

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**ESTUDIO TECNICO ECONOMICO PRELIMINAR  
PARA UN INGENIO AZUCARERO**

**T E S I S**

Que para Obtener el Título de :  
**INGENIERO QUIMICO**

**P R E S E N T A N :**

GOMEZ AGUILAR SANTIAGO IGNACIO

LOPEZ BUSTAMANTE CELIA MARGARITA

TRUJILLO BOLIO ERNESTO EDUARDO

USCANGA GRANADINO URIEL

ZUÑIGA ORTIZ MARCO ANTONIO

**MEXICO, D. F.**

**1977**



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.

DATE Tesis 1977  
ABO M-178 180  
ECHA \_\_\_\_\_  
PROC \_\_\_\_\_  
S \_\_\_\_\_



QUIMICA

PRESIDENTE Ing. Quím. HECTOR LOPEZ HERRERA

VOCAL Ing. Quím. ROBERTO ANDRADE CRUZ

Jurado asignado original- SECRETARIO Quím. JOSE LUIS PADILLA DE ALBA  
mente según el tema:

1er. SUPLENTE Ing. Quím. CUTBERTO RAMIREZ CASTILLO

2do. SUPLENTE Ing. Quím. ALFONSO FRANYUTTI A.

Sitio donde se desarrolló el tema: Facultad de Química, UNAM

Nombre completo y firma de los sustentantes:

GOMEZ AGUILAR SANTIAGO IGNACIO

LOPEZ BUSTAMANTE CELIA MARGARITA

TRUJILLO BOLIO ERNESTO EDUARDO

USCANGA GRANADINO URIEL

ZUÑIGA ORTIZ MARCO ANTONIO

Nombre completo y firma del asesor del tema:

Ing. Quím. HECTOR LOPEZ HERRERA

Nombre completo y firma del supervisor, técnico:

Ing. Quím. ROBERTO ANDRADE CRUZ

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

A NUESTROS FAMILIARES

A NUESTROS MAESTROS Y AMIGOS

**CON NUESTRO AGRADECIMIENTO A LOS SEÑORES:**

**ING. CARLOS RUIZ GONZALEZ**

**ING. OSCAR CUEVAS PADILLA**

**ING. HECTOR LOPEZ HERRERA**

## I N D I C E

### Sinopsis

#### CAPITULO I. Antecedentes

- 1.1 Antecedentes Históricos
- 1.2 Panorama Mundial
- 1.3 Panorama Nacional

#### CAPITULO II. Estudio de Mercado

- 1.0 Caña de Azúcar
- 1.1 Descripción y uso de la Caña de Azúcar
- 1.2 Cultivo de la Caña
  - 1.2.1 Métodos de Siembra
  - 1.2.2 Períodos de Siembra
  - 1.2.3 Métodos de Siembra para obtener nuevas variedades
  - 1.2.4 Métodos de Corte
  - 1.2.5 Ciclo vegetativo de la caña de azúcar
  - 1.2.6 Plagas y enfermedades y su control
  - 1.2.7 Deterioro de la caña de azúcar

- 1.3 Insumos, Areas y Regiones Cañeras
- 1.4 Variedades de Caña
- 1.5 Recursos ✓
  - 1.5.1 Maquinaria y Equipo ✓
  - 1.5.2 Financieros y Crediticios ✓
- 1.6 Distribución
  - 1.6.1 Política de Precios ✓
  - 1.6.2 Política de Ventas ✓
  - 1.6.3 Transporte ✓
- 1.7 Producción y Valor ✓
- 1.8 Planes para incrementar la producción ca- ✓  
ñera
- 2.0 Azúcar
- 2.1 Descripción y uso del azúcar
- 2.2 Insumos
- 2.3 Ingenios existentes y capacidad instalada
- 2.4 Producción nacional y valor del azúcar y  
de los sub-productos
- 2.5 Recursos
  - 2.5.1 Humanos
  - 2.5.2 Financieros y Crediticios ✓
- 2.6 Demanda por tipos y por sectores consumido ✓  
res.

- 2.7 Distribución
  - 2.7.1 Distribución
  - 2.7.2 Políticas de Ventas
- 2.8 Consumo Per-Cápita
- 2.9 Consumo nacional aparente y estimación de la demanda nacional ✓
- 2.10 Análisis de las Exportaciones ✓
- 2.11 Balanza Comercial ✓
- 2.12 Resumen

CAPITULO III. Capacidad y Localización.

CAPITULO IV. Programa de Producción

- 1.1 Descripción general del proceso ✓
- 1.2 Diagrama de Bloques ✓
- 1.3 Diagrama de Flujo ✓
- 1.4 Especificaciones de las materias primas, productos y servicios ✓
- 1.5 Normas de Calidad ✓
  - 1.5.1 Método para la determinación de Humedad ✓
  - 1.5.2 Método gravimétrico para la determinación de cenizas sulfatadas. ✓

1.5.3 Método de prueba para la deter-  
minación de color por refrac-  
tancia

1.5.4 Método para la Determinación de  
la Polarización

CAPITULO V. Cálculo del Equipo Principal: contiene las áreas de: Ba-  
tey, molienda, clarificación, evaporación, tachos.

Cada Area comprende:

- a) Descripción del Proceso del  
Area
- b) Diagrama de Flujo
- c) Cálculo del equipo principal,  
Balance de Materia y Balance  
de energía.

CAPITULO VI. Estimación Económica.

1.1 Bases para el Estudio

1.2. Inversión Estimada

1.3 Ingreso Total

1.3.1 Precios de Liquidación

1.3.2 Ventas Brutas

1.3.3 Impuestos sobre Ingresos Mercan-  
tiles

- 1.4 Costos de Producción
  - 1.4.1 Cantidad y Costos de Materia Prima
  - 1.4.2 Cantidad y Costos de los Insumos
  - 1.4.3 Personal Directo e Indirecto
  - 1.4.4 Prestaciones Laborales
  - 1.4.5 Mantenimiento
- 1.5 **Servicios**
  - 1.5.1 Energía Eléctrica
  - 1.5.2 Combustibles
- 1.6 Seguro de Planta
- 1.7 Depreciación
- 1.8 Amortización
- 1.9 Gastos Administrativos
  - 1.9.1 Gastos de Oficina
  - 1.9.2 Personal Administrativo
  - 1.9.3 Prestaciones Laborales
- 1.10 Gastos Financieros
  - 1.10.1 Préstamo a Largo Plazo
  - 1.10.2 Crédito de Avío
  - 1.10.3 Total de Gastos Financieros
- 1.11 Capital de Trabajo

- 1.11.1 Caja
- 1.11.2 Inventario de Insumos
- 1.11.3 Inventario de Producto Terminado
- 1.11.4 Cuentas por Cobrar
- 1.11.5 Crédito de Avío
- 1.11.6 Cuentas por Pagar

CAPITULO VII. Conclusiones

## S I N O P S I S

El presente Estudio Técnico Económico Preliminar para un Ingenio Azucarero, dedicado a la fabricación de azúcar refinada, artículo de primera necesidad que reviste gran importancia tanto a nivel doméstico como industrial, y que a corto plazo existirá la probabilidad de Importación, por lo que se enuncia la necesidad de establecer Ingenios Azucareros similares al aquí presentado, que contribuirán al progreso independiente del país.

En el Capítulo I se presentan los antecedentes y sistemas o reglas que han regido a la Industria Azucarera tanto a nivel mundial como nacional.

En el Capítulo II se presentan generalidades de la caña de azúcar como materia prima, así como del azúcar como producto, conjuntamente con la estimación del Mercado Potencial para el azúcar refinada.

En el Capítulo III, se presenta la capacidad y localización para el Ingenio que trata el presente Estudio.

En el Capítulo IV, se describen el proceso de obtención del azúcar y las especificaciones y normas que regirán dicha obtención.

En el Capítulo V se calculan los balances de Materia, Energía y el Equipo principal utilizado en el proceso.

En el Capítulo VI se estima el monto total de la inversión y las bases necesarias para elaborar el Estado Financiero del Ingenio.

## CAPITULO I

### ANTECEDENTES

## 1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

Poco se sabe de la caña de azúcar y el azúcar como producto en la época en que fué descubierta, ya que los escritos religiosos como la Biblia, el Talmud y el Corán, no las mencionan, sólo se tiene conocimiento de que al introducirse y propagarse la alimentación vegetal apareció el azúcar en forma de miel o de materias vegetales dulces. Sin embargo, la miel no sólo se consumía como tal, sino también en forma de solución acuosa fermentada (Hidromiel).

Plutarco, Aristóteles, Homero, Salomón, Plinio y muchos otros escritores de la antigüedad conocieron, descubrieron e incluso loaron la miel y la hidromiel como alimento.

Estudios recientes sitúan a Nueva Guinea como lugar de origen de la caña de azúcar.

El primer uso de la caña de azúcar, hace por lo menos 8000 años, fué como planta de jardín, mismo que se difundió por las islas del sur del Pacífico y posteriormente, 3000 años aproximadamente, llegó a la Península Malaya, la Indochina y el arco que rodea la Bahía de Bengala. Asimismo, se cree que la aparición de la caña de azúcar en forma de planta de cosecha, fué en las regiones tropicales de la India, en donde, el sabor dulce de ésta planta llamó la atención de los indígenas, quienes por masticación y succión de la misma satisficieron su avidez por las materias dulces.

Según las actuales investigaciones, entre los siglos III y IV de la Era Cristiana, es cuando los indios aprenden el "arte" de

producir azúcar sólido. De la India pasó la caña a China ( 200 años antes de la Era Cristiana), Java, Persia y Arabia, tanto en el Califato Oriental como en el Occidental.

Los Persas en el año 500 D.C., fueron los primeros en conocer el azúcar en su forma sólida, aunque se cree que también los Griegos y los Romanos conocieron la caña de azúcar y su forma cristalizada, los persas por medio de métodos primitivos de obtención y refinación del azúcar, vertieron la masa caliente de azúcar en vasijas o platos de madera o arcilla, obteniéndose "panes" de azúcar. Más tarde dieron al azúcar la forma cónica, ya que la vertían en filtros de hojas de palma o cualquier tejido vegetal de configuración análoga que enrollaban a modo de cucurucho.

Durante la Edad Media ( Siglo VIII), con la expansión de los Arabes y de su cultura, introducen la caña de azúcar y su industrialización en el Mediterraneo ( Africa Septentrional, Sicilia y España). Por el año 1000 D. C., establecen en Egipto el "Arte" de la refinación del azúcar.

Son los Egipcios los que introducen los productos químicos (álcalis, tierras alcalinas) para la purificación del jugo de la caña dulce para obtener el azúcar sólida, a la que le atribuyeron grandes poderes curativos. Asimismo decretaron la administración del azúcar a cargo del Estado y las centrales azucareras.

Las relaciones comerciales sostenidas por los Arabes con los pueblos europeos, así como las Cruzadas dieron a conocer en Europa

el azúcar en su doble aspecto de alimento y medicamento y quedó como artículo comercial. El tráfico de este producto fué facilitado por Constantinopla, las ciudades marítimas de Tarento y Amalfi, Venecia, Génova y el Sur de Francia. Las ciudades alemanas de Ratisbona, Viena, Augsburg y Nuremberg sostuvieron un vivo comercio con Venecia y fomentaron el consumo del azúcar. El producto bruto se refinaba en las ciudades mencionadas.

Con el descubrimiento y conquista de América se introduce la caña de azúcar y su método para refinación, alcanzando tal desarrollo y auge que para el año de 1600 se llegó a decir que la producción de azúcar crudo en América era la mayor actividad industrial en el mundo.

A principios del Siglo XVI el azúcar era todavía un artículo de lujo muy caro y los farmacéuticos tenían múltiples clases de este producto. A lo largo de este Siglo, se establecen gran cantidad de refinarias de azúcar en los puertos marítimos ingleses, pero es hasta 1820 cuando se logra perfeccionar el proceso, introduciendo métodos de cocción al vacío y la decoloración por medio de carbón animal.

El consumo de azúcar experimentó un incremento general en los Siglos XVII y XVIII al introducirse y propagarse rápidamente el chocolate, el té y el café.

Como consecuencia del bloqueo británico a Francia, Napoleón estimuló la producción local de azúcar de remolacha, alcanzando un gran auge después de 1830, tanto que por 1880 la producción mundial de azúcar de remolacha era tan grande como la de azúcar de caña. No obstante la refinación del azúcar siguió siendo una

"Industria Casera" hasta principios de Siglo XIX. Durante esta época la Lousiana Norteamericana fué líder tecnológico en la elaboración de azúcar de caña. Contribuyó grandemente con las series de molinos horizontales así como la desfibradora y desmenuzadora, los múltiples efectos de evaporación, los incineradores del bagazo y otras muchas innovaciones que ayudaron al perfeccionamiento del proceso. En 1918 aparece el primer clarificador.

Años más tarde en Inglaterra se establece el método de Carbonatación, mismo que es usado en la actualidad para eliminar las impurezas del jugo de la caña. A partir de entonces se fortalece la industria azucarera mundial y comienza a definirse el perfil del consumo internacional hacia los lineamientos que -- predominan hasta nuestros días.

## 1.2 PANORAMA AZUCARERO MUNDIAL

Uno de los primeros intentos para equilibrar la balanza entre la oferta y la demanda de azúcar se efectuó en 1933 durante la Conferencia Económica y Monetaria Mundial, en la cual los países exportadores e importadores de azúcar se reunieron. Sin embargo hasta la Conferencia Azucarera de 1937, con la participación de 22 países que representaban el 75% del Comercio Mundial del azúcar, aprobaron un acuerdo para éste fin. En el documento respectivo se hacia hincapié en el fomento del consumo, además de establecer un sistema de cuotas de exportación.

En 1939 debido a la Segunda Guerra Mundial, los países miembros retiraron sus Cláusulas económicas. La producción mundial dismi

nuyó desde un nivel de 27 millones de toneladas de azúcar que se produjeron en 1940, hasta tan sólo 18.1 millones de toneladas de azúcar producidas en 1946.

Un rápido crecimiento apareció con el armisticio registrándose 36 millones de toneladas de azúcar en 1952. Ante este panorama, en 1953, se negoció un nuevo acuerdo que primordialmente destacó medidas y mecanismos para pugnar por la estabilización de precios. Sin embargo entre 1956 y 1957 algunos de los países asistentes - estuvieron en desacuerdo con los criterios adoptados para la fijación de los tonelajes básicos de exportación que habrían de servir de referencia para la determinación de las cuotas iniciales, y actuaron en forma independiente. Pero su actitud fué neutralizada por acontecimientos políticos que provocaron en el mercado libre un alza de precios que sobrepasaron significativamente la - - franja de 3.25-4.35 centavos de dólar por libra-peso aprobada 3 - años atrás.

A fines de 1958 se reunió en Ginebra la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el azúcar, con la asistencia de 44 países, concertándose un nuevo acuerdo que afectaba a más del 90% del Mercado.

El convenio en cuestión funcionó en condiciones muy complejas, ya que los firmantes buscaron soluciones a problemas enteramente diferentes a aquellos para los cuales se había creado. De esta manera desvió infructuosamente su interés hacia situaciones sobre las cuales no tenía control.

Este acuerdo mantuvo su contenido en gran parte similar al anterior convenio internacional, sin embargo aseguró las condiciones

de flexibilidad al sistema de cuotas de exportación y dió mayor efectividad a la constitución de las reservas previstas para que--  
dar a disposición del Consejo Internacional del azúcar. En los si  
guientes tres años al acuerdo mencionado se aceleró la producción  
hasta llegar a lo que entonces significó un record mundial con un  
total de 54.8 millones de toneladas de azúcar, lo que ocasionó -  
un ciclo de excedentes que mantuvo los precios casi siempre por -  
debajo del mínimo de la franja establecida.

Las modificaciones estructurales que se produjeron en el Mercado  
Mundial del azúcar a partir de 1960, indujeron al Consejo Interna  
cional del azúcar a transacciones de mayor periodicidad con el --  
propósito de mantener la unidad del bloque y evitar con su disgre  
gación que la economía mundial azucarera se viera envuelta en una  
crisis mayúscula. Estas transacciones debían de terminar a fines  
de 1961, año para el cual se había programado la celebración de -  
una conferencia revisora, para realizar los ajustes pertin<sup>entes</sup>.  
Pero antes de esta fecha se decidió suspender la vigencia de las  
claúsulas económicas del acuerdo existente.

Así, en 1962 el Mercado Mundial comenzó a trabajar sin la menor -  
formalidad.

En Ginebra durante 1968 se negoció un nuevo convenio con vigen--  
cia para cuatro años, mismo que ha sido prorrogado varias veces -  
y en la última negociación efectuada se fijó su fecha de expira--  
ción para fines de 1976.

Fruto de negociaciones entre los mayores productores y consumi--  
dores de azúcar en el mundo, este Tratado está dirigido a estabili--  
zar los precios y a evitar sobreproducciones.

### 1.3 PANORAMA AZUCARERO NACIONAL

La importancia de la Industria Azucarera en nuestro país está da da por la naturaleza del azúcar, que ha sido clasificado como un artículo de primera necesidad para la población. También por los requerimientos de azúcar como Materia Prima Industrial. Por otra parte ofrece un gran interés para la Economía Nacional a raíz -- del número de plazas que crea a obreros y campesinos mexicanos. Por último, el azúcar ha sido uno de los productos mexicanos que más ha ayudado por medio de sus exportaciones a mejorar el dese- equilibrio de la Balanza Comercial del país en la década pasada.

Una breve descripción histórica de los acontecimientos más impor tan- tes de la Industria Azucarera Mexicana permite destacar cuatro períodos decisivos en su evolución.

- Anterior a 1931 se observó un panorama de baja produc oc- ción azucarera. Esta la realizaron Ingenios particu la- res, que producían según sus posibilidades técnicas y económicas. Aunado a estas circunstancias no existía control alguno en el precio de venta del azúcar, como tampoco en términos generales, por lo que se refiere a su comercialización.

Como resultado de lo anterior se cuenta con poca infor ma- ción relativa a este período de desarrollo de la In du- stria Azucarera.

- En 1931 se presentó un considerable desequilibrio en la Industria Azucarera Mexicana como reflejo de la de re- presión económica mundial de los dos años anteriores.

Las repercusiones se manifiestan con la ausencia de créditos y financiamientos requeridos por los industriales y agricultores azucareros, situación que ocasionó que se declararan en quiebra gran parte de los Ingenios en operación. Simultáneamente se agudizó el problema de la distribución del azúcar.

Para mejorar tal situación, a iniciativa del Gobierno Federal, los industriales de esta rama agruparon a todos los productores azucareros del país en un organismo creado en 1932 con la razón social de Azúcar S. A.

Sus objetivos primordiales fueron adoptar las medidas iniciales para la adecuada distribución del azúcar en el País y la promoción de financiamientos para la producción. Con el fin de realizar estos objetivos, Azúcar, S. A., hubo de distribuir y vender la totalidad del azúcar producido en el País, para lo cual celebró un contrato de suministro con todos y cada uno de sus asociados que, en caso necesario, le permitía:

- a) Limitar la producción por medio de cuotas a los Ingenios.
- b) Exportar los azúcares excedentes con el fin de equilibrar el Mercado.

En el año de 1938, el entonces Presidente de la República, General Lázaro Cárdenas, expidió la Ley de Asociaciones de Productores para la distribución y venta

en común de sus productos, y a sugestión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público se reestructuró Azúcar, S. A., transformándose en la actual Unión Nacional de Productores de Azúcar, S. A. de C. V., (U.N.P.A.S.A.) a fin de eficientar los sistemas de distribución existentes y mejorar el financiamiento a la producción que tenía el carácter de organización nacional de crédito.

En apoyo para el mejor logro de los fines de UNPASA el Estado a través de la Secretaría de Industria, estableció el precio de venta del azúcar y reglamentó lo correspondiente para la fijación del precio de la caña. De esta manera el Estado concretó su intervención en el desarrollo de la Industria Azucarera Nacional.

Durante esta época el Sector Privado producía aproximadamente el 90% del azúcar del País. En su influencia provocó que se dejaran de lograr los objetivos hacia una reestructuración general de la Industria Azucarera postulados por UNPASA. En cambio, parece ser que la Unión persiguió frecuentemente tan sólo lograr ventajas económicas para los productores de azúcar que como hemos dicho representan la mayoría del capital suscrito y de los socios que la integran.

En 1943, el General Manuel Avila Camacho, Presidente de la República, expidió los primeros Decretos cañeros del país. Puestos en práctica demostraron la tendencia a aparecer a los industriales en perjuicio de los campesinos y a pesar de ajustes posteriores, puede afirmarse --

que en términos generales dejaron de alcanzar las metas hacia mejorar la productividad y economía del sector - azucarero.

En ese mismo año se crea Financiera Industrial Azucarera con el propósito de mejorar los créditos y financiamientos de manera específica para la Industria en cuestión ( por su importancia estratégica).

UNPASA fué considerada como Organismo de Participación Estatal, según inciso "a" del Artículo 3o. de la "Ley para el Control por parte del Gobierno Federal de los Organismos Descentralizados y Empresas de Participación Estatal", del 30 de Diciembre de 1947, publicada en el Diario Oficial.

Por su importancia estratégica, Financiera Industrial - Azucarera, en 1953, adquirió el carácter de Institución Nacional de Crédito cambiando su nombre a Financiera Nacional Azucarera, S. A. ( F.I.N.A.S.A.) mismo que desde entonces ha conservado.

La Industria Azucarera Mexicana atravesó etapas muy difíciles como la que siguió a la fijación de los precios oficiales en Noviembre de 1958, que fueron: al menudeo de \$1.53 y \$1.45 por kilogramo de refinado y standard - respectivamente.

- En la década de los sesentas el Estado interviene directamente en el Consejo de Administración de UNPASA. Durante este período fundamentalmente se persigue la estabilización de precios del azúcar y el incremento para -

la producción azucarera.

Durante este tiempo el precio del azúcar fué inferior a su costo de producción, pues los costos de la Industria subieron, como el conjunto de los precios; por ejemplo, en cuanto a la mano de obra se realizaron cinco revisiones de contrato colectivo de trabajo que en total representaron aumentos salariales de alrededor del 75%, sin considerar prestaciones. En contraste en ese lapso la productividad no creció a un ritmo adecuado, y el consumo nacional lo hizo en mayor proporción que la producción. En el período 1966-1970 la producción de azúcar se incrementó anualmente tan sólo en 2.3% en tanto que el consumo creció 6.5%. La única medida para sostener esta situación fué el apoyo económico gubernamental; subsidios del Gobierno y las garantías al precio de liquidación de la caña compensaron en parte esa situación de desequilibrio, que condujo al endeudamiento y debilitó en general la situación de la Industria.

Graves y crónicos problemas se gestaron en la Industria del azúcar, pero aún así se alcanzaron logros notables habiendo duplicado la producción y con ello permitiendo satisfacer plenamente la demanda nacional e inclusive se contaron con excedentes para la Exportación.

- Este panorama se encontró en 1970, UNPASA, desde el sector de comercialización, regía toda la actividad con el exclusivo criterio del industrial, el Gobierno Federal había ya asumido la responsabilidad del financiamiento

a través de la Financiera Nacional Azucarera, pero sus requerimientos de políticas crediticias nacen de los - requerimientos de UNPASA, así los agricultores cañeros resintieron mayormente la crisis que había llegado a - la Industria; pues sólo el sector obrero mantenía por organización, la congruencia de sus fines dentro de la actividad. Esta Industria, llegó a operar con 17 decretos e innumerables dependencias que nunca se complementaban y si, en cambio, duplicaron sus funciones.

Al inicio de su administración, el Presidente Luis Echeverría, decretó un alza en los precios del azúcar ( Diario Oficial de la Federación, del 17 de Diciembre de - 1970). El precio del azúcar refinado se fijó en \$2.15 - pesos por kilogramo al mayoreo y \$2.30 pesos al menudeo, el de azúcar standard en \$2.00 pesos al mayoreo y \$2.15 al menudeo; éstos representaron, con relación a los precios anteriores que estuvieron vigentes por más de 10 - años incrementos de 50% en el caso del azúcar refinado y de 48% en el de tipo standard.

El consecuente desequilibrio que prevalecía entre el - campo y la fábrica trajo consigo las medidas necesarias de carácter legislativo y financiero que dieron lugar - a la creación de la Comisión Nacional de la Industria - Azucarera, mediante Decreto Presidencial de Diciembre - de 1970, publicado en el Diario Oficial.

En cumplimiento al objetivo VI del Decreto mencionado -

se constituyó el 15 de Febrero de 1971 Operadora Nacional de Ingenios, la cual ha integrado a la fecha un total de 26 Ingenios. Desde un principio los Ingenios -- controlados por ONISA ofrecieron problemas técnicos y -- financieros al tratarse de Unidades Industriales que -- desde sus orígenes fueron inadecuadamente planeadas en cuanto a sus dimensiones, procedimientos de operación, sitios de localización y otros aspectos deficientes que en suma ofrecieron baja productividad en comparación al resto de los Ingenios del País.

La segunda etapa de la reestructuración se inicia con -- los Decretos del 24 de Octubre de 1975 y publicados en el Diario Oficial de la Federación el 27 del mismo mes; disponen importantes modificaciones en la organización de la Industria Azucarera y en las bases de liquidación de la Materia Prima, que permiten separar el valor de -- dicha materia prima de los resultados de su industrialización y comercialización, entre otras reformas, de los artículos del Decreto del 15 de Diciembre de 1970 y el Decreto por el que se declara de interés público la -- siembra, el cultivo, la cosecha y la industrialización de la caña de azúcar. La nueva base se refiere al pago total de la materia prima como un sólo concepto y en relación a su calidad, derivada de su contenido de sacarosa a razón de 317.00 pesos por punto de sacarosa y su -- proporción hasta centésimas de punto.

En esta segunda etapa de reestructuración de la Indus-- tria mencionaremos como características esenciales, que se presentan en la rama comercial, las siguientes:

- 1) Con objeto de desligar al campesino de los resultados de operación de los Ingenios, - así como también de la comercialización del azúcar y al industrial cañero; se garantiza al cañero un precio determinado por su producto conforme a su contenido de sacarosa y al productor azucarero un precio fijo por kilogramo entregado.
- 2) Reestructurándose el capital de UNPASA los Ingenios oficiales adquirieron las acciones de la mayoría de los ingenios privados, -- llevando consigo el manejo administrativo de la Unión al ámbito gubernamental.
- 3) "Se establece además un impuesto que absorbe el 100% de los remanentes de sus precios de venta, después de deducidos sus gastos y los pagos que realiza a los Ingenios".

Como principal consecuencia derivada de estas características esenciales está:

UNPASA se convierte de un simple órgano comercial en importante ejecutor de la política económica y comercial del Gobierno. Convirtiéndose además en la caja recaudadora del Fideicomiso del Azúcar en que basa el Gobierno Federal su actividad económica en materia azucarera.

Ante el panorama de la Industria Azucarera expuesto anteriormente y su repercusión tanto económica como social

para el país, consideramos de importancia tratar como tema de Tesis Profesional un trabajo que pretende abarcar algunos conceptos fundamentales de tan importante rama industrial, que a continuación se presenta a consideración.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE MERCADO

## 1.0 CAÑA DE AZÚCAR

### 1.1 DESCRIPCIÓN Y USO DE LA CAÑA

#### Descripción:

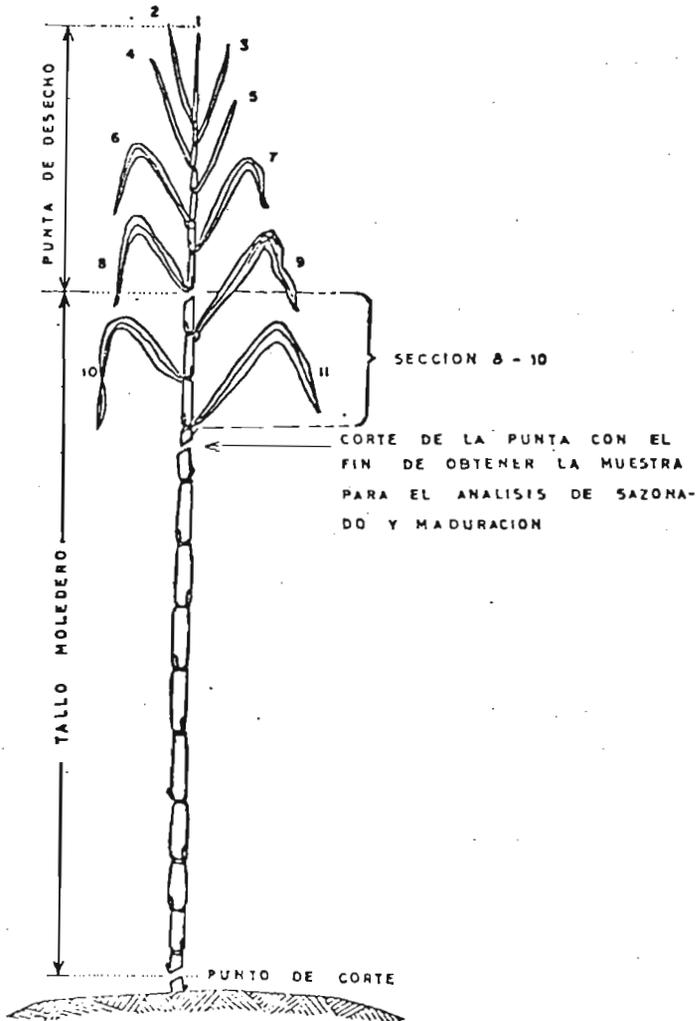
La caña de azúcar es una gramínea perteneciente al género *Saccharum Officinarum*. Constituida por un tallo de longitud y diámetro variable. El tallo está formado por unidades constituidas cada una por el entrenudo o canuto que pueden ser clasificados según su tamaño de mayor a menor en: primarios, secundarios, terciarios o, en ocasiones insuficientemente desarrollados llamados "mamones o chupones". En el nudo nace la vaina, cuya prolongación es la hoja. Ligeramente arriba del nudo está la yema. ( Ver fig. 1).

En la Industria Azucarera se entiende por caña de azúcar. " a la parte del tallo de aquella comprendida en el entrenudo más cercano al surco y la sección 8-10 no afectada por plagas o enfermedades o daños de origen climático como heladas, inundaciones, sequías y otros..." °

La sacarosa es en sí lo que dá valor a la caña de azúcar como materia prima de la Industria Azucarera. Se encuentra concentrada en mayor proporción en la parte del tallo descrita anteriormente.

Las características de la caña de azúcar como son el tamaño, el color y el aspecto varían debido a las diversas - condiciones de terreno, de clima y métodos de cultivo, - que vienen a determinar la selección local del tipo de caña a cultivar.

FIG. 1



Usos:

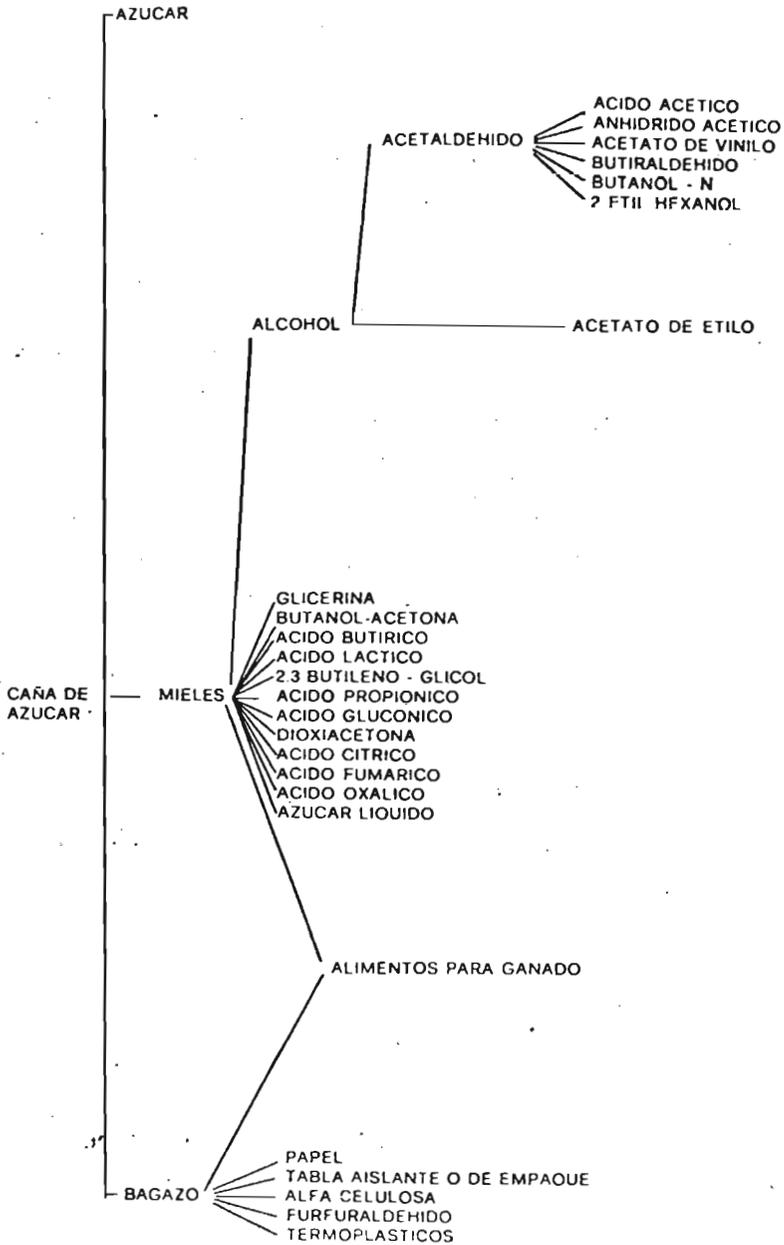
El principal uso de la caña de azúcar es el de ser la materia prima en los Ingenios Azucareros para obtener tres productos principales a saber:

- i) Azúcar
- ii) Bagazo
- iii) Melaza

De ellas emanan una gran cantidad de productos y sub-productos que el mercado demanda.

La totalidad de dichos productos y sub-productos se muestran esquemáticamente en el siguiente cuadro ( Cuadro No.1)

DERIVADOS DE LA CAÑA DE AZUCAR



## 1.2 CULTIVO DE LA CAÑA

### 1.2.1 Método de Siembra

La caña de azúcar se produce por medio de trozos de tallo o estacas, de aproximadamente 60 cm. de longitud, que deben contener entre 4 y 5 yemas, de donde emergen las plantitas.

La mejor germinación se logra en las yemas del tercio superior del tallo que son más jóvenes y suculentas en comparación del tercio inferior cu yas yemas son más viejas y endurecidas.

Los surcos donde se siembra deberán tener normalmente una separación de 0.80 m. a 1.60 m. dependiendo de las circunstancias locales, ecología, variedad de la caña y mecanización de la cosecha. Si la cosecha es mecanizada, la distancia mínima entre surcos deberá ser de 1.50 m. hasta un máximo de 1.80 m.

El futuro de una buena plantación depende del cu idado que se tenga en la siembra. Una buena siembra es más cara que una ordinaria, pero dará mejores dividendos en la cosecha.

A los trozos de tallo o estacas, se les llaman se millas las cuales se obtienen cortando cañas destinadas a la siembra.

El corte se hace con machete lo más bajo posible. Posteriormente se le quita el penacho, que es el conjunto de hojas más verdes, y los entrenudos más

cortos que coronan a la planta.

La caña que ha sido cortada se coloca en camiones manualmente para evitar que las yemas se lastimen.

Cuando la semilla se encuentra en el campo donde ha de sembrarse, se le desprende primero toda la paja que lleva para que al sembrarse puedan brotar las yemas con mayor facilidad y el enraizamiento sea rápido y profundo.

Se cortan los tallos procurando que contengan de 4 a 5 yemas. Al efectuar este trabajo de troceo se seleccionan los trozos de caña sanas. Estos trozos se van tirando en el fondo del surco, tratando de tener unas 90,000 a 100,000 yemas por hectárea.

Los surcos se cubren con tierra de manera que se tenga un espesor de 5 a 8 cm. De esta manera si se proporciona una humedad adecuada, la caña enraizará rápidamente y las yemas empezarán a brotar.

Las siembras de la caña de azúcar se realizan en terrenos de riego y de temporal, con notables diferencias en cada caso en cuanto a la época de plantación. En los terrenos considerados como de temporal se hace al principio de las lluvias, excepto cuando tienen un drenaje interno o externo muy deficiente. Por esta razón en México las siembras de temporal se efectúan desde fines de Mayo hasta Octubre y así la edad de la caña al cosecharse varía de 15 a 18 meses. Hay un aspecto importante, y es

que en algunos Ingenios por necesidades de aumentar su producción azucarera, se cosechan las plantas con una edad de 10 a 11 meses. Esto es improductivo ya que se tienen costos altos de cultivo y bajos rendimientos.

En las áreas de riego, la siembra puede iniciar aún después de que haya terminado la estación de lluvias, pero no se debe acercar demasiado al invierno porque el frío retarda grandemente la germinación y el desarrollo de pequeñas plantas.

Para los que tienen facilidades para sembrar por riego los meses propicios serán Junio, Agosto, Noviembre y Diciembre. Durante Julio y Septiembre las siembras no se recomiendan debido a que en estos meses se tiene la mayor precipitación pluvial.

En la siembra por riego la caña al cosecharse tiene una edad de 13 a 17 meses. Su período para cosecharse es menor y más amplio que en las siembras por temporal debido a que con el sistema de riego se controla el agua suministrada y así la caña puede madurar más rápidamente.

Por otra parte cuando se siembra en Febrero, Marzo y Abril, estas siembras son llamadas tardías, ya que los productores esperan la terminación de las cosechas de maíz, arroz y tomate para sembrar la caña de azúcar.

### 1.2.2 Períodos de Siembra:

Para fijar las cosechas más propicias para la -- siembra, se debe tomar en cuenta la temperatura óptima de germinación y desarrollo de la planta de caña de azúcar, además de la cantidad de agua que se necesita para la maduración, y si ésta se rá suministrada por lluvia o por riego.

Las diferencias en los períodos de siembra de - una región a otra se deben fundamentalmente a las condiciones térmicas y pluviométricas de cada zona.

Para encontrar el período más propicio es necesario construir gráficas de temperatura y precipitación, para prever las variaciones de lluvia o bajas de temperaturas que se pudieran tener durante la zafra.

Estas gráficas se hacen teniendo en cuenta los siguientes datos fundamentales de la caña de azúcar:

- a) La óptima germinación de la caña se obtiene entre los 32 y 38°C.
- b) Abajo de una temperatura de 21°C el desarrollo de las raíces se retarda y puede llegar a paralizarse si la temperatura llega a los 10°C.
- c) La temperatura óptima, tanto para el desarrollo como para la mejor absor-

ción de nutrimentos, es de 27°C.

El consumo de agua necesario para el desarrollo de la caña de azúcar, determinado por el método de Blaney y Criddle, de acuerdo a las condiciones de las zonas cañeras de México, varía de - 5.48 mm. por día (2,000 mm. por año) a 6.84 mm. por día ( 2,500 mm. por año).

En las regiones de clima templado, se tienen - en un año fluctuaciones de 3.8 a 8.5 mm. por - día o sea una lámina anual de 1,387 a 3,139 mm. y en las regiones de clima cálido variaciones - de 4.8 a 8.9 mm. por día dando una lámina anual de 1,752 a 3,248 mm. De aquí se deduce que para obtener 1.kg. de azúcar se requieren aproximadamente 500 litros de agua, Instituto para el Mejoramiento de la Producción de Azúcar (IMPA).

Para establecer los índices climatológicos de - una región determinada se hace uso de las gráficas de precipitación y temperatura, donde se - anotan las condiciones que requiere la caña de - azúcar y se vaciarán los promedios de 10 años - cuando menos y de cada uno de los 12 meses, de - las temperaturas máximas, medias y mínimas, así como los milímetros de precipitación ( Ver Figura 2 y 3).

Los índices tendrán la siguiente información:

Temperatura:

10. Margen de germinación óptima: 32 a 38°C.

FIG.2  
INDICES PLUVIOMETRICOS Y SU  
RELACION CON LA CAÑA DE AZUCAR

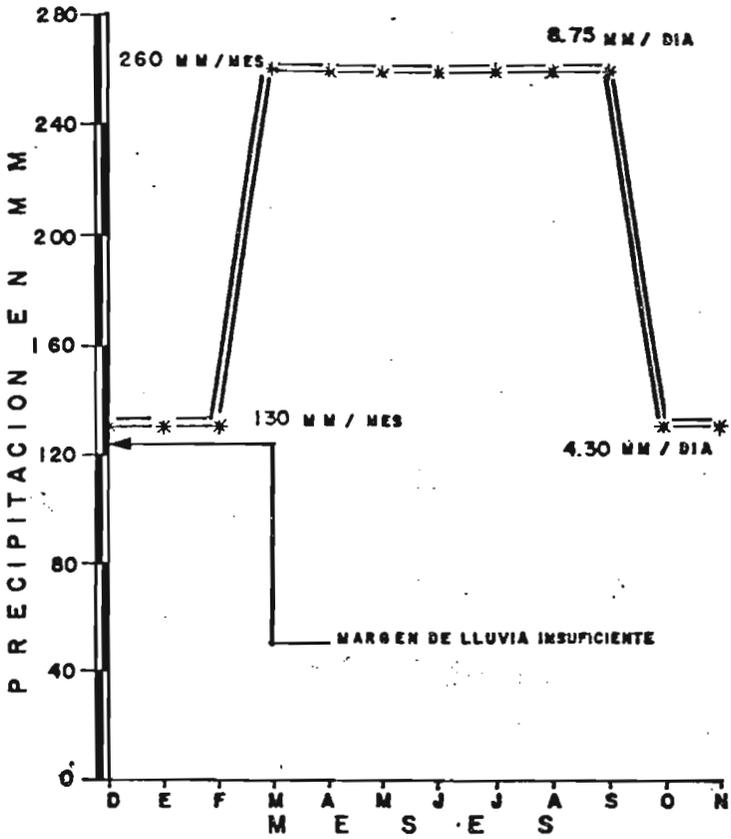
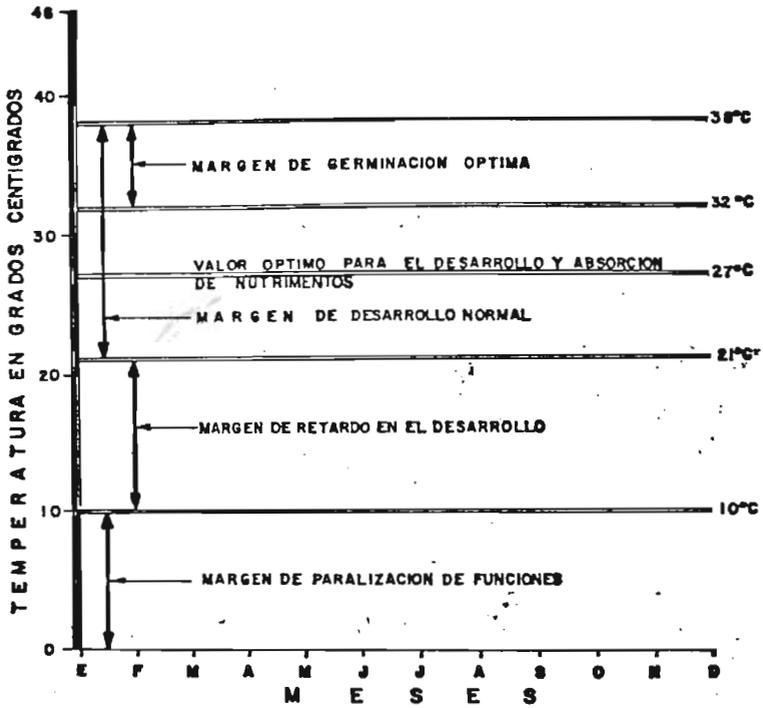


FIG.3  
INDICES TERMICOS Y SU RELACION  
CON LA CAÑA DE AZUCAR



- 2o. Margen óptimo para desarrollo y absorción de nutrimentos: 27°C.
- 3o. Margen de desarrollo normal de la caña: 21 a 38°C.
- 4o. Margen en que la caña retarda su desarrollo: 10 a 21°C.
- 5o. Margen en que la caña paraliza sus funciones: menos de 10°C.
- 6o. Margen en que la caña se daña: menos de 2°C.

#### Precipitación:

- 1o. Las zonas con precipitación pluvial menor de 1,500 mm. anuales y mal -- distribuida requieren riegos de auxilio.
- 2o. La necesidad de agua para la caña -- en clima templado varía de 3.8 a 8.6 mm. por día, en un año completo.
- 3o. La necesidad de agua para la caña en clima cálido varía de 4.8 a 8.9 mm. -- por día, en un año completo.

#### 1.2.3 Método de siembra para obtener nuevas variedades

Para obtener nuevas variedades de caña de azúcar -- que tengan mejores características, se utiliza la hibridación. Los estudios de hibridación se reali-

zan en la Estación Nacional de Hibridación del -  
IMPA localizada en Cacahoatán, Chis., donde el -  
clima tropical húmedo, la temperatura uniforme,  
las excelentes tierras de riego y los pocos y li  
vianos vientos que no ocasionan enfriamientos per  
judiciales, favorecen el crecimiento de cañas de  
azúcar con flores fértiles. A las semillas que se  
obtienen de estas flores, se les llama semillas -  
verdaderas o fuzzi.

Gracias a las ideales características climatoló-  
gicas de la Estación Nacional de Hibridación, los  
trabajos se realizan a la intemperie. Sin necesi-  
dad de invernadero, por lo cual los costos de hi-  
bridación de la caña de azúcar en México son ba--  
jos.

Metodología para la hibridación y selección de hi  
bridos.

Los métodos usados para la hibridación de -  
la caña de azúcar son empíricos y el gene--  
tista intenta "combinar lo mejor con lo me-  
jor con la esperanza de obtener lo mejor".  
(IMPA)

Para la producción de nuevas variedades de  
caña de azúcar el genetista dispone de una  
gran cantidad de material que puede hibri--  
dar con relativa facilidad.

En primer lugar cuenta con las variedades -  
nobles ( naturales) de la especie Saccharum

officinarum, con 80 cromosomas, la especie Saccharum Barbarie y Saccharum Sinese con 32 a 124 cromosomas. Además de las variedades silvestres de la especie Saccharum - - Spontaneum con 48 a 112 cromosomas.

De la combinación de estas variedades se han obtenido otras de origen híbrido con características deseables, convirtiéndose en variedades comerciales dentro de los tres tipos mencionados.

#### Sincronización de la Floración:

La floración de la caña de azúcar es oapri chosa, algunas variedades normalmente floorean temprano, otras tarde y algunas no - floorean.

La época de floración de la caña de azúcar es básica para los cruzamientos, pues solamente se pueden cruzar las variedades que floorean en la misma semana y con frecuencia conviene cruzar variedades tempranas con variedades tardías.

#### Cruzamientos:

El método que tiene el IMPA para efectuar los cruzamientos es el del Canal Point Flo. U.S.A. modificado a las condiciones de México.

"Consiste en conservar la hembra en su lugar de cultivo llamado cepa y aparearla con el macho haciéndolos vivir en una solución nutritiva descubierta en Hawai, U.S.A." -- (IMPA)

#### Cruzas con linternillas:

Para evitar la contaminación con polen extraño, en las cruzas importantes, se usa el Método Australiano con modificaciones para México. "Consiste en cubrir las espigas de la cruz con una manta de bramante de tejido muy fino, que permite la ventilación de las espigas e impide la entrada de granos de polen del exterior. Las espigas hembras y machos se hacen vivir en solución nutritiva y se protegen con las linternillas de los rayos directos del sol". (IMPA)

#### Manejo de la semilla verdadera "Fuzz"

##### Cosechas:

Las espigas de las cruzas se cosechan cuando empiezan a desprender la pelusa, cortándose la espiga de la base y guardándola en una bolsa de papel debidamente rotulada para su identificación. Se secan al sol durante 9 días y posteriormente se separa el fuzz.

##### Conservación de la semilla:

La semilla verdadera o fuzz se empaca en bol

sas de polietileno, a las cuales se les pone un trocito de cloruro de calcio para eliminar la humedad y se etiquetan con su identificación correspondiente. Posteriormente se les inyecta bióxido de carbono para su conservación y se sellan herméticamente. Finalmente se refrigeran a una temperatura de 0° a 5°C.

#### Siembra de semilla:

Las semillas se siembran en cajas de 35 x 50 x 10 cm., llenas de tierra desinfectada con bromuro de metilo y especialmente preparadas con tierra, compost y arena.

La siembra se inicia el 1o. de Febrero colocando 10 grs. de semilla por caja germinadora. Se le mantiene húmeda y en la noche se tapa la caja para que guarde calor. La germinación dura de 3 a 10 días y a partir de entonces se hacen aplicaciones de Phygon para controlar la enfermedad causada por la pudrición de Pythiom. Las plantas se trasplantan de la 4a. y 5a. semana de edad a nuevas cajas germinadoras y cuando alcanzan una edad de 10 a 12 semanas se inoculan con el virus del mosaico, extraído por maceración de las hojas tiernas de plantas enfermas. Después de 4 o 5 semanas se eliminan las plantas atacadas por esta enfermedad.

A fines del mes de Mayo se lavan las raíces para dejarlas libres de tierra, se sumergen en una solución de agahol y aldrín y se empaacan en atados de 30 manojos con fibra de coco desinfectada para conservar la humedad de las raíces, y posteriormente se colocan los atados en bolsas de plástico perforadas. El material se distribuye a los campos experimentales de acuerdo al siguiente plan.

Las variedades de floración temprana, cruzadas en la 1a. semana de Noviembre, se distribuye a las zonas altas de 1,000 a 1,600 m. s. n. m. donde la caña florea poco o no florea. En estas zonas encontramos Ameca, - Jal., e Izúcar de Matamoros, Pue.

Las variedades de floración intermedia, cruzadas durante 1a. 2a. y 3a. semanas de Noviembre, se distribuyen en lugares que tienen entre 500 y 900 m.s.n.m. correspondiente a Córdoba, Ver., Zacatepec, Mor.

Las variedades de floración tardía, cruzadas durante la 4a. semana y la 1a. de Diciembre, se distribuye en lugares bajos de 50 a 500 m.s.n.m. y a zonas cañeras marginales donde casi todas las variedades comerciales florecen. Estas zonas corresponden a Papaloapan, Ver., Chontalpa, Tab., Xicotlán

catl, Tamps., y Los Mochis, Sin.

#### Selección de Híbridos:

El material híbrido (Plántulas) remitido de la Estación Nacional de Hibridación a los diferentes campos experimentales, es seleccionado durante un período de 8 a 10 años. Durante este período se escogen los tallos que muestran las mejores características agronómicas y fitosanitarias. Se determinan las características de sanidad exterior del tallo como el amacollo, tamaño de la copa o penacho, diámetro del tallo, tenacidad y dureza, así como la de sanidad interior, como son el contenido de fibra y de sacarosa.

Las variedades seleccionadas se multiplican al máximo en un campo comercial para someterla a una prueba final que consiste en acumular suficiente caña en el batey para ensayar una molienda continua de dos o más horas en el molino de la fábrica, con el fin de que el técnico azucarero califique su comportamiento en la fábrica en comparación con las variedades comerciales.

#### 1.2.4 PERIODOS DE CORTE

##### Corte a mano:

El corte a mano de la caña de azúcar sigue

siendo la forma más común de cosecharla.

Los tallos se cortan a ras del suelo con ma chete. El cogollo se corta y separa del tallo, haciendose el corte en un punto inmediatamente arriba del último canuto que posee color, en el extremo superior del tallo. Después de esto el cortador deshoja a la planta y ésta queda lista para el alce y transporte al Ingenio.

En la operación del corte manual, especialmente cuando la caña se corta sin quemar, la cantidad de materia extraña está normalmente limitada a hojas verdes o secas y a una cantidad mínima de cogollos. Cuando el corte es manual, pero la caña es quemada y los cortadores son eficientes, la materia prima entregada al Ingenio, es la más limpia que se pueda lograr.

El quemar la caña para su corte, es un ahorro en mano de obra ya que se facilita el corte, al tener la caña libre de hojas y maleza. La caña no se perjudica por ser quemada, pero la velocidad a la cual se deteriora bajando su contenido de sacarosa, aumenta sobre todo si cae lluvia sobre la caña quemada; de ahí la necesidad de procesarla lo antes posible.

La desventaja de cortar caña quemada se encuentra en la fábrica, dado que los grupos de caña quemada no se clarifican con tanta facilidad y producen más incrustaciones en los evaporadores.

La organización de la cosecha en un ingenio mexicano es una operación problemática y costosa, sin considerar las dificultades de tipo social. Antes de comenzar el corte, los Ingenieros o cañeros dedican parte de su personal a la contratación de cortadores, que en ocasiones vienen de lugares muy distantes al centro de trabajo.

De los estudios realizados en varios ingenios en México, en algunos casos los gastos de corte en la zafra llegan a casi \$10.00 por tonelada de caña.

#### Corte mecánico:

Este sistema de corte se ha desarrollado en países donde la mano de obra es cara y escasa. Resolviendo con esto el problema del corte de grandes cantidades de caña en un determinado tiempo. El equipo utilizado para el corte mecánico son las cortadoras y alzadoras/cargadoras.

Se han diseñado varios tipos de cortadoras,

por compañías norteamericanas principalmente, los cuales se ajustan a las condiciones del terreno y cultivo.

El trabajo de la cortadora consiste en cortar y despuntar la caña, formando una cama con el producto de 3 o 5 hileras, dejándola lista para el alce.

Tanto el disco de corte inferior como los despuntadores, son ajustables para cortar la caña a la altura requerida. La capacidad de estas máquinas es de 4 hectáreas en 10 horas de trabajo, con rendimientos hasta de 100 toneladas por hectárea. Para campos bastante poblados se pueden utilizar máquinas combinadas para el corte simultáneo de dos hileras de caña, alcanzando una capacidad de 50 toneladas por hora, con rendimientos de hasta 100 toneladas por hectárea. Para campos bastante poblados se pueden utilizar máquinas combinadas para el corte simultáneo de dos hileras de caña, alcanzando una capacidad de 50 toneladas por hora, con rendimientos de hasta 300 toneladas por hectárea.

#### Alzadoras/cargadoras:

Su operación consiste en levantar la caña del suelo y depositarla en vehículos de acarreo.

La caña es sujeta por una pinza en forma de araña, que tiene una capacidad de agarre de 700 kilogramos y el rendimiento de carga por hora, puede ser hasta de 75 toneladas.

El tipo convencional de cargadora, se puede montar en un tractor de rueda o de oruga, - ésto dá oportunidad de desmontar la cargadora y utilizar el tractor para otro tipo de trabajo.

El corte mecánico de la caña en México se ha venido realizando desde 1960 pero la mayoría de las unidades cortadoras no se aprovechaban debido a las condiciones de los campos en México.

La mecanización del campo cañero en México se empezó a efectuar formalmente a partir de 1968 con la participación de la Thompson Machinery, la Massey-Ferguson, la J & L Engineering Co. Inc.

Uno de los problemas fundamentales de la utilización de maquinaria para el corte de caña es la cantidad excesiva de materia extraña que introduce en las fábricas.

La materia extraña que trae la caña de campo considerada como "basura", puede clasificarse principalmente en: cogollos, hojas verdes y secas, mamones, raíces y pedazos de madera en forma de tocones residuales.

La materia extraña de tipo mineral se encuentra contenida en la tierra, ya sea adherida a las raíces o suelta, en piedras, con la arena y el polvo, también en ocasiones en pedazos de metal que proceden de piezas cambias durante las reparaciones efectuadas en el campo, de los equipos de cosecha.

Este problema se ha resuelto en parte con la instalación de plantas limpiadoras, que utilizan agua para eliminar la tierra y la materia soluble. Para remover las piedras y hojas se emplean limpiadores en seco que utilizan principalmente la fuerza del aire y las zarandas vibradoras de sus conductores.

Este equipo es instalado en estaciones de transbordo, ya que sería difícil manejar tanta basura en los patios de los ingenios. Tales unidades son costosas, pero aún así, su inversión y gastos de operación podrían ser justificados, si estos fueran absorbidos por los cañeros y el industrial. Pero en el caso de México el cañero no tiene incentivo para invertir en una operación de este tipo, ya que el pago que se ha venido haciendo es por el peso de la caña entregada a la fábrica, con una garantía del 8% de azúcar recuperable.

Se espera que con la nueva medida decretada en 1975 para pagar al cañero \$ 17.00 por pun-

to de sacarosa, el productor del campo - quedará habilitado para adquirir este -- equipo.

#### 1.2.5 CICLO VEGETATIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR

Está formado por 3 etapas a saber:

- a) Desarrollo de cepas
- b) Formación de sacarosa
- c) Maduración.

##### Desarrollo de cepas:

Tiene una duración de 5 a 6 meses, y se - considera que es desde que la planta germina hasta que el campo cierra. En esta - etapa es necesario mantener en la caña arriba del 85% de humedad con el fin de lo -  
grar una cepa vigorosa.

##### Formación de sacarosa:

Se considera que es desde que el campo - cierra hasta el inicio de la maduración, es - te período tiene una duración aproximada - de 9 a 10 meses. Aquí hay que bajar la humedad de la planta procurando mantenerla en - tre 78 a 80%, para que así se tenga un buen desarrollo e iniciar la acumulación de saca -  
rosa en las plantas.

##### Maduración:

Se inicia 3 meses antes del corte y a este

período se le dice que "la caña sazona". -  
Para madurar la caña de azúcar depende pri-  
mordialmente de dos factores:

- 1) Descenso de la temperatura am-  
biental, y
- 2) La humedad del suelo.

Esto es con el fin de retardar la evolu-  
ción biológica e inducir a la planta a sin-  
tetizar en sacarosa los azúcares reducto-  
res que hasta entonces había estado utili-  
zando para desarrollarse. Se necesita ba-  
jar paulatinamente la humedad hasta el 73-  
75% en el momento del corte, con esto se -  
logra suspender el crecimiento y promover  
la conversión de los azúcares reductores a  
sacarosa.

Estas condiciones se logran en cultivos de  
riego y cuando la lluvia no interfiere en  
el proceso de secado de la caña, de otra -  
manera habrá que conformarse con dar prio-  
ridad a las áreas que muestren menor hume-  
dad y mayor índice de polarización en la -  
sección 8-10 de la planta de la caña de -  
azúcar.

Es práctica usual que en circunstancias -  
normales se corte la caña después de un pe-  
ríodo promedio de 18 a 24 meses de creci-  
miento. Plantas nuevas llamadas retoños na-

Después de que caña es cortada, produciéndose así una segunda cosecha, llamada "soca", de esta se puede obtener una tercera cosecha que se denomina "resoca". No es conveniente continuar las cosechas posteriores a las resocas en virtud del agotamiento de los nutrientes en las tierras.

La mayor acumulación de azúcar en las plantas es a los 15-18 meses por lo que es conveniente iniciar el sazonado con tres meses de anticipación al corte. En las socas la mayor concentración de azúcar es a los 14-25 meses por lo que el sazonado se inicia con 5 meses de anticipación al corte.

1.2.6 Plagas y enfermedades:

Las plagas más importantes que atacaron la caña de azúcar nacional en el período 73/74 se registran en el cuadro No. 2. Ahí se indican las áreas afectadas por cada plaga en relación al total cultivado.

C U A D R O No. 2

Plaga	Has. afectadas	% Cosecha Total Nacional
Salivazo	125,949	28
Kata	124,759	28
Sarriener	55,737	13

FUE. E. Secretaría Agricultura y Ganadería.

Salivazo:

Esta plaga afectó mayormente áreas de las - Huastecas y el Alto Papaloapan.

A nivel de Ingenios, en algunos casos parti culares los porcentajes de superficie cosechada afectada por la plaga El Salivazo, re sultan impresionantes por su magnitud. En - el cuadro No. 3 se consignan aquellos Inge- niso que registraron las proporciones más - elevadas del ataque del salivazo.

C U A D R O No. 3

ATAQUE DEL SALIVAZO ( Zafra 73/74)

( FUENTE S.A.G.)

INGENIO	Localización	Hectáreas afectadas	Hectáreas afectadas por Estado	Cosecha total afectada por Ing.	Cosecha total afectada por Edo.
El Dorado	Nayarit	2,000	2,000	75.5	
El Dorado	Sinaloa	1,994		51.22	
La Primavera	Sinaloa	3,500		32.82	
Rosales	Sinaloa	2,983	8,477	30.21	
José M. Morelos	Jalisco	1,500		32.33	
Melchor Ocampo	Jalisco	610	2,110	35.67	
Plan de Ayala	S. L.P.	11,956	11,956	78.61	
El Mante	Tamaulipas	6,998		38.86	
Xicotencatl	Tamaulipas	13,074	20,072	74.21	
El Higo	Veracruz	4,292		100.00	
Zapotita	Veracruz	8,348		100.00	
La Gloria	Veracruz	1,500		49.75	
Motzorongo	Veracruz	8,000		43.75	
El Modelo	Veracruz	2,000	24,140	29.36	
Adolfo L. Mateos	Oaxaca	8,107		100.00	
La Margarita	Oaxaca	5,454	11,571	45.45	
Santa Rosalía	Tabasco	4,000	4,000	51.49	
La Joya	Campeche	6,442	6,442	29.98	

El Barrenador:

El Barrenador causó también grandes pérdidas de caña en 1974. El cuadro No. 4 registra las principales superficies atacadas por esta plaga.

( ATAQUE DEL BARRENADOR) C U A D R O No. 4 ( Zafra 73/74)

INGENIO	Localización	Hectáreas afectadas	Has. afectadas por Estado	% Cosecha total afectadas por Ingenio	% Cosecha total afectada por Estado
La Primavera	Sinaloa	8,000		75.03	
Los Mochis	Sinaloa	12,930		100.00	
Rosales	Sinaloa	9,042	29,972	91.57	
José Ma. Morelos	Jalisco	2,000		43.11	
Melchor Ocampo	Jalisco	1,638		100.00	
Tamazula	Jalisco	4,000	7,638	42.75	
Quesería	Colima	6,000	6,000	64.79	
El Higo	Veracruz	3,000	3,000	69.90	

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Ganadería

La Rata:

Esta plaga adicionalmente a los perjuicios que en forma directa ocasiona a la caña, se mezcla en el guara po extraído en los molinos, afectando la calidad del mismo.

El Cuadro No. 5 ofrece la magnitud del daño que ocasionó este roedor, en los sitios donde atacó con más fuerza.

C U A D R O No. 5

Ataque de la rata ( Zafra 73/74)

I N G E N I O	Localización	Hectáreas afectadas	Cosecha total afectada por Ingenio
El Cera	Nayarit	2,400	91.08
El Dorado	Sinaloa	3,893	100.00
La Primavera	Sinaloa	10,653	100.00
Rosales	Sinaloa	9,042	91.57
Quesería	Colima	4,000	43.20
La Gloria	Veracruz	2,500	82.92
Motzerongo	Veracruz	10,000	54.78
San Fco. El Naranjal	Veracruz	2,450	46.25
Cuatotolapam	Veracruz	4,963	43.96
San Cristoabl	Veracruz	17,543	35.91
El Portero	Veracruz	4,990	29.88
Adolfo López Mateos	Oaxaca	5,034	61.86
La Margarita	Oaxaca	6,281	51.97
Nueva Zelandia	Tabasco	1,000	57.97
La Joya	Campeche	3,000	46.56

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Una cuantificación de los daños causados en el País por las plagas más importantes, se consignan en el cuadro No. 6. La Estimación de las pérdidas se realizó con el promedio general de rendimiento de 68.11 tons. de caña por hectárea cultivada.

C U A D R O No. 6

P l a g a	Tons./Ha.	Tons. Totales Perdidas
Salivazo	8	1,015,592
Rata	12	1.497,100
Barrenador	4	227,148
Total	24	2,739,840

Las 2.739,840 toneladas de caña perdida, significaron alrededor de - - 236,284 toneladas de azúcar que se dejaron de producir. Su valor, según análisis de la S. A. G. podrían cubrir las inversiones para el adecuado Estudio, control y combate de dichas plagas, que a la fecha aún no se - realizan plenamente.

## MÉTODOS DEL CONTROL DE PLAGAS:

Las conclusiones obtenidas mediante el estudio y trabajos realizados por los técnicos del Instituto para el mejoramiento de la producción de azúcar, conjuntamente con el personal que labora en los Ingenios, son las siguientes:

- I. Control Químico
- II. Control Biológico
- III. Medidas preventivas.

### I. Control Químico:

#### I.1 Venenos de acción inmediata:

Estos actúan rápidamente pero cuando se emplean consecutivamente producen asco o repulsión en los roedores y sólo exterminan una parte de la población. Los venenos principalmente utilizados son:

- a). Sulfato de estriquina
- b) Sulfato de Talio
- c) Fósforo de zinc
- d) Endrín

#### I.2 Venenos de acción acumulativa:

Son compuestos que impiden la **coagulación** de la sangre, y actúan en animales de sangre caliente, excepto:

- a) Warfarina

- b) Fumarina
- c) Tomorin
- d) Prolin

## II. Control Biológico:

Para el control biológico de las plagas que atacan los plantíos - de caña de azúcar, el I.M.P.A. ha buscado un método más económico, para determinar cuales son los parásitos depredadores de las plagas más importantes, que sean capaces de disminuir las poblaciones de dichas plagas, por lo que se han realizado crianzas artificiales para el control biológico.

### Salivazo:

Su control se lleva a cabo mediante la cría de Zellos sp. ( chinches)

### Rata:

Los enemigos naturales que actúan como depredadores de la rata cañera; son los coyotes, buhos, culebras, gavilanes, mapaches y tlacuaches. Pero es costoso y difícil el emprender su cría artificial en gran escala.

### Barrenador:

Para organizar el control biológico, se han hecho - esfuerzos para establecerlo mediante la cría artifi cial y liberación de parásitos taquinidos se han - probado:

**La mosca mexicana (Paratheresia claripalpis)**

La mosca de pepic (*Palpozenillia palpalis*)

La mosca Cubana (*Lixophaga diatraeae*)

La mosca Amazónica (*Metagonistylum minense*)

La avispa (*Trichogramma minutum*)

Sin embargo el combate biológico mediante el uso de parásitos depredadores es negativo pues no se ha logrado su colonización en los campos cañeros y su crianza no es costeable, por lo que el I.M.P.A. sigue recomendando el uso de insecticidas químicos.

#### Medidas Preventivas:

A raíz de los resultados para atacar las plagas, obtenidos con insecticidas químicos y biológicos se han desarrollado ciertas medidas, resultando:

- 1) Variedades resistentes, entre las cuales están las variedades NCo 310, Co 421, Mex 54-81, Mex 55-250.
- 2) Preparación del suelo: iniciando las labores con el volteo de las cepas viejas, se sacan los tocones y se les quema, dejando orear el suelo durante unos 30 días.

#### ENFERMEDADES PRINCIPALES

Las cinco enfermedades principales que afectan los plantíos nacionales son:

- i) El Mosaico
- ii) Raquitismo de las socas

- iii) La mancha de ojo
- iv) La pudrición roja
- v) Clorosis

#### El Mosaico:

Esta enfermedad se encuentra muy difundida en los Estados de Jalisco, Michoacán, Puebla, Veracruz, Yucatán y Tabasco, en donde ataca las variedades Co 213, Co 281, Co 290.

#### Raquitismo de las cañas:

Se le designa con este nombre debido a que su principal efecto es el de enanismo de las plantas, esta enfermedad se encuentra distribuida en todas las regiones de México, atacando las diferentes variedades que se cultivan.

#### La mancha de ojos:

Es una enfermedad causada por el hongo *helminthosporium sacchari*. Se presenta en la mayoría de las regiones cañeras, principalmente en lugares húmedos, atacando principalmente las variedades Co 419 y Co 421.

#### La pudrición roja:

Es causada por el hongo *colletotrichum falcatum* wint, que se localiza principalmente en las zonas cañeras ubicadas en Tamaulipas y Sinaloa. Sus daños sin llegar a ser graves, se deben a las lesiones que causa el barrenador, las cuales facilitan que este hongo se propague.

#### Clorosis:

Enfermedad de origen no parasitaria que se manifiesta en el follaje de la caña, la cual pierde su color verde. Se localiza en ma--

por intensidad en las zonas de Puebla, Morelos, Tamaulipas, Jalisco y Campeche. Causa la interrupción del desarrollo de las plantas y se presenta en forma de manohones amarillentos.

#### LABORATORIO CENTRAL DE PARASITOLOGIA

Este laboratorio está ubicado en la Ciudad de México, funciona desde 1957 y entre sus principales actividades se encuentran:

- a) Identificar y clasificar las plagas y enfermedades de la caña de azúcar.
- b) conservar e incrementar las colecciones de plagas y enfermedades que atacan a la caña de azúcar para su conocimiento y poder encontrar las variedades resistentes a dichas plagas y enfermedades.

El Cuadro No. 7 consigna las enfermedades que agravaron la cosecha durante la zafra 73/74.

