

L

338.17379  
L863  
C.2

INGRESADO A INVENTARIO CON  
ORD. No. 2439.

ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA INSTALACION DE UNA  
FABRICA DE APROVECHAMIENTO DE CACAO.



BIL.

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
**Ingeniero Mecánico**

Presentada por:

*Walter Loor Loor*

EGRESADO DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA  
DEL LITORAL.

Guayaquil, Diciembre de 1.968

ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA INSTALACION DE UNA  
FABRICA DE APROVECHAMIENTO DE CACAO.

Firma del Autor: Walter Loor Loor  
Walter Loor Loor

Certificado por: Alfredo Cui Ortiz  
Cap. Frag. Alfredo Cui Ortiz. Director de Tesis.  
CvCB Ing Mec.

Aceptado por: Hugo Tobar Vega  
Cap. Frag. Ing. Naval, Arq. Naval, Ing. Nuclear.  
Hugo Tobar Vega. Director del Departamento de Ingeniería Mecánica.

A MI MADRE:

Que con amor supo fortalecer mi  
espíritu hasta lograr la culmina-  
ción de mi carrera.

**DECLARACION EXPRESA:**

**LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS,  
IDEAS Y DOCTRINAS EXPUESTAS EN ES-  
TA TESIS, CORRESPONDEN EXCLUSIVA-  
MENTE A SU AUTOR.**

**(Artículo Sexto del Reglamento de Exámenes  
y Títulos profesionales).**

**Walter Loor Loor**

## AGRADECIMIENTO

El autor quiere dejar constancia de su gratitud imperecedera a cada uno de los señores Catedráticos de la especialización de Ingeniería Mecánica, por sus invalorables enseñanzas.

Muy especialmente al Ingeniero ALFREDO CUVI ORTIZ, Director de Tesis, por su valiosa colaboración en la realización de esta Tesis.

## INDICE

	Pag.
DEDICATORIA	I
DECLARACION	II
AGRADECIMIENTO	III
<b><u>CAPITULO I:</u> INTRODUCCION</b>	1
a) Anteproyecto	
b) Componentes del Sistema	
<b><u>CAPITULO II:</u> ESTUDIO DE MERCADO</b>	4
a) Fuentes de Suministro de materias primas, o Mercado de Abastos.	
a ) Cultivo	
1	
a <sub>2</sub> ) Lugares de Cultivo	
a <sub>3</sub> ) Fermentación	
a <sub>4</sub> ) Exportación	
b) Demanda actual de productos elaborados: Consumo interno y exportación. (Gráfico N° A <sub>a</sub> , A <sub>b</sub> ).	
c) Demanda probable en los próximos cinco años. (Gráfico N° A <sub>c</sub> ).	
<b><u>CAPITULO III:</u> PLANEAMIENTO DE LA PLANTA</b>	8
a) Capacidad para cubrir demandas actuales y futuras:	
a <sub>1</sub> ) Localización	
a <sub>2</sub> ) Demanda probable en los próximos cinco años.	
b) Etapas de realización.	
<b><u>CAPITULO IV:</u> INGENIERIA DEL PROYECTO</b>	12
a) Selección y descripción del proceso de producción.	
b) Diagrama del flujo de producción. (Gráfico N° A <sub>1</sub> )	
c) Distribución de la planta en el terreno. (Gráfico N° A <sub>2</sub> )	
d) Estudio de las secciones de: limpieza, molienda, prensado, pulverizado, vapor, refrigeración, y otros.	

- e) Factores básicos a considerar para la instalación de la maquinaria y especificaciones del equipo.
- f) Selección del equipo para fabricación de bombones y diagramas de flujo de producción.
- g) Montaje de las máquinas, estudiando la fuerza desbalanceada y la cimentación para evitar las vibraciones de los equipos más importantes. (Estudio del sistema de aislamiento de un compresor.)
  - g<sub>1</sub>) Instrumentos para medir frecuencias.
  - g<sub>2</sub>) Aislamiento de vibración.
  - g<sub>3</sub>) Resonancia.
  - g<sub>4</sub>) Cálculo de las cimentaciones y estudio del sistema de aislamiento de un compresor.
  - g<sub>5</sub>) Distribución de las armaduras.
- h) Diseño del sistema de tuberías de vapor y agua.
  - h<sub>1</sub>) Diseño de tuberías para el agua de torre y cálculo de la bomba de agua.
  - h<sub>2</sub>) Diseño del sistema de agua helada.
  - h<sub>3</sub>) Diseño del sistema de agua caliente.
- i) Sistema de vapor.
  - i<sub>1</sub>) Selección del caldero
  - i<sub>2</sub>) Instalación de la caldera
  - i<sub>3</sub>) Estudio de los gases
  - i<sub>4</sub>) Montaje de la chimenea
  - i<sub>5</sub>) Cálculos de la caldera
  - i<sub>6</sub>) Sistema de vapor en la planta
  - i<sub>7</sub>) Cálculo de las tuberías de vapor

	Pag.
j) Pruebas de calidad del producto.	
<b><u>CAPITULO V: REFRIGERACION</u></b>	96
a) Refrigeración	
b) Selección de la torre de enfriamiento.	
<b><u>CAPITULO VI: INVERSIONES</u></b>	123
a) Inversiones fijas	
b) Capital de Operación	
<b><u>CAPITULO VII : ANALISIS ECONOMICO</u></b>	125
a) Materiales directos	
b) Mano de Obra directa	
c) Gastos de Fabricación	
d) Presupuesto de gastos de ventas anuales.	
e) Presupuestos de gastos administrativos	
f) Presupuesto de ingresos por ventas anuales.	
g) Estado de pérdidas y ganancias. - Rentabilidad.	
h) Cálculo del punto de equilibrio	
i) Gráfico del punto de equilibrio	
<b>COMENTARIOS</b>	132
<b><u>ANEXOS Y BIBLIOGRAFIA :</u></b>	133
<b><u>ANEXOS:</u></b> A <sub>1</sub> ) Diagrama de flujo de producción	
A <sub>2</sub> ) Plano de distribución de la planta en el terreno.	
A <sub>a,b,c</sub> ) Curvas de exportación y de consumo:	
A <sub>a</sub> ) Curvas de exportación de polvo de cacao y manteca de cacao.	
A <sub>b</sub> ) Curvas de consumo interno y de exportación de cacao bruto.	
A <sub>c</sub> ) Curvas de exportación de manteca de cacao y demanda en los próximos cinco años.	

- A<sub>3</sub>) Tablas de Adrian Pauw para amortiguamiento de vibraciones.
- A<sub>4</sub>) Gráfico del punto de equilibrio.
- A<sub>5</sub>) Plano de prensa.
- A<sub>6</sub>) Sistema de calefacción de prensa.
- A<sub>7</sub>) Diagrama de flujo de combustible en el caldero y Planos de montaje.
- A<sub>8</sub>) Circuito de agua caliente.
- A<sub>9</sub>) Circuito de vapor y condensado.
- A<sub>10</sub>) Circuito de agua de torre.
- A<sub>11</sub>) Circuito de agua fría.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El objeto de este anteproyecto tiene por fin ver la factibilidad de instalación de una fábrica de productos de cacao, pues debido a que la materia prima el "cacao", en un país agrícola ciento por ciento, como el nuestro, existe en abundancia y considerado junto con el de Brasil y Africa como uno de los mejores del mundo.

Los productos que vamos a obtener son: la manteca de cacao, el polvo de cacao, la cascarilla y podemos decir que la manteca de cacao tiene mucho uso para la elaboración de chocolate, usos farmacéuticos, para vitaminas, cosméticos y jabones.

Una vez que realicemos los estudios de mercado tanto de consumo interno como de exportación, nos dedicaremos a hacer un estudio y proyecto para instalación de la fábrica.

Sabemos que con el desarrollo paulatino de un plan hacia el mercado común latinoamericano a través de la "Asociación Latinoamericana de Libre Comercio" (ALALC), va incrementándose el porcentaje de las exportaciones, como se ha comprobado por datos estadísticos en estos últimos años, pues un sinnúmero de industrias se están creando en el Ecuador, para participar de las grandes perspectivas que ofrece este plan.

Esta industria, servirá en la actualidad a un mercado muy grande y especialmente en exportación, lo que significará un valioso aporte al desarrollo industrial del país.

a) Anteproyecto.-

Se considera una planta para productos de cacao (man-teca de cacao y polvo de cacao) para consumo interno y pa-  
ra exportación.

Se hace un análisis de la maquinaria, factores bási-  
cos para su elección, análisis del sistema de fuerza y fi-  
nalmente un estudio económico. Esta industria de acuerdo  
a las disposiciones de la Ley de Fomento Industrial se la  
puede clasificar en la categoría especial.

Sabemos por estadísticas que en la actualidad en el  
Ecuador se producen cerca de cuarenta millones de kilos de  
cacao, del cual casi treinta y nueve millones de kilos se  
exportan, sin aprovechar casi nada de este producto para -  
fabricación de productos elaborados.

b) Componentes del Sistema.-

a) Estudio del equipo de planta (limpiadora, descas-  
cadora, tostadores, molinos, prensa y pulveriza-  
dor.

b) Equipo de vapor: caldera y sistema de líneas de  
vapor.

c) Equipo de refrigeración.

Analizaremos brevemente cada uno de estos compo-  
nentes.

d) Sección embalaje.

1) EQUIPO DE PLANTA.-

Análisis de cada máquina de planta para según ello de-  
terminar la máquina que se va a utilizar.

2) EQUIPO DE FUERZA.-

La caldera cuya función es la de transformar una deter-  
minada cantidad de agua en vapor a una conveniente pre-

- si3n y temperatura para aplicarlo a algunas m3quinas.
- 3) En estas plantas, especialmente en la secci3n de PULVERIZAR se necesitan bajas temperaturas en el ambiente donde trabajan estas m3quinas.
- 4) SECCION EMBAJALE. -  
Lugar donde se embala la manteca de cacao en cajas y m3quinas para envasar el polvo en fundas de diferentes pesos.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DE MERCADO

El objetivo de este estudio en este proyecto, consiste en estimar la cuantía de los bienes o servicios provenientes de esta nueva unidad de producción.

El mercado ha sido definido como el "área" en la cual convergen las fuerzas de la demanda y de la oferta.

Este es uno de los factores principales para determinar la capacidad de producción de la planta a instalarse, de acuerdo a recopilación de antecedentes obtenidos de la Junta de Planificación, Banco Central, Subdirección de Agricultura del Litoral.

### MERCADO DE ABASTOS

#### a) DESCRIPCION DE LA MATERIA PRIMA.-

La materia prima a utilizarse en esta unidad productora, es el cacao que se produce en mucha abundancia en nuestro país, en un pequeño árbol tropical perteneciente a la familia de las esterculiáceas.

Los frutos son bayas uniformes que miden veinticinco centímetros de longitud, doce de espesor y aproximadamente medio kilo de peso, conteniendo cuarenta o más semillas.

Se cortan y luego se abren y se sacan las semillas.

Numerosas son las variedades que existen de esta planta; para nuestro uso preferiremos el "cacao criollo" superior a los llamados de Java, Venezuela y Trinidad.

Prospera especialmente en terrenos removidos profun

damente para que el aire tenga acceso a las raíces, en los húmedos, pero protegidos de los vientos fuertes y de un exceso de luz.

a<sub>1</sub>) CULTIVO.-

Para formar un cacaotal debe prepararse de antemano un semillero en terreno especialmente rico en sustancias nutritivas, perfectamente defendido de los rayos solares y cuidando que haya buena aireación y luz.

En un suelo en estas condiciones, se depositan las semillas a una distancia de diez centímetros unas de otras; luego se las cubre con una delgada capa de tierra y se las riega con frecuencia a fin de que no carezcan de la necesaria humedad.

Al cabo de un mes, las plantas están aptas para comenzar a desarrollarse.

La distancia de un árbol a otro puede variar según que el suelo sea más o menos fértil, así como más o menos húmedo; además, se debe tener en cuenta que según la variedad que se cultiva, las ramas del árbol se dirigen oblicuamente hacia arriba o bien se desarrollan horizontalmente.

La distancia es un factor muy importante para la siembra, puesto que muchas veces la plantación tiene que estar expuesta a la violencia de los vientos.

Durante los primeros años de crecimiento del cacaotal, la poda es un factor muy importante, pues mejora en cantidad y calidad y se consigue el engrosamiento del tallo y de las ramas que sostendrán los frutos.

Si los cuidados anteriores son importantes, no lo es menos el que se refiere al abono del suelo.

La importancia de devolver al suelo las sustancias perdidas es tanto más necesaria si se tiene en cuenta que el cacao se compone de un 50% de aceite (manteca de cacao), de un 18% de albúmina, de un 10% de almidón, de un 18% de caucho, de un 2.60% de sustancias colorantes, de un 60% - de agua, de 1.50 % de teohomina, de un 3.60% de cenizas , de un 0.30% de sustancias desconocidas, lo que da un total de 100%.

Las cenizas del cacao se componen de potasa, óxido de hierro, cal, magnesio, ácido fosfórico, salíceo, etc.

Todas estas sustancias no existen en grandes cantidades en la tierra, se agotan pronto, como ocurre principalmente con el ácido fosfórico que se halla en el suelo en pequeñas cantidades y es la materia que más consume la planta de cacao.

Cuando el terreno y el clima han sido favorables, la fructificación comienza al tercer año. Agricultores previsores no se utilizan de la primera cosecha, prefieren sacrificarla porque la planta se debilita pronto y perece a los doce o trece años. Cuando el terreno ha sido cuidadosamente abonado, un cacaotal puede durar hasta senta años, compensando con creces los gastos invertidos en su conservación.

#### a<sub>2</sub>) LUGARES DE CULTIVO. - ✓

Los lugares donde se cultiva son: el Oriente, donde se encuentra en estado silvestre formando verdaderos bosques. En el litoral, las provincias que tienen grandes extensiones de terreno, dedicadas al cultivo del cacao son: las del Guayas, El Oro, Los Ríos, Manabí y Es-

meraldas.

a<sub>3</sub>) FERMENTACION DEL GRANO.-

Consiste en la descomposición de la sustancia medular que envuelve las semillas, en la separación de la materia mucilaginoso, en darle color al grano y mejorar su gusto.

Para ello se depositan en grandes receptáculos formando capas superpuestas, separadas entre sí por hojas; - sobre la última, se coloca un cierto peso.

Durante la fermentación, la semilla comienza a germinar, convirtiéndola en materia soluble.

A la fermentación sigue la "cura" que consiste en una desecación lenta, mediante aparatos especiales, que son hornos, pero ello se utiliza en países donde el frío es intenso; pero en nuestro país son preferibles y más económicos los rayos solares, hasta que haya desaparecido la humedad del grano; en estas condiciones está listo para ser exportado.

a<sub>4</sub>) EXPORTACIONES.-

Los países donde se exporta son: Estados Unidos, - Alemania Occidental, Bélgica, Colombia, Italia, Chile, Japón, Perú, Suecia, Francia, etc.

### CAPITULO III

#### PLANEAMIENTO DE LA PLANTA

##### a) CAPACIDAD PARA CUBRIR DEMANDAS ACTUALES Y FUTURAS.-

Sabemos por datos suministrados de fuentes de información que la demanda de manteca de cacao en el año de 1.967 es de 1'410.000 kilos/años de manteca de cacao que es la línea principal de producción de esta fábrica, cuya mayor producción es exportada y polvo cuya demanda en el mismo año 1.967 es de 1'300.000 kilos.

La fábrica que vamos a proyectar es de una capacidad de 1'850.000 kilos que cubrirá la demanda actual, trabajando a un cierto porcentaje de producción y trabajando - cerca del máximo de capacidad de la maquinaria o sea cinco años más tarde, cubrirá la demanda de 1'850.000 kilos por año.

##### a<sub>1</sub>) LOCALIZACION.-

Sabemos que los factores básicos que gobiernan correctamente la evaluación para la localización son:

- a) Localización de los materiales de producción;
- b) Mano de obra;
- c) Terrenos disponibles;
- d) Combustible industrial;
- e) Facilidades de transporte;
- f) Mercado;
- g) Facilidades de distribución;
- h) Energía;
- i) Agua; y
- j) Condiciones de vida, etc.

Analizando todos estos factores escogemos: dos lu-

gares para establecer la fábrica; uno, es la carretera al Puerto Marítimo que nos ofrece las ventajas que posee casi todos los factores básicos que enunciamos; pero nos -- ofrece la desventaja que queda muy lejos de los centros -- de donde se suministra la materia prima.

El otro lugar es en el kilómetro cinco de la carretera a Daule, que se encuentra en un lugar más cercano a los sitios de donde se trae la materia prima, puesto que por dicho carretero vienen todos los transportes de las -- provincias de Manabí, Esmeraldas, otras más, y además, se encuentra cerca de los sitios de consumo y se encuentran a la disposición servicios de agua potable y luz eléctrica.

a<sub>2</sub>) DEMANDA PROBABLE EN LOS PROXIMOS CINCO AÑOS.-

Analizando las curvas de exportación y de consumo -- interno de los productos a elaborarse en esta unidad productora de acuerdo a datos estadísticos, nos damos cuenta de que las curvas tienen una subida muy violenta, que nos hace un poco difícil determinar la demanda en los cinco -- años futuros.

