punto nos da la base para el cálculo de los otros dos.

El valor obtenido del segundo punto, nos representa la cantidad de capital necesario para las operaciones con la materia prima antes de percibir el precio de venta por el producto ya lavado.

El tercer punto de vista, nos da el valor total de la materia prima comprada para obtener las 500,000 libras por producir en la temporada.

Para los cálculos concernientes a la materia prima tenemos:

El chile rojo va a entrar en la mezcla en una proporción de 40%, con un costo de \$9.00 Kg. seca.

El chile blanco representa el 60% de la mezcla y tiene un costo de \$6.00 el Kg. en base seca.

De lo anterior, tenemos que el costo del kilogramo ya mezclado en las proporciones indicadas, es de \$7.20

Incluyendo en este valor las pérdidas que representa el lavado de la goma, tendremos:

$$\frac{7.20}{0.9118} = 7.896 \text{ pesos el kilogramo del producto (aprovechable.)}$$

El valor de la goma correspondiente a un envío de 70,000 libras más un 20% de margen de seguridad, es el siguiente:

$$89,182 \text{ Kgs. } \times 7.896 \dots\dots\dots \$ 301,475.08$$

El valor total de la goma empleada en la temporada será:

227,272 Kgs. x 7.896 \$1,794,589.71

COSTO TOTAL DE LA TRANSFORMACION DE LA GOMA:

El costo total global de la transformación de la materia prima, lo obtenemos sumando todos los gastos parciales que representan la depreciación del equipo y edificio, dirección técnica, administrativa, mano de obra, combustible, agua, etc. etc., dividiéndose este valor entre el número de kilogramos lavados producidos al año, obtendremos el costo de transformación por kilogramo.

Depreciación	\$ 14,626.90
Mantenimiento y reparaciones	2,512.15
Seguros	1,193.38
Control del producto	3,000.00
Combustible	25,555.20
Agua	1,200.00
Dirección técnica	18,000.00
Mano de obra	41,400.00
Gastos de oficina	9,600.00
Gastos generales	9,000.00
Total resultante	\$ 126,400.63

Costo de transformación por kilogramo:

$$\frac{126,400.63}{227,272} = \$ 0.5561$$

Costo de producción: 227,272

El costo de producción está formado por el costo de la materia prima, más el costo de transformación de la misma:

$$7.896 + 0.5561 = 8.4521 \text{ por kilogramo.}$$

PREZIO DE VENTA:

Para aver el precio de venta, basta sumar la ganancia deseada al costo de producción.

En este caso, la demanda del producto le ha fijado un valor de \$4.10 la libra del producto ya lavado, libre a bordo de la planta lavadora y terminado por la composición considerada: 40% de chilte rojo y 60% de chilte blanco, manteniéndose la calidad del producto más o menos constante, dentro de los límites que pide el comprador y cuyas características ya han sido tratadas.

Ganancia: $(4.10 \times 2.2) - 8.4521 = \0.5679 por Kg.

Ganancia total: $0.5679 \times 227,272 = \$129,066.63$

CAICULO DEL CAPITAL DE TRABAJO NECESARIO:

Terreno y local	\$ 71,800.00
Maquinaria y equipo	167,470.97
Materia prima	301,475.03
Seguros	1,196.38
Mantenimiento y reparaciones	302.43
Control del producto	630.00
Combustible	5,111.04
Agua	1,200.00
Dirección técnica	4,500.00
Mano de obra	10,350.00
Gastos de oficina	2,400.00
Gastos generales	2,250.00

Total teórico \$569,921.83

20% sobre el capital teórico para tener una seguridad mayor en el éxito de las operaciones:

\$113,784.33

Total real \$682,706.21

Para el cálculo de este capital necesario, se tomaron los valores o inversiones totales para el caso de la maquinaria, edificio, terrenos, seguros, agua, etc. Para el personal de trabajo, combustible, reparaciones, gastos de oficina y generales, se tomó el equivalente a tres meses. Para la materia prima necesaria, se consideró el valor resultante de suponer el embarque de 70,000 libras ya lavadas, más un margen de 20%.

CONCLUSION:

De los resultados obtenidos, podemos sacar en conclusión que el margen de utilidad obtenido, con respecto al capital invertido:

$$\frac{129,066.62 \times 100}{632,706.21} = 18.9\%$$

es lo suficientemente grande como para justificar la instalación de una planta lavadora, ya sea para vender el producto a las empresas manufactureras de goma de mascar en Estados Unidos, o a las nacionales.

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFIA.

- 1.—Correspondencia particular con la
Wm. Wrigley Jr. Company.
Chewing Gum Manufactured
Chicago, Ill. - 1932.
- 2.—Chemical Engineers Handbook.
John H. Perry.
Edición Mc. Graw Hill Book Company Inc.
New York - London - 1941.
- 3.—Chemical Engineering Plant Design.
Frank C. Villbrandt.
Mc. Graw Hill Book Company Inc.
New York - London - 1942.
- 4.—Catálogos y folletos de maquinaria.
- 5.—Catálogos y folletos sobre material e instru-
mentos de laboratorio.
- 6.—Chemical process principles,
Hougen and Watson.

- John Wiley & Sons, Inc.
London - 1950.
- 7.—Diccionario de agricultura, zootecnia y veterinaria.
Augusto Matons.
Publicaciones Herrerías, S. A.
México, D. F. - 1948.
- 8.—Elementos de Ingeniería Química.
Angel Vian y Joaquin Ocon.
Ediciones Aguilar.
Madrid - 1952.
- 9.—Industrial Microbiology.
Prescott and Dunn.
Mc. Graw Hill Book Company Inc.
London - 1949.
- 10.—Heat transmission.
William H. McAdams.
Mc. Graw Hill Book Company Inc.
New York - London - 1942.
- 11.—Principles of Chemical Engineering.
Walker - Lewis - Mc. Adams - Gilliland.
Mc. Graw Hill Book Company Inc.
New York - London - 1937.
- 12.—"Proyecto de instalación de una fábrica de malta".
Ing. Quím. Felipe Suberbié.
Tesis U.N.A.M. - 1946.
- 13.—Química Orgánica.
Fieser y Fieser.
Ed. Atlante México - 1949.
- 14.—Tratado de Química Orgánica.
Dr. Pablo Karrer.
Editora Nacional, S. A.
México, D. F. - 1946.

TESIS LOPEZ PETERSON

1983

U.T. 104 Reporte de la ope-
ración de una planta...

FECHA DE ENTREGA	NOMBRE DEL TECTOR
30 ENO. 1983	Jose Stanley