AREAS ( HECTAREAS Y PORCENTAJES ) DE CAÑA DE AZUCAR, AFECTADAS POR ENFERMEDADES,  
EN LA ZAFRA 1973/74

REGIONES E INGENIOS	Hectáreas Cosechadas	Mancha de Ojo		Mosaico		Pokkahboeng		Raya Roja		Raquistismo	
		Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%	Has.	%
<u>TOTAL DEL PAIS:</u>	<u>447,589</u>	<u>1,132</u>	<u>0.25</u>	<u>6,323</u>	<u>1.41</u>	<u>8</u>	<u>0.04</u>	<u>18,440</u>	<u>4.12</u>	<u>8,815</u>	<u>1.97</u>
I. <u>PACIFICO NORTE</u>	<u>54,722</u>	<u>100</u>	<u>0.18</u>	<u>65</u>	<u>0.12</u>			<u>25</u>	<u>0.05</u>		
1. El Cora	2,635										
2. El Dorado	3,893										
3. El Molino	6,725			65	0.97			25	0.37		
4. La Primavera	10,663	100	0.94								
5. Los Mochis	12,930										
6. Puga	8,002										
7. Rosales	9,874										
II. <u>PACIFICO CENTRO</u>	<u>46,969</u>	<u>100</u>	<u>0.21</u>	<u>2,808</u>	<u>5.98</u>						
8. Bellavista	3,336										
9. Estipao	849										
10. José Ma. Morelos	4,639										
11. La Guadalupe	909										
12. La Purísima	719										
13. Melchor Ocampo	1,638										
14. Quesería	9,260	100	1.08	2,248	24.28						
15. San Francisco Ameca	4,696										
16. Santiago	734										
17. Tala	10,832			500	4.62						
18. Tamazula	9,357			60	0.94						

III.	<u>CENTRO OESTE</u>	<u>13,235</u>						
19.	Lázaro Cárdenas	3,082						
20.	Pedernales	1,872						
21.	Puruarán	1,819						
22.	San Sebastián	2,916						
23.	Santa Clara	3,566						
IV.	<u>CENTRO SUR</u>	<u>26,230</u>				<u>8</u>	<u>0.03</u>	
24.	Atencingo	5,048						
25.	Calipan	2,937						
26.	Casasano	2,605						
27.	Emiliano Zapata	12,155						
28.	Oacaloo	3,025						
29.	San Martín	450				8	1.78	
V.	<u>PACIFICO SUR</u>	<u>4,831</u>						
30.	Pujiltic	3,098						
31.	Santo Domingo	1,733						
VI.	<u>HUASTECAS</u>	<u>66,175</u>	<u>20</u>	<u>0.03</u>	<u>3,200</u>	<u>4.84</u>		<u>600</u> <u>0.91</u>
32.	Agua Buena	2,699						
33.	El Higo	4,292	20	0.47				600 13.98
34.	El Mante	18,008						
35.	Plan de Ayala	15,210			3,200	21.04		
36.	Xicotencatl	17,618						
37.	Zapeapita	8,348						
VII.	<u>VERACRUZ CENTRO</u>	<u>24,006</u>	<u>200</u>	<u>0.83</u>				<u>3,100</u> <u>12.91</u>
38.	El Modelo	6,813						2,500 35.69
39.	Independencia	8,963						
40.	La Concepción	2,596						
41.	La Gloria	3,015						600 19.90
42.	Mahuixtlán	2,619	200	7.64				

VIII.	<u>ALTO PAPALOAPAN</u>	<u>81,309</u>	<u>712</u>	<u>0.88</u>	<u>250</u>	<u>0.31</u>	<u>8,215</u>	<u>10.10</u>	<u>4,430</u>	<u>5.45</u>
43.	Adolfo López Mateos	8,138								
44.	Sancti Spiritus	9,087					200	2.49		
45.	El Carmen	9,493	50	1.11						
46.	El Refugio	7,547					311	4.12		
47.	La Margarita	12,090					6,016	49.77	4,430	36.64
48.	La Providencia	9,255					150	1.62		
49.	Motzorongo	18,255	200	1.10			600	3.29		
50.	San José de Abajo	4,293					480	11.18		
51.	San Miguelito	5,463	12	0.22			8	0.15		
52.	San Nicolás	3,736	450	12.04	250	6.69	450	12.04		
IX.	<u>CUENCA DEL ATOYAC</u>	<u>22,105</u>					<u>2,000</u>	<u>9.05</u>		
53.	Central Progreso	5,907								
54.	El Potrero	16,698					2,000	11.98		
X.	<u>BAJO PAPALOAPAN .</u>	<u>88,350</u>					<u>4,400</u>	<u>4.98</u>	<u>4,015</u>	<u>4.54</u>
55.	Cuatotolapam	11,446								
56.	San Cristobal	48,855								
57.	San Fco.El Naranjal	5,297					1,400	26.43		
58.	San Gabriel	5,736							4,015	70.00
59.	San Pedro	17,016					3,000	17.63		
XI.	<u>TABASCO</u>	<u>13,294</u>					<u>100</u>	<u>0.75</u>		
60.	Dos Patrias	1,233								
61.	Hermenegildo Galeana	2,568								
62.	Nueva Zelandia	1,725					100	5.80		
63.	Santa Rosalia	7,768								
XII.	<u>PENINSULA DE YUCATAN</u>	<u>6,443</u>							<u>500</u>	<u>7.76</u>
64.	La Joya	6,443							500	7.76

NOTA: En todos los Ingenios del país hay enfermedades, pero muchos no las reportan.

1.2.7 Deterioro de la caña de azúcar:

Una vez realizado el corte de la caña de azúcar ésta se deteriora como consecuencia de la evaporación de la inversión de la sacarosa, manifestándose como la pérdida de peso y del porcentaje de sacarosa en el tallo de la caña.

"El investigador americano Rosenfield cita cifras, las cuales muestran que en cuatro días es posible perder el 11% del peso de la caña y en 8 días el 17%. Las pérdidas pueden hacer que el rendimiento en el azúcar después de 8 días en el campo, sea inferior a la mitad del rendimiento obtenido de cañas frescas.

Por otra parte en México el "Instituto para el Mejoramiento de la producción de Azúcar", ha realizado experimentos con la variedad H-37-1933 en el ciclo de "resoca". El experimento consistió en la exposición al sol de cañas crudas y cañas quemadas durante 14 días. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

C o n c e p t o s	P E R D I D A S	
	Caña Cruda %	Caña Quemada %
Peso por día	1.13	1.40
Peso en 14 días	15.82	19.60
% pureza por día	1.03	1.04
% pureza en 14 días	14.35	14.54
% sacarosa por día	0.21	0.29
% sacarosa en 14 días	2.94	4.06

Conclusiones del Experimento:

La conclusión general de estos trabajos, en cuanto a la disminución en el rendimiento del campo y en el contenido de sacarosa es que expuesta al sol y durante un período de tiempo, la caña quemada se deteriora más rápidamente que la caña cruda.

La caña no se perjudica por ser quemada, pero se deteriora más rápidamente como ya se indicó.

Los guarapos de las cañas quemadas no se clarifican con tanta facilidad y producen más incrustaciones en los evaporadores. Es posible que los guarapos de las cañas quemadas traigan consigo partículas minúsculas de carbón durante todo el proceso y lleguen a aparecer en el azúcar.

Sin embargo la caña continua quemándose para facilitar su corte, ya que de esta manera se eliminan las hojas y maleza del cañaveral y el cortador hace más rápida su labor.

1.3 INSUMOS, AREAS Y REGIONES CAÑERAS EN MEXICO

SUPERFICIE CULTIVADA DE CAÑA DE AZUCAR  
EN EL PAIS POR TIPO DE TENENCIA  
DE TIERRA  
( Hectáreas)

Zafra	Total	T e n e n c i a	
		Ejidatarios	Pequeños Propietarios
1966	457,169	255,215	181,954
1967	439,338	251,254	188,084
1968	400,238	234,175	166,063
1969	410,116	143,363	166,753
1970	413,629	249,829	163,800
1971	427,406	260,841	166,565
1972	426,852	261,062	165,790
1973	452,746	279,960	172,786
1974	456,412	289,245	167,167

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975 Comisión Nacional de la Industria Azucarera

SUPERFICIES CULTIVADAS Y SUPERFICIES  
CORTADAS DE CAÑA DE AZUCAR  
( Hectáreas )

S u p e r f i c i e

Zafra	No. de Ingenios	Cultivada	Cortada
1966	71	437,169	383,458
1967	68	439,338	406,519
1968	67	400,238	390,858
1969	65	410,116	401,043
1970	64	413,629	402,852
1971	66	427,406	416,608
1972	65	426,852	413,890
1973	64	452,746	440,370
1974	64	456,412	447,278
1975			448,278°

FUENTE: Estadísticas Azucareras - 1975 - Comisión Nacional de la Industria Azucarera

° Dato preliminar ( S.A.G. )

CUPERFICIE CULTIVADA DE CAÑA DE AZUCAR  
EN EL PAIS POR CLASE DE TIERRA  
( Hectárea )

Zafra	C l a s e d e T i e r r a		
	Total	Riego	Temporal
1966	437,169	175,126	262,043
1967	439,338	172,323	267,015
1968	400,238	161,079	239,159
1969	410,116	170,776	239,340
1970	413,629	175,531	238,098
1971	427,406	175,568	251,838
1972	426,852	178,806	248,046
1973	452,746	188,418	264,328
1974	456,412	189,863	266,549

FUENTE: Estadísticas Azucareras - 1975 - Comisión Nacional de la Industria Azucarera

CONSUMO DE FERTILIZANTES EN EL CULTIVO  
DE LA CAÑA DE AZUCAR

Zafra	Superficie Fertilizada (hectáreas)	Fertilizantes (ton.)	Promedio Kgs. x hectáreas.
1967	287,704	137,722	475.2
1968	288,419	136,138	472.0
1969	271,117	126,517	467.0
1970	289,172	142,421	493.0
1971	275,417	156,928	570.0
1972	271,785	150,697	554.0
1973	314,198	175,469	558.0
1974	338,157	185,506	549.0

NOTA: Para 1972, datos estimados sujetos a ajustes.

FUENTE: Ingenios Asociados.

La superficie cultivada para la caña de azúcar no se ha incrementado en los últimos años en la forma que el país demanda la producción de azúcar.

En 1966 se contaba con 437,169 hectáreas cultivadas y para 1974 se tenían cultivadas 456,412 hectáreas. Esto quiere decir que las superficies del cultivo de la caña de azúcar han crecido con una tasa de 0.539%.

Por otra parte los pequeños propietarios han disminuido las hectáreas de cultivo de la caña de azúcar, dedicándolas a otras labores. De 1966 a 1974 se tuvo una disminución de 14,787 hectáreas. Sin embargo los ejidatarios aumentaron sus tierras de cultivo dedicadas a la caña de azúcar para el mismo período en 34,030 hectáreas.

La causa principal por la que no han aumentado las áreas de cultivo de acuerdo a la demanda nacional de azúcar es que, los agricultores prefieren cultivar otras especies como son maíz, frijol, arroz, soya y sorgo que tienen precios de garantía por toneladas mayores a los correspondientes a el de la caña de azúcar.



Regiones cañeras en México:

Las áreas de cultivo de la caña de azúcar en México, se extienden a lo largo de las costas del Pacífico y del Golfo y en una franja transversal sobre el paralelo 19 o latitud Norte. Estas pueden agruparse en 7 grandes áreas con condiciones semejantes, aunque en una misma región encontramos características ecológicas diferentes y problemas específicos.

Las características de las siete zonas son las siguientes:

- 1o. Suelos de pradera o de Gley, son de clima húmedo en los Estados de Chiapas y Tabasco.
- 2o. Suelos calcimórficos y tropicales intrazonales de terrazsa en los Estados de Campeche y Yucatán.

30. Latosoles temporales en la vertiente del Golfo, con bue  
na precipitación pluvial y estación seca a veces prolonga  
da e intensa en el Estado de Veracruz.
40. Tierras negras ( chernozeros) de mediana altitud en la Me  
seta Central, con precipitación pluvial insuficiente y cul  
tivo de riego, en los Estados de Puebla y Morelos.
50. Tierras negras de mediana altitud en la vertiente del Paci  
fico, con lluvias insuficientes y cultivo de riego y en al  
gunas zonas con problemas de salitre y de heladas, en el -  
Estado de Jalisco.
60. Suelos calcimórficos intrazonales de rendzinas en las Huas  
tecas, marginales al trópico, con lluvia insuficiente y -  
cultivo de riego y de temporal, en el Estado de Tamaulipas.
70. Suelos castaños desérticos ( chesnut) extratropicales en la  
Costa Occidental, con escasa y mal repartida precipitación  
pluvial en el Estado de Sinaloa.

#### 1.4 Varietades de caña:

A partir de 1887 cuando se descubrió que las flores de la caña de azúcar no eran estériles, fué posible el desarrollo de un sinnúmero de semillas producidas de las cañas nobles, buscando con ésto el obtener mejores características y calidades tales como:

Aumentar la riqueza en sacarosa

La persistencia del tipo

La resistencia a las enfermedades y plagas

Una fecha conveniente de madurez

Resistencia a las sequías y heladas

Facilidad de molienda y clarificación

Adaptabilidad al terreno y a las condiciones climatológicas.

La nomenclatura de las diversas clases de caña se expresa generalmente de la siguiente manera y orden:

- a) Una o varias letras que indican el lugar donde se desarrolló la nueva variedad
- b) Un número compuesto de dos dígitos que indican el año en que se obtiene.
- c) Una cifra representativa del número de experimentos que se hicieron para obtener la variedad.

Por ejemplo: La variedad Mex. 54.81. es la variedad obtenida en México en 1954 después de 81 intentos.

Según su país de procedencia, la participación relativa de cada variedad de caña dentro del campo cañero nacional durante los años de 1972, 1973 y 1974 ha sido en las proporciones y orden de importancia siguientes:

C U A D R O No. 8

Procedencia	1971/72 %	1972/73 %	1973/74 %
India	52.89	42.26	36.29
Barbados	14.05	18.63	20.53
México	13.01	17.78	21.72
Estados Unidos	4.55	6.00	6.63
Indonesia	8.30	5.37	4.69
Hawai	5.95	3.99	3.76
Cuba	1.25	0.35	0.48
Otras	-	5.62	5.90
Area cultivadas	100 %	100 %	100 %

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Ganadería.

En estos años se han incrementado las variedades procedentes de Barbados y Estados Unidos y tienden a reducirse las variedades importadas de la India, Indonesia, Hawai y Cuba.

Las 10 variedades de caña más ampliamente cultivadas en el país pueden observarse a continuación:

C U A D R O No. 9

Variedades	Hectáreas Cultivadas 1971/1972	Hectáreas Cultivadas 1972/1973	Hectáreas Cultivadas 1973/1974
B 43-62	51,230	76,112	78,912
NCo 310	54,320	63,795	57,462
Co 213	36,490	40,221	32,229
Co 331	25,730	24,848	23,046
Co 421	42,760	30,651	21,894
Mex 54-81	9,795	16,189	20,404
Co 290	42,860	24,354	18,241
H-37 1933	24,695	17,270	15,459
Mex 57-473	1,470	11,134	14,847
Cp 29-203	15,385	14,123	12,995

FUENTE: Secretaría de Agricultura y Ganadería

La variedad B-43-62 ( procedente de Barbados) ocupaba el - primer lugar en 1974, en una área de 78,912 hectáreas, se cultivaba en 35 Ingenios. Representaba el 17.43% del área total Nacional dedicado al cultivo de caña. Esta variedad se siembra en las regiones Pacífico Centro y Sur, las Huas<sup>u</sup>tecas, Veracruz Centro, Alto papaloapan, Cuenca del Atoyac, Bajo Papaloapan y Tabasco.

En segundo orden de importancia se localizó la variedad NCo 310 ( procedente de Coimbatore, India). Expandida en casi- todas las regiones cañeras del país en 1974 se proveía de es te tipo de caña a 28 Ingenios y su volúmen representaba el 12.69% del cultivo total de caña nacional con 57,462 hectá<sup>u</sup>reas.

Resulta en verdad halagador la rápida aceptación de las va

riedades mexicanas por parte de los ejidatarios y pequeños propietarios. La variedad Mex-54-81 entre 1973 y 1974 duplicó su superficie con un incremento de aproximadamente 10,609 hectáreas en relación al período 1971/1972 y la variedad Mex-57-473 de 13,377 hectáreas con respecto al ciclo 1971/1972, significando un incremento del 1010%.

Finalmente, para tener una idea detallada del panorama de las 76 variedades de caña que en total se siembran en México, se presenta el Cuadro No. 10.

## CUADRO No. 10

## DIRECCION GENERAL DE LA CAÑA DE AZUCAR

ZAFRA 1973/74

DATOS A NIVEL NACIONAL DE LAS 75 VARIETADES DE CAÑA DE AZUCAR  
CULTIVADAS COMERCIALMENTE EN AREAS DE ABASTECIMIENTO DE 65 INGENIOS.

VARIETADES	Superficie cosechada total Nacional y por Vars. Inc. Has. Semilla	% del área total cosechada	Número de Ingenios
	452,818.00	100.00	65
B. 43-62	78,912.48	17.43	35
NCo. 310	57,462.33	12.69	28
Co.213	32,229.22	7.12	7
Co.331	23,046.38	5.09	7
Co.421	21,893.72	4.84	16
Mex. 54-81	20,404.15	4.51	18
Co.290	18,241.05	4.03	21
H. 37-1933	15,459.24	3.41	18
Mex. 57-473	14,846.69	3.28	23
C.P. 29-203	12,995.17	2.87	14
P.O.J.2878	12,122.24	2.68	14
Z. Mex. 55-32	10,845.64	2.39	7
Co. 419	9,861.60	2.18	12
B. 43-63	9,649.56	2.13	7
P. O. J. 36	9,122.76	2.01	1
L. 60-14	8,837.42	1.95	21
Mex. 56-18	8,019.66	1.77	9
I.T.A.V. Mex. 57-197	7,711.34	1.70	1
P.M. 72	7,535.42	1.66	2
Mex. 55-261	6,257.32	1.38	7
C.P. 44-101	5,393.84	1.19	4
P.M. 35	3,334.20	0.74	2
B.34-39	2,917.85	0.64	2
Mex. 53-142	2,850.35	0.63	6
Mex. 52-17	2,646.15	0.58	4
Mex. 57-1285	2,396.59	0.53	4
Mex. 60-1403	2,085.60	0.46	1
Mex. 56-363	1,584.88	0.35	1
P.P.Q.K.	1,560.29	0.34	3

H. 44-3098	1,208.58	0.27	1
Mex. 57-683	1,097.14	0.24	1
Mex. 55-250	974.27	0.22	4
B. 49-119	919.82	0.20	2
C.P. 50-28	787.56	0.17	1
Mex. 60-1459	714.91	0.16	1
C.P. 34-116	702.26	0.16	1
Co. 449	661.65	0.15	2
Mex. 54-198	620.00	0.14	1
M.L. 318	607.61	0.13	2
C.P. 29-120	594.92	0.13	1
P.R. 1013	590.67	0.13	1
Mex. 57-337	572.97	0.13	1
Mex. 56-356	568.72	0.13	1
Mex. 56-563	505.41	0.11	2
NCo. 301	463.51	0.10	2
Mex. 56-541	421.88	0.10	1
Mex. 54-85	413.55	0.09	1
Mex. 57-29	412.00	0.09	1
B. 63-85	387.09	0.08	1
C.P. 29-116	361.99	0.08	1
Co. 281	329.75	0.07	1
EROS	329.64	0.07	1
H. 50-7209	268.53	0.06	2
Mex. 57-408	264.63	0.06	1
C.P. 32-54	237.54	0.05	1
Mex. 58-419	227.24	0.05	1
Mex. 59-1828	204.61	0.05	1
Mex. 56-476	203.83	0.05	2
B. 43-337	175.99	0.04	1
NCo. 376	171.25	0.04	1
Mex. 56-294	165.77	0.04	1
PAPALOAPAN	115.49	0.03	1
C.P. 36-105	110.94	0.02	1
Mex. 58-1230	79.71	0.02	1
H. 495	71.27	0.02	1
C.B. 40-13	66.30	0.01	1
I. T. A. V. Mex. 60-1329	64.69	0.01	1
Mex. 54-23	56.10	0.01	1
J. Mex. 55-1401	46.35	0.01	1
Mex. 58-418	40.94	0.01	1
Mex. 54-38	27.72	0.01	1
PINDAR	14.95	0.00	1
Mex. 57-354	12.38	0.00	1
C.B. 40-77	10.90	0.00	1
Mex. 55-308	6.54	0.00	1
Mex. 59-32	0.94	0.00	1
Diversas	25,704.44	5.68	50

## 1.5 RECURSOS

### 1.5.1 Maquinaria y Equipo:

La maquinaria y equipo que se utiliza en el campo cañero son fundamentalmente los tractores, las cortadoras, las alzadoras y aún se sigue utilizando el arado animal.

El tractor es la maquinaria más útil, ya que tiene mucha versatilidad. Se puede utilizar principalmente para preparar la tierra en labores de siembra, para transportar la caña al batey del Ingenio.

Las cortadoras tienen como función la de cortar la caña y despuntarla, dejándola de ésta manera lista para el alce. Estas máquinas pueden cortar en 10 horas de trabajo aproximadamente cuatro hectáreas con rendimientos - hasta de 100 toneladas de caña por hectárea.

Las alzadoras o cargadoras hacen el trabajo de levantar la caña cortada del suelo y depositarla en vehículos de acarreo.

La capacidad de agarre de éstas máquinas es de 700 kilogramos. Estas unidades están provistas de propulsión propia o se pueden montar en un tractor, que después de efectuar la labor de alce se puede desmontar y utilizar para otro trabajo.

El arado con animales aún se sigue utilizando en las áreas donde el cañero no tiene recursos económicos y casi no tiene ayuda de los Ingenios.

Para 1974 disminuyó el uso de tractores en las labores de cultivo pero hay que hacer notar que las áreas culti

vadas no aumentaron grandemente, tan sólo 3,666 hectáreas se adicionaron a las existentes.

La falta de 76 tractores de 1973 a 1974 se debió a que fueron utilizados para otras labores.

Por otra parte al analizar las cortadoras se nota la decidida tendencia por mecanizar el campo. El uso de esta maquinaria se ha ido incrementando en el campo mexicano. En 1971 se contaba con tres cortadoras y para 1974 se tienen 22. Esta cifra arroja que el uso de cortadoras - ha crecido con una tasa de 94.3%.

El uso de cortadoras no se había generalizado en México debido a que los modelos no eran adecuados a la Orografía del campo cañero mexicano y a la gran cantidad de - basura que introducen con la caña a la fábrica de azúcar.

Y como resultado de la mecanización y para disminuir la basura que se introduce a la fábrica, se debería instalar equipo especial de lavado de la caña.

Por lo que respecta a las alzadoras, que también entran en la mecanización del campo se ha visto su utilidad y de 1969 en que se contaba con 325 han aumentado a 561 - en 1974 o sea que su uso ha crecido con una tasa anual del 11.56%. Ver Cuadro No. 11

C U A D R O No. 11

M A Q U I N A R I A Y E Q U I P O

AÑO	TRACTORES	ALZADORES	CORTADORAS	OTRAS
1968	3,471			
1969	3,841	325		
1970	3,555	345		
1971	3,637	404	3	426
1972	3,995	410	6	387
1973	4,143	450	16	100
1974	4,067	561	22	54

FUENTE: "Estadísticas Azucareras" U.N.P.A.S.A.

1.5.2 Financieros y Crediticios

Los créditos para financiar el campo cañero no se hacen directamente a los agricultores o cañeros, sino que se le otorgan a los Ingenios, que son los encargados de distribuirlos.

La razón por la cual el préstamo se le hace al Ingenio y no al cañero, es que las tierras en su mayoría son ejidales y las cuales son inafectables.

De esta manera los Ingenios tienen que hacer solicitudes de préstamos para campo y fábrica o para alguna obra de infraestructura no planeada por el Gobierno.

Para tales fines la Comisión Nacional de la Industria Azu

carera, dentro de sus atribuciones, de acuerdo con el Decreto Presidencial del 18 de Diciembre de 1970, en el Inciso V del Artículo 4o. de dicha Comisión... "Propiciará a través de la Financiera Nacional Azucarera, S. A., y en coordinación con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el financiamiento de la Industria Azucarera en volúmenes y condiciones adecuados para estimular la inversión productiva que requiere el desarrollo de la Industria" ....

Los créditos que ofrece la Financiera Nacional Azucarera, S. A., a los Ingenios, que soliciten préstamos para los cultivos o para los campos cañeros de su zona - son los siguientes:

Crédito para ampliación de siembras o reposición.

En este crédito se consideran los trabajos de apertura de tierras de cultivo que incluye:

- Preparación de la tierra
- Semilla
- Fertilizante
- Corte
- Alce
- Acarreo

Además de la aplicación de fertilizantes incluye la aplicación de insecticidas, fungicidas, etc.

En el crédito de siembra de reposición no incluye el préstamo de preparación de tierras.

Quando no alcanza el fertilizante solicitado en el préstamo se puede hacer un préstamo para fertilizante. Este crédito se maneja como un préstamo de habilitación o avío ya que representa un pago en especie a cuenta de la materia prima que recibirán los industriales, incluye el costo del fertilizante propiamente dicho y es surtido preferentemente por la Empresa Guanos y Fertilizantes de México, S. A. de C. V., incluyen los fletes y maniobras, manejo y mezola, impuestos y demás erogaciones hasta su recepción en bodega del Ingenio.

#### Avío para campo:

Los préstamos de habilitación o avío de campo se destinarán exclusivamente al cultivo de socas y resocas, y comprenderán desde las labores iniciales, después del corte de las cañas, hasta la última labor, para dejar a la materia prima lista para el corte. Se incluyen además los gastos de administración en el campo, reparación de la maquinaria y equipo agrícola y arreglo de camiones de acceso a los campos cañeros.

#### Créditos refaccionarios al campo:

Son créditos para la adquisición de maquinaria y equipo agrícola, que podrán ser destinados a la compra de tractores, carretas cañeras, cortadoras, alzadoras, implementos para el cultivo como discos, ras

tras y equipo de transporte para el acarreo de la caña al batey del Ingenio.

**Créditos de obras de irrigación:**

Los créditos de mediana y pequeña irrigación comprenden la construcción de presas almacenadoras y derivadoras, canales principales y secundarios, bordos puentes y canales.

Para la investigación en el campo los créditos que se hacen son para crear laboratorios de control de madurez, centros de hibridación y en general programas a largo plazo que inician los productores para la investigación de la caña.

**Créditos para caminos vecinales:**

Pueden utilizarse para la construcción o mejoramiento de caminos de acceso a los campos cañeros, donde el industrial puede figurar como participante de programas Federales, Estatales o Municipales o en forma personal sin recibir la cooperación de otras entidades.

**Mecanismo para otorgar los préstamos en FINASA:**

Los pasos para obtener los créditos de Financiera Nacional Azucarera, S. A., son los siguientes:

- a) El Ingenio realiza un Estudio de sus necesidades para la zafra en cuestión, una vez realizado el Estudio se hace la solicitud en la Secretaría de préstamos de -- FINASA.
- b) FINASA a su vez realiza un Estudio similar, con técnicos especializados para ver si la evaluación hecha por el Ingenio es correcta.
- c) Una vez justificado el Estudio se otorga el préstamo.

El préstamo se hace al Ingenio y éste por medio de sus diferentes departamentos se encargará de hacerlos llegar al productor cañero según éste los vaya necesitando. Lo que significa que el cañero no recibe el préstamo en efectivo, sino que el Ingenio suministra los insumos por el valor que corresponde al préstamo. La razón por la -- cual no se otorgan directamente los préstamos a los cañeros es por la falta de garantías ya que la mayoría de las tierras dedi cadas al cultivo de la caña de azúcar son ejidales contra las que no es posible tomar una acción legal.

Pago del préstamo por parte del Ingenio a FINASA se realiza en cuatro años y de la siguiente manera:

- El primer año se pagan únicamente los intereses.
- El segundo año se paga el 60% de la deuda más los intereses.
- El tercer año se paga el 25% de la deuda más los intereses.
- El cuarto año se paga el 15% de la deuda y los intereses.

Los intereses que determina FINASA para este tipo de operaciones son diferentes dependiendo el tipo de cultivo que se haga.

Para cultivos de ampliación se tiene un interés - del 10.5% anual y para cultivos de reposición el interés fijado es del 11% anual.



QUINICA

## 1.6 DISTRIBUCION

### 1.5.1 Política de Precios:

La liquidación que se hacía a los cañeros era por las toneladas de caña que éste entregaba al Ingenio y de un porcentaje, acordado con el mismo, por la cantidad de sacarosa extraída a la caña, según las corridas finales de zafra. Con esto los ingresos de los cañeros estaban supeditados a \$82.00 por toneladas de caña promedio y a la eficiencia de la fábrica. De ésta manera en los casos en que la caña a pesar de tener un alto porcentaje de sacarosa, pero su obtención en la fábrica se realizaba deficientemente, lesionaba los intereses - los cañeros.

En virtud de lo anterior se decretó el 24 de Octubre de 1975 que la liquidación al productor de caña deberá ser en función al contenido de sacarosa de la caña al llegar al batey.

Por lo tanto esta medida tendrá aplicabilidad para el pago de la caña a partir de la zafra 1975-76. El precio fijado para cada punto de sacarosa y su proporción hasta centésimos de punto será de \$ 17.00

" Este precio de \$17.00 por punto de sacarosa ha sido determinado considerando los precios oficiales y nacionales de garantía que en la actualidad tienen, por tonelada, el arroz, el maíz, el frijol, el sorgo y la soya, - los que en conjunto suman la cantidad de \$17,000.00

"Siendo la relación de la suma de los precios por tonelada de dichos productos con el valor fijado al punto de sacarosa de mil a uno".

Lo anterior significa que al variar los precios oficiales y nacionales de cualquiera de estos cinco productos, se modificará el valor por punto de sacarosa en caña, para conservar siempre dicha relación.

"Con esto se logra que los abastecedores de materia prima para la Industria Azucarera reciban la proporción de beneficios que en un futuro se otorguen a los cultivadores de los otros productos mencionados".

Mientras que ésta medida se antoja más justa para el cañero mexicano, los Ingenios prevén que aumentarán considerablemente sus costos, de probarse cierto lo anterior, sin duda se tendrá que buscar algún mecanismo de ajuste que evite lesionar por este concepto el desarrollo de la Industria Azucarera.

#### 1.6.2 Política de Ventas:

Las políticas de ventas que se realizan entre los cañeros y el Ingenio están supervisadas por la Comisión de Planeación y Operación de Zafra.

Esta Comisión se encarga de "planear, programar y aprobar la organización de la cosecha de caña, su muestreo, el calendario de quemas y de corte, asignación y expedición de órdenes de corte de caña de azúcar y los programas de entrega, así como el establecimiento de las

tarifas de corte, alce y acarreo".

Además esta Comisión tiene a su cargo la vigilancia de la venta de caña a los Ingenios basándose en las siguientes Cláusulas:

- 1) "El abastecedor se compromete a entregar al Ingenio y éste a recibir la totalidad de la caña de azúcar para uso industrial".
- 2) "El abastecedor se obliga a entregar la caña de azúcar para su uso industrial en el patio de recepción o batey del Ingenio, en fechas indicadas por la Comisión de Planeación".

Se infiere que para el cumplimiento de estas dos Cláusulas se necesita planear con bastante precisión la cantidad de caña que va a ser cultivada, de manera que no falte materia prima durante la zafra.

- 3) Para la recepción de la caña de azúcar ésta debe tener las siguientes características:
  - a) Libre de basura y materias extrañas a la caña de azúcar industrializable como son: hojas, cogollos, raices, tierra, piedras y cualquier otra.

Si la caña llega al batey con impurezas, la Comisión de Planeación hará un análisis

sis del porcentaje de impurezas y si ex  
cede en 5% si la caña fué cortada a ma-  
no y de un 10% si fué cortada con máqui-  
na, el Ingenio queda facultado para re-  
cibir o no la caña de azúcar

- b) "Ser fresca al momento de su entrega, o  
sea no más de 72 horas desde su corte,  
en el caso de azúcar cruda, y no más de  
48 horas después de su quema en el caso  
de caña quemada".

Quando se rebasan estos límites de tiem-  
po la Comisión de Planeación determina-  
rá si aún ésta caña de azúcar reúne las  
condiciones mínimas y necesarias para -  
su industrialización.

- c) "Estar sana, entendiéndose por ello no  
estar dañada en más del 10% de la caña  
de azúcar en el momento de la entrega,  
por plagas, enfermedades y otras causas,  
que afectan su calidad.

Si se exceden estas normas el Ingenio que  
da facultado para recibir o rechazar la  
caña".

Con esta Claúsula se protege al Ingenio  
de manera que cuente con la mejor mate-  
ria prima y con ello logre mejor eficien-  
cia de fábrica.

De esta manera el cañero recibirá un pago de \$17.00 por punto de sacarosa, pero se ve en la obligación de entregar la mejor caña cosechada.

- 4) Si por alguna causa se suspende la molienda el Ingenio deberá comunicoar a la Comisión Planificadora por escrito y dentro de las 24 horas siguientes, las causas de la interrupción para que la Comisión ordene la suspensión de corte.

Si el paro dura más de 24 horas el Ingenio se verá obligado a compensar a los abastecedores por gastos que tengan que efectuar por el mantenimiento de los cortadores - - inactivos.

Así mismo se cuantificarán las posibles bajas de sacarosa en cañas quemadas que no sean procesadas oportunamente, esto es, dentro de las 48 horas anteriores al paro.

la razón de esta Cláusula es debida a que la gente que depende económicamente del Ingenio, resiente con pérdidas cualquier paro en la molienda de la caña de azúcar.

Todo contrato entre Ingenio y abastecedor se realizará para su cumplimiento legal mediante la forma o machote publicada en el Diario Oficial del 28 de Octubre de 1975.

1.6.3 Transporte para la movilización de la caña de azúcar:

Los vehículos utilizados para la movilización de la caña de los centros de corte al batey del Ingenio son: los camiones, las góndolas de ferrocarril y carretas tractor y carretas semovientes.

Los más utilizados son los camiones, dado que pueden salvar grandes distancias llevando gran cantidad de carga.

Las carretas tractor, son carretas especiales movidas o jaladas por tractores, este tipo de vehículo también es muy usado dado su eficiencia ya que el tractor puede jalar varias carretas.

Las góndolas de ferrocarril se usan en algunos Ingenios pero no en todos ya que hay que centralizar la caña en un lugar específico y después cargarla en las góndolas para transportarlas al batey. Con esto se pierde mucho tiempo y la caña se perjudica.

Las carretas semovientes, son carretas movidas por animales, éste tipo de vehículo tiende a disminuir, ya que son más efectivos los tractores en este tipo de trabajo.

En el Cuadro No. 12 se tienen las estadísticas de los vehículos usados para transportar la caña de azúcar.

Los que aumentan su uso son los camiones y las carretas tractor, fundamentalmente porque como ya se dijo son más eficientes.

De 1968 a 1974 los camiones han tenido una tasa de crecimiento de 1.92% anual, y en el caso de las carretas tractor éstas han tenido una tasa de crecimiento de 9.10% anual.

C U A D R O No. 12  
TRANSPORTE PARA LA MOVILIZACION DE  
CAÑA DE AZUCAR.

AÑOS	CAMIONES	GONDOLAS	CARRETAS TRACTORES	CARRETAS SEMOVIENTES
1968	7,534	2,335	4,309	1,311
1969	7,875	2,087	4,589	870
1970	7,802	2,082	4,708	1,109
1971	8,790	1,629	4,257	1,159
1972	8,628	2,046	6,484	1,796
1973	8,724	1,769	7,060	1,550
1974	8,446	1,659	7,268	1,030

FUENTE: Estadísticas Azucareras" 1975, U.N.P.A.S.A.

COSTOS DEL TRANSPORTE PARA LA MOVILIZACION DE CAÑA  
( 1974)

VEHICULOS	COSTO EN PESOS POR TONELADAS		
	MAXIMO	MINIMO	DIFERENCIA
Ferrocarril	27.35	5.00	22.00
Camión	24.00	9.00	15.00
Trailer	15.00	12.00	3.00
Carreta mecánica	19.10	8.00	11.10
Carreta animal	27.35	5.00	22.35
Chalán	8.17	7.00	1.17

" La tarifa más variable es la correspondiente al ferrocarril en virtud - de que algunos Ingenios tienen más de 100 kms. de acarreo y otros de 10 a 15 kms."

"La diferencia en el acarreo con camión se debe a las distancias y a las condiciones de los caminos de acceso a los Ingenios".

Los costos de trailer tienen poca variación y podrían ser más baratos si los acarreos se hicieran directamente al batey, ahorrándose el costo de traspaso del trailer al camión.

La diferencia en costos entre la carreta animal y la mecánica se explica porque la primera hace acarreos a menores distancias y su costo de operación es más bajo.

El porcentaje de utilización del transporte para la movilización de la - caña de azúcar, según encuesta de la Secretaría de Agricultura y Ganade-

ría en 1974 es el siguiente:

TRANSPORTE	UNIDADES	% DEL TOTAL
Camión	8,170	44.72
Carreta Mecánica	6,827	37.37
Góndola ferrocarril	1,205	6.59
Carreta animal	1,160	6.35
Trailers	688	3.76
Chalanes	216	1.18

## 1.7 PRODUCCION Y VALOR

La producción de la caña de azúcar es fundamental para la Industria Azucarera, dado que es la materia prima para obtener el azúcar.

Es en el campo donde se produce el azúcar y en las fábricas donde se extrae, de ahí que la producción de azúcar estará en función de la producción de caña disponible y fundamentalmente de su contenido de sacarosa.

La producción de caña de azúcar no se ha incrementado con el ritmo de las necesidades de azúcar en el país. De 1967 a 1975 la producción de caña creció con una tasa anual de 1.59%.

Por otra parte en 1969 la producción llegó a 27,046.729 toneladas provenientes de 401,043 hectáreas que fueron cortadas. Para 1970 la producción bajó a 24,524.437 toneladas y la superficie cortada fué de 402,852 hectáreas. Este mismo fenómeno ocurre para los años 1974 a 1975, donde la producción baja de 30,495.594 toneladas a 28,866.570 toneladas y la superficie cosechada solo aumentó de 447,278 hectáreas a 448,238 hectáreas. Esto es, que se repite una baja eficiencia y una falta de áreas de cultivo. Ver Cuadro No.13.

La eficiencia del campo cañero mexicano está en un promedio de 68 toneladas por hectárea, dicha eficiencia se puede considerar baja, una eficiencia aceptable sería de 80 a 90 toneladas por hectárea - en promedio.

Las bajas eficiencias en el campo mexicano se deben a que hay muchos campos de temporal, mala fertilización y falta de rotación de cultivos.

Por otra parte las áreas de cultivo para la caña de azúcar no han

aumentado como lo requiere el consumo de azúcar. Para apoyar lo anterior, comparemos el cultivo de la caña de azúcar con los del arroz, frijol, maíz, sorgo y soya, ya que es en estos productos donde se basa el nuevo precio que tendrá la caña de azúcar como se indica en el Decreto del 24 de octubre de 1975. En el Cuadro No. 14 se muestra la comparación de la caña de azúcar con los productos ya mencionados.

Se dedican más áreas para el cultivo de maíz y frijol, pero sus eficiencias en el campo ( tons/hectáreas) son menores que la correspondiente a la caña de azúcar. Debido a que lo que se cosecha en la caña es el tallo y en los otros productos es la semilla.

Con esto la mayor producción corresponde a la caña de azúcar, pero el precio por tonelada favorece más a los otros productos. De ahí que el valor de la producción más alto sea para el maíz y frijol seguido por el de la caña de azúcar con 2.500,638.708 pesos.

Es de hacer notar que además de los gastos normales que se hacen en el cultivo, como son riego y fertilizantes, en el caso de la caña de azúcar se tienen los gastos de corte, aloe y acarreo que para 1974 representaron 1.037,689.000 pesos.

Los cultivos que tienen un mayor ingreso por hectárea son el sorgo, el arroz y la soya, la caña de azúcar recibe más ingresos por hectárea que el frijol y el maíz y se podría suponer que es más conveniente sembrar caña de azúcar que maíz y frijol, pero hay que hacer notar que el período de maduración de la caña de azúcar dura entre 18 y 24 meses, el período de maduración del maíz es de 6 a 8 meses y el correspondiente al frijol es de 4 a 6 meses.

Es práctica usual sembrar maíz y al cosecharse éste sembrar frijol o sembrar ambos para obtener las cosechas con unos cuantos meses de diferencia. Con esto el agricultor puede tener en el período normal de maduración de caña, sembrando maíz y frijol, dos cosechas de maíz y una de frijol.

Al alternar los cultivos la tierra se ve favorecida ya que el frijol nitrogena la tierra agotada por la cosecha de maíz.

Es debido a estas circunstancias que el agricultor prefiere cultivar otras variedades, que cultivar la caña de azúcar. Dado que es fundamental aumentar la producción de azúcar y como se dijo anteriormente ésta se produce en el campo, es necesario aumentar las áreas de cultivo de la caña de azúcar en número necesario, para hacer una rotación adecuada, para que el agricultor obtenga mayores beneficios. Además se cuenta con nuevos incentivos para dedicar las áreas al cultivo de la caña de azúcar puesto que al agricultor no se le liquidará por las toneladas de caña que entregue a los Ingenios, sino que se pagará por el contenido de sacarosa de la caña.

C U A D R O No. 13  
PRODUCCION TOTAL DE CAÑA DE AZUCAR EN MEXICO

---

ZAFRA	TONELADAS DE CAÑA
1967	25,442,099
1968	24,382,744
1969	27,046,729
1970	24,524,437
1971	25,985,198
1972	26,254,352
1973	29,849,272
1974	30,495,594
1975	28,866,570

---

FUENTE: "Estadísticas Azucareras" 1975, U.N.P.A.S.A.

C U A D R O   N o .   1 4  
 CUADRO COMPARATIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y OTROS CULTIVOS BÁSICOS  
 PARA 1974

Arroz	173,056	2.06	468,152	1.16	2,707	2,862	16.49	1.340,881,344	5.94	7747	22.9
Frijol	1.329,388	15.82	895,627	2.23	0.674	5,590	32.20	5.006,554,930	22.19	3767	11.11
Maíz	6.139,025	73.05	7,783,614	19.37	1,268	1,523	8.77	11,854,444,122	52.55	1931	5.7
Sorgo	15,000	0.18	36,000	0.09	2,400	3,800	21,89	136,800,000	0.60	9120	27.0
Soya	300,110	3.57	491,084	1.22	1,635	3,500	20.16	1,718,794,000	7.62	5726	16.9
Caña	447,278	5.32	30,495,594	75.91	68.18	82	0.476	2.500,638.708	11.08	5590	16.5
TOTAL	8,403,857	100.0	40,170,431	100.0	76,865	17,357	100.0	22,558,113,104	100.0	33881	100.0

FUENTE: Consumos Aparentes S. A. G.- D. G. E. A.

1.8 PLANES PARA INCREMENTAR LA PRODUCCION CAÑERA:

El Instituto para el Mejoramiento de la producción de Azúcar dictó en 1975 como política a seguir en la producción cañera el aumentar en forma proporcional al consumo, el número de hectáreas dedicadas al cultivo de la caña de azúcar.

A diferencia de lo ocurrido en el pasado, las nuevas superficies - de cultivo, así como las ya existentes, deberán tener una rotación de cultivo mejor planeada con el fin de:

- a) Mantener la fertilidad del campo
- b) Controlar las plagas
- c) Aprovechamiento óptimo del agua
- d) No erosionar los suelos

Así mismo el I.M.P.A. recomienda para la rotación de cultivos, - sembrar leguminosas y pastos con el fin de enriquecer con nitrógeno el suelo, y mediante la fertilización, poder agregar otros nutrientes.

También prevee contemplar la sustitución de cultivos de temporal por medio de sistemas de riego, intensificando la construcción de obras de pequeña y mediana irrigación que han probado ser factibles en muchas tierras de temporal.

Fomentar la investigación de nuevas variedades de caña de azúcar con una doble finalidad:

- 1c. Obtener la investigación de nuevas variedades de caña de azúcar adecuadas a la región de cultivo.
- 2c. Disminuir las importaciones de las variedades procedentes de India, Barbados, Indonesias, EE.UU., Hawai y Cuba.

Para implementar estas recomendaciones, con un alto porcentaje de eficiencia es necesaria una planeación, capacitación y adiestramiento del personal encargado de cada una de ellas. Con este propósito el I.M.P.A. ha desarrollado varios planes:

- Planes para capacitación a cañeros
- Plan de impulso a la producción del campo cañero.
- Plan de Fertilización
- Plan de Semilleros

## 2.0 A Z U C A R

### 2.1 Descripción y uso del azúcar

#### Descripción:

Los azúcares están clasificados químicamente como carbohidratos. Grupo numeroso y ampliamente diseminado de sustancias naturales que se caracterizan por ser compuestos de carbono, combinado con oxígeno e hidrógeno en proporciones que se requieren para formar agua.

El azúcar es un compuesto vital para la vida de plantas y animales.

Son las plantas las que sintetizan el azúcar para nutrirse y los animales al ingerirla la desdoblan en otros productos básicos para su alimentación.

El complejo mecanismo que permite a las plantas utilizar la energía solar para fabricar azúcar a partir del gas carbónico ( $CO_2$ ) y del hidrógeno disuelto en el agua del suelo, se llama fotosíntesis, que significa "construir con la luz".

Al efectuarse la reacción, parte de la energía suministrada por la luz se utiliza para liberar oxígeno y parte de la energía se conserva en el azúcar en forma latente.

De ahí la importancia que tiene el azúcar en la vida de plantas y animales, ya que es una fuente de energía que les permite nutrirse y desarrollarse.

Las plantas fabrican el azúcar y cuando necesitan nutrirse la desdoblan en azúcares más simples que se disuelven más fácilmente y los transportan por sus vasos leñosos en forma de "savia". Tenemos el ejemplo de la sacarosa, se puede desdoblar o descomponer en glucosa y fructuosa o de otra manera: la sacarosa está formada de glucosa y fructuosa.

Hay plantas que almacenan más sacarosa que otras. Principalmente las que más contenido de sacarosa tienen al llegar a la maduración, son la caña de azúcar y la remolacha.

Al extraer la sacarosa, ya sea de la caña o de la remolacha, la pueden ingerir los animales y el ser humano. Al llegar la sacarosa al intestino se desdobla, como ya se ha indicado, en glucosa y fructuosa las que pasan a través del intestino a la sangre, para almacenarse en el hígado, ahí se transforma en glucógeno que es almacenado.

Después, según las necesidades del organismo, el hígado convierte de nuevo el glucógeno en glucosa, que envía al Sistema Circulatorio y se nutren las células mediante el control de una hormona llamada insulina producida en el páncreas.

Cuando el organismo consume el azúcar, elimina gas carbónico ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), se cierra el ciclo biológico entre plantas y animales, en el cual las plantas por medio del agua y el gas carbónico eliminado por los animales producen el azúcar, que es una sustancia necesaria para la vida.

Usos.

En México casi todo el azúcar es utilizado para la alimentación de ahí que las principales industrias consumidoras de este producto sean:

INDUSTRIA	TONELADAS	PORCENTAJE
Embotelladora	531,321	50.65
Dulcera	183,786	17.52
Panificadora y galletera	147,700	14.08
Empacadora	75,528	7.20
Productos Lácteos	25,805	2.46
Productos Farmacéuticos	1,579	0.16
Vitivinícola	31,365	2.99
Otras	51,821	4.94
TOTAL:	1,049,005	100.00

Para usos domésticos se destinan 1.332,391 toneladas.

Estos dos sectores, el doméstico y el industrial, representan el consumo nacional de azúcar en el cual el sector doméstico demanda el 55.95% y el industrial el 44.05%.

FUENTE: Investigación directa

Estimaciones propias para el año de 1975.

## 2.2 Insumos

En la elaboración del azúcar, intervienen diversos productos químicos cuya finalidad es la de obtener el azúcar deseado. Dentro de estos materiales de consumo se encuentran:

Cal (CaO).- Se agrega al guarapo mezclado con el fin de precipitar en forma de sales insolubles a los ácidos orgánicos como también el de elevar el PH hasta un nivel casi neutro.

Para un buen resultado, la calidad de la Cal es importante. A este fin se debe perseguir que su contenido de CaO sea lo más cercano a 100%. En contrapartida es deseable que contenga como máximo un 2% de óxido de magnesio o de óxido de fierro ya que estas impurezas producen depósitos en los evaporadores de múltiple efecto y particularmente el magnesio dificulta la defecación.

En raras ocasiones la Cal se agrega directamente en estado sólido, ya que de esta manera se disuelve muy lentamente en el guarapo. Por otra parte esto también provoca falta de uniformidad en la operación, ocasionando que algunas fracciones del jugo, virtualmente se saturan de Cal, mientras que otras prácticamente no la reciben.

Para evitar lo anterior, la práctica usual, es introducir la Cal en forma de lechada a fin de obtener una más rápida difusión en el jugo, dentro de una acción más regular.

Este proceso a la fecha es mundialmente indispensable en la Industria Azucarera; se le conoce con el nombre de "alcalización".

Azufre.- Su empleo da origen a una técnica denominada "sulfitación".

Viene a ser un auxiliar en la defecación y para obtener azúcar blanco.

Según lo anterior se aplica respectivamente:

- a) En el guarapo o jugo, indistintamente antes o después del alcalizado.
- b) En la meladura o sea el guarapo concentrado después de la evaporación.

El objetivo se logra cuando previamente a partir del azufre se obtiene Anhidrido Sulfuroso ( $SO_2$ ) - por medio de combustión a 353 grados centígrados e introduciendo simultáneamente aire seco para evitar la formación de Anhidrido Sulfúrico ( $SO_3$ ).

El método de sulfitación posee ventajas y desventajas:

Ventajas:

- El jugo con menos impurezas se decanta más rápidamente optimizando este proceso.
- Disminuye la viscosidad del guarapo concentrado lográndose un menor tiempo en su cocimiento.
- Se mejora la cristalización y el oolor del azúcar.

- También se ahorra tiempo en la clarificación y en la cristalización.
- Se aumenta ligeramente la producción en las centrifugas.

Desventajas:

- Los calentadores se incrustan - más rápidamente con las sustancias o impurezas que origina el método.

Puede evitarse sulfitando en caliente pero trae consigo la inconveniencia de tener que aumentar la superficie de calentamiento - con inversiones adicionales, la mayoría de las veces, poco com--pensadoras.

- Se aumentan los gastos debido al equipo necesario para el empleo de ésta técnica y de igual forma para el mantenimiento adicional que en términos generales provoca.

El balance económico negativo de lo anterior, resulta en el poco - uso de la sulfitación en los Ingenios Azucareros.

Carbón.- El método de carbonatación se emplea al igual que la sulfitación como auxiliar para la clarificación del guarapo.

Esta técnica puede aplicarse de diversas maneras, - las más usuales son:

- Simple carbonatación.- Se lleva a cabo después de la alcalización.
- Doble carbonatación.- Comprende los siguientes pasos: Encalado en exceso, carbonatación dejando una alcalinidad muy alta, filtración, segunda carbonatación dejando una alcalinidad muy alta, filtración, segunda carbonatación hasta que la alcalinidad baje a un valor muy débil, ebullición, segunda - filtración.
- Carbonatación de Haan.- Consiste en: llevar el jugo hasta 55°C y enviarlo al tanque de carbonatación, el anhídrido carbónico y la lechada se suministran al mismo tiempo manteniendo el pH constante por medio de un papel indicador de fenolftaleína, cuando el color del papel cambia, se lleva la carbonatación hasta la neutralidad inidoad por la fenolftaleína.  
El ácido carbónico necesario se prepara en un horno anexo a la fábrica,

mismo en el que se produce la Cal; -  
 $\text{CaCO}_3 \text{ --- } \text{CaO} + \text{CO}_2$  utilizándose co-  
mo materia prima la piedra caliza. Pa-  
ra provocar ésta disociación son nece-  
sarias aproximadamente 700 kilocalo-  
rias por kilogramo de piedra caliza.  
La temperatura del horno debe estar -  
en el rango de 100 a 1300 grados cen-  
tígrados.

El ácido carbónico al agregarse al ju-  
go, medio alcalino forma un precipi-  
tado de carbonato de Cal, que envuelve  
las materias colorantes y las gomas.  
Con el fin de optimizar el método, la  
temperatura de operación debe ser ma-  
yor de 55 grados centígrados para evi-  
tar la destrucción de la glucosa, y no  
menor de 45 grados centígrados para -  
evitar que la reacción sea muy lenta e  
incompleta.

Sosa Caustica y Acido Muriático.- Estas sustancias -  
químicas se emplean para limpiar por igual compues-  
tos orgánicos e inorgánicos que se incrustan en los  
evaporadores de múltiple efecto. La sosa disuelve -  
principalmente los oxalatos y silicatos. El ácido -  
ataca primordialmente los carbonatos, sulfitos y fos-  
fatos. Estas incrustaciones se originan a partir de  
una:

- a) Mala separación de materia sólida en -

el jugo por una defectuosa defecación o filtración.

- b) Insolubilización de los no azúcares en solución que ocurre a medida que el jugo se concentra.

Petróleo.- Es usado como combustible en las calderas que deberán producir el vapor de agua, que a su vez se destina generalmente para el calentamiento en los cambiadores de calor, evaporadores, tachos y demás.

El petróleo puede ser sustituido casi en su totalidad por el bagazo resultante de la molienda. Esta opción se ejerce tomando en cuenta las ventajas económicas que para cada caso ofrezca el Ingenio en cuestión.

Otros.- Dentro de este renglón se agrupan las sustancias químicas y/o materiales de menor volumen en un Ingenio Azucarero.

En términos generales la cantidad de insumos utilizados en la fabricación del azúcar depende de las características específicas de cada Ingenio principalmente: capacidad de molienda, calidades y variedades de la caña molida y cantidades de impurezas contenidas en el guarapo.

INSUMOS EN LA PRODUCCION DE AZUCAR DE LOS INGENIOS  
MEXICANOS  
Toneladas

Zafra	Petróleo (miles de lbs.)	Cal	Sosa Cáustica	Acido Muriático	Carbón	Azufre	Otros
1966	980,342	21,840	2,883	1,537	2,146	2,756	9,714
1967	896,580	24,976	3,203	1,731	2,453	1,730	3,801
1968	768,368	26,087	3,118	1,863	1,894	1,353	6,155
1969	767,842	29,974	2,916	2,172	2,342	2,000	9,757
1970	909,142	29,847	3,090	1,939	1,571	1,994	6,830
1971	1,000,701	31,324	3,227	1,901	3,367	2,276	6,969
1972	1,188,296	31,706	3,047	1,972	1,763	1,649	6,577
1973	1,322,372	32,703	3,961	2,229	2,318	3,423	157
1974	1,417,747	28,162	2,231	3,730	1,915	7,717	4,335

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975, U.N.P.A.S.A.

Otros:

- Desinfectante de molinos
- Flocculante
- Clarificante ( Superfosfato)
- Filtro ayuda
- Anhídrido fosfórico

2.3 Ingenios existentes y capacidad instalada

Los Ingenios que operaron durante la zafra de 1974/1975 en el Territorio Nacional se han clasificado de acuerdo a su capacidad de molienda diaria. El cuadro No. 15 muestra los grupos, índices y los márgenes de media ponderada de molienda resultantes.

C U A D R O No. 15  
INDICES DE CAPACIDAD DIARIA DE MOLIENDA  
INSTALADA

Grupo	Índice o Clasificación	Márgenes de media ponderada (Ton/día)
I	Molienda mínima	Menos de 2,000
II	Molienda baja	2,000 a 3,900
III	Molienda normal	4,000 a 8,000
IV	Molienda alta	Más de 8,000

Enseguida puede observarse en el Cuadro No. 16, la participación relativa de cada grupo, por lo que se refiere al total de Ingenios y su aporte proporcional al total de la capacidad instalada en el país.

C U A D R O No. 16

Grupo	Total de Ingenios	% del total de Ingenios	% de Capacidad instalada ton/día	% total de capacidad instalada
I	14	21.21	15,450	5.66
II	23	34.84	64,650	23.68
III	24	36.36	118,320	43.35
IV	5	7.57	74,500	27.29
TOTAL:	66	100.00		100.00

FUENTE: Estadísticas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1975.

Una visualización objetiva de lo anterior la ofrece la gráfica Número 2.

Es indicativa la clara tendencia hacia instalar Ingenios correspondientes a la clasificación de molienda normal y baja que corresponden a un rango de 2000 hasta 8000 toneladas de capacidad de molienda diaria. Esto permite suponer que es consecuencia de haber a la fecha, logrado con Ingenios de estas características los resultados óptimos, dentro de la Industria Azucarera Mexicana, en cuanto a metas de producción y costos. Corroborando lo antes expuesto están los Ingenios futuros proyectados y en construcción que han sido diseñados para una capacidad de 6,000 toneladas diarias de molienda.

## 2.4 Producción nacional y valor de el azúcar y de los subproductos

### **Producción de Azúcar:**

La producción de azúcar está integrada por tres clases o tipos de azúcar, Azúcar refinado, azúcar standard y azúcar mascabado, los cuales tienen diferentes destinos. El refinado surte al consumo industrial, el standard provee el consumo doméstico y el mascabado se destina en su totalidad para exportación.

La producción total de azúcar de 1965 a 1974 ha crecido con una tasa anual de 3.27%.

La producción de refinado es la más alta y representa en promedio 48% y ha tenido en el período analizado una tasa de crecimiento de 3.19%.

La producción de azúcar standard también es importante ya que tiene una tasa de crecimiento anual de 10.47% y representa en promedio el 29% de la producción.

La producción de mascabado representa aproximadamente el 23% de la producción total y se tienen marcadas fluctuaciones en cuanto a su producción. Ver el Cuadro No.17.

Para el año de 1975 hubo necesidad de tomar parte de la producción de mascabado para las necesidades del consumo nacional y para los próximos años se espera que la producción no aumente sustancialmente y ante las necesidades de consumo nacional, se tendrá que refinar el azúcar mascabado en el país, previéndose que seguirán restringidas las exportaciones.

### **Valor de la producción del azúcar:**

El valor de la producción de azúcar varía según sea la clase

CUADRO No. 17  
 PRODUCCION DE AZUCAR  
 ( Toneladas )

AÑO	TOTAL	REFINADO	%	STANDARD	%	MASCABADO	%
1965	1.982,969	1.013,307	51.1	410,472	20.7	559,190	28.2
1966	2.011,390	1.039,765	51.7	496,976	24.7	474,699	23.6
1967	2.327,250	1.230,374	52.9	478,481	20.6	618,395	26.6
1968	2.195,728	1.116,510	50.8	390,529	17.8	688,689	31.4
1969	2.393,954	1.198,031	50.0	582,466	24.3	613,467	25.6
1970	2.207,984	1.067,337	48.3	612,529	27.7	528,123	23.9
1971	2.392,850	1.148,539	48.0	704,230	29.4	540,081	22.6
1972	2.359,428	1.139,197	48.3	667,683	28.3	552,548	23.4
1973	2.592,277	1.194,556	46.1	765,934	29.5	631,787	24.4
1974	2.649,182	1.188,737	44.9	883,278	33.3	577,167	21.8
1975	2.519,046+	1.132,059+	44.94+	831,285+	33.0+	553,686+	21.9+

109

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975 U.N.P.A.S.A.

+ Datos Estimados

o tipo de azúcar. Ver Cuadro No. 18.

Desde 1955 hasta 1971 el azúcar no incrementó sus precios, el valor del azúcar refinada era en promedio de \$1.43 por kilogramo, el precio del azúcar standard correspondía a - \$1.38 por kilogramo y el mascabado se vendía a \$1.28 el - kilogramo.

Pero como consecuencia del decreto del 15 de Diciembre de 1970, entraron en vigor nuevos precios para las diferentes clases de azúcar.

El azúcar refinado alcanzó un aumento del 66% elevando su precio a \$2.15 por kilogramo. El azúcar standard tuvo un nuevo precio a \$2.15 por kilogramo. El azúcar standard tu vo un nuevo precio de \$2.00 por kilogramo significando un aumento del 67.6%. El azúcar mascabado se vió favorecido con un aumento del 67.37% siendo su nuevo precio el de - - \$1.90 por kilogramo.

Este aumento en el azúcar se debió a que en 1970 registraba la Industria considerables pérdidas ya que para producir - un kilogramo de azúcar se tenían los siguientes gastos.

	Pesos
Salarios de obreros en Ingenios	0.85
Insumos varios, combustibles, energía	0.30
Depreciaciones	0.25
Gastos financieros	0.15
Gastos de Administración y ventas	0.25

C U A D R O No. 18

VOLUMEN Y VALOR DE LA PRODUCCION DE LA INDUSTRIA AZUCARERA DE 1965 a 1975

SEGUN LAS VARIEDADES PRODUCIDAS

Zafras	PRODUCCION TONELADAS				VALOR DE LA PRODUCCION Miles de pesos			
	Total	Refinado	Standard	Mascabado	Total	Refinado	Standard	Mascabado
1965	1.982,969	1.013,307	410,472	559,190	2.718,929	1.449,029	554,137	715,763
1966	2.011,390	1.039,765	496,976	474,649	2.765,332	2.486,864	670,917	607,551
1967	2.327,250	1.230,374	478,481	618,395	3.196,930	1.759,435	645,949	791,546
1968	2.195,728	1.116,510	390,529	688,689	3.005,345	1.596,609	527,214	881,522
1969	2.393,964	1.198,031	582,456	613,467	3.284,751	1.713,184	786,329	785,238
1970	2.207,984	1.067,337	612,524	528,123	3.029,196	1.526,292	826,907	675,997
1971	2.392,850	1.148,539	704,230	540,081	4.903,973	2.469,359	1.408,450	1.026,154
1972	2.359,428	1.139,197	667,683	552,548	4.834,480	2.449,273	1.335,366	1.049,841
1973	2.592,277	1.194,556	765,934	631,787	5.300,558	2.568,295	1.531,868	1.200,395
1974	2.649,182	1.188,737	883,278	577,167	5.418,958	2.555,785	1.766,556	1.096,617

Costo de refinación	0.25
TOTAL:	2.05

En 1970 el valor de la producción fué de \$ 3.029,196,000.0 y para 1971 aumentó a \$ 4.903,973,000.0 o sea se incrementó en 1.61% y para el año de 1974 el valor de la producción llegó a \$ 5.418,958,000.0 esto es un incremento de 1.79 veces el valor de la producción de 1970.

Como se indica en el Cuadro No. 18 los precios del azúcar no han aumentado desde 1971, pero han seguido aumentando - los costos para producirla. De ahí la necesidad inminente de tener que aumentar nuevamente el precio del azúcar o en su defecto el subsidio que se les da a los Ingenios tendrá que ser mayor. Basta considerar que el valor de la producción de caña de azúcar es de \$ 2.500,638,708.0 y que esto equivale a la mitad de los ingresos que deja el azúcar y - que se destinan a pagar la materia prima sin contar muchos otros gastos que tiene la industria.

Sub-productos del azúcar:

Dos son los sub-productos básicos obtenidos de la elaboración de azúcar de caña, que a su vez dan origen a una extensa gama de usos en la Industria.

Bagazo:

El bagazo se obtiene como residuo en la molienda de la caña de azúcar y está compuesto por:

- La fibra leñosa que contiene la caña de azúcar.
- Sacarosa presente en el jugo residual y humedad que queda del agua de imbibición, en proporciones que están determinadas por la calidad y la variedad de la caña de azúcar y por el tipo de proceso de molienda usado.

En general el bagazo obtenido representa aproximadamente el 25% del peso total de caña molida.

Se emplea principalmente como combustible para la generación de vapor en las calderas de los Ingenios Azucareros.

Y el bagazo sobrante:

- Es industrializado para obtener papel, aunque no de primera calidad.
- Asimismo se emplea en la fabrica

ción de tablas aislantes y tableros para paredes.

- En la alimentación bovina, mezclándolo con melazas.
- Actualmente se producen plásticos derivados del bagazo, siendo éstos termoplásticos y termofijos.

#### Mieles:

Este sub-producto se obtiene de la fabricación o refinación del azúcar crudo. Las mieles, llamadas también melazas, son jarabes incristalizables y a la fecha es antieconómico derivar más azúcar con los métodos usuales.

La melaza contiene, una porción de sacarosa y los azúcares no reductores. Las proporciones de estos elementos dependen de las características de la materia prima, así como el proceso de fabricación de azúcar.

Con el fin de llevar a cabo un control sobre la cantidad de melaza obtenida en los Ingenios, es requisito por parte de la Secretaría de Industria y Comercio que estos reporten el valor del volumen de melaza a 85 grados brix, como se reporta en el Cuadro No. 19.

Un gran número de productos pueden obtenerse de las mieles:

- El más común hasta la fecha es la producción de alcohol etílico por medio de fermentación.
- En volúmenes inferiores se producen levaduras para consumo humano y animal.
- También se derivan sustancias químicas orgánicas como ácido cítrico, acetona, butanol y otros.
- Las mieles poseen una gran cantidad de vitaminas, sales minerales y proteínas que se aprovechan en escala importante como complemento alimenticio para el ganado vacuno y lanar.

C U A D R O    N o . 19  
P R O D U C C I O N  D E  S U B  P R O D U C T O S  D E L  A Z U C A R  
( T o n e l a d a s )

---

Años	Bagazo	Mieles (85°Brix)
1965	5.896,000	931,559
1966	7.337,000	913,576
1967	8.470,600	1,004,138
1968	8.001,900	908,718
1969	8,639,700	1.038,425
1970	8.154,600	953,854
1971	8.426,100	1.071,420
1972	8.242,700	1.083,126
1973	9.796,900	1,264,992
1974	9.963,100	1,268,557

---

FUENTE:    Estadísticas Azucareras 1975 U.N.P.A.S.A.

## 2.5 RECURSOS

### 2.5.1 Recursos Humanos

La Industria Azucarera ocupó en 1974 el 2% de la población económicamente activa del país con un total de 287,000 personas empleadas, de las cuales el 85% se dedicaron a las labores del campo.

La estructura de la Industria Azucarera podría considerarse como un complejo agrícola-industrial. La estrecha dependencia entre campo y fábrica señala la importancia de considerar el complejo como un todo.

Al cultivo de la caña de azúcar se dedicaron en total 103,796 personas de las cuales el 84% eran ejidatarios y el 16% pequeños propietarios.

El grupo humano más numeroso de la Industria Azucarera lo forman los cortadores de caña, sin embargo su número tiende a reducirse como lo muestra el Censo de 1974 en el que se registraron 105,939 cortadores inferior a la cifra correspondiente a el año de 1973 en el cual se registraron 115,132 cortadores. Esta tendencia a disminuir tiene su explicación en dos factores fundamentales:

- a) El problema migratorio de los cortadores, que en su mayoría, no son originarios de las zonas cañeras, lo que ocasiona tal fenómeno de desplazamiento acompañado de gastos de transporte, alojamiento y sustento que tienen que cubrir los cañeros durante el período de la zafra.

- b) La tendencia hacia mecanizar cada vez más las labores de corte de caña en el campo cañero mexicano.

Otra actividad dentro de las labores del campo es la de transportar la caña cortada a los Ingenios, actividad que en los últimos 10 años ha ocupado un promedio de 20,000 personas por zafra entre choferes y auxiliares.

Los asalariados de campo completan las fuerzas de trabajo dedicadas a la producción de caña de azúcar. En 1974 se contaban con 16,142 personas dedicadas a estas labores.

La evolución histórica de los conglomerados humanos dedicados a la producción de caña puede observarse en el Cuadro No. 20.

C U A D R O    N o . 20  
PERSONAS DEDICADAS A LA PRODUCCION CAÑERA

AÑOS	CORTADORES	%	PRODUCTORES	%	TRANSPORTISTAS	%	ASALARIADOS	%	TOTAL
1966-67	110,976	42.85	83,273	32.15	20,317	7.84	44,426	17.15	258,922
1967-68	113,244	45.00	82,035	32.65	23,843	9.49	32,076	12.76	251,198
1968-69	114,590	46.37	83,778	33.90	19,899	8.05	28,809	11.65	247,076
1969-70	112,703	46.11	87,158	35.66	20,966	8.57	23,577	9.64	244,404
1970-71	108,214	45.89	91,641	38.86	21,979	9.32	13,953	5.91	235,787
1971-71	115,453	46.91	94,802	38.51	21,958	8.92	13,901	5.64	246,114
1972-73	115,132	45.75	100,099	39.78	19,689	7.82	16,579	6.58	251,609
1973-74	105,939	43.42	103,796	42.55	18,058	7.40	16,142	6.61	243,935

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975, U.N.P.A.S.A.

Analizando las tasas de crecimiento anual, período 1968-1974 correspondiente al número de mexicanos empleados como cortadores y asalariados de campo, la de los dedicados al transporte de la caña y finalmente el aumento de los productores, llegamos fácilmente a la conclusión de que la producción de caña es la única labor en el campo cañero mexicano que ofrece nuevos empleos a diferencia de las actividades restantes que año con año reducen la ocupación a medida que la mecanización aumenta, como antes se dijo. Ver Cuadro No. 21.

C U A D R O      No. 21

ACTIVIDAD	TASA DE CRECIMIENTO		
Productores	2	%	anual
Cortadores	- 0.7	%	anual
Transportistas	- 1.7	%	anual
Asalariados de campo	- 13.47	%	anual

FUENTE: Estadísticas Azucareras, U.N.P.A.S.A.

Productividad en el campo cañero.

El panorama de la productividad que alcanzaron los sembradores, cortadores, transportistas y asalariados de campo en el período estudiado se ofrece en el Cuadro No. 22.

Es significativo el aumento de la productividad en estos años toda vez que se incrementó la producción de caña - mientras que hubo una disminución de las personas dedicadas a estas labores.

C U A D R O No. 22

AÑOS	TONELADAS DE CAÑA PRODUCIDA	PRODUCTIVIDAD (Ton/Hombre)	PERSONAS DEDICADAS A LA PRODUCCION CAÑERA.
1966-67	25.442,099	98.23	258,992
1967-68	24.382,744	97.06	251,198
1968-69	27.046,729	109.46	247,076
1969-70	24.524,437	100.34	244,404
1970-71	25,985,198	100.20	235,787
1971-72	26.254,352	106.67	246,114
1972-73	29.849,272	118.63	251,609
1973-74	30.495,594	125.01	243,935

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975, U.N.P.A.S.A.

La productividad del sector productor tiene una marcada tendencia a disminuir debido a que el número de personas dedicadas a estas labores crece a un ritmo superior al crecimiento de la producción de caña de azúcar. Cabe señalar que a pesar de sugerir un resultado negativo — desde el punto de vista esencialmente económico ofrece ventajas en el orden social al estar generando una mayor capacidad de empleo. Ver Cuadro No.23

La productividad en el corte de la caña en los últimos ocho años ha crecido a razón de 3.3% anual. Una mayor producción cañera lograda por un menor número de cortadores, reforzados con máquinas cortadoras. De igual forma se muestra el panorama que ofrecen los asalariados — del campo a los que se recurre cada vez en menor proporción ante la presencia de tractores y demás maquinaria que ha eficientado su labor en el campo cañero mexicano. Ver Cuadros Nos. 24 y 25.

#### Fábrica.

Refiriéndonos al personal dedicado a la fabricación de azúcar tenemos que en 1974 se dedicaron a estas labores 42,199 personas de las cuales el 84.75% correspondió a obreros y el 15.25% a personal de confianza. Cabe señalar que esta composición del personal de fábrica mantiene una marcada estabilidad histórica dentro de los rangos mencionados.

La evolución del número de personas dedicadas a estas labores se observa en el Cuadro No. 26

C U A D R O No. 23

AÑOS	CAÑA PRODUCIDA ( Tons. )	PRODUCTORES	PRODUCTIVIDAD ( Ton/Hombre )
1966-67	25.442,099	83,273	305.5
1967-68	24.382,744	82,035	297.2
1968-69	27.046,724	83,778	322.8
1969-70	24.524,437	87,158	281,3
1970-71	25.985,198	91,641	283.5
1971-72	26.254,352	94,802	276.9
1972-73	29.849,272	100,099	298.1
1973-74	30.495.594	103,796	293.8

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975, U.N.P.A.S.A.

C U A D R O No. 24

AÑOS	CAÑA PRODUCIDA ( Tons.)	CORTADORES	PRODUCTIVIDAD ( Ton/hombre)
1966-67	25.442,099	110,976	229.25
1967-68	24.382,744	113,244	215.31
1968-69	27.046,724	114,590	236.03
1969-70	24.524,437	112,703	217.60
1970-71	25.985,198	108,214	240.13
1971-72	26.254,352	115,453	227.40
1972-73	29.819,272	115,032	259.49
1973-74	30.495,594	105,939	287.86

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975, U.N.P.A.S.A.

C U A D R O    N o . 25

AÑOS	CAÑA PRODUCIDA (Tons.)	ASALARIADOS DE CAMPO	PRODUCTIVIDAD (Tons/hombre)
1966-67	25.442,099	44,426	572.68
1967-68	24.382,744	32,076	760.45
1968-69	27.046,724	28,809	938.82
1969-70	24.524,437	23,577	1,040,18
1970-71	25.985,198	13,953	1,862.33
1971-72	26.254,352	13,901	1,888.66
1972-73	29.849,272	16,579	1,800.42
1973-74	30.495,594	16,142	1,839.20

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975, U.N.P.A.S.A.

### Productividad en la fabricación de azúcar.

En términos generales se observa poca variación durante el período 1966-1974 respecto a los índices de productividad alcanzados por los trabajadores dedicados a la fabricación de azúcar. Ver Cuadro No. 27.

La tendencia normal debería ser hacia un incremento constante hasta llegar a mejores niveles de productividad que los registrados. Sin embargo prevalecen circunstancias que lo impiden.

Sobresalen las razones imputables a la ineficiencia con la que se aprovecha la capacidad instalada en los Ingenios, situación que se trata en otro apartado en el presente Estudio.

Es de suponerse que existen causas adicionales originadas por el movimiento obrero que cuenta entre sus principales conquistas el mantener como política empresarial la contratación del personal en número muy superior al estrictamente necesario.