Para determinar la capacidad de la fábrica hemos -- prolongado la curva hasta cinco años más adelante pero como la pendiente de la curva sube muy violentamente, la hemos trazado a un ángulo de treinta grados, para en esta -- forma determinar la demanda futura.

Sacamos de ello una capacidad de 1.850 toneladas -- anuales. En base a esta capacidad, admitiendo una tolerancia de  $\pm 10\%$ , vamos a proyectar la fábrica.

b) ETAPAS DE REALIZACION.-

Primera Etapa.- Un mes para la emisión de bonos y para la constitución de la compañía para transformarlo en dinero o crédito. Esta fase la llamamos de conversión por financiamiento.

Segunda Etapa.- Es la fase de conversión por compra para la obtención del equipo, para la fábrica previa a un estudio de la maquinaria que más conviene, y con la que se obtiene mayor eficiencia en la producción. Resuelto esto se pide a la casa fabricante la maquinaria, que por lo general demora unos cuatro meses para que ellos despachen la maquinaria.

Tercera Etapa.- En este plazo de cuatro meses que se demoran en despachar la maquinaria, más un mes que demora el flete por vía marítima, se compra el terreno y se hace la edificación de acuerdo al plano de distribución de equipo.

Cuarta Etapa.- La llamamos la etapa de montaje que la podemos subdividir:

Primer mes.- Colocación de la maquinaria sobre sus fundamentos.

Segundo mes.- Nivelación y ajuste de pernos de anclaje.

Tercer mes.- Instalación de los equipos intermedios de transporte, (elevadores, roscas).

Cuarto mes.- Nivelación del equipo intermedio e instalación del

sistema de tuberías de vapor, agua y refrigeración.

Quinto mes.- Conexión de la parte eléctrica y prueba del sentido de rotación de los motores eléctricos.

Sexto mes.- Prueba del equipo parte por parte.

Septimo mes.- Comienzo de producción a prueba.

Octavo mes.- Iniciación de la producción de la fábrica.

Todo este montaje se hace bajo la supervisión de un montador de la casa que provee el equipo con un costo de un 5% del precio total del equipo.

CAPITULO IV  
INGENIERIA DEL PROYECTO

a) SELECCION Y DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION.-

Los procedimientos importantes para la producción comercial de manteca son: la extracción por fusión, prensado y extracción por solvente.

El proceso de extracción por fusión está ahora restringido básicamente a la producción de grasas animales.

Por su simplicidad sin duda alguna es el proceso más antiguo que se haya usado, y tan sencillo que no cabe describirlo.

En el siglo XVII se inventó en Holanda la presa holandesa o de martinete y subsecuentemente fue - muy usada para la extracción del aceite de las semillas.

Smeaton diseñó en 1.752 un molino de rodillo - combinando varios rodillos; luego en 1.795 Joseph - Brainah inventó la prensa hidráulica.

EL PROCESO DE EXTRACCION POR SOLVENTE.-

Este método comenzó en los Estados Unidos desde la década de 1.930.

El primer sistema de solvente importado con éxito de Alemania fueron los extractores de Bollman y de Hildebranat.

El primero es del tipo de precolador. Tiene la apariencia de un elevador de cubetas, las cuales tienen el fondo perforado.

La semilla es escama (contenido de aceite y gra

sa) con las que son cargadas las canastas, son rociadas con solventes tanto del lado del descenso como del ascenso del extractor. Las escamas, ya extraídas se transportan hacia el desolventizador en donde se remueve el solvente con la ayuda del calor y vapor.

Con frecuencia es tostado el residuo por calentamiento, se le agrega humedad y posteriormente se enfría y pulveriza.

La inconveniencia de usar este sistema es que se utiliza como solvente el HEXANO, que es un solvente muy volátil y hay que utilizar sistemas muy costosos de recuperación por lo que resulta antieconómico su uso

$$PE = 46,5^{\circ}C$$

Después apareció un solvente llamado el tricloroetileno que tiene un punto de ebullición de  $87,2^{\circ}C$ . que se está usando con mucho éxito.

Pero podemos concluir que este método lo descartamos puesto que el cacao le extrae toda la manteca y el polvo que queda de residuo no contiene nada de manteca, por lo que no se puede utilizar para obtener -- polvo que es la producción que queremos tener en nuestra unidad productora.

#### PRENSADO.--

Los diversos métodos de prensado emplean presiones altas para separar la manteca de las materias primas que lo contienen.

Las planchas y las cajas de la prensa son versiones mejoradas de la prensa hidráulica.

Las primeras son prensas "abiertas" que requieren en volver los panes de semilla con paños de prensa.

Las últimas son prensas cerradas que utilizan - cámaras cerradas, provistas de filtros, donde se extrae la manteca y el resto queda en un trozo compacto que es lo conocido como "torta".

Con el análisis que hemos realizado nos decidimos a utilizar la producción de manteca de cacao con el sistema de PRENSA, que es un sistema mecánico, - analizando que el de fusión es un método no técnico, debido a ser muy antiguo y no eficiente para procesos de producción continua; el otro o sea el de solvente como ya lo analizamos, es un método cuya operación resulta muy costosa; por lo tanto, optamos usar el de PRENSA por considerarlo el más ventajoso.

#### DESCRIPCION DEL PROCESO DE PRODUCCION.-

El cacao se recibe en el lugar llamado de recepción, donde se pesa la cantidad que se va a utilizar de acuerdo a la capacidad de producción de la fábrica.

#### LIMPIADORA.-

1) El cacao se lo introduce a la limpiadora que sirve para eliminar las impurezas pesadas por medio de un separador densimétrico.

#### 2) TOSTADOR.-

Se tuesta el cacao en los tostadores. Esta es una de las operaciones más importantes, -- pues afloja la cáscara y reduce el contenido de humedad al 1 - 2%.

3) DESCASCARADORA.-

Se pasan luego por un sistema de piñones - donde se separa la corteza y queda lo que se denomina "grano de cacao". Donde se suele admitir una tolerancia de cáscaras que no pase del 1,75% en peso.

4) MOLIENDA.-

Los granos se introducen a un molino donde - el calor producido funde la grasa y luego se lo pasa por unos rodillos llamados refinadores donde se obtiene el LICOR.

5) TANQUES DE ALMACENAMIENTO.-

Tanques de almacenamiento de licor que deben ser construídos con cámaras de vapor para que no se ponga duro y tenga una determinada viscosidad para introducirlo a la PRENSA.

6) PRENSA.-

Es el alma de la fábrica, está provista de cámaras donde se introduce el licor por medio de bombas de alta presión, y estas cámaras están provistas de camisas de vapor.

La prensa debe permitir prensadas ligeras, semifuertes y muy fuertes.

De la prensa obtenemos la manteca de cacao y la torta.

7) REFRIGERADOR DE MANTECA DE CACAO.-

La máquina está destinada a enfriar sin interrupción la manteca que viene de la prensa, per

mitiendo su inmediato embalaje, pues la manteca de cacao líquida, que antes se ha reducido en un depósito de doble pared a la temperatura prescrita, es luego conducida mediante una bomba de regulación continua a través de los cilindros refrigeradores.

De aquí sale embalada en cajas a la bodega de almacenamiento.

8) PULVERIZADOR.-

La torta se introduce a un molino quebrantador que la reduce a polvo y luego pasa por un sistema de filtros hasta obtener el polvo y luego en máquinas se la embala para salir a la bodega de almacenamiento.

Además, necesitamos equipos de refrigeración y una unidad generadora de vapor.

d) ESTUDIO DE LAS SECCIONES DE: LIMPIEZA, MOLIENDA, --  
PRENSADA, PULVERIZADO, VAPOR, REFRIGERACION Y OTROS.-  
LIMPIEZA.-

Esta parte del proceso se hace con una máquina, denominada "limpiadora". Esta limpia correctamente el cacao para producir cualquier derivado. Consiste de un separador densimétrico, un tamiz vibratorio, - dos ventiladores, un separador de gravedad y dos ciclones.

De la entrada con cilindro alimentador, los -- granos de cacao van al separador densimétrico que funciona con aspiración. Los granos liberados de la -

materia pesada, llegan a la cámara de expansión, donde se separan las cáscaras y las impurezas ligeras. Después el cacao es distribuido sobre el tamiz vibratorio en el cual se separan sucesivamente las grandes impurezas, los granos aglomerados y la arena.

En el separador de gravedad se retienen las cáscaras y los granos huecos. El cacao limpiado sale de la máquina.

Los tamices son limpiados mediante bolas de goma. En caso de una alimentación correcta de los tamices, los granos de cacao son obligados a frotarse recíprocamente para ceder gran parte de las impurezas inherentes, etc.

No hay prácticamente ninguna pérdida de cacao utilizable, la intensidad de la aspiración del separador densimétrico y del separador de gravedad pueden adaptarse a las características específicas del cacao.

### SECCION TOSTACION

#### TOSTADORES.-

Son equipos semi-automáticos y son de calefacción con aceite.

Tienen dos formas de tostar:

- a) Tostación a mano
- b) Tostación automática

Es un tipo de tostador silencioso y está dotado de calefacción por gas corburado mediante aire inyectado.

La corriente de aire aspirada por un ventilador de baja presión, se mezcla con la conveniente cantidad de gas en una cámara de mezcla. Con una palanca movida a mano se gradúa el paso de gas cuyo volumen - indica la escala del medidor de gas.

Este sistema de calefacción tiene las siguientes ventajas:

- a) Rápida puesta en marcha para efectuar la tostada no necesitándose para ello más que unos pocos minutos.
- b) Manejo fácil.
- c) Combustión siempre limpia con formación de - ácido carbónico y vapor de agua.
- d) Calor intensivo de excelente pureza.

Efectuando la tostada en este aparato, el producto final obtenido es de primera calidad.

Sabemos que los medios más eficaces para obtener un producto de buena calidad, necesitan de los siguientes principios:

- 1) El principio de tostar, principio que se funda exclusivamente en el efecto térmico de la corriente de aire caliente que mediante aspiración se hace pasar por la esfera del tosta-dor.
- 2) El regulador de seguridad, que indica automáticamente durante la tostación, la pérdida - de peso del cacao, avisando con absoluta se-guridad el momento en que se haya obtenido -

el grado deseado de la tostada.

- 3) Un sistema de calefacción con equipo inyector de aire para la carburación del gas por medio de un ventilador.

La parte más importante en esta parte del proceso es que el equipo posea instrumentos de seguridad - muy precisos, tales como:

- 1) Un indicador de presión y de ~~la~~ temperatura.
- 2) Un regulador de seguridad, el cual indica - el tanto por ciento de pérdida en el peso - del cacao, indicando el final de la opera--ción, un timbre.
- 3) Un indicador de gas que indica exactamente en metros cúbicos la cantidad de gas que en todo momento se usa para el tostado.
- 4) Un dispositivo protector electromagnético y termostático, el cual tiene por objeto evitar explosiones en caso de deficiencia de la llama o apagamiento de la misma por cualquier causa.

En este equipo según sea la carga de cacao y de acuerdo con el mantenimiento de una temperatura mayor o menor de la corriente de aire caliente, se puede ha-  
cer la tostada en aproximadamente 20 a 25 minutos.

#### CAMARA DE COMBUSTION.-

Tanto la parrilla como la pared interna de la cal-  
dera de calefacción, se deben cubrir por medio de pla-  
cas de ladrillo refractario de aproximadamente 30 mi-

límetros de espesor para evitar pérdida de calor. Utiliza un mechero que quema diesel completamente automático.

La carga calorífica no debe pasar de 8.000 kilocalorías/m<sup>2</sup> hora.

Las comprobaciones que deben efectuarse antes de echar a andar el equipo son:

a) Toberas de atomización.

Se debe introducir 1,1 litros de gasoil -- aproximadamente por m<sup>2</sup> de superficie de calefacción por hora.

b) Sentido de giro.

Tanto la bomba como el ventilador tienen -- que girar en el sentido indicado.

#### SECCION DE DESCASCARADO

##### DESCASCARADORA.-

En esta máquina, se introduce el cacao ya tostado, cuya cáscara es muy quebradiza, y pasa a través de un sistema de piñones, un poco abierto en el que se quiebra la cáscara y luego cae a través de un sistema de tamices provistos también de un sistema de rastrillos que mueven la cascarilla en el tamiz para que pase según sea más grueso o más fino y luego se lo selecciona por un sistema de esclusas, en que por un lado sale la cascarilla y por el otro el cacao ya medio triturado.

También tiene un sistema de alimentación de aire a presión.

Las zarandas vibran impulsadas por motores eléctricos con el eje excéntrico, que accionan unos brazos, produciendo la vibración.

Esta máquina debe colocarse lejos de toda clase de máquinas emisoras de calor (tostadores); la temperatura ambiente no debe ser superior a 25°C.

#### MOLIENDA Y REFINACION.-

El molino se lo alimenta con un silo que está en su parte superior a través de un vibfador que entra al molino, que es un sistema compuesto de muelas que giran a alta velocidad, semejante a una hélice, - contra unas rejillas, el cacao entra por la parte frontal; es molido por la fricción y cae a los rodillos refinadores.

En este refinador se puede satisfacer las exigencias en cuanto a finura, uniformidad y rendimiento.

Muchos ensayos y experiencias han demostrado - claramente que sólo la trituración entre cilindros - puede reducir el cacao en forma económica e impecable, a polvo finísimo. Esto se lo consigue con un - aparato de cuatro cilindros con molino batidor para la molturación previa del cacao.

Sus cilindros son de fundición endurecida, de dureza uniforme, resistentes al desgaste, de lisura precisa y con un sistema ingenioso de refrigeración.

La regulación de la temperatura de los cilindros superiores, debe ser automática, asegurando una

temperatura constante de los cilindros durante su funcionamiento.

En este equipo la alimentación viene de la tolva al molino y luego a los rodillos, el primero que gira en el sentido de las manecillas del reloj; el segundo, en sentido opuesto, y así sucesivamente, pasando a través de los cuatro en forma ascendente hasta que cae a la parte posterior que tiene un sistema de agitador de paletas, impulsado por un motor eléctrico y mantenido caliente por medio de una cámara de vapor para luego ser bombeada a los tanques de puro.

#### TANQUES DE PURO.-

Son tanques donde se almacena el puro que sale de los refinadores, son tanques que deben ser construídos con doble camisa, puesto que necesitan calor para evaporar toda la humedad y estar listos con una cier-ta viscosidad para entrar a la prensa.

Hay que mantener el puro en agitación durante 24 horas. Esto se lo logra, colocando un mecanismo im-pulsor agitador en la parte superior del tanque con motor-reductor.

El árbol agitador se hace de 15 a 20 revoluciones por minuto.

El tanque debe ser construído con soldadura eléc-trica, sin remaches ni pernos, por lo que no hay nin-gún escape.

La calefacción debe ser uniforme por todas partes a través de doble camisa y fondo, a base de vapor.

La mezcla se realiza por medio de las paletas -

agitadoras, las cuales deben estar equipadas con rasadores para el fondo y para las paredes laterales.

Es importante que en este tanque se pongan termómetros para medir la temperatura interior y la temperatura de la camisa.

#### SECCION DE PRENSADURA.-

Esta sección es la más importante de la fábrica.

#### DESCRIPCION DE LA PRENSADURA.-

Generalmente la prensa funciona en dependencia de la carrera del émbolo; pero es también posible controlar la operación del conjunto según la cantidad de manteca rezumada, mediante una balanza de contacto.

Para empezar se debe determinar el relleno necesario en función de la extracción deseada en el tanque de dosificación.

Es importante que durante el relleno la válvula hidráulica para el cacao debe ser abierta, en la posición superior del pistón y se debe cerrar durante la prensadura.

Necesitamos una prensa que realice el relleno de las cámaras con presión, es decir, que funcione como filtro-prensa durante el relleno de las cámaras, de forma que gran parte de la manteca de cacao ya es rezumada durante el relleno de las cámaras.

La prensadura se inicia cuando las válvulas de aspiración de la bomba de alta presión (A.P.) son elevadas mediante un imán eléctrico y luego la de baja presión (B.P.). Esta máquina debe poseer un sistema de retroceso o sea para abrir la prensa que se puede

hacer:

- 1) Manualmente con una palanca de retroceso en el control.
- 2) Automáticamente por medio del brazo de la regla, que se pone en el punto que corresponde a la carrera deseada.
- 3) Automáticamente mediante ajuste del peso de la manteca en la báscula-recipiente, dependiendo de la cantidad de manteca que debe quedar dentro del trasto.



#### CARACTERISTICAS DEL CACAO DE PRENSA.-

Para obtener una buena eficiencia de la prensa, es muy importante preparar el cacao correctamente.

Son importantes las características siguientes:

- a) Contenido de manteca
- b) Tostadura
- c) Alcalinización
- d) Contenido de agua
- e) Forma de molturación
- f) Edad del cacao
- g) Temperatura del cacao
- h) Contenido de cascarilla

La prensadura será mejor con cacao con alto contenido de manteca, con cacao alcalinizado y con cacao de tostadura fuerte

#### CONTENIDO DE AGUA.-

Es un factor muy importante, pues que el ca

cacao húmedo resiste a la extracción de la manteca, de forma que requiere una más alta presión, lo que puede resultar en salpicaduras de las cámaras. Además, el cacao húmedo reduce la producción horaria y el volúmen de extracción. Por eso se recomienda utilizar sólo cacao con un contenido de 1 - 1,5% de agua.

#### LA FINURA.-

Ayuda mucho en obtener una grande producción - de la prensa.

Es evidente que la manteca puede resumirse más fácilmente de cacao muy fino, es decir, con muchas - partículas pequeñas de gran superficie total.

Además, una grande finura facilita después la pulverización de las tortas; pero un cacao fino requiere filtros muy finos los que ponen una resistencia mayor al flujo de la manteca.

Además, partículas finas pueden más fácilmente obturar los filtros. Las partículas gruesas producen otro "filtro de cacao", sobre el metálico, el - que retiene muchas partículas finas.

#### EDAD DEL CACAO.-

Es un factor del contenido de agua. Es recomendado de poner el cacao refinado en depósitos con agitadores durante 24 - 48 horas pero no menos de 12.

Además, <sup>de</sup> la evaporación del agua, ésta agitación sirve también para mezclar las partículas de cacao con las partículas de grasa.

#### TEMPERATURA DEL CACAO.-

Es también decisiva para la liberación de la -

manteca.

El cacao caliente deja la manteca más fácilmente. Se recomienda una temperatura de 90 - 100°C para el cacao, con una temperatura de 100 a 110°C para la prensa.

#### CONTENIDO DE CASCARILLA.-

Estas son las cáscaras que no se han separado del cacao.

La cantidad de éstas debe ser lo menos posible pues los fragmentos de la cascarilla tienen la tendencia de obturar las aberturas del filtro.

#### CALEFACCION.-

La prensa necesita un sistema de calefacción de vapor para la distribución del cacao, para las bombas de cacao y para el tanque de dosificación.

Estos sistemas trabajan a una presión de 0,5 atmósferas a una temperatura de vapor saturado de 110°C.

La prensa requiere un período de calentamiento para alcanzar la temperatura de trabajo de por lo menos 24 horas.

Esta prensa para este tipo de trabajo o sea "prensas de cacao" son imprescindibles los dispositivos de seguridad y los advertidores acústicos.

#### SISTEMA HIDRAULICO.-

Este consiste de un circuito de A.P. (alta presión) y un circuito B.P. (baja presión).

La bomba B.P. está provista para prensar el cacao y para abrir la prensa (retroceso), y la bomba

B.P. sirve para accionar las válvulas de cacao en las placas de vapor.

Los volúmenes de presión deben de ser aproximadamente:

- a) Para prensar de 200 a 550 atmósferas, dependiendo del grado de extracción.
- b) Para retroceso (abrir) de 200 a 300 atmósferas, dependiendo del grado de extracción y del espesor de las tortas.
- c) Para abrir y cerrar las válvulas de cacao aproximadamente 45 atmósferas.

En estas bombas hay que tener cuidado del sentido de rotación.

#### SISTEMA DE CACAO LIQUIDO.-

Este sistema está compuesto de una bomba de pistones para cinco atmósferas para el relleno inicial y de una bomba de cincuenta atmósferas para llenar las cámaras con presión.

Estas bombas se deben calentar muy bien antes de ponerlas en funcionamiento, para evitar una deterioración instantánea de las guarniciones y otras piezas.

A continuación ponemos una serie de esquemas de la prensa: (Dib. A<sub>6</sub>)

#### PULVERIZADOR.-

Esta es una instalación para pulverizar el cacao con clasificador centrífugo.

Con este equipo se obtiene un alto grado de finura uniforme en el polvo, un color oscuro constante

y un funcionamiento sin polvo.

La temperatura ambiente en que debe trabajar - este equipo es de 16 - 20°C.

Si hay mucho calor la máquina funcionará mal, - puesto que el polvo de cacao se pega en las paredes y se obturan las tuberías.

Debe colocarse la máquina lejos de toda fuente de calor.

#### DESCRIPCION DEL FUNCIONAMIENTO.-

El turtó que se quebranta al tamaño de nueces será alimentado al molino mediante un alimenta--dor electro-magnético con transformador regulador de la amplitud de las vibraciones.

La amplitud de la vibración debe variarse se--gún la clase de turtó.

En el molino el turtó será pulverizado median--te el tubo-rotatorio dentro de la cámara del molino.

El molino tiene diferentes parrillas con inters--ticios 0,75 mm. a 1,5 mm.

La característica principal de la instalación es la de utilizar aire atmosférico para transportar y refrigerar el cacao en polvo.

Gran parte del aire circula en el circuito ce--rrado dentro del sistema de tuberías, mediante un - ventilador.

La temperatura del aire es mantenida a un ni--vel bajo mediante una instalación frigorífica.

Una pequeña cantidad de aire que es aspirada - por el molino será liberada mediante un tubo de sa-

lida.

A condición que el aire ambiente tenga la temperatura prescrita, la temperatura del cacao en polvo será de 18 a 21°C y otra condición será que la temperatura del turtó de cacao no sea mayor de 40°C.

El aire después de atravesado el filtro para retener partículas de cacao microfinas, será enviado dentro de una caja frigorífica para reducir la temperatura al nivel necesario.

#### INCENDIOS.-

Hay un peligro de incendio directo al transportar y filtrar polvo inflamable.

Por eso debe evitarse la penetración de fragmentos ardientes en el sistema: el polvo es autoinflamable.

Al manifestar un incendio se debe parar inmediatamente el ventilador y cerrar las válvulas que se han previsto dentro de la tubería, para reducir el oxígeno y así la combustión.

#### CENTRIFUGA.-

Es un aparato compuesto de varios recipientes, en los cuales la manteca entra y debido al principio de centrifugación, las partes más pesadas se asientan, debido al número elevado de revoluciones por minuto a que gira esta máquina. La separación se produce rápidamente quedando las impurezas asentadas y obteniendo así una manteca de alta calidad que es muy cotizada en los países exteriores.

#### ENVASADORA DE MANTECA.-

Esta máquina está destinada a enfriar sin interrupción la manteca de cacao que viene de la prensa, permitiendo su inmediato embalaje.

Este es un equipo refrigerador que funciona con serpentines por donde circula agua helada.

La manteca de cacao líquida, que antes se ha reducido en un depósito de doble pared, a la temperatura prescrita, es conducida mediante una bomba de regulación continua a través de los cilindros refrigeradores, cuyas paredes están refrigeradas por agua.

En el interior de dichos cilindros, giran raseros de materia plástica que quitan la manteca solidificada de las paredes.

Las partículas ya cristalizadas son arrastra-  
das a presión por la manteca aún líquida. Este procedimiento permite el temperar la manteca debajo de su punto de solidificación y de restarle no sólo el calor de temperatura sino también una parte del calor de fusión o de solidificación.

Al salir del refrigerador, la manteca de ca-  
cao es de una consistencia pastosa; y es muy apro-  
piada para envasarla en cartones que pueden expedir  
se después de poco tiempo.

Al terminar la labor de refrigeración, la má-  
quina puede variarse completamente.

Puede calentarse fácilmente al empezar o ter-  
minar el trabajo. La bomba para manteca, los cilin  
dros refrigeradores y la bomba para la circulación

de agua, se accionan con motores individuales en el interior de la máquina.

#### ENVASADORA DE POLVO.-

Esta es una máquina que sirve para dosificar el polvo y para hacer fundas plásticas con la cantidad de gramos en polvo que se quiera hacer.

Es completamente automática, basta poner en sus rodillos un rollo de papel celofán, con el grabado que se quiera y la máquina hace los sobres y llena de polvo; esta dosificación se la hace por un gusano, cuyo giro es controlado por un sistema de embragues eléctricos. El circuito de comprimir para cortar la funda y pegarla (mordazas) es accionado por un sistema hidráulico.

Su producción varía desde 25 a 60 fundas por minuto, según el ajuste que se le dé a la máquina.

Esta máquina en su parte superior tiene un alimentador de polvo, que funciona automáticamente cuando la máquina está vacía.

Teniendo todo este equipo podemos hacer una inversión un poco mayor y podemos aprovechar este equipo para obtener otro derivado de cacao que es la obtención de bombones rellenos.

Para esto se elabora con manteca de cacao, licor y ciertas cantidades de leche y sabores cuya proporción y preparación corresponde a un técnico de elaboración.

Esta línea de producción sería una cosa secundaria sino que la instalamos aprovechando la insta-

lación de vapor que tenemos que instalar y aprovechando las instalaciones de tubería y refrigeración calculándolas tan sólo para una capacidad un poco mayor.

Vamos a hacer una breve descripción del proceso y del equipo que necesitamos:

Utilizando la manteca de cacao y el licor, añadiéndole además leche, azúcar, etc., según ciertas proporciones, se los introduce en su aparato denominado MEZCLADOR, luego pasa a un aparato denominado refinador de rodillo y después a la concha provista de aspas donde se le quita la humedad y se la licúa, luego se la bombea a tanques provistos de aspas iguales a los de licor.

De aquí se lo introduce al templador que es un aparato provisto de varias cámaras en las que se introduce agua helada y caliente al paso de este producto con el objeto de darle a su salida una temperatura determinada para el moldeo o sea la introducción de ésta en un equipo denominado dosificador, en moldes que luego pasan a través de un túnel de refrigeración para salir, finalmente, como producto elaborado, listo para envolverse en máquinas de bombones.

Es importante la temperatura del moldeo pues si no éste no cristaliza quedando muy blando y derriéndose.

O sea que el equipo que necesitamos es:

- 1) Mixer
- 2) Refinador
- 3) Concha

- 4) Filtro Centrifugo
- 5) Tanques
- 6) Templador
- 7) Dosificador
- 8) Envolvedora

### DESCRIPCION

#### MIXER.-

Es un aparato para elaboración de pastas plásticas con báscula a nivel.

Está compuesto de un motor impulsor, una reducción de engranajes y un eje con aletas como mezclador.

Debe esta máquina poseer calefacción con agua caliente.-

#### CONCHA.-

Esta es una máquina que debe funcionar a dos velocidades, es para la plastificación de la masa. En la posición I se hace conchaje y en la II la plastificación.

Debe poseer calefacción con controles automáticos para que esta pare 5°C antes de la temperatura que se desea. Este control se hace con conmutador.

Esta es una máquina muy pesada y debe poseer buenas cimentaciones.

Esta máquina es impulsada con un motor eléctrico que trasmite su potencia con correas trapezoidales que impulsan el eje provisto de un par de aletas.

Esta máquina sirve para mejorar la viscosidad y sabor.

La temperatura se mantiene a  $40^{\circ}\text{C}$  aproximadamente durante cuatro horas, pues se debe controlar exactamente las temperaturas pues esto es lo más importante ya que la masa está introducida, al principio se necesita calentarla para que pierda su consistencia; esto se hace con vapor en el encamisado pero esto es durante poco tiempo pues debido a la fricción y el vapor se calienta mucho; entonces hay que refrigerarlo con agua de enfriamiento. Todos estos controles y fijaciones de temperaturas, en el control automático.

En este paso es donde se le hacen las añadiduras de manteca de cacao y otros elementos más, como azúcar, leche, lecitina, etc.

La refrigeración se hace a una temperatura de  $50^{\circ}\text{C}$ , dependiendo de la temperatura deseada para sacar el producto de la concha y enviarlo a los tanques. Hay que instalar también bombas de eje doble con embolo rotativo.

Esta bomba debe poseer una camisa para agua caliente.

Es importante y necesario aclarar que todas las instalaciones de tuberías entre concha, los tanques, templador, dosificador, la tubería debe ser de doble camisa para poder introducir vapor o calefacción por agua para mantener a éste en un estado de cierta viscosidad que se pueda bombear y que pueda circular por la tubería. Son tuberías de 3" la exterior y 2" la interior.

SEPARADOR CENTRIFUGO.-

Este elimina eficazmente los cuerpos extraños de toda clase, contenidos en líquidos o en masas viscosas.

Como aparatos de control incorporados en el -- proceso de trabajo continuo, garantiza un producto final purificado.

Este posee un dispositivo intercambiable que hace posible el empleo de tamices más finos, quedando -- así garantizada la separación de las partículas más -- diminutas.

#### TEMPLADOR.--

Este es un aparato por el que se introduce esta masa semilíquida que va impulsada por un tornillo sin fin pero bien compacto y a su lado o sea en la perisferia camisas por donde circula agua fría o caliente, según la zona. Cada cámara posee bombas individuales.

Está dividida en tres zonas o sea que posee -- tres bombas.

La primera zona la temperatura es de 18°C

La segunda zona la temperatura es de 18°C

La tercera zona la temperatura es de 35°C

Es una máquina completamente automática.

Las tres partes principales son:

- 1) Unidad temperadora con engranajes y motor.
- 2) Unidad para preparación de agua, enfriamiento, termostato, solenoide, válvulas y bomba de circulación.
- 3) Panel de control

#### TEMPERATURAS DE TRABAJO

La temperatura de entrada	_____	40°C
Primera zona enfriamiento	_____	20°C
Segunda zona enfriamiento	_____	27,5°C
Zona de calentamiento	_____	30,5°C
Tiempo del depósito	_____	30,5°C
Agua caliente de	_____	40° - 50°C
Agua fría de	_____	10 - 11°C

#### DOSIFICADOR.-

Este es un aparato con un cono provisto de un agitador; el producto entra y luego agitado para finalmente poseer un sistema dosificador con una especie de émbolos buzos que dosifican exactamente en los moldes.

Este debe estar rodeado de agua caliente.

Luego el molde pasa por un vibrador para acomodar bien la masa en el molde y de allí se introduce al TUNEL, que es un aparato por donde corren los moldes sobre una plataforma que gira como una banda transportadora por medio de cadenas impulsadas por motores eléctricos. Este TUNEL es cerrado y provisto de refrigeración.

De allí sale el bombón que tiene que ser envuelto por un tipo de máquinas sumamente ingeniosas que envuelven con papel de estaño.

Por un lado se alimentan los bombones y por otros, expulsa bombones ya envueltos y listos para la venta.

Esta máquina posee varios tipos de formatos o sea accesorios cambiables para hacer diferentes tipos de envuelta.

Toda esta área de envoltura debe permanecer bajo aire acondicionado por razones de cristalización del producto elaborado.

#### REFINADOR.-

Es un aparato compuesto de tres rodillos donde se mete la masa de manteca y licor para refinarla, pues según la refinada será mejor el producto. Es un aparato compuesto de tres rodillos, laminados y recubiertos de acero con circulación de agua en su interior por medio de una cañería plástica que va a lo largo de todo el rodillo y con rociadores para enfriar la masa, pues se calienta mucho debido a la fricción.

Si se quieren de mayor velocidad, se piden refinadores con mayor número de rodillos; en la actualidad el de mayor capacidad es el de cinco rodillos.

#### e) FACTORES BASICOS A CONSIDERAR PARA LA INSTALACION DE LA MAQUINARIA Y ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO.-

En cuanto a equipos, hay que distinguir las dos etapas que implica el proceso de selección:

- a) Elección del tipo de equipo, para especificar las propuestas, y
- b) Selección entre los distintos equipos dentro del tipo elegido, a fin de decidir entre las propuestas.

No vamos a escoger un tipo de fábrica completamente automática pues no es muy aplicable al medio, debido a la falta de repuestos y de técnicos en electrónica.

El problema de decidir entre los equipos que --

cumplen las especificaciones estipuladas, después del análisis de selección de los tipos, sólo se plantea una vez decidida la realización del proyecto.

Partiremos primero que de acuerdo al estudio de mercado que la demanda dentro de cinco años es de --- 1.850 toneladas anuales.

La capacidad de los diferentes equipos es (controlando las mermas que es un factor muy importante y dándole una cierta capacidad mayor) para ampliaciones y aumento de producción.

Para escoger la maquinaria para esta fábrica hemos estudiado las alternativas entre dos casas fabricantes de equipos; la una es alemana Bauermeister y la otra italiana Carle Montanari.

Después de analizar las ventajas y desventajas de uno y otro, viendo sus especificaciones, eficiencia y costo, nos hemos decidido por el equipo alemán Bauermeister por ser más eficiente y su costo de operación más bajo, pues consume menos vapor, agua, etc.

La capacidad del equipo a utilizarse para la -- producción de 1'850.000 kilos anuales es la siguiente:

Para seleccionar la capacidad de la maquinaria nos hemos basado en la capacidad de producción necesaria para el tiempo de mayor consumo, determinados mediante el estudio previo de mercado y el facilitar la mayor economía al reducir la mano de obra en lo que sea posible.

Las máquinas deben trabajar a su máximo rendimiento no sólo en el período de mayor consumo, sino durante todo el año, compensando la época de poca salida con oportuno almacenaje.

En este tipo de fábrica es muy importante considerar las mermas: En base de referencias hechas de experiencias la merma que existe en 1.000 Kg. de cacao crudo es:

<u>LIMPIADOR.</u> -	1% de pérdidas por impurezas
<u>TOSTADOR.</u> -	5% de pérdidas por basura y humedad
<u>DESCASCARADORA.</u>	13% de pérdida por cascarilla
<u>MOLINOS.</u> -	1% de pérdidas

Prensa pierde por bagazo de licor no aprovechable 1%.

MERMA TOTAL.- 21%

Vamos a seleccionar maquinaria para una fábrica para procesar 15.000 kilos de cacao diario. La fábrica, para no forzar las máquinas trabajará durante 8 horas diarias, 42 horas por semana y quedan 25 minutos para el arranque, paro y limpieza de máquinas.

LIMPIADORA:

$$\frac{15.000 \text{ kilos}}{8 \text{ horas}} = 1.872 \text{ kilos / horas}$$

Como no existe máquina de estas capacidades es-  
cogemos una de 2.000 kilos / hora.