En el campo las actividades están fuertemente regidos por la estructura social de las comunidades y sus patrones culturales se reflejan en la forma de producción cañera.

Los grupos humanos que forman la Industria Azucarera son muy heterogéneos en función de que los 66 ingenios existentes en la República Mexicana se encuentran distribuidos en 16 Entidades Federativas. Sin embargo considerando que los Ingenios se encuentran enclavados en municipios rurales con sus respectivas zonas cañeras el rasgo común

de estos grupos humanos es que los trabajadores del campo cañero, así como el 90% de los obreros son de extracción campesina.

C U A D R O No. 26

PERSONAS DEDICADAS A PRODUCIR AZUCAR

AÑOS	OBREROS	%	PERSONAL DE CONFIANZA	%	TOTAL DE PERSONAS
1966-67	32,942	86.27	5,242	13.72	38,184
1967-68	29,291	84.82	5,242	15.17	34,533
1968-69	28,279	84.28	5,465	16.19	33,733
1969-70	28,442	83.75	5,517	16.24	33,959
1970-71	31,317	82.63	6,582	17.36	37,899
1971-72	34,156	84.66	6,189	15.33	40,355
1972-73	34,946	84.72	6,301	15.27	41,247
1973-74	35,765	84.75	6,434	15.24	42,199

FUENTE: Estadística Azucarera 1975 U.N.P.A.S.A.

C U A D R O No. 27

AÑOS	PRODUCCION DE AZUCAR ( Tons. )	TOTAL DE PERSONAS PRODUCTORAS DE AZUCAR	PRODUCTIVIDAD ( Tons/hombre )
1966-67	2.327,250	38,184	60.94
1967-68	2.195,728	34,533	63.58
1968-69	2.393,964	33,774	70.88
1969-70	2.207,984	33,959	65.02
1970-71	2.392,850	37,899	63.13
1971-72	2.359,428	40,355	58.46
1972-73	2.592,277	41,247	62.84
1973-74	2.649,182	42,199	62.77

FUENTE: Estadística Azucarera 1975, U.N.P.A.S.A.

Otras características sociológicas similares que han encontrado estudios realizados por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social y la Comisión Nacional de la Industria Azucarera en 1972 han sido:

- Baja escolaridad entre los obreros. En promedio tres años de estudios primarios.
- En términos generales la edad del obrero es avanzada.
- Es notable la falta de capacitación de los trabajadores para realizar sus labores, asociado a un dramático desinterés hacia el aprendizaje y superación personal.

Ante esta situación y con el fin de mejorar el nivel socioeconómico de los trabajadores dependientes de la Industria Azucarera, la Comisión Nacional de la Industria Azucarera, creó el 14 de Noviembre de 1972 el "Instituto de Capacitación de la Industria Azucarera" (ICIA) cuya finalidad es la planeación, organización, el desarrollo, el control y la evaluación del sistema de capacitación de la Industria Azucarera a través de:

- Elaboración de programas generales de educación y capacitación en los Ingenios, y
- Promoción de las acciones educativas y de capacitación que correspondan a las necesidades de los trabajadores y la Industria.

El establecimiento, desarrollo y consolidación de los objetivos del ICIA se han previsto en tres etapas con objetivos concretos y plazos determinados como se muestra esquemáticamente.

ETAPA I	ETAPA II	ETAPA III
1975- 1976	1977 - 1978	1978-1980
Trabajadores de fábrica e hijos	Ejidatarios e hijos, empleados de nuevo Ingreso	Consolidación

FUENTE: Instituto de Capacitación de la Industria Azucarera.

Por otra parte la Comisión Nacional de la Industria Azucarera con la ayuda de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público ha realizado para el período 1973-1976 obras en los municipios donde se encuentra la gente dependiente de esta industria. Las obras consisten fundamentalmente en:

		1973	1976
-	Comunidades con electricidad	57%	91%
-	Comunidades con agua potable	37%	72%
-	Comunidades con escuelas	35%	81%

La magnitud del problema habitacional en el campo cañero, se contempla con un déficit total de 90,000 viviendas, sin embargo las obras realizadas en este renglón únicamente cubren 1,400 viviendas cada dos años.

Es reconocida la necesidad de implementar medidas adicionales para mitigar y eventualmente resolver esta carencia social.

También es de esperarse que la Industria Azucarera en los próximos años ocupe a un mayor número de mexicanos debido a que:

- Las actuales fuerzas de trabajo son de edad avanzada estando cercana su jubilación.

- Y por los planes de expansión de esta Industria cuyas metas inmediatas contemplan la puesta en marcha de seis nuevos Ingenios antes de 1982.

#### 2.5.2 Financieros y Crediticios.

El financiamiento para la operación de los Ingenios lo hace la Financiera Nacional Azucarera, S. A. y la forma de solicitar y liquidar la deuda es la misma - que se expuso ya en este Estudio.

FINASA otorga a los Ingenios créditos de diversos tipos como son:

- Préstamo de habilitación o auto para - fábrica.- Este crédito se otorga para la reparación de la unidad industrial o para mantenimiento preventivo y se utilizará exclusivamente en la compra de - materiales y refacciones, pago de sueldos, adquisición de combustibles y lubricantes que sean necesarios para la reparación y comprende también los gastos de administración de la fábrica, durante el periodo de reparación.
- Créditos refaccionarios para fábricas.- Este tipo de crédito incluye, créditos para ampliación de fábrica, para instalación de refinería, maquinaria para fábrica, créditos para la construcción de nuevos Ingenios.

El crédito para la ampliación de fábrica comprende todos aquellos conceptos que implique una ampliación de la capacidad y pueden comprender desde los estudios de ingeniería para planear la ampliación, hasta las labores adicionales indispensables, para el montaje, prueba y funcionamiento de la maquinaria.

Los créditos de instalación de refinería, comprenden los gastos de la instalación completa de la refinería, en aquellos Ingenios que no la tengan, y los gastos de ampliación de la refinería en los Ingenios que la necesiten.

Los créditos de maquinaria para fábrica. Con este tipo de créditos se tramitarán las solicitudes correspondientes a la adquisición de maquinaria de fábrica, siempre y cuando la maquinaria no implique una ampliación en la capacidad del Ingenio.

El crédito más importante es el referente a la construcción de nuevos Ingenios, que incluyen los gastos de los estudios de localización, hasta las erogaciones relativas a la zafra de prueba de la maquinaria y se pueden incluir las inversiones en semilleros y plantaciones previas para su comercialización.

2.6 Demanda por Tipos y por Sectores Consumidores.

En el Cuadro No. 28 se puede apreciar el consumo por sector consumidor, el industrial y el doméstico.

Tenemos primeramente que el consumo doméstico tiene una tendencia a disminuir en favor del sector industrial. Esto no quiere decir que el consumo del sector doméstico - esté disminuyendo. El consumo doméstico tiene una tasa - de crecimiento para 1969 a 1975 de 3.86% anual. Y el sector industrial para el mismo período tiene una tasa de - crecimiento de 8.8% anual.

Esto no implica que el sector doméstico haya dejado de - consumir azúcar, por el contrario, sucede que ahora consume más, productos industrializados que contienen azúcar, de ahí que el sector industrial haya incrementado su consumo de azúcar.

En el Cuadro No. 29 se muestra el consumo por clases de azúcar, el refinado y el standard.

En este cuadro se puede ver claramente que hay una tendencia a utilizar más el azúcar standard que la refinada.

El consumo de azúcar refinada para el período 1965-1975 tiene una tasa de crecimiento de 3.19% anual y el del azúcar standard para ese mismo período tiene una tasa de - 10.47%.

El azúcar standard es destinado para consumo doméstico y el azúcar refinado para el consumo industrial. Esto es, - se confirma que el consumo doméstico se está incrementan-do.

C U A D R O    No. 28

CONSUMO DE AZUCAR POR SECTOR CONSUMIDOR

AÑO	PRODUCCION AZUCAR	INDUSTRIAL	%	DOMESTICO	%
1965	1.359,484	447,207	32.90	912,277	67.10
1966	1.430,277	485,536	33.95	944,741	66.05
1967	1.517,833	533,952	35.18	983,881	64.82
1968	1.625,934	589,632	36.25	1.036,302	63.74
1969	1.733,367	695,926	40.15	1.037,441	59.85
1970	1.840,768	762,386	41.42	1.078,382	58.58
1971	1.744,654	712,799	40.17	1,061,855	59.83
1972	1.909,975	781,797	40.93	1.128,178	59.07
1973	2.124,673	874,033	41.14	1.250,640	58.86
1974	2.173,353	902,230	41.60	1.270,123	58.40
1975+	2.381,396	1.049,005	44.05	1.332,391	55.95
1976+	2.526,334	1.138,871	45.08	1.387,463	54.92

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975, U.N.P.A.S.A.

Datos Estimados.

C U A D R O No. 29  
CONSUMO DE AZUCAR POR CLASES DE AZUCAR

AÑO	PRODUCCION AZUCAR	REFINADO	%	STANDARD	%
1966	1.430,277	1.047,939	73.27	382,338	26.73
1967	1.517,833	1.124,893	74.11	392,940	25.89
1968	1.625,934	1.209,942	74.42	415,992	25.58
1969	1.733,367	1.035,932	59.76	697,435	40.24
1970	1.840,768	1.186,483	64.46	654,285	33.34
1971	1.774,654	1.083,225	61.04	691,429	38.96
1972	1.909,975	1.198,198	62.73	711,777	37.27
1973	2.124,673	1.318,022	62.03	806,651	37.97
1974	2.173,353	1.247,864	57.42	925,489	42.58
1975+	2.381,396	1.335,725	56.09	1,037,812	43.61

FUENTE: Estadísticas Azucareras, 1975 U.N.P.A.S.A.

+ Datos Estimados

Y se puede ver mejor en la siguiente forma: Para 1975 el consumo doméstico necesitó de 1.332,391 toneladas de azúcar y para ese año sólo se consumieron 831,285.1 toneladas de azúcar standard.

La producción de azúcar refinada fué de 1.132,059 toneladas y el consumo industrial de 1.049,005 toneladas. Es decir que sobraron 83,054 toneladas las cuales sumadas a las 831,285 toneladas de azúcar standard totalizaron 914,339 toneladas para el sector doméstico. Faltando 418,052 toneladas para cubrir la demanda, cantidad que tuvo que ser suplida con azúcar mascabado que originalmente era para exportación.

Lo anterior indica que el sector doméstico está consumiendo, el azúcar refinado, standard y mascabado. Teniéndose con ésto que refinar la producción de mascabado para surtir a la industria y al sector doméstico y originado el descenso en las exportaciones.

El mayor consumo de azúcar, por parte de la población, se ve en el desarrollo de industrias que utilizan azúcar como materia prima. Ver Cuadro No. 30.

La principal industria consumidora de azúcar es la embotelladora refresquera. En esta industria el consumo de azúcar ha crecido con una tasa de 3.94% de 1969 a 1975. Sin embargo por lo que se refiere en su participación en el consumo industrial de azúcar, ésta ha venido disminuyendo su participación en favor de otras industrias, como la dulcera, la empacadora, y panificadora.

C U A D R O N o. 30  
 CONSUMO NACIONAL DE AZUCAR POR RAMAS INDUSTRIALES  
 ( toneladas )

AÑOS	TOTAL	DULCERA	%	EMPACADORA	%	PANIFICADORA Y GALLETERA	%	EMBOTELLADORA	%	PRODUCTOS LACTEOS	%	PRODUCTOS FARMACEUTI COS.	%	VITIVINI COLAS	%	OTRAS	%
1959	695,926	111,142	15.97	30,378	4.36	86,144	12.37	421,289	60.53	3,917	0.562	3,528	0.507	7,732	1,111	31,796	4.57
1970	762,385	127,477	16.72	35,782	4.69	93,831	12.30	459,746	60.30	10,878	1.426	3,067	0.402	8,465	1,110	23,140	3.03
1971	712,799	128,087	17.96	32,491	4.55	102,532	14.38	396,679	55.65	12,175	1.708	2,391	0.335	10,386	1,457	28,058	3.93
1972	781,797	133,206	17.03	34,728	4.44	112,557	14.39	435,723	55.73	14,005	1.791	1,843	0.235	15,180	1,941	34,555	4.419
1973	874,033	137,874	15.77	53,631	6.13	119,566	13.68	485,594	55.55	15,651	1.79	1,606	0.183	21,217	2.43	38,894	4.45
1974	503,230	162,316	17.97	66,883	7.40	117,588	13.00	465,754	51.56	19,167	2.12	2,028	0.224	23,928	2.55	45,566	5.04
1975	1.045,000	170,000	16.26	50,000	4.78	135,000	12.91	575,000	55.02					45,000	4.3		
	1.049,005	183,786	17.52	75,528	7.20	147,700	14.08	531,321	50.65	25,805	2.46	1,679	0.16	31,365	2.99	51,821	4.94

FUENTE: ESTADÍSTICAS AZUCARERAS, 1975 (U.N.P.A.S.A.).

En 1975 la industria embotelladora representó el 50.65% del consumo industrial. Siendo con esto la industria que más azúcar consume en el país.

Le siguen en orden de importancia la industria dulcera, la empacadora y panificadora. Estas industrias han desarrollado la tendencia del pueblo mexicano hacia un alto consumo per capita de azúcar y si antiguamente se elaboraban en los hogares los productos que estas industrias ofrecen, ahora la población prefiere adquirir estos productos ya terminados.

Esto se visualiza claramente en la industria panificadora que ha tenido una tasa de crecimiento anual para el período de 1969 a 1975 de 16.39% y representó en 1975 el 7.2% del consumo de azúcar para fines industriales.

Por lo que respecta a la industria dulcera ésta ha crecido con una tasa de crecimiento de 8.74% y representó en 1975 el 17.52% del consumo de azúcar. La industria empacadora también se ha desarrollado grandemente representando el 7.2% del consumo industrial en el mismo año y creció con una tasa anual de 16.35% de 1969 a 1975.

Por otra parte el consumo de la industria farmacéutica disminuyó en ese período y sólo influyó en 1975 en el 0.16% del consumo industrial del azúcar.

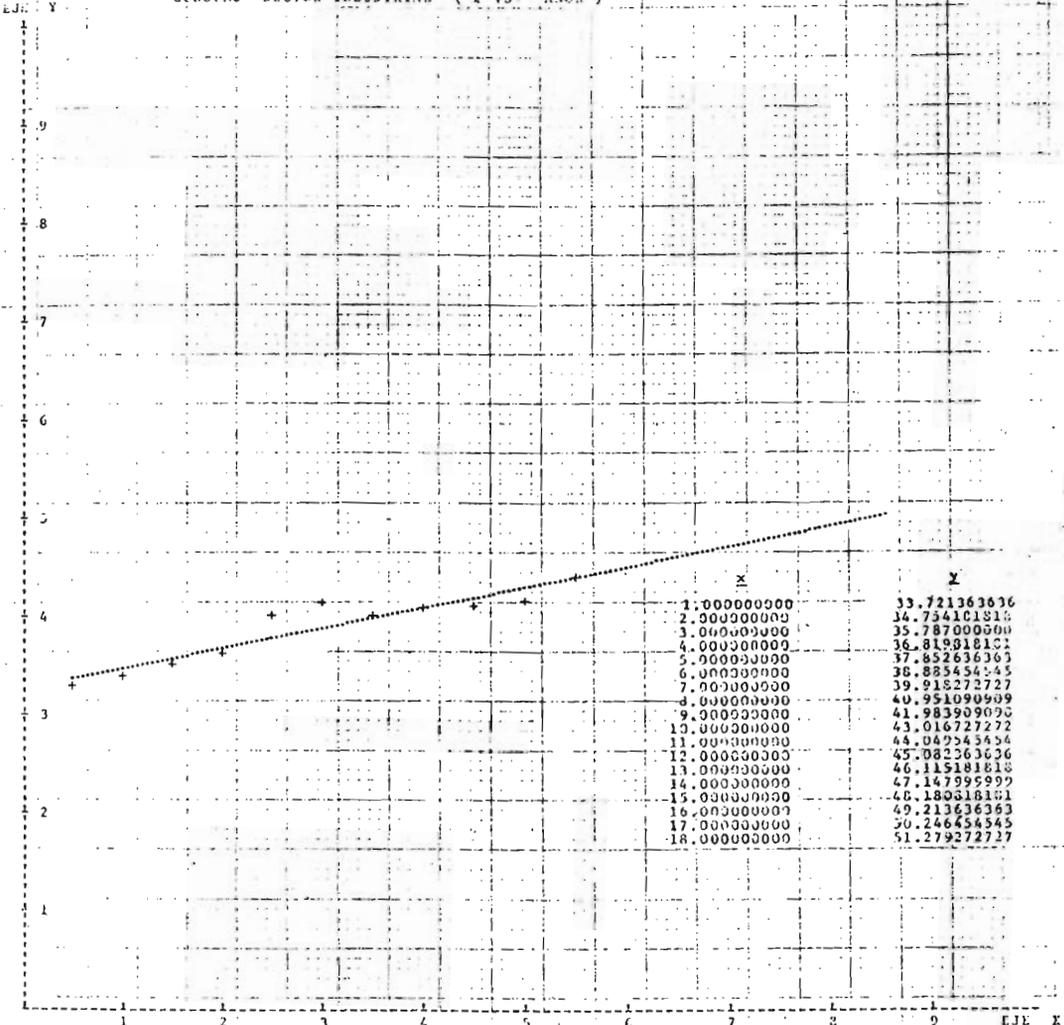
Otras industrias consumidoras de azúcar que han crecido pero sin influir significativamente en el consumo industrial de azúcar, son las de productos lácteos que tuvo para el período de 1969 a 1975 una tasa de crecimiento anual de 36.91%, representando el 2.99% del consumo. La

industria vitivinícola creció con una tasa anual para el mismo período de 26.28% y representó el 2.46% de la demanda industrial del azúcar.

Ver proyecciones adjuntas.

ANALISIS DE REGRESION LINEAL ( $y = a(0) + a(1)x$ )

CONSUMO SECTOR INDUSTRIAL (I VS. AÑOS)



X	Y
1.000000000	33.7211363616
2.000000000	34.7541081818
3.000000000	35.7870000000
4.000000000	36.8198181818
5.000000000	37.8526363636
6.000000000	38.8854545454
7.000000000	39.9182727272
8.000000000	40.9510909090
9.000000000	41.9839090909
10.000000000	43.0167272727
11.000000000	44.0495454545
12.000000000	45.0823636363
13.000000000	46.1151818181
14.000000000	47.1479999999
15.000000000	48.1808181818
16.000000000	49.2136363636
17.000000000	50.2464545454
18.000000000	51.2792727272

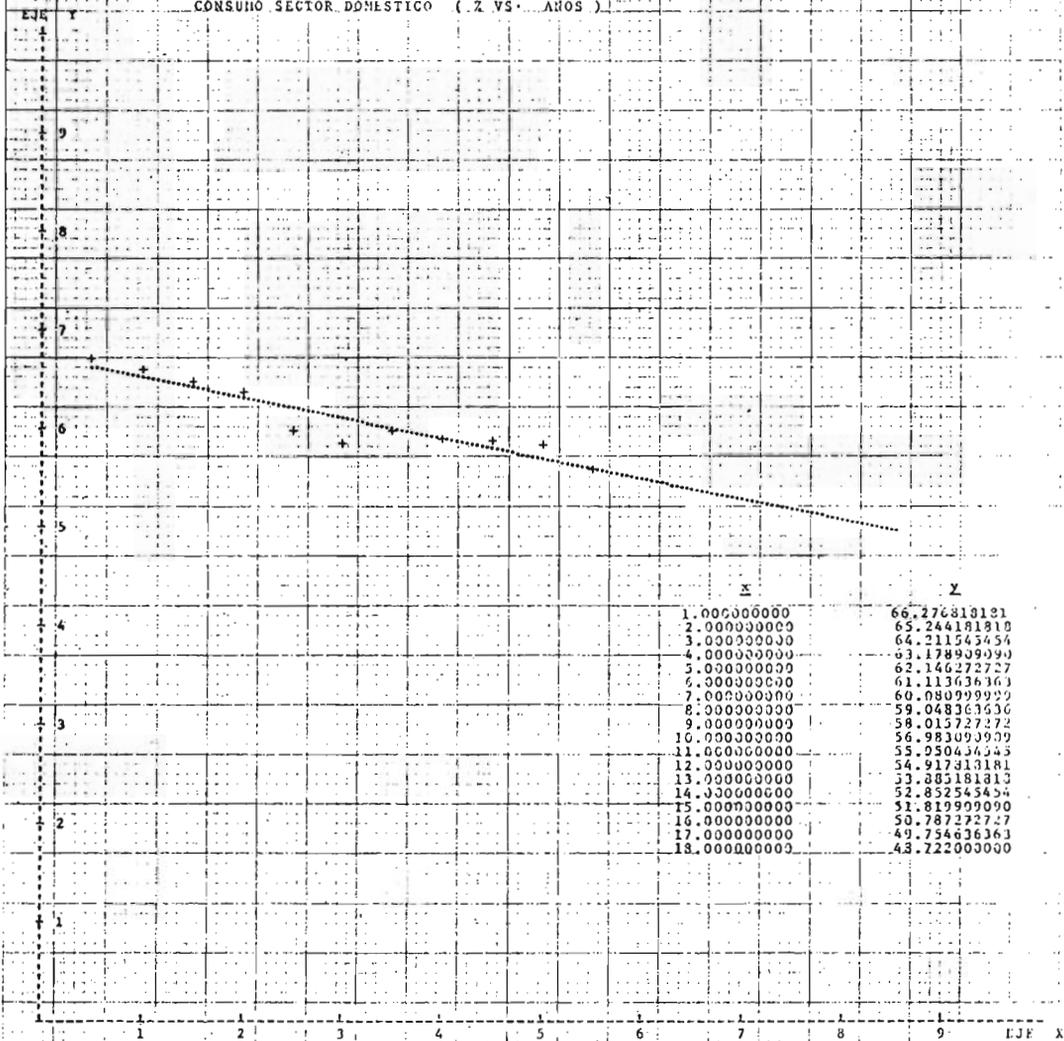
32.88545454 = a(0)  
 1.032618181 = a(1)  
 1.913333333 = x  
 1.224722569 = S(x,y)

ONE X AXIS UNIT = 2.050000000  
 ONE Y AXIS UNIT = 10.000000000

EJE X

ANALISIS DE REGRESION LINEAL (  $y = a(0) + a(1)x$  )

CONSUMO SECTOR DOMESTICO ( % VS. AÑOS )



6.7302434545 = a(0)  
 -1.032636363 = a(1)  
 -936353056 = r  
 1.224302770 = S(x,y)

ONE X AXIS UNIT = 2.000000000  
 ONE Y AXIS UNIT = 10.000000000

X	Y
1.000000000	66.276818181
2.000000000	65.244181818
3.000000000	64.211545454
4.000000000	63.178909090
5.000000000	62.146272727
6.000000000	61.113636364
7.000000000	60.080999999
8.000000000	59.048363636
9.000000000	58.015727272
10.000000000	56.983090909
11.000000000	55.950454545
12.000000000	54.917818181
13.000000000	53.885181818
14.000000000	52.852545454
15.000000000	51.819909090
16.000000000	50.787272727
17.000000000	49.754636363
18.000000000	48.722000000

LJF X

## 2.7 Distribución y Políticas de Venta

### 2.7.1. Distribución:

La unión Nacional de Productores de Azúcar, S. A., realiza estudios y planes para que la distribución se efectúe en la forma más eficiente, orientando la política distributiva primordialmente hacia atender necesidades de la demanda nacional.

A tal efecto formula un plan de distribución que considera:

- La probable producción de la zafra
- Las necesidades del consumo azucarero del país según las entidades y poblaciones en las que la UNPASA cuenta con distribuidores autorizados.
- Las disponibilidades de almacenamiento tanto en bodegas de ingenio como en plazas de concentración y consumo, y
- Los medios adecuados de transporte, buscando los costos mínimos de movilización.

Los azúcares producidos se distribuyen con el siguiente orden de prioridad:

- a) Demanda nacional de azúcar
- b) Mantenimiento de reservas para minimizar la necesidad de recurrir a importaciones.
- c) Excedentes para la exportación.

Existen distribuidores autorizados en todas las localidades que por la importancia de su demanda azucarera lo ameritan. Al frente de cada uno de estos centros de distribución está un Superintendente auxiliado por varios agentes comerciales.

La UNPASA realiza todas las actividades necesarias para la distribución del azúcar que comprenden: desde el almacenamiento en los Ingenios, los servicios de almacena- - miento de los azúcares en los centros de consumo y los - servicios de movilización por carretera, por vía fluvial y por mar, incluyendo los envases necesarios para transportar el azúcar, así como los seguros contra riesgos en el almacenaje y en los transportes.

#### 2.7.2

##### Políticas de ventas

Los distribuidores autorizados realizan operaciones de 1 a 99 bultos conocidas como ventas de medio mayoreo y de 100 bultos en adelante, consideradas como ventas al por mayor.

Las ventas al mayoreo, se realizan entre las grandes industrias que utilizan el azúcar como materia prima y los comerciantes mayoristas.

El medio mayoreo se efectúa con las pequeñas in- - dustrias y pequeños comerciantes mediante pedidos que surten directamente los distribuidores locales de UNPASA en el domicilio del comprador desde un bulto en adelante.

Los precios a los cuales se vende el azúcar en el territorio nacional en las modalidades de ventas mencionadas, son fijados por el Gobierno Federal a través de la Secretaría de Industria y Comercio, mediante decreto específico.

También el Gobierno Federal establece las normas de calidad a las que deberán sujetarse los azúcares que se vendan al consumidor mexicano, y todo el azúcar que se pone a la venta, es previamente amparado por un certificado de calidad que garantiza el cumplimiento de la norma.

La función de venta de UNPASA, es complementada por una labor de promoción y fomento de ventas que realiza de acuerdo con programas específicos según las localidades.

La UNPASA vende azúcar al exterior conforme a las cuotas de exportación establecidas, en el mercado mundial y bajo los términos del convenio internacional del azúcar.

Cuando la producción resulta insuficiente UNPASA está facultada para contratar importaciones en las cantidades necesarias para atender el consumo nacional de azúcar.

El producto de las ventas totales equivale al pago que reciben los Ingenios después de deducir los gastos de distribución y venta que autoriza la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Recepción de azúcar.

Por convenio entre productores y la UNPASA que se consigna en el contrato uniforme de aportación y distribución de azúcares, los fabricantes se comprometen a entregarle toda el azúcar que elaboran, en bodegas que pertenezcan a la Unión y en algunos casos en los almacenes del Ingenio pero en todo momento bajo la administración de UNPASA.

## 2.8 Consumo Per-Cápita

El consumo per-cápita, ha venido aumentando a un ritmo de 2.21% - anual en el período 1955-1975, llegando en 1975 a la cifra de 41.07 kilogramos.

Considerando que el azúcar no es un artículo tan indispensable, como el maíz, el frijol y otros productos alimenticio, es recomendable frenar este crecimiento para aprovecharlo en exportaciones y - artículos industrializados.

En 1971 el consumo per capita bajó en un 7.32% con respecto al año anterior, como consecuencia del aumento en el precio de este artículo, dado que el costo de producción y comercialización era mayor - que el precio de venta. Actualmente el precio de venta está por abajo del costo de producción por lo que es probable que el consumo - per-cápita de azúcar siga creciendo en la forma indicada en la proyección, si se mantiene un precio de venta bajo.

De seguirse la tendencia actual para el año de 1982 el consumo per-cápita será de 44.4 kilogramos. Ver Cuadro No. 31.

C U A D R O No. 31

AÑO	CONSUMO NACIONAL (Tons.)	POBLACION (miles)	CONSUMO PER-CAPITA (Kg/persona)
1965	1.359,484	41,437	32.80
1966	1.430,277	42,863	33.37
1967	1.517,833	44,338	34.23
1968	1.625,934	45,863	35.45
1969	1.733,367	47,441	36.54
1970	1.840,768	49,073	37.51
1971	1.774,654	50,778	34.95
1972	1.909,875	52,532	36.36
1973	2.124,673	54,303	39.13
1974	2.173,353	56,247	38.64
1975+	2.388,102	58,141	41.07
1976+	2.449,952	60,143	40.74
1977+	2.583,658	62,215	41.53
1978+	2.724,660	64,358	42.33
1979+	2.873,358	66,575	43.16
1980+	3.030,071	68,868	44.00
1981+	3.195,542	71,241	44.86
1982+	3.369,937	73,695	45.73

FUENTE: Estadísticas Azucareras, 1975, U.N.P.A.S.A.

+ Datos Estimados.

POBLACION TOTAL DEL PAIS

( Miles de personas)

AÑO	DATOS REALES	DATOS AJUSTADOS Y PROYECTADOS
1961	36,194	36,188
1962	37,439	37,435
1963	38,727	38,724
1964	40,059	40,058
1965	41,437	41,438
1966	42,863	42,865
1967	44,338	44,342
1968	45,863	45,870
1969	47,441	47,449
1970	49,073	49,084
1971	50,778	50,775
1972	52,532	52,524
1973	54,303	54,333
1974	56,247	56,204
1975		58,141
1976		60,143
1977		62,215
1978		64,358
1979		66,575
1980		68,868
1981		71,241
1982		73,695
1983		76,233
1984		78,859
1985		81,576

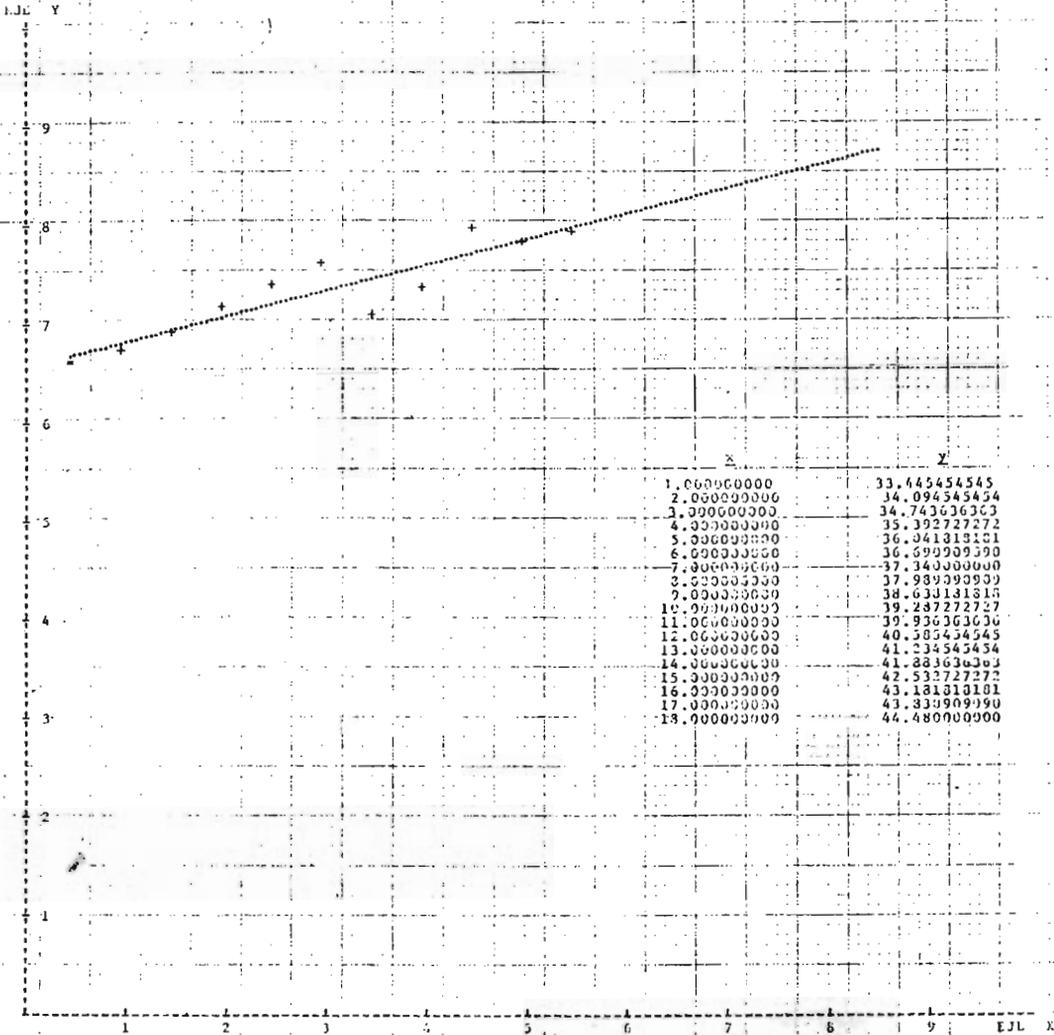
Equación Exponencial  $Y = 34983^{\circ} e^{0.033867^{\circ} X}$

Desviación Standard = 15.427

Coef. de Correlación = 0.9999971

FUENTE: Instituto Mexicano del Hierro y del Acero.

GO. SUCO PERCAPITA  
 ANALISIS DE REGRESION LINEAL (y = a(0) + a(1)x.)



32.727272727 = a(0)  
 .0609090909 = a(1)  
 .022404017 = r  
 .0227272727 = S(x,y)

ONE X AXIS UNIT = 2.000000000  
 ONE Y AXIS UNIT = 5.000000000

2.9 Consumo Nacional Aparente, y Estimación de la Demanda Nacional.

El consumo nacional en el período 1965-1975 incrementó en promedio, anualmente en 5.8%, estando este promedio muy por encima del promedio mundial que es aproximadamente de 3.13%. Este crecimiento nacional se debe principalmente a dos causas:

El consumo per-cápita que ha crecido a un ritmo de 2.22% y el excesivo crecimiento de la población que es aproximadamente del 3.5%.

Por otro lado se observa un fenómeno muy importante, al dividir el consumo nacional, en consumo doméstico y consumo industrial, se ve en el Cuadro No. 28 que el consumo industrial es menor y que debería, en promedio ser mayor. Sin embargo como se puede ver en las proyecciones del consumo de los sectores industriales y doméstico este último tiene una tendencia a disminuir en favor del sector industrial. Se espera, según nuestras estimaciones que los dos consumos tengan igual participación para el año de 1980 y para 1982 el sector industrial tenga una participación del 51.27% del consumo nacional aparente de azúcar.

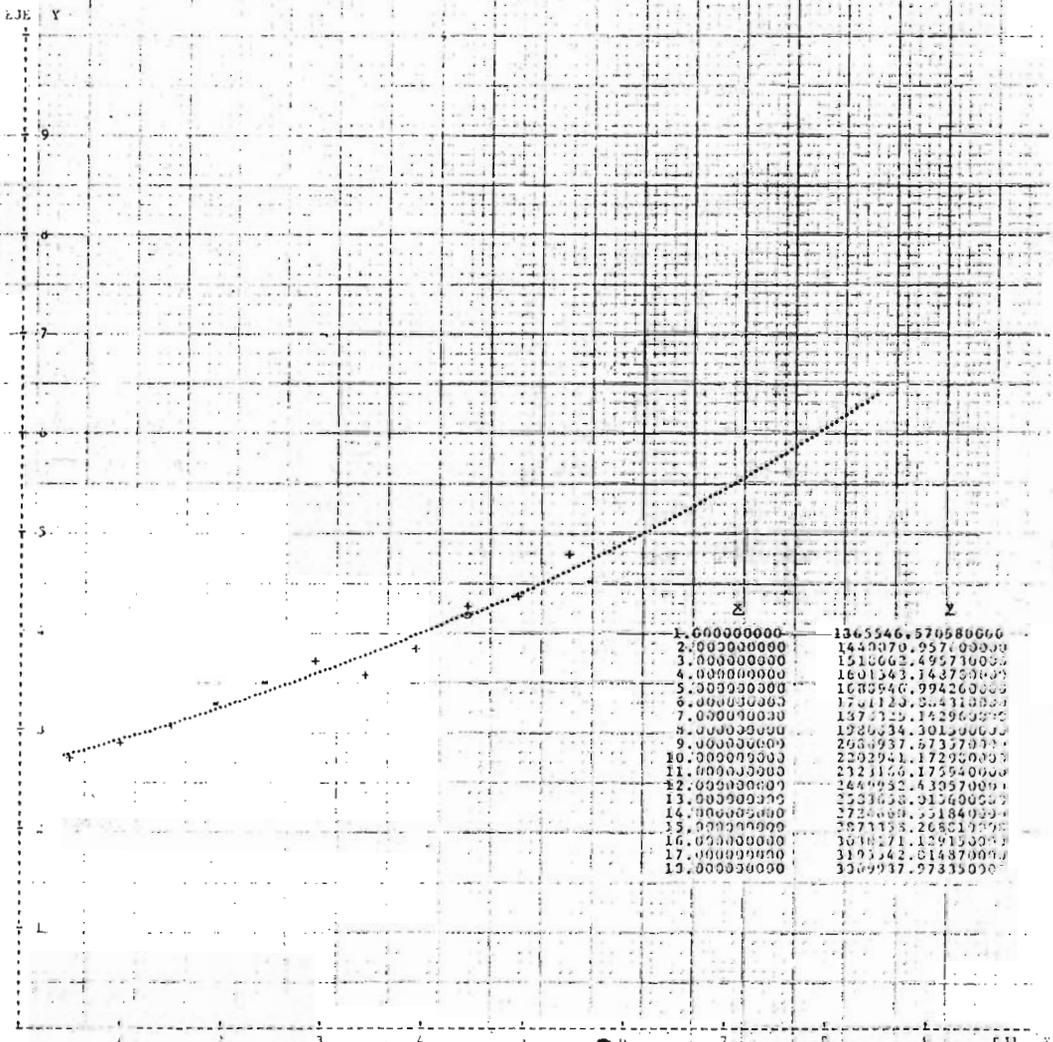
Demanda

Tal crecimiento en el consumo nacional, ha provocado que para el año de 1977, éste será mayor que la producción, planteando la necesidad de recurrir a las importaciones. Para el año de 1982 según nuestra proyección se espera una demanda nacional de 3.368,937 toneladas de azúcar. Y para sa

tisfacerla será necesario aumentar la producción cañera con el fin de obtener una mayor producción azucarera. Ver Proyección que se muestra a continuación. Datos basados en el Cuadro No. 29.

CONSUMO Y DEMANDA DE AZUCAR

CURVA EXPONENCIAL AJUSTADA POR MINIMOS CUADRADOS ( $y = ab^x$ )



X	Y
1.000000000	1365546.570580000
2.000000000	1443370.957100000
3.000000000	1518662.495710000
4.000000000	1601343.143750000
5.000000000	1683946.994260000
6.000000000	1777129.854310000
7.000000000	1871129.142960000
8.000000000	1966334.301390000
9.000000000	2063937.573790000
10.000000000	2163941.172920000
11.000000000	2121156.175540000
12.000000000	2044932.430570000
13.000000000	2533658.915600000
14.000000000	2724669.531840000
15.000000000	2871355.268510000
16.000000000	3018971.129150000
17.000000000	3195342.814870000
18.000000000	3309937.973150000

1294874.437500000 = a  
 1.331574767 = b  
 937816731 = c

ONE X AXIS UNIT = 2.000000000  
 ONE Y AXIS UNIT = 500000.000000000

2.10 Análisis de las Exportaciones.

Las exportaciones de azúcar del año 1965 a 1968. Ver Cuadro No. 31, se incrementaron en aproximadamente 22%, pero a partir de 1969 han disminuído en forma permanente hasta la fecha. El valor de las mismas ha aumentado considerablemente gracias a los precios que rigen en el mercado mundial, dándose el caso del año de 1974 en que las exportaciones fueron de 479,887 toneladas y 567,905 toneladas en 1973, con un valor en 1974 de \$2.919,427 y \$1.409,637 en 1975, o sea que en un sólo año el precio por kilogramo se incrementó en 40.78% de 1973 a 1974.

Hay que hacer notar que las exportaciones, que realiza México es de azúcar mascabado, y como se indicó anteriormente para 1974 su precio por kilogramo en el mercado internacional fué de \$6.08. De ahí la conveniencia para México de exportar caro un producto que le sale en costo relativamente barato.

Conviene mencionar que el valor de las exportaciones de azúcar se ven incrementadas por la exportación de productos que contienen azúcar, como ejemplo: Dulces, galletas, jugos, frutas, etc.

Por lo tanto es recomendable aumentar las exportaciones, siempre y cuando los precios que rigen en el mercado mundial sean rentables.

A partir del año de 1970 las exportaciones han sido colocadas exclusivamente en el mercado americano, Ver Cuadro No. 31.

C U A D R O No. 31

VOLUMEN Y VALOR DE LAS VENTAS MEXICANAS DE AZUCAR AL EXTERIOR  
1965 a 1974

AÑOS	E X P O R T A C I O N E S			
	T O T A L		VOLUMEN TONELADAS	
	Volumen Tons.	Valor miles pesos	Mercado mundial	Mercado <sup>ameri-</sup> cano
1965	541,254	732,390	127,899	413,355
1966	500,022	783,528	62,085	437,936
1967	556,805	876,420	96,898	459,907
1968	661,432	1.112,735	99,260	562,172
1969	605,554	1.143,014	634	604,920
1970	592,536	1.164,028	-	592,536
1971	533,670	1.109,661	-	533,670
1972	579,512	1.302,213	-	579,512
1973	567,905	1.409,637	-	567,905
1974	479,887	2,919,427	-	479,887
1975	137,650			

FUENTE: Estadísticas Azucareras 1975 (U.N.P.A.S.A.)

2.11 Balanza Comercial

El azúcar por tradición es un producto para tratar de equilibrar la balanza comercial, ya que las entradas de divisas por el azúcar han sido elevadas. Ver Cuadro No.32.

De las exportaciones de productos alimenticios es el azúcar la que mayor entrada de divisas ha tenido consigo, sin tomar en cuenta las mieles incristalizables y productos que contienen azúcar, como es el caso de las fresas adicionadas con azúcar.

En 1970 y 1971 de las exportaciones de productos alimenticios el azúcar representó el 16% de los ingresos percibidos. Para 1972 y 1973 representó el 14.4% y 13.9% respectivamente. Y para el año estimado de 1974 representó el 22% con un valor de exportación cercano a 192,011,000 dólares.

Por otra parte, en lo que se refiere a la totalidad de productos exportados, para 1974, el azúcar fué el producto que en particular más divisas dejó al país, Ver Cuadro No.33

Hay que hacer resaltar las grandes ventajas que obtiene México al ser un país exportador de azúcar:

- Su precio en el Mercado Internacional es alto.
- México destina para sus ventas de Exportación azúcar mascabado en la cual se invierte menos que en el azúcar refinada y standard.
- Hay oportunidad de exportar mieles incristalizables, y
- Productos que al elaborarse con azúcar tienen un mayor valor agregado.

C U A D R O No. 32

++ EXPORTACION DE MERCANCIAS PRODUCTOS ALIMENTICIOS

PRODUCTOS	1970	%	1971	%	1972	%	1973	%	1974+	%
Azúcar	90,414	15,000	90,563	15,000	102,056	14,400	114,646	13,900	152,011	2,200
Mielos incristalizables	7,052	1,250	11,823	2,100	10,878	1,540	8,055	0,097	35,340	4,050
Frescas adicionadas con azúcar	18,996	3,350	11,431	2,000	16,581	2,300	29,025	3,500	35,714	4,100
Clafé	85,034	15,200	81,114	14,300	85,751	12,100	157,011	19,100	154,243	17,700
Frescas frescas	8,417	1,490	9,452	1,660	8,259	1,170	8,022	0,097	10,225	1,170
Frijol	865	0.015	-	-	9,432	1,300	5,934	0.070	196	0.002
Garbanzo	1,757	0.031	2,865	0.050	8,200	1,150	21,738	2,500	19,047	2,130
Jitomate	107,720	19,000	90,013	15,800	99,056	14,000	127,106	15,400	94,378	10,800
Mais	15	-	17,007	3,000	21,854	3,100	1,467	0.018	7	-
Melón y sandía	15,570	2,750	15,912	3,000	16,293	2,300	16,555	2,000	16,424	1,900
Trigo	1,490	0.026	2,100	0.037	-	-	-	-	-	-
Carnes frescas o refrigeradas	42,394	7,500	42,356	7,400	56,478	8,000	49,928	6,000	24,807	2,500
Carrito vacuno	79,162	14,000	74,543	13,140	116,714	16,500	91,172	11,000	56,392	6,500
Miel de Abeja	5,339	0.095	4,528	0.081	12,114	1,700	17,319	2,100	13,216	2,100
Camarón	52,504	11,100	69,140	12,170	78,257	11,100	100,602	12,200	116,433	13,300
Pescados y mariscos frescos	3,137	0.055	3,796	0.066	6,913	1,000	6,654	0.080	6,455	0.074
Sal común	9,812	1,700	9,818	1,700	15,322	2,200	12,338	1,500	17,740	2,000
Polizas	4,260	0.075	5,075	0.090	8,548	1,220	12,988	1,580	19,625	2,250
Preparados y conservas de legumbres y frutas	15,549	2,800	21,125	3,700	28,530	4,000	38,243	4,600	46,512	5,300
Preparados y conservas de pescados y mariscos	3,710	0.065	3,821	0.067	4,562	0.064	4,610	0.056	8,120	0.093
TOTAL	565,017	100,000	567,782	100,000	706,208	100,000	823,467	100.00	871,936	100,000

FUENTE: Anuario del Exportador, 1976 I.M.C.E.

+ Datos Preliminares

++ Valor en miles de dólares

C U A D R O No. 33  
 CUADRO COMPARATIVO DE EXPORTACIONES  
 ( miles de dólares)

	1970	1971	1972	1973	1974+	% en 1974
Exportación total	1.281,327	1.363,397	1.665,264	2.070,467	2.850,015	100.00
Azúcar	90,414	90,663	102,066	114,646	192,011	6.74
Mieles incristalizables	7,052	11,823	10,878	8,055	35,340	1.24
Fresas adicionadas con azúcar	18,996	11,431	16,581	29,025	35,714	1.25
Algodón	123,731	120,093	147,921	165,954	181,852	6.38
Café	86,084	81,114	85,751	157,011	154,243	5.40
Jitomate	107,720	90,013	99,056	127,106	94,378	3.30
Camarón	62,904	69,040	78,297	100,602	116,483	4.05
Piezas sueltas para automovil	25,584	32,363	44,596	67,584	84,798	3.00

FUENTE: Anuario del Exportador 1976, I.M.C.E.

+ Datos Preliminares

- 157 -

2.12 Resumen

En el Cuadro No. 34 podemos apreciar las estadísticas de superficie de caña de azúcar cultivada y cortada, la producción de caña, la producción de azúcar, el consumo nacional, el consumo per-cápita y las exportaciones.

Primeramente en un análisis de la producción de azúcar y del consumo nacional tenemos:

La producción de azúcar no se ha incrementado, por el contrario en los últimos años ha bajado la producción. En 1976 se produjeron 2.526,334 toneladas de azúcar para satisfacer una demanda de 2.449,952 toneladas. Considerando que el consumo nacional de azúcar proyecta una tasa anual de crecimiento de aproximadamente 5.5% y previendo que la producción de azúcar no aumentará proporcionalmente se antoja difícil que para 1977 se realicen exportaciones e inclusive sea deficitario la satisfacción de la demanda nacional.

El que no hayan exportaciones lesiona a nuestra Balanza Comercial dado que el azúcar y las mieles incristalizables son los productos que más divisas han proporcionado al país. Además considerando que el precio del azúcar en México está subsidiado, las exportaciones son las que nivelan a la Industria Azucarera.

El que la producción de azúcar no se haya incrementado se debe a varios factores:

- 1) Como se ve en el Cuadro el rendimiento en fábrica en los últimos años ha disminuído - hasta alcanzar en 1975, 8.73% este porcentao

je es el promedio de los Ingenios del país y se puede considerar bajo, dado que hay Ingenios que tienen eficiencias en fábrica del orden del 10.00% y 11.00%.

La causa principal de las bajas eficiencias es que los Ingenios tienen equipo muy antiguo en operación, y el operarlos se hace difícil y con muchas pérdidas.

Por otra parte no se utiliza toda la capacidad instalada con la que se cuenta. En la za fra 74-75 solamente se utilizó de los Ingenios el 58.92% de la capacidad instalada en el país.°

La capacidad instalada utilizada por grupos - fué la siguiente:

---

	CAPACIDAD ° UTILIZADA
GRUPO I	59.04%
GRUPO II	55.22%
GRUPO III	56.94%
GRUPO IV	48.71%

---

Esto es que los Ingenios que aprovechan mejor su capacidad instalada son los que tienen entre 4,000 y 8,000 toneladas de molienda diaria de capacidad. °°

° Calculado en base al Cuadro No. 35

°° Referencia Cuadro 16

La causa fundamental por la cual los Ingenios no aprovechan adecuadamente su capacidad de molienda, además de los problemas técnicos, es que no tienen el abastecimiento de caña suficiente. Y se tienen los casos de Ingenios con mucha capacidad de molienda, con poco abastecimiento, que necesitan prolongar su zafra e Ingenios con poca capacidad y mucho abastecimiento.

El problema del abastecimiento se debe a una mala planeación en la zona del Ingenio y a una mala eficiencia del campo. La eficiencia en el campo al igual que la eficiencia en fábrica no es del todo deseable, de 1966 a 1974 se incrementó de 52.5 ton/ha. a 68.16 ton/ha. Pero para 1975 la eficiencia del campo bajó a 64.4 ton/ha.

Esta eficiencia también es promedio del país y se puede considerar baja ya que hay algunas zonas en donde la eficiencia es de 70 ton/ha. e inclusive llegan a tenerse eficiencias 120 ton/ha. como es el caso del Ingenio Atencingo en Puebla. Esto es consecuencia de que algunas zonas son de riego y otras de temporal.

Para poder aumentar las toneladas por hectárea sembrada es necesario utilizar mejores fórmulas de fertilizantes y planear rotaciones de cultivo, dado que al no hacerlos la tierra se agota en sus nutrientes obteniéndose los resultados ya conocidos.

Por otra parte existe el problema de que no se ha incrementado la superficie de caña de azúcar, cultivada y cortada.

Dando como consecuencia que con la eficiencia actual en el campo, en las últimas tres zafras se haya tenido una producción de caña en promedio de 29,737,145 toneladas.

Las áreas de cultivo de la caña de azúcar de 1966 a 1975 se incrementaron en 21,597 hectáreas y la razón por la cual se han incrementado de acuerdo con el crecimiento de la demanda de azúcar en el país, se debe principalmente a que - el agricultor mexicano recibe más beneficios al cultivar - otras especies como son el maíz, el arroz, el frijol, soya y sorgo que tienen precios por tonelada mayor al que corresponde a la caña de azúcar. Por otra parte el agricultor que si se dedica al cultivo de la caña de azúcar no practica una rotación de cultivos, sino que sólo se dedica a cultivar caña de azúcar y de esta manera agota los nutrientes de la tierra, obteniendo malas eficiencias de campo, como lo muestra el Cuadro

Se espera que con el nuevo precio fijado a la caña de azúcar de \$17.00 por punto de sacarosa, los agricultores aumentan las áreas de cultivo y lo hagan con una buena planeación.

Se ve la necesidad de aumentar la producción de azúcar para poder abastecer el consumo nacional y tener exportaciones.

Se tienen en proyecto de construcción seis Ingenios con una capacidad de molienda diaria de 5,000 toneladas cada uno - que producirían 600,000 toneladas de azúcar más con lo cual se tendrían 3.126,334 toneladas de azúcar en total, que si

se dispusieran de ellas abastecerían el consumo hasta 1980, sin considerar exportaciones y se tendría que seguir proyectando más Ingenios.

Por otra parte el problema se puede analizar de la siguiente forma:

Los Ingenios existentes trabajando el 59% de su capacidad instalada y con una eficiencia del 8.73% en fábrica producen 2.526,334 toneladas de azúcar.

Si estos Ingenios trabajaran al 80% de la capacidad instalada con esa eficiencia producirán 3.527,282 toneladas de azúcar. El consumo estimado para 1982 será de 3.369,937 toneladas de azúcar y agregado las exportaciones sería de 4.043,925 toneladas de azúcar que se necesitarían producir.

Esto es que con los Ingenios existentes al 80% de capacidad se cubriría la demanda nacional y habría para 1982 necesidad de 516,543 toneladas de azúcar para cubrir nuestras importaciones, pero con los seis Ingenios en construcción se tendría cubierta la demanda nacional y de exportaciones hasta 1982.

Para lograr esto a las condiciones que se han expuesto sería necesario que:

Los Ingenios antiguos optimicen su proceso para obtener mejor eficiencia.

Habría necesidad de aumentar las áreas de cultivo hasta 402, 954 hectáreas con la eficiencia

cia de campo que se tienen actualmente o sea que se necesitan 144,188 hectáreas más para el cultivo de la caña de azúcar.

El aumento de éstas áreas debe ser planeado para abastecer a los Ingenios que tienen mayor capacidad y considerando que se tiene - que hacer una rotación de cultivos para aumentar la eficiencia en el campo.

AÑOS	SUPERFICIE (Has.)		PRODUCCION DE	TONS. DE CAÑA	PRODUCCION DE	RENDIMIENTO DE	CONSUMO	CONSUMO PER	EXPORTACIONES
	CULTIVADA	CORTADA	CAÑA ( Tons.)	FOR HECTAREA	AZUCAR ( Tons.)	FABRICA	NACIONAL (Tons)	(Kg/persona)	(Tons)
1966	137,155	383,458			2,011,390		1,430,277	33.7	500,022
1967	439,338	401,519	25,442,099	52.585	2,327,250	9.14	1,517,833	34.1	551,805
1968	400,233	350,858	24,382,744	62.383	2,195,728	9.01	1,425,934	35.0	111,432
1969	410,111	401,043	27,041,729	67.441	2,393,914	8.85	1,733,317	37.0	105,554
1970	413,529	402,852	24,524,437	60.977	2,307,994	9.41	1,840,718	38.1	592,536
1971	427,401	416,508	25,985,198	62.373	2,392,850	9.21	1,774,154	35.5	533,470
1972	401,852	413,890	26,254,352	62.433	2,359,428	9.59	1,905,875	35.9	579,512
1973	454,746	440,370	29,849,272	67.782	2,592,277	9.68	2,124,673	39.9	567,905
1974	450,412	447,278	30,495,594	68.166	2,649,182	8.19	2,173,353	39.2	479,887
1975	458,755*	448,238*	28,851,570	64.4**	2,519,041**	8.73	2,388,102	39.7	137,150
1976							2,449,952*	40.5*	50,143*
1977							2,583,558*	41.2*	62,215*
1978							2,724,660*	41.8*	64,358*
1979							2,873,358*	42.5*	66,575*
1980							3,030,171*	43.1*	68,868*
1981							3,195,542*	43.8*	71,241*
1982							3,369,937*	44.4*	73,695*

\* Datos Estimados

\*\* Datos Preliminares

C U A D R O No. 35

	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	GRUPO IV	TOTAL
Capacidad instalada de molienda diaria ( Tons. )	15,450	51,650	124,328	74,500	275,928
Capacidad instalada promedio ( Tons. )	1,103.5	2,802.3	4,973.1	14,900	5,944.73
Número de ingenios	14	22	25	5	66
Toneladas de caña molida en zafra	1,415,871	6,241,854	14,759,297	6,449,528	28,866,550
Toneladas de caña molida promedio	101,133	283,720	590,371.9	1,289,905	565,282.6
Toneladas de caña molida por hora	576	2,320	4,756.51	2,262.5	9,915.91
Toneladas de caña molida por hora promedio.	41.14	105.5	190.26	452.5	197.35
Número de días de zafra promedio	173.0	169	185.5	165	173.14
Porcentaje de tiempo de operación promedio	34.1	35.74	34.32	30.65	34.03
Porcentaje de operación promedio	64.59	64.26	65.68	69.35	65.97
Capacidad teórica de molienda instalada.	2,397,950	11,303,150	22,048,440	13,240,500	48,990,040

## CAPITULO III

### LOCALIZACION Y CAPACIDAD

## L O C A L I Z A C I O N

De acuerdo al Estudio realizado sobre las Regiones Cañeras Mexicanas, en el capítulo II, se proponen dos posibles zonas para la localización del ingenio:

- Tomatlán, Jalisco
- Joachin, Veracruz

Las condiciones de ambas regiones se presentan a continuación:

### Tomatlán:

Localización Geográfica.- Se encuentra localizado en el Estado de Jalisco, cabecera del Municipio del mismo nombre. Sus coordenadas son: 19° 54' Latitud Norte y 105° 16' de longitud Oeste, con una altura de 2 mts. sobre el nivel del mar.

### Comunicaciones:

Carreteras.- La carretera No. 200 de Barra de Navidad-Puerto Vallarta totalmente petrolizada.

Aéreas.- Existe un aeropuerto con una pista revestida, de 1500 mts. de longitud.

Servicios.- Cuenta con servicios, telegráficos, telefónicos y de correos.

### Climatología:

#### Precipitaciones:

En observaciones efectuadas en los últimos 28 años se determinó que la precipitación media en Tomatlán, es de 929 mm. anuales, presentándose las lluvias en mayor proporción durante

los meses de Junio a Octubre y en mucho menor proporción durante los meses restantes.

**Humedad Relativa:**

La Humedad Relativa media anual de la región es del 85%.

**Evaporación:**

La evaporación media anual es de 1500 mm. de agua.

**Días Nublados:**

Se presentan un promedio de 100 días por año.

**Temperaturas:**

Media anual	26.6°C.
Máxima	29.9°C.
Mínima	24.1°C.

**Clima:**

Corresponde a semi-seco en otoño, y seco en invierno y primavera.

**Hidrología:**

El suministro principalmente de agua para la zona proviene del Río Tomatlán, el cual tiene como principales afluentes el Río San José y el Río Bramador.

Area de Riego.- El Distrito de riego de Tomatlán, actualmente en construcción, está proyectado para regar

45,300 has.

Uso del Suelo.- Las explotaciones agrícolas que se tienen actualmente se subdividen en cultivos anuales y perennes, se describen a continuación con sus áreas correspondientes:

Cultivo	Hectáreas
Perennes	285
Anuales	4,577
Total	4,952

Con el Sistema de Riego aumentarán a:

Cultivo	Hectáreas
Perennes	14,100
Anuales	19,200
Total	33,300

El Sistema de Riego podrá abastecer 45,300 has. de las cuales la Secretaría de Recursos Hidráulicos ha estimado la utilización de 33,300 has. por lo que existen -- 12,000 has. susceptibles al cultivo de caña de azúcar.

### Joachín:

Localización Geográfica.- Se encuentra localizado en el Estado de Veracruz. Sus coordenadas son: 18° 05' latitud Norte y 95° 43' Longitud Sur-Este. Su altitud es de 35 mts. sobre el nivel del mar. Se encuentra en - la Vertiente del Golfo de México.

### Comunicaciones:

Carreteras.- Se comunica con el resto del país por medio de la Carretera de Mata Redonda a Guadalupe y - por el camino vecinal de Tierra Blanca-Joachin.

Ferrocarril.- La región se encuentra comunicada por - medio del ferrocarril Veracruz-Itsmo.

Servicios.- Cuenta con servicios, telegráficos y de correos.

### Climatología:

#### Precipitaciones:

La precipitación pluvial se presenta todo el año. aunque sólo se cuenta con lluvia abundante en los meses de Junio a Octubre, siendo su precipitación pluvial media anual de 1,374 mm.

#### Humedad Relativa:

La Humedad Relativa media anual de la Región es de 91%.

Evaporación:

La evaporación media anual es de 1,423 mm. de agua.

Dias Nublados:

El promedio anual es de 81 días.

Temperaturas:

Media Anual	26.1°C
Máxima	31.1°C
Minima	24.1°C

Clima:

La Región cuenta con un clima del tipo tropical húmedo durante todo el año.

Hidrología:

La principal fuente actual de la Región en cuanto a agua es la lluvia, otras fuentes de suministro son el Rio Moreno, Rio Otapa y el Lago Espiral, con posibilidad de utilizar en un futuro las aguas del Rio Tesechoacán.

Areas Cultivables:

La zona cuenta con las siguientes superficies susceptibles de regar:

Superficies	Hectáreas
Tierras Altas	5,620
Tierras Intermedias	3,090

Tierras Bajas	9,330
Total	18,040

---

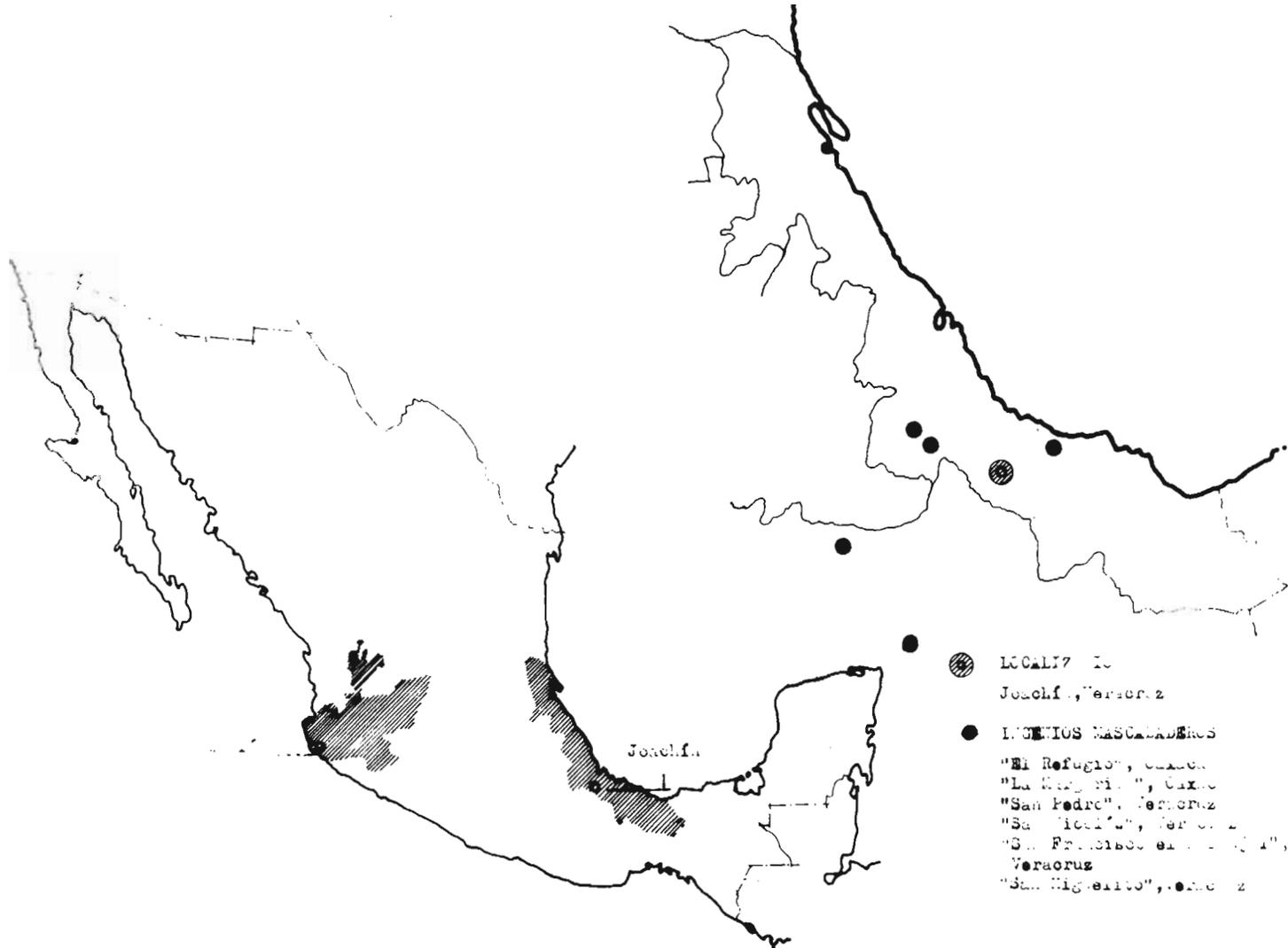
Las cuales son suficientes para los requerimientos -  
del Ingenio.

Aceroa del lugar de ubicación de la Unidad Industrial,  
las dos alternativas antes analizadas cumplen con los  
requerimientos lesoritos en el Capitulo de Mercado -  
Sección 1.2.

Sin embargo, dada la localización geográfica de los -  
Ingenios productores de azúcar mascabado en el país,  
los cuales en su mayoría se localizan en el Estado de  
Veracruz, la segunda posible ubicación propuesta sería  
la más factible, como consecuencia, los costos de - -  
transporte de la materia prima para la Refundición se  
minimizarían. Esta materia prima podrá obtenerse de -  
los siguientes Ingenios:

En Veracruz: Motzorongo, San Francisco el Naranjal, -  
San Nicolás y San Pedro.

En Oaxaca: El Refugio y La Margarita.



● LOCALITY 10  
 Juchitán, Veracruz

- LUCANIOS NASCAUDEROS
- "El Refugio", Oaxaca
- "La Cruz", Chiapas
- "San Pedro", Veracruz
- "San Nicolás", Veracruz
- "San Francisco de las Flores", Veracruz
- "San Miguelito", Veracruz

C A P A C I D A D:

En base al Estudio realizado para la localización probable del Inge-  
nio, tenemos que Joachin, Veracruz se cuenta con aproximadamente -  
13,000 ha. susceptibles de cultivarse con caña de azúcar.

Utilizando 15,000 ha. para el cultivo y corte para los requerimien-  
tos de zafra y las 3,000 ha. restantes para una rotación de culti-  
vos, para evitar el agotamiento de ciertos nutrientes de la tierra.

Considerando que la zona cuenta con un Sistema de Riego es de supo-  
nerse se contará con un suministro de agua adecuado, que nos garan-  
tice un rendimiento en el campo de 80 ton/ha.

En base a lo anterior y suponiendo 160 días de zafra tenemos:

$$15,000 \text{ Ha} \times 80 \text{ ton/Ha} = 1.200,000 \text{ ton.}$$

Para una Zafra:

$$\frac{1.200,000}{160} = 7,500 \text{ tons. de molienda diaria.}$$

Por lo tanto la capacidad podemos elegirla de 6,000 toneladas de -  
molienda diaria, previniéndose una futura ampliación hasta las 7,500  
toneladas de molienda diaria.

Esta capacidad concuerda con el Estudio de Mercado donde se estima  
que la mayor parte de la capacidad instalada del país la aportan -  
los Ingenios con capacidad de 6,000 T.C.D. Dado que en ellos se  
tienen ciertas ventajas, como:

- Las distancias para transportar la caña no son exce-  
sivas, dando como consecuencia que los costos referenu

tes al transporte se abaten. Además lo que la caña no sufre deterioros, beneficiándose con esto tanto el campesino como el industrial.

- La organización del cultivo, corte y alza de la caña de azúcar en el campo cañero se puede controlar con mayor eficacia.

## CAPITULO IV

### PROGRAMA DE PRODUCCION

1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROCESO

A continuación se describirá cada una de las áreas que componen un Ingenio Azucarero y el proceso aplicado a la caña, hasta la obtención de azúcar refinado; las áreas del proceso son:

SECCION DE CRUDO

- Manejo y preparación de la caña (batey)
- Molienda
- Clarificación
- Evaporación
- Cristalización
- Centrifugación

SECCION DE REFINADO

- Fundición
- Defecación
- Clarificación
- Decoloración
- Filtración
- Cristalización

- Centrifugación
- Secado
- Envase
- Almacén

( Ver diagrama de Bloques)

SECCION DE CRUDO:

1. Manejo y Preparación de la caña ( Cuadro A).

Este proceso se efectúa en el batey o patio del Ingenio. Se inicia con básculas de plataforma donde se pesan los vehículos que hacen llegar la caña hasta el Ingenio, éstos - vehículos pueden descargar la caña ya sea al conductor principal por medio de volteadores de camión o en el batey por medio de una grúa, la cual posteriormente transporta la caña a la mesa alimentadora, y de ésta al conductor principal de molinos.

La caña se somete a un proceso anterior a la molienda, con el fin de prepararla de tal modo que entre a los molinos en forma adecuada.

2. Molienda ( Cuadro B)

En esta área se lleva a cabo principalmente la extracción del guarapo contenido en la caña; - mismo que contiene a gran parte del azúcar en forma disuelta. Para tal efecto se usa una serie de molinos.

Para lograr una mejor extracción se usa agua de imbibición y la recirculación de una parte del guarapo extraído.

De este proceso se obtienen:

- Bagazo, residuo de la caña compuesto principalmente por la fibra de la caña, obtenido en el último molino y se utiliza como combustible en las calderas o - como materia prima de otros procesos, según sea el caso.
  
- Guarapo, jugo extraído en los molinos, contiene partículas de bagazo que se eliminan por medio - de un colador, en el cual se separan las partículas arrastradas por el guarapo y son llevadas por

medio de un conductor a la entrada del primer molino.

- El guarapo que sale del primer molino, por tener una alta pureza, se manda directamente al siguiente departamento.

### 3. Clarificación ( Cuadro C).

El guarapo obtenido en el departamento de molienda es pesado en básculas automáticas, con el fin de cuantificar la cantidad de guarapo que entra a la fábrica, ya pesado se recibe y se somete a un proceso de sulfitación para obtener un jugo más ácido.

Posteriormente se defeca, agregando una lechada de cal hasta neutralizarlo y se calienta para facilitar la floculación de las impurezas orgánicas e inorgánicas.

Una vez alcalizado y caliente, el guarapo se "flashea" con el fin de eliminar los gases y parte del agua que se le agregó en molienda.

El guarapo es mandado a los clarificadores, -

donde se separan las impurezas. El guarapo -  
claro obtenido, es enviado directamente al -  
sistema de evaporación.

Las impurezas, que forman lodos, llamados ca-  
chaza se mezclan con bagacillo obtenido en el  
departamento de molienda. Esta cachaza se ali-  
menta por gravedad a filtros rotatorios al va-  
cío donde se forma una torta de cachaza sobre  
su superficie.

El guarapo recuperado por succión es recircu-  
lado nuevamente al proceso de clarificación.

La cachaza, agotada de guarapo, en la superfi-  
cie del filtro es separada y eliminada del -  
proceso.

#### 4. Evaporación ( Cuadro D).

El guarapo clarificado, tiene una baja densi-  
dad y por lo tanto la función del proceso de  
evaporación es concentrar la solución para ser  
utilizada en la siguiente operación.

El equipo que se utiliza en ésta área es un -  
múltiple efecto de evaporadores, que consiste

en conectar en serie los evaporadores en tal forma que la evaporación producida en uno de ellos, se utilice como vapor de calefacción del siguiente cuerpo o evaporador.

Los condensados obtenidos en los evaporadores que estén limpios se bombean a calderas y los condensados contaminados se bombean a un tanque para utilizarlos como agua caliente, para servicios de fábrica.

Al final de la evaporación el guarapo toma el nombre de meladura que consiste en un jarabe concentrado. La meladura se bombea a la tanquería de crudo para alimentar a los tachos.

#### 5. Cristalización ( Cuadro E).

La cristalización se lleva a cabo en el departamento de tachos la función de éstos, es la producción y desarrollo de cristales satisfactorios de azúcar, a partir de la meladura alimentada.

En este proceso se utilizan los tachos (de calandría) que son evaporadores de simple efecto

de diseño especial.

Una vez que termina la formación de cristales, se descarga la masa cocida llamada templa, a un recipiente el cual tiene la capacidad suficiente para contener la descarga completa de un tacho. La función de este porta-templas es dosificar la masa cocida a los cristalizadores, en donde termina de efectuarse la cristalización de la masa por enfriamiento.