TOSTADOR.-

$$1.872 \text{ k/hora} - \frac{1.872 \text{ k/hora} \times 6}{100} = 1.759,68 =$$

$$= 2.000 \text{ k/h.}$$

Tostador de 2.000 kilos/hora.

Escogemos dos de 1.000 kilos/hora cada uno.

Para seleccionar descascaradora sabemos que en  
esta máquina existe 13% de pérdidas más lo acumula-  
do anteriormente.

$$1.759,68 \text{ k/hr.} - \frac{1.759,68 \text{ K/hrs} \times 13}{100} = 1.988,48 -$$

$$2.000 \text{ K/hrs.}$$

Una descascaradora de 2.000 kilos/hora.

MOLINOS.-

$$1.988,48 - \frac{1.948,48 \times 1}{100}$$

$$1.988,48 - 19,88 = 1.968,60 \text{ K/hora}$$

Como en molinos tenemos el problema de que la  
máxima capacidad que tienen es de 420 K/hora tene-  
mos que seleccionar 5 MOLINOS para tener la produc-  
ción que nosotros deseamos.

$$420 \times 5 = 2.100 \text{ Kilos/hora}$$

TANQUES DE LICOR.-

Necesitamos ocho tanques puesto que cada uno

es de una capacidad de 2.100 Kilos.

PRENSA.-

$$1.968,60 - \frac{1.968,6 \times 1}{100} = 1.968,60 - 19,68 =$$

$$= 1.948,92$$

De estos 1.948 kilos los 948 kilos/hora

Se utilizan para fabricar "bombones"

los 1.000 kilos entran a la prensa.

Estas máquinas prensan cada 22 minutos.

Escogemos una prensa de 20 cámaras, cuya capacidad volumétrica es de 360 - 540 kilos/22 minutos.

En una hora 6 minutos prensamos 12.960 kilos.

A la salida de la prensa obtenemos manteca y tortas de cacao. Con las tortas es que obtenemos el polvo de cacao pero para ello tiene que pasar - por un quebrantador y luego por un pulverizador.

La proporción en que se obtiene manteca y torta en esta prensa es: 6 toneladas de manteca diaria y 8 toneladas de tortas diariamente (trabajando 10 horas diarias con la prensa) tendríamos:

14.080 Kilos diarios

PULVERIZADOR.-

$$\frac{8.000 \text{ kilos}}{8 \text{ horas}} = 1.000 / \text{ hora}$$

Puesto que no hay pulverizador de 1.000 kilos/hora, escogemos dos de 500 kilos/hora.

CENTRIFUGA.-

Existen tan sólo de 1.000 kilos/hora o sea --

que tiene que trabajar poco tiempo.

TANQUES DE MANTECA.-

Tres tanques de 2.500 kilos de capacidad.

ENVASADORA DE MANTECA.-

Tenemos seis toneladas diarias escogemos la más apropiada que es de 1.000 kilos/hora.

ENVASADORA DE SOBRES.-

Con adaptadores para diferentes formatos en varios pesos completamente automática de 60 sobres por minuto, esta clase de máquina no fabrica la Bauermeister, por tanto escogemos la marca HAMAC HANSELLA.

Además de estas máquinas que podemos considerar las como las principales de planta, necesitamos otro equipo auxiliar para la interconexión entre una máquina y otra.

La limpiadora que tiene que venir con un elevador de cangilones. El tostador con un elevador neumático.

Una rosca o transporte de tornillo a la salida de los tostadores, de allí a un silo, luego a un elevador con una rosca en su parte superior que cae en un silo grande, de allí viene la descascaradora que viene con dos elevadores y la alimentación a los molinos se hace con rosca.

El licor que sale de los molinos se lo envía con bombas a los tanques de licor por tuberías provistas de doble camisa para meter vapor y permitir que el licor se pueda bombear.

También deben construirse SILOS de almacenamien

to para permitir un flujo continuo de producción.

Los silos van: uno después de la descascaradora de tres toneladas de capacidad, uno antes de la -- descascaradora de 5 toneladas de capacidad; uno a la salida del tostador de una tonelada de capacidad; otro a la salida de la limpiadora de tres toneladas de capacidad.

Todos estos equipos auxiliares los provee la -- misma casa: elevadores, roscas con cada máquina, y -- también los silos, pero estos últimos sale antieconómico pedirlos, pues se los construye aquí.

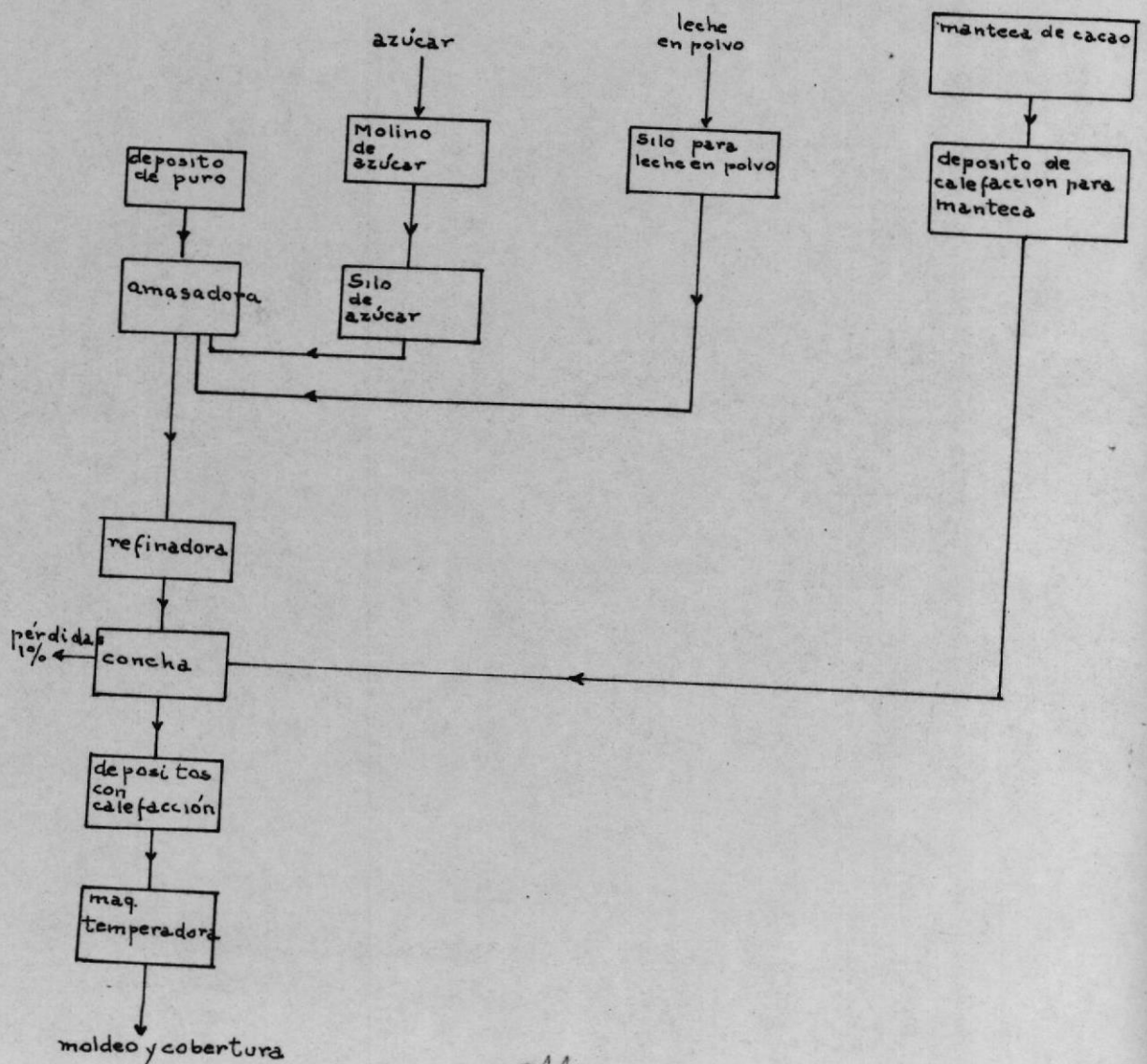
Además necesitamos caldero, equipo de refrigeración, torre, etc. que lo calcularemos en los capítulos siguientes.

f) SELECCION DEL EQUIPO PARA FABRICACION DE BOMBONES.-

Vamos a elegir maquinaria para procesar unas toneladas diarias, pues ésta es una línea de producción secundaria y para consumo interno.

Vamos a escoger lo mínimo que existe en capacidad de máquinas.

Haremos primeramente un diagrama de fabricación:



Necesitamos el siguiente equipo:

1.000 kilos que con la mezcla de azúcar, leche, etc. se hace cerca de 2.000 kilos.

MIXER.-

Este sirve para mezclar, su capacidad debe ser de 2 toneladas.

MOJINO DE AZUCAR.-

Como la azúcar es una cierta proporción vamos a utilizar uno de 200 kilos/hora.

REFINADOR.-

$$\frac{2.000 \text{ kilos}}{8} = 250 \text{ kilos/hora}$$

Refinador de capacidad de 50 - 350 kilos/hora.

CONCHA.-

Se necesita una capacidad de 2.000 kilos.

FILTRO CENTRIFUGO.-

De 1.000 a 3.000 litros/hora.

DEPOSITOS DE CALEFACCION.-

Un tanque de 2.000 kilos.

MAQUINA TEMPERADORA.-

2.000 kilos - 1% de pérdidas en concha, nos queda:

$$2.000 - 20 = 1.980 \text{ kilos}$$

$$\frac{1.980}{8 \text{ hrs.}} = 247 \text{ kilos/hora}$$

Máquina de 300 kilos/hora

MAQUINA DOSIFICADORA.-

De 100 piezas/minuto es la de menos capacidad.

ENVOLVEDORA.-

De 160 a 180 piezas/minuto.

BALANZA.-

Fairbank Morse de precisión.

TUNEL.-

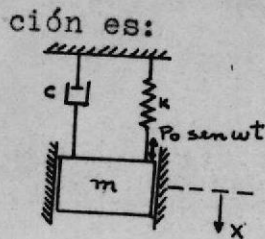
De la misma capacidad y velocidad de dosificadora con equipo de refrigeración.

g) MONTAJE

INTRODUCCION.-

Para el montaje uno de los puntos más importantes, dentro del campo de la ingeniería mecánica, es el aislamiento de las vibraciones, que es una materia complicada y que recién desde el año de 1.932 se implantó como un curso obligatorio dentro de las escuelas técnicas.

Esta ciencia adquirió un desarrollo fantástico después de la segunda guerra mundial, por modificaciones sugeridas por problemas reales que tuvieron consultores prácticos particulares que sirvieron durante la guerra en el Departamento de Naves de la Marina de los Estados Unidos. Existen diferentes tipos de movimientos periódicos: el más sencillo es el de un grado de libertad, en el que podemos determinar su posición geométrica mediante un solo número y cuya ecuación es:



$$m\ddot{x} + c\dot{x} + Kx = P_0 \sin \omega t$$

b) El torsional cuya ecuación es  $I\ddot{\theta} + c\dot{\theta} + k\theta = T_0 \sin \omega t$

c) Vibraciones libres sin amortiguamiento cuya ecuación es:

$$m\ddot{x} + kx = 0$$
$$\ddot{x} = -\frac{k}{m}x$$

y su forma más general es:

$$x = C_1 \sin t \sqrt{\frac{K}{m}} + C_2 \cos t \sqrt{\frac{K}{m}}$$

d) Vibraciones libres con amortiguamiento viscoso cuya ecuación es:  $m\ddot{x} + c\dot{x} + Kx = 0$

y su solución más general es:

$$x = C_1 e^{s_1 t} + C_2 e^{s_2 t}$$

e) Vibraciones forzadas sin amortiguamiento - cuya ecuación es:  $m\ddot{x} + Kx = P_0 \sin \omega t$

y su solución general:

$$x = C_1 \sin \omega_n t + C_2 \cos \omega_n t + \frac{Xst}{1 - (\omega/\omega_n)^2} \sin \omega t$$

f) Vibraciones forzadas con amortiguamiento viscoso cuya ecuación es:

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = P_0 \sin \omega t$$

luego tenemos las vibraciones de dos grados de libertad, tres grados de libertad y varios grados de libertad.

### 8.1) INSTRUMENTOS PARA MEDIR FRECUENCIAS.-

Una vibración es, a veces, una onda de confi-

guración complicada. Cuando esta onda se ha trazado en el papel, puede conocerse todo lo concerniente a la vibración.

Los instrumentos más frecuentes son:

a) El sismógrafo, que se encuentra en los institutos sismológicos, estos poseen gran sensibilidad para registrar movimientos sísmicos lejanos.

Estos aparatos grafican con una plumilla sobre un vidrio.

b) El torsiógrafo.- Este aparato se ha construido de manera que sea un imán permanente con su polo norte y su polo sur.

Gira libremente sobre un resorte torsional, cuyos movimientos originarán variaciones de voltaje en la bobina, cuya intensidad es -- proporcional a la velocidad angular del movimiento relativo.

Y finalmente el mejor, más práctico y de mayor utilización en la actualidad: el estroboscopio que es un dispositivo que produce rayos de luz intermitentes, por medio del cual los movimientos de vibraciones rápidas pueden verse como si estuvieran en reposo o moviéndose lentamente.

En un buen estroboscopio los rayos de luz son de una duración extremadamente corta.

Podemos imaginar un objeto en vibración iluminado con este tipo de luz que se ajusta a

la misma frecuencia que la vibración. El objeto se verá como si estuviera en una posición determinada, después estará obscuro y, en consecuencia, el objeto resulta invisible mientras se mueve a través de un ciclo.

Algunos estroboscopios cuentan con dos o más lámparas que operadas en un mismo circuito, se iluminarán simultáneamente, esto es sumamente útil para obtener las relaciones de fase.

## §2) AISLAMIENTO DE VIBRACION.-

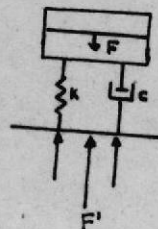
Existen dos casos:

- a) Cuando una máquina, motor, generador, está asentado sobre una estructura puede ser ésta un edificio, un buque, un vehículo.

En este caso se debe colocar resortes entre la máquina y la estructura de tal forma que la vibración que actúa sobre la estructura llegue a ser un mínimo o la amplitud que uno desee.

- b) Cuando un instrumento debe montarse en una estructura vibrante y resortes tienen que colocarse de tal forma que la vibración del instrumento sea reducida a un mínimo.

Caso a)



$$F' = Kx + j b \omega x = (K + j b \omega)x$$

$$x = \frac{F}{K - m \omega^2 + j b \omega}$$

$$F' = F \frac{K + j b \omega}{K - m \omega^2 + j b \omega}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{\sqrt{K^2 + b^2 \omega^2}}{\sqrt{(K - m \omega^2)^2 + b^2 \omega^2}}$$

Si  $b = 0$

$$\frac{F'}{F} = \frac{K}{K - m \omega^2} = \frac{1}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2} = \frac{1}{1 - S^2}$$

Si está en resonancia

$$S = 1 \quad \frac{F'}{F} = \infty$$

Cdo  $F' = \infty$  se puede romper la estructura.

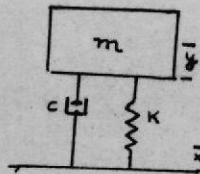
Si  $B = 0.1$  haciendo una transformación

$$\frac{F'}{F} = \sqrt{\frac{1 + B^2 S^2}{(-S^2)^2 + 4B^2 S^2}}$$

$$\frac{F'}{F} = \text{transmisibilidad}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{\sqrt{1 + \left(2 \frac{b}{b_c} \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}}{\sqrt{\left[1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right]^2 + \left(2 \frac{b}{b_c} \frac{\omega}{\omega_n}\right)^2}}$$

Caso b)



$\frac{y}{x}$  = transmisibilidad de vibración

$$F' = (x - y) [jb\omega + K]$$

$$F_{inercia} = m \frac{d^2x}{dt^2} = -m\omega^2x$$

$$F' - F_{inercia} = 0$$

$$(x - y) [jb\omega + K] - m\omega^2x = 0$$

Para que haya reducción de transmisibilidad

$$\frac{\omega^2}{\omega_n^2} > 2 \quad \omega > 1.41 \omega_n$$

$$S_{\max} = \frac{\pm \sqrt{(1+8B^2)^{1/2} - 1}}{2B}$$

Para  $B = 0$  no hay máximo ni mínimo

La velocidad para la cual  $\frac{F'}{F}$  es máxima, es la velocidad crítica de la máquina.

La velocidad es crítica cdo.  $\omega = \omega_n$

En el estudio de cimentaciones de esta fábrica, vemos que el mecanismo de ellos no origina vibraciones excesivas, y debido a que la fábrica está aislada es decir que no hay estructuras cercanas, podemos -- transmitir las vibraciones directamente al suelo y finalmente realizaremos un estudio de un compresor que es una máquina sometida a vibraciones excesivas estudiando la posibilidad de instalarlo sobre resortes.

La mayoría de los estudios teórico experimentales de los problemas de vibraciones se limitan, por la complejidad de la cuestión, al tipo más simple de movimiento, es decir, al desplazamiento vibratorio -- según la vertical. Con objeto de estimar adecuadamente el grado de aproximación de los métodos prácticos de cálculo y construcción es conveniente señalar que las cimentaciones pueden experimentar y de hecho tienen realmente lugar, movimientos mucho más complicados.

La determinación de la frecuencia propia de la

cimentación de una máquina es de mucho interés, pues puede haber resonancia si la velocidad de régimen de la máquina coincide con la frecuencia propia del sistema suelo-cimentación; la amplitud de la vibración, si hay resonancia puede alcanzar valores peligrosos llegando a originar daños en la estructura.

ε<sub>3</sub>) RESONANCIA.-

Consideremos un sólido soportado por un muelle. Si aplicamos al sólido una fuerza hacia abajo según la vertical de su eje y la retiramos de repente, el cuerpo oscila en sentido vertical.



$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{Kg}{W}} \quad (1)$$

La oscilación libre se produce indefinidamente. El caso real no es nunca éste, sino que las oscilaciones decrecen progresivamente en amplitud hasta cesar por fin, a menos que la acción inicial que la produjo se repita periódicamente, en cuyo caso se trata de oscilación forzada. La frecuencia de las oscilaciones de amplitud decreciente, es decir, de las oscilaciones amortiguadas, es

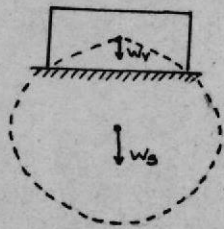
$$f_{nd} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M} - \frac{C^2}{4M^2}}$$

$f_{nd}$  = frecuencia de la oscilación amortiguada

C = constante de amortiguamiento

Hasta la fecha no se dispone de métodos prácticos y seguros para la determinación numérica de la constante  $C$  de los suelos, por lo que cuando se trata de hallar la frecuencia propia de sistemas suelo-cimentación no se tiene en cuenta la amortiguación y se usa la ecuación (1).

No es posible disponer sobre resortes la cimentación de las máquinas pesadas, como a veces se hace con máquinas ligeras. Las cimentaciones de máquinas pesadas descansan directamente sobre el terreno y -- sus condiciones de sustentación responden al siguiente esquema.



En el caso real de una cimentación no es fácil despreciar el peso del suelo que actúa -- como resorte, que es lo que -- se hace para reducir la ecuación (1): suponer que el peso del resorte es despreciable respecto al peso del sólido.

El suelo actúa como un resorte frente a la cimentación y vibra con ella.



Asignando un valor a la masa del suelo vibrante

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K' Ag}{W_s + W_v}} \quad (3)$$

$A$  = Área de contacto entre cimentación y suelo  
 $k' = \frac{k}{A}$  = módulo de reacción dinámica del suelo

$W_v$  = peso de la máquina y su cimentación

$W_s$  = peso del suelo vibrante

Esta ecuación (3) se cita a veces sin ninguna reserva, y el propio Lorenz quien la descubrió, trató de emplearla para determinar experimentalmente el valor de  $W_s$ . No se puede definir de modo preciso el contorno de la masa de suelo vibrante.

$W_s$  debe considerarse como peso equivalente del suelo sin contorno físico determinado.

§4) CALCULO DE LAS CIMENTACIONES Y ESTUDIO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO DE UN COMPRESOR.-

## ESPECIFICACIONES

### EQUIPO BAUERMEISTER:

- 1) Limpiadora Cap. 2.000 Kilos/hora ✓  
Peso 1.500 kilos  
Dimensiones 3250 x 1500 x 3080 mm

Otras especificaciones:

2) Tostadores:

Necesitamos uno de 2.000 K/hora ✓  
Escogemos 2 de 1000 k/hora cada uno.  
Peso: 3.000 kilos  
Dimensiones: 4500 x 4300 x 3500 mm

Otras especificaciones:

3) Descascadora: Carle Montanari

Capacidad: 2.000 kilos/hora ✓

Peso: 4.000 kg.

Dimensiones: L = 5620 mm; A = 1900 mm;

H = 3410 mm.

Otras especificaciones:

4) Molinos: ✓

Necesitamos una capacidad de 1968,60 k/hora

Peso, el de máxima capacidad que existe es de 420 k/hora.

Tenemos cuatro molinos

Peso: 5.000 kilos c/u

Dimensiones: 2530 x 1960 x 2950 mm de alto.

Otras especificaciones:

5) Prensa: ✓

Prensa de 20 cámaras

Capacidad: 360 a 540 kilos/22'

Peso: 50.000 kilos

Dimensiones: 11.730 mm x 1.550 x 2.110 mm.

Cubicación: 42 mts<sup>3</sup>.

Otras especificaciones:

Además se necesitan dos bombas:

a) Bomba hidráulica, modelo KD510

Capacidad: 30 litros/minuto

Peso: 2035 kilos

Cubicación: 4 mt<sup>3</sup>.

b) Bomba para introducir cacao:

Capacidad: 340 lt/minuto

Peso: 375 kg.

c) Bomba para comprimir cacao:

Capacidad: 28 lt/minuto

Peso: 560 Kg.

6) Pulverizador:

Se necesita una capacidad de 1.000 kilos/hora.

Capacidad: 500 kilos/hora

Peso: 7.000 kilos

Dimensiones: 8 mts L x 5 mts x 6 mts de alto

Un compresor: Peso 5.000 libras

Dimensiones 3 x 8 pies

7) Envasadora de manteca:

Capacidad: 1.000 kilos/hora

Peso: 110 kilos

Dimensiones: 2.900 x 700 x 1.360 mm.

8) Envasadora de sobres:

Capacidad: 60 sobres/minuto

Peso: 880 kg.

Dimensiones: 1.000 x 1.500 x 2.000 mm.

Otras especificaciones:

9) Mixer:

Capacidad: 2 toneladas

Peso: 1.800 kilos

Dimensiones: 1.350 x 1.760 x 1.250 mm

10) Concha:

Capacidad? 2 toneladas

Peso: 6.500 kilos

Dimensiones: 3.100 mm x 2750 mm x 2400 de alto

11) Refinador:

Capacidad: 250 kilos

Peso: 6.900 kilos

Dimensiones: 1.610 x 2.580 x 3.100 mm de alto

12) Máquina temperadora:

Capacidad: 300 kilos/hora

Peso: 500 kilos

Dimensiones: 1.500 x 500 x 1.500 mm.

13) Máquina dosificadora y túnel:

Capacidad: 400 kilos/hora

Peso: 7.000 kilos

Dimensiones: 12.000 x 8.800 x 2.000 mm

14) Máquina envolvedora:

Capacidad: 160 bombones por minuto

Peso: 900 kilos

Dimensiones: 225 x 250 x 170 mm

Observando todas estas especificaciones nos damos cuenta de que algunas máquinas son muy livianas y que funcionan sin producir vibraciones, por lo que no es necesario hacer muchos cálculos en lo que respecta a cimentaciones.

A continuación vamos a calcular la cimentación de un COMPRESOR de pulverizador que es una máquina - que posee mucha vibración:

Los datos que tenemos de esta máquina son los siguientes:

Peso: 5.000 libras

Peso de partes rotatorias que es el extremo que rota de la biela = 30 libras.

Peso de parte reciprocante que es: el pistón, los rines, el pin y el peso de la parte superior de la biela = 90 libras.

Radio de cigüeña = 4"

Long biela = 12"

Peso biela = 60 libras

Velocidad de rotación = 300 rpm.

Dimensión base = 3 x 8 pies

Elevación de base sobre el suelo: 1 pie

DISEÑO:

Asumimos una fundación de 5 x 10 pies y una profundidad de 2 pies, bajo la base de la máquina.

Asumimos el fondo de concreto de base de 6 x 11'

El bloque de concreto debe ser de 3 a 5 veces el peso de la máquina .

La masa  $m$  de la fundación de la máquina será: cinco veces el peso de la máquina.

$$m = 5 \times 5.000 = 25.000 \quad \frac{25.000}{32.2} = 776 \text{ lib-seg}^2/\text{pie}$$

La unidad de presión del suelo es:  $\frac{25.000}{66} = 380 \text{ lb/pie}^2$

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m+m'}}$$

$K$  = constantes equivalentes de suelos para superficies de contacto horizontales.

(Gráficos de Adrian Pauw)

Anexo: Gráfico A<sub>3</sub>.-

Primero determinamos  $K$  y  $m'$  de las cartas i por la ecuación:

$$m' = \frac{\rho b^3}{\alpha g}$$

$$K_z^{xy} = \frac{\beta b^2}{\int_0^\infty \frac{dw}{(r+w)(1+w)(s+w)}}$$

$$h = \frac{q}{\rho} = \frac{\text{presión}}{\text{densidad de arcilla arenosa}} = \frac{380}{110} = 3,46 \text{ pies}$$

$$s = \frac{\alpha h}{b}$$

Asumiendo  $\alpha = 1$        $b = 6$

$$s = \frac{1 \cdot 3.46}{6} = \frac{3.46}{6} = \underline{0.577}$$

$$r = \frac{a}{b} = \frac{11}{6} = \underline{1.83}$$

Del análisis de suelo tenemos una densidad

$$= 200 \text{ ps}^1/\text{pie} = 228.000 \text{ lbs}/\text{pie}^2/\text{pie} = \text{lbs}/\text{pie}^3$$

Según tablas de factores de amortiguación K para superficies de contacto horizontales:

$$\frac{\gamma_z^{xy}}{r} = 1.2$$

$$\gamma_z^{xy} = 1.2 \times 1.83 = 2.196$$

$$K_z^{ky} = \beta b^2 \gamma_z^{xy} = 228.000 \cdot 6^2 \cdot 1.2 = 9'849.600 \text{ lbs}/\text{pie}$$

La masa aparente  $m'$  la calculamos por la tabla A<sub>3</sub>.-

(la primera hilera 139)

$$s = 0.577 \quad b = 6; \quad \alpha = 1; \quad r = 1.83$$

$$\frac{C_m}{r} = 0.9 \quad C_m = 0.9 \times 1.83 = 1.647$$

$$m' = \frac{\rho b^3}{g \alpha} \cdot C_m \quad \rho = \text{unidad de peso de arena húmeda.}$$

$$m' = \frac{110 \times 6^3}{32.2 \times 1} \times 1.647 = \frac{110 \times 216}{32.2} \cdot 1.647 =$$

$$= 742 \times 1.647$$

$$m' = 1222,07 \text{ lbs} - \text{seg}^2/\text{pie}$$

Sustituyendo el valor de K y m' en la ecuación de la frecuencia natural:

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{m + m'}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{9'849.600}{776 + 1.222,07}}$$

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{9'849.600}{1.998,07}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{4960} = 0.15 \times$$

$$\times 70.05 =$$

$$f_n = 38,5 \text{ cps.} = 2310 \text{ RPM.}$$

La frecuencia de la máquina es 300 RPM. luego: 60 Hz

$$\frac{\omega}{\omega_n} = \frac{300}{2.310} = 0.13$$

Para determinar la amplitud probable:

$$\text{Amplitud } Z_0 = \frac{P_0 / K}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^2\right]^2 + \left(\frac{2C\omega}{C_c\omega_n}\right)^2}}$$

Po = fuerza dinámica máxima

Cuando la base está bajo el suelo la amplitud es menor

La constante por la cual se debe multiplicar esta ecuación es:

$$B = 1 - 0.6 \frac{Z}{b} \quad Z = \text{profundidad de fundación.}$$

b' = promedio del ancho y longitud de la base.

Po está compuesta de las fuerzas centrífugas debido a la rotación de las partes excéntricas  $P_1$  y las fuerzas dinámicas debido a la aceleración de las partes reciprocantes  $P_2$ .

El peso de las partes excéntricas incluye 30 libras más la porción del peso de la biela.

Asumimos 30 libras en cada extremo.

Luego el total de las partes rotatorias es: 80 libras.

$$P_1 = m r \omega^2 = \frac{80}{32.2} (0.33) (31.4)^2 = 813,41 \text{ lbs.}$$

$$\omega = 300 \text{ RPM} \quad 31.4 \text{ rad/seg.}$$

El peso de las partes reciprocantes es igual 90 + 30 de la parte de la biela = 120 lbs.

El movimiento de las partes reciprocantes no es una simple armónica debido a la longitud finita de la biela.

La máxima aceleración está en el extremo de la cabeza y es igual a:

$$r \omega^2 \left(1 + \frac{r}{l}\right)$$

r = es el radio de la cigüeña  
y, l = longitud de la biela.

$$P_2 = \frac{W_2}{g} r \omega^2 \left(1 + \frac{r}{l}\right) = \frac{120}{32.2} (0.33) (31.4)^2 \left(1 + \frac{0.33}{1}\right) = 1220,6 \text{ lbs.}$$

$$P_o = 813,4 + 1220,6 = 2034,01 \text{ lbs.}$$

Sustituyendo en la ecuación de la amplitud:

$$Z_o = \frac{P_o/K}{\sqrt{\left(1 - \frac{\omega^2}{\omega_n^2}\right)^2 + \left(\frac{2c\omega}{c_c \omega_n}\right)^2}}$$

$$K = 9'849.600 \text{ lbs/pie} = 820.800 \text{ lbs/pulg.}$$

$$\frac{\omega}{\omega_n} = 0.13$$

La razón de amortiguación se asume a ser:

$$\frac{c}{c_c} = 0.15$$

$$Z_o = \frac{203,01/820.800}{\sqrt{\left(1 - 0.13^2\right)^2 + \left(2 \times 0.15 \times 0.13\right)^2}}$$

$$Z_o = \frac{0.00247}{\sqrt{0.96648 \quad 0.000023}} = \frac{0.00247}{\sqrt{0,966}} = 0.0025$$

$$Z_o = 0.0025 \text{ pulg}$$

El efecto (depth) será reducido por este factor:

$$B = 1 - 0.6 \frac{Z}{bI} = 1 - 0.6 \frac{1}{8} = 1 - 0.075 = 0.925$$

$$\text{luego } Z_o = 0.925 \times 0.0025 = 0.0023 \text{ pulg.}$$

La amplitud permisible por la ecuación de RAUSCH

es:

$$A = Z_0 = \frac{9.54}{300} = \frac{9.54}{300} = 0.031$$

Por tanto concluimos que la fundación es satisfactoria, inclusive la masa de fundación puede ser reducida (pero teniendo en cuenta que el  $Z_0$  no baje de -- 0.0255 puesto que es peligroso).

Las demás máquinas son livianos y no tienen vibraciones excesivas, recomendando el fabricante una fundación que basta sea la losa del piso de la fábrica asegurada con pernos de expansión.

Vamos a continuación a hacer un breve cálculo de la masa de fundación (o sea el peso de la fundación en libras), con la siguiente fórmula, que utilizan en máquinas que no producen vibraciones excesivas (Libro de Maleev Pg. 328)

$$W = C W_e \sqrt{n}$$

donde:

$W$  = peso de la fundación en libras

$W_e$  = peso de la máquina en libras

$C$  = un coeficiente empírico (tablas pg.329 libro de Maleev. Diesel Engine Operation and Maintenance).

$n$  = velocidad de la máquina (rpm)

Como son máquinas de velocidad media escogemos un --  
 $C = 0.20$ .

Limpiadora:

$$1500 \text{ kilos} \times 2.2 = 3.300 \text{ lbs.}$$

$$n = 1.000 \text{ RPM}$$

$$W = 0.20 \times 3.300 \sqrt{1000} = 0.20 \times 3.300 \times 31.5 \\ = 20790 \text{ lbs.}$$

Tostador.-

$$n = 300 \text{ RPM}$$

$$3.000 \text{ kilos} \times 2.2 = 6.600 \text{ libras}$$

$$W = 0.20 \times 6.600 \sqrt{300} = 22.836 \text{ lbs.}$$

Molinos.-

$$n = 200 \text{ RPM}$$

$$5.000 \text{ kilos} \times 2.2 = 11.000 \text{ libras}$$

$$W = 0.20 \times 11.000 \sqrt{200} = 31130 \text{ lbs}$$

Prensa.-

$$50.000 \text{ kilos} \times 2.2 = 110.000 \text{ libras}$$

$$W = 0.20 \times 110.000 = 22.000 \text{ libras}$$

Pulverizador.-

$$500 \text{ kilos} \times 2.2 = 1100 \text{ libras}$$

$$n = 600$$

$$W = 0.20 \times 1100 \times \sqrt{600} = 5346 \text{ lbs.}$$

Envasadora de manteca.-

$$110 \times 2.2 = 246 \text{ libras}$$

$$n = 600$$

$$W = 0.20 \times 242 \times \sqrt{600} = 1176.12$$

Envasadora de sobres.-

$$880 \times 2.2 = 1936 \text{ libras}$$

$$n = 500 \text{ RPM}$$

$$W = 0.20 \times 1936 \times 600 = 9409 \text{ lbs.}$$

Mixer.-

$$1.800 \times 2.2 = 3960 \text{ libras}$$

$$n = 600 \text{ RPM}$$

$$W = 0.20 \times 3960 \sqrt{600} = 19086 \text{ lbs.}$$

Refinador.-

$$6900 \text{ kilos} \times 2.2 = 15180 \text{ libras}$$

$$n = 600 \text{ RPM}$$

$$W = 0.20 \times 15180 \times \sqrt{600} = 73775 \text{ lbs.}$$

Máquina Temperadora.-

$$500 \text{ kilos} \times 2.2 = 1100 \text{ libras}$$

$$n = 500 \text{ RPM}$$

$$W = 0.20 \times 1100 \times \sqrt{500} = 4928 \text{ lbs.}$$

Máquina dosificadora y túnel.-

$$7.000 \times 2.2 = 15.400 \text{ libras}$$

$$n = 600 \text{ RPM}$$

$$W = 0.20 \times 15.400 \times \sqrt{600} = 74844 \text{ lbs.}$$

Máquina envolvedora.-

$$900 \times 2.2 = 1980 \text{ libras}$$

$$n = 1.000 \text{ RPM}$$

$$W = 0.20 \times 1980 \sqrt{1.000} = 12514 \text{ lbs.}$$

En este cálculo las r.p.m. de cada máquina se han tomado haciendo un promedio de las rpm que se encuentran en el total de motores que existen en cada máquina.