#### 6. Centrifugación ( Cuadro F)

Las masas cocidas se alimentan a las centrifugas para separar los cristales de azúcar y las mieles.

El azúcar así separado se transporta a la refinería y las mieles se retornan por bombeo a la tanquería de crudo, para ser utilizadas en templeas de menor calidad.

SECCION DE REFINADO

7. Fundición ( Cuadro G).

El proceso denominado fundición consiste en la disolución del azúcar mascabado con agua dulce, la cual proviene de los lavados de las columnas de carbón, de los filtros y de las centrifugas. La miel formada por la mezola, debe tener ciertas características para poder llevar a cabo el siguiente proceso.

El azúcar de crudo fundido recibe el nombre de fundido de segunda o simplemente fundido.

8. Defecación ( Cuadro H)

El fundido pasa por un colador y se lleva a los tanques de tratamiento químico en los que se efectúa una defecación.

La defecación consiste en tratar el fundido con sustancias químicas como son el ácido fosfórico y cal, y se ha demostrado prácticamente que éste método es el más eficiente, adaptable y usado.

El Oxido de Calcio y el Acido Fosfórico se combina para formar el Fosfato Tricálcico, en forma de floculos que aprisionan la mayor parte de impurezas del fundido.

Al fundido tratado se le denomina fundido defecado.

9. Clarificación ( Cuadro I)

Se propone para este fin el Sistema Williamson, consistiendo en la separación del precipitado por flotación, para lo cual se inyecta a la solución una cantidad considerable de aire para arrastrar consigo el precipitado, formando una nata o lodo en la superficie del clarificador, este lodo se recupera por medios mecánicos y se manda a tratamiento. El fundido clarificado se recupera en la parte inferior del clarificador y se bombea al siguiente proceso.

Al producto de esta operación se denomina clarificado o fundido clarificado.

10. Decoloración ( Cuadro J)

El fundido clarificado contiene una gran cantidad de sustancias colorantes, las cuales es necesario eliminar, para lograr ésto el clarificado pasa a través de unas columnas que contienen carbón activado para que, mediante su acción absorbente y decolorante se logre obtener un licor de alta pureza e incoloro

Al clarificado tratado con carbón se denomina licor.

11. Filtración ( Cuadro K)

El licor arrastra partículas de carbón que forman una fina suspensión. Antes de empezar un ciclo de filtración hay que formar una precapa de filtro ayuda ( tierra infusoria), ésta operación se efectúa recirculando una mezola de licor y filtro ayuda a través del filtro hasta obtener un licor transparente.

Esta operación se efectúa en tres pasos.

12. Cristalización ( Cuadro L)

En el área de refinaria, la cristalización y el objeto de ésta, es idéntico al realizado en crudo. Siendo la única diferencia que la producción y desarrollo de cristales se realiza a partir del licor, el cual posee una mayor pureza que la meladura.

13. Centrifugación ( Cuadro M).

La masa cocida es alimentada a las centrifugas donde son separados los cristales de azúcar refinado y las mieles.

Como el azúcar formado por las distintas templeas posee diferentes calidades, es necesario realizar una mezola entre ellos llamada liga. Por lo que el azúcar se transporta a diferentes tolvas efectuándose posteriormente la liga.

La miel obtenida de la primera templa se utiliza para la formación de la siguiente templa y así sucesivamente hasta obtener la última miel, la cual se manda a tachos de crudo.

14. Secado ( Cuadro N )

El azúcar refinado al salir de las centrifugas tiene mucha humedad, por lo que el azúcar de primera, segunda y tercera se mezclan por medio de un transportador de tipo gusano sinfin el cual deposita el azúcar ya mezclado en la tolva alimentadora del secador, el azúcar pasa a través del secador debido a la inclinación de éste. El aire caliente pasa a contracorriente qui-

tándole la humedad al azúcar.

Una vez seco el azúcar, pasa a un granulador en el - que se rompen todos los terrones que se hayan formado, pasando después por una criba en donde se separan los terrones grandes y los cristales de tamaño requerido éstos se mandan por un transportador a las tolvas de envase.

15. Envase ( Cuadro Ñ )

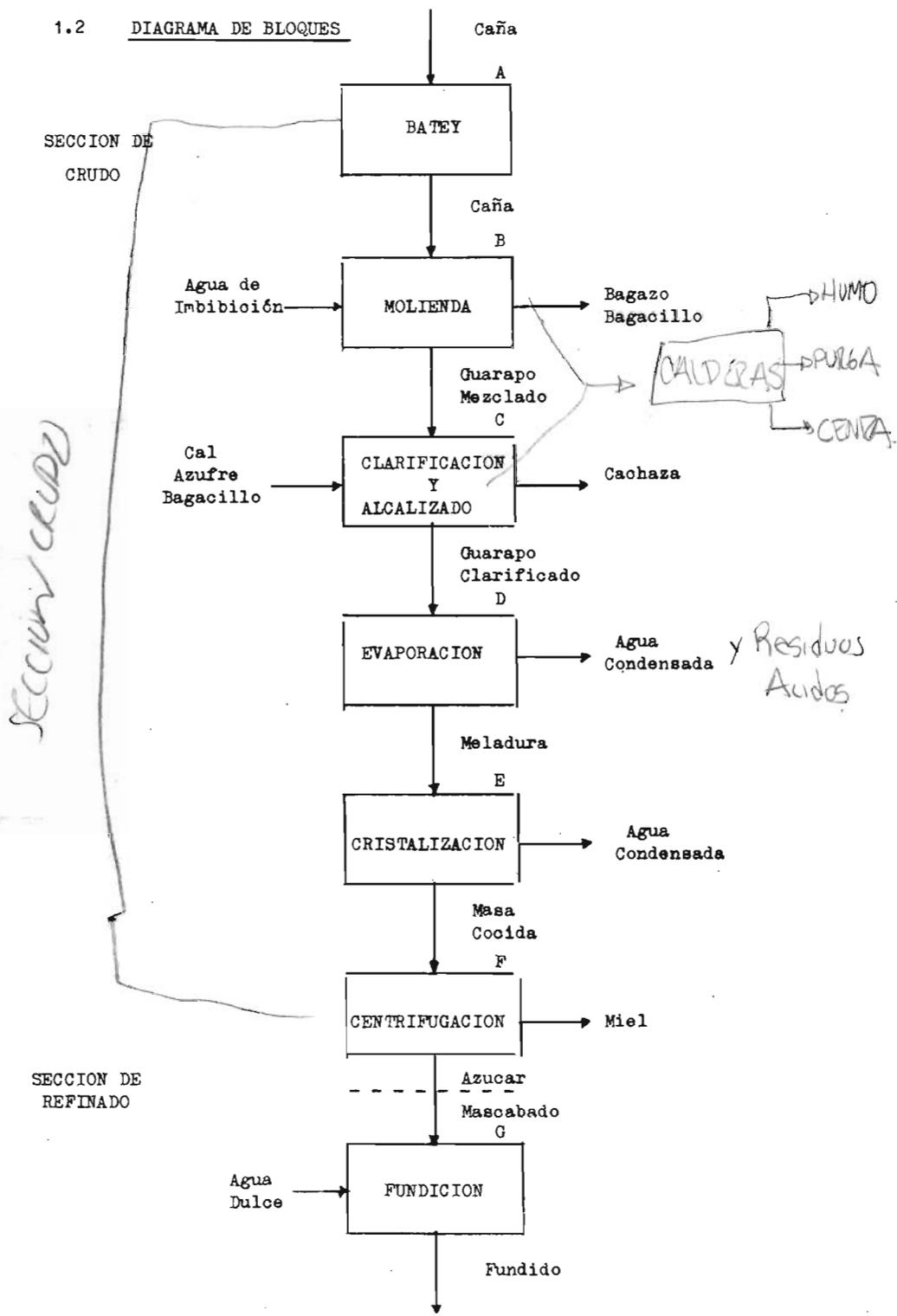
De las tolvas, por medio de un distribuidor, pasa el azúcar a los costales y éstos a las cosedoras, hecha ésta operación los costales se transportan, por medio de una banda, hacia el almacén.

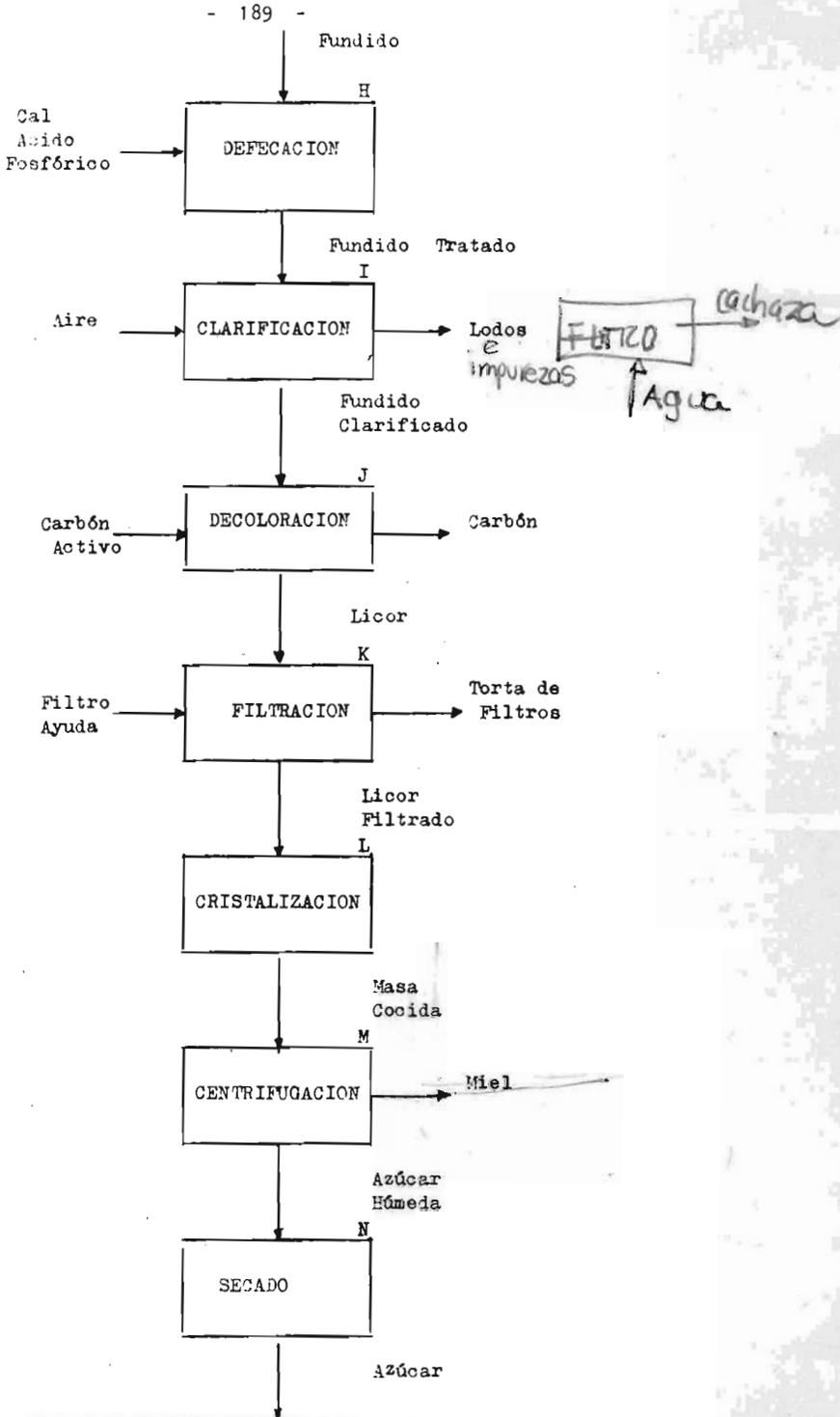
16. Almacén ( Cuadro O )

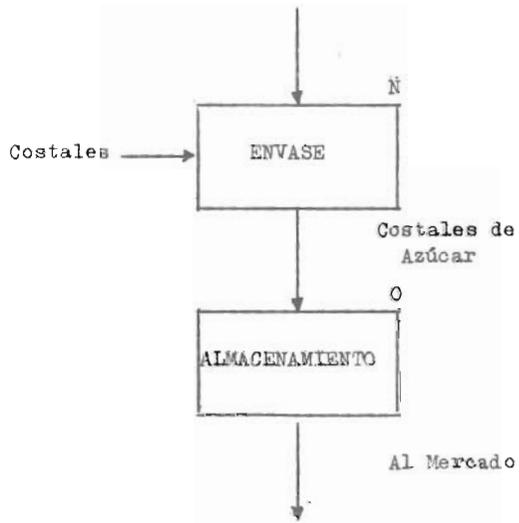
Los sacos se almacenan en estibas altas procurando - disminuir la superficie al volúmen. La capacidad del almacén debe ser lo suficientemente grande para que por lo menos se estibe tres meses de producción.

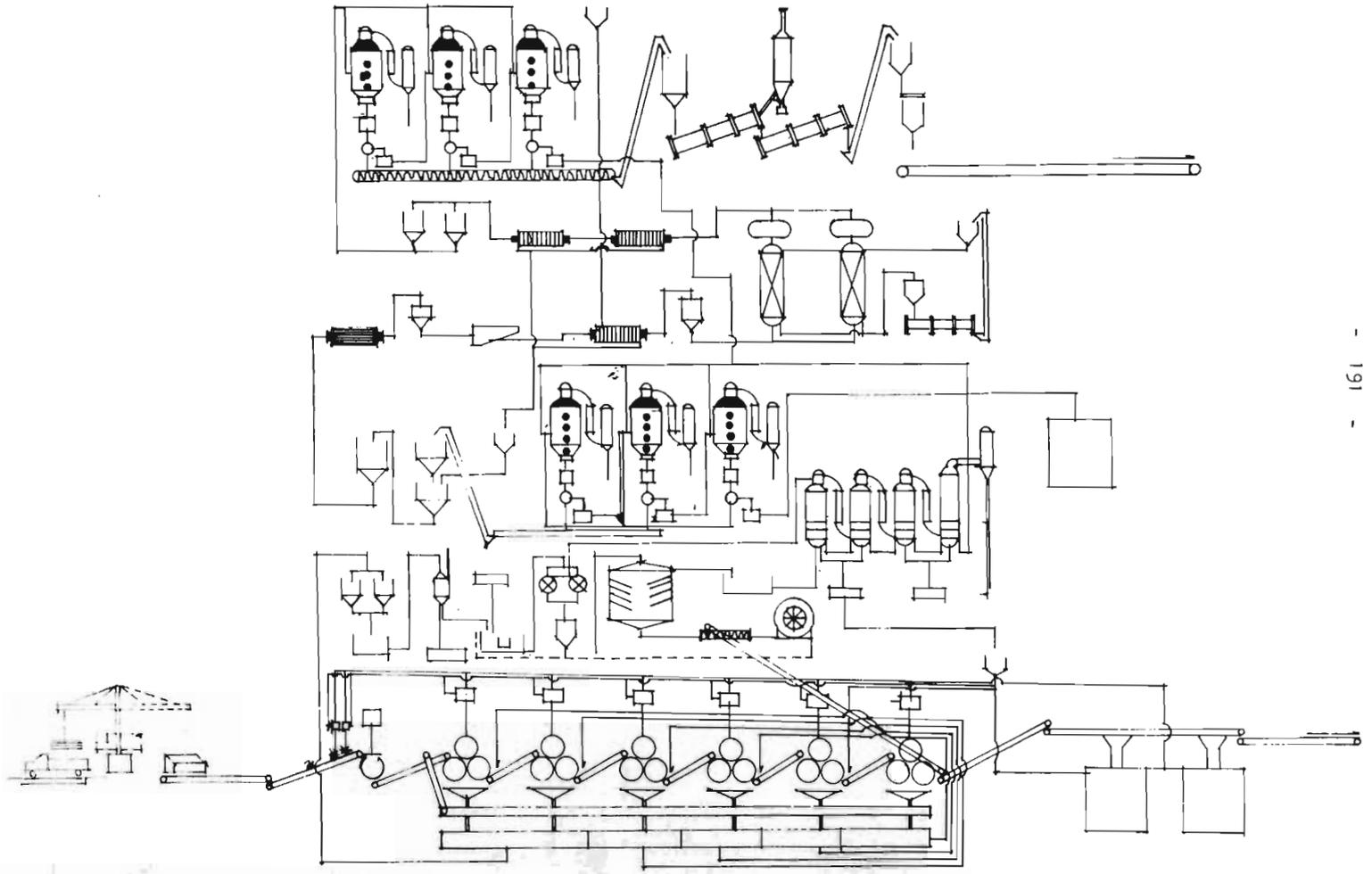
En el almacén debe tenerse un control estricto de temperatura y humedad, condiciones con las cuales se evita el deterioro del azúcar.

1.2 DIAGRAMA DE BLOQUES









1.4 Especificaciones de las Materias Primas, Productos y Servicios.

Especificaciones de Materias Primas:

a) Caña de Azúcar:

Sacarosa	14.0 %
Fibra	14.5 %

b) Azufre:

Humedad	1.0% Máximo
Cenizas	0.1% "
Sustancias Bituminosas	0.1% "
Arsénico	0.05% "

c) Sosa Caústica:

En solución al 40%, libre de impurezas.

d) Acido Muriático:

Grado técnico al 32%

e) Cal:

Humedad	2.7%
Insoluble en HCl	Vestigios
Acido Silfícico	Vestigios
Oxidos de Hierro y Aluminio	0.1%
Oxido de Calcio	95.2%

Oxido de Magnesio	0.3%
Dióxido de Carbono	0.5%
Apagabilidad Después de 1 hora	Satisfactoria

f) Carbón Activado:

Apariencia	Polvo fino negro
pH	6.0 a 7.0
Actividad, azul de metileno	23 mínimo
Actividad, melazas	92 mínimo
Contenido de humedad al Empacarse	10% máximo
Contenido total de cenizas	5% máximo
Tamaño de partículas	85% para la malla 325
Densidad aparente	0.36 grs/cm <sup>3</sup>

g) Filtro ayuda:

Pérdida de humedad por ignición	0.41%
Humedad	2.0%
Humedad (105°C)	1.13%

Cenizas 98.56%

Materia  
insoluble en  
HCl (1:1) 97.11%

SiO<sub>2</sub> soluble  
en 2 HCl  
(1:1) 0.27%

pH del agua  
hervida con  
la muestra  
bajo condi-  
ciones standard 7.2

Especificaciones de los Productos:

1) Azúcar Refinada Granulada:

° Brix 99.97

% Hd. 0.03

% Pol 99.9

Pza. 99.93

Temperatura al  
envasarse 57° C.

2) Miel final:

°Brix 91.00

% Pol 28.21

Pza. 31.00

3) Cachaza:

Se considerará que la cachaza tendrá un con-  
tenido de sacarosa de 0.125 de punto, el res  
to estará constituido por agua y no azúcares.

4) Bagazo:

Fibra	50%
Humedad	46.5%
Sólidos	4.277%

Especificaciones de los Servicios:

Vapor:

Presión	17.577 kg/cm <sup>2</sup>
Temperatura	376.66 °C
Entalpia	764.1 Kcal/kg.

Agua:

Agua de Enfriamiento:

Temperatura	30.0°C
pH	9.0
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	200.0 p.p.m.

Agua para Calderas:

Temperatura	90.0 °C
pH	9.0
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	200.0 p.p.m.

Agua de lavados:

Se utilizan los condensados del 2o., 3o. y 4o., efectos del cuádruple.

Energía Eléctrica:

Ciclos	50
Voltaje	110-220-440

Combustibles:

Bagazo:

Humedad	45%
Fibra	50%
Sólidos	5%

1.5 Normas de Calidad

Físicas y Químicas del azúcar refinado requeridas por la Secretaría de Industria y Comercio:

Polarización a 20°C	99.9 mínimo
Color	0.06 máximo
Cenizas sulfatadas	0.04 máximas
Humedad	0.04 máximo

Para determinar éstas propiedades Físicas y Químicas, se cuentan con los siguientes métodos analíticos aceptados por la Secretaría de Industria y Comercio.

1.5.1 Método para la determinación de humedad a 100 - 105°C en el azúcar.

Aparatos y Equipos:

- Balanza analítica con sensibilidad de - - 0.0001 g.
- Estufa para desecación con regulador de temperatura.
- Desecador, con Cloruro de Calcio Anhidro
- Cajas de aluminio con tapa de 5 cms. de diámetro y 3 cms. de altura.
- Pinzas para crisol
- Material común de laboratorio.

Preparación de la muestra:

Se homogeniza perfectamente la muestra de azúcar que se va a analizar.

#### Procedimiento:

En una caja de aluminio previamente tarada se pesan aproximadamente 10.0000 g. de la muestra, se colocan en la estufa y se mantiene la temperatura entre 100 - 105°C durante 4-5 horas hasta que el peso sea constante; se deja enfriar en el desecador y se pesa. Se hacen por lo menos dos pruebas.

#### Cálculos y Resultados:

Se calcula el porcentaje de humedad mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(P - P')}{M} 100 \quad \text{en donde:}$$

P = Peso en gramos de la caja con la muestra húmeda ( con aproximación de 0.0001 g).

P' = Peso en gramos de la caja con la muestra seca ( con aproximación de 0.0001 g).

M = Peso en gramos de la muestra analizada ( con aproximación de 0.0001 g.)

#### Reproducción de la Prueba:

La diferencia entre los resultados de dos o más de terminaciones no debe ser mayor de 0.004%.

#### Bibliografía:

I.C.U.M.S.A. ( International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis) Edition 1964.

1.5.2 Método gravimétrico para la determinación de cenizas sulfatadas en el azúcar.

Aparatos y Equipos:

- Balanza analítica, con sensibilidad de 0.0001 g.
- Estufa para desecación, con regulador de temperatura
- Mufla, con pirómetro y regulador de temperatura.
- Crisoles de porcelana de 5 cms. de diámetro y 4.3 cms. de altura
- Desecador, con Cloruro de Calcio An hidro
- Bureta graduada de 50 ml.
- Pinzas para Crisol
- Material común de Laboratorio

Materiales y Reactivos:

Acido Sulfúrico concentrado ( reactivo analítico)

Preparación de la muestra:

Se homogeniza perfectamente la muestra que se va a analizar.

Procedimiento:

En el Crisol, previamente tarado, se pesan aproximadamente 5.0000 gramos de muestra, se calienta en la estufa el crisol con la mues-

tra a 95 - 105°C, durante 15 minutos; se añaden, procurando humedecer todo el azú car aproximadamente 1.5 ml. de ácido sul fúrico hasta la carbonización completa; se coloca el crisol con la muestra carboniza da dentro de la mufla, y se mantiene a 550° C. durante 4-5 horas, hasta obtener cenizas blancas sin trazas de carbón, se enfría el crisol dentro del desecador y se pesa. Se hacen dos pruebas, por lo menos.

#### Cálculos y Resultados:

Se calcula el porcentaje de cenizas sulfatadas mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ de cenizas sulfatadas} = \frac{(P - P')}{M} 100$$

En la que:

P = Peso, en gramos, del Crisol más las ce nizas ( con aproximación de 0.0001 g.)

P' = Peso, en gramos, del Crisol vacío ( con aproximación de 0.0001 g.).

M = Peso, en gramos, de la muestra analiza da ( con aproximación de 0.0001 g.)

Se considera como resultado final la media aritmética de las determinaciones efectua das.

#### Reproducción de la Prueba.

La diferencia entre los resultados de dos o

más determinaciones no debe ser mayor de -  
0.004 %

**Bibliografía:**

I.C.U.M.S.A. ( International Comission For  
Uniform Methods of Sugar Analysis) Edition  
1954.

Spencer "Manual Azucarero".

- 1.5.3 Método de prueba para la determinación de Color por reflec  
tancia en el azúcar mediante el Fotocolorímetro.

**Aparatos y Equipos:**

- Fotocolorímetro calibrado y equipado con:  
Galvanómetro de reflexión sencilla con sen-  
sibilidad de 1% de reflectancia.  
Filtro de 390 + 15 milimicrones.
- Cuatro celdas de cristal transparente e in  
coloro de paredes planas y paralelas con -  
las siguientes medidas interiores: 35 mm.  
de largo; 19 mm. de ancho y 48 mm. de alto.
- Tintómetro Lovibond certificado
- Material común de Laboratorio.

**Materiales y Reactivos:**

Carbonato de Magnesio Q.P. ( "100 U.S. - -  
Standard Sieve) se usa como sustancia reflec  
tora patrón.

**Procedimiento:**

Preparación del Blanco Patrón:

Se llena poco a poco una celda de cristal con el Carbonato de Magnesio y se comprime suavemente hasta que las caras frontales de la celda presenten una superficie blanca, homogénea y sin huecos. Queda así preparado el blanco patrón, al que se considera con 100% de reflectancia.

Tabla de Conversión de Reflectancia a Valores Lovibond

Los aparatos y equipo usado para la elaboración de la Tabla, deben calibrarse de acuerdo a los patrones aceptados.

Procedimiento para la Elaboración de la Tabla.- Se determina primeramente, el color del azúcar granulado con el tintómetro Lovibond certificado y a esta misma muestra se le determina enseguida su reflectancia con el Fotocolorímetro. Deben hacerse las mismas operaciones en azúcares provenientes de diferentes zonas, con el fin de que la Tabla de Conversión cubra en lo posible las cualidades del color. De esta manera la tabla incluirá para cada valor de reflectancia el correspondiente a otro expresado en valore Lovibond ( Tabla I) Ver inciso +.

T A B L A I

TABLA DE CONVERSION DE REFLECTANCIA A VALORES LOVIBOND

% Reflectante	Color Lovibond	% Reflectancia	Color Lovibond
82.7 corresponde a	0.1	42.4 corresponde a	1.9
79.7 " "	0.2	40.9 " "	2.0
76.8 " "	0.3	39.4 " "	2.1
74.0 " "	0.4	37.9 " "	2.2
71.3 " "	0.5	36.5 " "	2.3
68.7 " "	0.6	35.2 " "	2.4
66.2 " "	0.7	34.0 " "	2.5
63.8 " "	0.8	32.8 " "	2.6
61.4 " "	0.9	31.6 " "	2.7
59.2 " "	1.0	30.4 " "	2.8
57.0 " "	1.1	29.3 " "	2.9
55.0 " "	1.2	28.2 " "	3.0
53.0 " "	1.3	27.2 " "	3.1
51.0 " "	1.4	26.2 " "	3.2
49.2 " "	1.5	25.2 " "	3.3
47.4 " "	1.6	24.3 " "	3.4
45.7 " "	1.7	23.4 " "	3.5
44.0 " "	1.8		

#### Preparación de la Muestra:

Se homogeniza perfectamente la muestra por analizar.

Antes de cada lectura se ajusta el Fotocolorímetro con el Blanco Patrón.

#### Determinación de la Reflectancia:

Se llena una celda con la muestra, se vacía el - azúcar de izquierda a derecha sosteniendo la celda inclinada hacia la cara en que ha de efectuarse la lectura, se da unos golpes suaves en los bordes de las celdas para asentar la muestra y con el aparato ajustado, se determina el porcentaje de reflectancia. Se efectúa la determinación por triplicado.

#### Cálculos y Resultados:

La media aritmética de las lecturas efectuadas, se convierte a sus respectivos valores Lovibond, usando para tal fin la Tabla de Conversión elaborada - para tal caso.

Se toma el valor Lovibond como resultado final.

#### Reproducción de la Prueba:

La diferencia entre la lectura mayor y la lectura menor observadas en las pruebas, no debe ser mayor de 1.5% de reflectancia, en su defecto se repiten las pruebas.

+ La Tabla I sólo es un ejemplo de Tabla de Conversión.

**Bibliografía:**

Método para la determinación de color de acuerdo con el Sistema Internacional de Color ( C.I.E.- COMMISSION INTERNATIONALE DE LA' ECLAIRAGE 1931).

1.5.4 Método para la determinación de la polarización a 20°C (Pol) en el azúcar.

**Aparatos y Equipos:**

- Balanza analítica, con sensibilidad de 0.0001 g.
- Cápsula de níquel apropiada
- Matraz Kohlrausch de 100 ml. verificado a 201 C.
- Embudo de vidrio Pyrex con ángulo de 60° de 10 cms. de diámetro, sin vástago.
- Vaso de precipitados de 400 ml.
- Termómetro graduado de 0 a 100° C.
- Papel filtro de 19 cms. de diámetro, de filtración rápida y especial para análisis de azúcar.
- Sacarímetro ( Polarímetro) graduado en escala internacional, para peso normal de 25,0000 gramos.
- Tubos para observación de 200 mm.
- Material común de Laboratorio.

#### Materiales y Reactivos.

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser grado analítico a menos que se indique - otra cosa, cuando se hable de agua debe ser destilada.

Subacetato seco de plomo Horne.

#### Preparación de la Muestra:

Se homogeniza perfectamente la muestra que se va a analizar.

#### Procedimiento:

Se pesan 26,0000 gramos de la muestra de azúcar - en una cápsula de níquel, y con agua destilada se pasan cuantitativamente al matraz Kohlrausch; se diluyen con agua destilada hasta más o menos las  $3/4$  partes de su capacidad y se disuelve el azúcar, se afora a 100 mls.

En el caso de que la solución presente turbidez y/o color, se utiliza la mínima cantidad necesaria de subacetato seco de plomo Horne para defecar, se agita enérgicamente y se deja la solución en reposo no más de 10 minutos.

Se vacía una sola vez sobre el papel filtro colocado previamente en el embudo y se recibe el filtrado en el vaso de precipitados, se desechan los primeros 2 ml. y con el resto de la solución se llena el tubo de observación. Se hacen cuando menos dos lecturas en el sacarímetro. Después de cada observación

se toma la temperatura de la solución contenida en el tubo.

#### Cálculos y Resultados:

Si la temperatura de la solución problema al efectuarse la lectura es de 20°C se considera dicha lectura como la polarización o pol del azúcar.

Si la solución problema tiene menos de 20°C al efectuarse la lectura se resta a ésta 0.03 por cada grado que se exceda los 20°C.

Si la solución problema tiene más de 20°C al efectuarse la lectura se suma a ésta 0.03 por cada grado en que se exceda los 20°C.

Se toma como resultado la media aritmética de las lecturas corregidas efectuadas.

#### Reproducción de la Prueba:

La diferencia entre la lectura mayor y la menor no debe exceder de 0.04

#### Bibliografía:

I.C.U.M.S.A. ( International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis, Edition 1964).

Spencer Manual del Azucarero.

## CAPITULO V

### CALCULO DEL EQUIPO PRINCIPAL

SECCION DE CRUDO:

Dentro de esta Sección se efectúa principalmente:

- a) La extracción de la Sacarosa contenida en la caña de azúcar.
- b) La eliminación de gran cantidad de impurezas.
- c) Obtención del azúcar mascabado en forma granulada.

Dentro de esta sección, se encuentran las áreas de:

- Batey
- Molienda
- Clarificación
- Evaporación
- Cristalización
- Centrifugación.

1.1 BATEY

1.1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.

El batey o patio es la primera área de proceso de un Ingenio Azucarero, aquí principalmente se efectúa el manejo y preparación de la caña.

Esta área comprende: La llegada de la caña de azúcar, que es transportada desde el campo de cultivo por medio de camiones o carretas, los cuales se pesan en básculas de plataforma colocadas a nivel del piso.

El pesado se efectúa de la siguiente manera:

- a) Se pesa y registra el valor del peso del vehículo cargado de caña.

- b) Se descarga el vehículo
- c) Se pesa y registra nuevamente el valor del peso del vehículo descargado.
- d) Por diferencia entre los dos pesos, se conoce el peso de la caña entregada al Ingenio.

Debemos hacer notar que sólo durante el día ( 12 hrs) se efectúa la llegada de la caña al Ingenio, por lo que durante este tiempo debe recibirse - la provisión nocturna necesaria de - Materia Prima, más una pequeña cantidad de reserva.

Dependiendo de lo anterior la descarga de los vehículos se puede efectuar directamente por:

- 1) Volteadores hidráulicos. Que descargan directamente al conductor de caña, se ve pues que este sistema es - usado para el aprovisionamiento diurno.
- 2) Grúas.- Efectúan un servicio doble: Durante el día efectúan la descarga de la caña acomodándola en una sección del batey destinada especialmente para este fin y durante la noche transportan la caña desde la sección

de almacenamiento hasta depositarla en la mesa alimentadora que a su vez descarga sobre el conductor principal. Se ve pues que este sistema de descarga es usado para el aprovisionamiento nocturno de la caña de azúcar.

La caña antes de entrar a los molinos es sometida a un proceso de preparación para evitar que la caña llegue entera, ya que dificultaría el manejo de ésta, debido al volumen irregular que presentaría. Así pues, para esta preparación, la caña que va sobre el conductor encuentra durante su trayecto:

- i) Un juego de niveladores o gallegos, montados sobre el conductor girando en sentido contrario a la dirección de éste, nivelando así la altura del colchón de caña.
- ii) Primer juego de cuchillas, que tienen un ajuste ( distancia entre el extremo - de la hoja y el piso del conductor) amplio, cor-

tando así sólo una parte del colchón de caña, obteniéndose pedazos de caña de menores dimensiones.

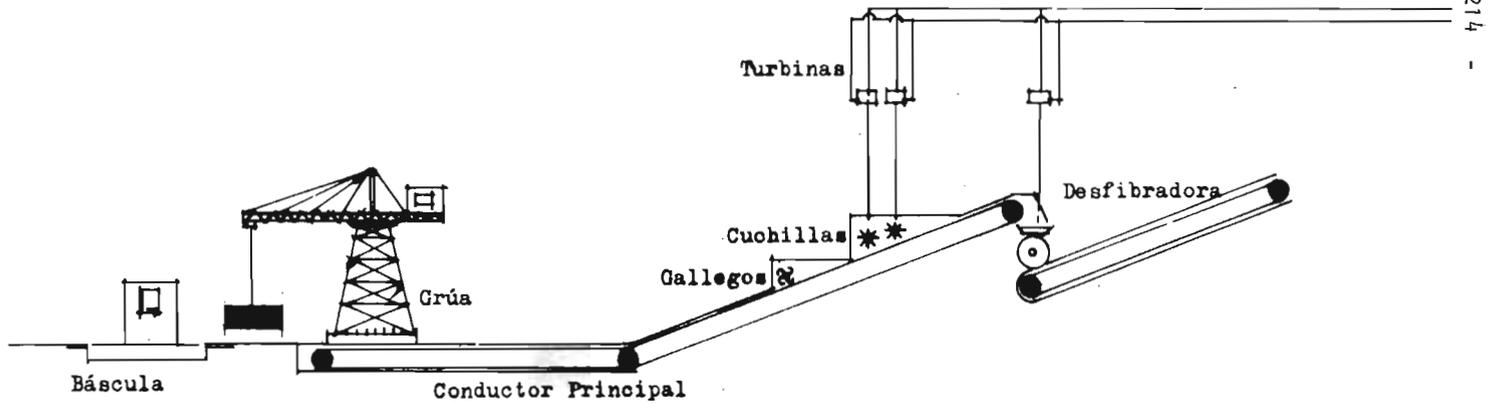
iii) Segundo juego de cuchillas, por tener un ajuste menor, la cantidad de caña preparada es mayor, quedando - la caña en forma de astillas, dando como resultado una menor cantidad de espacios libres, esto es se obtiene un colchón de caña más homogéneo.

iv) Desfibradora, en cuya parte superior desemboca el conductor principal alimentando la caña preparada por las cuchillas, como su nombre lo indica la desfibradora rasga las astillas de caña y las convierte en tiras, las cuales salen por su parte inferior.

La caña así preparada es llevada al Departamento de Molienda por medio de un conductor de pequeña

longitud. Esta preparación previa es necesaria ya que se asegura un aumento en la capacidad de los molinos.

1.1.2. DIAGRAMA DE FLUJO



1.1.3 CALCULO DEL EQUIPO PRINCIPAL DEL DEPARTAMENTO DE BATEY

CANTIDAD NECESARIA DE CAÑA

Pt = Provisión Diurna + Provisión Nocturna + Margen de Seguridad

= 12 x T.C.H. + 12 x T.C.H. + 3 x T.C.H. ( ecuación 3 página 21 Hugot)

= 27 x T.C.H.

= 27 x 250 = 6750 T.C.D.

SUPERFICIE NECESARIA PARA ALMACENAMIENTO EN EL PATIO

1. Bases de Cálculo

-	Densidad de la caña sin acomodar	200 Kg/m <sup>3</sup>
-	Altura promedio de estiba	6 mts.
-	Tiempo considerado	1 día

2. Cálculo

$$S_a = \frac{T.C.D. \times t}{d \times h} = \frac{6000 \times 1}{.200 \times 6} = 5,000 \text{ mts.}^2$$

GRUA.

Se utilizarán dos grúas autoestables, por lo que=

$$C = C_1 + C_2$$

$$C = 125 + 125 = 250 \text{ T.C.H.}$$

1. Fuerza de Levantamiento

$$F = 0.1 \times T.C.H. = 0.1 \times 125 = 12.5 \text{ Tons. (ecuación 8 página 26 Hugot)}$$

2. Radio de Acción.

$$R = 3\sqrt{T.C.H.} = 3 \sqrt{125} = 33.54 \text{ mts. (ecuación 9 página 26 Hugot)}$$

3. Altura máxima de Toma

$$H = 8 \text{ mts.}$$

(Valor recomendado página 26 Hugot)

4. Localización de la grúa con respecto al conductor de caña

$$L = R/2 = 33.54/2 = 16.77 \text{ mts.}$$

MESA ALIMENTADORA

1. Bases de Cálculo

-	Densidad de la caña sin acomodar	200 Kg/m <sup>3</sup>
-	Altura promedio de la caña en la mesa	0.5 mts.
-	Factor de seguridad por huecos en el monton de caña	0.8
-	Velocidad de la mesa ( valor recomendado por Hugot, Pág.32)	3 mts/min.

2. Cálculo de la Superficie

$$S = \frac{T. C. D. \times V_m}{24 \times 60 \times d \times h \times F_s} = \frac{6000 \times 3}{24 \times 60 \times .2 \times .5 \times .8} = 156.25 \text{ mts}^2$$

$$S = 157 \text{ mts.}^2$$

3. Potencia del motor de la mesa

$$T = 0.5 \times S = 0.5 \times 157 = 78.5 \text{ H.P.}$$

CONDUCTOR PRINCIPAL

1. Longitud de la parte horizontal

$$L_h = 5 \sqrt[3]{T.C.D.} = 5 \sqrt[3]{250} = 31.5 \text{ mts. (ecuación 20 Pág.34 Hugot)}$$

2. Longitud parte inclinada

De 15 a 18 mts. ( Valor recomendado por Hugot)

3. Ancho del conductor

L conductor = L mazas = 2.134 mts.

4. Potencia por instalar

$P = T.C.H. / 2 = 250 / 2 = 125$  H.P. (ecuación 37 pág.36 Hugot)

GALLEGOS O NIVELADORES

1. Potencia

$P = T.C.H. / 5 = 250 / 5 = 50$  H.P. (ecuación 39 pág. 39 Hugot)

2. Velocidad de rotación recomendada

40 - 50 R.P.M. ( valor recomendado por Hugot)

CUCHILLAS

1. Paso

- Segundo juego

$P = 50$  mm ( valor más frecuente)

2. Número de hojas

- Segundo juego

$$N = \frac{L}{P} - 1 = \frac{2134}{50} - 1 = 41.68 = 42$$

Donde: L = longitud del conductor en mm.

P = paso en mm.

- Primer juego

Generalmente son del 2/3 a 3/4 pares del segundo juego

$$N_1 = N_2 \times .70 = 42 \times .70 = 29.75 = 30$$

3. Velocidad de rotación recomendada

- Primer juego

400 r.p.m.

- Segundo juego

600 r.p.m.

4. Ajuste

- Primer juego

Generalmente es de  $1/3$  de la altura del colchon de caña

$$r_1 = 0.6949 \times 0.33 = 0.23 \text{ mts.} = 23 \text{ cm.}$$

- Segundo juego

Generalmente de:

$$r_2 = 5 \text{ cm.}$$

5. Proporción de cañas no cortadas

- Primer juego

$$i = \frac{r_1}{h} \cdot 100 = \frac{50}{694.9} \cdot 100 = 7.2\%$$

Donde:  $r$  = ajuste correspondiente en mm.

$h$  = altura de la cama de caña en mm.

6. Potencia necesaria para cada juego de cuchillas

1.5 - 2 por T. C. H. (valor recomendado)

$$P = 2 \text{ H.P.} \times 250 \text{ T.C.H.} = 500 \text{ H.P.}$$

DESFIBRADORA

De martillos tipo Searby

De la Tabla 11 del Hugot para 260 T.C.H. obtenemos

1. Dimensiones

D = diámetro 1.065 mts.

L = longitud 2.134 mts.

2. Potencia necesaria

De la misma Tabla se obtienen 610 H.P.

1.2 MOLIENDA

1.2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO.

En este departamento se efectúa la extracción de la sacarosa contenida en la caña de azúcar, misma que en parte se encuentra disuelta en el agua que contiene la propia caña y a cuya solución se llama jugo o guarapo y parte de la sacarosa se encuentra en el componente sólido de la caña llamado fibra.

La caña ya preparada es llevada hasta el primer molino por medio de un conductor que la deposita entre la abertura existente por la maza superior y maza cañera y posteriormente pasa entre la maza superior y bagacera. Se ve pues que la extracción del guarapo se efectúa por presión de las mazas sobre la caña. La caña ya exprimida, a la salida de los molinos toma el nombre de bagazo, mismo que es transportado hasta la entrada del siguiente molino por medio de un conductor similar al anterior.

El bagazo que sale del último molino cae sobre un transportador que lo lleva al departamento de calderas para ser usado como combustible para la generación de vapor.

Una práctica universal en los Ingenios Azucareros, con el fin de obtener mayor extracción de sacarosa es el agregar agua de imbibición y jugo de maceración sobre la caña par

cialmente exprimida que sale de cada uno de los molinos, excepto en el último molino.

A este proceso se le conoce con el nombre de "Imbibición múltiple compuesta", proceso que describiremos brevemente para el caso que nos ocupa con un tándem compuesto - por seis molinos.

La "imbibición múltiple compuesta" es llamada así por hacer uso tanto de agua pura como de jugo extraído. La cantidad total de agua sólo se agrega a la caña que entra al último molino ( número seis), el guarapo extraído del último molino se recircula a la entrada del quinto molino, el guarapo extraído del quinto molino se recircula a la entrada del cuarto molino, así hasta llegar a la última re circulación efectuada con el guarapo extraído del tercer molino que se alimenta a la entrada del segundo molino, es decir que deben de existir  $n-2$  recirculaciones, siendo "n" el número de molinos que componen el tandem.

El guarapo que extraen los molinos es recibido en unas - charolas de acero inoxidable, mismos que vierten el guarapo sobre un colador, con el fin de eliminar el bagazo que el guarapo arrastra durante la extracción obteniéndose se así:

- a) Bagazo, que es eliminado del colador por me  
dio de raspadores en movimiento y que lo -  
llevan hasta un conductor de bagazo que ali  
menta al primer molino o a un molino inter-  
medio.
- b) Guarapo, que oae en tanques de almacenamien  
to, de donde se recircula y se envía al si-  
guiente departamento.

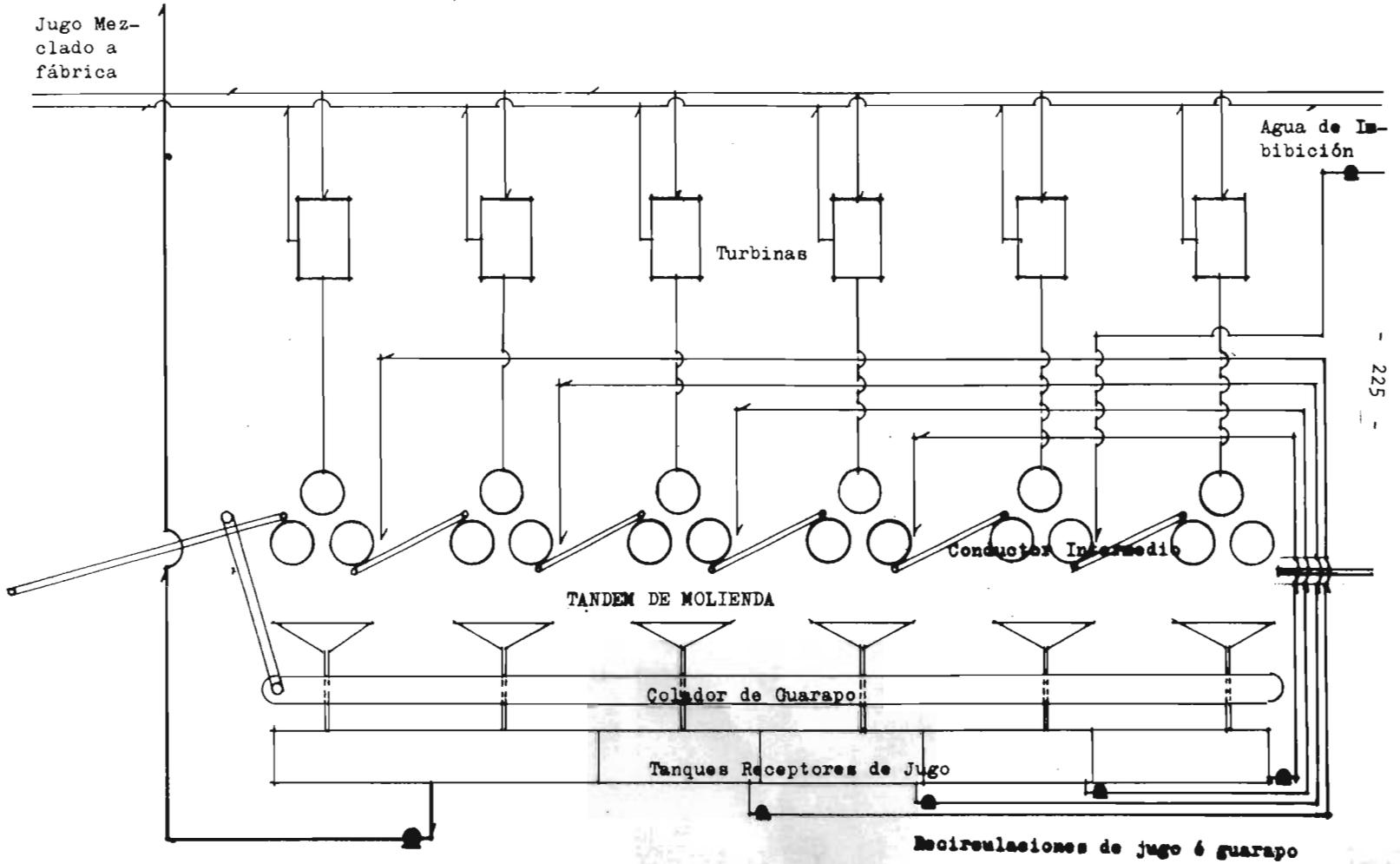
El guarapo que sale del colador y que pasa  
a fábrica, está compuesto por los jugos ex-  
traídos en el primero y segundo molinos y -  
parte del extraído por los molinos restantes,  
se somete a un segundo tamizado debido a que  
hay que eliminar partículas más finas en sus  
pensión. El guarapo doblemente filtrado se -  
pasa a un tanque de almacenamiento listo pa-  
ra ser suministrado al departamento de clari  
ficación al igual que el bagacillo obtenido.

En estos dos departamentos debe tenerse espe  
cial cuidado en el cumplimiento de varios -  
factores, que son los que nos permitirán rea  
lizar una extracción satisfactoria, y son:

- i) Debe procurarse que la preparación de la caña sea lo mejor posible para que los molinos trabajen eficientemente.
- ii) La altura del colchón de caña no debe ser muy grande, para facilitar la toma de la caña por los molinos.
- iii) La caña debe de alimentarse a el conductor principal lo más limpia posible, - es decir con la menor cantidad de:
  - Piedras: ya que de lo contrario los - equipos de preparación y extracción - pueden sufrir rupturas.
  - Tierra: Que en gran parte es arrastrada por el guarapo, dando como resultado un jugo mezclado con mayor número de impurezas.
- iv) La cantidad de agua de imbibición es generalmente del 20% del peso de la caña y alimentada entre 80 - 85 grados centígrados con el fin de incrementar la reacción.
- v) Debe procurarse que el guarapo no se acumule en los molinos para evitar la

infección de éste por microorganismos  
que desdoblán a la sacarosa en otros  
azúcares no cristalizables.

1.2.2. DIAGRAMA DE FLUJO



1.2.3 CALCULO DEL EQUIPO PRINCIPAL DEL DEPARTAMENTO DE  
MOLIENDA.

Bases de Cálculo

- a.- Toneladas por hora de molienda: 250  
b.- % de fibra en caña = f = 14.5  
c.- Densidad de la caña preparada por las cuchillas = 300 Kg/m<sup>3</sup>

MOLINOS

De la tabla 24 página 161 Hugot obtenemos:

Para 250 tons/hr. es necesario: 6 molinos de tres mazas cada uno,  
cuyas dimensiones son:

$$D = \text{diámetro} = 1.065 \text{ m.}$$

$$L = \text{longitud} = 2.134 \text{ m.}$$

$$\text{y } N = \text{número de cilindros} = 18 \longrightarrow \sqrt{N} = 4.2426$$

ALTURA DEL COLCHON DE CAÑA

$$h = 0.0223 \frac{D \sqrt{N}}{f} = 0.0223 \frac{1.065 \times 4.2426}{.145} = 0.6949 \text{ m. (ecuación 26 pág.35 Hugot)}$$

VELOCIDAD MEDIA DEL CONDUCTOR PRINCIPAL

$$v = \frac{1000 \times C}{60 L h d} = \frac{1000 \times 250}{60 \times 2.134 \times .6949 \times 300} = 9.36 \text{ m/min. (ecuación 22 pág. 34 Hugot)}$$

VELOCIDAD EN LOS MOLINOS

1.- Velocidad periférica media de los molinos.

$$V = 2 v = 2 \times 9.36 = 18.73 \text{ m/min. ( ecuación 21 pág. 34 Hugot)}$$

2.- Velocidad de rotación de los molinos

$$n = \frac{V}{D} = \frac{18.73}{1.065 \times 3.1416} = 5.6 \text{ r.p.m. ( ecuación 25 pág. 34 Hugot)}$$

PRESION HIDRAULICA TOTAL

$$PHT = 200 L D = 200 \times 1.065 \times 2.134 = 454.54 \text{ tons. (ecuación 113 Pág.146 Hugot)}$$

POTENCIA CONSUMIDA POR MOLINO

$$T = 0.16 P n D = 0.16 \times 454.54 \times 5.6 \times 1.065 = 433.74 \text{ HP}$$

umentando un 15 % por existir mando simple:

$$T = 433.74 \times 1.15 = 498.80 \text{ 500 HP.}$$

CONDUCTORES INTERMEDIOS

1. Inclinación  $25^\circ - 30^\circ$  ( valor recomendado por Hugot)

2. Velocidad lineal

$$V' = 1.1 V = 1.1 \times 18.73 = 20.6 \text{ m/min. ( ecuación 57 pág. 91 Hugot)}$$

donde:

V = velocidad periférica media de los molinos

3. Potencia

Es aproximadamente el 5% de la potencia consumida por molino, misma que ya ha sido calculada anteriormente, por que:

$$P = 500 \times 0.05 = 25 \text{ HP.}$$

BALANCE DE MATERIA EN EL DEPARTAMENTO DE MOLIENDA

Existen diversos factores que afectan la extracción en los molinos, del jugo contenido en la caña, todos con igual importancia y son:

- Composición de la caña
- Preparación de la caña
- Velocidad de los molinos
- Dimensiones de los molinos
- Largo de la batería
- Presión hidráulica
- Imbibición
- Ajuste de los molinos

La extracción teórica efectuada por un tandem puede conocerse como se verá más adelante, pero para tal efecto es necesario conocer entre otros, la composición de la caña de azúcar, que es nuestra Materia Prima. Pero debido a que ésta nunca será uniforme en el transcurso de la zafra, la extracción real del tandem, será diferente a la extracción teórica, dichas variaciones estarán dentro de un rango más o menos determinado.

El rango estará dado en función de las variedades de caña que llegan al Ingenio, así como del grado de madurez de las mismas.

Debemos hacer notar que la extracción real solo se puede conocer durante la operación del tandem.

A continuación se presenta el cálculo de balance de materia haciendo uso de la extracción teórica, para el caso que nos ocupa.

1. Bases de Cálculo

- a) 250 tons. de caña por hora de molienda
- b) % de fibra en caña = f = 14.5
- c) % de sacarosa en caña = s = 14
- d) % de agua en caña = H = 70
- e) % de sólidos no azúcares en caña = ns = 1.5
- f) % de fibra después de primera extracción = m = .27
- g) Coeficiente = a = 1.1
- h) Peso total de agua de imbibición/unidad de peso de caña = w = .20 ( dato recomendado por Hugot)
- i) % de fibra en bagazo = F = 50

2. Cálculos

- i) Peso total de agua de imbibición/unidad de peso de fibra en caña =  $\lambda = w/f = .20/.145 = 1.3793$
- ii) Extracción teórica

$$\frac{a(m-f)}{m(1-f)} + \left[ 1 - \frac{a(m-f)}{m(1-f)} \right] \lambda \frac{\lambda^n - 1}{\lambda^{n+1} - 1}$$

Donde: ( ecuación 208 Pág.231 Hugot)

n = número de presiones húmedas.

$$\frac{1.1 (.27 - .145)}{.27 (1 - .145)} + \left[ 1 - \frac{1.1 (.27 - .145)}{.27 (1 - .145)} \right] 1.3793 \frac{1.3793^5 - 1}{1.3683^5 - 1} = 0.974$$

- iii) Entran al Tandem

- Tons. de fibra por hora = 250 TCH x .145 = 36.25

- Tons. de Sacarosa por hora =  $250 \text{ TCH} \times .14 = 35$
- Tons. de agua por hora =  $250 \text{ TCH} \times .70 = 175$
- Tons. de no azúcares por hora =  $250 \text{ TCH} \times .015 =$   
 $= 3.75$
- Tons. de agua de imbibición por hora =  $250 \text{ TCH}$   
 $\times .20 = 50$

iv) Se extrae:

- Tons. de fibra por hora =  $250 \text{ TCH} \times 6 \text{ kg.} =$   
 $1500 \text{ kg.} = 1.5$  suponemos que la cantidad arra  
strada por el guarapo será la necesaria a utiliz  
azar en el filtro rotativo ( 6 kg/TC).
- Tons. de Sacarosa por hora =  $35 \times 0.974 = 34.09$
- Tons. de agua por hora =  $175 \times 0.974 = 170.45$
- Tons. de no azúcares por hora  $3.75 \times .45 = 1.6875$   
a la temperatura del agua de imbibición- 80- 85°C  
- se extrae aproximadamente el 45% de los no azúz  
acares presentes.

v) No se extrae:

- Tons. de fibra por hora =  $32.25 - 1.5 = 34.75$
- Tons. de Sacarosa por hora =  $35 - 34.09 = 0.91$
- Tons. de agua por hora =  $175 - 170.45 = 4.55$
- Tons. de no azúcares por hora =  $3.75 - 1.6875 = 2.0625$

vi) Toneladas de Bagazo obtenido por hora:

$$\frac{34.75 \times 100}{50} = 69.5$$

vii) Agua de Imbibición que sale con el Bagazo

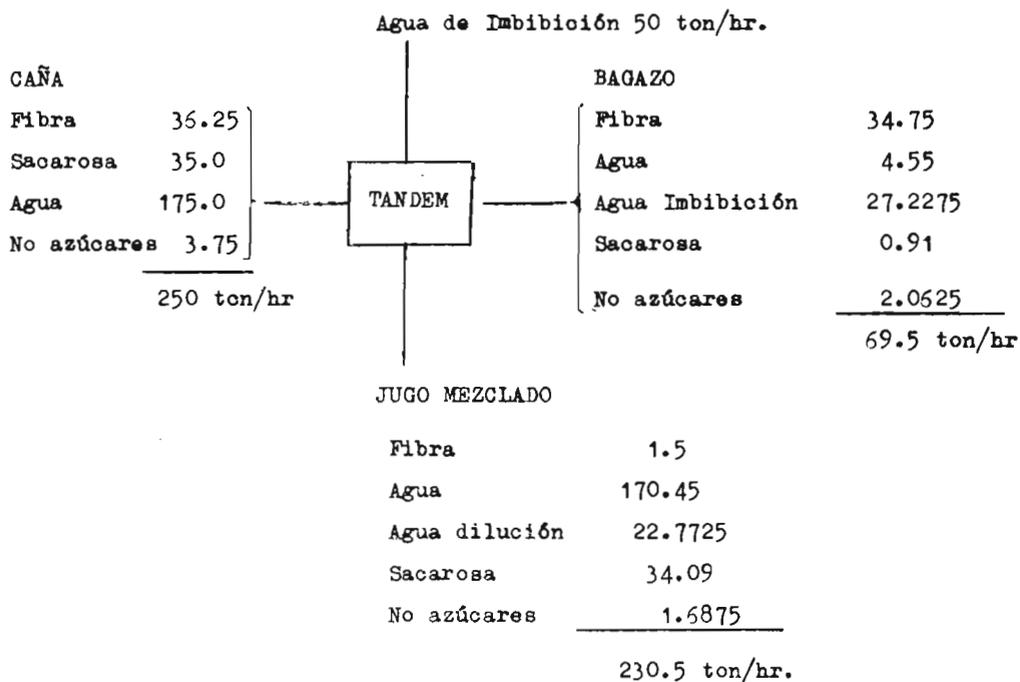
$$69.5 - 42.2725 = 27.2275 \text{ ton/hr.}$$

viii) Agua de Imbibición que sale con el jugo:  
( Agua de dilución)

$$50 - 27.2275 = 22.7725 \text{ Ton/hr.}$$

ix) Composición del Bagazo:

total	69.5	100%	100%	
Fibra	34.75	50%	50%	Fibra
Sacarosa	$0.91 \times 100/69.5 = 1.3093\%$		4.277%	Sólidos
No azúcares	$2.0625 \times 100/69.5 = 2.967\%$			
Agua	$4.55 \times 100/69.5 = 6.5467\%$		45.5	Humedad
Agua de Imbibición	$27.7725 \times 100/69.5 = 39.96\%$			



CALCULO DE LAS ABERTURAS DE TRABAJO.

- Bases de Cálculo

- a) Bateria de 6 molinos = 18 mazas  $\left\{ \begin{array}{l} L = 2.134 \text{ mts.} \\ D = 1.065 \text{ mts.} \end{array} \right.$
- b) Trabajo deseado = 250 TCH con 14.5% de fibra
- c) Velocidad en molinos = 5.6 RPM
- d) Brix medio del jugo primario = 20
- e) Imbibición deseada = 1.3793
- f) Escala de fibras = Primer molino 27  
Segundo molino 35  
Tercer molino 41  
Cuarto molino 45  
Quinto molino 48  
Sexto molino 50

1. Presión Hidráulica Especifica:

$$P = \frac{PHT}{.1 LD} = \frac{454.54}{.1 \times 21.34 \times 10.65} = 20 \text{ ton/dm}^2$$

(ecuación 73 pág. 126 Hugot)

Donde:

PHT = presión hidráulica total en tons.

L = Longitud de los cilindros en dm.

D = Diámetro de los cilindros en dm.

2. Cálculo del Brix de los jugos:

Condición  $^{\circ}$ Brix jugo extraído =  $^{\circ}$ Brix jugo en el Bagazo

$$B_p = B_o \frac{\lambda^{n-p+1} - 1}{\lambda^{n-1} - 1} \quad (\text{ecuación 213 pág. 235 Hugot})$$

Donde:

B<sub>p</sub> = Brix del jugo del molino de presión húmeda

B<sub>o</sub> = Brix del jugo de presión seca = Brix del jugo normal

n = Número de molinos de presión húmeda

p = Lugar del molino de presión húmeda considerado, entre los molinos de presión húmeda.

λ = Peso de agua de imbibición por unidad de peso de fibra.

$$B_1 = 20 \frac{(1.3793)^{5-1+1} - 1}{(1.3793)^{5+1} - 1} = 13.56$$

$$B_2 = 20 \frac{(1.3793)^{5-2+1} - 1}{(1.3793)^6 - 1} = 8.9$$

$$B_3 = 20 \frac{(1.3793)^{5-3+1} - 1}{(1.3793)^6 - 1} = 5.5186$$

$$B_4 = 20 \frac{(1.3793)^{5-4+1} - 1}{(1.3793)^6 - 1} = 3.066$$

$$B_5 = 20 \frac{(1.3793)^{5-5+1} - 1}{(1.3793)^6 - 1} = 1.288$$

3. Obteniendo las densidades correspondientes de los Brix obtenidos (Tabla 19 Spencer)

B <sub>o</sub> = 20	_____	d <sub>0</sub> = 1.082
B <sub>1</sub> = 13.56	_____	d <sub>1</sub> = 1.052
B <sub>2</sub> = 8.9	_____	d <sub>2</sub> = 1.033
B <sub>3</sub> = 5.51	_____	d <sub>3</sub> = 1.019
B <sub>4</sub> = 3.066	_____	d <sub>4</sub> = 1.009
B <sub>5</sub> = 1.288	_____	d <sub>5</sub> = 1.003

4. Densidad de la fibra sometida a presión

$$d = 1.512 + 220 \times 10^{-5} p \quad (\text{página 173 Hugot})$$

Donde: p = presión a la que se somete la fibra en kg/cm<sup>2</sup>

$$d = 1.512 + 220 \times 10^{-5} \times 2000 = 1.952 \text{ gr/cm}^3$$

5. Volúmenes específicos del Bagazo y densidades

$$v = \frac{F}{d} + \frac{1 - F}{d' \times 1.01} \longrightarrow d' = 1/v \quad (\text{Pág. 173 Hugot})$$

Donde: F = Contenido de fibra por unidad de bagazo

d = Densidad de la fibra sometida a presión en Kg/cm<sup>2</sup>

(d' x 1.01) = Densidad del jugo sometido a presión en Kg/cm<sup>2</sup>

$$10. \text{ molino } v_0 = \frac{270}{1.952} + \frac{1000 - 270}{1.082 \times 1.01} = 806.31 \text{ cm.}^3$$

$$20. \text{ molino } v_1 = \frac{350}{1.952} + \frac{1000 - 350}{1.052 \times 1.01} = 791.05 \text{ cm.}^3$$

$$30. \text{ molino } v_2 = \frac{410}{1.952} + \frac{1000 - 410}{1.033 \times 1.01} = 775.53 \text{ cm.}^3$$

$$40. \text{ molino } v_3 = \frac{450}{1.952} + \frac{1000 - 450}{1.019 \times 1.01} = 764.93 \text{ cm.}^3$$

$$50. \text{ molino } v_4 = \frac{480}{1.952} + \frac{1000 - 480}{1.009 \times 1.01} = 756.16 \text{ cm.}^3$$

$$60. \text{ molino } v_5 = \frac{500}{1.952} + \frac{1000 - 500}{1.003 \times 1.01} = 749.71 \text{ cm.}^3$$

$$10. \text{ molino } d_0 = 1000/806.31 = 1.24 \text{ Kg/dm}^3$$

$$20. \text{ molino } d_1 = 1000/791.05 = 1.26 \text{ "}$$

$$30. \text{ molino } d_2 = 1000/775.53 = 1.29 \text{ "}$$

$$40. \text{ molino } d_3 = 1000/764.93 = 1.30 \text{ "}$$

$$50. \text{ molino } d_4 = 1000/756.16 = 1.32 \text{ "}$$

$$60. \text{ molino } d_5 = 1000/749.71 = 1.33 \text{ "}$$

5. Cantidad de bagazo que se obtiene de cada molino

$$10. \text{molino } b = \frac{14.5}{27} = .537 \quad B_1 = 250,000 \times .537 = 134,259.26 \text{ Kg.}$$

$$20. \text{molino } b = \frac{14.5}{35} = .414 \quad B_2 = 250,000 \times .414 = 103,571.42 \text{ Kg.}$$

$$30. \text{molino } b = \frac{14.5}{41} = .353 \quad B_3 = 250,000 \times .353 = 88,414.63 \text{ Kg.}$$

$$40. \text{molino } b = \frac{14.5}{45} = .322 \quad B_4 = 250,000 \times .322 = 80,555.65 \text{ Kg.}$$

$$50. \text{molino } b = \frac{14.5}{48} = .302 \quad B_5 = 250,000 \times .302 = 75,520.83 \text{ Kg.}$$

$$60. \text{molino } b = \frac{14.5}{50} = .29 \quad B_6 = 250,000 \times .29 = 72,400.0 \text{ Kg.}$$

7. Cálculo de la Abertura Trasera trabajando.

Se obtiene considerando que el volúmen del Bagazo que pasa por estas aberturas, multiplicado por la densidad da el peso del bagazo.

$$50 \pi DnLkd = B \longrightarrow K = \frac{B}{188.4 LDnd} \quad (\text{ecuaciones 152 y 153 pág. 175 Hugot})$$

Donde:

K = Abertura en dm

B = Bagazo en Kg.

L = Longitud de la maza en dm

D = Diámetro de la maza en dm

d = Densidad del Bagazo en Kg/dm<sup>3</sup>

n = Velocidad de rotación de las mazas en RPM

$$10. \text{ molino } K = \frac{134,259.26}{188.4 \times 21.34 \times 10.65 \times 5.6 \times 1.24} = .4515 \text{ dm} = 45.15 \text{ mm.}$$

$$20. \text{ molino } K = \frac{103,571.42}{239,780 \times 1.26} = .3428 \text{ dm} = 34.28 \text{ mm}$$

$$30. \text{ molino } K = \frac{88,414.63}{239,780 \times 1.29} = .2858 \text{ dm} = 28.58 \text{ mm}$$

$$40. \text{ molino } K = \frac{80,555.55}{239,780 \times 1.30} = .2584 \text{ dm} = 25.84 \text{ mm}$$

$$50. \text{ molino } K = \frac{75,520.83}{239,780 \times 1.32} = .2386 \text{ dm} = 23.86 \text{ mm.}$$

$$60. \text{ molino } K = \frac{72,500.00}{239,780 \times 1.33} = .2273 \text{ dm} = 22.73 \text{ mm.}$$

8. - Cálculo de la Abertura Delantera trabajando

$$m = \frac{\text{Abertura delantera media trabajando}}{\text{Abertura trasera media trabajando}} \quad (\text{ecuación 150 p\u00e1s.172 Hugot})$$

De la Tabla 30 del Hugot obtenemos:

$m = 2$  Para el primer molino despu\u00e9s de la desmenuzadora o desfibradora.

$m = 2$  Para molinos intermedios y \u00faltimo molino

10. molino	$45.15 \times 2 = 90.3$	mm.
20. molino	$34.28 \times 2 = 68.56$	"
30. molino	$28.58 \times 2 = 57.16$	"
40. molino	$25.84 \times 2 = 51.68$	"
50. molino	$23.86 \times 2 = 47.72$	"
60. molino	$22.73 \times 2 = 45.46$	"

9. Cálculo de la Abertura Trasera en reposo

$$t = \frac{\text{Abertura Trasera en reposo}}{\text{Abertura Trasera media trabajando}} \quad (\text{ecuación 149 pág.171 Hugot})$$

De la Tabla del Hugot obtenemos:

t = 0.6	Para primer molino
t = 0.5	Para molinos intermedios
t = 0.4	Para último molino
1o. molino	45.15 x 0.6 = 27.07 mm.
2o. molino	34.28 x 0.5 = 17.14 mm.
3o. molino	28.58 x 0.5 = 14.29 mm.
4o. molino	25.84 x 0.5 = 12.92 mm.
5o. molino	23.86 x 0.5 = 11.93 mm.
6o. molino	22.73 x 0.4 = 9.09 mm.

10. Cálculo de la Abertura Delantera en Reposo

Debido a que en los molinos de virgen vertical, las aberturas delanteras y traseras aumentan en la misma cantidad cuando el cilindro se levanta:

Abertura delantera en reposo = abertura trasera en reposo + abertura delantera trabajando - abertura trasera trabajando.

1o. molino	27.09 + 90.3 - 45.15 = 72.74 mm.
2o. molino	17.14 + 68.56 - 34.38 = 51.42 mm.
3o. molino	14.29 + 57.16 - 28.58 = 42.87 mm.
4o. molino	12.92 + 51.68 - 25.84 = 38.76 mm.
5o. molino	11.93 + 47.73 - 23.86 = 35.79 mm.
6o. molino	9.092 + 45.45 - 22.73 = 31.82 mm.

CONSUMO DE VAPOR EN LAS TURBINAS DE LOS DEPARTAMENTOS  
DE BATEY Y MOLIENDA

Bases de Cálculos:

- a) Primer juego de cuchillas con 500 HP
- b) Segundo juego de cuchillas con 500 Hp
- c) Desfibradora con 610 HP
- d) Seis molinos con 500 HP cada uno
- e)  $P_1 = 15.82 \text{ kg/cm}^2 (225 \text{ #m}) \longrightarrow P \text{ abs} = 15.82 + 1.033 = 16.853$   
 $T_1 = 350^\circ\text{C}$   $\text{Kg/cm}^2$
- f)  $P_2 = 1.05 \text{ Kg/cm}^2 (15 \text{ #m}) \longrightarrow P \text{ abs} = 1.05 + 1.033 = 2.083$   
 $\text{kg/cm}^2$

Fórmula:

$$Q = \frac{532}{(H - H') \eta \rho_r \rho_g} \quad (\text{ecuación 716 pág. 718 HUGOT})$$

Donde:

- Q = Consumo de vapor en Kg por HPH
- H = Calor total del vapor en la cámara de la boquilla en Kcal
- H' = Calor total del vapor en el escape en Kcal
- $\eta$  = Eficiencia Termodinámica de la Turbina = 70 - 72%
- $\rho_r$  = Eficiencia en los engranes de reducción = .97 - .985%
- $\rho_g$  = Eficiencia del Alternador o del Generador = .91 - .94%

Cálculos:

1. Presión en la boquilla  
 $P_0 = .54 P_1$  ( para vapor sobrecalentado)  
( ecuación 581 pág. 709 Hugot)  
 $= .54 \times 15.82 = 8.5428$  \_\_\_\_\_  $P_0 = 9.5758 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs.}$
2. Calor  
De tablas con  $P_0 = 9.5758 \text{ Kg/cm}^2 \text{ abs.}$  y  $T_0 = T_i = 350^\circ\text{C}$  obtenemos  
 $H = 754.366 \text{ Kcal/kg}$
3. Calor  
De Tablas con  $P_2 = 2.083 \text{ Kg/cm}^3 \text{ abs.}$  obtenemos:  
 $T_2 = 121^\circ \text{ C}$  y  $H' = 525.39 \text{ Kcal/kg}$
4. Primer juego de cuchillas  
 $Q_1 = \frac{532}{(754.366 - 525.39) \cdot 71 \times 98 \times .92} = 4.31 \text{ Kg/HPH} \times 500 \text{ HP} = 2155 \text{ Kg/hr}$
5. Segundo juego de cuchillas  
 $Q_2 = 4.31 \text{ Kg/HPH} \times 500 \text{ HP} = 2155 \text{ Kg/hr.}$
6. Desfibradora  
 $Q_3 = 4.31 \text{ Kg/HPH} \times 610 \text{ HP} = 2629.1 \text{ kg/hr}$
7. Molinos  
 $Q_4 = 4.31 \text{ kg/HPH} \times 500 \text{ HP} \times 6 = 12,930 \text{ kg/hr.}$
8. Consumo total teórico  
 $Q_{tt} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 19869.1 \text{ Kg/hr}$
9. Consumo total real  
 $Q_{tr} = Q_{tt} \times 1.06 = 19869.1 \times 1.06 = 21061.246 \text{ Kg/hr.}$   
6% porque hay pérdidas por condensación y/o fugas en la línea
10. Salen de las turbinas  
 $Q_t = 19869.1 \times .95 = 18875.645 \text{ Kg/hr.}$

### 1.3 Clarificación

#### 1.3.1 Descripción del Proceso

El Guarapo proveniente del Departamento de Molienda es ácido, turbio y de color verdoso. Este guarapo lleva, aparte de Sacarosa, una gran cantidad de impurezas como ceras, gomas y tierra y es en éste departamento donde el proceso químico empieza para obtener sacarosa pura.