Todas estas cimentaciones las vamos a hacer de hormigón en el cual se calcula un peso de 2.320 kilos por metro cúbico.

Podemos hacer el cálculo del macizo como sometido tan sólo a fuerzas estáticas, o cimentaciones sometidas a esfuerzos dinámicos.

85) DISTRIBUCION DE LAS ARMADURAS.-

Los macizos de cimentación deberán armarse de un modo continuo en las tres direcciones del espacio, con varillas de 16 a 20 mm separados de 40 a 50 cms, Para resistir las fuerzas horizontales de desgarramiento, además de las tensiones principales de tracción oblicua, se disponen armaduras con inclinación de 45 a 60°, tomadas por barras de 20 a 25 mm paralelamente al plano longitudinal del cimiento, con separaciones máximas longitudinales de 1 metro y en sentido transversal de 50 cms. Las barras horizontales normales al contorno exterior serán más fuertes para impedir el agrietamiento del hormigón.

Otro método de calcular es como viga de fundación elástica calculándola como una viga finita.

$$x = 0 \quad y' = 0 \quad EIy'' = \frac{P_0}{2}$$

$$x = \frac{l}{2} \quad EIy'' = 0 \quad EIy'' = 0$$

Las deflecciones:

$$Y \text{ centro} = \frac{P_0}{2K} \frac{2 + \cos \beta l + \cos h \beta l}{\text{sen } \beta l + \text{sen } h \beta l}$$

$$Y \text{ end} = \frac{2P_0}{K} \frac{\cos(\beta l/2) \cos h(\beta l/2)}{\text{sen } \beta l + \text{sen } h \beta l}$$

o también la podemos calcular como viga infinita.

h) DISEÑO DE EL SISTEMA DE TUBERIAS DE VAPOR Y AGUA.-

h<sub>1</sub>) Diseño de tuberías de Agua de Torre.-

Para servicios de agua se recomiendan velocidades de 1 a 6 pies/seg.

Para hacer estos cálculos asumimos una velocidad de 4 pies/seg, una temperatura de 28°C. presión de 60 lbs/pulg<sup>2</sup>.

Para el diseño calculamos el DI

$$\text{DI tubería} = \sqrt{\frac{0.409 \times \text{gpm}}{\text{velocidad}}} \quad \text{velocidad} \star \text{pies/seg}$$

Asumimos un  $\phi$  de 2" y luego lo comprobamos

$$Q = A.v$$

Q = cantidad de agua descargada, pies<sup>3</sup>/seg.

A = área del tubo, pies<sup>2</sup>

v = velocidad, pies/seg.

$$Q = A.v \quad d = \phi / \text{interno en pulg.}$$

$$7.48 \text{ gal} = 1 \text{ pie}^3$$

*Handwritten notes:* Pulg \* 1 Pie. 7.48 gal. 60 seg. 1 min. 144 pulg<sup>2</sup> \* 1 pie<sup>3</sup>

$$A = \frac{\pi d^2 / 4}{144} \times \frac{7.48}{1} \times \frac{60}{1}$$

$$\text{gpm} = \frac{0.7854 \times d^2 \times 7.48 \times 60}{144} = 2.448d^2v$$

$$\text{gpm} = 2.448 \times 2^2 \times 4 \rightarrow \text{velocidad}$$
$$= 2.448 \times 16$$

$$\text{gpm} = \underline{35.16 \text{ gpm}}$$

$$\text{ID tubería} = \sqrt{\frac{0.409 \times 35}{4}}$$

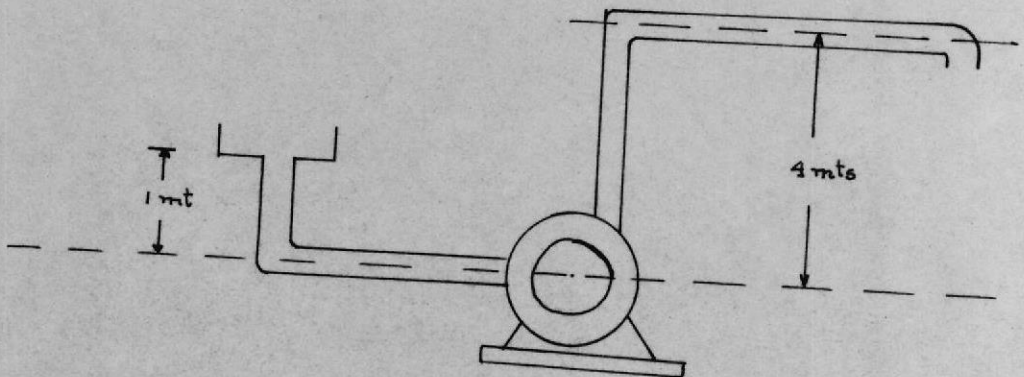
$$ID = \sqrt{3.58} = 1.65 = 2''$$

CALCULO DE LA BOMBA DE AGUA.- (temper.ambiente) para distribución en todo el equipo.

El consumo total de agua, computando el total de todas las máquinas es de 40 galones/minuto.

$$v = 4 \text{ pies/seg.}$$

El esquema de la posición de la bomba que se puede apreciar según el plano del circuito de agua. (Fig. A<sub>10</sub> .----- Anexo), pero para ver las alturas vamos a verla en una vista de corte.



$$Q = 40 \text{ GPM}$$

$$H = 3 \text{ mts.}$$

$$\phi = 2''$$

6.6 pies de pérdida por 100 pies

$$L = 343 \text{ mts.}$$

$$= 63\%$$

$$L = 242 \text{ mts.}$$

Procedemos a calcular el caballaje de la bomba:

$$HP = \frac{Q \times \omega \times t \times h}{33.000 \times \gamma}$$

(Reference Manual de Construcción Equipment Division, Ohio. Pg.44 BLM)

$$\text{HP} = \frac{\text{galones x minuto x wt de un galón de agua x cabeza total en pies}}{33.000 \times \text{eficiencia mecánica}}$$

Peso de 1 galón de agua = 8.33 libras

Cabeza total en pies = succión + cabeza de descarga  
+ cabeza de fricción + perd. accesorios

33.000 libras pie/minuto = IMP

La eficiencia de las bombas centrífugas = = 63%

L = 807 pies

h = 3 mts = 10 pies

de tablas 6.6 pies de tubería recta equivalente por cada 100 pies.

$$h_{\text{total}} = 807 + 52 + 10.0 = 869 \text{ pies}$$

$$\text{HP} = \frac{40 \times 8.33 \times 869}{33.000 \times 0.63} = \frac{289350.8}{20.790} \approx 13.9 \text{ HP} \rightarrow 15 \text{ HP}$$

## h2) SISTEMA DE AGUA HELADA.-

Tenemos que primeramente calcular el  $\phi$  de tubería que vamos a utilizar para una presión de 60 lbs/pul<sup>2</sup>

Asumimos una velocidad de 5 pies/seg y temperatura = 10°C (Gráfico A<sub>11</sub>).

Calculamos el DI

$$\text{DI tubería} = \sqrt{\frac{0.409 \times \text{gpm}}{\text{velocidad}}} \quad \text{veloc.} = \text{pies/seg.}$$

Asumimos un  $\phi$  de 3" y luego lo comprobamos con el nú

mero de galones/minuto que necesitamos para el uso de la fábrica.

$$Q = A \cdot v \qquad 7.48 \text{ gal} = 1 \text{ pie}^3$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{7.48}{1} \times \frac{60}{1}$$

$$\text{gpm} = \frac{0.7854 \times d^2 \times 7.48 \times 60}{144} \quad v = 2.448 d^2 v$$

$$\text{gpm} = 2.448 \times 9 \times 5$$

= 110.2 gal/minuto que es mucha cantidad de agua, pues nosotros tan solo necesitamos de 60 a 70 gpm.

Entonces tanteamos otro  $\phi$  y menos velocidad con 2 1/2"  $\phi$

$$\text{gpm} = 2.448 \times 2.5^2 \times 4 = 65 \text{ gpm}$$

Ahora calculamos la potencia de la bomba de agua helada:

Los datos que tenemos son:

$$Q = 65 \text{ gpm}$$

$$\phi = 2 \frac{1}{2}''$$

$$H = 4 \text{ mts.} = 13.3 \text{ pies}$$

$$= 63\%$$

$$L = 240 \text{ mts.} = 800 \text{ pies}$$

$$\text{HP} = \frac{Q \times w_t \times h}{33.000 \times \eta}$$

6.6 pies de tubería por pérdida, por cada 100 pies.

$$h_t = 800 + 53 + 13.3 = 864 \text{ pies}$$

$$\text{HP} = \frac{65 \times 8.33 \times 864}{33.000 \times 0.63} = \frac{467.856}{20790} = 23 \text{ HP}$$

h<sub>3</sub>) SISTEMA DE AGUA CALIENTE.-

Para obtener el agua caliente en esta fábrica hacemos una salida de vapor del caldero y la metemos a un intercambiador de calor para obtener agua (cues--tión de diseño del fabricante) para obtener una temperatura del agua de 45°C. ✓

Cálculo del  $\phi$  de tubería. (Necesitamos un flujo de 16 gpm).

Tubería hierro negro Schedule 40.

Asumimos velocidad de 5 pies/seg. y un  $\phi$  de -- 1 1/2 pulg. (Anexo: A<sub>8</sub>).

$$Q = A.v$$

$$\text{gpm} = 2.448 d^2 v$$

$$\text{gpm} = 2.448 \times 1.25 \times 5 = 15,30 \text{ gpm} = 16$$

Cálculo de la potencia de la bomba:

Datos,

$$= 0.63$$

$$Q = 16 \text{ gpm}$$

$$\phi = 1 \frac{1}{2}''$$

$$L = 130 \text{ mts.} = 433 \text{ pies}$$

$$h = 3 \text{ mts} = 10 \text{ pies}$$

$$\text{HP} = \frac{Q \times \omega_t \times h}{33000 \times \eta}$$

$$h_t = 433 + 26.4 + 10 = 469.4 = 470$$

$$\text{HP} = \frac{16 \times 8.33 \times 470}{33.000 \times 0.63} = \frac{62651}{20790} \approx 3 \text{ HP}$$

i) SISTEMA DE VAPOR.-

i<sub>1</sub>) Selección del caldero.-

Para seleccionar la capacidad del caldero que vamos a necesitar para esta fábrica, necesitamos hacer un total del consumo de vapor.

Vamos a establecer el consumo de vapor de cada máquina de acuerdo a las especificaciones que nos dan los fabricantes del equipo:

PRENSA	_____	100 lbs/hora
MOLINOS	_____	100 lbs/hora
TANQUES DE LICOR	_____	400 lbs/hora (50 por tanque)
		8 tanques.
BOMBAS	_____	30 lbs/hora
ENVASADORA DE MANTECA	_____	50 lbs/hora
TUBERIA	_____	50 lbs/hora
TANQUES DE MANTECA	_____	200 lbs/hora
MIXER	_____	30 lbs/hora
CONCHAS	_____	200 lbs/hora (2 conchas)

En total necesitamos 1160 lbs. de vapor por hora, tomando como base este dato procedemos a seleccionar el caldero.

Vamos a seleccionar el caldero entre 3 marcas conocidas analizando cual nos da mas eficiencia.

Las 3 marcas son: KEWANEE construido por la American Standard, York Power Steam Pak y el Cleaver Brooks.

Entonces procedemos a comparar las tres unida-

des de paquete, usamos este tipo de calderas de tubos de fuego, puesto que este tipo se diseña tan sólo para bajas presiones (la presión que necesitamos es de 150 lbs/pulg<sup>2</sup>), tienen la aptitud de calentar rápidamente.

Analizando en las tres calderas el coeficiente de absorción de calor; las características de evaporación que varían con las diferencias de sus diseños y con la relación entre la superficie de calefacción y el volumen de agua que contiene; la circulación de agua (en todas las calderas de tubos de fuego es deficiente); capacidades de agua viendo en qué condiciones se necesita un volumen grande de agua, puesto que una caldera que trabaja con una carga relativamente constante o que varía lentamente, funcionará mejor con un volumen grande de agua o con una masa grande de metal, para la estabilización de las fluctuaciones; ventiladores de tiro, puesto que al empleo de un buen ventilador de tiro, eliminará los problemas que se presentan con la chimenea y un sinnúmero más de factores nos hacen decidir a elegir el CALDERO CLEAVER BROOKS.

Puesto que necesitamos el caldero de 150 lbs/pulg<sup>2</sup> y de 1160 lbs de vapor/hora.

Y esta casa no fabrica de esta capacidad, escogemos el más cercano y dándole un cierto exceso para que no opere a plena carga y tenga capacidad para expansiones.

Escogemos el CB Steam Boiler de (40 HP) y 1380 lbs de vapor/hora (212°F) y 150 lbs de presión.

Los rendimientos en este tipo de calderas pueden ser evaluados en la forma siguientes:

EDR = Radiación Equivalente Directa

1 pie = 25.5 EDR = 6.3 lbs. vapor/hora

5 pies<sup>2</sup> = 1 hp de caldera

Tiene un consumo de combustible que es el más bajo de los tres que es de 12 GPH, basado sobre un combustible de 140.000  $\frac{\text{BTU}}{\text{gal}}$

Los poderes requeridos son:

Un motor soplador de 2 HP

Una bomba de diesel de 1/4 HP

Y las medidas del caldero, planos de montaje se adjuntan en la Pg. del anexo. A7.

Las reglas para la construcción las de la ASME.

## i2) INSTALACION DE LA CALDERA

### Parte Eléctrica:

Esta instalación en este tipo de calderas compacta y viene totalmente hecha, tan sólo hay que hacer la corrección de la red eléctrica de 220 voltios, 60 ciclos, y una parte que trabaja a 110 voltios conectarla a un transformador.

Con todo al estar listo el caldero, hacer pruebas de desconexión de la bomba de alimentación al subir el nivel de agua y prender cuando el nivel está muy bajo.

### TUBERIAS.-

Las conexiones de las extracciones de fondo y salida de superficie serán instaladas convenientemente, tomando como precaución el declive que deben llevar estas conexiones.

### VALVULAS DE SEGURIDAD

La descarga de la válvula, estará conectada a la atmósfera con una tubería lo más recto posible.

### i<sub>3</sub>) ESTUDIO DE LOS GASES.-

#### TIRO.-

El promedio de la temperatura se obtiene por la fórmula de P. Potter recomendada en plantas de poder de vapor.

$$T_g = T_a + C(T_g^1 - T_a) \quad (1)$$

$T_g$  = Temperatura de gases en °F

$T_g^1$  = Temperatura de gases al salir de la caldera (ra.)

$T_a$  = Temperatura de aire °F

$C$  = Constante empírica que varía de 0.86 a 0.90

Para propósitos prácticos  $C$  puede tomarse en 0.86

$$T_a = 60^\circ\text{F}$$

$$T_g^1 = 480^\circ\text{F}$$

Reemplazando estos datos en la ecuación (1)

$$T_g = 60 + 0.86 (480 - 60)$$

$$T_g = 60 + 0.86 (420)$$

$$T_g = 60 + 316.20$$

$$T_g = 376,20$$

$$T_g = 376^\circ\text{F (temperatura normal de trabajo)}$$

1.4) MONTAJE DE LA CHIMENEA.-

$$\text{Peso del aire a } 60^{\circ}\text{F} = 0.0766 \text{ lbs/pie}^3$$

$$\text{Peso de los gases a } 480^{\circ}\text{F} = 0.041 \text{ lbs/pie}^3$$

$$\text{Diferencia} = 0.0351 \text{ lbs/pie}^3$$

Para un tiro = 0.4 pulgadas de agua que es un dato de de diseño.

$$1 \text{ lbr/pie}^2 = 0.192 \text{ pulg (agua)}$$

$$P = \frac{0.4}{0.192} = 2.07 \text{ lbs/pie}^2$$

$$\text{Long de chimenea } L = \frac{\text{TIRO}}{0.192 (\gamma_a - \gamma_g)}$$

$\gamma_a$  = Peso específico del aire a la salida en lbs/pie<sup>3</sup>

$\gamma_g$  = Peso específico de los gases en la chimenea en lbs/pie<sup>3</sup>

Sustituyendo:

$$L = \frac{0.4}{0.192 (0.0766 - 0.041)}$$

$$L = 59 \text{ pies y con un } \phi 12" (\phi \text{ de diseño del fabricante)}$$

Con estas dos medidas se obtiene la temperatura promedio que calculamos de 376°F

Prueba hidrostática una vez instalado probarlo a una presión 1 1/2 veces la máxima presión de trabajo.

Combustible, Distribución y almacenaje.