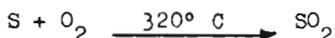
Las operaciones realizadas en éste Departamento son las siguientes:

El guarapo tamizado, proveniente del departamento de molienda es llevado a dos tanques báscula, que actúan en forma alternada ( mientras uno se descarga el otro se está llenando).

Los tanques nunca se llenan de guarapo hasta su límite sino hasta una capacidad determinada, como el proceso es continuo se calcula un promedio de 20 descargas de tanques báscula por hora.

Los tanques báscula descargan su contenido de guarapo a un tanque, el guarapo tiene un pH de 5 a 5.3 y es bombeado a una torres sulfitadora donde se hace pasar a contracorriente con gas sulfuroso ( $SO_2$ ), que al ponerse en contacto con el guarapo forma el ácido sulfuroso, provocándose con esto la obtención de un guarapo con un pH de 3.5 a 3.8.]

El gas sulfuroso necesario para dicha operación se obtiene quemando azufre en presencia de exceso de aire en un horno, la reacción efectuada es:



El guarapo con un pH de 3.5 a 3.8 es enviado a un -  
tanque donde el proceso de purificación empieza -  
al agregarle la "Lechada de cal", formada por agua  
y óxido de calcio, con el fin de quitar la acidez  
al guarapo y elevar el pH de 7.2 a 7.4 *ojo*

La "Lechada de Cal" se agrega en forma continua,  
para lo cual se utiliza un sistema automático de  
bombeo de "lechada de cal" controlada por una vál  
vula registradora y controladora de pH.

La "lechada de cal" se fabrica en dos tanques, uno  
de los cuales se vacía mientras que el otro se lle  
na, estos tanques están provistos de un sistema de  
agitación para mantener la solución de cal en las  
condiciones deseadas.

El guarapo alcalizado es enviado a un tren de cam  
biadores de calor para elevar su temperatura a -  
103 - 105° C., con el fin de acelerar la purifica  
ción del guarapo.

La transferencia de calor se lleva a cabo al pasar  
a contracorriente el guarapo alcalizado y vapor de  
agua, este último proveniente del sistema de evapo  
ración y con una presión de 1.054 kg/cm<sup>2</sup> (15 lb/ft<sup>2</sup>)

El guarapo alcalizado y calentado a 103-105° C., es  
enviado a un tanque flash en donde elimina gases y  
de ahí es enviado a los clarificadores en donde se  
lleva a cabo la decantación de las sales insolubles

de calcio precipitando las impurezas en forma de fosfatos principalmente, además el calentamiento del guarapo alcalinizado coagula la albúmina y algunas de las ceras y gomas, que también precipitan sobre las charolas del clarificador, a esta formación de flóculos precipitables se le llama "defecación" del guarapo.

El guarapo clarificado así obtenido es enviado a un tanque de donde pasará al sistema de evaporación.

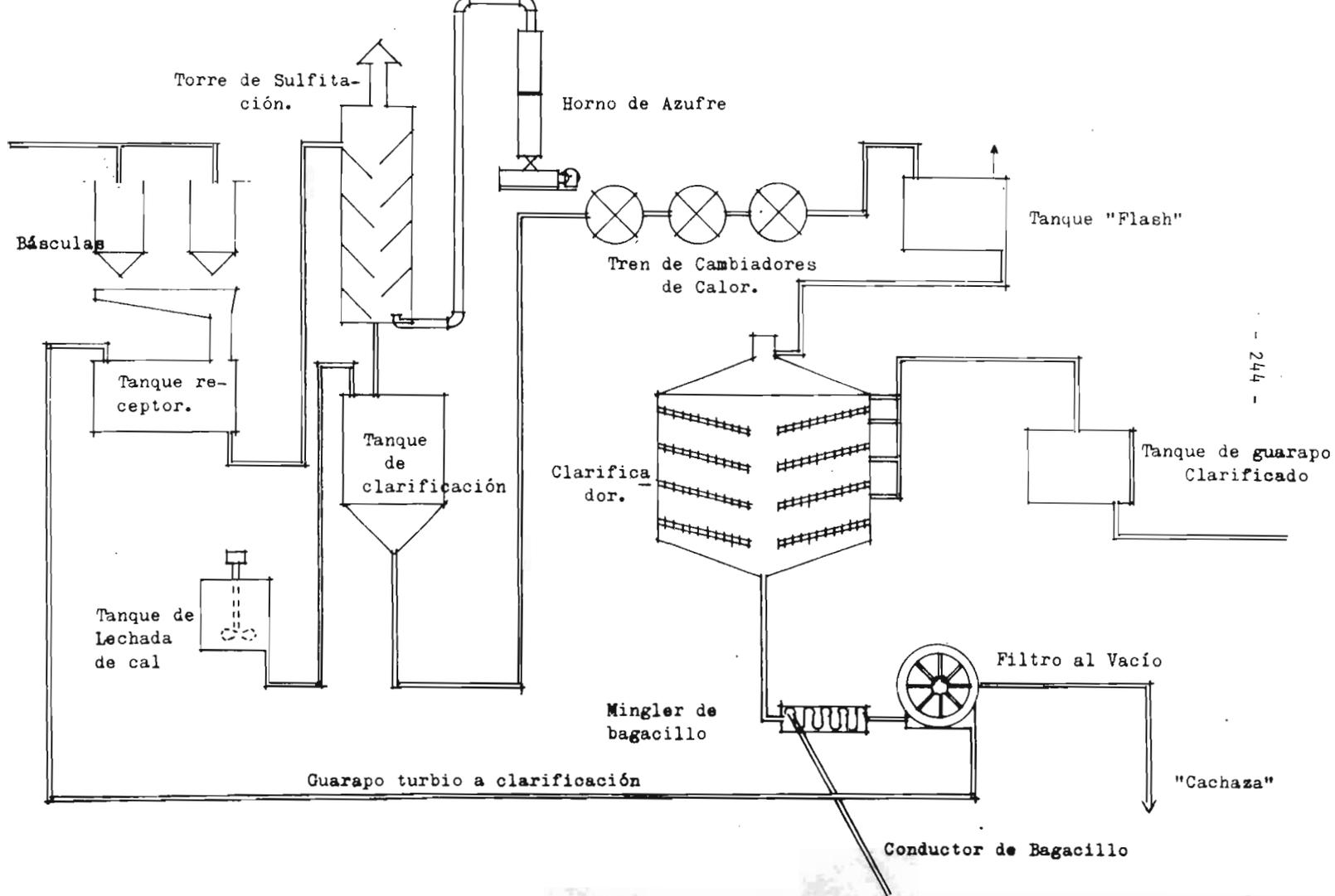
Los precipitados son llamados lodos o "cachaza" y debido a que todavía contienen gran cantidad de sacarosa son mezclados con bagacillo, procedente de molienda, y la mezcla es enviada a un sistema de filtración al vacío para recuperar así la mayor cantidad de guarapo posible el cual es enviado nuevamente al tanque donde se aplica la "lechada de cal" y la cachaza agotada de guarapo se elimina del proceso.

Las variables a controlar en este departamento son:

- a) pH
- b) Temperatura
- c) Tiempo de residencia en el Clarificador continuo.
- d) Humedad del aire.

Los tres primeros se controlan para evitar la inversión y los problemas que causan las incrustaciones en el departamento de clarificación y evaporación.

La humedad del aire se controla con el fin de que entre al horno quemador de azufre lo más seco posible, ya que el azufre en presencia de agua forma el ácido sulfúrico, que dañaría las tuberías - que conducen el gas sulfuroso del horno de azufre a la torre sulfitadora.



1.3.3. CALCULO DEL EQUIPO PRINCIPAL EN CLARIFICACION

TANQUES PESADORES

I. Bases de Cálculo

- Pesado por hora: 250 tons.
- Se consideran dos tanques pesadores.
- Número de pesadas de la báscula: 20 pesadas por hora
- Número de descargas de los tanques pesadores 10 descargas/hr.

II. Cálculo

$$\frac{250 \text{ tons/hr}}{2 \text{ tanques}} = 125 \text{ tons/hr}$$

$$\frac{125 \text{ tons/hr.tanque}}{10 \text{ descargas/tanque hr.}} = 12.5 \text{ tons.}$$

Considerando un 15% de sobre diseño en capacidad de la báscula

$$12.5 \times 1.15 = 14.375 = 15 \text{ tons.}$$

La báscula tendrá capacidad para pesar 300 tons/hr.

HORNO DE AZUFRE

a) Bases de Cálculo

- Toneladas de caña por hora  
250 tons.
- Azufre por tonelada de caña/hr.  
0.5 Kg/ t.c.h. (tabla 43 Hugot)

- Según Tromp se necesita  $1 \text{ m}^2$   
de superficie por  $18 = 25 \text{ kg}$   
de azufre por hora.

b) Cálculo

Cantidad de azufre por hora

b.1)  $250 \text{ T.C.H.} \times 0.5 \text{ Kg/T.C.H.} = 125 \text{ Kg/hr.}$

b.2) Superficie total

$$S_t = \frac{125 \text{ kg.}}{25 \text{ kg.}} \cdot 1 \text{ m}^2 = 5 \text{ m}^2$$

b.3) Superficie de cada charola

$$S = \frac{(D)^2}{(2)} = \frac{(1.2)^2}{(2)} (3.1416) = 1.13 \text{ m}^2$$

b.4) Número de charolas requeridas

$$\frac{5 \text{ m}^2}{1.1 \text{ m}^2/\text{charola}} = 4.42 \text{ charolas} = 5 \text{ charolas}$$

b.5) Superficie total de las 5 charolas

$$5 \text{ charolas} \times 1.13 \text{ m}^2/\text{charola} = 5.65 \text{ m}^2$$

b.6) Altura de la torre

Las charolas estarán separadas 35 cm.  
cada una de otra y se contará con un  
cenicero.

$$H = 5 \text{ charolas} \times 35 \text{ cm.} = 175 \text{ cm.} = 1.75 \text{ m.}$$

b.7) Diámetro de la torre

Considerando un espacio anular de 15 cm.

$$\text{Diámetro total} = 1.2 \text{ m} + (0.15)^2 = 1.50 \text{ m.}$$

### TORRE DE SULFITACION

1.0 Especificaciones para 250 T.C.H.

1.1 Torre de madera con platos:

Altura 5 m.

Lado 1.5 m.

Ancho 1.5 m.

1.2 Distancia entre plato y plato = 30 cm.

1.3 Número total de platos:

$$\frac{5 \text{ m.}}{0.30 \text{ m/plato}} = 16.6 \text{ platos} = 16 \text{ platos}$$

1.4 Longitud de los platos:

Los platos tienen una longitud del 66% de la longitud de la torre

$$L = 1.5 \text{ m} \times 0.66 = .99 \text{ m.} = 1.0 \text{ m.}$$

### TANQUES DE LECHADA DE CAL

1.0 Bases de Cálculo 250 T.C.H.

1.1 Requerimientos de CaO en crudo 0.8-1.5 kg/T.C.H.  
(Hugot T.48)

Requerimientos de CaO en Refinado 0.064 kg/T.C.H.  
(Spencer P.375)

1.2 Para el Cálculo se utiliza:

$$1.5 + 0.064 = 1.564 \text{ kg/T.C.H.}$$

1.3 De la Tabla 5 Capítulo 10 Höning (Pág.339)

Grados Beaume	Densidad	Gramos de CaO/lit	% de CO en peso
5	1,037	46	4.43

2.0 Cálculos

2.1 Cantidad de CaO Requerida:

$$\begin{array}{rcl}
 0.046 \text{ kg de CaO} & \underline{\hspace{2cm}} & 1 \text{ kg de H}_2\text{O} \\
 1 \text{ kg. de CaO} & \underline{\hspace{2cm}} & X \text{ kg de H}_2\text{O}
 \end{array}
 \quad X = 21.73 \text{ kg de H}_2\text{O/kgCaO}$$

2.2 Se utilizará 1.564 kg. de CaO/T.C.E.

$$\begin{array}{rcl}
 1.564 \text{ kg de CaO} & \underline{\hspace{2cm}} & 1.0 \text{ T.C.H.} \\
 X \text{ kg. de CaO} & \underline{\hspace{2cm}} & 250 \text{ T.C.H.}
 \end{array}
 \quad X = 391.0 \text{ kg de CaO/hr}$$

2.3 Cantidad de agua necesaria

$$391.0 \text{ kg. CaO/hr} \times 21.73 \text{ kg H}_2\text{O/kg CaO} = 8495.43 \text{ kg. H}_2\text{O/hr}$$

2.4 Volumen

$$V_{\text{CaO}} = \frac{M}{\rho} = \frac{391.0}{1.037} = 377.05 = 377 \text{ lts/hr.}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{M}{\rho} = \frac{8495.43}{1.0} = 8495.43 \text{ lts/hr.}$$

$$\text{Vol. Total} = 8873.43 = 8874.0 \text{ lts/hr.}$$

2.5 Capacidad del tanque

Cada tanque debe contener el volumen de hora y media de trabajo ( Hugot pág. 265)

$$V = 8874 + \frac{8874}{2} = 13,311 \text{ lts.} = 13,500 \text{ lts.}$$

2.6 Dimensiones, para los tanques de lechada de cal de 13,500 lts. de capacidad de cada uno.

$$V = \frac{\pi D^2}{4} h \quad \text{Si } D = h \quad V = \frac{\pi D^3}{4}$$

$$13.5 \text{ m}^3 = (0.785398) D^3$$

$$17.1887 \text{ m}^3 = D^3$$

$$D = 2.58 = 2.60 \text{ m}$$

$$h = 2.60 \text{ m.}$$

## CALENTADORES

### 1.0 Bases de Cálculo

- i) 6,000 T.C.D.
- ii) Extracción diluida del 100%
- iii) Toneladas de jugo clarificado por hora 250
- iv) Libras de jugo por hora 551,250
- v) Grados Brix del jugo mezclado 15.72
- vi) Temperatura de entrada del jugo 35°C  
(95°F)
- vii) Temperatura de salida del jugo 102°C  
(215°F)
- viii)  $C_p = 1.0 - 0.006 \text{ Bx}$  (Pág.308, fórmula 255  
 $C_p = 1.0 - 0.006 (15.72)$  Hugot)  
 $C_p = 0.9056 \text{ Btu/lb}^\circ\text{F}$

### 2.0 Cálculos

En virtud de que la viscosidad del guarapo, varía en rangos muy grandes, por que la composición de la caña no es uniforme durante toda la zafra. El cálculo de los calentadores se hará de la siguiente forma:

2.1 De la Tabla 52 (pág.316 Hugot) se elige un cambiador - de calor de la serie presentada.

La Tabla da todas las características del cambiador y la más importante para su selección, es el gasto de guarapo reportado en hectolitros a una velocidad de 1m/seg.

El criterio para elegir el cambiador es calcular una velocidad con el gasto de guarapo disponible. Si la velocidad está en un rango de 1m/seg. a 2m/seg., velocidades recomendadas ( Hugot pág.310), se considera aceptable el cambiador.

2.2 El cambiador elegido tiene un gasto de 70,600 lts. a - una velocidad de 1m/seg.

2.3 Gasto de guarapo disponible a calentadores.

Densidad del guarapo disponible a 15.72 Br=1.06491 (tabla 19 Spencer)

$$\text{Volumen} = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}} = \frac{250,000 \text{ kg}}{1.06491 \text{ kg/lts}} = 234,751.62 \text{ lts/hr}$$

Dividiendo el flujo en dos corrientes tenemos:

$$\frac{234,751}{2} = 117,381 \text{ lts/hr}$$

2.4 Cálculo de la velocidad

Si 70,600 lts/hr circulan a una velocidad de 1m/seg.

117,381 lts/hr a que velocidad circulan?

$$V = \frac{117,381}{70,600} = 1.66 \text{ m/seg.}$$

La velocidad se considera dentro del rango aceptable.

2.5 Vapor de Calentamiento

Este vapor, es de escape del pre-evaporador. Tomado a las siguientes condiciones.

$$\text{Presión} = 9 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Temperatura} = 237.2^\circ\text{F} \quad (114^\circ\text{C})$$

$$\text{Entalpia} = \lambda = 953.3 \text{ btu/lb}$$

2.6 Cálculo del coeficiente de transferencia de calor.

$$U = \frac{Tv}{0.1 + \frac{0.08}{v}} \quad (\text{Ec. 264, pág.309 Hugot})$$

$$U = \frac{Tv}{0.1 + \frac{0.08}{1.56}} = \frac{114}{0.1 + \frac{0.08}{1.56}} = 769.26 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg hr } ^\circ\text{C}}$$
$$6 \quad 157.54 \frac{\text{Btu}}{\text{lb hr } ^\circ\text{F}}$$

2.7 Temperatura media logarítmica.

$$t_m = \frac{(t_v - t_1) - (t_v - t_2)}{\ln \frac{t_v - t_1}{t_v - t_2}} = \frac{(237.6 - 95) - (237.2 - 215.6)}{\ln \frac{(237.6 - 95)}{(237.6 - 215.6)}}$$

$$t_m = 54 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2.8 Area de transferencia de calor

Donde:  $W_a = 250,000 \text{ kg/hr}$

$$A = \frac{w_a C_p \Delta t}{U t_m} \quad 551,250 \text{ lb/hr}$$

Como se divide el gasto en dos corrientes.

$$w_a = \frac{551,250}{2} = 275,625 \text{ lb/hr}$$

$$A = \frac{275,625 \text{ lb/hr} (0.9 \text{ btu/lb}^\circ\text{F}) (215.6^\circ\text{F} - 95^\circ\text{F})}{(157.54 \text{ btu/lb}^\circ\text{F}) (64^\circ\text{F})}$$
$$= 2967 \text{ ft}^2 \text{ ó } 275.6 \text{ m}^2$$

2.9 Con un sobrediseño del 15%

$$2967 \text{ ft}^2 \times 1.15 = 3412 \text{ ft}^2 = 3500 \text{ ft}^2 \text{ ó } 325 \text{ m}^2$$

Se tendrá otro cambiador igual a los anteriores en mantenimiento.

$$\text{Superficie total de calentamiento } 7,000 \text{ ft}^2 \text{ ó } 650 \text{ m}^2$$

2.10 Los cambiadores tendrán las siguientes características:

(de la Tabla 52 pág. 316 Hugot)

Diámetro de la carcaza	1050 mm
Número de pasos	12
Tubos por paso	312
Sección del tubo	1.96 dm <sup>2</sup>
Longitud del tubo	4.275 m

2.11 Gasto de vapor en cada calentador

$$Q = w_a C_p \Delta t = w_v \lambda_v$$

$$w_v = \frac{w_a C_p \Delta t}{\lambda_v} = \frac{(275625 \text{ lb/hr}) (0.9 \text{ btu/lb}^\circ\text{F}) (215.6^\circ\text{F} - 95^\circ\text{F})}{953.3 \text{ Btu/lb}}$$

$$w_v = 31,381.87 \text{ lb vapor/hr ó } 14,232.14 \text{ Kg vapor/hr.}$$

CLARIFICADOR ( RAPIDOR )

1.0 Bases de Cálculo

Capacidad de molienda diaria 6,000 T.C.D.

Area de crecimiento de la cachaza  $0.75 \text{ m}^2$  por 0.5 T.C.H.  
(pág. 305 Hugot)

2.0 Cálculo

2.1 6,000 T.C. D. representan 250 T.C.H.

Area total de sedimentación para 250 T.C.H.

$$A = 0.75 \text{ m}^2 \times \frac{250 \text{ T.C.H.}}{0.5 \text{ T.C.H.}} = 375 \text{ m}^2$$

2.2 De la tabla 50.B pág.(305) Hugot. Con 252 T.C.H.,  
obtenemos:

Diámetro	35 ft ó 10.97 m
Area total para 4 charolas	4068 ft <sup>2</sup> ó 378 m <sup>2</sup>
Volúmen del guarapo	20,850 ft <sup>3</sup> ó 590.48 m <sup>3</sup>
Altura	20.48 ft ó 6.25 m

FILTRO ROTATORIO DE CACHAZA

1.0 Bases de Cálculo

Capacidad de molienda diaria 6,000 T.C.H.

Factor experimental de Cálculo  $0.5 \text{ m}^2/\text{T.C.H.}$  ó  
(Pág. 333 Hugot)  $4.4 \text{ T.C.D./Ft}^2$

2.0 Superficie filtrante.

$$Sf = \frac{\text{T.C.D.}}{\text{Factor Experimental}} = \frac{6,000}{4.4} = 1363.63 \text{ ft}^2$$

2.1 De la tabla 54 (pág. 335 Hugot)

Eligiendo dos filtros de  $302 \text{ ft}^2$  y dos filtros de  $402 \text{ ft}^2$  se obtiene una superficie filtrante total de  $1408 \text{ ft}^2$

2.2 De la Tabla 54

Filtro de $302 \text{ ft}^2$	Filtro de $402 \text{ ft}^2$
8 ft 6 2.44 m	Diámetro 8 ft 6 2.44 m
12 ft 6 3.66 m	Largo 16 ft 6 4.88 m

#### TANQUE DE GUARAPO CLARIFICADO

1.0 Bases de Cálculo

Para un tanque cilíndrico supondremos que el diámetro y la altura son iguales ( $D=h$ )

$$V = \left( \frac{\pi}{4} \right) D^2 h \quad \text{y por tanto} \quad V = \left( \frac{\pi}{4} \right) D^3$$

2.0 Cálculo

2.1 Para un volumen de 40,000 lts.

$$40 \text{ m}^3 = \left( \frac{\pi}{4} \right) D^3 = (0.78539) D^3$$

$$50.9295 \text{ m}^3 = D^3 \quad D = \sqrt[3]{50.9295} \quad D = 3.706 \text{ m}$$

2.2 Tanque cilíndrico para guarapo clarificado con capacidad de 40,000 lts.

Diámetro	3.706 m.
Altura	3,706 m

DEPARTAMENTO DE CLARIFICACION

DEFINICION DE VARIABLES

Sth	Superficie total del horno de azufre
Nh	Número de charolas del horno de azufre
nh	Altura del horno de azufre
Nt <sub>t</sub>	Número total de platos del horno de azufre
Ip	Longitud de platos de la torre de azufre
X	Cantidad de insumos a consumir
V <sub>C</sub> aO	Volumen del óxido de calcio
V <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	Volumen del agua
Vt	Volumen total
v	velocidad del guarapo
Pv	Presión de vapor de escape
Tv	Temperatura de vapor de escape
λv	Entalpía del vapor de escape
U	Coefficiente de transferencia de calor
A	Area de transferencia de calor
Q <sub>1</sub>	Cantidad de calor
W <sub>A</sub>	Gasto másico de guarapo
Wv	Gasto másico de vapor
cp	Capacidad calorífica del guarapo
Δt	Gradiente de temperatura
λv	Entalpía del vapor
As	Area de sedimentación de la cachaza por cada 0.5 T.C.H.
Ast	Area total de sedimentación de la cachaza por hora
Fc	Factor experimental de cálculo
Sf	Superficie filtrante.

## 1.4 EVAPORACION

### 1.4.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

La evaporación es la sección inmediata a la clarificación y anterior a la cristalización, en la fábrica de azúcar.

Es muy importante debido a que el guarapo proveniente de clarificación tiene baja densidad y es necesario concentrarlo al máximo, tratando de dejar al líquido madre sólo el espacio libre entre los cristales, a ésta mezcla se le da el nombre de "masa cocida", la cual es viscosa y difícil de manejar. Por esta razón la concentración se separa en dos etapas:

- a) La evaporación propiamente dicha, que va del guarapo (15 - 16 grados Brix) a un licor concentrado (65 - 70 grados Brix), pero sin sólidos en suspensión. A este producto líquido se le llama "meladura".
- b) El cocimiento, que comienza antes de que los granos aparezcan en la meladura y que continúa hasta la concentración máxima. Esta segunda etapa se efectúa en la sección de cristalización.

La primera etapa se lleva a cabo en evaporadores de múltiple efecto.

El múltiple efecto, consiste en evaporadores conectados en serie en tal forma que el vapor generado en uno de ellos sea utilizado como vapor de calefacción en el siguiente evaporador. El principio que nos permite

utilizar el vapor generado en un cuerpo para calentamiento en otro, es que a presión inferior a la atmosférica los líquidos se evaporan a menor temperatura, por lo tanto manteniendo el último efecto al vacío obtenemos un gradiente de presión y temperatura en el sistema.

Generalmente antes del múltiple efecto se utiliza un pre-evaporador que consiste en un evaporador de simple efecto y su función es aumentar la temperatura del guarapo y concentrarlo un poco.

El vapor generado en este cuerpo se puede utilizar para calentar el múltiple efecto, calentadores y/o tachos, según sea el caso.

La circulación más conveniente del guarapo dentro de los evaporadores, es la circulación Chapman, que consiste en alimentar el guarapo por el fondo de los evaporadores, sube por el interior de los tubos en la calandria y se drenan por un tubo central, que conduce directamente al guarapo a la salida del cuerpo. Se evita así que se mezcle el jugo que entra a la calandria con el que sale.

De esta manera, el guarapo se concentra poco a poco conforme avanza en los evaporadores y finalmente se evacúa del último eva-

porador, en forma de meladura por medio -  
de una bomba.

Las variables a controlar en el departa--  
mento de evaporación son:

- a) pH
- b) Temperatura
- c) Concentración

El pH debe ser controlado en clarificación  
ya que puede provocar los siguientes problemas  
en evaporación:

- 1) Si el guarapo es muy básico el  
equipo se incrusta con sales orgánicas  
e inorgánicas.
- 2) Si es muy ácido, con el aumento  
de la temperatura se invierte la  
sacarosa, formando fructuosa y -  
glucosa.

Desde el punto de vista de la acidez la in-  
versión aumenta sobre todo abajo de un pH -  
de 6.5.

Desde el punto de vista de la temperatura -  
la inversión se presenta cerca de los 115 C.  
y se acelera rápidamente entre los 125 -130°

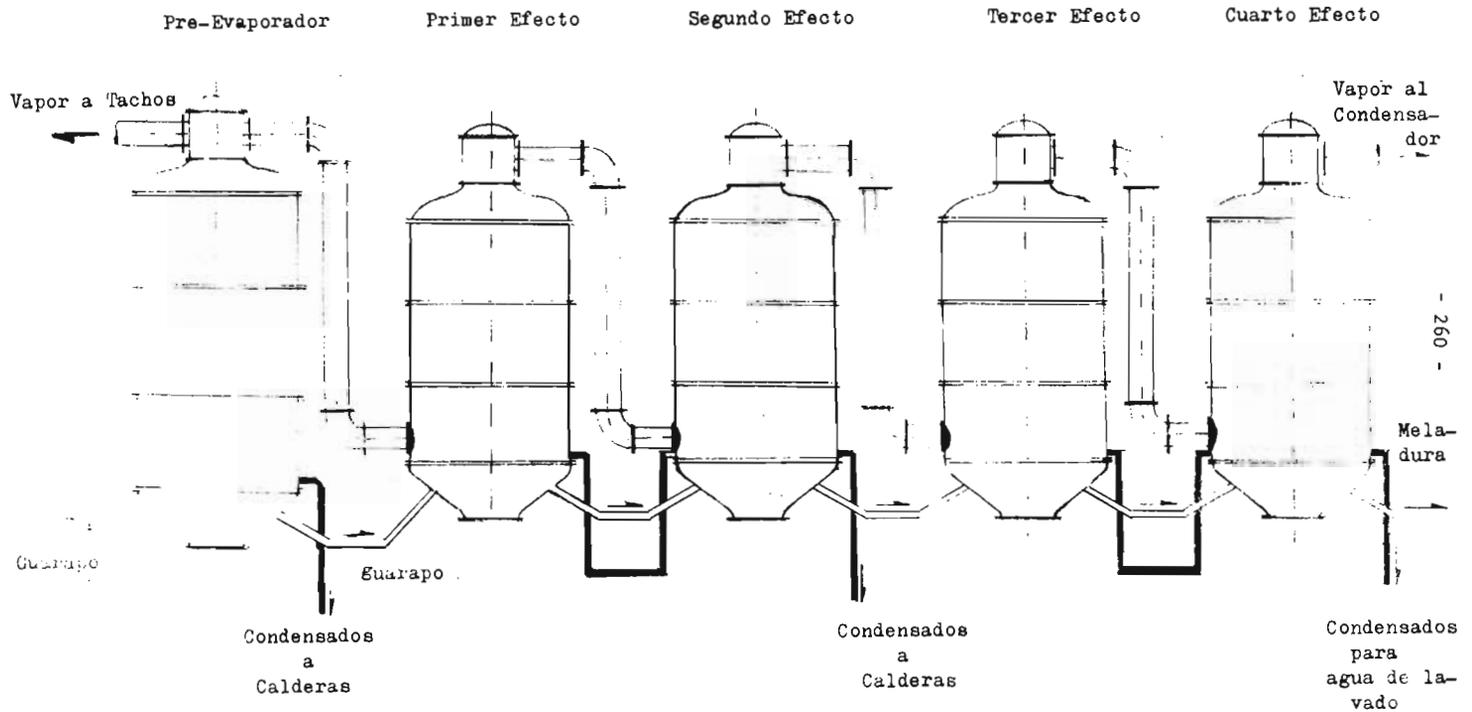
La temperatura de ebullición del guarapo puede  
de aumentar y facilitar la inversión, por -

las siguientes causas.

- 1) La cantidad de vapor que se suministra a la calandria.
- 2) La presión de vapor generado en el vaso. Al aumentar la presión se eleva el punto de ebullición del guarapo.
- 3) El nivel del guarapo en la calandria. Si el nivel es muy alto, aumenta la temperatura de ebullición debido a la presión hidrostática.
- 4) La concentración. El aumento de los grados Br̄ix eleva la temperatura de ebullición.

[ La concentración y el nivel del guarapo se pueden controlar por medio de un control de flujo de evaporador a evaporador. Para tener una buena eficiencia en la evaporación se debe mantener el nivel del guarapo en la calandria a un tercio de la altura de ésta. Este es el nivel óptimo determinado por Kerr experimentalmente.

v 1.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO



### 1.4.3 CALCULO DEL EQUIPO PRINCIPAL

#### AREA DE EVAPORACION

##### 1.0 Bases de Cálculo:

- a) 6,000 T.C.D.
- b) Extracción diluida: 100%
- c) Guarapo clarificado: 250 T.C.H.
- d) Grados Brix del guarapo mezclado: 16,00°BX
- e) Temperatura de entrada del guarapo: 93°C
- f) Un dato importante en estos cálculos es la cantidad de agua a evaporar y ésta se obtiene mediante el siguiente balance:

$$\text{Balance total: } E=G-S \text{ ----- ( a )}$$

Balance de sólidos disueltos a la entrada y a la salida de la evaporación:

$$G \text{ } ^\circ\text{B}_G = S \text{ } ^\circ\text{B}_S \text{ ----- (1)}$$

de donde:

$$S = \frac{G \text{ } ^\circ\text{B}_G}{^\circ\text{B}_S} \text{ ----- (2)}$$

Sustituyendo S en la ecuación ( a )

$$E = G - \left( G \times \frac{^\circ\text{B}_G}{^\circ\text{B}_S} \right)$$

Sustituyendo en la ecuación los datos y tomando un grado Brix de la meladura de 65°Bx:

$$250,000 \left( 1 - \frac{15}{35} \right) = 188,462.00 \text{ Kg agua/hr}$$

Para evaporar esta cantidad de agua se utilizará un pre-evaporador y un cuádruple efecto.

## 2.0 Cálculo del pre-evaporador:

El pre-evaporador generará vapor para alimentar al cuádruple efecto y a los calentadores de clarificación. El pre-evaporador, evaporará aproximadamente el 33% del agua total a evaporar.

Se utilizará vapor de alimentación a una presión de 2.75 kg/cm<sup>2</sup> y se generará vapor de una presión de 2.089 kg/cm<sup>2</sup>.

Secuencia de Cálculo:

- a) Se supone el gasto del vapor en la alimentación.
- b) Se supone el valor del Cp del guarapo a la salida del pre-evaporador.
- c) Se resuelve el balance de materia y energía y cuando el Cp calculado sea igual al propuesto se deja de iterar.

Balance de materia y energía:

### 2.1 Calorías que entran al pre-evaporador como:

- 1) Vapor =  $V_a L_a$
- 2) Guarapo =  $C_a C_p t_a$

### 2.2 Calorías que salen del pre-evaporador como:

- 1) Pérdidas por calor = 1.25% de las totales que entran.

- ii) Agua condensada =  $V_a T_o$
- iii) Vapor generado =  $V_e L_e$
- iv) Guarapo que sale del pre-evaporador  
 $= C p_e (G_a - V_e) (t_e); G_e = (G_a - V_e)$

Ecuación general del balance de materia y energía:

$$V_a L_a + G_a C p_a t_a = P.C. + V_a T_o + V_e L_e + (G_e) (t_e) C p_e$$

3.0 Balance de materia y energía para el cuádruple efectos:

Primero se calcula la caída de presión que debe haber en cada efecto, Hugo página 402 tabla 79, para un cuádruple efecto da las siguientes caídas de presión por cada kilogramo de caída total.

Primer efecto	Segundo efecto	Tercer efecto	Cuarto efecto	Total
<u>11.0</u>	+	<u>10.5</u>	+	<u>9.5</u>
40.0		40.0		40.0
		<u>9.5</u>	+	<u>9.0</u>
		40.0		40.0
				= 1.00

Se hace el balance de materia y energía en todos los cuerpos, considerando los gradientes de temperatura, consecuencia de los gradientes de presión en cada efecto.

Ecuaciones del Balance:

$$V_e L_e + G_e C p_e t_e = P.C. + V_e T_e + V_1 L_1 + (G_e - V_1) t_1 C p_1 \quad \text{1o. efecto}$$

$$V_1 L_1 + G_1 C p_1 t_1 = P.C. + V_1 T_1 + V_2 L_2 + (G_1 - V_2) t_2 C p_2 \quad \text{2o. efecto}$$

$$V_2 L_2 + G_2 C p_2 t_2 = P.C. + V_2 T_2 + V_3 L_3 + (G_2 - V_3) t_3 C p_3 \quad \text{3o. efecto}$$

$$V_3 L_3 + G_3 C p_3 t_3 = P.C. + V_3 T_3 + V_4 L_4 + (G_3 - V_4) t_4 C p_4 \quad \text{4o. efecto}$$

Las ecuaciones se resuelven individualmente, procediendo en la misma

forma que en el caso del pre-evaporador. Esto es, se supone el gasto de vapor en el primer efecto, como también el Cp del guarapo. En los siguientes efectos únicamente se itera el Cp. Al final del último efecto se debe obtener una concentración de 65-70°Bx. Si los cálculos no están en este rango se itera nuevamente desde el primer efecto.

El grado Brix en cada efecto se calcula de la siguiente manera: Sólidos disueltos que entran y salen en cada efecto

$$G \text{ } ^\circ\text{B}_G = C \text{ } ^\circ\text{B}_C$$

Despejando el grado Brix de salida:

$$^\circ\text{B}_C = ^\circ\text{B}_G \times \left( \frac{G}{C} \right)$$

Por lo tanto el Brix para cada efecto será:

$$^\circ\text{Brix} = ^\circ\text{Brix inicial} \times \left( \frac{\text{Peso del guarapo a la entrada del preevaporador}}{\text{Peso del guarapo a la salida del efecto}} \right)$$

#### 4.0 Superficies de Calentamiento

Secuencia de Cálculo:

- 4.1 Se calcula el °Brix medio de efecto a efecto
- 4.2 Se calcula el aumento de la temperatura de ebullición - debido a la altura hidrostática y al aumento de los °Brix. Este cálculo se hace mediante las tablas ( No.58 y No.59 páginas 341 y 343, Hugot) utilizando para los cálculos - el °Brix medio.
- 4.3 Con la nueva temperatura, calculamos el gradiente de temperaturas de efecto a efecto, esto es la caída real de temperatura.
- 4.4 Con la temperatura del vapor que entra a cada efecto se

calcula el Coeficiente de Evaporación, que es equivalente al coeficiente de transferencia de calor.

El Coeficiente de Evaporación se calcula con la fórmula de Dessin:

$$Co = Fc ( 100 - °Bx \text{ medio} ) ( T_0 - 54 )$$

Donde:

$T_0$  = Temperatura del vapor de calentamiento dentro de la calandria en °C

Fc = Factor de incrustaciones.

Es más conveniente hacer el cálculo con los coeficientes de evaporación que con los coeficientes de transferencia de calor, ya que como se puede observar en la fórmula de Dessin, este coeficiente toma en cuenta las variaciones por el aumento de los grados Brix, y el factor Fc integra las incrustaciones que se puedan tener en el equipo.

Un factor de 0.001 corresponde a las condiciones normales de un aparato que permanece relativamente limpio.

Un factor de 0.0007 corresponde a un múltiple efecto que funciona en condiciones mediocres y que se inorusta rápidamente.

El factor 0.0008 se emplea en los proyectos a fin de procurarse un margen de seguridad e integrar la eventualidad que ocurra fuertes incrustaciones.

Fugot (pág. 397, tabla 72) muestra las equivalencias que los coeficientes de transferencia de calor en los diferentes efectos múltiples.

Las unidades del coeficiente de evaporación son:

$$\text{Kg/Hr. m}^2 \text{ } ^\circ\text{C. de caída real}$$

4.5 Con los coeficientes de evaporación calculamos la superficie de calentamiento:

$$S_o = \frac{Q_o}{C_o t_o} = \frac{\text{Kg/Hr.}}{\text{Kg/Hr. m}^2 \text{ } ^\circ\text{C. } ^\circ\text{C. de caída real}} = \text{m}^2$$

Donde:

$Q_o$  = cantidad de agua evaporada en cada efecto.

$C_o$  = Coeficiente de evaporación

$t_o$  = Caída real de temperatura

5.0 Para optimizar la superficie de calentamiento se encuentra, la superficie de calentamiento mínima total. La cual se obtiene mediante los Coeficientes de Recurrencia, desarrollados por Hugot en la página 405.

Estos coeficientes corrigen las superficies de calentamiento mediante las caídas netas de temperatura en todos los efectos o mediante la capacidad de evaporación en cada efecto.

5.1 Para un cuádruple efecto, Hugot página 407, los coeficientes de recurrencia son:

$$r_4 = \frac{\Delta_3}{\Delta_4} = \sqrt{\frac{t_3}{2t_4}}$$

$$r_3 = \frac{\Delta_2}{\Delta_3} \sqrt{\frac{(1 + 1/r_4) t_2}{2(t_3 + t_4 r_4)}}$$

$$r_2 = \frac{\Delta_1}{\Delta_2} \sqrt{\frac{(1 + 1/r_3 + 1/r_3 r_4) t_1}{2(t_2 + t_3 r_3 + t_4 r_4 r_3)}}$$

$$r_1 = \frac{\Delta_0}{\Delta_1} = 1 + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_2 r_3} + \frac{1}{r_2 r_3 r_4}$$

$$t_1 = \frac{Q_1}{C_1}$$

$$t_2 = \frac{Q_2}{C_2}$$

$$t_3 = \frac{Q_3}{C_3}$$

$$t_4 = \frac{Q_4}{C_4}$$

Donde:

$r_1, r_2, r_3, r_4$  = Coeficientes de recurrencia

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$  = Caidas netas de temperatura en cada uno de los cuatro efectos.

$t_1, t_2, t_3, t_4$  = Capacidades de evaporación

$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$  = Agua evaporado en cada efecto.

$C_1, C_2, C_3, C_4$  = Coeficientes de evaporación en cada efecto.

5.2 Con los coeficientes de recurrencia se calculan las nuevas caidas teóricas en cada efectos:

$$\text{Primer efecto} = \Delta_1 = \frac{\Delta_0}{r_1}$$

$$\text{Segundo efecto} = \Delta_2 = \frac{\Delta_1}{r_2}$$

$$\text{Tercer efecto} = \Delta_3 = \frac{\Delta_2}{r_3}$$

$$\text{Cuarto efecto} = \Delta_4 = \frac{\Delta_3}{r_4}$$

5.3 Se corrigen nuevamente estas temperaturas por el aumento del punto de ebullición. Normalmente la corrección es - muy pequeña y será suficiente en un cuádruple y en casi todos los casos sumar a las caídas obtenidas:

- + 0.3 Para el primer efecto
- + 0.2 Para el segundo efecto
- 0.0 Para el tercer efecto
- 0.5 Para el cuarto efecto.

Datos tomados de: Hugot Página 413.

5.4 Esta nueva temperatura es la caída real y con ésta calculamos las nuevas superficies de calentamiento.

$$s_1 = \frac{Q_1}{c_1 \Delta_1}$$

$$s_2 = \frac{Q_2}{c_2 \Delta_2}$$

$$s_3 = \frac{Q_3}{c_3 \Delta_3}$$

$$s_4 = \frac{Q_4}{c_4 \Delta_4}$$

- 5.0 Cálculo númeroo del departamento de evaporación:
- 5.1 Presión del vapor para calentamiento en el pre-evaporador:  
2.75 kg/cm.<sup>2</sup>
- 5.2 Presión del vapor generado: 2.0895 kg/cm<sup>2</sup>
- 5.3 El primer efecto tomará vapor del pre-evaporador a una -  
presión de: 1.6684 kg/cm<sup>4</sup>
- 5.4 Con un vacío en el último efecto de 640 mm Hg. la tempe-  
ratura de la meladura a la salida de este efecto será de:

$$T = 55 \text{ }^\circ\text{C.}$$

- 5.5 Presión del vapor generado en el último efecto a 55°C:  
 $P = 0.16 \text{ kg/cm}^2$
- 5.6 La caída total de presión del primero al cuarto efecto en  
el múltiple es:

$$1.6684 - 0.16 = 1.5094 \text{ kg/cm}^2$$

- 5.7 La distribución de las caídas de presión en los efectos  
está dada por:

Primer efecto	Segundo efecto	Tercer efecto	Cuarto efecto			
$\frac{11.0}{40.0}$	+	$\frac{10.5}{40.0}$	+	$\frac{9.5}{40.0}$	+	$\frac{9.0}{40.0}$

TOTAL = 1.0

Esta distribución es por cada kilogramo de caída total.  
Las caídas de presión en los cuerpos están dados en la si  
guiente tabla:

	T.E.	PRE- EVAPORADOR	V.E.	1. Efecto	2. efecto	3. efecto	4. efecto	Unidades
ión	2.75	2.0895	2.6684	1.2535	0.8576	0.4993	0.15	Kg/cm <sup>2</sup>
eratura	130.0	121.11	114.0	105.5	94.5	81.0	55.0	°C.
	649.3	645.20	643.90	640.50	636.85	631.70	621.0	Kcal/kg

5.8 Cálculo del pre-evaporador:

- a) Suponemos un gasto de vapor de calentamiento de -  
77,000 kg/hr. =  $V_a$
- b) Suponemos un  $C_{p_e}$  del guarapo a la salida del pre-eva-  
porador de: 0.872

Calorías que entran:

Vapor	Kcal/hr
$V_a L_a = 77,000 \text{ kg/hr.} \times 649.30 \text{ Kcal/kg.} =$	49,996,100.0
Guarapo:	
$G_a C_{p_a} t_a = 250,000 \text{ kg/hr.} \times 0.9 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C} \times 93^\circ\text{C} =$	20,925,000.0
Total calorías que entran:	70,921,100.0

Calorías que salen:

Pérdidas por calor, se consideran el 1.25%	
de las totales que entran:	
$70,921,100.0 \times 0.0125 =$	Kcal/hr 886,513.75
Agua condensada:	
$V_a T_o = 77,000 \text{ kg/hr.} \times 130^\circ\text{C} =$	10,010,000.00

Vapor generado:

$V_e L_e = V_e \text{ kg/hr} \times 646.2 \text{ Kcal/kg.} =$	?
Guarapo:	
$(G_a - V_e) \times (C_{p_e}) \times (t_e) =$	
$(250,000 - V_e) \text{ kg/hr} \times (0.872) \text{ Kcal/kg} \times 121^\circ\text{C} =$	

Sustituyendo en la ecuación general:

$$49,995,100.0 + 20,925,000.0 = 886,513.75 + 10,010,000.0 + V_e \\ (645.20) + (250,000.0 - V_e) (0.872) (121.11)$$

Despejando  $V_e$  de la ecuación:

$$V_e = 52,195.89131 \text{ kg/hr.}$$

Por lo tanto el guarapo que sale del pre-evaporador:

$$G_e = (G_a - V_e) = (250,000.0 - 52,195.89131) = 187,804.1087 \text{ kg/hr.}$$

Total de calorías que salen:

$$\begin{array}{r} 886,513.75 \\ 10,010,000.00 \\ 40,190,984.96 \\ \hline 19,833,601.29 \end{array}$$

$$70,921,100.00 \text{ Kcal/hr.}$$

6.9 La cantidad de agua evaporada en el pre-evaporador representa el 33.0% del agua total a evaporar en el departamento de evaporación.

6.10 Brix del guarapo a la salida del pre-evaporador:

$$^{\circ}\text{Bx} = 15 \times \frac{G_a}{G_e} = 15 \times \frac{250,000.00}{187,804.1087} = 21.29 \text{ }^{\circ}\text{Bx}$$

6.11 Capacidad calorífica del guarapo a 21.29  $^{\circ}\text{Bx}$ :

$$\begin{aligned} C_{p_e} &= 1.0 - (0.006 \times ^{\circ}\text{Bx}) = \\ &= 1.0 - (0.006 \times 21.29) = 0.87226 \text{ Kcal/kg}^{\circ}\text{C.} \end{aligned}$$

6.12  $C_{p_e}$  supuesto = 0.872

$$C_{p_e} \text{ calculada} = 0.87226$$

Diferencia = + 0.00026 el valor supuesto es aceptable

6.13 Cálculo del cuádruple efecto:

- a) Se realiza el cálculo de manera semejante al del + pre-evaporador, para cada efecto.
- b) Se supone un gasto de vapor en el primer efecto y se comprueba el balance en cada efecto con el  $C_p$  correspondiente.
- c) Si el Brix de la meladura, que sale del último efecto no está en un rango de 65 - 70° Bx, se supone otro gasto de vapor en el primer efecto, hasta que el brix de la meladura en el último efecto esté en el rango.
- d) Se toman los datos de la Tabla en el inciso (6.7)
- e) Las pérdidas de calor en relación al total que entran a cada efecto son:

Primer efecto = 1.25%

Segundo efecto = 1.00%

Tercer efecto = 0.75%

Cuarto efecto = 0.50%

(Datos tomados de Hugot página 389)

6.14 Haciendo el balance para cada efecto, obtenemos los siguientes resultados:

- a) Suponiendo un gasto de vapor de 25,000.0 kg/hr
- b) Suponiendo un  $C_{p1}$  del guarapo a la salida del primer efecto de 0.843.

Primer efecto:

Calorias que entran: Koal/hr  
25,000.0 x 643.9 = 16,741,400.0  
Guarapo:  
187,804.108 x 121.11 x 0.872 =  
19,833,501.2

Calorias que salen: Koal/hr  
36,575,001.21 x 0.0125 = 457,187,515  
Agua condensada:  
25,000.0 x 114.0 = 2,954,000.0000

Vapor generado:  
29,675.2063 x 540.5 = 19,006,969,6300

Guarapo:  
158,128.9017 x 105.5 x 0.848 =  
14,146,844,0600

TOTAL: 36,575,001.2

TOTAL: 36,575,001.2000

Brix a la salida del primer efecto:

$$^{\circ}\text{Bx} = 16 \times \frac{250,000.0}{158,128.9017} = 25,2958$$

Capacidad calorificia del guarapo a 25,2958  $^{\circ}\text{Bx}$ :

$$\text{Cp}_1 = 1.0 - (0.006 \times 25.2958) = 0.8482$$

$$\text{Cp}_1 = \text{supuesto} = 0.848$$

$$\text{Cp}_1 \text{ calculado} = 0.8482$$

Diferencia =  $\pm$  0.0002 El valor supuesto es aceptable y se procede a  
que el cálculo con el 2o. efecto.

Segundo Efecto:

a) Se supone un  $\text{Cp}_2$  de 0.8107  
calorias que entran:

Calorias que salen:

Vapor:	Kcal/hr	Pérdidas de Calor:	Kcal/hr
29,675.2063 x 540.5 =	19,006,969.63	33,153,813.69 x 0.01 =	331,538,1369
Guarapo:		Agua condensada:	
158,128.9017 x 105.5		29,675.2063 x 10.53 =	3.124,799,2230
x 0.848 =	14,146,844.06	Vapor generado:	
158128.9 → 100		31,384.89828 x 636.85 =	19,987,472.4700
31384.9 → x		Guarapo:	
		126,744.0034 x 94.5 x	
		0.8107 =	9,710,003.8570
TOTAL:	33,153,813.69		33,153,813.69

Brix a la salida del segundo efectos:

$$^{\circ}\text{Bx} = 16 \times \frac{250,000.0000}{126,744.0034} = 31.5596 \text{ } ^{\circ}\text{Bx}$$

Capacidad calorífica del guarapo a 31.5596 °Bx

$$C_{p2} = 1.0 - (0.006 \times 31.5596) = 0.8106$$

$$C_{p2} \text{ supuesto} = 0.8107$$

$$C_{p2} \text{ calculado} = 0.8106$$

Diferencia =  $\pm$  0.0001 el valor supuesto es aceptable y se prosigue el cálculo con el tercer efecto.

Tercer Efecto:

a) Se supone un  $C_{p3}$  de 0.744

Calorias que entran:

Calorias que salen:

Vapor:

$$31,384.89828 \times 636.85 = 19,987,472.47$$

Guarapo:

$$126,744.0034 \times 94.5 \times 0.8107 =$$

$$9,710,003.85$$

TOTAL:

$$29,697,476.33$$

Pérdidas de calor:

$$29,697,476.33 \times 0.0075 = 222,731.072$$

Agua Condensada:

$$31,384.89828 \times 94.5 = 2,965,872.88$$

Vapor generado:

$$33,023.42126 \times 631.7 = 20,860,895.210$$

Guarapo:

$$93,720.58214 \times 81.0 \times$$

$$0.744 = 5,647,977.162$$

TOTAL:

$$29,697,476.330$$

Brix a la salida del tercer efectos:

$$^{\circ}\text{Bx} = 16 \times \frac{250,000.0000}{93,720.58214} = 42.68005 \text{ } ^{\circ}\text{Bx}$$

Capacidad calorifica a 42.68005 °Bx.

$$Cp_3 = 1.0 - (0.006 \times 42.68005) = 0.7439$$

$$Cp_3 \text{ supuesto} = 0.744$$

$$Cp_3 \text{ calculado} = 0.7439$$

Diferencia =  $\pm 0.0001$  el valor supuesto es aceptable y se prosigue el cálculo con el cuarto efecto.

Cuarto efectos:

a) Se supone un  $Cp_4$  de 0.5913

Calorias que entran:		Calorias que salen:	
	Kcal/hr		Kcal/hr
Vapor:			
$3,023.42126 \times 631.7 =$	20,860,895.21	$26,508,872.37 \times 0.005 =$	132,544.3619
Guarapo:		Agua Condensada:	
$3,720.58214 \times 81.0 \times$		$33,023.42126 \times 81.0 =$	2,674,897.1226
$0.744 =$	5,647,977.16	Vapor generado:	
		$35,096.43423 \times 621.0 =$	21,794,885.6600
		Guarapo:	
		$58,624.14791 \times 55.0 \times$	
		$0.5913 =$	1,906,545.2260
TOTAL:	26,508,872.37	TOTAL:	26,508,872.37

Erix a la salida del cuarto efecto:

$$^{\circ}\text{Bx} = 16 \times \frac{250,000.0000}{58,624.14791} = 68.231268 \text{ } ^{\circ}\text{Bx}$$

Capacidad calorifica del guarapo a 68.231268  $^{\circ}\text{Bx}$ .

$$Cp_4 = 1.0 - (0.005 \times 68.231268) = 0.59061$$

$$Cp_4 \text{ supuesto} = 0.5913$$

$$Cp_4 \text{ calculado} = 0.59061$$

$$\text{Diferencia} = \overset{+}{-} 0.0007$$

El valor supuesto es aceptable y como en este efecto la meladura sale con un grado Erix de 68.23 $^{\circ}$  que está en el rango pedido, no hay necesidad de iterar nuevamente.

6.15 Superficies de calentamiento:

Brix medio de efecto a efectos:

	°Bx.	°Bx medio
Entrada	16.000	-
Pre-evaporador	21.290	18.6450
Primer efecto	25.295	23.2929
Segundo efecto	31.559	28.4277
Tercer efecto	42.680	37.1198
Cuarto efecto	68.231	55.4565

Aumento de la temperatura de ebullición por Brix y presión hidrostática:  
( de las Tablas 58 y 59 Hugot)

	°Bx	h	Temperatura °C.
Pre-evaporador	0.2291	0.60	0.8291
Primer efecto	0.3036	1.00	1.3036
Segundo efecto	0.3971	1.40	1.7971
Tercer efecto	0.5903	2.20	2.7903
Cuarto efecto	1.2450	7.00	8.2450

Temperaturas:

	$T_v$ °C	d	T °C Guarapo	Caida real °C
apor de escape	130.00			
re-evaporador	121.11	0.8291	121.9391	8.061
apor al 1er.efecto	114.00			
er.efecto	105.50	1.3036	106.8036	7.1964
o.efecto	94.50	1.4717	96.2971	9.2029
er.efecto	81.00	2.7903	83.7903	10.7097
o.efecto	55.00	8.2450	63.2450	17.7550

Coefficientes de evaporación por la fórmula de Dessins:

		Kg/hr/m <sup>2</sup> /°C
Evaporador	$c_0 = 0.0008 (100 - 18.645) (130 - 54) =$	4.9463
Primer efecto	$c_1 = 0.0008 (100 - 23.2929)(114 - 54) =$	3.6819
Segundo efecto	$c_2 = 0.0008 (100 - 28.4277)(105.5 - 54) =$	2.9487
Tercer efecto	$c_3 = 0.0008 (100 - 37.1198)(94.5 - 54) =$	2.0373
Cuarto efecto	$c_4 = 0.0008 (100 - 55.4565)(81 - 54) =$	0.96213

Superficies de calentamiento:

Evaporador:

$$A_0 = \frac{q_0}{C_0 \Delta T_0} = \frac{62,195.89131}{4.9463 \times 8.061} = 1559.88 \text{ m}^2 = 1560.00 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \frac{q_1}{C_1 \Delta_1} = \frac{29,75.2063}{3.6819 \times 9.2029} = 110.97 \text{ m}^2 = 1120.00 \text{ m}^2 \\
 S_2 &= \frac{q_2}{C_2 \Delta_2} = \frac{31,384.89828}{2.9487 \times 9.2029} = 1156.55 \text{ m}^2 = 1157.00 \text{ m}^2 \\
 S_3 &= \frac{q_3}{C_3 \Delta_3} = \frac{33,023.42126}{2.0373 \times 10.7097} = 1513.52 \text{ m}^2 = 1514.00 \text{ m}^2 \\
 S_4 &= \frac{q_4}{C_4 \Delta_4} = \frac{35,096.43423}{0.96213 \times 17.755} = 2054.51 \text{ m}^2 = \frac{2055.00 \text{ m}^2}{5846.00 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

**Cálculo de los Coeficientes de Recurrencia:**

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \frac{q_1}{C_1} = \frac{29,75.2063}{3.6819} = 8059.75347 \\
 t_2 &= \frac{q_2}{C_2} = \frac{31384.89828}{2.9487} = 10643.63899 \\
 t_3 &= \frac{q_3}{C_3} = \frac{33023.42126}{2.0373} = 16209.40522 \\
 t_4 &= \frac{q_4}{C_4} = \frac{35096.43423}{0.96213} = 36477.85043
 \end{aligned}$$

$$r_4 = \frac{\Delta_3}{\Delta_4} = \sqrt{\frac{t_3}{2t_4}} = \sqrt{\frac{12,521.67795}{2(36,477.85043)}} = 0.41428$$

$$\begin{aligned}
 r_3 &= \frac{\Delta_2}{\Delta_4} = \sqrt{\frac{\left(1 + \frac{1}{r_4}\right) t_2}{2(t_2 + t_4 r_4)}} = \sqrt{\frac{\left(1 + \frac{1}{0.41428}\right) 10,643.6389}{2(12521.67795 + 36477.85043 \times 0.41428)}} \\
 &= 0.8108
 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \sqrt{\frac{\left( \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_3 r_4} + 1 \right) t_1}{2 \left( t_2 + t_3 r_3 + t_4 r_4 r_3 \right)}} =$$

$$\sqrt{\frac{\left( 1 + \frac{1}{0.8108} + \frac{1}{0.8108 \times 0.41428} \right) 8059.7537}{2 \left( 10,643.6389 + 12521.67795 \times 0.8108 + 36477.85093 \times 0.41428 \times 0.8108 \right)}} =$$

$$= 0.7970$$

$$= \frac{\Delta_0}{\Delta_1} = 1 + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3 r_2} + \frac{1}{r_2 r_3 r_4} =$$

$$= 1 + \frac{1}{0.7970} + \frac{1}{0.7970 \times 0.8108} + \frac{1}{0.7970 \times 0.8108 \times 0.41428} =$$

$$= 7.537$$

**Cálculo de las nuevas caídas teóricas:**

$$\Delta_1 = \frac{\Delta_0}{r_1} = \frac{44.864}{7.537} = 5.952$$

$$\Delta_2 = \frac{\Delta_1}{r_2} = \frac{5.9520}{0.7970} = 7.4680$$

$$\Delta_3 = \frac{\Delta_2}{r_3} = \frac{7.4680}{0.8108} = 9.2106$$

$$\Delta_4 = \frac{\Delta_3}{r_4} = \frac{9.2106}{0.41428} = 22.2327$$

TOTAL: 44.8633

**Temperaturas corregidas:**

$$1 = 5.952 + 0.3 = 6.252 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$2 = 7.458 + 0.2 = 7.658 \text{ "}$$

$$3 = 9.2106 + 0.0 = 9.2106 \text{ "}$$

$$4 = 22.2327 - 0.5 = 21.7327 \text{ "}$$

$$44.8633 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Area mínima de calentamiento

$$S_1 = \frac{29,675.2063}{3.6819 \times 6.252} = 1289.1480 \text{ m}^2 = 1290 \text{ m}^2$$
$$S_2 = \frac{31,384.89828}{2.9487 \times 7.658} = 1388.059 \text{ m}^2 = 1390 \text{ m}^2$$
$$S_3 = \frac{33,023.42126}{2.0373 \times 9.2106} = 1759.854 \text{ m}^2 = 1760 \text{ m}^2$$
$$S_4 = \frac{35,096.43423}{0.96213 \times 21.7327} = 1678.4700 \text{ m}^2 = 1679 \text{ m}^2$$

Como se tienen superficies diferentes, se estandarizan las superficies para tener efectos iguales.

Una superficie media entre el primero y segundo efecto nos da  $1340 \text{ m}^2$  para el tercero y cuarto efecto obtenemos una superficie media de  $1720 \text{ m}^2$  con lo cual se tiene:

Un pre-evaporador de	$1560 \text{ m}^2$
Primer efecto	$1340 \text{ m}^2$
Segundo efecto	$1340 \text{ m}^2$
Tercer efecto	$1720 \text{ m}^2$
Cuarto efecto	$1720 \text{ m}^2$
Superficie total de calentamiento.	$7680 \text{ m}^2$

VARIABLES UTILIZADAS EN EL DEPARTAMENTO DE EVAPORACION

$V_a$ _____	Vapor de alimentación al Pre-evaporador
$V_e$ _____	Vapor generado en el Pre-evaporador
$V_1$ _____	Vapor generado en el primer efecto
$V_2$ _____	Vapor generado en el segundo efecto
$V_3$ _____	Vapor generado en el Tercer efecto
$V_4$ _____	Vapor generado en el cuarto efecto
$L_a$ _____	Entalpía del Vapor $V_a$
$L_1$ _____	Entalpía del Vapor $V_1$
$L_2$ _____	Entalpía del Vapor $V_2$
$L_3$ _____	Entalpía del Vapor $V_3$
$L_4$ _____	Entalpía del Vapor $V_4$
$G_a$ _____	Guarapo alimentado al Pre-evaporador
$G_e$ _____	Guarapo alimentado al primer efecto
$G_1$ _____	Guarapo alimentado al segundo efecto
$G_2$ _____	Guarapo alimentado al tercer efecto
$G_3$ _____	Guarapo alimentado al cuarto efecto
$G_4$ _____	Meladura que sale del cuarto efecto
$C_{pa}$ _____	Capacidad calorífica de $G_a$
$C_{pe}$ _____	Capacidad calorífica de $G_e$
$C_{p_1}$ _____	Capacidad calorífica de $G_1$

$Cp_2$	_____	Capacidad calorífica de $G_2$
$Cp_3$	_____	Capacidad calorífica de $G_3$
$Cp_4$	_____	Capacidad calorífica de $G_4$
$t_a$	_____	Temperatura de $G_a$
$t_e$	_____	Temperatura de $G_e$
$t_1$	_____	Temperatura de $G_1$
$t_2$	_____	Temperatura de $G_2$
$t_3$	_____	Temperatura de $G_3$
$t_4$	_____	Temperatura de $G_4$
$S_o$	_____	Superficie de calentamiento del Pre-evaporador
$S_1$	_____	Superficie de calentamiento del primer efecto
$S_2$	_____	Superficie de calentamiento del segundo efecto
$S_3$	_____	Superficie de calentamiento del tercer efecto
$S_4$	_____	Superficie de calentamiento del cuarto efecto
$Co$	_____	Coficiente de Evaporación del Pre-evaporador
$C_1$	_____	Coficiente de Evaporación del primer efecto
$C_2$	_____	Coficiente de Evaporación del segundo efecto
$C_3$	_____	Coficiente de evaporación del tercer efecto
$C_4$	_____	Coficiente de evaporación del cuarto efecto
$E =$	_____	Agua total evaporada
$o_B$	_____	Grado Brix

## 1.5 CRISTALIZACION

### 1.5.1 DESCRIPCION DEL PROCESO:

La cristalización es la segunda etapa de la evaporación, también llamada templa o ocimiento, de ahí que la mezcla de cristales y líquidos toma el nombre de "masa cocida".

El ocimiento se lleva a cabo en evaporadores de simple efecto de diseño especial, con calandria de tubos largos y un tubo central grande, para facilitar la circulación de la "masa cocida". A este tipo de evaporador se le llama Taoho, y su función es la de producción y desarrollo de cristales satisfactorios de azúcar a partir de meladura.

Sistema de templeas.- Las templeas comprenden la concentración de la meladura para formar una masa, la formación de cristales y el crecimiento de éstos.

Una vez evaporada al máximo la masa cocida pasa por una portatempla cuya función es la de enfriar y alimentar la "masa cocida" a las centrifugas.

En las centrifugas se separa el azúcar del licor madre, llamado "mieles", o purga.

El número de templeas dependerá de la pureza de la meladura, para meladuras inferiores a una pureza de 80 se utiliza el sistema de dos templeas y para mayor de 80 el sistema de tres templeas.

En este trabajo se utiliza el sistema de tres templeas dado que se supone meladura con pureza mayor de 80.

El sistema de tres templeas nos dará tres tipos de masas cocidas:

La primera, obtenida a partir de la meladura se llama - "masa cocida" de "A" y de las centrifugas obtenemos azúcar A y miel A, ó "purga de A".

Esta miel A contiene todavía una alta proporción de azúcar cristizable y se utiliza para templeas posteriores.

A la masa cocida obtenida con miel de A y meladura se le llama masa cocida de B. Obteniéndose azúcar B y miel B, ó "purga de B".

A esta miel se le puede hacer otro agotamiento en otra templea, a la que se le da el nombre de templea C produciendo masa cocida de C y posteriormente azúcar C y - - miel C, ó melaza.

La miel C contiene azúcar cristizable, pero como resultado del agotamiento, aumentan las impurezas y éstas inmovilizan la cristalización, por lo que esta miel ya - no se le puede agotar más y se le da el nombre de "miel final". Esta miel sale del proceso y se utiliza para la fabricación de alcohol o forraje para ganado.

El azúcar A y B ya es azúcar mascabado y se puede envasar o pasar a refinería donde se funde y procesa con el fin - de obtener azúcar refinado.

El azúcar C se utiliza como semilla o pie de templa. El - semillamiento consiste en mezclar azúcar C con meladura - en un mezclador situado bajo las centrifugas de C llamado mezclador de magma.

La meladura que se emplea debe tener un alto Brix para - que disuelva la menor cantidad de azúcar posible.

Se almacena y se toma los pies de templa necesarios para formar las masas cocidas de A y B.

Con la utilización de pies de templeas obtenemos las si- - guientes ventajas generales:

- a) Al azúcar C formado por cristales pequeños es un excelente grano sobre el cual pueden levan tarse las masas cocidas de A y B.
- b) El operador que maneja las masas cocidas de A y B no tiene que llevar a cabo la operación - de formar granos como tampoco el riesgo de - producir un falso grano, por el contrario em- pieza la templa con un grano relativamente uni forme.
- c) Las masas cocidas de A y B se cuecen más rápi- damente porque se inician después de la fase de formación del grano

La elaboración de templeas con semillamiento -

serán entonces:

Se carga el tacho con azúcar C como pie de templa a un nivel suficiente para que exista circulación, se continúa agregando meladura y finalmente se alimenta miel A en mayor proporción si es para templa de B y en menor si es para templa de A.

La templa de C es para hacer, los pies de templas y se elabora con una tercer parte de meladura formando y desarrollando el grano y se termina con miel de B.

Las variables a controlar en cristalización son:

La velocidad de cristalización que depende de:

- a) La sobresaturación
- b) La pureza del licor madre
- a) La sobresaturación es un estado de equilibrio al cual las soluciones azucaradas no llegan rápida y fácilmente.

La absorción de sacarosa por los cristales es proporcional al cuadrado de la sobresaturación. Prácticamente la sobresaturación no debe exceder del valor crítico determinado como

1.44 sobre el cual la cristalización queda fuera de control y se produce falso grano en exceso.

- b) La pureza. La velocidad de cristalización baja rápidamente -- cuando la pureza del licor madre disminuye. Por esta razón -- plantas de bajo grado necesitan más tiempo que una primera planta.

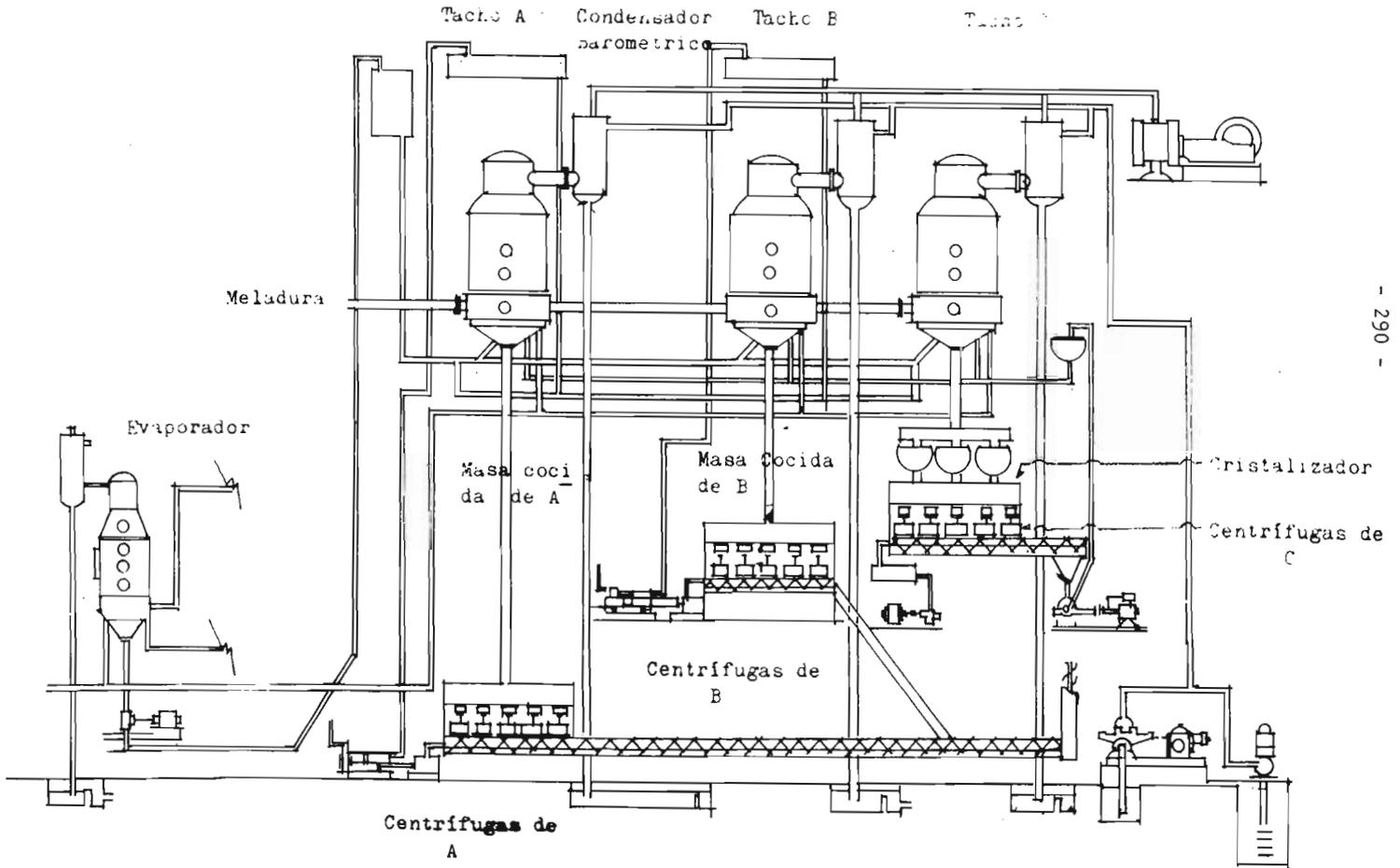
#### Temperatura:

La caramelización, la inversión y la formación del color son -- más notables cuando aumenta la temperatura. Por lo tanto para hacer azúcar blanca es necesario emplear vapor para calentamiento a la correspondiente baja presión y mantener el tacho a un alto vacío. El vacío es el factor que tiene la mayor influencia en la temperatura de -- la masa cocida, considerándose que la temperatura más favorable es entre 65 - 75 grados centígrados donde la formación del color e inversión se conservan en el mínimo. En las masas cocidas de C la temperatura debe man

tenerse cerca del límite inferior.

Por otra parte la circulación en un tacho se origina por el calentamiento de la masa cocida que pasa sobre la superficie de calentamiento. El calentamiento disminuye la densidad y viscosidad de la masa cocida cercana a los tubos, la que por tener mayor temperatura se mueve hacia la superficie por el empuje de la masa cocida en las regiones más frescas del tacho.

El movimiento es ayudado por las burbujas de vapor que se forman en las partes calientes de la masa cocida.