Como sabemos que este caldero va a trabajar con Diesel No.2 y su consumo es de 12 GPH, sobre un combustible de 140.000 BTU/gal. tendremos que construir un tanque para una capacidad de 8640 galones, puesto que el caldero debe trabajar 24 horas diarias para calentar tanques de "puro", por tanto su consumo diario será de 288 galones y de 8640 galones mensuales. Los tamaños de las tuberías de succión, retorno, sondeo, etc. vienen especificados en los planos del caldero que se encuentran en la Pag. del Anexo A<sub>7</sub> y un diagrama del flujo de combustible en el caldero.

i<sub>5</sub>) CALCULOS DE LA CALDERA.-

CAPACIDAD:

$$\text{Capacidad} = W (h_2 - h_1)$$

Donde:

W = producción de vapor en lbs/hora.

Por datos del fabricante:

$$p_2 = 150 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$t_2 = 358.42^\circ\text{F} \quad (\text{Según tablas})$$

$$p_1 = 200 \text{ psi}$$

$$t_1 = 155^\circ\text{F}$$

*deber una T mayor que la de P<sub>2</sub>.*

Líquido comprimido

$$\text{Capacidad} = (h_2 - h_1) = 1380 \text{ lbs/hora}$$

$$h_2 \cong \text{BTU/lh} = 1194,1 \quad (\text{Por tablas pg.37})$$

$h_1$  = este es líquido comprimido

Esta tabla 1 con  $t = 155^\circ\text{F}$

$$p_{\text{sat}} = 4.203 \text{ psia} \quad h_f = 122.89$$

$$\text{Capac} = w(h_2 - h_1) = 1380 \times 1070.4 = 14,77 \times 10^5 \text{ BTU/hr.}$$

### FACTOR DE EVAPORACION.-

Este punto es muy importante pues relaciona la razón de calor actualmente absorbida por libra de vapor, con el calor que convierte una libra de agua saturada a una libra de vapor.

$$f = \frac{h_2 - h_1}{970.3}$$

$$NCC = 34.5 \text{ BTU/lb.}$$

970.3 BTU/lh es el calor latente añadido a una libra de agua saturada a 212°F para producir una libra de vapor saturado a 212°F

$$f = \frac{1194.1 - 123.36}{970.3} = \frac{1070.7}{970.3} = 1.1$$

### EVAPORACION EQUIVALENTE.-

Es el producto del factor de evaporación por la evaporación actual.

$$\text{Evaporación equivalente} = 1.1 \times 1380 =$$

$$= 1518 \frac{\text{lbs}}{\text{hora}}$$

### EFICIENCIA.-

Razón del calor absorbido por el agua y vapor con un alto grado de calentamiento del combustible, unidad de tiempo.

$$\eta = \frac{W_s}{W_f} \frac{(h_2 - h_1)}{(H H V)}$$

Ws = libras de vapor que genera el caldero por hora.

Wf = libras de combustible quemadas por hora.

Consumo del caldero Cleaver Brooks = 12 G PH

El peso de un galón diesel No.2 = 7.481 lbs.

$12 \times 7.481 = 89.77 - 90 \text{ lbs/hora}$

H H V = alto valor de calentamiento para combustible obtenido de los siguientes valores.

$H H V = 17.6 + (53.1) \text{ API a } T = 60^{\circ}\text{F}$

$^{\circ}\text{API} = \frac{141.5}{G E} - 131.5 \quad G E = 0.9$

(Libro Babcock Wilcot.-

Cap.6 Pág.3)

$^{\circ}\text{API} = 26$

$H H V = 18.982 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$  que es el calor de combustión.

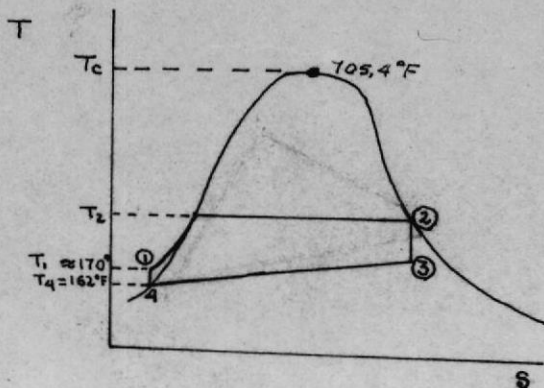
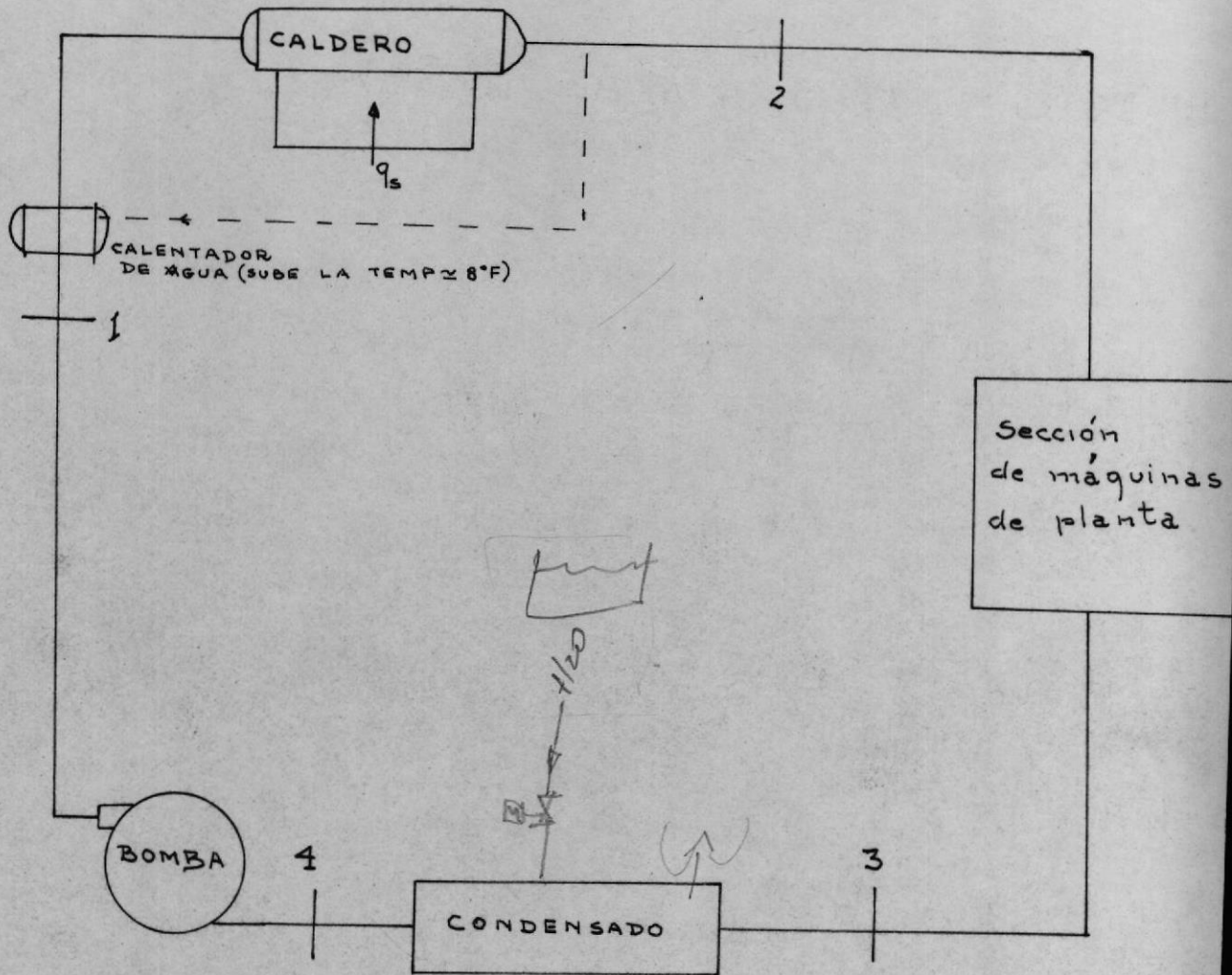
$$= \frac{1380}{90} \frac{(1194.1 - 123.36)}{18.982} = \frac{1380 \times 1070.7}{90 \times 18.982} =$$

$$= \frac{147798}{170838}$$

= 80%

i<sub>6</sub>) CICLO TERMODINAMICO DEL SISTEMA DE VAPOR EN LA PLANTA.

Este es un ciclo simple que podemos clasificarlo como un ciclo RANKINE



Las presiones y temperaturas en cada punto del ciclo son:

$$\begin{aligned} p_1 &= 200 \text{ psia} \\ t_1 &= 155^\circ\text{F} \end{aligned} \quad \text{comprimido}$$

$$\begin{aligned} p_2 &= 150 \text{ psia} \\ t_2 &= 358.42^\circ\text{F} \end{aligned}$$

En este punto (2) entramos a un mantenedor de presión (o distribuidor) a una presión cerca a 150 psia, luego nos diversificamos en diferentes ramales (según plano adjunto en el anexo 49).-- según la presión que requiera, puesto que algunas trabajan con más presión y otras con menos hasta con media atmósfera, esta baja de presión las conseguimos con válvulas reductoras de presión.

$$p_3 = 20 \text{ psia} \quad t_3 = 227.96^\circ\text{F}$$

$$p_4 = 5 \text{ psia} \quad t_4 = 162.24^\circ\text{F}$$

Las presiones y temperaturas que tienen el caldero a la salida son:

$$p_2 = 150 \text{ psia}$$

$$t_2 = 358.42^\circ\text{F}$$

$$h_2 = 1194.1 \text{ BTU/lbr}$$

$$s_2 = 1.5694 \text{ BTU/lbr}^\circ\text{F}$$

$$v_2 = 3.015 \text{ pies}^3/\text{lbr}$$

i7) CALCULO DE LAS TUBERIAS DE VAPOR.-

Long del Sistema de vapor

Desde la salida del caldero hasta el distribuidor hay 50 metros.

Vapor saturado = 1380 lbs vapor/hora

p = 150 psia.

Viendo las tablas páginas 8 - 10 de Babcock - Wilcox, recomiendan para calderas de baja presión un rango de 600 a 15.000 pies/minuto.

Vamos a escoger el valor de 6.000 pies/minuto:

V = 6000 pies/minuto = 100 pies/seg.

Luego para la p = 150 lbs/pulg<sup>2</sup> (Apéndice pag. 10-2 Babcock Wilcox).

$$V = 3.015 \text{ pies}^3/\text{hr}$$

Razón de descarga será:

$$Q_{\text{salida}} = 1380 \frac{\text{lbs}}{\text{hora}} \times 3.015 \frac{\text{pies}^3}{\text{libra}} \times \frac{1 \text{ hora}}{3.600 \text{ seg.}}$$
$$= 1.15 \text{ pies}^3/\text{seg}$$

Por tanto:

$$A = \frac{1.15}{100,0}$$

$$A = \frac{1.15}{100} = 0.0115 \text{ pies}^2 = 1.66 \text{ pulg}^2$$

$$\frac{\pi \cdot 12}{4} = 1.66 \text{ pulg}^2$$

$$d^2 = \sqrt{2.11}$$

d = 1.45" 1 1/2" Schedule 40

Este es el  $\phi_{\text{nominal}} = 1 \frac{1}{2}"$

Como el espesor de esta tubería de hierro negro sin costura es 0.145"

$\phi_{\text{exterior}} = 2.045" \quad 2 \frac{1}{4}"$

CALCULO DE CAIDA DE PRESION

$$V = \frac{1.15}{0.0211}$$

$$0.165 \text{ pies} = \phi$$

$$A = \pi 0.082^2 =$$

$$A = \pi 0.006724$$

$$V = 54.5 \text{ pies/seg}$$

$$A = 0.0211$$

Luego usamos la ecuación para Resistencia de flujo en tuberías (Pag.8-9. Babcock Wilcox)

$$\Delta p = F_1 V(G \times 10^{-5})^2 / \phi_e$$

$$G = \frac{W}{A} = \frac{1.380}{0.0211} = 65402 \frac{\text{lbs}}{\text{pies}^2 \text{ hora}}$$

$$d_e = 2 \frac{1}{4}"$$

Calculamos para una presión promedio de 125 psia

$$= 0.0405 \text{ lbs/pie hora}$$

(Tabla. Fig.12.- Pg. 8 - 12.- Babcock Wilcox)

(para p = 125 psia)

$$N_{Re} = \frac{d G}{12} = \frac{2.045 \times 65402}{12 \times 0.0405} = 133.747,090$$

$\Sigma$  = altura promedio de proyecciones de rugosidad. Tubería de hierro.

$$\phi_e = 2.045$$

Por Fig.8 - Pg. 8-9 Babcock Wilcox

$$\frac{\Sigma}{d_e} = 0.0048$$

Relacionando  $\frac{\Sigma}{d_e}$  con el número de Reynold.

(Fig.9, Pg. 8 - 10 Babcock Wilcox)

$f$  = factor de fricción = 0.03

Con todos estos datos podemos sacar la caída de presión en los

$$V = 3.58 \text{ 7 pies}^3/\text{hr} \text{ (Apéndice pag.10-A2 Babcock Wilcox)}$$

y para  $p_{avg} = 125 \text{ psia}$

$$\Delta p = fL.V (G \times 10^{-5})^2 / d_e$$

$$L = 161 \text{ pies}$$

$$\Delta p = 0.03 \times 1.61 \times 3,587 \frac{65402^2}{2.045}$$

$$\Delta p = 3,632 \approx 4 \text{ lbs/pulg}^2$$

VALVULAS.-

$$p = Nv (G \times 10^{-5})^2 / 12 \text{ lbs/pulg}^2$$

Aplicando esta ecuación para resistencia al flujo en válvulas sacamos el  $\Delta p$ .

N = número total de velocidad de cabezal según accesorios.

En nuestro sistema de vapor, tenemos

	cabezales para c/u.
1 válvula para el caldero _____	1
8 válvulas de compuerta _____	0.1
4 válvulas globo _____	5
2 cheques _____	2
1 Te _____	0.2
1 codo 90° _____	0.6

(Tabla 6, Babcock Wilcox. Pág. 8 - 13)

Total

$$1 + 0.8 + 20 + 4 + 0.2 + 0.6 = 26.6$$

$$V = 358 \text{ pies}^3/\text{hora}$$

$$G = 65.402 \frac{\text{lbs}}{\text{pie}^3/\text{hora}}$$

$$\Delta p = 26,6 \times 3.58 \times \frac{0,65402^2}{12}$$

$$= 26,6 \times 3.58 \times \frac{0.422}{12}$$

$$= 26.6 \times 3.58 \times 0.035 = 3.33 \frac{\text{lbs}}{\text{pulg}^2}$$

La caída de presión total será:

$$\Delta p = 4 + 3.3 = 7.3 \text{ lbs/pulg}^2$$

Conocidos todos estos datos, lo que nos queda es

distribuir el vapor a las diferentes máquinas, nosotros para mantener la presión vamos a utilizar un distribuidor cuyo diámetro es de 3" o sea un poco mayor que son conocidos como "acumuladores de presión" y luego entramos a las máquinas utilizando todos los accesorios y de acuerdo a la entrada ( $\emptyset$ ) que tiene el orificio de la máquina.

El vapor que sale de las secciones de las máquinas se recolecta en una tubería madre de 3" en el que no existe presión, debido a que la descarga de cada máquina posee su trampa de vapor.

A la salida de éste o sea en el depósito de "condensado"

$$p_3 = 20 \text{ psia}$$

$$t_3 = 227.96^\circ\text{F}$$

$$V_f = 0.01683$$

$$h_f = 196.16$$

$$s_f = 0.3356$$

$$\mu_f = 196.10$$

Ahora tenemos que calcular el volumen del tanque de condensado y lo hacemos según normas prácticas. Hacer el tanque de 1 1/2 veces el volumen de agua que tiene capacidad el caldero.

El caldero tiene una capacidad de 270 galones, luego hacemos un tanque de 400 galones, del que se pase el agua a otro recipiente más pequeño con nivel de menos capacidad y con nivel de agua del que se bombea el caldero (Planos) Fig. A7 Anexo.

Para determinar el tamaño de las trampas de vapor procedemos de la siguiente manera:

- a) Estimar la carga máxima de condensado 1380 lbs/hora.
- b) Presión a la entrada de la trampa  $p = 25$  -- lbs/pulg<sup>2</sup>.
- c) Contra-presión contra la que debe operar obtenido por tablas 20%.

Con todos estos datos se obtiene un factor de seguridad que puede estar entre 1.25 a 1.

Las trampas son a veces subcapacitadas de 10 a 15 veces el consumo de vapor de la planta. Se aconsejan trampas de 40 a 50 lbs/pulg<sup>2</sup>.

#### SELECCION DE LA BOMBA DE ALIMENTACION DEL CALDERO.-

Se ha elegido un tipo de bomba de flujo continuo y a cuyo análisis se aplica la ecuación termodinámica de flujo:

$$\frac{v_1^2}{2gJ} + h_1 + q_{1-2} = \frac{v_2^2}{2gJ} + \frac{Wk_{1-2}}{J}$$

(Johnston Pag.5 - 9)

$$\frac{v_1^2}{2g} - \frac{v_2^2}{2gJ} \rightarrow 0$$

Puesto que no hay energía mecánica almacenada.

$q_{1-2} \rightarrow 0$  puesto que no hay energía térmica en transición.