BALANCE DE FABRICA DE UN INGENIO AZUCARERO  
SECCION DE CRUDO.

Toneladas de caña molida en 24 horas	6,000
Toneladas de molienda por hora	250
Extracción diluída	100%
Toneladas de jugo clarificado	250
Grados Brix jugo clarificado	16.00
Por ciento Pol jugo clarificado	12.78
Pureza jugo clarificado	79.87
Toneladas de sólidos en jugo clarificado/hora	40.00

MELADURA

°Bx Meladura	65.00
% Pol. meladura	54.7178
Pza. meladura	84.1813

MASA A

° Bx masas A	93.00
% pol. masa A	77.19
Pza. masa A	83.00

MASA B

° Bx masa B	94.00
% pol. masa B	65.80
Pza. masa B.	70.00

MASA C

° Bx masa C	97.00
% pol. masa C	58.20
Pza. masa C	60.00

MIEL A

° Bx miel A	86.00
‰ pol. miel A	51.60
Pza. miel A	60.00

MIEL B

° Bx miel B.	87.00
‰ pol. miel B.	43.50
Pza. miel B	50.00

MIEL FINAL

° Bx miel final	91.00
‰ pol. miel final	28.21
Pza. miel final	31.00

MASCABADO

‰ pol. mascabado	97.29
‰ humedad mascabado	0.6775
‰ sólidos mascabado	99.3225
Pza. mascabado	97.95

AZUCAR "C" SEMILLA

‰ pol. azúcar C	86.26
‰ humedad azúcar C	0.8519
‰ sólidos azúcar C	99.15
Pza. azúcar C	87.00
° Bx Azúcar C	99.15

1. Azúcar aprovechable de la meladura:

$$\frac{\text{Pza. meladura} - \text{Pza. miel final}}{\text{Pza. mascabado} - \text{Pza. miel final}} \times 100 =$$

$$\frac{84.1813 - 31.00}{97.95 - 31.00} \times 100 = 79.434 \%$$

2. Toneladas de azúcar mascabado obtenidos:

$$\text{Ton. de sólidos en meladura} \times \frac{\text{Tons. de sólidos mascabado}}{\text{Tons. de sólidos en meladura}}$$

$$40.00 \times 0.79434 = 31.7736 \text{ ton/hr.}$$

3. Toneladas de sólidos en azúcar mascabado:

$$31.7736 \text{ ton/hr.}$$

4. Toneladas de sacarosa en azúcar mascabado:

$$\text{Ton. de azúcar mascabado} \times \text{pza. azúcar mascabado} =$$

$$31.7736 \times 0.9795 = 31.1222 \text{ ton/hr.}$$

5. Toneladas de no azúcares en azúcar mascabado:

$$\text{Ton. de sólidos en azúcar mascabado} - \text{Ton. de sacarosa en mascabado} =$$

$$31.7736 - 31.1222 = 0.6514 \text{ ton/hr.}$$

6. Toneladas de sacarosa a miel final:

$$\text{Ton. de sacarosa en meladura} - \text{ton. de sacarosa en mascabado}$$

$$33.6725 - 31.1222 = 2.5503 \text{ ton/hr}$$

7. Toneladas de no azúcares a miel final:

$$\text{Ton. no azúcares en meladura} - \text{Ton. de no azúcares en mascabado} =$$

$$5.3275.0 - 0.6514 = 5.6761 \text{ ton/hr.}$$

8. Toneladas de sólidos a miel final:

Ton. de sacarosa a miel final + ton. de no azúcares a miel final =

$$5.6761 + 2.5503 = 8.2264 \text{ ton/hr.}$$

MASA A

9. Azúcar aprovechable en la masa A:

$$\frac{\text{Pza. de meladura} - \text{Pza. miel A}}{\text{Pza. mascabado} - \text{Pza. miel A}} \times 100 =$$

$$\frac{84.1813 - 60.00}{97.95 - 60.00} \times 100 = 53.718 \%$$

10. Toneladas de sólidos en masa A:

En un sistema de tres plantas con purezas de meladura de 84.1813 y miel de 60.00 se obtienen 70% de azúcar de A (Tabla 21 pág. 277 -- Cálculo azucarero); M (azúcar aprovechable en la masa A) = Azúcar aprovechable en mascabado X % de azúcar A a obtener.

$$M \times (0.63718) = (31.7736) (0.70)$$

$$M = \frac{(31.7736) (0.70)}{0.63718} = 34.9061 \text{ ton/hr}$$

MASA B

11. Azúcar aprovechable en la masa B:

$$\frac{\text{Pza. masa B} - \text{Pza. miel B}}{\text{Pza. mascabado} - \text{Pza. miel B}} \times 100 =$$

$$\frac{70.00 - 50.00}{97.95 - 50.00} \times 100 = 41.71 \%$$

12. Toneladas de sólidos en masa B:

En un sistema de tres etapas con pureza de meladura de 35.00 se obtiene un 29% de azúcar de B.

M' ( Azúcar aprovechable en la masa B ) = Azúcar aprovechable en mas cabado X % de azúcar de B a obtener.

$$M' \times 0.4171 = 31.7735 (0.30)$$

$$M' = \frac{31.7735 (0.30)}{0.4171} = 22.6532 \text{ Ton/hr}$$

MASA C

13. Azúcar aprovechable en la masa C:

$$\frac{\text{Pza. masa C} - \text{Pza. miel final}}{\text{Pza. azúcar C} - \text{Pza. miel final}} \times 100 =$$

$$\frac{50.00 - 31.00}{87.00 - 31.00} \times 100 = 51.78 \%$$

14. Toneladas de sólidos en masa C:

M'' ( Azúcar aprovechable en la masa C ) ( % de sólidos azúcar C ) + toneladas de sólidos miel final = M''

$$M'' ( 0.5178 ) ( 0.9915 ) + 8.2264 = M''$$

$$M'' = 15.9058 \text{ Ton/Hr.}$$

15. Toneladas de azúcar C:

Ton. de sólidos en masa C x azúcar aprovechable =

$$15.9058 \times 0.5178 = 8.2360 \text{ Ton/hr.}$$

TEMPLA DE A

16. Toneladas de azúcar C en masa A

$$\begin{aligned} \text{Ton. de azúcar C X azúcar recuperable en el tacho A} = \\ 8,2350 \times 0.70 = 5.7652 \text{ Ton/hr.} \end{aligned}$$

17. Porcentaje de azúcar C en masa A:

$$\frac{\text{Toneladas de azúcar C en masa A}}{\text{Toneladas de sólidos en masa A}} \times 100 = \frac{5.7652}{34.9061} \times 100 =$$

$$16.5163 \text{ Ton/hr.}$$

18. Cálculo del Porcentaje de masa A fabricado con meladora = X  
Cálculo del Porcentaje de masa A fabricado con miel de A= Y

Ecuación 1:

$$(\% \text{ azúcar C en masa A}) + X + Y = 100$$

Ecuación 2:

$$\begin{aligned} (\% \text{ azúcar C en masa A}) \text{ Pza. azúcar C} + X (\text{Pza. meladura}) \\ + Y (\text{Pza. miel A}) = \text{Pza. masa A.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 16.5163 + X + Y &= 100 \\ (16.5163) (0.87) + X (0.85) + Y (0.60) &= 83.00 \end{aligned}$$

$$X = 76.6743$$

$$Y = 6.8094$$

El tacho se cargará con 16.5163 % de azúcar C como pie de templa, luego se alimentará con meladura hasta el 93.1906 % y de ahí en adelante hasta el 100% con miel de A.

19. Peso de masa A:

$$\frac{\text{TOn. de sólidos en masa A}}{\text{Brix masa A}} \times 100 =$$

$$\frac{34.9051}{93.0000} \times 100 = 37.5334 \text{ Ton/hr.}$$

20. Peso de masa A por azúcar C

Peso de masa A X % de azúcar C para pie de templa =

$$37.5334 \times 0.165163 = 6.1991 \text{ Ton/hr.}$$

Peso de masa por meladura:

Peso de masa A X % de meladura en la templa =

$$37.5334 \times 0.766743 = 28.7784$$

Peso de masa A por miel de A:

Peso de masa A X % de miel A en la templa =

$$37.5334 \times 0.068094 = 2.5558 \text{ Ton/hr.}$$

21. a) Sólidos de azúcar C en la masa A:

Peso masa A por azúcar C X Brix masa A =

$$6.1991 \times 0.93 = 5.7651 \text{ Ton/hr.}$$

b) Sólidos de azúcar por meladura en masa A:

Peso masa A por meladura X Brix masa A =

$$28.7784 \times 0.93 = 26.7639 \text{ Ton/hr.}$$

c) Sólidos de miel A en masa A:

Peso de masa A por miel A X Brix masa A =

$$2.5558 \times 0.93 = 2.3769 \text{ Ton/hr.}$$

22. a) Peso de azúcar C como entra al tachos:

$$\frac{\text{Sólidos por azúcar C en masa A} =}{\text{Pieza mínima aceptable de azúcar c}} \\ \frac{5,7651}{0.8500} = 6.7824 \text{ Ton/hr}$$

b) Peso de meladura como entra al tachos:

$$\frac{\text{Sólidos por meladura en masa A} =}{\text{Brix meladura}} \\ \frac{25,7639}{0.6500} = 41.1752 \text{ Ton/hr}$$

c) Peso de miel A como entra al tachos:

$$\frac{\text{Sólidos en miel A en masa A} =}{\text{Pza. miel A}} \\ \frac{2.3769}{0.60} = 3.9615 \text{ Ton/hr}$$

Peso total: 51.9191 Ton/hr.

23. a) Sólidos en azúcar C en masa A % de sólidos en meladura

$$\frac{\text{Sólidos por azúcar C en la masa A}}{\text{Sólidos guarapo clarificado}} \times 100 \\ \frac{5.7651 \times 100}{40,000} = 14.4127 \text{ Ton/hr}$$

b) Sólidos en meladura en masa A % de sólidos en meladuras:

$$\frac{\text{Sólidos en meladura en masa A}}{\text{Sólidos guarapo clarificado}} \times 100 = \\ \frac{25.7639}{40,000} \times 100 = 66.9097 \text{ Ton/hr}$$

c) Sólidos en miel A en masa A de sólidos en meladura:

$$\frac{\text{Sólidos en miel A en masa A}}{\text{Sólidos en guarapo clarificado}} \times 100 =$$

$$\frac{2.3759}{40.0000} \times 100 = 5.9422 \text{ Ton/hr.}$$

24. Agua evaporada en masa A:

$$\text{Peso total como entra al tacho} - \text{Peso masa A} =$$

$$51.9191 - 37.5334 = 14.3857 \text{ Ton/hr.}$$

25. Densidad de Masa A:

Del Spencer Tabla 19:

$$^{\circ} \text{Bx masa A} = 93.00 \quad \text{P. E.} = 1.50381$$

$$\text{Densidad} = 1.50381 \text{ kg/lts.}$$

26. Volumen de la masa A:

$$\frac{\text{Peso de la masa A}}{\text{Densidad}} =$$

Densidad

$$\frac{37533.4}{1.50381} = 24958.87 \text{ lts.}$$

$$1.50381$$

27. Volumen de la masa A en 24 hrs.

$$24,958.87 \times 24.0 = 599012.88 \text{ Lts/día.}$$

TEMPLA DE B

28. Toneladas de azúcar C en masa B:

Ton. de azúcar C X azúcar recuperable en el tacho B =

$$3.2340 \times 0.30 = 2.4708 \text{ Ton/hr.}$$

29. Porcentaje de azúcar C en masa B:

$$\frac{\text{Toneladas azúcar C en masa B}}{\text{Toneladas sólidos en masa B}} \times 100 =$$

$$\frac{2.4708}{22.8532} \times 100 = 10.8115 \%$$

30. Cálculo de % de masa B fabricado con meladura = X

Cálculo de % de masa B fabricado con miel A = Y

Ecuación 1:

$$\% \text{ de azúcar en masa B} + X + Y = 100$$

Ecuación 2:

$$\% \text{ de azúcar C ( Pza. azúcar C) } + X (\text{Pza. de meladura}) + Y (\text{Pza. miel A}) = \text{Pza. masa B.}$$

$$10.8115 + X + Y = 100$$

$$10.8115 (0.87) + X (0.85) + Y (0.50) = 70.0$$

$$X = 28.3235$$

$$Y = 50.8649$$

31. Peso de masa B:

$$\frac{\text{Ton. sólidos de masa B}}{\text{Brix masa B}} \times 100 =$$

$$\frac{22.8532}{94} \times 100 = 24.3119 \text{ Ton/hr.}$$

32. a) Peso de masa B por azúcar C  
Peso masa B X % de azúcar C como pie de temple=  
 $24.3119 \times 0.108115 = 2.6285 \text{ Ton/hr.}$
- b) Peso masa B por meladuras:  
Peso masa B X % de meladura en la temple =  
 $24.3119 \times 0.2832235 = 6.8859 \text{ Ton/hr.}$
- c) Peso masa B por miel A:  
Peso masa B X % de miel A en la temple=  
 $24.3119 \times 0.60 = 14.7974 \text{ Ton/hr.}$
33. a) Sólidos por azúcar C en masa B  
Peso masa B por azúcar C X Brix masa B =  
 $2.6285 \times 0.94 = 2.4708 \text{ Ton/hr.}$
- b) Sólidos por meladura en masa B;  
Peso de masa B por meladura X Brix masa B =  
 $5.8859 \times 0.94 = 5.4727 \text{ Ton/hr.}$
- c) Sólidos por miel A en masa B:  
Peso de masa B por miel A X Brix Masa B =  
 $14.7974 \times 0.94 = 13.9095 \text{ Ton/hr.}$
34. a) Peso de azúcar C como entra al tachos  
Sólidos por azúcar C en masa B =  
Pza. mínima aceptable en masa B  
 $\frac{2.4708}{0.85} = 2.9068 \text{ Ton/hr}$

b) Peso de meladura como entra al tacho:

$$\frac{\text{Sólidos por meladura en masa B}}{\text{Brix meladura}}$$

$$\frac{5.4737}{0.55} = 9.958 \text{ Ton/hr}$$

c) Peso de miel A como entra al tacho:

$$\frac{\text{Sólidos de miel A en masa B}}{\text{Pza. miel A.}}$$

$$\frac{13.9095}{0.60} = 23.1825 \text{ Ton/hr.}$$

Peso total: 36.0473 Ton/hr.

35. a) Sólidos en azúcar C en masa B % de sólidos en meladura:

$$\frac{\text{Sólidos por azúoar C en masa B}}{\text{Sólidos en meladura}} \times 100 =$$

$$\frac{2.4708}{40.0} \times 100 = 6.177 \text{ Ton/hr}$$

b) Sólidos en meladura en masa B % en sólidos en meladuras:

$$\frac{\text{Sólidos por meladura en masa B}}{\text{Sólidos en meladura}} \times 100 =$$

$$\frac{5.4727}{40.000} \times 100 = 13.6817 \text{ Ton/hr.}$$

c) Sólidos en miel A en masa B % de sólidos en meladura:

$$\frac{\text{Sólidos por miel en masa B}}{\text{Sólidos en meladura}} \times 100 =$$

$$\frac{13.9095}{40.00} \times 100 = 34.7737 \text{ Ton/hr.}$$

36. Agua evaporada en masa B

Peso total como entra al tacho - Peso de masa B =

$$35.0473 - 24.3119 = 11.7354 \text{ Ton/hr.}$$

37. Densidad masa B

Del Spencer Tabla 19:

$$^{\circ}\text{Br Masa B} = 94 \text{ P.E.} = 1.51096$$

$$\text{Densidad} = 1.51096 \text{ kg/lts.}$$

38. Volumen de la masa B:

$$\frac{\text{Peso de la masa B}}{\text{Densidad}} = \frac{24311.90}{1.51096} = 16090.35 \text{ lts/hr.}$$

39. Volumen masa B en 24 horas:

$$16090.35 \times 24 = 386168.64 \text{ Lts/día.}$$

TEMPLA C

40. Cálculo del % de masa C fabricado con meladura = X

Cálculo del % de masa C fabricado con miel B = Y

Ecuación 1:

$$X + Y = 100$$

Ecuación 2:

$$X (\text{ Pza. meladura}) + Y (\text{ Pza. miel B}) = \text{Pza. masa C}$$

$$X ( 0.85) + Y ( 0.50) = 10.0$$

$$X = 22.57\%$$

$$Y = 71.42\%$$

41. Peso de la masa C:

$$\frac{\text{Sólidos en la masa C}}{\text{Brix masa C}} \times 100 =$$

$$\frac{15.2058}{97.00} \times 100 = 15.3977 \text{ Ton/hr}$$

42. a) Peso de la masa C por meladura:

Peso de masa C X % de meladura como pie de temple:

$$15.3977 \times 0.2857 = 4.6848 \text{ Ton/hr}$$

b) Peso de la masa C por miel de B:

Peso masa C X % de miel B en la temple=

$$15.3977 \times 0.7142 = 11.7112 \text{ ton/hr}$$

43. a) Sólidos por meladura en masa C

Peso de la masa C por meladura X Brix de la masa C=

$$4.6848 \times 0.97 = 4.5442 \text{ ton/hr}$$

b) Sólidos por miel B en masa C:

Peso de la masa C por miel B X Brix de la masa C=

$$11.7112 \times 0.97 = 11.36 \text{ ton/hr}$$

44. a) Peso de meladura como entra al tachos

$$\frac{\text{Sólidos en meladura en masa C}}{\text{Brix meladura}} =$$

$$\frac{4.6848}{0.65} = 7.2073 \text{ Ton/hr}$$

b) Peso de miel B como entra al tachos:

$$\frac{\text{Sólidos por miel B en masa C}}{\text{Brix miel B (mínimo aceptable)}} =$$
$$\frac{11.7112}{0.60} = 19.5186 \text{ Ton/hr}$$

Peso total: 25.7259 ton/hr.

45. a) Sólidos en meladura en masa C % de sólidos en meladuras:

$$\frac{\text{Ton de sólidos por meladura en masa C}}{\text{Sólidos en meladura}} \times 100 =$$
$$\frac{4.6848}{40.000} \times 100 = 11.712 \text{ Ton/hr}$$

b) Sólidos en miel B en masa C % de sólidos en meladuras:

$$\frac{\text{Ton. sólidos por miel B en masa C}}{\text{Sólidos en meladura}} \times 100 =$$
$$\frac{11.7112}{40.0000} \times 100 = 29.278 \text{ Ton/hr.}$$

46. Agua evaporada:

$$\text{Peso total como entra al tacho} - \text{Peso de masa C} =$$
$$25.7259 - 15.3977 = 10.3282 \text{ Ton/hr.}$$

47. Densidad de la Masa C:

Del Spencer: Tabla 19:

$$^{\circ}\text{Bx} = 97 \quad \text{P.E.} = 1.5326$$

$$\text{Densidad} = 1.5326 \text{ Lts/hr.}$$

48. Volumen masa C

$$\frac{\text{Peso masa C}}{\text{Densidad}} = \frac{15397.7}{1.5326} = 10699.27 \text{ Lts/hr}$$

49. Volumen de masa C en 24 horas:

$$10699.27 \times 24 = 256782.48 \text{ Lts/día.}$$

50. Agua total evaporada:

$$\text{Total} = \text{Agua evaporada en A} + \text{agua evaporada en B} + \text{agua evaporada en C} = 14.3857 + 11.7354 + 10.3282 = 36.4493 \text{ Ton/hr.}$$

51. Consumo de vapor en los tachos:

$$\begin{aligned} P_v &= 0.612 \text{ kg/cm}^2 & \text{Temperatura del vapor generado} &= 51.6 \text{ }^\circ\text{C} \\ T_v &= 113.9 \text{ }^\circ\text{C} & \lambda_1 &= 568.16 \text{ Kcal/kg.} \\ \lambda_v &= 530.3 \text{ Kcal/kg.} & W_1 &= 36.4493 \text{ Ton/hr.} \end{aligned}$$
$$W_3 = \frac{W_1 \lambda_1}{\lambda_v} = \frac{36.4493 (568.16)}{530.3} = 39.0515 \text{ ton/hr.}$$

RESUMEN TEMPLA A:

MATERIAL	MATERIAL % MASA A	SOLIDOS % DE SOLIDOS EN MELADURA	SOLIDOS EN TON/HR	BRIX	MATERIAL COMO ENTRA AL TACHO EN TON/HR
azúcar C	15.5133	14.4127	5.7551	99.15	6.7824
Meladura	75.5743	55.9097	25.7539	55.00	41.1752
Miel A	6.8094	5.9422	2.3759	50.00	3.9515
					<u>51.9191</u>

RESUMEN TEMPLA B:

MATERIAL	MATERIAL % MASA A	SOLIDOS % DE SOLIDOS EN MELADURA	SOLIDOS EN TON/HR	BRIX	MATERIAL COMO ENTRA AL TACHO EN TON/HR
azúcar C	10,8116	5.177	2.4708	99.15	2.9068
Meladura	28.3235	15.1817	5.4727	55.00	9.9568
Miel A	60.8649	34.7737	13.9095	50.00	23.1825
					<u>35.0473</u>

RESUMEN TEMPLA C:

MATERIAL	MATERIAL % MASA A	SOLIDOS % DE SOLIDOS EN MELADURA	SOLIDOS EN TON/HR	BRIX	MATERIAL ENTRA AL TACHO EN TON/hr
Meladura	28.57	11.712	4.5442	55.00	7.2073
Miel B	71.43	29.278	11.35	50.00	19.5186
					<u>26.7259</u>

CAPACIDAD EN TACHOS PARA TEMPLAS:

TEMPLA A

1. Tiempo que dura en hacerse una templa A:

$$T = 3.00 \text{ hrs.}$$

2. Número de ciclos:

$$\frac{24.00 \text{ horas}}{T} = \frac{24.00 \text{ horas}}{3.00 \text{ horas}} = 8.0$$

3. Capacidad:

$$\frac{\text{Volumen de la templa A en m}^3}{\text{No. de ciclos.}} = \frac{599.01288 \text{ m}^3}{8.00} = 74.8765 \text{ m}^3 = 75 \text{ m}^3$$

4. Número de tachos:

Capacidad de un tacho: 30,000 lts.

$$N = \frac{\text{Capacidad}}{\text{Capacidad/tacho}} = \frac{75.00}{30.00} = 2.5 \text{ 3 tachos.}$$

5. Area de calentamiento:

$$\text{Capacidad X relación} = 30 \frac{\text{m}^3}{\text{m}} \times 6.5 \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = 198 \text{ m}^2 \text{ 200 m}^2$$

6. Relación de  $\text{m}^2/\text{m}^3 = 6.5$  (Hugot pág. 468)

TEMPLA B

1. Tiempo que dura en hacerse una templa:

$$T = 4.00 \text{ Hrs.}$$

2. Número de ciclos:

$$N = \frac{24.00 \text{ horas}}{T} = \frac{24.00 \text{ horas}}{4.00 \text{ horas}} = 6 \text{ ciclos.}$$

3. Capacidad:

$$\frac{\text{Volúmen de la templa B en m}^3}{N} = \frac{386.16864}{6.00} = 64.3614 \text{ m}^3 = 65.0 \text{ m}^3$$

4. Número de tachos:

Capacidad de un tacho: 30,000 lts.

$$\frac{\text{Capacidad}}{\text{Capacidad/tacho}} = \frac{65.0}{30.00} = 2.16 = 3 \text{ tachos}$$

5. Relación de  $\text{m}^2/\text{m}^3 = 6.6$  ( Hugot pág. 468)

6. Area de calentamientos:

Capacidad X Relación

$$30.00 \text{ m}^3 \times \frac{6.6 \text{ m}^2}{\text{m}^3} = 198 \text{ m}^2 = 200 \text{ m}^2$$

#### TEMPLA C

1. Tiempo que dura en hacerse una templa C:

$$T = 8.00 \text{ hrs.}$$

2. Número de ciclos:

$$N = \frac{24 \text{ horas}}{T} = \frac{24 \text{ horas}}{8 \text{ horas}} = 3 \text{ ciclos}$$

3. Capacidad:

$$\frac{\text{Volúmen de templa C en m}^3}{N} = \frac{256.78248}{3.00} = 85.5941 \text{ m}^3 = 86.00 \text{ m}^3$$

4. Número de Tachos:

Capacidad de un tacho: 30,000.00 Lts.

$$N = \frac{\text{capacidad}}{\text{Capacidad/tacho}} = \frac{85.00 \text{ m}^3}{30.00 \text{ m}^3} = 2.866 = 3 \text{ tachos.}$$

CRISTALIZADOR:

Cálculo del cristalizador para templeas de C:

1. Cristalizador tipo Werkspoor

2. Volúmen de la masa C/día = 255782.48 lts/día

3. Volumen de la masa C/hr. = 10699.27 lts/hr.

4. Factor por dilución con miel:

$$w' = 1.2 \text{ lt/lt de masa cocida (ecuación 381 pág. 501 Hugot)}$$

5. Volumen neto:

$$\frac{\text{Volumen}}{\text{Hr.}} \times \text{FActor} = 10669.27 \times 1.2 = 12839.124 \text{ lts/hr}$$

6. Tiempo de enfriamiento en el cristalizador:

$$T = 15 \text{ horas (Tabla 114 pag. 503 Hugot)}$$

7. Capacidad del cristalizador:

Volumen neto X tiempo de enfriamiento =

$$12839.124 \text{ lts/hr} \times 15.00 \text{ hr.} = 192586.86 \text{ lts.}$$

8. Dimensiones:

a) El cristalizador se carga un poco arriba de la flecha

$$\frac{\pi D^2 L}{8} = \frac{\pi D^2}{8} \times 3.5 D = 1.37 D^3 = \text{volumen en m}^3$$

$$D^3 = \frac{\text{Volumen en m}^3}{1.37} \quad \text{por lo tanto } D = \sqrt[3]{\frac{\text{Volumen m}^3}{1.37}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{192.58686}{1.37}} = \sqrt[3]{140.5743} = 5.20 \text{ mts.}$$

$$L = 3.5 D = 3.5 (5.20) = 18.20 \text{ mts.}$$

Las dimensiones de este cristalizdor serian demasiado grandes, por lo que se procedió a dividir el volumen neto, para obtener tres cristalizadores.

Usando tres orystalizadores:

$$\frac{\text{Volumen neto}}{3} = \frac{12839.124 \text{ lts.}}{3} = 4279.708 \text{ lts/hr.}$$

9. Tiempo de enfriamiento en el cristalizador:

12 horas (Tabla 114 página 503 Eugot).

10. Capacidad del cristalizador:

Volumen neto X tiempo de enfriamiento =

$$4279.708 \text{ lts/hr} \times 12 \text{ hr.} = 51356.496 \text{ lts.} = 51,356496 \text{ m}^3$$

11. Dimensiones:

$$D = \sqrt[3]{\frac{51.356496}{1.37}} = 3.35 \text{ m. } 3.35 \text{ m.}$$

$$L = 3.5 (3.35) = 11.7 = 12 \text{ m.}$$

# CRISTALIZACION

- 312 -

/ Cristalizador

12. Condiciones de entrada y salida de la masa: (área de enfriamiento).

- a) Temperatura de entrada = 68 °C <sup>154.4 °F</sup>
- b) Temperatura de salida = 40 °C <sup>104 °F</sup>

13. Condiciones de entrada y salida del agua:

- a) Temperatura de entrada = 30 °C
- b) Temperatura de salida = 47 °C

14. Balance térmicos:

$$W X C_p X \Delta T = U A \Delta T_m$$

Donde,

a)  $U = 20 \text{ Kcal/kg. (tabla 113a. pag. 502 Hugot)}$

$$b) \Delta T_m = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \frac{(68-47) - (40-30)}{\ln \frac{68-47}{40-30}} = 14.82 \text{ °C}$$

c) Densidad de la masa:

$$\text{°Bx} = 96; \text{ densidad} = 1.52879 \text{ (Tabla 19 Spencer)}$$

d)  $C_p$  de la masa: 0.44 Kcal/kg. (página 501 Hugot)

$$e) \text{Area} = \frac{W C_p \Delta T}{U \Delta T_m} = \frac{(4279.708)(1.52879)(0.44)(28)}{20 (14.82)} = 271.96 \text{ m}^2$$

$$A = 272 \text{ m}^2 (2926. \text{ ft}^2).$$

15. Area de un discos:

$$1.2 D^2 = \text{Area ( ecuación 386 pág. 503 Rugot).}$$

$$A = 1.2 ( 3.35 )^2 = 13.457 = 14.00 \text{ m}^2$$

15. Número de discos:

$$\frac{\text{Area total}}{\text{Area de un disco}} =$$
$$\frac{272 \text{ m}^2}{14 \text{ m}^2} = 19.42 \text{ discos.} = 20 \text{ discos}$$

Zona de calentamiento:

17. Condiciones de entrada y salida de la masa:

a) Temperatura de entrada de la masa: 40 °C

b) Temperatura de salida de la masa = 51 °C

104  
123.8

18. Condiciones de entrada y salida del agua:

a) Temperatura de entrada del agua = 81 °C

b) Temperatura de salida del agua = 56 °C

19. Zona de calentamiento:

a)  $U = 20 \text{ Kcal/kg.}$

b)  $\Delta T_m = \frac{\Delta T_2 - \Delta T_1}{\ln \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}} = \frac{(81 - 51) - (56 - 40)}{\ln \frac{81 - 51}{56 - 40}} = 22.27 \text{ °C}$

c) Densidad de la masa:

$$^{\circ}\text{Bx} = 96; \text{ Densidad} = 1.52879 \text{ (Tabla 19 Spencer)}$$

d) Cp de la masa = 0.44 Kcal/kg. (página 501 Hugot)

$$\text{e) } \text{Area} = \frac{W \text{ Cp } \Delta T}{U \Delta T_m} = \frac{(4279.708)(1.52879)(0.44)(11)}{(20)(22.27)} =$$

$$A = 71.094 \text{ m}^2 = 71.0 \text{ m}^2$$

20. Número de discos:

$$\frac{\text{Area total}}{\text{Area de un disco}} = \frac{71 \text{ m}^2}{14 \text{ m}^2} = 5.071 = 5 \text{ discos}$$

21. Número total de discos:

Número de discos de enfriamiento + Número discos calentamiento.

$$20 + 5 = 25 \text{ discos.}$$

22. Espacio entre discos:

$$c = \frac{L - 0.5 (1 + p)}{n - 1 - p}$$

Donde:

c = espacio medio entre discos

L = Longitud total del tanque

p = número de chumaceras

n = número de discos

$$c = \frac{1200 - 0.5 (1 + 2)}{28 - (1 - 2)} = 41.32 \text{ cms.}$$

Por lo tanto se utilizarán tres cristalizadores con las características antes mencionadas:

CENTRIFUGAS:

TEMPLA DE A:

1. Volumen de masa por día 599012.88 Lts/día
2. Tiempo efectivo de trabajo: 24 horas
3. Centrifuga propuesta para 6,000 toneladas de molida diaria.

40" x 24" y 1500 rpm.

4. Capacidad de centrifuga propuesta (práctica) Hugot. (página 517 Hugot Tabla 120).

254.9 Lts.

5. Duración del ciclo: 4 minutos
6. Número de cargas en el tiempo de trabajo:

$$\frac{24 \times 60}{4} = 360 \text{ cargas}$$

7. Capacidad de centrifugación diaria:

Número de cargas X volumen de una carga = capacidad de carga diaria

$$360 \times 254.9 \text{ Lts.} = 91,764.0 \text{ Lts.}$$

8. Número de centrifugas requeridas:

$$\frac{\text{Volumen de templa}}{\text{Capacidad de carga diaria}} =$$
$$\frac{599012.88}{91764.0} = 6.52 = 7 \text{ centrifugas}$$

TEMPLA DE B:

1. Volumen de masa B. diaria: 386,168.64 lts/día
2. Tiempo efectivo de trabajos: 24 horas
3. Centrifuga propuesta:  
40" x 24"
4. Capacidad de la centrifuga propuesta:  
154.9 Lts.
5. Duración de un ciclo:  
6 minutos
6. Número de cargas en el tiempo de trabajos:  
$$\frac{24 \times 60}{6} = 240 \text{ cargas}$$
7. Capacidad de centrifugación por día:  
Numero de cargas x volumen de una carga=  
240 X 254.9 = 61176.0 Lts.
8. Número de centrifugas requeridas:  
$$\frac{\text{Volumen de la templa}}{\text{Capacidad de carga diaria}} =$$
$$\frac{386168.64}{61176.0} = 6.31 = 7 \text{ centrifugas}$$

TEMPLA DE C:

1. Volumen de masa C diaria: 256782.48 Lts/día

2. Tiempo efectivo de trabajo: 24 horas

3. Centrifuga propuesta:

40" x 24"

4. Capacidad de la centrifuga propuesta:

254.9 lts.

5. Duración del ciclo: 12 minutos

6. Número de cargas en el tiempo de trabajo

$$\frac{24 \times 60}{12} = 120 \text{ cargas}$$

7. Capacidad de centrifugación por día:

Número de cargas X volumen de una carga =

$$120 \times 254.9 = 30.588 \text{ Lts}$$

8. Número de centrifugas requeridas:

$$\frac{\text{Volumen de la templa}}{\text{Capacidad centrifugación}} =$$
$$\frac{256782.48}{30,588.00} = 8.39 = 9 \text{ centrifugas}$$

## 1.6 SECCION DE REFINADO

A grandes rasgos el proceso de refinación de azúcar consisten en:

- a) La eliminación de impurezas sólidas que no se logran extraer durante la clarificación del guarapo crudo.
- b) La disminución de color de las mieles.

Aunque el proceso de elaboración de azúcar refinada es diferente de Ingenio a Ingenio, en general puede decirse que consta de las siguientes Areas:

- Afinación.
- Disolución o fundición del azúcar crudo.
- Defecación o fosfatación.
- Decoloración y filtración.
- Cristalización.
- Centrifugación.
- Secado y envase.

### 1.6.1 DESCRIPCION DEL PROCESO:

#### Afinación

Es el primer paso en el proceso de refinación y consiste en la eliminación de la película de melaza -- que está adherida al cristal del azúcar crudo, la cual tiene una densidad de 65 grados Brix o menor, mientras el cristal consiste de sacarosa casi pura.

La separación se efectúa mezclando el crudo con jarabe denso (aproximadamente 75 grados Brix) y después se purga a las centrifugas, en las que se lavan los cristales con agua caliente después de que se ha extraído el jarabe. La utilización de centrifugas de afinación requieren una alta velocidad. - La afinación automática rinde un azúcar lavado de mucha mayor pureza y el procedimiento es más exacto, por lo que requiere una menor aplicación de agua de lavado que las máquinas de operación manual.

El promedio del ciclo es de tres minutos con una aplicación de 9 a 11 kilogramos de agua de lavado por carga. El agua utilizada tienen una temperatura aproximada de 90 grados centígrados.

Las características del azúcar crudo que más influyen en el proceso de refinación son:

- a) La polarización.
- b) El color.
- c) Las cenizas.
- d) La dureza y el tamaño del grano.

#### Disolución o fundición de azúcar crudo.

Esta se hace mezclando el azúcar crudo con agua caliente de condensados, o con agua dulces provenientes de autofiltros, clarificadores y columnas de -

carbón; hasta obtener una miel con una densidad de 55 a 60 grados Brix. La temperatura a que se eleva la miel es inicialmente de 60 grados centígrados, esta elevación se efectúa en los mismos tanques ver ticales por medio de serpentines con vapor de escape, los tanques están dotados de un sistema de agitación.

En esta operación las variables principales son:

- a) Que las aguas de disolución estén libres de impurezas.
- b) Que la densidad de la miel sea uniforme.
- c) La temperatura del fundido.

El azúcar crudo fundido recibe el nombre de fundido de segunda o simplemente fundido.

#### Fosfatación o Defecación.

La defecación o también llamada fosfatación consiste en mezclar ácido fosfórico y lechada de cal con el fundido de segunda.

El ácido fosfórico debe añadirse primero y después de un cierto tiempo la lechada de cal, es decir que el ácido fosfórico debe estar en contacto con el fun dido sólo el tiempo necesario para que ambos se mezclen íntimamente. Al añadirse el ácido fosfórico, el

anhidrido fosfórico que este contiene reacciona con las impurezas metálicas presentes, iniciándose una floculación. La cantidad de anhídrido fosfórico que se requiere varía de acuerdo con el grado y tipo de impurezas del fundido y con el procedimiento que se emplea.

La cal utilizada es hidratada y contiene del 70 al 90% de óxido de calcio. Al añadirse la lechada poco después del ácido, el óxido de calcio y el anhídrido fosfórico se combinan formando el fosfato tricálcico en forma de flóculos que aprisionan la mayor parte de las impurezas del fundido. La agitación no debe ser excesiva, pues se corre el riesgo de dividir los flóculos y dificultar con ésto la clarificación y filtración, tampoco debe paralizar la agitación pues los flóculos se separarían antes de que el compuesto pasara a los clarificadores por lo que el proceso debe ser continuo.

El laboratorio del Ingenio es el que determina la cantidad de impurezas que contiene el fundido y con esto, la cantidad necesaria de anhídrido fosfórico y cal que deberá agregarse.

Las variables a controlar son:

- a) La cantidad de ácido fosfórico y cal.
- b) El tiempo de contacto del ácido fosfórico con el fundido.

- c) El tiempo de contacto de la oal con el fundido.
- d) La agitación.
- e) El pH del fundido que debe estar entre 7.2 a 7.6

### Clarificación.

El fundido tratado, pasa por un sistema aereador - el cual inyecta aire al fundido para ayudar en la clarificación, se prefiere tener una aereación excesiva, que una deficiente, sea cual fuere el sistema utilizado para la inyección de aire. También es importante el tamaño de las burbujas, las cuales deben ser lo más finas posibles.

La alimentación del fundido al clarificador debe ser continua y uniforme, por lo que lo más indicado es utilizar un tanque de nivel constante. La temperatura del fundido al entrar al clarificador debe estar entre 95 y 98 grados centígrados.

La alimentación en la mayoría de los clarificadores se efectúa por la parte posterior y el fundido pasa lentamente a la parte anterior ganando temperatura durante su recorrido, como el material que va entrando al clarificador tiene menor temperatura que el fundido que está adentro existe una diferencia de densidades entre ellos, esta diferencia ayuda a que el material que va entrando empuje al que va saliendo.

La densidad del clarificado debe ser similar a la que tiene en los anteriores pasos ( 60 a 65 grados Brix) y mantenerse uniforme para evitar turbulencias en el líquido.

El nivel del fundido dentro del clarificador debe ser uniforme, por lo que el equipo debe estar bien nivelado.

La clarificación por flotación de las impurezas se logra, por la diferencia de las densidades del flóculo y el fundido y por la ayuda de las burbujas de aire.

El pH del clarificado debe oscilar entre 6.8 y 7.2. El líquido claro que sale de los clarificadores se denomina fundido clarificado o clarificado solamente.

El tratamiento del fundido con ácido fosfórico y cal, y su clarificación por flotación recibe el nombre de sistema Williamson.

Como la inyección de aire se hace a una temperatura inferior en comparación con la temperatura a la que trabaja el clarificador, se facilita la operación de éste, lo cual se debe a que el calentamiento provoca una dilatación de la burbuja incrementándose así su fuerza ascendente.

Un buen trabajo de clarificación traerá como resultado que los clarificados salgan con menos cenizas, libres de impurezas sólidas y que se logre una dis-

minución de color en comparación del fundido original de un 25% como mínimo.

Las espumas que se forman por la floculación reciben el nombre de lodos o natas, y éstas ascienden ayudadas por las burbujas de aire. Estos lodos se extraen en forma automática por cualquiera de estos dos procedimientos:

- a) Arrastradas por un rodillo de madera o por una aleta rotativa
- b) Extraídas por succión por medio de un motoaspirador.

La operación automática de eliminación de natas, puede ser continua o a intervalos. Se considera que es mejor el sistema a intervalos pero tiene el riesgo de que se puede formar una capa muy gruesa, que puede ser una fuente de infección.

Una vez extraídos los lodos se mandan a un colector, donde se les añade agua para facilitar su manejo y enviarlas a un tanque de paso donde se bombean al tanque de guarapo alcalinizado y recibe el mismo tratamiento que éste, mientras más alto sea el contenido de sacarosa de los lodos, éstos serán más fáciles de agotar.

Las variables que se controlan en esta operación son:

- a) La aereación del fundido.
- b) El tamaño de las burbujas.
- c) La alimentación del fundido.
- d) La temperatura del fundido y del clarificado.
- e) El pH.
- f) La densidad y viscosidad.
- g) El nivel del fundido en el clarificador.
- h) La extracción de lodos.

### Decoloración y Filtración

Al salir de los clarificadores, el clarificado contiene todavía una gran cantidad de sustancias colorantes, las cuales es necesario eliminar.

Para lograr esto el clarificado pasa por una serie de filtraciones. Entre la primera y segunda filtración pasa por el proceso de decoloración.

El sistema de filtración y decoloración elegido es el de "lecho fijo".

El fundido clarificado se envía al primer tanque de preparación con filtro ayuda de donde se bombea a la primera filtración en autofiltros, la miel obtenida se bombea a las columnas de decoloración, donde la miel se pone en contacto íntimo con el adsorbente.

La miel decolorada sale por la parte superior de la columna y se recoge en un tanque colector, donde se envía a un tanque de preparación con filtro ayuda, se pasa a la segunda filtración ( autofiltros) y es ta miel se envía al filtro de seguridad, tercera - filtración ( filtros trampa) de aquí se manda a tanquería de taohos.

Esta operación se lleva a cabo en dos o tres columnas para un sistema continuo, efectuándose los ciclos de adsorción de la siguiente forma:

Columna A	Columna B	Columna C
Primer paso	Segundo paso	Reactivación
Reactivación	Primer paso	Segundo paso
Segundo paso	Reactivación	primer paso
Primer paso	Segundo Paso	Reactivación

Es necesario suspender la operación de la columna en donde se ha efectuado la adsorción primaria cuando:

- a) El límite de impurezas de la solución efluente sea mayor que el fijado por el laboratorio.
- b) Cuando la presión de las columnas aumenta.

Antes del proceso de reactivación, conviene darle al adsorbente un tratamiento previo con objeto de recuperar - los valores utilizables que éste contenga, los cuales -- pueden ser de dos tipos:

- a) La solución misma que queda adherida a las partículas.
- b) Los productos que, aunque indeseables en la solución tratada pueden tener valor para otra aplicación.

- d) El tiempo de contacto entre el licor y el adsorbente.
- e) La presión de operación de las columnas.
- f) Que el adsorbente posea una gran superficie de adsorción.
- g) Que el flujo de alimentación a las columnas sea constante.  
Para la activación del carbón:
  - a) Densidad.
  - b) pH.
  - c) Adsorción de iodo.
  - d) Adsorción de azul de metileno.
  - e) Adsorción de fenol.

Filtración.- Esta operación está dividida en tres secciones:

- a) La primera filtración la cual se lleva a cabo después de la operación de clarificación y es requerida para eliminar - las partículas de los flóculos que se dividieron y no fueron expulsados por el aire inyectado al clarificado.

- b) Segunda filtración se realiza después de la operación de decoloración, debido a que el licor arrastra partículas de carbón en suspensión y es necesario eliminar dichas partículas porque pueden llegar a formar parte de los cristales de azúcar dándoles un mal aspecto.
- c) La tercer filtración se lleva a cabo después de la segunda filtración y es una operación de seguridad.

En las filtraciones es necesario agregar una tierra infusoria denominada filtro-ayuda y generalmente se utiliza el llamado "dicalite", el cual sirve para facilitar las filtraciones de las mieles, y también como arrastrador de impurezas.

La densidad de las mieles que pasan por los autcfiltros depende mucho del estado de éstos, aunque en condiciones normales debe de estar entre 60 y 65 grados Brix. La temperatura de las mieles a través del proceso debe conservarse en el nivel más alto posible para facilitar su manejo ( las mieles frías son más viscosas)

se debe vigilar constantemente la presión de trabajo de los autofiltros y tan pronto llegue a su presión máxima (aproximadamente  $4.22 \text{ kgs/cms}^2$ ) se considera que está agotado, por lo que debe dejar de operar.

Cuando un filtro se considera agotado, hay necesidad de lavarlo y ésta operación consiste en pasar agua limpia de impurezas a través de las tortas del filtro ayuda recuperándose el agua dulce. Después de esto, se procede a la eliminación de las capas de filtro ayuda.

La preparación de la precapa se lleva a cabo en un tanque con agitación mecánica en el cual se mezcla el filtro ayuda y el licor, esta suspensión se recircula varias veces a través del filtro para formar una capa uniforme, esto se realiza tantas veces como sea necesario hasta que el licor salga clare.

Las variables a controlar son:

- a) Que el flujo a través de los filtros sea constante.
- b) Que la densidad del fluido esté entre 60-65 grados Brix.

Por lo que cuando el adsorbente inactivo ya, se trata con agua limpia de impurezas convirtiéndose así en agudulce o de alta polarización utilizándose en la operación de fundido.

Una vez recuperado los valores utilizables se procede propiamente a la reactivación, en la que se descarga el adsorbente a una tolva de acurrimiento, pasando a continuación al horno de activación. Realizada esta operación el adsorbente es transportado a una tolva en la parte superior de las columnas - que por medio de un distribuidor serán llenadas.

El tiempo de contacto entre el licor y el adsorbente varía de acuerdo a la calidad del clarificado y éste a la calidad y variedad de la caña utilizada.

El flujo de alimentación del clarificado debe ser - continuo y la viscosidad debe ser constante. La temperatura del fluido estará entre 80-85 grados centígrados, la densidad será la misma que en los pasos anteriores ( 60 grados Brix).

El adsorbente escogido para realizar esta operación es el carbón granular.

Las variables a controlar son:

- a) La viscosidad.
- b) La temperatura.
- c) El color del licor al salir de las columnas.

- c) La temperatura del licor y con esto la viscosidad
- d) La presión de trabajo no debe exceder de  $4.22 \text{ kg/cm}^2$
- e) La formación de la precapa de filtro ayuda deberá ser uniforme en todas las placas de los filtros.

#### Cristalización:

El área de cristalización en refinería es igual a la descrita en la sección de crudo.

#### Secado.

El azúcar ya centrifugada se transporta por medio de gusanos sinfin a las tolvas de liga, en donde se almacenan los diferentes tipos de azúcar para posteriormente mezclarlas.

Los diferentes tipos de azúcar obedecen a que la pureza de las templeas (primera, segunda y tercera) es variable. Es decir que la primera templa tiene una mayor pureza debido a -- que se carga con puro licor, la segunda templa se carga con licor y miel obtenida de la centrifugación de la primera templa, por lo que la pureza es un poco menor y la tercera se carga con un poco de licor y miel obtenida de la centrifugación de la segunda templa, de ahí la necesidad de mezclar los diferentes tipos de azúcar obtenida para la producción de azúcar de refino o azúcar refinada standard.

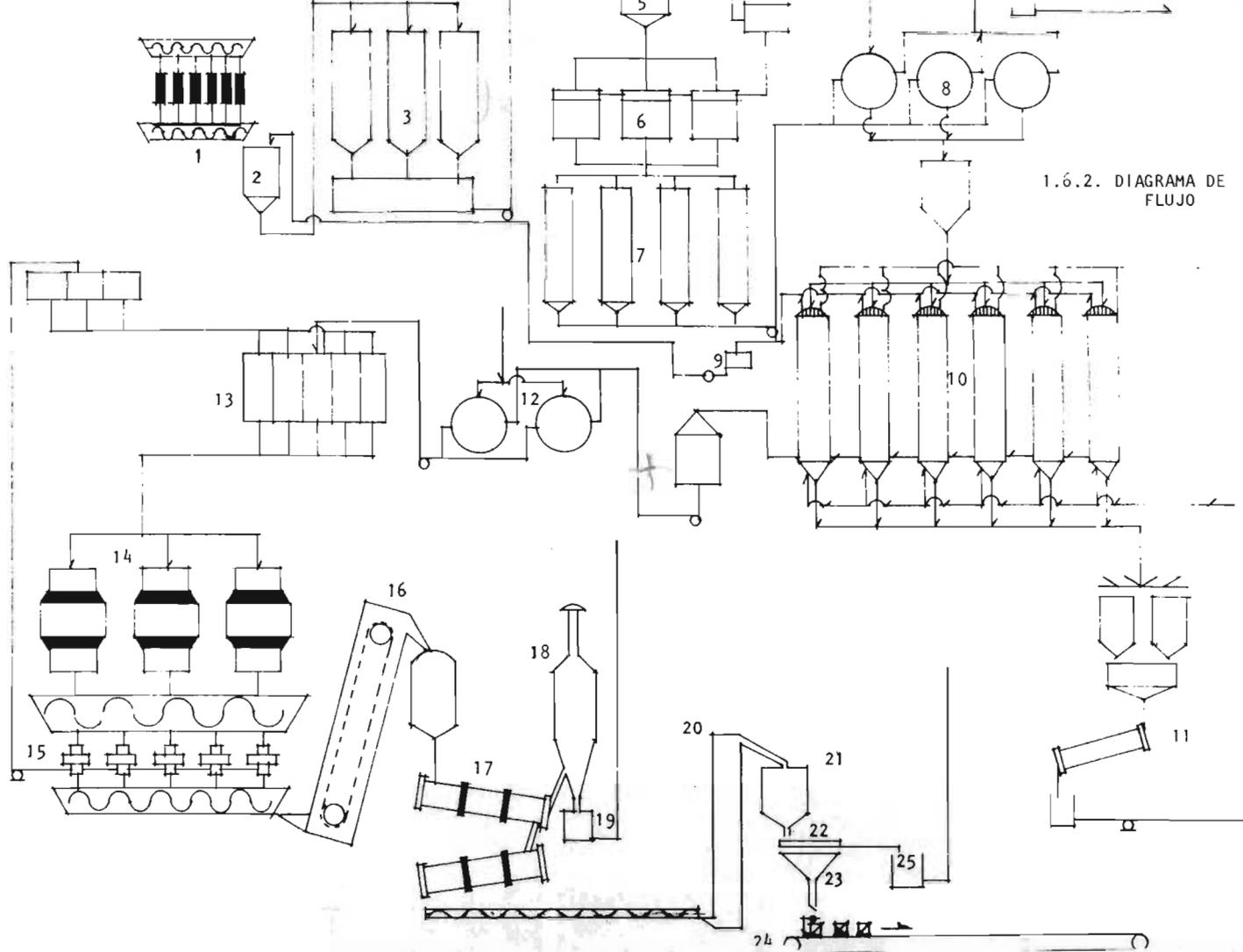
La liga se realiza, mezclando partes iguales de azúcar de pri

mera y segunda; y para la mezcla de tercera se mezcla un tercio de azúcar de tercera con dos tercios de azúcar de primera. La mezcla se hace mediante un transportador de gsano sinfin que además conduce el azúcar hasta una pequeña tolva alimentadora del secador.

La humedad del azúcar, al salir de las centrifugas, debe ser aproximadamente de 2%, la cual deberá ser eliminada por medio de aire caliente. El azúcar pasa a través del secador debido a la inclinación de éste, el aire caliente pasa a contracorriente con el azúcar adsorbiendo la humedad del azúcar.

Las variables a controlar en el área de secado son:

- a) La humedad del azúcar, al salir de las centrifugas no debe exceder el 2%.
- b) La realización de una buena liga.
- c) La velocidad y la inclinación del secador.
- d) El calor del aire no debe ser excesivo pues existe el riesgo de caramelizar o colorear el azúcar.



1.6.2. DIAGRAMA DE FLUJO

1.6.2      **DIAGRAMA DE FLUJO.**

- 1.- Centrifugas de afinación
- 2.- Tanques fundidores de azúcar mascabado
- 3.- Tanques de primer tratamiento
- 4.- Calentador
- 5.- Tanque aereador
- 6.- Clarificador Jacob's
- 7.- Tanques segundo tratamiento
- 8.- Autofiltros
- 9.- Tanque colector de aguas dulces
- 10.- Columnas de carbón
- 11.- Reactivación de carbón
- 12.- Filtros trampa
- 13.- Tanques de licor
- 14.- Tachos de azúcar refinado
- 15.- Centrifugas de azúcar refinado
- 16.- Elevador de azúcar húmedo
- 17.- Secador de azúcar
- 18.- Ciclo
- 19.- Tanque dilutor de polvillo
- 20.- Elevador de azúcar seco
- 21.- Tolva de azúcar seco
- 22.- Zaramba vibratoria
- 23.- Tolva alimentadora de báscula
- 24.- Báscula
- 25.- Tanque disolutor de granza.

BALANCE DE FABRICA DE UN INGENIO AZUCARERO SECCION DE REFINADO  
CAPACIDAD DE 6,000 TONELADAS  
MOLIENDA DIARIA

Toneladas de sólidos en mascabado 31.7736 Ton/hr

A N A L I S I S

MASCABADO

¾ Pol mascabado	97.29
¾ Hd. mascabado	0.6775
° Bx mascabado	99.3225
Pza. del mascabado	97.9500

LICOR

° Bx	63.00
¾ Pol	52.37
Pza.	99.00

MASA 1a.

° Bx	86.00
¾ Pol	85.14
Pza.	99.00

MIEL DE 1a.

° Bx	75.00
¾ Pol	69.00
Pza	92.00

MASA 2a.	
° Ex	87.00
Pol	83.52
Pza.	96.00

MIEL DE 2a.	
° Ex	75.00
Pol	66.88
Pza.	83.00

MASA 3a.	
° Ex	89.00
Pol	83.52
Pza.	93.00

MIEL DE 3a.	
° Ex	78.00
Pol	65.52
Pza.	84.00

AZUCAR REFINADO

Pol	99.9
Hl.	0.03 - 0.02
Pza.	99.93
° Ex	99.97

*Refinado ↓*

FUNDICION:

1. Toneladas de sólidos en mascabado 31.7736 Ton/hr.
2. Toneladas de sólidos en el fundido a 60° Brix:  
Ton. de sólidos en mascabado X ° Brix del mascabado =  
 ° Brix del fundido

$$\frac{31.7736 \times 99.3225}{50} = 52.5972 \text{ Ton/hr}$$

3. Volumen del fundido por hora

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en el fundido}}{\text{Peso específico a } 50^\circ \text{ Bx.}}$$

$$\frac{52,597.2 \text{ kg/hr}}{1.28873 \text{ kg/lt}} = 40,813.2 \text{ Lts/hr}$$

4. Volumen del fundido por día

$$40,813.2 \times 24 = 979,517.319 \text{ Lts/día}$$

5. Volumen de agua dulce requerida para la fundición

$$\frac{(\text{Ton. de sól. en mascabado} \times \text{° Brix de mascabado}) - \text{° Brix del fundido}}{(\text{Ton. de sólidos en mascabado})}$$

$$\frac{31.7736 \times 99.3225 - 31.7735}{50} = 20.8236 \text{ Lts/hr. de H}_2\text{O}$$

1. Toneladas de sólidos en mascabado: 31.7736 Ton/hr.

2. Azúcar refinado aprovechable de los sólidos en el licor:

$$100 \times \frac{\text{Pza. Licor} - \text{Pza. miel 3a.}}{\text{Pza. Azúcar refinado} - \text{Pza. miel 3a.}} =$$

$$\frac{99.00 - 84.00}{99.93 - 84.00} \times 100 = 94.15\%$$

3. Toneladas de azúcar refinado:

$$\text{Ton. de sólidos en masoabado} \times \frac{\text{Toneladas de azúcar refinado}}{\text{Ton. sólidos en masoabado}}$$

$$31.7736 \times 0.9415 = 29.9180 \text{ Ton/hr}$$

4. Toneladas de sólidos en azúcar refinado de 1a., 2a. y 3a.

$$\text{Ton. de azúcar refinado} \times \% \text{ de sólidos en azúcar refinado} =$$
$$29.918 \times 0.9997 = 29.9090 \text{ Ton/hr.}$$

5. Toneladas de Sacarosa en azúcar refinado

$$\text{Ton. de azúcar refinado} \times \text{Pza. Azúcar refinado} =$$

$$29.9180 \times 0.9993 = 29.8970 \text{ Ton/hr.}$$

6. Toneladas de no azúcares en azúcar refinado

$$\text{Ton. de sólidos en azúcar refinado} - \text{Ton. de sacarosa en azú} \\ \text{car refinado} = 29.9180 - 29.8970 = 0.021 \text{ Ton/hr.}$$

7. Toneladas de sacarosa a miel de 3a.

$$\text{Ton. de sacarosa en mascabado} - \text{Ton. de sacarosa en azúcar re} \\ \text{finado} = 31.1222 - 29.897 = 1.2252 \text{ Ton/hr.}$$

8. Toneladas de no azúcares a miel de 3a.

$$\text{Ton. de no azúcares en azúcar mascabado} - \text{Ton. de no azúcares en azúcar refinado} = 0.6514 - 0.0120 = 0.6394$$

9. Toneladas de sólidos en miel de 3a.

$$\text{Ton. de sacarosa a miel de 3a.} + \text{Ton. de no azúcares a miel 3a.} \\ 1.2252 + 0.6394 = 1.8646 \text{ Ton/hr.}$$

10. Azúcar aprovechable de los sólidos en masa de 3a.

$$\frac{\text{Pza. masa de 3a.} - \text{Pza. miel de 3a.}}{\text{Pza. Azúcar refinado} - \text{Pza. miel 3a.}} \times 100 = \\ \frac{93.00 - 84.00}{99.93 - 84.00} \times 100 = 56.49\%$$

11. Balance de azúcar de 3a.

$$M'' = M'' \times \frac{\% \text{ azúcar aprovechable de sólidos masa 3a.}}{100} \times \frac{\text{Pza. Azúcar} + \text{Sólidos a miel 3a.} + \text{azúcar a miel 3a.}}{100} \\ \left( M'' \times \frac{56.49}{100} \times \frac{99.93}{100} \right) + 1.8646 \\ M'' = \frac{1.8646}{1 - (0.5549 \times 0.9993)} = 4.2815$$

12. Toneladas de sólidos en masa de 3a.

$$M'' = 4.2815 \text{ Ton/hr.}$$

13. Toneladas de sólidos en azúcar de 3a.

$$\text{Sólidos en masa de 3a.} - \text{Sólidos totales a miel de 3a.} =$$

$$4.2815 - 1.8646 = 2.4169 \text{ Ton/hr}$$

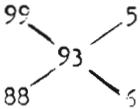
14. Toneladas de azúcar refinado de 3a.

$$\begin{array}{l} \text{Sólidos en azúcar de 3a.} = \\ \text{°Bx azúcar refinado} \\ \hline \frac{2.4169}{0.9997} = 2.4176 \text{ Ton/hr.} \end{array}$$

15. Toneladas de azúcar refinado de 1a. y 2a.

$$\begin{array}{l} \text{Azúcar refinado de 1a., 2a. y 3a.} - \text{azúcar refinado de 3a.} = \\ 29.9090 - 2.4176 = 27.4914 \text{ Ton/hr.} \end{array}$$

MASA DE 3a.



$$\begin{array}{l} \% \text{ de licor en la masa de 3a.} = \frac{5 \times 100}{11} = 45.4545\% \\ \% \text{ de miel de 2a. en masa 3a.} = \frac{6 \times 100}{11} = 54.5454\% \\ \hline 11 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Pureza} = 45.4545 \times 0.99 = 49.9955 \\ 54.5454 \times 0.88 = \underline{47.9952} \\ 92.9907 \approx 93 \end{array}$$

MASA DE 2a.

16. Toneladas de sólidos en la miel de 2a. producida.

$$\text{Toneladas de sólidos en masa 3a.} \times \text{sólidos de miel de 2a. en masa de 3a.} = 4.2815 \times 0.5454 = 2.3351 \text{ Ton/hr.}$$

17. Azúcar aprovechable de sólidos en la masa de 2a.

$$\begin{array}{l} \frac{\text{Pza. masa de 2a.} - \text{Pza. miel de 2a.}}{\text{Pza. azúcar refinado} - \text{Pza. miel de 2a.}} \times 100 = \\ \frac{96.00 - 88.00}{99.93 - 88.00} \times 100 = 67.0578 \% \end{array}$$

18. Porcentaje de sólidos a miel de 2a. de los sólidos en la masa de 2a.  
% azúcar aprovechable de masa de 2a. X Pza. de azúcar refinado =  
 $67.0578 \times 0.9997 = 67.0377 \%$

19. Porcentaje de sólidos a miel de 2a. de los sólidos en la masa de 2a.  
100 - % de sólidos en azúcar aprovechable en la masa de 2a. =  
 $100 - 67.0377 = 32.9623 \%$

20. Toneladas de sólidos en la masa de 2a.

Toneladas de sólidos en la masa de 2a.

$$\frac{\text{Toneladas de sólidos en miel de 2a.} \times 100}{\% \text{ de sólidos a miel de 2a.}}$$
$$\frac{2.3351 \times 100}{32.9623} = 7.0841 \text{ Ton/hr}$$

21. Toneladas de azúcar refinado de 2a.

Ton. de sólidos en masa de 2a. X  $\frac{\% \text{ de azúcar aprovechable de la}}{100}$   
masa 2a. =

$$7.0841 \times .5705 = 4.7499 \text{ Ton/hr.}$$

22. Toneladas de azúcar refinado de 1a.

Toneladas de azúcar refinado de 1a.+ 2a. - Ton. de azúcar refina  
do de 2a. =  $27.4914 - 4.7499 = 22.7410 \text{ Ton/hr.}$

TEMPLA DE 1a.

23. Azúcar aprovechable de los sólidos en la masa de 1a.

$$\frac{\text{Pza. masa de 1a.} - \text{Pza. miel de 1a.} \times 100}{\text{Pza. azúcar refinado} - \text{Pza. miel 1a.}}$$

$$\frac{99.00 - 92.00 \times 100}{99.93 - 92.00} = 88.2738 \%$$

24. Toneladas de sólidos en la masa de 1a.

M X azúcar aprovechable de los sólidos en masa de 1a. =  
Ton. azúcar refinado de 1a.

$$M \times 0.882738 = 22.7410$$

$$M = \frac{22.7410}{0.882738} = 25.7619 \text{ Ton/hr.}$$

25. Peso de la masa de 1a.

Toneladas de sólidos en masa de 1a. =

$$^{\circ}\text{Bx masa 1a./100}$$

$$\frac{25.7619}{0.86} = 29.9555 \text{ Ton/hr}$$

26. Densidad de la masa de 1a.

$$^{\circ}\text{Bx} = 86$$

$$\text{Densidad} = 1.4577 \text{ kg/lt.}$$

27. Volumen de la masa de 1a.

$$\frac{\text{Peso de la masa de 1a.}}{\text{Densidad masa de 1a.}}$$

$$\text{Densidad masa de 1a.}$$

$$\frac{29.9555 \text{ ton/hr}}{0.0014577 \text{ ton/lt}} = 20,549.8388 \text{ lts/hr}$$

28. Volumen de la masa de 1a. en 24 horas.

$$20,549.8388 \times 24 = 493,196.1309 \text{ lt/día}$$

29. Peso del material como entra al tacho.

$$\frac{\text{Peso de la masa de 1a.}}{\text{° Bx de licor}} =$$
$$\frac{29.9555}{0.63} = 47.5484 \text{ Ton/hr.}$$

30. Agua evaporada en la masa de 1a.

Peso del material como entra al tacho - peso de la masa de 1a.

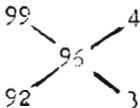
$$47.5484 - 29.9555 = 17.5929 \text{ ton/hr.}$$

31. Porcentaje de sólidos en el licor en masa de 1a. de los sólidos en el licor.

$$\frac{100 \times \text{Toneladas de sólidos en la masa de 1a.}}{\text{Toneladas de sólidos en mascabado}} =$$
$$\frac{(25.7619) \times 100}{(31.7736)} = 81.0795 \%$$

TEMPLA DE 2a.

MASA DE 2a.



$$\% \text{ de licor en masa de 2a. } \frac{4 \times 100}{7} = 57.14$$

$$\% \text{ de miel de 1a. en masa de 2a. } \frac{3 \times 100}{7} = 42.86$$

$$\text{PUREZA} = 57.14 \times 0.99 = 56.57$$

$$42.86 \times 0.92 = 39.43$$

$$96.00$$

32. Toneladas de sólidos en la masa de 2a.

$$7.0841 \text{ Ton/hr}$$

33. Toneladas de sólidos en la masa de 2a. por licor

$$\text{Ton. de sólidos en la masa de 2a.} \times \frac{\% \text{ de licor en la masa 2a.}}{100} =$$

$$7.0841 \times 0.5714 = 4.0480 \text{ Ton/hr.}$$

34. Toneladas de sólidos en la masa de 2a. por miel de 1a.

$$\text{Ton. de sólidos en la masa de 2a.} \times \frac{\% \text{ de miel 1a. en la masa de 2a.}}{100} = 7.0841 \times 0.4286 = 3.0362 \text{ Ton/hr}$$

35. Toneladas de masa de 2a. correspondiente a licor

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en la masa de 2a. por licor} =}{\% \text{ Bx de la masa de 2a.}}$$

$$\frac{4.0480}{0.87} = 4.6528 \text{ Ton/hr}$$

$$0.87$$

36. Toneladas de masa de 2a. correspondiente a la miel de 1a.

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en la masa de 2a. por miel de 1a.}}{\% \text{ Brix de la masa de 2a.}}$$

$$\frac{3.0362}{0.87} = 3.4899 \text{ Ton/hr}$$

$$0.87$$

37. Toneladas de licor alimentadas al tacho

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en la masa de 2a. por licor}}{\% \text{ Brix de licor}}$$

$$\frac{4.6528}{0.63} = 7.3854 \text{ Ton/hr}$$

$$0.63$$

38. Toneladas de miel de 1a. alimentadas al tacho

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en masa de 2a. por miel de 1a.}}{\% \text{ Bx de la miel de 2a.}}$$

$$\frac{3.4899}{0.75} = 4.6530 \text{ Ton/hr}$$

$$0.75$$

39. Porcentaje de sólidos en el licor de la masa de 2a. de los sólidos en el licor.

$$100 \times \frac{\text{Ton. de sólidos en masa de 2a. de los sólidos en el licor}}{\text{Toneladas de sólidos en mascabado}}$$

$$\frac{4.048}{31.7736} \times 100 = 12.7401 \%$$

40. Porcentaje de sólidos en miel de 2a. de los sólidos en el licor.

$$\frac{\text{Toneladas de sólidos en la masa de 2a. por miel de 1a.}}{\text{Toneladas de sólidos en mascabado}} \times 100 =$$

$$\frac{3.0352}{31.7736} \times 100 = 9.5557 \%$$

41. Peso de la masa de 2a.

$$\frac{\text{Toneladas de sólidos en la masa de 2a.}}{\text{° Bx. de la masa de 2a.}/100} =$$

$$\frac{7.0841}{0.87} = 8.1426 \text{ Ton/hr.}$$

42. Densidad de la masa de 2a.

$$\text{° Bx} = 87 \quad \text{Densidad} = 1.4517 \text{ kg/lt} = 0.0014517 \text{ Ton/hr.}$$

43. Volumen de la masa de 2a.

$$\frac{\text{Peso de la masa de 2a.}}{\text{Densidad de la masa de 2a.}} =$$

$$\frac{8.1426}{0.0014517} = 5,570.6369 \text{ lt/hr}$$

44. Volumen de la masa de 2a. en 24 horas.

$$5,570.5359 \times 24 = 133,595.28 \text{ lts./día.}$$

45. Peso del material como entra al tacho.

Ton. de licor alimentado + Ton. de miel de 1a. alimentada =

$$7.3854 + 4.5530 = 12.0384 \text{ Ton/hr.}$$

46. Agua evaporada en la masa de 2a.

Peso del material como entra al tacho - Peso de la masa de 2a.

$$12.0384 - 8.1426 = 3.8958 \text{ Ton/hr.}$$

TEMPLA DE 3a.

47. Toneladas de sólidos en la masa de 3a.

$$4.2815 \text{ Ton/hr.}$$

48. Toneladas de sólidos en la masa de 3a. por licor.

Ton. de sólidos en la masa de 3a. X % de licor/100 =

$$4.2815 \times 0.4545 = 1.9459 \text{ Ton/hr.}$$

49. Toneladas de sólidos en la masa de 3a. por miel de 2a.

Ton. de sólidos en la masa de 3a. X % de miel de 2a./100 =

$$4.2815 \times 0.5454 = 2.3351 \text{ Ton/hr.}$$

50. Toneladas de la masa de 3a. correspondiente al licor.

Ton. de sólidos de la masa de 3a. por licor =

° Bx. de la masa de 3a./100

$$\frac{1.9459}{0.89} = 2.1864 \text{ Ton/hr}$$

51. Toneladas de la masa de 3a. correspondientes a la miel de 2a.

$$\frac{\text{Ton. de sólidos de la masa de 3a. por mieles de 2a.}}{\text{° Brix de la masa 3a./100}} = \frac{2.3351}{0.89} = 2.6237 \text{ Ton/hr.}$$

52. Toneladas de licor alimentado al tacho.

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en la masa de 3a. por licor}}{\text{° Brix del licor/100}} = \frac{1.9459}{0.63} = 3.0887 \text{ Ton/hr.}$$

53. Toneladas de miel de 2a. alimentada al tacho.

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en la masa de 3a. por miel de 2a.}}{\text{° Brix de la miel de 2a./100}} = \frac{2.3351}{0.76} = 3.0725 \text{ Ton/hr.}$$

54. Porcentaje de sólidos en el licor de la masa de 3a. de los sólidos en el licor.

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en la masa de 3a. por licor} \times 100}{\text{Ton. de sólidos en el mascabado}} = \frac{1.9459 \times 100}{31.7735} = 6.1242\%$$

55. Porcentaje de sólidos en la miel de 3a. de los sólidos en el licor.

$$\frac{\text{Ton. de sólidos en la masa de 3a. por miel de 2a.} \times 100}{\text{Ton. de sólidos en el mascabado}} = \frac{2.3351 \times 100}{31.7735} = 7.3491\%$$

6. Peso de la masa de 3a.

Ton. de sólidos en la masa de 3a. =-

° Brix de la masa de 3a/100

4.2815 = 4.8106 Ton/hr.

0.89

7. Densidad de la masa de 3a.

° Brix = 89 Densidad = 1.47909 kg/lt = 0.001479 Ton/lt

8. Volumen de la masa de 3a.

Peso de la masa de 3a. =

Densidad de la masa de 3a.

4.8106 = 2,826.639 lt/hr.

0.001479

9. Volumen de la masa de 3a. en 24 horas .

2,826.639 x 24 = 67,839.351 lts/día .

10. Peso del material como entra al tacho .

Ton. de licor alimentado al tacho + Ton. de miel de 2a. alimentado  
al tacho = 3.0887 + 3.0725 = 6.1612 Ton/hr.

11. Agua evaporada en la masa de 3a.

Peso del material como entra al tacho - Peso de la masa de 3a. =

6.1612 - 4.8106 = 1.3506 Ton/hr.

RESUMEN DE LA TEMPLA DE 1a.

MATERIAL	% de MATERIAL DE MASA DE 1a.	% DE SOLIDOS DE LOS SOLIDOS EN EL LICOR	SOLIDOS KG/HR	°BRIX	MATERIAL COMO ENTRA AL TACHE KG/HR
Licor	100	81.0795	22,711	63	47,548.4

RESUMEN DE LA TEMPLA DE 2a.

MATERIAL	% DE MATERIAL DE MASA DE 1a.	% DE SOLIDOS DE LOS SOLIDOS EN EL LICOR	SOLIDOS KG/HR	°BRIX	MATERIAL COMO ENTRA AL TACHE KG/HR
Licor	57.14	12.7401	4,0480	63	7,385.4
Miel de 1a.	42.86	9,5557	3,0362	75	4,653.0

RESUMEN DE LA TEMPLA DE 3a.

MATERIAL	% DE MATERIAL DE MASA DE 1a.	% DE SOLIDOS DE LOS SOLIDOS EN EL LICOR	SOLIDOS KG/HR	°BRIX	MATERIAL COMO ENTRA AL TACHE KG/HR
Licor	45.45	6,1242	1,945.9	63	3,088.7
Miel de 2a.	54.54	7,3491	2,335.1	75	3,072.5

### 1.6.3 CALCULO DEL EQUIPO PRINCIPAL DE REFINERIA.

Cálculo para el diseño de un transportador de Gusano sin-fin para el azúcar mascabado.

#### BASES DE CALCULO:

a)	Capacidad de molienda diaria	6,000 T.C.D.
b)	Distancia a transportar horizontalmente	10 metros
c)	Tipo de material a transportar	Azúcar mascabado
d)	Densidad del material	1,200 kg/m <sup>3</sup>
e)	Peso del material	31.7736 ton/hr

#### CALCULO DE LA POTENCIA ( Perry, Pág. 2093).

La potencia del eje impulsor está dada por la fórmula:

$$\frac{C L W F}{4,500} = C. V.$$

Donde:

C = Capacidad del transportador ( m<sup>3</sup>/min).

L = Longitud ( mts.).

W = Peso del material (kg/m<sup>2</sup>).

F = Factor del material.

El factor F para el azúcar mascabado es 1.8 ( Tabla 2 Pág. 2093 Perry).

Donde:

$$C = 31,773.6 \text{ Kg/hr} \times \frac{1}{1,200 \text{ kg/m}^3} = \frac{26.478 \text{ m}^3/\text{hr}}{60 \text{ min/hr}} = 0.4413 \text{ m}^3/\text{min.}$$

La potencia del eje será:

$$C.V. = \frac{0.4413 \times 10 \times 29,909.0 \times 1.8}{4,500} = 52.7995$$

Considerando que el rendimiento de la transmisión será de 90%:

$$C. V. = 52.7995 \times 1.1 = 58.0749 \text{ H.P. por lo que es necesario utilizar un motor de 60 H.P.}$$

#### DIMENSIONES DEL TRANSPORTADOR:

Para la elección del transportador y su velocidad máxima se utiliza la figura 3 ( Pág. 2095, Perry) que con el tipo de material y la capacidad a transportar en  $\text{m}^3/\text{hr}$ . se elige:

Material de la clase "d"

Capacidad en  $\text{m}^3/\text{hr}$ . = 36.47

De la Gráficas:

Transportador de 36 cms.(14") diámetro del tornillo.

Velocidad mínima = 50 rpm .

Velocidad máxima = 58 rpm .

Se utiliza el 85.20% de la capacidad instalada.

CALCULO DEL EQUIPO PARA FUNDICION:

EQUIPO: Dos tanques cilindricos.

BASES DE CALCULO:

- a) Volumen del licor de fundición por hora 40,813.2 lts/hr  
b) Tiempo de residencia  $\frac{1}{2}$  hora por carga

CALCULOS:

Como se utilizarán dos tanques:

$$V = \frac{40,813.2}{2} = 20,406.6 \text{ Lts/hr.}$$

Volúmen de los tanques:

El tiempo de retención es de  $\frac{1}{2}$  hora por lo que el volumen:

$$\begin{array}{ll} 20,406.6 & 60 \text{ min.} \\ X & 30 \text{ min.} \end{array}$$

$$X = 10,203.3 \text{ Lts/carga}$$

Tomando un 15% de sobre diseño:

$$10,203.3 \times 1.15 = 11,733 = 12,000.00 \text{ Lts/carga.}$$

DIMENSIONES:

Si Longitud = Diámetro, tenemos:

$$V = \left( \frac{\pi}{4} \right)^2 L \times D^2 = \left( \frac{\pi}{4} \right)^2 \times D^3$$

$$12 \text{ m}^3 = (0.7853) \times D^3$$

$$D^3 = \frac{12 \text{ m}^3}{0.7853}$$

$$D = 3 \sqrt{15.2788}$$

$$D = 2.4814 \text{ mts. } 2.50 \text{ mts.}$$

Se utilizarán dos tanques con las siguientes dimensiones:

D = Diámetro = 2.50 mts.

L = Longitud = 2.50 mts.

### Calentador:

#### 1.0 Bases de Cálculo:

- a) Licor = 51,870.4 kg/hr ó (109,000 lb/hr).
- b) Brix = 63°Bx, Densidad = 1.37657 kg/lt.
- c) Volumen = 39,699.6 Lts/hr = 39,700 lt/hr
- d) Temperatura de entrada = 70°C ó (158.0 °F).
- e) Temperatura de salida = 98 °C ó (208.4 °F).
- f) Se utilizará vapor de = 0.6329 kg/cm<sup>2</sup>  
( 9 Lb/in<sup>2</sup> ).
- g) Temperatura del vapor = 114 °C ó (237.2°F).

#### 2.0 Cálculo:

Procediendo en la misma forma que en el caso del cálculo de los cambiadores de calor del área de clarificación, se tiene:

#### 2.1 Capacidad calorífica del vapor:

$$C_p = 1.00 - 0.006 \text{ Bx.}$$

$$C_p = 1.00 - 0.006 \times 63 = 0.62$$

2.2 Elegimos un cambiador que tiene un gasto de 27.100 lts./hr a una velocidad de 1 m/seg. (Tabla 52, Pág. 317 Hugot).

2.3 Velocidad en el cambiador:

$$V = \frac{39,700}{27,100} = 1.464 \text{ m/seg. Velocidad aceptable}$$

2.4 Coeficiente de transferencia de calor:

$$U = \frac{T_v}{0.1 + \frac{0.08}{V}}$$

Donde:  $T_v$  = Temperatura del vapor.  
 $v$  = Velocidad.

$u$  = Coeficiente de Transferencia de calor.

$$U = \frac{114 \text{ }^\circ\text{C}}{0.1 + \frac{0.08}{1.46}} = 737.34 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hr. }^\circ\text{C} \text{ } \delta \text{ (150.99 BTU/ft}^2 \text{ hr }^\circ\text{F)}$$

2.5 Temperatura media logarítmica:  $t_m$ .

$$t_m = \frac{(t_v - t_1) - (t_v - t_2)}{\ln \frac{(t_v - t_1)}{(t_v - t_2)}}$$

$$t_m = \frac{(237.2 - 158.0) - (237.2 - 208.4)}{\ln \frac{(237.2 - 158.0)}{(237.2 - 208.4)}} = 49.822 \text{ }^\circ\text{F}$$

2.6 Area de transferencia de calor:

$$A = \frac{W}{U} \frac{C_p \Delta T}{T_m}$$

Donde:  $W$  = Masa de  $A$ .  
 $C_p$  = Capacidad calorífica.  
 $\Delta T$  = Cambio de Temperatura.  
 $U$  = Coef. Trans. calor.  
 $T_m$  = Temp. media log.

$$A = \frac{(109,000.0)(0.52)(208.4 - 158.0)}{(150.99)(49.822)} = 452,744 \text{ ft}^2 = 42.06 \text{ m}^2$$

Con sobre diseño de 15%

$$A = 47.00 \times 1.15 = 48.3 \times 9 \text{ m}^2 = 50 \text{ m}^2$$

2.7 El cambiador elegido tendrá las siguientes características:

Diámetro de la carcaza	= 790 mm
Número de pasos	= 16
Tubos por paso	= 10
Número total de tubos	= 160
Sección	= 0.754 dm <sup>2</sup>
Tubos de	= 31 x 34 mm
Longitud de tubo	= 3.205 mm.

2.8 Consumo de vapor en el calentador:

$$Q_1 = W_A C_p \Delta T = W_S \lambda_S$$

$$W_S = \frac{(109,000) (0.62) (208.4 - 158.0)}{953.3} = 3572.88$$

$$W_S = \frac{3572.88 \text{ Lb}}{\text{hr}} \times \frac{\text{kg}}{2.204} = 1621.00 \text{ kg/hr}$$

#### CLARIFICACION

Sistema de Clarificación tipo Williamson

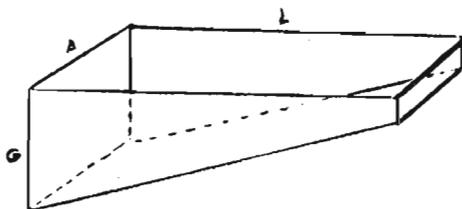
Volumen del licor aereado	40,813.2 lt/hr.
Densidad a 50 °Ex	1,28873
Tiempo de retención	. 5 hr.

Dimensiones

Longitud = 3 m.

Ancho = 1.5 m.

Grueso = 1.5 m.



$$V_1 = L \times a \times h = 3 \times 1.5 \times .5 = 2.25 \text{ mts}^3 = 2,250 \text{ lts.}$$

$$V_2 = \frac{L \times h \times h}{2} = \frac{3 \times 1.5 \times 1}{2} = 2.25 \text{ mts}^3 = 2,250 \text{ lts.}$$

$$= V_1 + V_2 = 2,250 + 2,250 = 4,500 \text{ lts.}$$

$$\text{Volumen x hora} = 4,500 \times 2 = 9,000 \text{ lts.}$$

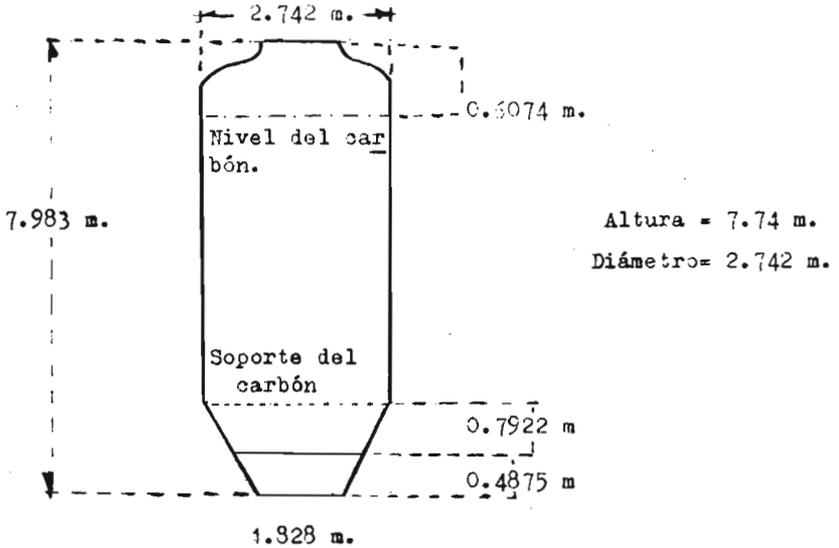
$$\text{No. de clarificadores necesarios} = \frac{\text{volumen}}{\text{volumen del clarificador}} = \frac{40.813}{9,000} =$$

= 4.5. utilizaremos 5 clarificadores

El No. total de clarificadores necesarios será de 8, debido a que 3 de ellos estarán en limpieza y reparación.

#### COLUMNAS DECOLORADORAS.

Las columnas utilizadas en la Industria Azucarera son de tipo modular, cuyas dimensiones son: ( Spencer Pág. 395)



Volumen total de la columna =  $42.7294 \text{ m}^3$

Volumen del espacio vacío =  $6.7955 \text{ m}^3$

Volumen del empaque (carbón) =  $\pi r^2 h = \pi (1.37)^2 (6.094) = 35.9329 \text{ m}^3$

Densidad del Carbón 0.96 kg/Lt

Toneladas de carbón necesarias =  $35,932.9 \text{ lts} \times 0.96 = 34,495.67 \text{ kg}$   
= 34.49567 ton.

Licor a tratar:

Gasto de licor = 5,500 lts/hr

Peso del licor = 7.1992 Ton/hr.

Densidad del licor = 1.30567 kg/lt

Considerando completamente inundada la columna el peso total que deberá soportar es:

Volumen vacío =  $6.7965 \text{ m}^3 = 6,796.5 \text{ Lts.}$  con una densidad de  $1.30657 \text{ kg/lt}$

$6,796.5 \text{ lts} \times 1.30657 \text{ kg/lts} = 8.8801 \text{ ton.}$

Por lo que:

34.49567 Ton. de carbón.

8.88010 Ton. de licor

43.3757 Toneladas

Considerando un 15% de sobre diseño: 44.5257 toneladas

Carbón necesario para las 11 columnas:

$34.49567 \times 11 = 379.4523 \text{ Toneladas}$

Carbón necesario para reposición durante la zafra.

Se necesitan: 0.8 Kg. de carbón/ton. de azúcar ( Dato proporcionado por "Clarimex")

$0.8 \text{ Kg carbón/Ton. Azúcar produ.} \times 115,818.64 \text{ Ton.}$

$92,654.912 \text{ Kg.}$

$= 92.6549 \text{ Ton.}$

Toneladas de carbón necesario en la Zafra:

$379.4523 + 92.6549 = 472.1072 \text{ Ton. de carbón}$

Azúcar producido Ton/Zafra	Carbón necesario 1a. Zafra Ton.	Vol. Total del mate- rial en - las once columnas	Peso total del mate - rial en las once colum- nas.	Kg. Carbón Ton Azúcar
115,818.64	472,1072	470.0234 m <sup>3</sup>	489.7827 Ton.	4.076

Carbón de reposición para las zafra subsecuentes Ton/Zafra

92.6549 Ton.

La necesidad de trabajar con once columnas radica en que, cuando en una columna se agota el carbón hay que regenerarlo y el proceso debe ser continuo por lo que se trabaja normalmente con ocho columnas y las tres restantes operarán cuando una de éstas columnas estén agotadas.

CAPACIDAD DE LOS TACHOS:

1. Toneladas de agua evaporada.

Agua evaporada en la masa de 1a. + Agua evaporada en la masa de 2a. + Agua evaporada en la masa de 3a. = Total

$$17.5929 + 3.8958 + 1.3506 = 22.8393 \text{ Ton/hr.}$$

2. Toneladas de agua necesarias para los condensadores de los tachos.

Con un vacío de 25" de Hg en los tachos = 68.6 cms.

$T = 51.6 \text{ }^\circ\text{C}$        $T_1 = 30^\circ\text{C.}$  a la entrada del enfriador

$\lambda = 585.15 \text{ Kcal/kg}$        $T_2 = 45^\circ\text{C.}$  a la salida del enfriador

$C_p = 1 \text{ Kcal/kg.}$

$$W_1 \lambda_1 = W_2 C_p (T_2 - T_1)$$

$$W_2 = \frac{W_1 \lambda_1}{C_p (T_2 - T_1)} =$$

$$\frac{22.8393 (585.15)}{(1) (45 - 30)} = 891,498.9 \text{ Kg H}_2\text{O/hr}$$
$$= 891,4989 \text{ Ton H}_2\text{O/hr.}$$

3. Consumo de vapor en los tachos.

$$P_v = 9 \text{ Lb/In}^2 = 0.612 \text{ kg/cm}^2$$

$$T_v = 113.9 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\lambda_v = 530.3 \text{ Kcal/kg.}$$

$$W_3 = \frac{W_1 \lambda_v}{\lambda_{v_3}} =$$

$$\frac{22,839.3 (585.15)}{530.3} = 25,245.114 \text{ Kg/hr}$$
$$25,2451 \text{ Ton/hr. de vap.}$$

TEMPLA DE 1a.

1. Tiempo de duración de una templa de 1a. 1.30 horas
2. Número de ciclos durante el día 24 horas
3. Volumen del tacho.

$$\frac{\text{Vol. en 24 horas} = 493,196.13}{\text{No. de ciclos} \quad 15} = 30,824.8 \text{ lts/ciclo} \\ = 30,8248 \text{ m}^3$$

4. Relación de  $\text{m}^2/\text{m}^3 = 6.6$
5. Area de calentamiento:

$$\text{Vol. del tacho X Relación} = 30.8248 \times 6.6 = 203,443 \text{ m}^2$$

6. Número de tachos:

Capacidad de un tacho 30,000 lts.

$$N = \frac{\text{Capacidad}}{\text{Capacidad/tacho}} = \frac{30.8559}{30,0000} = 1.0295$$

N = 1 Tacho.

TEMPLA DE 2a.

1. Tiempo de duración de una templa de 2a. 1.30 horas
2. Número de ciclos durante el día = 24 horas/1.5 hrs. = 16 ciclos.
3. Volumen del tacho:

$$\frac{\text{Vol. en 24 hrs.}}{\text{No. de ciclos}} = \frac{133,695.28}{15} = 8,355.95 \text{ Lts/ciclo} \\ = 8,3559 \text{ m}^3$$

4. Relación de  $\text{m}^2/\text{m}^3 = 6.6$
5. Area de calentamiento:

$$\text{Vol. del tacho X Relación} = 8.3559 \times 6.6 = 55.149 \text{ m}^2$$

6. Número de Tachos:

Capacidad de un tacho 30,000 lts.

$$N = \frac{\text{Capacidad}}{\text{Capacidad/tacho}} = \frac{8.355}{30.00} = 0.278$$

$$N = 1 \text{ Tacho}$$

EMPLA DE 3a.

1. Tiempo de duración de una templa de 3a. 2.00 horas
2. Número de ciclos durante el día = 24 horas/2.00 horas = 12 ciclos
3. Volumen de un tacho:

$$\frac{\text{Vol. en 24 horas}}{\text{No. de ciclos}} = \frac{67,839.3509}{12} = 5,653.28 \text{ Lts/ciclo} \\ = 5,6532 \text{ m}^2$$

4. Relación de  $\text{m}^2/\text{m}^3 = 5.6$
5. Area de calentamiento:

$$\text{Vol. del tacho X relación} = 5,6532 \times 5.6 = 37.3116 \text{ m}^2$$

6. Número de tachos:

Capacidad de un tacho: 30,000 lts.

$$N = \frac{\text{Capacidad}}{\text{Capacidad/tacho}} = \frac{5.6532}{30.00} = 0.188 = 1$$

Número de tachos de refinado = 3 tachos.

CAPACIDAD DE CENTRIFUGAS:

EMPLA DE 1a.

1. Volumen de masa por día: 493,194.13 Lts.

2. Tiempo efectivo de trabajos: 24 horas
3. Centrifuga propuesta para 6,000 T.M.D.  
40" X 24" y 1,500 rpm
4. Capacidad de la centrifuga propuesta ( Pág.517 Hugot)  
254.9 Litros .
5. Duración del ciclo: 3 minutos .
6. Número de cargas en el tiempo de trabajo:  
$$\frac{24 \text{ Horas} \times 60 \text{ min/hr}}{3 \text{ minutos}} = 480 \text{ cargas.}$$
7. Capacidad de centrifugación por día:  
$$\text{Capacidad de centrifugación} = \text{No.de cargas} \times \text{volumen de una carga} = 480 \times 254.9 = 122,352 \text{ Lts/día.}$$
8. Número de centrifugas requeridas:  
$$\frac{\text{Vol. de la templa}}{\text{Capacidad de Cristalización}} = \frac{493,195.13}{122,352.00} = 4.03 \text{ centrifugas}$$

Se utilizarán cinco centrifugas.

TEMPLA DE 2a.

1. Volumen de masa por día: 133,695.28 Lts.
2. Tiempo efectivo de trabajos: 24 horas
3. Centrifuga propuesta para 6,000 T.M.D.  
40" X 24" y 1,500 rpm

4. Capacidad de la centrifuga propuesta:

254.9 lts.

5. Duración del ciclo: 3 minutos

6. Número de cargas en el tiempo de trabajos:

$$\frac{24 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hr}}{3 \text{ minutos}} = 480 \text{ cargas.}$$

7. Capacidad de centrifugación por día:

Capacidad de centrifugación = No. de cargas X volumen de una -  
carga = 480 X 254.9 = 122,352 Lts.

8. Número de centrifugas requeridas:

$$\frac{\text{Vol. de la Planta}}{\text{Capacidad de centrifugación}} = \frac{133,695.28}{122,352.000} = 1.092 \text{ centrifugas}$$

Se utilizarán dos centrifugas

#### TEMPLA DE 3a.

1. Volumen de masa por día: 67,839.35 Lts.

2. Tiempo efectivo de trabajo: 24 horas

3. Centrifuga propuesta para 6,000 T.M.D.

40" X 24" y 1,500 rp.m.

4. Capacidad de la centrifuga propuesta:

254.9 Lts.

5. Duración del ciclo: 3 minutos

6. Número de cargas en el tiempo de trabajos:

$$\frac{24 \text{ horas} \times 60 \text{ min/hr} = 480 \text{ cargas}}{3 \text{ minutos}}$$

7. Capacidad de centrifugación por día:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de centrifugación} &= \text{No. de cargas} \times \text{volumen de una carga} \\ &= 480 \times 254.9 = 122,352 \text{ lts.} \end{aligned}$$

8. Número de centrifugas requeridas:

$$\frac{\text{Vol. de la templa}}{\text{Cap. de centrifugación}} = \frac{67,839.35}{122,352.000} = 0.5544 \text{ centrifuga}$$

Se utilizará una centrifuga.

La batería de centrifugas del área de refinería consta de ocho centrifugas, pero debido a que los fabricantes entregan el equipo en forma de paquetes, y éstos poseen cuatro centrifugas cada uno, así la batería de centrifugas del área de refinería será de dos paquetes.

**CALCULO DEL SECADOR:**

$$\begin{aligned} \text{Azúcar refinada de 1a., 2a. y 3a:} & 29.9090 \text{ Ton/hr} \\ & 29,909.0 \text{ kg/hr} \\ 498.48 &= 500.0 \text{ kg/min.} \end{aligned}$$

Humedad del azúcar al entrar al secador = 2%

Humedad residual del azúcar al salir = 0.028%

Calentador de aire	Secador de Azúcar
$T_{eo} = 26^{\circ}\text{C}$	$T_{es} = 85^{\circ}\text{C}$
$T_{so} = 885^{\circ}\text{C}$	$T_{ss} = 49^{\circ}\text{C}$
% saturación del aire de entrada = 100%	% saturación del aire de salida = 60%
$H_1 = 0.02934 \text{ Kg/m}^3$	$H_2 = 0.47235$
$C_{p_{\text{aire}}} = 0.24 \text{ Kcal/kg}^{\circ}\text{C}$	aire = 1.1047 $\text{Kg/m}^3$ a $26^{\circ}\text{C}$ y 1 atm.

Humedad a evaporar =  $0.02 - 0.00028 = 0.01972 \times 100 = 1.972\% H.$

Agua a evaporar =  $500 \times 0.1972 = 9.86 \text{ kg agua/min.}$

$H_2 - H_1 = 0.04728 - 0.02934 = 0.01794 \text{ kg agua/min.}$

Si  $1 \text{ m}^3$  absorbe  $0.01794 \text{ kg agua/min.}$   
 $x \longrightarrow 9.86$

Para secar el azúcar se necesitan:  $X = 549.6098 \text{ m}^3 \text{ aire/min.}$

ALOR NECESARIO PARA CALENTAR EL AIRE:

$Q = W C_p \Delta T.$

$W = \text{masa} = \text{Volumen} \times \text{densidad} \times 60 \text{ min/hr.}$

$Q = 36,429.2374 \text{ kg/hr} \times 0.24 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C} \times (85 - 21.4) ^\circ\text{C}$

$Q = 512,340.794 \text{ Kcal/hr.}$

Si empleamos vapor de  $150 \text{ lb/in}^2$  ó  $10.54 \text{ kg/cm}^2$  para calentar el aire:

De las tablas de vapor ( pág. 554 Hugot) obtenemos:

$T_v = 185.2 ^\circ\text{C} \quad \lambda_v = 476.57 \text{ Kcal/kg.}$

El vapor consumido =  $\frac{512,340.794 \text{ Kcal/kg}}{476.57 \text{ Kcal}} = 1,075.058 \text{ kg/vapor/hr.}$   
 kg.

EDIDAS DEL SECADOR:

$q = V \times A$  donde:

$V = \text{Velocidad}$

$Q = \text{Volumen}$

$A = \text{Area}$

$D = \text{Diámetro}$

$L = \text{Longitud}$

$$q = \frac{549.6098 \text{ m}^3/\text{min}}{60 \text{ seg./min}} = 9.1601 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$V = 0.8534 \text{ m/seg.}$$

$$A = \frac{q}{V} = \frac{9.1601 \text{ m}^3/\text{seg.}}{0.8534 \text{ m/seg.}} = 10.7337 \text{ m}^2$$

$$A = 0.785 D^2 \text{ de donde}$$

$$D^2 = A / 0.785$$

$$D = \sqrt{\frac{10.7337}{0.785}} = 3.6977 \text{ m}$$

$$L = 5 \times D = 5 \times 3.6977 \text{ m} = 18.4888 \text{ m.}$$

Medidas del secador más el 15% de sobre diseños:

$$\text{Area} = 10.7337 \text{ m}^2 = 12.343 = 12.4 \text{ m}^2$$

$$\text{Diámetro} = 3.6977 \text{ m} = 4.2535 = 4.3 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 18.4888 \text{ m} = 21.2621 = 21.3 \text{ m}$$

Se utilizará un secador, con una longitud de 21.30 m y el diámetro será de 4.3 m.

Y un granulador de las mismas características.

CALCULO PARA EL DISEÑO DE UN TRANSPORTADOR DE GUSANO SIN-FIN PARA AZUCAR REFINADO.

Bases de Cálculo:

- |    |   |                       |
|----|---|-----------------------|
| a) | Capacidad de molienda diaria            | 5,000 T.C.D.          |
| b) | Distancia a transportar horizontalmente | 10 mts.               |
| c) | Tipo de material                        | azúcar refinado       |
| d) | Densidad del material                   | 800 kg/m <sup>3</sup> |
| e) | Peso del material                       | 29.9090 Ton/hr.       |

CALCULO DE LA POTENCIA:

$$\text{Donde: } C = 30,149 \text{ Kg/hr} \times \frac{1}{800 \text{ Kg/m}^3} = \frac{37.3862 \text{ m}^3/\text{hr}}{60 \text{ min/hr.}} = 0.6231 \text{ m}^3/\text{min.}$$

F = 1 para azúcar refinada.

Por lo que:

$$C. V. = \frac{0.6231 \times 10 \times 29.9090 \times 1}{4,500} = 41.4142 \text{ H.P.}$$

Considerando que el rendimiento de la transmisión es de 90%:

$$C. V. = 41.4142 \times 1.1 = 45.555 \text{ H.P.}$$

DIMENSIONES DEL TRANSPORTADOR:

Diámetro del tornillo = 36 cms. ( 14" )

Vel. mínima = 60 rpm

Vel. máxima = 73 rpm

Se utiliza el 82.19% de la capacidad instalada

TRANSPORTADOR DE BANDA:

CALCULO DE LA POTENCIA. (Perry, Pág. 2108)

Bases de Cálculo:

- a) Capacidad 30 Tm/hr
- b) Distancia a transportar 15 m.
- c) Densidad del material 1200 kg/m<sup>3</sup>

$$C. V. = ( Tm/hr ) H X 0.0073 X C$$

Donde:

H = Distancia a transportar.

C = Factor del tipo de material ( Tabla 13, pág. 2107 Perry)

En este caso:

$$C = 2$$

$$H = 15 \text{ m.}$$

$$C.V. = 30 X 15 X 0.0073 X 2 = 6.57 \text{ H.P.}$$

Considerando un sobrediseño del 15%:

$$C.V. = 6.57 X 1.15 = 7.55 \text{ H.P.}$$

Y considerando un 90% de eficiencia en la transmisión:

$$C.V. = \frac{7.55 X 100}{90} = 8.38 \text{ H.P.}$$

90

DIMENSIONES DEL TRANSPORTADOR:

Las dimensiones del transportador estarán dadas de acuerdo a la capacidad en Tm/hr y la densidad del material. Se encuentran las características del transportador en la tabla 16, pág. 2,111 del Perry.

Densidad = 1,200 Kg/m<sup>3</sup>

Ton m/hr = 30 X 15 % de sobrediseño = 34.5 Ton m/hr por lo que se escoge una capacidad inmediata superior ( 38.5 Ton m/hr)

1. Se transportarán 39.5 m<sup>3</sup>/hr a una velocidad de 30.5 m/min.
2. La sección transversal de la carga será de 0.0175 m<sup>2</sup>
3. Capas de la banda: mínimas 4, Máximas 6
4. Ancho de la banda 46 cms.
5. Velocidad máxima admisible 107 m/min.

#### LEVADOR DE CANGILONES:

##### BASES DE CALCULO:

a)	Capacidad a transportar	30 Ton m/hr
b)	Distancia a transportar	10 m.
c)	Densidad del azúcar	380 kg/m <sup>3</sup>
d)	Un sobre-diseño del	15 %
e)	Contenido de terrones	10% máx.

##### CALCULO:

La capacidad será por lo tanto de 30 X 1.15 = 34.5 Ton m/hr de la Tabla se escoge la capacidad inmediata superior que es de 42 Ton m/hr.

Las características del transportador ( de la Tabla 7, pág. 2,099 del Perry, son:

-	Distancia entre los cangilones	46 cms.
-	Tamaño del cangilón (Longitud x Ancho)	36 X 18 cms.

- Tamaño máximo de terrones 10.2 cms.
- Velocidad 81.7 m/min

Estando llenos los cangilones en un 75%, la potencia necesaria del motor se obtiene mediante la fórmula de la pág. 2,099 del Perry:

$$\frac{Tm/Hr \times 2 \times \text{la elevación}}{270} = \frac{35 \times 2 \times 10}{270} = 2.59 \text{ H.P.}$$

Con una transmisión del 90%:

$$\frac{2.59 \times 100}{90} = 2.88 \text{ H.P.}$$

Se utilizará un motor de 5 caballos.

7. CALCULO DE LOS CONDENSADORES DE CHORRO.

Para calcular los condensadores de chorro se utilizan las siguientes fórmulas y secuencia:

1. TUBOS DE ALIMENTACION DE VAPOR:

$$1. \quad Q_1 = \frac{Q}{d}$$

$$2. \quad S_1 = \frac{Q_1}{V_1}$$

$$3. \quad D_1 = \sqrt{\frac{4S_1}{\pi}}$$

II. CONDENSADOR:

$$1. \quad H_1 = \text{Tabla 135 Hugot.}$$

$$2. \quad S_2 = 2 S_1$$

$$3. \quad D_2 = \sqrt{\frac{4S_2}{\pi}}$$

$$4. \quad W = \frac{607 + 0.3 t_v - t_2}{t_2 - t_1}$$

$$5. \quad Q_2 = W \times Q$$

$$6. \quad t_2 = t_v - \Delta P$$

III. TUBO DE AGUA DE INYECCION:

$$1. \quad h_1 = H_1$$

$$2. \quad V_2 = a \sqrt{2 gh}$$

$$3. Q_3 = \frac{Q_2}{1,000}$$

$$4. S_3 = \frac{Q_3}{V_2}$$

$$5. D_3 = \sqrt{\frac{4 S_3}{\pi}}$$

VI. COLUMNA BAROMETRICA:

$$1. S_4 = \frac{Q (W + 1)}{V_3 (1,000)} = \frac{Q_4}{V_3}$$

$$2. D_4 = \sqrt{\frac{4 S_4}{\pi}}$$

3.  $\alpha$  = Tabla 143 Hugot

$$4. h_2 = (1 + \alpha) \frac{V_3^2}{2g}$$

5.  $H_0$  = Presión atmosférica a nivel del mar = mm Hg X peso específico Hg.

$$6. H_2 = H_0 + h_2 + S$$

Las bases de Cálculo para diseñar los eyectores de vacío que se encuentran en los cuadros son:

- a.  $P_{\text{vacío}} = 66 \text{ cms.Hg}$
- b.  $d = 0.0912 \text{ KG/m}^3$
- c.  $V_1 = 53 \text{ mts/seg.}$
- d.  $t_v = 51.6 \text{ }^\circ\text{C}$
- e.  $t_1 = 30.0 \text{ }^\circ\text{C}$
- f.  $V_3 = 3 \text{ mts/seg.}$

CONDENSADOR DEL	TUBO DE VAPOR				CONDENSADOR			
	$Q = \text{Kg/seg}$	$Q_1 = \text{m}^3/\text{seg}$	$S_1 = \text{m}^2$	$D_1 = \text{m}$	$U_1 = \text{m}$	$S_2 = \text{m}^2$	$D_2 = \text{m}$	$N = \text{Kg/Kg}$
TACHO DE "A"	4.0000	43.8761	0.8278	1.0256	2.8135	1.6556	1.4518	57.5754
TACHO DE "B"	3.2598	35.7434	0.6744	0.9266	2.7245	1.3488	1.3105	57.5754
TACHO DE "C"	2.8690	31.4583	0.5935	0.8693	2.6776	1.1970	1.2293	57.5754
40. CUERPO DE EVAPORACION	9.7500	104.9078	2.0171	1.6025	3.5601	4.0342	2.2663	57.5754
TACHO DE 1a.	4.7650	52.2478	0.9858	1.1203	2.9051	1.9716	1.5844	57.5754
TACHO DE 2a.	1.0321	11.8651	0.2238	0.5338	2.2500	0.4476	0.7549	57.5754
TACHO DE 3a.	0.3750	4.1118	0.0775	0.3142	1.6882	0.1551	0.4444	57.5754

TUBO DE AGUA FRIA								
$Q_2 = \text{Lt/seg}$	$t_2 = ^\circ\text{C}$	$h_1 = \text{m}$	$V_2 = \text{m/seg}$	$Q_3 = \text{m}^3/\text{seg}$	$S_3 = \text{m}^2$	$D_3 = \text{m}$	$Q_4 = \text{m}^3/\text{seg}$	$S_4 = \text{m}^2$
230.3880	40.6	2.8135	3.7130	0.2303880	0.0520	0.2809	0.2343	0.0781
187.6843	40.6	2.7245	3.6537	0.1876843	0.0513	0.2557	0.1909	0.0636
165.1838	40.6	2.6776	3.6221	0.1651838	0.0456	0.2409	0.1580	0.0560
561.3601	40.6	3.5661	4.1801	0.5613601	0.1343	0.4135	0.5711	0.1903
274.3466	40.6	2.9051	3.7730	0.2743467	0.0727	0.3042	0.2791	0.0930
62.3023	40.6	2.2500	3.3204	0.0623023	0.0187	0.1545	0.0633	0.0211
21.5900	40.6	1.6888	2.8766	0.021150	0.0075	0.0977	0.0219	0.0073

C O L U M N A                      B A R O M E T R I C A					
$h_1 = m$	$\alpha$	$h_2 = m$	$h_3 = m$	$h = m$	$H = m$
0.3153	0.8541	0.8513	10.20	0.5	11.5513
0.2846	0.9462	0.8931	10.20	0.5	11.5931
0.2670	0.9990	0.9179	10.20	0.5	11.6179
0.4922	0.5539	0.7135	10.20	0.5	11.4135
0.3441	0.7677	0.8110	10.20	0.5	11.5117
0.1540	1.7040	1.2416	10.20	0.5	11.9416
0.0965	2.8450	1.7655	10.20	0.5	12.4655

DEFINICION DE VARIABLES

NOMENCLATURA	DEFINICION	UNIDADES
a	Coeficiente que varía de acuerdo con el largo del tubo, sus codos, válvulas y - otros obstáculos que presente a la corriente, generalmente es del orden de 0.5	Adimensional
$\alpha$	Coeficiente que depende del diámetro y de los accesorios en el tubo (Tabla 143 Hugot)	Adimensional
Q	Gasto de vapor	kg/seg
Q <sub>1</sub>	Gasto de vapor	m <sup>3</sup> /seg
Q <sub>2</sub>	Gasto de agua de inyección	Lts/seg
Q <sub>3</sub>	Gasto de agua de inyección	m <sup>3</sup> /seg
W	Relación entre el peso de agua fría y peso del vapor al condensador	kg/kg
S <sub>1</sub>	Sección transversal del tubo de vapor	m <sup>2</sup>
S <sub>2</sub>	Sección transversal del condensador (Tabla 136 Hugot)	m <sup>2</sup>
S <sub>3</sub>	Sección transversal del tubo de agua de inyección	m <sup>2</sup>

$S_4$	Sección transversal de la columna	$m^2$
$D_1$	Diámetro del tubo de vapor	m
$D_2$	Diámetro del condensador	m
$D_3$	Diámetro del tubo de agua de inyección	m
$D_4$	Diámetro de la columna	m
$V_1$	Velocidad del vapor: recomendada según el vacío existente en el cuerpo (Tabla 138 Hugot)	m/seg
$V_2$	Velocidad del agua de inyección	m/seg
$V_3$	Velocidad de la corriente en la columna: 2 - 3 m.	m/seg
$H_1$	Altura del condensador (Tabla 135 Hugot)	m
$H_2$	Altura de la columna barométrica	m
$H_0$	Carga hidrostática correspondiente al máximo vacío del condensador = 10.2	
$h_1$	Altura del agua fría a la entrada del condensador	m
$h_2$	Carga necesaria para dar al agua la velocidad de descenso deseada	m
s	Márgen de seguridad = 0.5	m
$t_1$	Temperatura de agua disponible	$^{\circ}C$
$t_2$	Temperatura del agua saliente que deja el condensador	$^{\circ}C$

$t_v$	Temperatura del vapor que entra al condensador	$^{\circ}\text{C}$
$\Delta t$	Aproximación = $t_v - t_2 = 11$	$^{\circ}\text{C}$
$d$	Densidad del vapor a la presión de vacío existente ( Tabla 138 Hugot)	$\text{kg/m}^3$
$g$	Aceleración de la gravedad = 9.8	$\text{m/seg/seg.}$

1.8 GENERACION DE VAPOR

1. Composición del bagazo seco.

$$C = 47\%$$

$$H = 6.5\%$$

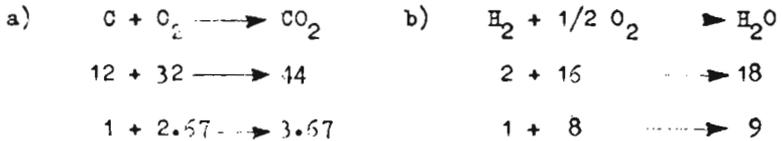
$$O = 44\%$$

$$\text{Cenizas} = 2.5\%$$

2. Composición del aire seco.

	℅ Peso	℅ volumen
O <sub>2</sub>	23.15	20.84
N <sub>2</sub>	76.85	79.16

3. Reacciones efectuadas en la combustión.



I. Balance

1. Pase de Cálculo: 1 kg. de bagazo seco.

2. Oxígeno necesario.

$$C \quad 0.47 \times 2.67 = 1.250 \text{ kg de } O_2 = 0.875 \text{ m}^3 \text{ de } O_2$$

$$H_2 \quad 0.065 \times 8 = \underline{0.520} \text{ Kg de } O_2 = \underline{0.364} \text{ m}^3 \text{ de } O_2$$

$$\text{TOTAL} \quad 1.770 \text{ kg de } O_2 = 1.240 \text{ m}^3 \text{ de } O_2$$

$$\text{El bagazo contiene } 0.440 \text{ kg de } O_2 = 0.308 \text{ m}^3 \text{ de } O_2$$

$$\text{El aire debe proporcionar } 1.330 \text{ kg. de } O_2 = 0.932 \text{ m}^3 \text{ de } O_2$$

b) Nitrógeno

$$1.33 \times \frac{75.85}{23.15} = 4.42 \text{ kg} - 3.535 \text{ m}^3$$

2. Peso y volumen de aire

$$\text{Peso} = 1.33 + 4.42 = 5.75 \text{ kg.}$$

$$\text{Volumen} = 4.458 \text{ m}^3$$

3. Tomando como base de cálculo bagazo húmedo y un exceso de aire del 40-50%, ya que con esta cantidad se obtiene un 12 - 14% de  $\text{CO}_2$  en volumen ( supuestos gases secos) lo que da una buena eficiencia en calderas

Cantidades a calcular:

- a) Peso de aire empleado =  $P_a = 5.75 ( 1 - w ) \text{ m}$
- b) Volumen de aire empleado =  $V_a = 4.47 ( 1 - w ) \text{ m}$
- c) Peso de productos gaseosos =  $P_g = 5.75 ( 1 - w ) \text{ m} + 1$

Cantidades del producto gaseoso

- Nitrogeno  $\text{N}_2 = 4.42 ( 1 - w ) \text{ m}$
- Oxígeno  $\text{O}_2 = 1.33 ( 1 - w ) ( \text{m} - 1 )$
- Agua  $\text{H}_2\text{O} = 0.585 ( 1 - w ) + w$
- Bióxido de carbono  $\text{CO}_2 = 1.72 ( 1 - w )$
- d) Volumen de los gases =  $V_g = 4.47 ( 1 - w ) \text{ m} + 0.572w + 0.672$
- e) Peso de los gases ( supuestos secos)  $P_{gs.} = ( 1 - w )$

$$( 5.75 m - 0.415)$$

- f) Volumen de los gases ( supuestos secos) Vgs = 4.47  
( 1 - w) m - 0.055 ( 1 - w)

Bases de Cálculo para 6,000 T.C.D.

- T.C.H. = 6,000/24 = 250 T. C.H.
- Asumiendo f= fibra en caña = 14.5 %
- Asumiendo F= fibra en bagazo = 50%
- Bagazo = B = 100 f/F = 100 (.145/.50) = 29%
- ° T.B.H. = 250 x .29 = 72.5
- Asumiendo humedad en bagazo = w = 45%
- Asumiendo relación del peso del aire empleado al peso del aire estrictamente necesario = m=1.5

° Esta cantidad de bagazo obtenida es teórica, es decir, se considera que el guarapo no arrastra consigo cantidad alguna de bagazo durante la molienda.

4. Tabla que muestra los resultados obtenidos en peso y volumen de aire necesario y gases producidos para y por la com bustión del bagazo.

	Por 1 kg. de bagazo	Por 72500 kgs.de bagazo	
Pa	4.743 kg	343,795.0	
Va	3.6877 "	267,358.25	
Pg	5.75 "	416,875.0	100 %
	N <sub>2</sub> 3.65 "	264,625.0	63.6%
	O <sub>2</sub> 0.365 "	26.462.5	6.362%
	H <sub>2</sub> O 0.772 "	55,970.0	13.45%
	CO <sub>2</sub> 0.95 "	68,875.0	16.56%
Vg	4.617 m <sup>3</sup>	334,732.5	
Pgs	4.972 kg	360,470.0	
Vgs	3.660 m	265,350.0	

NOTA: Los volúmenes obtenidos son a condiciones normales ( 0°C y 760 mmHg)

5. Comprobación de la proporción óptima de CO<sub>2</sub> producido ( Proporción en base al volumen de gases producidos supuestos secos).

a) Vol. de CO<sub>2</sub> en gases secos =  $0.875 ( 1 - w ) = 0.875 ( 1 - .45 ) = 0.48125 \text{ m}^3$

b) Vol. total de gases secos =  $V_{gs} = 3.66 \text{ m}^3$

c) Porcentaje =  $\frac{.48125 \times 100}{3.66} = 13.159 \% \text{ valor que concuerda con lo - supuesto en (4.)}$

II. Cálculo de la temperatura de combustión:

1. Valor calórico normal del bagazo + Von =  $4250 - 4850 w$   
 =  $4250 - 4850 (.45)$   
 =  $2067.5 \text{ Kcal/kg}$

2. Cálculo de la temperatura

$$T = t - \frac{\alpha \beta_0 V_{cn}}{[\sum P_{c_i}]_0}$$

Donde:

$\alpha$  = .99 = Coeficiente que incluye los sólidos no quemados

$\beta_0$  = .99 = Coeficiente que incluye las pérdidas por radiación.

C = Calor específico de los gases (Tabla 151 Hugot)

t = 25°C

Calculamos por medio de iteraciones:

$$^{\circ}T \longrightarrow C_1 \longrightarrow (P_{c_i}) \longrightarrow \sum P_{c_i} \longrightarrow T = T^{\circ}$$

Para 1,000 °C

N <sub>2</sub>	.286	1.0439		
O <sub>2</sub>	.25	0.09125	2.08043	999.9 = 1,000
H <sub>2</sub> O	.779	0.60138		
CO <sub>2</sub>	.352	0.3439		

II. Producción de vapor

1. Pérdida de calor sensible en los gases de la combustión.

(asumiendo una temperatura de los gases de t=180°C)

$$q = t (1-w) \left( 1.4 \frac{+0.5}{1-.45} - 0.12 \right) = 180 (1-.45) \left( 1.4 \times 1.5 \frac{+0.5}{1-.45} \right)$$

- 0.12) =

$$q = 286 \text{ Kcal.}$$

2. Calor transmitido al vapor.

$$Mv = (Vcn - q) \approx \beta n = (2067.5 - 286) (.99) (.99) (.95) = 1,658.74$$

Donde  $n = .95$  = coeficiente que incluye una mala combustión.

$$3. \quad \left. \begin{array}{l} \text{Vapor a } P = 250 \text{ # m} = 17.577 \text{ kg/cm}^2 \\ T = 710 \text{ }^\circ\text{F} = 376.66 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right\} H = 1375.4 \text{ Btu/lb} = 764.1 \text{ Kcal}$$

a) Agua de alimentación a caldera a  $T = 194^\circ\text{F} = 90^\circ\text{C}$  ----->  
 $H = 90 \text{ Kcal}$

b) Calor necesario  $H = 764.1 - 90 = 674.1 \text{ Kcal}$

c) Un kilogramo de bagazo dará

$$\frac{1658.7}{674.1} = 2.46 \text{ kg. de vapor a } 17.57 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } 376^\circ\text{C}$$

d) Con 72,500 kg. de bagazo podemos obtener (cantidad teórica)

$$72,500 \times 2.46 = 178,399.44 \text{ kg de vapor/hr.}$$

e) Con 69,500 kgs. de bagazo podemos obtener (cantidad real obtenida en el balance de materia del departamento de molienda)

$$69,500 \times 2.46 = 170,970 \text{ kgs. de vapor/hr.}$$

f) Cantidad de bagazo obtenido por tonelada de azúcar producida:

$$\frac{69.5 \text{ ton bagazo/hr}}{29.9090 \text{ ton azúcar/hr.}} = 2.3237 \text{ tons. de bagazo}$$

9. Totales:

TONELADAS / ZAFRA				
	Bagazo obtenido	Vapor necesario	Bagazo necesario	Bagazo sobrante
1a. Zafra	152,450.64	394,993.40	150,566.42	1884.21
2a. Zafra	213,502.60	519,124.53	211,026.23	2476.26
3a. Zafra	256,763.40	648,905.654	263,782.80	2980.60

CONSUMO DE VAPOR EN EL TURBOGENERADOR.

De la Tabla 20% Hugot:

La potencia total media instalada en una fábrica electrificada con excepción de los molinos es:

$$15 \text{ kw/ T.C.H.} = 20 \text{ H.P./T.C.H.}$$

A. Potencia total necesaria.

$$\frac{20 \text{ H.P.}}{.85} = 25 \text{ H.P./T.C.H.} \times 250 \text{ T.C.H.} = 6250 \text{ H.P.H.}$$

$$.85 \times .97$$

.85 Es el rendimiento medio de los motores eléctricos.

.97 Es el rendimiento de las líneas de transmisión.

B.  $Q_t = 4.3118 \text{ Kg/HPH} \times 6250 \text{ HPH} = 26,948.75 \text{ Kg de vapor/hr.}$

C.  $Q_{tr} = 26948.75 \times 1.06 = 28,565.675 \text{ Kg de vapor/hr.}$

6% por que hay pérdidas por condensación y/o fugas en la línea.

D. Sale del Turbogenerador.

$$Q_s = 26,948.75 \times .95 = 25,601.3125 \text{ Kg vapor/hr.}$$

Se considera un 5% por pérdidas por condensación y/o fugas en el Sistema.

1.9 CONSUMO DE VAPOR EN FABRICA

1. Consumo de vapor durante la zafra:

Los siguientes datos se han obtenido de el balance de materia y energía efectuado anteriormente.

a) Se consume vapor de alta presión, generado en calderas:

Turbinas de batey y molienda	19,859.1 kg/hr
Turbogeneradores	26,948.76 "
Pre-evaporador	<u>77,000.00 "</u>
	123,817.75 "

b) Se dispone de vapor de baja presión, proveniente de:

Turbinas de batey y molienda	18,875.64 kg/hr
Turbogeneradores	25,601.31 "
Pre-evaporador	<u>62,195.89 "</u>
	106,672.84 "

c) Se consume vapor de baja presión en:

Clarificación	28,454.28 kg/hr
Cuadruple efecto	26,000.00 "
Tachos de crudo	39,051.50 "
Tachos de refinado	25,246.00 "
Calentador de Refinería	1,521.00 "
Secador	<u>1,075.00 "</u>
	121,457.78 "

d) Vapor faltante:

$$121,457.78 - 106,672.84 = 14,784.78 \text{ Kg/hr.}$$

e) Vapor que se requiere:

$$123,817.00 + 14,784.78 = 138,601.78 \text{ Kg/hr.}$$

Asumiendo un 6% y 15% más por pérdidas y condensación en las tuberías, y por imprevistos respectivamente:

$$138,601.78 \times 1.06 \times 1.15 = 168,955.57 \text{ Kg/hr.}$$

Vapor necesario:

$$168,956.0 \text{ Kg/hr.}$$

f) Por tonelada de azúcar producida serán necesarios:

$$\frac{168,956 \text{ Ton/hr de vapor}}{29,9090 \text{ ton.de azúcar/hr.}} = 5.65 \text{ ton. de vapor}$$

g) Vapor necesario para:

$$1a. \text{ zafra } 5.65 \text{ ton vap } \times 69,910.336 \text{ ton.azúcar} = 394,993.40 \text{ ton/zafra}$$

$$2a. \text{ zafra } 5.65 \text{ ton. vap. } \times 91,880.448 \text{ ton.azúcar} = 519,124.53 \text{ ton/zafra}$$

$$3a. \text{ zafra en } 5.65 \text{ ton. vap. } \times 114,850.56 \text{ ton.azúcar} = \text{adelante} \\ 648,905.664 \text{ ton/zafra}$$

2. Consumo de vapor durante Refundición.

a) Se consume vapor de alta presión, generado en calderas, en:

$$\text{Turbogeneradores} \quad 26,948.75 \text{ kg/hr}$$

b) Se dispone de vapor de baja presión proveniente de:

Turbogeneradores 25,601.31 kg./hr.

c) Se consume vapor de baja presión en:

Tachos de Crudo 39,051.5 kg/hr

Tachos de refinado 25,246.0 "

Calentador de Refinería 1,621.0 "

Secador 1,075.0 "

66,993.5 "

d) Vapor faltante:

$$66,993.5 - 25,601.31 = 41,392.19 \text{ kg/hr}$$

e) Vapor que se requiere:

Cantidad necesaria considerando el 6% y 15% por fugas y condensación y por imprevistos respectivamente.

$$(26,948.75 + 41,392.19) \times 1.06 \times 1.15 = 83,307.0 \text{ kg/hr.}$$

Vapor necesario:

$$83,308.0 \text{ Kg/hr.}$$

f) Por tonelada de azúcar producida serán necesarios:

$$\frac{83,308 \text{ ton. de vapor/hr}}{32,7253 \text{ ton. de azúcar/hr.}} = 2.5456 \text{ ton. de vapor}$$

g) Por periodo de refundición serán necesarios:

$$2.5456 \text{ ton. de vapor} \times 70,000 \text{ ton. azúcar} = 178,192.0 \text{ ton. de vapor.}$$

Consumo de Energía Eléctrica:

Para una fábrica electrificada con excepción de los molinos,  
de la Tabla 205 Hugot:

13.2 kw/T.C.H.

a) Energía necesaria:

13.2 Kw/T.C.H. x 250 T.C.H.=4550 Kw/hr.

b) Por tonelada de azúcar producida:

$$\frac{4550 \text{ Kw/hr.}}{29.9090 \text{ ton.azúcar/hr.}} = 152.128 \text{ kw.}$$

RESUMEN DE EQUIPO

El equipo anteriormente calculado puede considerarse como el básico para el funcionamiento de un Ingenio Azucarero. A continuación se enlista dicho equipo y las especificaciones más importantes para su cotización.

BATEY:

(Una)	Superficie necesaria para almacenamiento de caña	5,000 mts <sup>2</sup>
(Dos)	Grúas Autoestables con:	
	Fuerza de levantamiento	12.5 tons.
	Radio de Acción	33.54 mts.
	Altura máxima de toma	8 mts.
(Una)	Mesa alimentadora con:	
	Superficie de motor de:	157 mts. <sup>2</sup>
	Motor de:	78.5 h.p.
(Un)	Conductor principal con:	
	Longitud horizontal	31.5 mts.
	Longitud parte inclinada	15 - 18 mts.
	Ancho del conductor	2.134 mts.
	Velocidad del conductor	9.36 m/min
	Motor de	125 H.P.

(Un)	Juego de niveladores con:		
	Motor de		50 H.P.
	Velocidad de Rotación		40-50 r.p.m.
(Un)	Juego de Cuchillas con:		
	Número de hojas		30
	Paso		68.8 mm.
	Ajuste		23 cm.
	Velocidad de rotación		400 r.p.m.
	Accionada con turbina de		500 H.P.
(Un)	Juego de cuchillas con:		
	Número de hojas		42
	Paso		50 mm.
	Ajuste		5 cm.
	Velocidad de Rotación		600 r.p.m.
	Accionada con turbina de		500 H.P.
(Una)	Desfibradora de martillos tipo Searby:		
	Diámetro		1.065 mts.
	Longitud		2.134 mts.
	Accionada con turbina		610 H.P.

MOLIENDA:

(Seis) Molinos con tres masas cada uno:

Diámetro	1.55 mts.
Longitud	2.134 mts.
Velocidad periférica	18.73 m/min
Velocidad de rotación	5.6 r.p.m.
Presión Hidráulica	454.54 tons
Potencia consumida	500 H.P.

(Cinco)	Conductores Intermedios con:	
	Inclinación	25° - 30°
	Velocidad lineal	20.6 m/min

CLARIFICACION:

(Una)	Báscula Pesadora con:	
	Número de tanques pesadores	2
	Capacidad	300 ton/hr.
(Un)	Horno de Azufre con:	
	Superficie de cada charola	1.13 m <sup>2</sup>
	Superficie total	5 m <sup>2</sup>
	Número de Charolas	5
	Altura	1.75 m.
	Diámetro	1.50 m.
(Una)	Torre de sulfitación con:	
	Altura	5 m.
	Lado	1.5 m.

	Ancho	1.5 m.
	Número de Platos	16
Dos)	Tanques de Lechada de Cal:	
	Volumen de cada tanque	13,500 lts.
	Diámetro	2.58 m.
	Altura	2.60 m.
Tres)	Cambiadores de Calor:	
	Coficiente de Transferencia de calor	157.54 $\frac{\text{BTU}}{\text{lb hr } ^\circ\text{C}}$
	Area de Transferencia para cada uno	325 m <sup>2</sup>
	Diámetro de la Carcaza	1050 mm
	Número de pasos	12
	Tubos por paso	312
	Sección del tubo	1.96 dm <sup>2</sup>
	Longitud del tubo	4.275 m
Un)	Clarificador Rapido:	
	Diámetro	10.97 m.
	Area total	378 m <sup>2</sup>
	Volumen del guarapo	590.48 m <sup>3</sup>
	Altura	6.25 m

(Cuatro)	Filtro Rotatorio:		
		Superficie filtrante total	1408 t
	Dos filtros:		
		Superficie de cada uno	302 ft <sup>2</sup>
		Diámetro	2.44 m.
		Largo	3.66 m.
	Dos filtros:		
		Superficie de cada uno	402 ft <sup>2</sup>
		Diámetro	2.44 m.
		Largo	4.88 m.
(Un)	Tanque de Guarapo:		
		Capacidad	40,000 lts.
		Diámetro	3,206 m.
		Altura	3,706 m.

**EVAPORACION:**

(Un) Pre-calentador de 1560 m<sup>2</sup> de superficie de calentamiento. Proverá de vapor al primer cuerpo de un cuádruple efecto, a los tachos y cambiadores de calor.

(Un) Cuádruple efecto:  
Primer cuerpo de 1340 m<sup>2</sup> de sup. de calentamiento.

Segundo cuerpo de  $1340 \text{ m}^2$  de sup. de calenta-  
miento

Tercer cuerpo de  $1720 \text{ m}^2$  de sup. de calenta-  
miento

Cuarto cuerpo de  $1720 \text{ m}^2$  de sup. de calenta-  
miento.

Superficie total  $6120 \text{ m}^2$

Un) Condensador barométrico de chorro

Altura 3.56 m.

Diámetro 2.26 m.

para un gasto de 561.36 Lt/seg

RISTALIZACION:

Tres) Tachos

Tacho A de  $30.0 \text{ m}^3$  y  $200 \text{ m}^2$  de superficie de  
calentamiento

Tres) Tacho B de  $30.0 \text{ m}^3$  y  $200 \text{ m}^2$  de superficie

Un) Tacho C de  $30.0 \text{ m}^3$  y  $200 \text{ m}^2$  de superficie

Dos) Portatemplas para templa A de  $75 \text{ m}^3$

Dos) Portatemplas para templa B de  $75 \text{ m}^3$

Dos) Portatemplas para templa C de  $75 \text{ m}^3$

Tres) Cristalizadores para templas de C tipo Werkspoor de  $51.35 \text{ m}^3$

	Diámetro	3.35 m
	Longitud	12 m
	20 discos en la zona de Enfriamiento	
	5 discos en la zona de calentamiento	
	Superficies de transferencia de Calor	
	Area enfriamiento	272 m <sup>2</sup>
	Area Calentamiento	71 m <sup>2</sup>
(Siete)	Centrífugas para templa A de 40" x 24" ( 1,015 mm x 610 mm)	
	Duración del ciclo	4 min.
(Siete)	Centrífugas para templa B de 40" x 24" (1,015 mm x 610 mm)	
	Duración del ciclo	6 min.
(Nueve)	Centrífugas para Templa C de 40" x 24" (1,015 x 610 mm)	
	Duración del ciclo	12 min.
(Tres)	Condensadores Barométricos de chorro para tachos de A	
	Altura	2.81 m
	Diámetro	1.45 m
	Para un gasto de	230.38 lit./seg
(Tres)	Condensadores Barométricos de chorro para Tachos de B	

Altura	m
Diámetro	m
Para un gasto de	lts/hr

REFINERIA:

(Un) Transportador de gusano sinfin para azúcar  
mascabado

Longitud	10 m.
Capacidad	26.5 m <sup>3</sup> /min
Potencia del motor	60 c.v.
Diámetro del tornillo	36 cm.
Velocidad mínima	50 r.p.m.
Velocidad máxima	58 r.p.m.

FUNDICION:

(Dos) Tanques cilindricos

Volumen	12,000 lts.
Diámetro	2.5 m
Altura	2.5 m.

(Dos) Calentadores

Coficiente de transferencia de calor	737.34 kcal/m <sup>3</sup> HR °C
Area de transferencia de calor c/u	42.06 m <sup>2</sup>

Diámetro de la Carcaza	790 mm.
Número de pasos	16
Tubos por paso	10
Sección del tubo	0.754 dm <sup>2</sup>
Longitud del tubo	3.205 m

CLARIFICACION:

(Ocho) Clarificadores tipo Williamson

Volumen de cada uno	40,813 lt
Clarificadores necesarios	6
Clarificadores repuesto	2

Dimensiones:

Longitud	3 m.
Ancho	1.5 m.
Altura total	1.5 m.

DECOLORACION

(Once) Columnas Decoloradoras tipo modular

Dimensiones:

Diámetro	2.742 m.
Altura	7.903 m

Características:

Volumen total	42.7294 m <sup>3</sup>
Volumen del espacio vacío	6.7965 m <sup>3</sup>

Volumen de carbón	35.9329 m <sup>3</sup>
Gasto de licor	5,500 lt/hr

CRISTALIZACION

Tachos:

- (Un) Tacho para templeas de 1a. de 30.0 m<sup>3</sup> y 203 m<sup>2</sup> de superficie de calentamiento
- (Un) Tacho para templeas de 2a. de 30.0 m<sup>3</sup> y 203 m<sup>2</sup> de superficie de calentamiento
- (Un) Tacho para templeas de 3a. de 30.0 m<sup>3</sup> y 203 m<sup>2</sup> de superficie de calentamiento

CENTRIFUGADO

Capacidad de las Centrifugas:

- (Cinco) Centrifugas para templeas de 1a. de 40" x 24" (1,015 mm x 610 mm)  
Duración del ciclo 3 min.
- (Dos) Centrifugas para templeas de 2a. de 40" x 24" (1,015 mm x 610 mm)  
Duración del ciclo 3 min.

(Una) Centrifuga para templa de 3a. de  
40" x 24"  
( 1,015 mm x 610 mm)  
Duración del ciclo 3 min.

SECADO:

(Un) Secador de:  
Longitud 21.3 m  
Diámetro 4.3 m.  
Area 12.4 m<sup>2</sup>  
Capacidad 29.909 ton/hr

(Un) Granulador  
Longitud 21.3 m  
Diámetro 4.3 m.  
Area 12.4 m<sup>2</sup>  
Capacidad 29.909 ton/hr

(Un) Transportador gusano sinfin  
Diámetro del tornillo 36 cm.  
Velocidad mínima 60 r.p.m.  
Velocidad máxima 73 r.p.m.  
Longitud 10 m  
(horizontalmente)  
Capacidad para 29.909 ton/hr

Potencia necesaria	50 c.v.
Capacidad aprovechada	82.19%

(Un)

Transportador de Banda

Potencia del motor	10 c.v.
Sección transversal	0.0176 m <sup>2</sup>
Ancho de la banda	.46 m
Capacidad	39 m <sup>3</sup> /hr
Velocidad máxima admisible	107 m/min

(Un)

Elevador de Cangilones

Distancia entre cangilones	46 cm.
Tamaño del cangilon (Longitud x ancho)	36 x 18 cm.
Tamaño máximo de terrones	10.2 cm.
Velocidad	81.7 m/min
Potencia del motor	5 c.v.

CAPITULO VI

ESTIMACION ECONOMICA

1.1 BASES PARA EL ESTUDIO

La presente estimación económica se efectuó tomando como base:

1. La capacidad instalada de molienda diaria será de 6,000 toneladas de caña durante la zafra, y el Ingenio operará al 50% de su capacidad durante el primer año, al 80% el segundo año, y del tercer año en adelante llegará a trabajar a la capacidad de diseño.
2. El Ingenio refundirá el azúcar mascabado de otros Ingenios, siendo la capacidad de refundición de 840 toneladas de azúcar mascabado por día. Considerando una utilización del 100% de capacidad, para este fin, desde el primer año.
3. La distribución anual del tiempo para el Ingenio será:

CONCEPTO	DIAS
Zafra	200
Tiempo perdido en zafra	40
Efectivos de molienda	160
Intermedios Zafra-Refundido	10
Refundición	89
Mantenimiento	35
Días legales	31

Siendo los días legales, determinados por el Contrato Colectivo de Trabajos: 1o. de Enero, 5 de Febrero, 21 de Marzo, Viernes Santo, 1o. de Mayo, 1o, 15 y 16 de Septiembre, 12 de Octubre, 20 Noviembre, 25 de Diciembre y 20 días de vacaciones.

1.2 INVERSION ESTIMADA:

Los conceptos de la Inversión Fija y la Inversión Diferida fueron tomados de: "Estimado Preliminar de Costos para la Instalación de una Fábrica de Azúcar" ( González Peralta Juan, Tesis Profesional U.N.A.M. 1976)

Se consideró para actualizar las inversiones al segundo semestre de 1976, una inflación en los Costos de 30%.

INVERSION FIJA:

CONCEPTO	%	COSTO EN 1975	COSTO EN 1976
Equipo	100.0	\$ 176,578,033.0	\$ 229,551,443.0
Tubería	14.0	24,720,924.0	32,137,201.2
Obra Civil y Estructuras	32.5	57,387,560.0	74,604,218.0
Obra Eléctrica	12.5	22,072,254.	28,693,930.2
Instrumentación	4.5	7,946,011.0	10,329,814.3
Aislamiento	4.0	7,063,121,0	9,182,057.3
Instalación	70.0	132,243,352.0	171,916,357.6
Pintura	4.0	7,063,121.0	9,182,057.3
Zona habitacional	4.0	7,063,121.0	9,182,057.3
Honorarios	10.0	17,657,803.0	22,955,144.0
Contingencias	14.0	24,720,924.0	32,137,201.0
Terreno		6,000.000.0	6,000.000.0

INVERSION DIFERIDA:

Gastos de Recuperación:

		COSTO EN 1975	COSTO EN 1976
Fletes y gastos de Importación	6.0	10,594,681.0	13,773,085.3
Ingeniería y Compras	14.0	24,720,924.0	32,137,201.2
Asistencia de Proveedores	2.5	4,414,450.0	5,738,785.0
TOTAL DE LA INVERSION:		\$ 529,246,579.0	\$ 687,520,553.0

### 1.3 INGRESO TOTAL

- 1.3.1 Precios de liquidación que otorga U.N.P.A.S.A. a los productos elaborados durante la zafra 1975/1976.

U.N.P.A.S.A. como organismo que controla la comercialización y distribución de los productos obtenidos en los Ingenios Mexicanos, fija para cada zafra el precio de liquidación para estos, ver inciso 4-2.- Distribución y Políticas de Ventas, con el fin de facilitar la forma de pago a los Ingenios, así como el tener un buen control de los productos. U.N.P.A.S.A. realiza dichos pagos para:

PRODUCTOS:	REFERIDO A:
Azúcar	Base Standard
Miel	85° Brix y 20°C
Alcohol	95° G.L. y 15°C
Cabezas y Colas	90° G.L. y 15°C.

A continuación se presentan los precios de liquidación y anticipos otorgados a los Ingenios:

Precio de liquidación de los productos entregados en la Zafra 1975/1976.

Azúcar, Base Standard	3.55 \$/Kg.
Prima, calidad refinada	0.25 "
Mieles	300.00 \$/ton.
Alcohol	3.30 \$/lt
Prima, calidad alcohol	0.25 \$/lt
Cabezas y Colas	2.00 "

Anticipos para la Zafra 1975/1976

Azúcar, Base Standard	1.55 \$/kg.
Prima, calidad refinada	0.18 "
Mieles	200.00 \$/ton.
Alcohol	2.50 \$/lt
Prima, calidad de alcohol	Pendiente
Cabezas y Colas	1.50 \$/lt.

En el caso de los Ingenios productores de mascabado, estos pueden conocer la cantidad de azúcar producida en base -- Standard por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Base Standard} = \frac{100 (\text{Pol. Ponderada} + \text{Humedad} - \text{Pza.miel Standard})}{\text{Pza.del azúcar standard}}$$

Donde:

Humedad = 0.5

Pza.miel standard = 38

Pol. azúcar standard = 99.459

Para los Ingenios productores de azúcar refinada, además de la liquidación en base standard, se les otorga una prima de calidad por haber entregado un producto de alta pureza.

### 1.3.2 Ventas Brutas.

En Ventas Brutas se ha considerado un escalamiento de los precios de venta del 10%, debido al proceso inflacionario.

- Azúcar (zafra).- Para la estimación de la venta de azúcar, se tomó en cuenta que se liquidará a un precio de \$ 3.90 kg., la primera zafra debido a la alta pureza del azúcar producido.

1a. zafra	68,910,000 kg. de azúcar x \$3.90kg. =	\$ 268,749,000
2a. zafra	91,880,000 kg. de azúcar x 4.29 " =	394,165,200
3a. zafra	114,850,000 kg. de azúcar x 4.72 " =	542,092.000

- Azúcar ( Refundición).- En el caso de la refundición del azúcar masoabado de otros Ingenios, U.N.P.A.S.A. pagó 55 centavos por kilogramo de azúcar refinado obtenido, en el año de 1976.

1a. zafra	70,000,000 kg. de azúcar x \$0.55 kg.=	\$ 38,500.000
2a. zafra	70,000.000 kg. de azúcar x 0.605 " =	42,350,000
3a. zafra	70,000.000 kg. de azúcar x 0.665 " =	46,550,000

- Miel ( zafra).- Se obtiene miel a 91°Brix, pero como el precio de liquidación está basado a 85°Brix, para las tres primeras zafras se obtiene:

	Ton/hr a 94°Bx	Ton/hr a 85°Bx	Ton/zafra x \$/ton.	Venta
1a. zafra	5,424	6,381	24,503.04 x 300	\$7,350,912
2a. zafra	7,232	8,508	32,570.72 x 330	10,781,337
3a. zafra	9.04	10,635	40,838.50 x 363	14,824,375

- Miel (refundición).- En refundición las mieles obtenidas en el proceso, son consideradas propiedad del Ingenio. Lo que se obtiene en los 89 días de refundición es

Refundición	Ton/hr a 87.96°Bx	Ton/hr a 85°Bx	Ton./ref. x \$/ton	Venta
1er. año	13.7641	18.4095	1,538.44 x 300	\$ 491,533.55
2o. año	13.7641	18.4095	1,538.44 x 330	540,685.20
3er. año	13.7641	18.4095	1,538.44 x 353	594,753.72

- Bagazo.- El bagazo residual se vende a la industria papelerera mediante un contrato que estipula lo siguiente:  
La Compañía papelerera, por cada tonelada de bagazo que reciba, entregará al Ingenio su valor energético en petróleo más \$5%.00

1er. año:

Producción de vapor al 60% de la capacidad instalada es de 101,373.0 kg/hr.

Se necesitan 2,46 kg. de bagazo para producir un kg. de vapor (Hugot pág. 585)

$$\frac{101,373}{2.46} = 41,208 \text{ kg. de bagazo/hr.} = 41.208 \text{ ton/hr}$$

Producción de bagazo al 60%, 41.7 ton/hr.

Bagazo residual = 41.7 - 41.208 = 0.492 Ton/hr.

Bagazo residual en zafra = 0.492 x 24 x 160 = 1889.28 ton/hr

Ingreso por bagazo = 1889.28 x \$5%.00 = 105,799.0

2o. año:

Bagazo residual al 80% de la capacidad instalada = 2519.0 Ton/zafra.

3er. año:

Bagazo residual al 100% de la capacidad instalada =

3149.0 Ton/zafra

Ingresos por bagazo =  $3149.0 \times \$67.76 = 213,376.24$

### 1.3.3 Impuestos sobre Ingresos Mercantiles

De acuerdo al Artículo 18 de la Ley Federal de Impuestos sobre Ingresos Mercantiles, los ingresos provenientes de la venta de azúcar quedan exentos de este pago.

Las mieles incristalizables a 35° Brix y 25° C se gravan con un 4% conforme a la mencionada Ley.

Ingresos total por concepto de mieles durante el primer año es de:

\$ 7,842,445.65

El impuesto sobre Ingresos Mercantiles es de:

\$ 313,697.82

1.4 COSTOS DE PRODUCCION

1.4.1 Cantidad y Costos de Materia Prima.

- a) Cantidad necesaria de materia prima por tonelada de -  
azúcar producida durante la zafra.

$$\frac{250 \text{ tons.de caña/hr}}{29.909 \text{ tons.de azúcar/hr}} = 8.3585 \frac{\text{Tons.de caña/}}{\text{Tons.de azúcar}}$$

- b) Cantidad de Materia Prima por zafra

1er.año: 6000 T.C.D. X 160 días X 0.60 = 576,000 tons. de caña  
2o. año: 6000 T.C.D. X 160 días X 0.80 = 768,000 "  
3er.año: 6000 T.C.D. X 160 días X 1.0 = 960,000 "  
en adelante

- c) Costo de la Materia Prima por zafra, incluyendo el in-  
cremento en el costo del 10% anual.

miles de pesos/zafra

1er.año	576,000 tons.	x 14 puntos	x 17.0 pesos	= 137,088.0
2o.año	768,000 tons.	x 14 puntos	x 18.7 pesos	= 199,968.0
3er.año	960,000 tons.	x 14 puntos	x 20.57 pesos	= 275,450.80
4o.año	"	"	" x 22.63 pesos	= 304,147.20
5o.año	"	"	" x 24.90 pesos	= 334,556.00
6o.año	"	"	" x 27.40 pesos	= 368,256.00
7o.año	"	"	" x 30.13 pesos	= 404,947.20
8o.año	"	"	" x 33.14 pesos	= 445,401.60
9o.año	"	"	" x 36.45 pesos	= 489,888.00
10o.año	"	"	" x 40.10 pesos	= 538,944.00

- d) Cantidad necesaria de materia prima por tonelada de  
azúcar producida durante la refundición.

$$\frac{35 \text{ tons. de azúcar mascabado/hr}}{32.7253 \text{ tons. de azúcar/hr.}} = 1.0695 \text{ tons. de azúcar mascabado}$$

e) Costo de la materia prima durante la refundición.

Este costo no existe, ya que U.N.P.A.S.A. por ser propietario del azúcar mascabado, lo entrega al Ingenio para que efectue la refinación, haciendo éste las funciones de Empresa Maquiladora.

#### 1.4.2 Cantidades y Costos de los Insumos necesarios.

##### 1. Cantidades de Insumos por zafra

a) Azufre: se necesitan 0.5 kg. de azufre por cada tonelada de caña ( Hugot, tabla 48, pág. 282)

$$x = \frac{8.3585 \text{ Ton.de caña/ton.de azúcar} \times 0.5 \text{ kg.de azufre}}{1 \text{ T.C.E.}}$$

$$= 4.1793 \text{ kg. de S/ton. de azúcar.}$$

b) Cal: Para la clarificación se utilizan 1.5 kg. de CaO/T.C.H. ( Hugot, Tabla 48, pág.282) para el área de crudo.

$$x = \frac{1.5 \text{ kg. de CaO} \times 8.3585 \text{ ton.de caña/ton.de azúcar}}{1 \text{ T.C.H.}}$$

$$= 12.538 \text{ kg. de CaO/ton. de azúcar}$$

Para el área de refinaria, se utilizan ( Spencer, pág. 375)

$$x = \frac{\text{Ton.de azúcar fundido} \times 226,757 \text{ kg de CaO}}{453,51474 \text{ ton. de azúcar fundido}} = 0.5 \text{ kg. de CaO/T.A.F.}$$

Por lo que la cantidad necesaria en refinera es:

$$0.5 \text{ kg. CaO/T.A.F.} \times 1 \text{ ton. A.F./}0.5686 \text{ T.A.}$$

$$= 0.88 \text{ Kg/CaO/ton. azúcar}$$

la cantidad total de Cal necesaria es:

$$12.5379 + 0.88 = 13.42 \text{ kg CaO/ton. azúcar}$$

c) Acido muriático: Hugot en la pág. 381 dice:

$$x = \frac{0.150 \text{ kgs.} \times 8.3586 \text{ ton. caña/ton.azúcar}}{1 \text{ ton. de caña}}$$

$$1 \text{ ton. de caña}$$

$$= 1.25 \text{ kg. acido muriático/ton.de azúcar}$$

d) Sosa Caustica: (Hugot pag. 381)

$$x = \frac{100 \text{ gr. de NaOH} \times 8.3586 \text{ ton.caña/ton.azúcar}}{1 \text{ ton. de caña}}$$

$$1 \text{ ton. de caña}$$

$$= 0.8358 \text{ kg. de NaOH/ton. de azúcar}$$

e) Acido Fosfórico: se utilizan ( Spencer pág. 375)

$$x = \frac{79.37 \text{ kg. P}_2\text{O}_5 \times 1. \text{ T.R.F.}}{453.5147 \text{ T.R.F.}} = 0.175 \text{ kg. de P}_2\text{O}_5/\text{T.R.F.}$$

$$453.5147 \text{ T.R.F.}$$

Por lo que la cantidad necesaria es:

$$0.175 \text{ Kg de P}_2\text{O}_5/\text{T.R.F.} \times \text{T.R.F./}0.9413 \text{ T.A.} = 0.186 \text{ Kg P}_2\text{O}_5/\text{Ton. azúcar}$$

Donde:

T.R.F. toneladas de refundición

- f) Filtro ayuda: ( Dato obtenido como promedio de las corrientes de los Ingenios) se utilizarán 2 kg. por tonelada de azúcar producida.
- g) Carbón activado: ( Ver sistema de cálculo en Columnas Decoloradoras)
- El carbón necesario para llenar once cisternas 379.4523 Ton.
- El carbón de reposición para la primera zafra 55.1280 "
- El carbón necesario para la primera zafra 434.580 "
- El carbón necesario para la segunda zafra 73.504 "
- El carbón necesario de la tercera zafra en adelante. 91.980 "

Cantidad necesaria de Insumos

	1a. zafra (tons.)	2a. zafra (tons.)	3a. zafra (tons.)
Azufre	287.995	383.994	479.992
Cal	924.772	1,233,029	1,541.237
Acido Muriático	86.137	114.850	143.552
Sosa Cáustica	57.594	71.793	95.991
Acido Fosfórico	12.817	17.089	21.312

Filtro Ayuda	137.82	193.75	229.700
Carbón Activado	434.58	73.594	91.880

2. Costos de los Insumos.

	1o. año \$/ton.	2o. año \$/ton.	3o. año \$/ton.
Azufre	500.00	550.00	605.00
Cal	403.00	443.00	497.00
Acido Muriático	1,100.00	1,760.00	1,936.00
Sosa Cáustica	3,350.00	3,685.00	4,051.50
Acido Fosfórico	13,220.00	14,542.00	15,996.00
Filtro Ayuda	2,750.00	3,025.00	3,327.50
Carbón activado	35,750.00	39,325.00	43,257.50

3. Costo total de los Insumos necesarios para las zafras  
(miles de pesos)

	1a. Zafra	2a, zafra	3a. zafra
Azufre	114.00	211.20	290.04
Cal	372.63	547.23	751.57
Acido Muriático	137.82	202.14	277.94
Sosa Cáustica	192.94	292.98	380.00
Acido Fosfórico	119.44	143.50	161.71
Filtro Ayuda	379.00	553.87	614.33

Carbón activado	15,535.20	2,890.05	3,974.50
TOTAL	15,773.54	4,935.97	5,789.18

4. Cantidad de Insumos necesarios para la refundición

	Kg/ton. azúcar		Ton. azúcar	Toneladas
Cal	0.88	X	70,000	51.6
Acido muriático	1.25	X	70,000	87.5
Sosa Cáustica	0.8358	X	70,000	58.5
Acido Fosfórico	0.185	X	70,000	13.0
Filtro Ayuda	2.0	X	70,000	140.0
Carbón activado	0.8	X	70,000	55.0

5. Costo total de los Insumos necesarios en Refundición.  
(miles de pesos)

Cal	24.82	27.31	30.04
Acido muriático	140.00	154.00	169.40
Sosa Cáustica	195.97	215.57	237.13
Acido Fosfórico	171.81	189.04	207.95
Filtro ayuda	385.00	423.50	455.85
Carbón activado	<u>2,002.00</u>	<u>2,202.20</u>	<u>2,422.42</u>
Totals:	2,919.65	3,211.62	3,532.79

El cumplimiento de los costos, tanto en caña como en refundición se ha cubierto al 100% anual.

1.4.3 Personal:

El personal necesario para la operación eficiente del Ingenio, tomando en cuenta que la fábrica trabajará - las 24 horas del día durante el tiempo de producción. El personal está dividido en:

- Personal directo
- Personal indirecto
- Personal Administrativo

Mismos a los que se les cubrirán sus salarios durante todo el año, debido a que:

- El personal Administrativo e indirecto labora todo el año.
- Todo el personal entra en funciones durante la zafra
- Al efectuarse la refundición, la gran mayoría de los departamentos de fábrica continúan trabajando.
- El personal de los departamentos que no intervienen en la refundición, podrán ser destinados a las funciones que requiera el Ingenio, incluyendo el mantenimiento de dichos departamentos, mismos que son: Batey, Molienda, Clarificación y Evaporación.
- El lapso comprendido entre la terminación de refundición y principio de la próxima Zafra, se efectuará el faltante de mantenimiento de la fábrica.

A continuación se enlistan los puestos y el número de personal necesario por Departamento, así como los salarios por persona-mes y el total de los salarios por persona-año

a) Personal Directo:

Es necesario efectuar una división de los departamentos en los que:

- i) Existirán cuatro grupos de trabajo con el doble fin de: Cubrir los tres turnos por día y efectuar la rotación de turnos necesarios para que todo el personal de dichos departamentos cuente con su día de descanso obligatorio a la semana.
  - ii) Existirá sólo un grupo de trabajo, mismo que laborará durante el día y tendrá su día de descanso.
- i) Departamentos que requieren cuatro grupos de trabajo ( sólo se menciona el personal para un sólo turno).

BATEY	No. personas	\$/día persona	\$/año
Tomador de tiempo	1	170.55	22,250.75
Cabo encargado	1	116.40	42,425.00
Basculero de patio	2	191.00	138,619.00
Ayde.de báscula de 1a.	2	106.32	77,620.00
Mozo de báscula	2	78.08	57,416.40
Motorista de grúa	2	224.36	163,028.80
Ayde. de motorista	2	100.00	72,000.00

Cadeneros	2	89.31	65,196.30
Operador de mesa alimentadora	1	95.64	34,908.60
Operador de conductor	1	103.22	37,425.30
Motorista de cuchillas	1	105.10	39,361.50
Peones	2	78.68	57,436.40
	19		866,017.25

MOLIENDA	No. personas	\$/día persona	\$/año
Cabo de molinos	1	213.23	77,828.95
Maquinista de Trapiche	1	139.64	50,968.60
Engrasador de Trapiche	1	129.63	47,314.95
Bombero de guarapo	1	91.20	33,288.00
Pachaquilero	1	78.68	28,718.20
Operador de turbinas	2	178.00	129,940.00
Peones	3	78.65	86,154.80
	10		454,213.30

CLARIFICACION:	No. personas	\$/día persona	\$/año
Cabo de alcalización y Clarificación	1	139.64	50,968.60
Operador de alcalización	1	106.93	39,029.45
Azufrador	1	96.13	31,437.45

Operador de cambiador	1	105.70	38,580.50
Operador de clarificador	1	153.18	56,020.20
Operador de filtros	1	105.70	38,580.50
Ayde. de filtros	1	98.72	36,032.80
Cachacero	1	91.20	33,288.00
Operador de tanques de lechada de cal	1	105.70	38,580.50
Ayde. de tanques	1	86.15	31,444.75
	10		393,962.75

EVAPORACION:	No. de personas	\$/día personas	\$/año
Operador de vaporadores	1	164.15	59,914.75
Ayde. de evaporadores	1	106.93	39,029.45
	2		98,944.20

CRISTALIZACION:	No. personas	\$/día persona	\$/año
Tacheros	3	288.82	316,257.90
Ayde. de tacheros	3	106.93	117,088.35
Tanquero de mieles	1	86.15	31,444.75
Ayde. de tanquero	1	78.68	28,718.20
Escalero de miel	1	91.20	33,288.00
Operador de cristalizadores	1	103.22	37,675.30

Cabo de centrifugas	1	176.15	54,298.40
Operador de Centrifugas	3	138.42	151,569.90
Operador de Píngles	1	103.22	37,675.30
	<u>5</u>		<u>818,015.10</u>

SECCION DE REFINADO:	No. personas	\$/día persona	\$/año
<b>CLARIFICACION:</b>			
Cabo de refinería	1	156.65	57,177.25
Operador de fundición	1	105.70	38,580.50
Operador de tanques de tra tamiento	1	103.22	37,675.30
Operador de calentador	1	105.70	38,580.50
Operador de calrificación	1	153.48	56,020.20
Operador de filtros	1	105.70	38,580.50
Operador de agua de lavados	1	91.20	33,288.00
Peones	3	78.68	114,872.80
	<u>11</u>		<u>414,775.05</u>

CRISTALIZACION:	No. personas	\$/día persona	\$/año
Operador de columnas	2	91.20	66,576.00
Ayde. de columnas	2	78.68	57,436.40
Operador horno de activación	1	89.31	32,598.15

Ayde. horro de activación	1	78.48	28,718.20
Operador de filtro	1	105.70	38,580.50
Ayde. de filtros	1	98.72	36,032.80
Peones	2	78.68	57,436.40
Tacheros	2	288.82	210,838.60
Ayde. tacheros	2	106.93	78,058.90
Bombero de miel	1	91.20	33,288.00
Operador de Centrifugas	2	175.16	128,596.80
Tanquero	1	86.15	31,444.75
	18		799,605.50

SECADO, ENVASE Y ALMACEN	No. personas	\$/día persona	\$/año
Cabo encargado	1	156.65	57,177.25
Operador del secador	1	114.47	41,781.55
Operador del granulador	1	114.47	41,781.55
Peones	2	78.68	57,436.40
operador de tolvas	1	86.15	31,444.75
Cabo de envase	1	132.10	48,216.50
Operador de envase	1	106.93	39,029.45
Ayde. de envase	1	89.31	32,598.15
Basculero	1	106.93	39,029.45
Cosedor de sacos	1	89.31	32,598.15
Estibadores	26	89.31	847,551.90
Peones	1	78.68	28,718.20
	38		1,297,383.30

CASA DE FUERZA	No. personas	\$/día persona	\$/año
operador de turbo- generador	1	208.27	76,019.55
electricista de 1a.	1	130.83	47,752.95
tablerista	2	256.30	187,099.00
aydtes. de electricista de 1a.	2	122.05	89,095.50
electricista de 2a.	2	170.45	124,428.50
aydtes. de electricista de 2a.	2	97.49	71,167.70
engrasador	1	100.78	36,784.70
	11		632,347.90

CALDERAS	No. personas	\$/día persona	\$/año
trabajo de calderas	1	203.40	74,241.00
trabajo de agua	1	174.53	63,739.95
hogueras	5	145.78	265,866.00
operarios	5	112.52	205,531.50
trabajadores y Ceniceros	5	78.50	143,591.00
limpiadores	5	78.58	143,591.00
trabajadores de agua de alimentación general a fabrica	1	106.93	39,029.45
operador planta purifica- dora de agua	1	99.31	32,599.15
	24		918,199.05

LABORATORIO QUIMICO	No. personas	\$/día persona	\$/año
Muestreros	4	87.45	127,177.00
Mozos	1	78.68	28,718.20
	<u>5</u>		<u>156,395.20</u>

DEPARTAMENTO MECANICO	No. personas	\$/día persona	\$/año
Mecánico de 1a.	2	256.30	187,099.00
Aydtes. mecánicos de 1a.	2	122.05	89,096.50
Mecánico de 2a.	3	170.45	186,642.75
Aydtes. mecánicos de 2a.	3	97.49	106,751.55
Mecánico de 3a.	3	160.97	176,252.15
Aydtes. mecánicos de 3a.	3	91.20	99,864.00
	<u>16</u>		<u>845,715.95</u>

DEPARTAMENTO DE INSTRUMENTACION			
	No. personas	\$/día persona	\$/año
Mecánico instrumentista			
de 1a.	1	256.30	93,549.5
Aydte. instrumentista de			
1a.	1	122.05	44,548.25
Mecánico instrumentista de			
2a.	1	170.45	62,214.25
Aydte. instrumentista de			
2a.	1	97.49	35,583.85
	<u>4</u>		<u>235,895.85</u>

ALMACEN GENERAL	No. Personas	\$/día persona	\$/año
Encargado cuarto de herramientas	1	234.70	85,665.50
Edte. encargado de - herramientas	1	139.64	50,968.60
Edte. de almacenista general de 1a.	1	103.22	37,675.30
Edte. de almacenista general de 2a.	1	91.20	32,288.00
Operaciones	2	78.68	57,436.00
	<u>6</u>		<u>255,033.80</u>

Total personal anual por turno	189
Total personal anual por cuatro turnos	756
Total anual por turno	\$ 7,981,440.66
Total anual por cuatro turnos	31,925,762.66

ii) Departamentos que requieren un solo grupo de trabajo.

ALMACEN MECANICO	No. personas	\$/día persona	\$/año
Tornero de 1a.	2	278.10	203,013.00
Edte. tornero de 1a.	2	103.22	75,350.60
Tornero de 2a.	2	205.15	149,759.50
Edte. de tornero de 2a.	2	97.49	71,167.70
Operarista	2	200.18	146,131.40
Tornero de 1a.	1	206.92	75,525.80

Aydte. de herrero	1	122.05	44,548.25
Soldadores de eléctrica	2	253.07	184,741.10
Aydte. soldador de eléctrica	2	105.09	76,715.70
Soldador de autógena	2	253.07	184,741.10
Aydte. soldador autógena	2	105.09	76,715.10
Pailero de 1a.	1	294.30	107,419.50
Pailero de 2a.	1	278.09	101,502.85
	<u>22</u>		<u>1,497,332.20</u>

TALLER ELECTRICO	No. personas	\$/día persona	\$/año
Electricista de 1a.	1	256.30	93,549.50
Aydte. electricista de 1a.	1	122.05	44,548.25
Electricista de 2a.	1	170.45	62,214.25
Aydte. electricista de 2a.	1	97.49	35,583.85
Embobinador	1	271.77	99,186.05
Aydte. embobinador	1	122.05	44,548.25
	<u>6</u>		<u>379,640.25</u>

TALLER DE CARPINTERIA	No. personas	\$/día persona	\$/año
Encargado del taller	1	234.70	85,645.50
Oficial de 1a.	1	153.48	56,020.20
Aydte. de 1a.	1	103.22	37,675.30
Oficial de 2a.	1	139.64	50,918.60
Aydte. de 2a.	1	91.20	33,283.00
	<u>5</u>		<u>213,442.60</u>

SERVICIOS GENERALES	No. personas	\$/día persona	\$/año
Cabo cuadrilla de maniobras	1	180.52	65,839.30
Fontanero	2	182.90	133,517.00
Aydtc. de fontanero	2	91.20	65,576.00
Albañil encargado	1	178.57	65,214.55
Oficial albañil de 1a.	1	153.48	56,020.20
Aydtc. de 1a.	1	103.22	37,675.30
Oficial albañil de 2a.	1	139.64	50,918.80
Aydtc. de 2a.	1	91.20	33,288.00
Porteros	2	100.66	73,481.80
Peones	4	78.68	114,872.80
	<u>15</u>		<u>697,504.05</u>

CUADRILLA SANITARIA	No. personas	\$/día persona	\$/año
Cabo	1	97.49	35,583.85
Peones	5	78.68	143,591.00
	<u>6</u>		<u>179,174.85</u>

Total personal anual por turno	55
Total anual por turno	\$ 3,017,263.85
Total de personal directo (tomando en cuenta todos los turnos)	311
Total de salarios anuales de personal director	\$ 34,943,031.51

B) Personal Indirecto:

Existirá un solo grupo de trabajo que laborará durante el día, con excepción de los jefes de turno quienes supervisarán a los grupos de personal directo.

PERSONAL TECNICO DE FABRICA	No. personas	\$/mes persona	\$/año
Superintendente general	1	30,000.00	360,000.00
Superintendente de elaboración	1	27,000.00	324,000.00
Superintendente mecánico	1	27,000.00	324,000.00
Jefe del Departamento eléctrico	1	20,000.00	240,000.00
Jefe de mantenimiento	1	18,000.00	216,000.00
Jefes de turno mecánicos	4	15,000.00	720,000.00
jefes de turno azucareros	4	15,000.00	720,000.00
Jefes de turno eléctricos	4	10,000.00	480,000.00
Jefe de almacén	1	10,000.00	120,000.00
Encargado del taller mecánico	1	8,000.00	96,000.00
Secretarias	3	4,000.00	144,000.00
	22		3,744,000.00

DEPARTAMENTO DE CAMPO	No. personas	\$/día persona	\$/año
Superintendente de campo	1	25,000.00	300,000.00
Jefe Depto. técnico de Campo	1	18,000.00	216,000.00

Jefes de Campo	3	10,000.00	360,000.00
Inspectores de zona	10	5,000.00	600,000.00
Topógrafo	1	10,000.00	120,000.00
Ay. de topógrafo	1	5,000.00	60,000.00
Encargado de plagas	1	7,000.00	84,000.00
Secretarias	5	4,000.00	240,000.00
	23		1,980,000.00

Total personal Indirecto 45

Total de Salarios anuales de personal indirecto \$5,724,000.00

Salarios:	Personal Directo	Personal Indirecto
er. año	\$ 34,943,031.51	\$ 5,724,000.00
o. año	33,437,334.68	5,296,400.00
er. año	42,281,068.13	5,926,040.00

#### 4.4 PRESTACIONES LABORALES

Se ha considerado el 40% sobre sueldos y salarios, e incluye: Seguro Social, Infonavit, Impuesto de Educación, Impuesto sobre el producto del Trabajo de los salarios mínimos y Gratificaciones.

Personal Directo	\$ 13,977,212.50
Personal Indirecto	2,289,600.00
Total de Prestaciones	\$ 16,266,812.50

1.4.5 Mantenimiento

Para estimar el costo de mantenimiento, el cual comprende:

- Repuestos
- Accesorios y
- Lubricantes

Se ha tomado como el 3% del costo del equipo

Costo del equipo X % = Costo de Mantenimiento

$$229,551,443.00 \times 0.03 = 6,886,543.29$$

El costo anterior es válido para el primer año, para los siguientes, deberá escalarse el 10% anual.

1.5 SERVICIOS

1.5.1 Energía Eléctrica.

El costo de este insumo no se considera ya que se tiene generación propia. La cuota pagada a la Comisión Federal de Electricidad por concepto de generación es mínima y para este Estudio se considera despreciable.

1.5.2 Combustible.

Durante la zafra no habrá gasto de combustible, ya que se quemará bagazo para la producción de vapor.

Durante la refundición se utilizará petróleo, y el costo de éste se describe a continuación:

La refundición trabajará al 100% desde el primer año, y el consumo total de petróleo es de 16,800,000.00 lts.

1o.año:

Petróleo recibido por concepto de bagazo:

731,151.0 lts.

Petróleo requerido:

$16,800,000.0 - 731,151.0 = 16,068,849.0$   
lts.

Costo del petróleo requerido:

$16,068,849.0 \times 20.22 = 326,325,147.00$

2o.año:

Petróleo recibido por concepto de bagazo:

974,963.0 lts.

Petróleo requerido:

$$16,800,000.0 - 974,853.0 = 15,825,147.0 \text{ lts.}$$

Costo del petróleo requerido:

$$15,825,147.0 \times \$0.22 = \$3,481,532.00$$

Costo escalado al 10%:

$$3,841,532.0 \times 1.1 = \$3,829,685.20$$

3o. años:

Petróleo recibido por concepto de bagazos:

$$1,218,663.0 \text{ lts.}$$

Petróleo requerido:

$$16,800,000.0 - 1,218,663.0 = 15,581,337.0 \text{ lts.}$$

Costo del petróleo requerido:

$$15,581,337.0 \times \$0.22 = \$3,427,894.0$$

Costo escalado al 10%:

$$3,427,894.0 \times 1.1 \times 1.1 = \$4,147,751.74$$

1.6 Seguro de Planta.- Se consideró del 3% al millar de la inversión fija:

$$135,971,431.4 \times 0.003 = \$1,907,614.44$$

1.7 Depreciación.- Se consideró a un 10% anual de la inversión fija sin tomar en cuenta el terreno:

$$135,971,431.4 \times 0.1 = \$12,597,148.14$$

1.8 Amortización.- Se consideró como el 10% anual del activo diferido:

$$51,149,071.5 \times 0.1 = \$5,114,907.15$$

1.9 GASTOS ADMINISTRATIVOS

1.9.1 Gastos de Oficina:

Se estima un gasto de \$ 2,000.000.00 que incluye:

Toda la papelería necesaria para el control de la producción, del almacenamiento y de la venta de los productos, además del costo de teléfono y otros costos de oficina, escalando las erogaciones por este concepto al 10% anual, tenemos:

1er. año	\$ 2,000,000.00
2o. año	2,200,000.00
3er. año	2,420,000.00

1.9.2 Personal de Administración:

Existirá sólo un grupo de trabajo que laborará durante el día, con excepción de los químicos de turno que auxilian a los jefes de turno.

PERSONAL ADMINISTRATIVO	No. personas	\$/mes persona	\$/año
Gerente General	1	30,000.00	360,000.00
Subgerente General	1	15,000.00	180,000.00
Contador General	1	15,000.00	180,000.00
Sub Contador General	1	10,000.00	120,000.00
Jefe de Personal	1	10,000.00	120,000.00
Sub Jefe de Personal	1	7,000.00	84,000.00
Suplente	1	10,000.00	120,000.00

Ayudte. de Cajero	1	5,000.00	34,000.00
Secretarias	3	1,000.00	384,000.00
Mozo	1	3,000.00	34,000.00
Jefe de Laboratorio	1	12,000.00	144,000.00
Calculista	1	7,000.00	34,000.00
Químicos de Turno	3	7,000.00	172,000.00
	<u>27</u>		<u>2,568,000.00</u>

---

Total de Personal Administrativo	27
Total de sueldos anuales de personal Administrativo	\$ 2,568,000.00

1.9.3 Prestaciones Laborales.

Se ha considerado el 40% sobre sueldos, e incluye:

Seguro Social, Infonavit, Impuestos de Educación, Impuestos sobre el producto del Trabajo de los Salarios Mínimos y Gratificaciones.

Personal Administrativo                    \$ 1,027,200.00

1.10 GASTOS FINANCIEROS

Los Gastos Financieros están compuestos por el Crédito a largo plazo y el Crédito de Avío.

1.10.1 Préstamo a Largo Plazo:

Se consideró un préstamo a largo plazo del 50% de la Inversión Total, solicitado a FINASA al 9% de interés anual.

Amortización del Préstamo a largo plazo.- Los primeros dos años son de gracia, por lo que en este lapso solo se pagarán intereses, el pago de intereses y de crédito se efectuará en diez años, en la forma siguiente:

AÑO	Pago anual	Intereses	Saldo
0		30,938,424.89	343,760,276.5
1		30,938,424.89	343,760,276.5
2	42,970,034.56	30,938,424.89	300,790,241.9
3	42,970,034.56	27,071,121.77	257,280,207.4
4	42,970,034.56	23,203,818.66	214,850,172.8
5	42,970,034.56	19,336,515.55	171,880,138.2
6	42,970,034.56	15,469,212.44	128,910,103.7
7	42,970,034.56	11,601,909.33	85,940,069.12
8	42,970,034.56	7,734,606.22	42,970,034.56
9	42,970,034.56	3,867,303.11	-

1.10.2 Crédito de Avío:

El Crédito de avío es a pagar a un año y se solicita a FINASA tomando en cuenta lo siguiente:

La U.N.P.A.S.A. da a los Ingenios un adelanto para que estos empiezen sus operaciones y al terminar la zafra se liquide a los Ingenios. El dinero necesario faltante para la operación del Ingenio hasta antes de la liquidación, es el que se pide a FINASA como crédito del Avío. Se determina de la siguiente forma:

GASTOS DEL PRIMER AÑO:	Miles de Pesos	
	año	mes
Materia Prima	137,088.0	22,848.0
Mano de obra directa	34,943.0	2,911.9
Mano de obra indirecta	5,724.0	477.0
Prestaciones	15,266.3	1,355.6
Seguro de Planta	1,907.6	158.9
Sueldos	2,568.0	214.0
Prestaciones	1,027.2	85.6
	<u>228,720.1</u>	<u>28,051.0</u>
Gastos totales durante la zafra	168,306.0	
Adelanto que otorga U.N.P.A.S.A.	<u>111,710.5</u>	
Crédito a corto plazo pedido a FINASA	<u>56,595.5</u>	
	57,000.0	

El cálculo del crédito de Avío para los siguientes años se realiza en forma similar.

Crédito de Avío para los primeros 10 años de Operación:

año	Credito	Interes (miles de pesos)	Pago total anual
1	57,000.0	6,555.0	63,555.0
2	71,000.0	8,165.0	79,165.0
3	90,000.0	10,350.0	100,350.0
4	94,000.0	10,810.0	104,810.0
5	103,800.0	11,937.0	115,737.0
6	116,100.0	13,351.5	129,451.5
7	128,000.0	14,720.0	142,720.0
8	140,300.0	16,134.5	156,434.5
9	154,300.0	17,744.5	172,044.5
10	170,000.0	19,550.0	189,550.0

1.10.3 Gastos Financieros para los primeros 10 años de operación:

Interés Crédito a largo plazo + Interes Crédito de Avío

1o. año	37,493.4
2o. año	39,103.4
3er. año	37,421.1
4o. año	34,013.9
5o. año	31,273.5
6o. año	28,820.7
7o. año	26,321.9
8o. año	23,869.1
9o. año	21,611.8
10o. año	19,550.0

1.11 CAPITAL DE TRABAJO

1.11.1 Cajas:

Se considera una caja mínima de tres millones de pesos para erogaciones inmediatas. Sin embargo en el Balance se obtienen cajas superiores, que podrán ser invertidas para ganar intereses para el Proyecto.

1.11.2 Inventario de Insumos:

Se considera únicamente lo referente a reactivos y lubricantes necesarios para dos meses de trabajo.

1.11.3 Inventario de Producto Terminado:

Debido a que el producto al envasarse pasa a ser propiedad de U.N.P.A.S.A., no existirá dicho inventario.

1.11.4 Cuentas por Cobrar:

En virtud de que la Industria Nacional Azucarera se rige mediante anticipos y liquidaciones posteriores al término de la zafra, el tiempo normal de cobro de 30, 60 y 90 días no es aplicable, por lo tanto se consideró en éste renglón las máximas cuentas por cobrar que pueda soportar el Ingenio.

1.11.5 Crédito de Avío:

Calculado de acuerdo al inciso 1.10.2

1.11.6 Cuentas por Pagar:

Estimado de acuerdo al concepto de Inventario de Insumos y corresponde a dos meses del costo de éstos.

ESTIMACION DEL CAPITAL DE TRABAJO  
(En Miles de Pesos)  
Años

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Caja *	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0
Inventario de Bienes	3,501.3	3,501.3	1,705.6	2,213.0	2,490.3	2,735.2	3,010.0	3,313.3	3,644.7	4,000.2	4,410.7
Inventario de Productos terminados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Deudas por cobrar	-	45,746.7	20,030.9	101,739.1	231,650.3	431,711.2	572,955.7	435,842.7	513,989.1	603,753.5	703,711.2
Debito de año	-	(57,000.0)	(71,000.0)	(80,000.0)	(84,000.0)	(103,800.0)	(115,100.0)	(128,000.0)	(140,300.0)	(154,300.0)	(170,000.0)
Títulos negociables a pagar	(5,501.3)	(5,501.3)	(1,705.6)	(2,213.0)	(2,490.3)	(2,735.2)	(3,010.0)	(3,313.3)	(3,644.7)	(4,000.2)	(4,410.7)
TOTAL	3,000.0	(8,250.3)	29,030.7	94,739.1	145,650.3	135,911.2	249,655.7	310,810.7	376,589.6	452,453.5	570,101.2
Incremento anual	3,000.0	(5,250.3)	37,281.0	11,702.6	50,911.2	(8,779.1)	113,944.5	60,977.0	65,741.9	75,313.9	123,647.7

\* Se considera una caja mínima de tres millones de pesos para erogaciones inmediatas, sin embargo en el balance se obtienen cajas superiores que podrán ser invertidas en el Banco para generar intereses para el impuesto.

#### Estado Proforma de Pérdidas y Ganancias:

De acuerdo a la información anterior se realizaron los estados proforma de pérdidas y ganancias. Se puede observar que a partir del segundo año se obtienen ganancias.

#### Balances Generales Proforma:

Se realizaron los balances generales proforma relativos a los primeros diez años de operación. En ellos se puede observar como irá disminuyendo el pasivo fijo, mientras que el circulante irá aumentando; esto se debe a que se consideró que el crédito de proveedores para financiar el inventario de materia prima, será pedido a mediados de zafra y se pagará en el transcurso del año conforme el estado de resultados se vaya obteniendo.

#### Estado proforma de origen y aplicación de recursos:

Se presenta el desglose del origen y aplicación de recursos durante los diferentes años de operación.

El crédito de avío, al requerirse al principio de año y terminándose de pagar a fines del mismo, aparece en el estado de origen y aplicación más no en el balance.

#### Puntos de equilibrio:

Se calcularon los puntos de equilibrio para los primeros tres años de operación. Los resultados obtenidos muestran que el punto de equilibrio para el primer año se encuentra arriba del nivel de producción. Para los años subsecuentes el punto de equilibrio siempre se encontrará abajo del nivel de producción. Esto nos permite pensar en posibles fluctuaciones de volumen pro cesado sin tener peligro de operar con pérdidas.

Rentabilidad del proyecto:

La rentabilidad del proyecto se realizó mediante el cálculo de la tasa de rendimiento interno que para este estudio resultó de 6.37 %.

## ESTADOS PROFORMA DE PERDIDAS Y GANANCIAS

CONCEPTO	( Miles de Pesos )									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Azúcar ( Zafra )	- 268,749.0	394,165.2	541,977.1	596,174.8	555,792.2	721,371.5	793,508.4	872,859.5	960,145.5	1,056,160.0
Azúcar (Refundición)	- 38,500.0	42,350.0	46,585.0	51,243.5	56,367.8	62,004.6	68,205.0	75,025.6	82,528.1	90,780.9
Miel ( Zafra )	- 7,350.0	10,781.3	14,824.2	16,306.6	17,937.2	19,731.0	21,704.1	23,874.5	26,261.9	28,888.1
Miel ( Refundición )	- 491.5	540.6	594.6	654.0	719.4	791.4	870.5	957.6	1,053.3	1,158.7
Bagazo	- 105.7	155.1	213.3	234.5	258.0	283.9	312.2	343.5	377.8	415.6
Ingreso Total	315,196.2	447,992.2	604,194.2	664,613.3	731,074.6	804,182.4	884,545.4	973,060.7	1,070,366.5	1,177,403.3
Imp. s/Ing. Mercantiles	- 313.6	452.8	616.7	578.4	746.2	820.8	902.9	993.2	1,092.5	1,201.8
Ventas Netas	- 314,882.6	447,539.4	603,577.5	663,935.1	730,328.4	803,361.6	883,642.6	972,067.5	1,069,274.1	1,176,201.5
Costo de Producción:										
Materia Prima	- 137,088.0	199,968.0	276,460.8	304,106.8	334,517.5	367,869.3	404,766.2	445,242.8	489,757.1	538,743.8
Insumos ( Zafra )	- 16,773.9	4,936.9	6,789.1	7,468.0	8,214.8	9,036.2	9,939.9	10,933.9	12,027.3	13,230.0
Insumos ( Refundición )	- 2,919.6	3,211.6	3,532.8	3,886.0	4,274.6	4,702.1	5,172.3	5,689.6	6,258.5	6,884.4
Mano de Obra Directa	- 34,943.0	38,437.3	42,281.0	46,509.1	51,160.0	56,276.0	61,903.6	68,093.9	74,903.3	82,363.7
Mano de Obra Indirecta	- 5,724.0	6,296.4	6,926.0	7,618.6	8,380.4	9,218.5	10,140.3	11,154.0	12,265.8	13,486.8
Prestaciones	- 16,266.8	17,893.4	19,681.0	21,649.1	23,814.0	26,195.4	28,814.9	31,696.4	34,866.0	38,352.7
Mantenimiento	- 6,886.5	7,575.1	8,332.7	9,165.9	10,082.5	11,090.8	12,199.9	13,419.8	14,761.8	16,238.0
	- 220,601.8	278,318.7	364,003.4	400,403.5	440,443.8	484,388.3	532,937.1	586,230.4	644,953.8	709,339.4
Energía Eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Combustible	- 3,535.1	3,829.6	4,147.0	4,561.7	5,017.8	5,519.6	6,071.6	6,678.7	7,346.6	8,081.3
Seguro de Planta	- 1,907.6	1,907.6	1,907.6	1,907.6	1,907.6	1,907.6	1,907.6	1,907.6	1,907.6	1,907.6
Depreciación	- 62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1
Amortización	- 5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9
	- 73,594.7	73,889.2	74,206.6	74,621.3	75,077.4	75,576.2	76,131.2	76,738.3	77,406.2	78,140.9
	- 294,196.5	352,207.9	438,210.0	475,024.8	515,521.2	559,917.5	609,068.3	662,968.7	722,200.0	787,480.3
Utilidad Bruta	- 20,686.1	95,331.5	165,367.5	188,910.3	214,807.2	243,394.1	274,756.3	309,096.8	347,014.1	388,721.2
Gastos Administrativos:										
Gastos de Oficina	- 2,000.00	2,200.0	2,420.0	2,662.0	2,928.2	3,221.0	3,541.1	3,897.4	4,287.1	4,715.8
Sueldos	- 2,568.0	2,824.8	3,107.3	3,418.0	3,759.8	4,135.8	4,548.3	5,004.3	5,504.7	6,052.2
Prestaciones	- 1,027.2	1,129.9	1,243.0	1,367.0	1,504.0	1,654.4	1,819.8	2,001.8	2,202.0	2,422.2
	- 5,595.2	6,154.7	6,770.3	7,447.2	8,192.0	9,011.2	9,912.2	10,903.5	11,993.8	13,193.2
Utilidad Operación	- 15,090.9	89,176.8	158,597.2	181,463.1	206,615.2	234,382.9	264,844.1	298,193.3	335,020.3	375,528.0
Gastos Financieros	- 37,493.4	39,103.4	37,421.1	34,013.8	31,273.5	28,820.7	26,321.9	23,869.1	21,511.8	19,250.0
Utilidad antes de Impuestos	(22,402.5)	50,073.4	121,176.1	147,449.3	175,341.7	205,562.2	238,522.2	274,324.2	313,508.5	356,278.0
Imp. s/renta (40%)	-	21,630.8	30,863.0	41,289.7	53,433.5	68,337.1	86,176.3	107,217.0	131,731.5	160,511.7
Reparte utilidades	-	4,005.8	9,394.0	11,795.9	14,927.3	18,444.9	23,361.7	29,844.0	38,072.6	48,173.2
Utilidad Neta:	(22,402.5)	25,037.8	80,938.2	73,724.7	87,170.9	102,781.2	119,211.2	137,163.2	156,704.4	177,593.1

BALANCES GENERALES PROPORNA  
( miles de pesos )  
A ñ o s

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ACTIVO TOTAL	699,351.5	676,949.0	655,101.1	673,305.7	660,051.8	622,399.1	650,815.4	655,851.8	668,078.1	682,154.9	759,750.6
Activo Circulante	11,831.0	57,580.5	103,884.9	190,241.5	245,139.5	275,638.9	372,207.2	445,355.6	524,773.9	614,002.3	733,750.1
Caja y Bancos	1,239.7	1,239.7	5,208.4	5,239.4	5,239.5	35,239.5	6,239.5	5,239.9	7,239.3	2,239.8	1,239.4
Inventario Prod. Terminado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Inventario Insumos	5,591.3	5,591.3	1,645.5	2,263.0	2,489.3	2,738.2	3,012.0	3,314.0	3,645.0	4,010.0	4,410.0
Cuentas por cobrar	-	45,749.7	96,039.9	181,738.1	235,650.3	236,661.2	352,955.7	435,942.7	513,889.7	603,753.5	743,121.2
Activo Fijo	635,871.5	572,884.4	509,897.0	446,909.9	383,922.8	320,935.7	257,948.6	194,961.5	131,974.4	68,997.3	5,000.0
Terreno	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0	5,000.0
Maq. y Equipo	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5	629,871.5
Depreciación acumulada	-	(62,987.1)	(125,974.5)	(188,961.6)	(251,943.7)	(314,935.8)	(377,922.9)	(440,910.0)	(503,897.1)	(566,884.2)	(629,871.5)
Activo Diferido	51,649.0	46,484.1	41,319.2	35,154.3	30,989.4	25,824.5	20,659.6	15,494.7	10,329.8	5,164.9	-
Gastos Preoperativos	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0	51,649.0
Amortización acumulada	-	(5,164.9)	(10,329.8)	(15,494.7)	(20,659.6)	(25,824.5)	(30,989.4)	(36,154.3)	(41,319.2)	(46,484.1)	(51,649.0)
Pasivo Total	349,351.5	349,351.5	302,466.8	260,083.2	217,339.4	174,618.3	131,922.1	89,254.0	47,615.0	4,010.0	4,410.0
Pasivo Circulante	5,591.3	5,591.3	1,645.5	2,263.0	2,489.3	2,738.2	3,012.0	3,314.0	3,645.0	4,010.0	4,410.0
Clientes Proveedores	5,591.3	5,591.3	1,645.5	2,263.0	2,489.3	2,738.2	3,012.0	3,314.0	3,645.0	4,010.0	4,410.0
Crédito de Avío	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasivo Fijo	343,760.2	343,760.2	300,790.2	257,820.3	214,850.1	171,880.1	128,910.1	85,940.0	42,970.0	-	-
Crédito a Largo Plazo	343,750.2	343,750.2	300,790.2	257,820.3	214,850.1	171,880.1	128,910.1	85,940.0	42,970.0	-	-
Capital Contable	350,000.0	327,597.5	352,634.3	413,222.5	442,712.4	447,780.8	518,893.3	565,587.8	621,463.1	684,144.9	755,340.6
Capital Social	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0	350,000.0
Utilidad acumulada	-	-	(23,654.3)	(395.1)	59,536.3	88,328.9	122,641.8	162,930.3	209,739.7	253,627.9	325,245.5
Utilidad de Ejercicio	-	(22,402.5)	25,036.8	60,588.2	73,724.7	87,670.9	102,781.2	119,261.2	137,163.2	155,704.4	177,989.1
Reserva Legal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(5% Utilidad Neta)	-	-	1,251.8	3,029.4	3,686.2	4,383.5	5,139.0	5,963.0	6,858.1	7,835.2	8,895.4
Dividendos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(60% Utilidad Neta)	-	-	-	-	(44,234.8)	(52,602.5)	(61,668.7)	(71,556.7)	(82,297.9)	(94,022.6)	(106,793.4)
Capital + Pasivos	699,351.5	676,949.0	655,101.1	673,305.7	660,051.8	622,399.1	650,815.4	655,851.8	668,078.1	682,154.9	759,750.6

**ESTADOS PROFORMA DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS**  
(miles de pesos)  
años

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>ORIGEN</b>											
Utilidad Neta	-	(22,402.5)	25,036.8	60,588.2	73,724.7	87,670.9	102,781.2	119,261.2	137,163.2	156,704.4	177,939.1
Depreciación	-	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1	62,987.1
Amortización Diferida	-	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9	5,164.9
Crédito de Avío	-	57,000.0	71,000.0	90,000.0	94,000.0	103,800.0	116,100.0	128,000.0	140,300.0	150,300.0	170,000.0
Crédito Proveedores	5,591.3	5,591.3	1,645.6	2,263.0	2,489.3	2,738.2	3,012.0	3,313.3	3,644.7	4,005.2	4,410.0
Crédito Largo Plazo	343,760.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aportación Accionistas	350,000.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total Origen</b>	<b>699,351.5</b>	<b>108,340.8</b>	<b>165,834.4</b>	<b>221,003.2</b>	<b>238,366.0</b>	<b>262,361.1</b>	<b>290,045.2</b>	<b>318,726.5</b>	<b>349,259.9</b>	<b>379,165.4</b>	<b>420,551.1</b>
<b>APLICACIONES</b>											
Incremento Activo Fijo	635,871.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Incremento Activo Diferido	51,649.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Incremento Activo Circulante	5,591.3	45,749.5	46,304.4	86,356.6	54,898.1	30,499.3	96,568.3	73,188.4	79,378.3	86,228.8	139,747.9
Pagos a Largo Plazo	-	-	42,970.0	42,970.0	42,970.0	42,970.0	42,970.0	42,970.0	42,970.0	42,970.0	42,970.0
Pagos Avío	-	57,000.0	71,000.0	90,000.0	94,000.0	103,800.0	116,100.0	128,000.0	140,300.0	150,300.0	170,000.0
Pagos Proveedores	-	5,591.3	5,591.3	1,645.6	2,263.0	2,489.3	2,738.2	3,012.0	3,313.3	3,644.7	4,005.2
<b>Total Aplicación</b>	<b>693,111.8</b>	<b>108,340.8</b>	<b>165,865.7</b>	<b>220,972.2</b>	<b>194,131.1</b>	<b>179,758.6</b>	<b>259,376.5</b>	<b>247,170.4</b>	<b>265,961.6</b>	<b>286,143.6</b>	<b>313,757.1</b>
<b>Flujo Total</b>	<b>6,239.7</b>	<b>0.0</b>	<b>(31.3)</b>	<b>31.0</b>	<b>44,234.9</b>	<b>82,602.5</b>	<b>31,668.7</b>	<b>71,556.1</b>	<b>83,298.3</b>	<b>93,022.1</b>	<b>106,794.0</b>
Saldo anterior	-	6,239.7	6,239.7	6,208.4	6,239.4	6,239.5	6,239.5	6,239.5	6,238.9	7,239.3	6,239.7
Saldo Dividendos	-	-	-	-	44,234.8	52,602.5	61,668.7	71,556.7	82,297.9	94,022.1	106,794.0
<b>Saldo Final</b>	<b>6,239.7</b>	<b>6,239.7</b>	<b>6,208.4</b>	<b>6,239.4</b>	<b>6,239.5</b>	<b>6,239.5</b>	<b>6,239.5</b>	<b>6,238.9</b>	<b>7,239.3</b>	<b>6,239.3</b>	<b>6,239.7</b>

INFORMACION PARA LA DETERMINACION DE LA TASA INTERNA  
DEL RENDIMIENTO FINANCIERO\*  
( Miles de pesos)

AÑO	Utilidad Neta	Depreciación y Amortización	Incremento en el Capital de Trabajo	Incremento en Activo Fijo y Activo Diferido	Flujo Neto	Flujo Neto Actualizado
0	0	0	3,000.0	587,520.5	(590,520.5)	(590,520.5)
1	(22,403.5)	68,152.0	(5,250.3)	0	40,499.2	33,073.2
2	25,036.8	68,152.0	36,281.0	0	56,907.8	50,239.6
3	30,588.0	68,152.0	66,708.4	0	52,031.8	51,537.0
4	73,724.7	68,152.0	50,911.2	0	90,855.5	71,044.0
5	87,670.9	68,152.0	(9,789.1)	0	155,512.0	121,592.3
6	102,781.2	68,152.0	113,944.55	0	55,988.7	39,339.3
7	119,261.2	68,152.0	60,987.0	0	126,426.2	82,037.9
8	137,143.2	68,152.0	65,746.9	0	139,569.3	85,131.7
9	155,704.4	68,152.0	75,863.9	0	148,992.5	75,447.2
10	177,989.1	68,152.0	123,647.7	0	122,493.4	66,034.2

T A S A = 6.37%

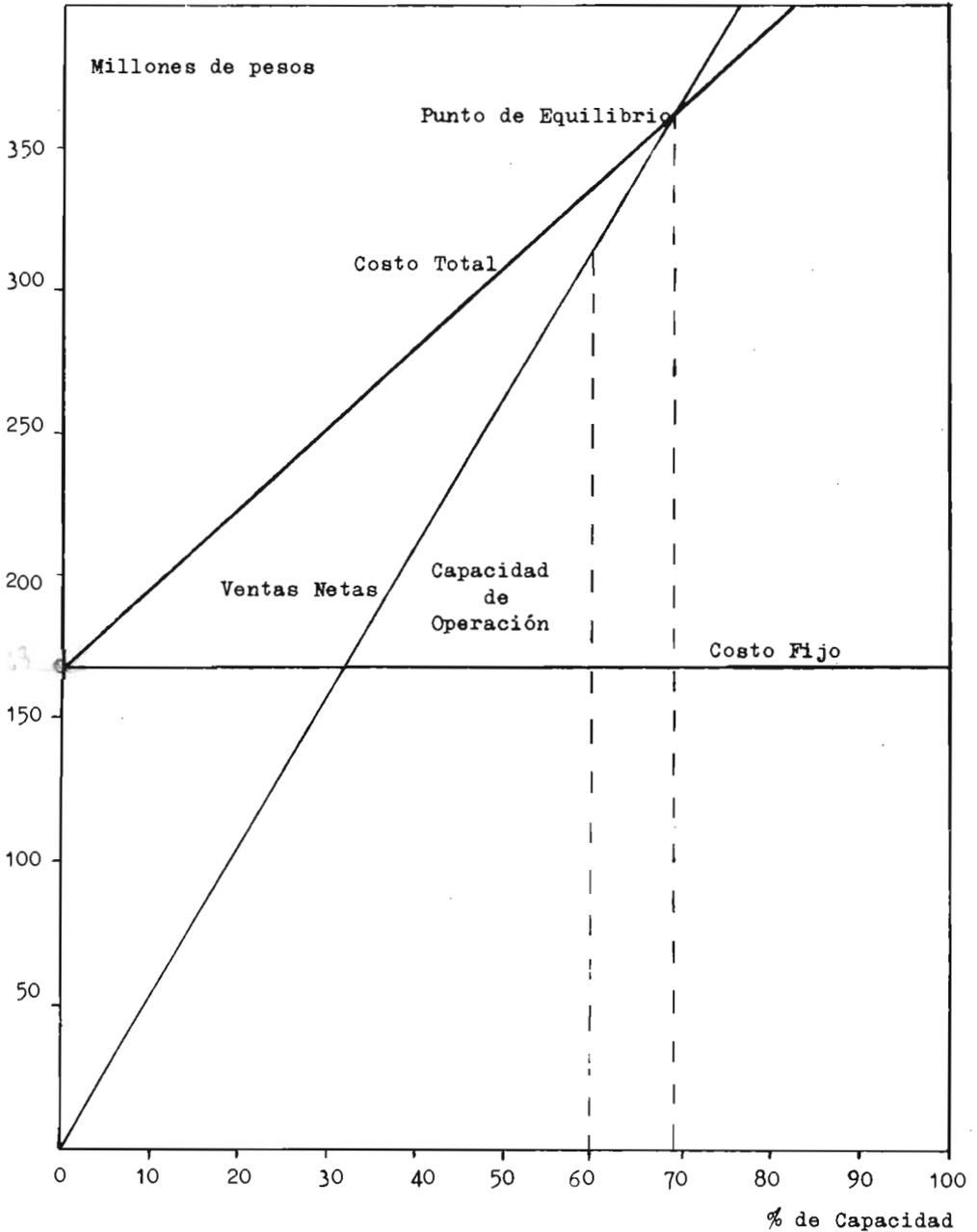
\* Calculada sin considerar financiamiento en la Inversión y con préstamo de Avío para el Capital de Trabajo.

- 445 -

PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL PRIMER AÑO.

COSTOS FIJOS:	MILES DE PESOS
- Mano de Obra Directa	34,943.0
- Mano de Obra Indirecta	5,724.0
- Prestaciones	15,266.0
- Seguro de Planta	1,807.6
- Depreciación	12,887.1
- Amortización	5,164.9
- Sueldos	8,568.0
- Prestaciones	1,027.2
- Gastos Financieros	<u>37,493.4</u>
	168,082.0
COSTOS VARIABLES:	
- Materia Prima	137,088.0
- Insumos Zafra	16,773.9
- Insumos Refundición	2,919.0
- Mantenimiento	1,081.0
- Combustible	3,535.1
- Gastos de Oficina	<u>2,000.0</u>
	168,203.1
COSTOS TOTALES:	
- Costos Fijos	168,082.0
- Costos Variables	<u>168,203.1</u>
	337,285.1

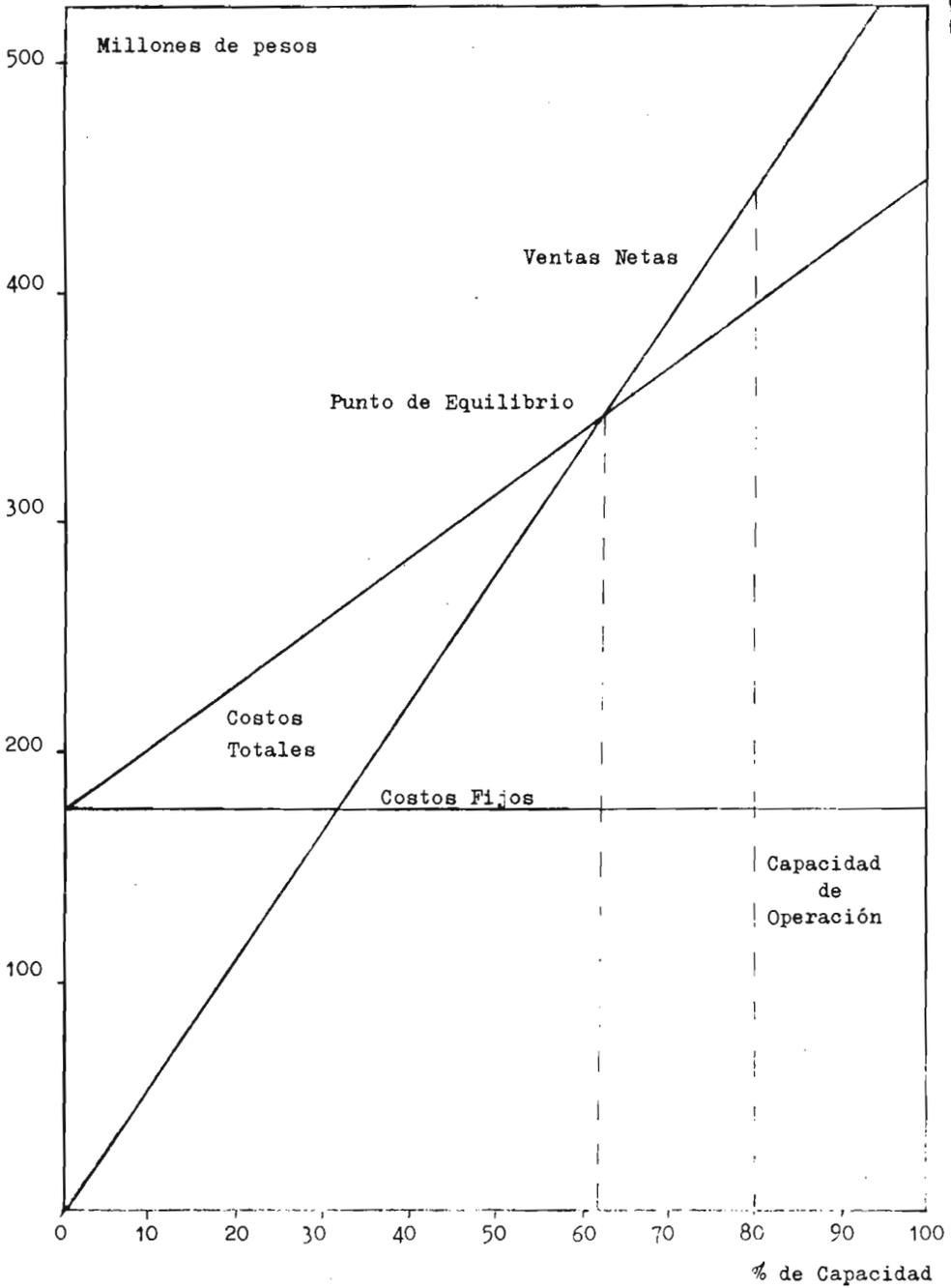
PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL PRIMER AÑO



PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL SEGUNDO AÑO.

COSTOS FIJOS:	MILES DE PESOS
- Mano de Obra Directa	38,437.3
- Mano de Obra Indirecta	6,296.4
- Prestaciones	17,893.4
- Seguro de Planta	1,907.6
- Depreciación	62,987.6
- Amortización	5,164.9
- Sueldos	2,824.8
- Prestaciones	1,129.9
- Gastos Financieros	<u>39,103.4</u>
	175,744.8
COSTOS VARIABLES:	
- Materia Prima	199,968.0
- Insumos Zafra	4,936.9
- Insumos Refundición	3,211.6
- Mantenimiento	7,575.1
- Combustible	3,829.6
- Gastos de Oficina	<u>2,200.00</u>
	221,721.2
COSTOS TOTALES:	
- Costo Fijos	175,744.8
- Costos Variables	<u>221,721.2</u>
	397,466.0

PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL SEGUNDO AÑO



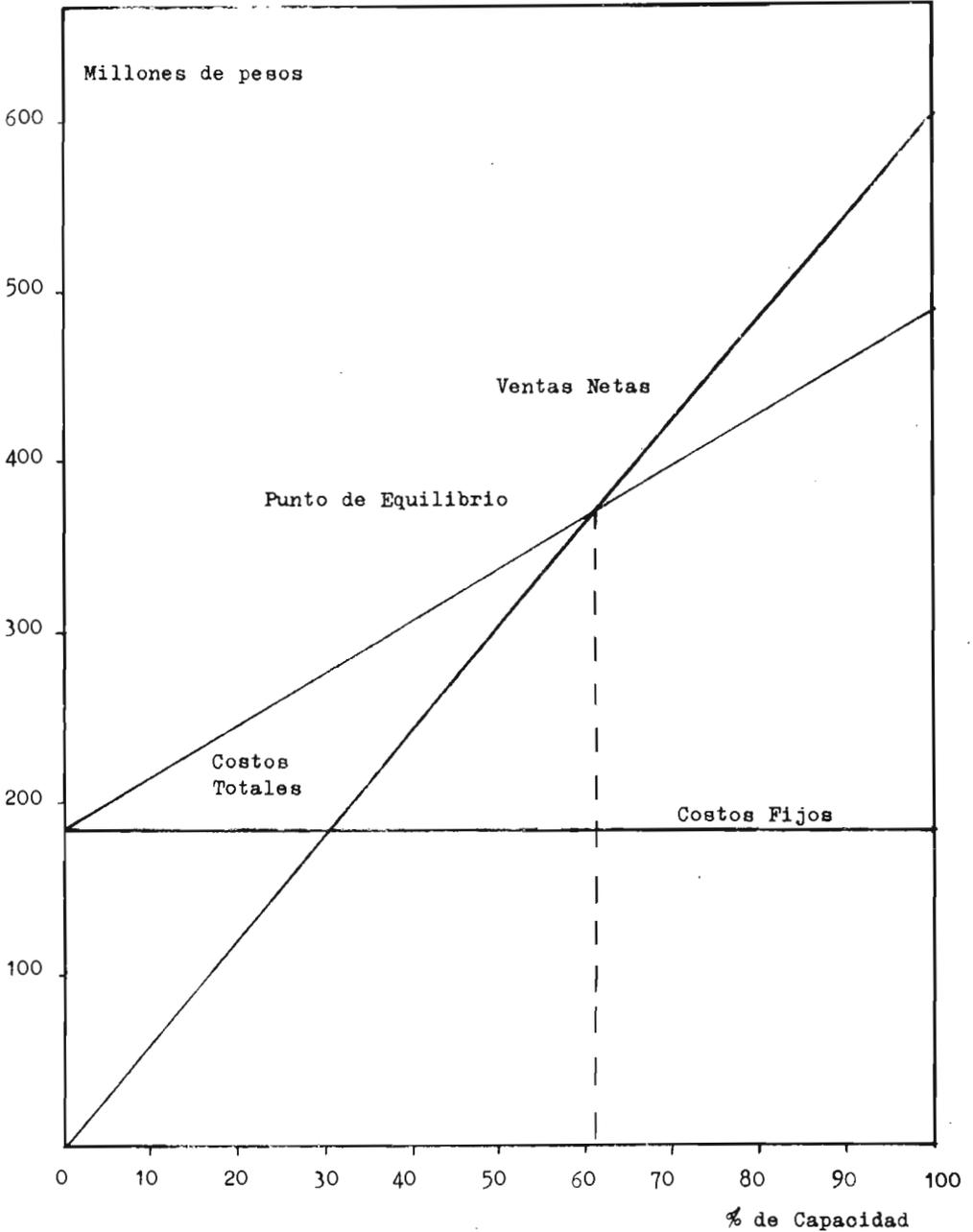
PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL TERCER AÑO.

COSTOS FIJOS:	MILES DE PESOS
- Mano de Obra Directa	42,281.0
- Mano de Obra Indirecta	1,926.0
- Prestaciones	19,581.0
- Seguro de Planta	1,907.5
- Depreciación	62,987.1
- Amortización	5,114.8
- Sueldos	3,107.3
- Prestaciones	1,243.0
- Gastos Financieros	<u>37,421.1</u>
	180,719.0

COSTOS VARIABLES:	
- Materia Prima	275,450.8
- Insumos Zafra	6,789.1
- Insumos Refundición	3,532.8
- Mantenimiento	8,332.7
- Combustible	4,147.0
- Gastos de Oficina	<u>2,420.0</u>
	301,682.4

COSTOS TOTALES:	
- Costos Fijos	180,719.0
- Costos Variables	<u>301,682.4</u>
	482,401.4

PUNTO DE EQUILIBRIO PARA EL TERCER AÑO



CAPITULO VII

CONCLUSIONES

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

### I. Mecanización del campo cañero:

Son innegables las ventajas que ofrece intensificar la mecanización del campo cañero. Así, es necesario superar el obstáculo que ha ofrecido al cultivador la falta de un finciamiento accesible para la adquisición de maquinaria y naturalmente un mejor precio de venta para la producción que deriva.

### II. Enfermedades y Plagas:

Resulta imperioso frenar las pérdidas que ocasionan las - diferentes plagas y enfermedades registradas en el campo cañero mexicano.

Como es sabido en la zafra 73-74 el monto de los daños tenidos hubiese sido suficiente para con una inversión equivalente salvar una proporción sustancialmente mayor en valor de caña de azúcar perdida.

### III. Inaplazables son las medidas para disminuir las paulatinas pérdidas de áreas dedicadas al cultivo de la caña, ocasionadas por la tendencia de los agricultores al cultivo de otras especies - aparentemente más rentables como son el maíz, frijol, arroz, etc.

Simultáneamente surge la necesidad adicional de recuperar aquellas áreas que a la fecha ofrecen una desertión que - pronto será permanente. Por último debe, en definitiva promoverse con todos los recursos necesarios el incremento de la superficie cañera y asegurar la situación del campo cañero mexicano y prever aprovechar la total capacidad de -

los Ingenios instaladas así como apuntalar desde su base los futuros planes de ampliación de la planta industrial azucarera mexicana.

IV. Variedades de caña:

A la fecha se ha robustecido la técnica nacional y la producción doméstica de nuevas variedades de caña de azúcar. Es el momento entonces de adecuar las variedades de caña de azúcar según la región de cultivo. Por otra parte puede pensarse con confianza en sustituir y minimizar las importaciones de variedades de caña provenientes del Exterior, con los consabidos beneficios resultantes que lo anterior ofrecerá.

V. Financiamiento:

Debido que las exportaciones de azúcar mexicana han dejado de realizarse para satisfacer la demanda doméstica, la Industria se ha mostrado, en gran parte por este motivo, deficitaria para financiar adecuadamente su crecimiento. Como tal situación ofrece perspectivas de mantenerse dentro del mediano plazo tendrá que reestructurarse la planeación financiera interna hacia estos fines. Es obvio que se requerirán en términos generales recursos suficientes y de naturaleza no especulativa. En particular deberán orientarse haciéndolos accesibles y preferentemente aplicándolos a renglones que eleven la producción y a proyectos de mayor rentabilidad.

VI. Existe el Decreto del 24 de Octubre de 1975 para la nueva forma de pago y precio de la caña de azúcar. Sin embargo la experien-

cia indica que dicha medida deberá supervitarse estrechamente pa-  
ra garantizar su adecuada aplicación y en caso de reflejar insu-  
ficiencia de inmediato realizar los ajustes pertinentes a fin de  
verdaderamente suponer que el problema a remediar se resolverá -  
en vez de volverse más complejo.

#### VII. Ingenios:

Como primer paso hacia el mejoramiento global de la Indus-  
tria Azucarera Mexicana está la clara posibilidad de apro-  
vechar plenamente la capacidad instalada en los Ingenios  
del país que a la fecha resulta ociosa hasta en 41%.

En seguida y también en forma accesible en un corto plazo  
deberán incrementarse las medidas existentes estudiadas -  
para eficientar la productividad. Todo lo anterior dentro  
de un marco de rentabilidad que asegure el camino de so-  
lución que se esté adoptando.

Por último y con estas características queda agilizar los  
planes de expansión y nuevos Ingenios procurando aprove-  
char cualquier posibilidad para fomentar la creación y el  
desarrollo de Industrias mexicanas fabricantes de equipo -  
azucarero.

VIII. Nuevamente la necesidad para aumentar el precio del azúcar se -  
presente por los mismos requerimientos que en 1970 ocasionaron  
su alza, es decir los gastos para producirla son mayores que la  
recuperación que se obtiene en el precio de venta.

En este momento sólo podemos aventurar una medida similar a la observada y en tal caso un ajuste nuevo estaría dado fijando un incremento mayor para el azúcar standard y refinado, por ser más costosa su elaboración. En el caso del azúcar morena preveer un aumento de precio menor y realizar una campaña entre la población para que las mayorías con menos poder adquisitivo la consuman sin que resulte lesionada con gran impacto su presupuesto familiar.

**IX. Capacitación:**

Resulta obvio por las características socio-económicas del personal que labora en la Industria Azucarera, tanto en el campo como en la fábrica, su impostergable capacitación para sustentar cualquier plan de desarrollo futuro. Concretamente habilitar al ICIA con los recursos necesarios para poner en práctica los programas de capacitación a la fecha elaborados en su seno.

**X. Consumo:**

Restringir el consumo per-cápita de azúcar nacional es una alternativa de solución inmediata para aliviar la presión que la demanda doméstica está ejerciendo sobre la Industria Azucarera. Esto sin que sea una propuesta arbitraria ya -- que el mexicano está consumiendo azúcar a niveles bastante más elevados que otros habitantes del mundo que consumen lo justo para su supervivencia.

**XI. Exportaciones y Balanza Comercial.**

El azúcar mexicano ha sido el producto alimenticio por excelencia que ha colaborado para aliviar el desequilibrio - desfavorable de la balanza comercial del país.

Dejando de llevar este producto al exterior ocasiona una pérdida directa considerable pero a su vez trae un efecto multiplicador negativo adicional.

Esto incide entonces como parte integral de la problemática y planificación de la Industria Azucarera Mexicana. Así queda establecido como meta exportar por lo menos los volúmenes que históricamente hemos enviado al exterior equivalentes a aproximadamente 20% de la producción azucarera de México.

#### XII. Demanda:

Se piensa que para 1982 se requerirán cerca de 3.5 millones de toneladas de azúcar para satisfacer la demanda nacional. Sólo llevando a cabo satisfactoriamente cada una de las propuestas mencionadas en los incisos anteriores existirá la esperanza de lograrlo.

Como alternativa queda la importación, por ende el endeudamiento y el crítico desarrollo de la problemática interna hacia estadísticas irreversibles de solución.

#### XIII. Rentabilidad del Proyecto:

La rentabilidad se presentó en la tabla de tasas de rendimiento interno. El resultado al que se llegó fue de una tasa del 6.37 %. Esta tasa es baja, pero considerando que el azúcar es un producto de primera necesidad y que existe la posibilidad de recurrir a importaciones para cubrir la demanda nacional, se hace imperiosa la necesidad de invertir en esta industria, quedando la inversión en manos del sector público, ya que la recuperación de la inversión sería a largo plazo.

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

Libros:

- Aries, S.                     ↖ "Chemical Engineering Cost Estimation"  
Newton, R.                   Ed. Mc. Grow-Hill Book Company  
New York - 1955
- Hartig, F.                    "Principios de Tecnología Azucarera",  
Ed. C.E.C.S.A. 1a. Edición  
México - 1969
- Kern, Q.                     "Procesos de Transferencia de calor"  
Ed. C.E.C.S.A. 8a. Edición  
México - 1974
- Peters  
Zimmerhaus                  "Plant Design and Economics for Chemical Engineers"  
Ed. Mc. Grow-Hill Book Company 2a. Edición  
New York - 1968
- Rise, H.                     "Ingeniería de Proyectos para Plantas de Proceso"  
Barrow, M.                   Ed. C.E.C.S.A. 2a. Edición  
México - 1975
- Viejo, S.                    "Cálculo Azucarero"  
La Habana, Cuba

Manuales:

- Hugot, F.                    "Manual para Ingenieros Azucareros"  
Ed. C.E.C.S.A. 4a. Edición  
México - 1976

- Terry, H. "Chemical Engineers' Handbook"  
Ed. Mc. Grow-Hill Book Company 5a. Edición  
New York 1973
- Spencer,  
Heads "Manual del Azúcar de Caña"  
Ed. Montaner y Simón S. A. 1a. Edición  
Barcelona 1967
- "Manual Azucarero Mexicano 1976"  
Ed. Compañía Editora del Manual Azucarero S.A.
- "Maduración y Sazonado de la Caña de Azúcar"  
I.N.P.A.
- "Manuales de Estudio "  
I.C.I.A.

Tesis Profesionales:

- Castón, C. "Diagnóstico de la molienda en un Ingenio Azucarero"  
Fac. Química, UNAM - 1969
- González, P. "Estimación preliminar de Costos para la Instalación de una  
Fábrica de Azúcar"  
Fac. Química, UNAM. - 1976

Publicaciones y Revistas:

- "Estadísticas Azucareras" ( 1972, 1973, 1975 )  
Comisión Nacional de la Industria Azucarera  
U. N. I. S. A.

"Industria Azucarera" Abril-Mayo 1974

I.M.I.Q.

"Contrato Colectivo de Trabajo de las Industrias Azucarera,  
Alcoholera y Similares de la República Mexicana"

En vigor del 15 de Noviembre de 1974 al 15 de Noviembre de  
1976.

"Ley del Impuesto sobre la Renta Confrontada" 1975-1976

S.N.C.P. 1a. Edición

"Modern Commodity Futures Trading"

Gezal Gold

Publishers: Commodity Research Bureau Inc.

"Portfolio of Successful Mining And Processing Techniques"

Compiled by the Editors of: Engineering and Mining Journal

"The Potential for New Commodity Cartels"

Septiembre de 1975 by Anthony Edwards

"Plantation Crops" 1973

Preparado en la: Commonwealth Secretariat

"Problemas de la Comercialización del Azúcar en el Mercado  
Continental y Mundial" 1963

Departamento de Asuntos Económicos de la Unión Panamericana

"Cotizaciones Internacionales de Los Principales productos de  
Exportación e Importación" 1970 - 1974

Banco de México, S. A. - Gerencia de Investigación Económica -  
Noviembre de 1974.

"Forecasting Commodity Prices.- How the Experts Analyze the Markets"

Ed. Harry Jiler - 1975

"Statistical Bulletin"

International Sugar Organization - Feb. 1976

Vol. 35 No. 2

"World Commodity Outlook" 1974-1975, 1976

The Economist Intelligence Unit Ltd.

"Sugar and Sweetener Report" Abril de 1976, Mayo 1976

Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Vol. 1 No. 4

"World Agricultural Situation" Diciembre 1975

Departamento de Agricultura de Estados Unidos

"Foreign Agriculture Circular-Sugar" Diciembre 1975

Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

"Weekly Statistical Sugar Trade Journal" Mayo 1976

"Sugar Market News" Noviembre 1975

Departamento de Agricultura de Estados Unidos

Vol. 1 No. 4

"Sugar Reports" Julio 1975

Departamento de Agricultura de Estados Unidos

"Sugar Year Book" 1974

International Sugar Organization