Luego:

$$h_1 = h_2 + \frac{Wk_{1-2}}{J}$$

$$\frac{Wk_{1-2}}{J} = h_1 - h_2$$

En el ciclo (dibujando atrás)

$$\frac{Wk_{4-1}}{J} = h_4 - h_1 = \quad h_4 = 130.13$$

$$h_1 = 122.89$$

$$= 130.13 - 122.89$$

$$= 7.24 \text{ BTU/lhr}$$

$$P = \omega \times \frac{Wk_4 - J}{J} = 1380 \frac{\text{lbs}}{\text{hora}} \times \frac{7.24}{2545}$$

$$P = 3.86 \approx 4 \text{ HP}$$

#### CALOR QUE SE SUMINISTRA AL SISTEMA.-

Es el calor que se suministra desde el generador de vapor y se lo representa por la ecuación de la energía.

$$\frac{v_1^2}{2gJ} + h_1 + q_{12} = \frac{v_2^2}{2gJ} + h_2 + \frac{Wk_{1-2}}{J}$$

Luego:

$$\frac{v_2^2}{2gJ} - \frac{v_1^2}{2gJ} \rightarrow 0$$

$$\frac{Wk_{1-2}}{J} = 0$$

Luego:

$$h_1 + q_{1-2} = h_2$$

$$h_2 = 1194.1$$

$$h_1 = 122.89$$

$$q_{1-2} = q_s = h_2 - h_1$$

$$q_s = 1194.1 - 122.89 = 1071.21 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

que es el calor suministrado.

#### TRABAJO REALIZADO POR LIBRA DE VAPOR

La energía transformada en trabajo es:

$$\frac{W_k}{J} = h_2 - h_4$$

$$= 1194.1 - 130.13 = 1063.97 \text{ BTU/lhr}$$

#### EFICIENCIA.- (Rendimiento térmico)

$$N = \frac{\frac{W_k}{J}}{q_s} = \frac{1063.97}{1071.21} = 99\%$$

Pues nosotros debemos de tratar de trabajar al máximo de eficiencia, operando a las más bajas presiones de vapor, las cuales todavía pueden proveer una razón adecuada para entregar el volumen de calor requerido.

Este rendimiento es un poco dudoso pues no considera las condiciones de presión, ni la calidad del vapor.

Todo este control en fábricas de este tipo deben estar a cargo de un profesional competente, pues él debe de dar el fallo a la calidad del producto de acuerdo a los pedidos hechos de los diferentes consumidores.

Los análisis que se hacen en este tipo de fábricas son:

1) Análisis de semillas.-

Esta es la materia prima para la elaboración de los productos. De cada lote de cacao se toma una muestra (de 5 a 10 granos de cacao) y entonces se procede a analizar.

a) Humedad.- Aquí se mide la semilla y se pesan 10 gramos en una cápsula de níquel con tapa (5½ horas a 102°C), se la tapa y se la deja enfriar en un desecador de sílice por media hora y finalmente se pesa.

Estableciendo la humedad por la diferencia entre el peso inicial y el peso final después de calentarla a 102°C.

b). Porcentaje de cáscara.- Para esto se recogen 20 semillas al azar de la muestra total (3 lotes de 20 semillas) se las pela y luego se pesan.

c) Calidad.- Se revisa para ello la fermentación y el peso de 100 pepas cogidas al azar.

Finalmente para determinar la materia desechable hacemos una suma de humedad más

cáscara.

2) Análisis de la descascaradora.-

A la salida de esta máquina se revisan las esclusas (Un hombre coge muestras en el canalón de salida).

Aquí el porcentaje de cáscaras permisibles por peso (unos 100 gramos) es de  $1\frac{1}{2}\%$ .

3) Análisis de Molinos.-

a) La humedad que se la determina con una cápsula y que debe ser de  $2\frac{1}{2}\%$ .

b) Finura, que se determina con tamices o por microscopio y debe ser de un 99% pasando en el de 75 micras.

4) Análisis de los tanques de licor.-

a) Viscosidad, a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$  - se determina la viscosidad por medio del viscosímetro y debe ser de unos 5.000 centipoisse.

b) Humedad, se la determina con la cápsula y debe ser de 1.2 a 1.8%

5) Análisis de Tortas.-

Porcentaje de grasas, se lo determina por el método refractométrico o por el extractor -- SOXHLET. Este se lo analiza según el pedido (o sea el porcentaje que desea el consumidor de grasas).

Se acepta una tolerancia de  $\pm 2\%$ .

6) Análisis de Manteca.-

a) Impurezas: se determinan por medio de - centrífuga.

- b) Punto de fusión, éste se lo hace poniendo en una probeta agua y una gota de manteca, luego se lo calienta y se ve con un termómetro a que temperatura se produce la fusión (aproximadamente a 33°C).
- c) Índice de acidez y ácidos libres, se determina con probeta de solución hidróxido de potasio 0.1 N.
- d) Índice de refracción, se determina con el refractómetro, el índice normal es de 1.4565 a 40°C.

7) Análisis de Polvo.-

- a) Humedad, con cápsula aceptable un 3%.
- b) Finura, con tamices es aceptable un 98% que pase por un tamiz menor de 75 micras.
- c) Porcentaje de cáscaras, por medio del microscopio (es aceptable 2%).
- d) Cenizas, (libre de humedad y de grasas): se la determina por el quemador Bunsen - es aceptable de cinco a seis por ciento.
- e) Acidez con bureta es aceptable de 1.8 a 2.1% y analizando con el p H meter de -- 5.8 a 6.

El equipo que se necesita para un laboratorio es:

- 1) Centrífuga
- 2) Viscosímetro con termostato muy preciso.
- 3) Refractómetro con termostato muy preciso.

- 4) Balanza analítica con aproximación de hasta 0.0001 gr.
- 5) Tamices como base 75 u
- 6) Desecador Silica gel
- 7) Horno con termostato (250°C)
- 8) Extractor Soxhlet
- 9) Quemador Bunsen
- 10) Muffla (1.200°C)
- 11) p H meter
- 12) Baño de María con termostato
- 13) Buretas (de 50 cc - 25 cc - 10 cc)

Es indispensable la instalación de un laboratorio de este tipo para hacer un control de calidad del producto y su costo aproximado es de S/100.000.00.

a) REFRIGERACION

La refrigeración para este tipo de industrias es una cosa indispensable para el éxito en la operación. Pues la mayoría de los productos que se elaboran son muy sensibles a las temperaturas y también los instalamos con el objeto de darle el mayor confort al trabajador.

Las temperaturas que se aconsejan usar en el ambiente donde se fabrican bombones es de 65°F ó menos y una humedad relativa de 55 a 60%.

Bodegas 75°F y 45% hr.

Pulverizador: temperatura ambiente de 16 a 20°C el turtó no debe entrar a más de 40°C.

La temperatura en el túnel es de 15 a 20°F

La temperatura en el ambiente es de 70°F y 45% hr.

Para oficinas nosotros sabemos que las temperaturas más adecuadas y las que permiten una vida confortable son: en el invierno entre 65° a 78°F y en verano de 65°F a 85°F.

En lo que respecta a humedad, el cuerpo humano, está mejor a un porcentaje entre 20 y 65 por ciento. Menos de 20% de humedad se siente una sequedad fastidiosa y más de 65 el aire resulta excesivamente húmedo.

Una norma recomendada para una buena ventilación en oficinas se necesitan 25 pies<sup>3</sup> por persona.

1) PULVERIZADOR

18mx 10mx 6m alto

Oficina: 18m x 10m x 5m

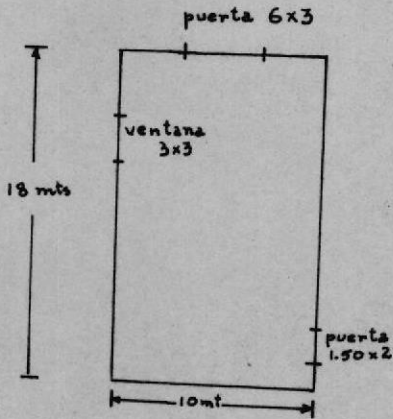
Bodega: 10m x 18m x 6m

Cuarto de envasar: 6m x 18m x 5m

Cuarto de manteca: 10m x 10m x 6m

Cuarto de bombones: 28 x 10 x 5mts

Construcción de paredes de ladrillo con enlucido.-



7 = 22.57'

Puertas:

1) 6 x 3 = 19.35' x 9.67'

2) 1.50 x 2 = 4.81' x 6.45'

Iluminación:

12 focos de 1200 watts c/u.

Ocupantes:

5 personas

PULVERIZADORES

de 400 kilos/hora

CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO.-

58.1 x (2) x 19.35 = 2240 (2 paredes)

32.25 x 19.35 (2) = 1252 (" " )

9.67' x 9.67' = 93,6 (1 ventana)

19.35' x 9.67' = 187,1 (1 puerta)

4.81' x 6.45' = 31 (1 " )

AREAS NETAS.-

Pared Oeste: (58.1 x 19.35) - (9.67 x 9.67) = 1026,4

Pared Sur: 32.25 x 19.35 = 626

Pared norte: (32.25 x 19.35) - (19.35 x 9.67) = 438,9

Pared Este:  $(58.1 \times 19.35) - (4.81 \times 6.45) = 1089$

Tumbado:  $58.1 \times 32.25 = 1870$

Piso:  $58.1 \times 32.25 = 1870$

TEMPERATURA EXTERNA:

En pared norte es:  $45^{\circ}\text{C}$

En pared este :  $35^{\circ}\text{C}$

En pared sur :  $35^{\circ}\text{C}$

En pared oeste :  $21^{\circ}\text{C}$

Temperatura deseada en el INTERIOR:  $20^{\circ}\text{C}$

La carga de enfriamiento está determinada por tres factores:

a) Calor sensible externo

b) Calor sensible interno

c) Calor latente

Cálculo la carga de calor sensible externo:

$$Q = UA (T_o - T_i)$$

U = Coeficiente de transferencia

$$\text{Pared norte: } T_o - T_i = 45 - 20 = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Pared Sur: } T_o - T_i = 35 - 20 = 15^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Pared Este: } T_o - T_i = 35 - 20 = 15^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Pared oeste: } T_o - T_i = 21 - 20 = 1^{\circ}\text{C}$$

.../....

Calor infiltrado	Area	Coef. trans.	$T_o - T_i$	Q BTU/hora
Pared Norte	438.9	0.28	25	3.600
" Sur	626	0.28	15	2.629.2
" Este	1089	0.28	15	4.573.8
" Oeste	1.026	0.28	1	287.28
Cielo raso	1.870	0.08	35	5.236.0
Piso	1.870	0.56	10	10.472.0
1 vent.vidr.	93.6	0.29	15	402.48
1 puert.madr.	187.1	0.3	25	1.400
1 " "	31	0.3	25	232.5
Cantidad total por fugas e infiltración				28.833.26

CALCULO CALOR SENSIBLE INTERNO.-

Calor Interno	Unidades	Factor		Q = BTU/hora
Luces	12 c/u.de 100w.	3.4		
Ocupantes	5	0.88		4.080
TABLERO:				4.44
10 focos, 20w.c/u.		3.4		
MOTORES:				680
del molino	25 HP-15A	3.4x3300	112.200	
de la esclusa bajo el seleccionador.	0.5 HP-2A	3.4x440	1.436	280.500
De la esclusa bajo el ciclón	0.75 HP-25	3.4x550	1.870	748
Del ventilador principal.	30 HP-17	3.4x3740	12.716	1.402.50
Del filtro	1 HP-4	3.4x880	2.992	381.480
Del quebrantador	5.5 HP-45	3.4x990	3.366	2.992
De la rosca	1 HP-4	3.4x880	2.992	18.513
Del elevador	0.75 HP-25	3.4x550	1.870	2.992
Calor del producto				1.402.50
				695.794.44

001-

En motores

$$P = EI = 220 \times I = P$$

Sabemos que el calor transmitido por los ductos es -  
equivalente al 4% del calor sensible interno

$$695.794,44 \times 0.04 = 27831,77 \text{ BTU/hora}$$

Además el calor transmitido por radiación solar  
es equivalente al 1% del calor sensible exterior.

$$2883,32 \text{ BTU/hora}$$

Totalizando:

$$\text{El calor sensible total} = 726.509,53 \text{ BTU/hora}$$

El calor latente es igual al 35% del calor sensible:  
254.278,33

La carga total de refrigeración será:

$$\begin{array}{r} 726.509,53 \\ + 254.278,33 \\ \hline 980.787,86 \text{ BTU/hora} \end{array}$$

1 Tonelada de refrigeración = 12.000 BTU/hora

$$\text{Tonelada de refrigeración} = \frac{980.787,86}{12.000} = 81,73$$

Se usa Freon 12

Potencia requerida por tonelada de refrigeración

$$HP_{\text{ton}} = \frac{\omega(\text{freon 12}) \times \frac{W_k}{J} \times 60}{2545 \times \text{capacidad}} \quad (A)$$

$\omega$  para freon 12

$$\omega \text{ freon 12} = \frac{\text{calor absorbido}}{\text{efecto refrigerante}} = \frac{200 \text{ BTU/mt.} \times \text{cap.}}{\text{RE}}$$

$$= \frac{81,73 \times 200}{54,48} = \frac{16.346}{54.48} = 300.03 \text{ lbs/mt.}$$

$$\frac{W_k \text{ neto}}{J} = h_3 - h_2 = 91.13 - 80.04 = 11 \text{ BTU/lh}$$

Reemplazando en (A)

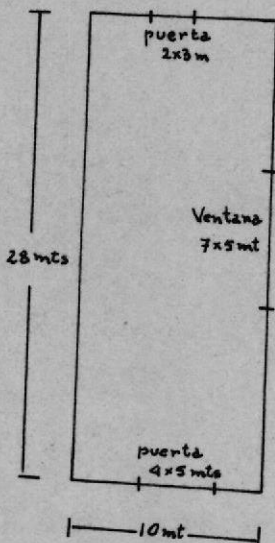
$$\text{HP}_{\text{ton}} = \frac{300,03 \times 11 \times 60}{2545 \times 81,73} = 0.95$$

$$81,73 \times 0.95 = 77.64$$

o sea que necesitamos un aparato de 78 HP

### SECCION BOMBONES

28 x 10 mts. x 6 alto = 19.68'



$$\text{Puerta: } 2 \times 3 = 6.56' \times 9.84' = 64.6$$

$$\text{Puerta: } 4 \times 5 = 13.12' \times 16.40' = 210.9$$

$$\text{Ventana: } 7 \times 5 = 22.96' \times 16.40 = 376$$

Iluminación:  
20 focos de 400 watts.c/u.  
= 8000 watts.

Ocupantes: 11 personas

### CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO:

$$\text{Areas netas:} = 2.965$$

$$\begin{aligned} \text{Piso:} & \quad 91.84 \times 32.8 & = & \quad 2965 \\ \text{Tumbado:} & \quad 91.84 \times 32.8 & = & \quad 2965 \\ \text{Pared Norte:} & \quad (32.8 \times 19.68) - (6.56 \times 9.84) & = & \quad 240.4 \\ & \quad 305 & & \quad 64.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pared Sur:} & \quad (32.8 \times 19.68) - (13.12 \times 16.40) & = & \quad 94.1 \\ & \quad 305 & & \quad 210.9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pared Este:} & \quad (91.84 \times 19.68) - (22.96 \times 16.40) & = & \quad 1378. \\ & \quad 1.754 & & \quad 376 \end{aligned}$$

$$\text{Pared Oeste: } 91.84 \times 19.68 = 1.754$$

Temperatura Externa:

Pared Norte	38°C
Pared Sur	35°C
Pared este	42°C
Pared oeste	45°C (al mediodía)

Temperatura deseada en el interior: 20°C

Cálculo de carga de calor sensible externo:

$$Q = UA (T_o - T_i)$$

$$\text{Pared Norte: } T_o - T_i = 38 - 20 = 18^\circ\text{C}$$

$$\text{Pared Sur: } T_o - T_i = 35 - 20 = 15^\circ\text{C}$$

$$\text{Pared Este: } T_o - T_i = 42 - 20 = 22^\circ\text{C}$$

$$\text{Pared Oeste: } T_o - T_i = 45 - 20 = 25^\circ\text{C}$$

.../....

Calor infiltrado	Area	Coef.transferenc.	$T_o - T_i$	Q = BTU/hora
Pared Norte	240.4	0.28	18	1.212
Pared Sur	94.1	0.28	15	575,22
Pared Este	1.378	0.28	22	8.460
Pared Oeste	1.754	0.28	25	12.480
Cielo raso	2.965	0.08	35	8.142
Piso	2.965	0.56	10	16.500
1 ventana vidrio	376	0.29	22	2.385
1 puerta de vidrio	64.6	0.29	18	338
1 puerta de vidrio	210.9	0.29	15	917.85
				<u>51.010.07</u>

## Cálculo calor sensible interno.-

Calor interno	Unidades	Factor	Q = BTU/hora
Luces	20 c/u 100 watts	3.4	6.800
Ocupantes	10	3.52	3.872
Motores:		2.540	1.905
4 Motores de 2.5A de 0.75 HP	0.75 HP		<u>12.577</u>

En motores:  $P = EI$

El calor transmitido por los ductos es equivalente al 4% del calor sensible interno:

$$12.577 \times 0.04 = 503.08$$

El calor transmitido por radiación solar es equivalente al 1% del calor sensible externo:

$$5101 \text{ BTU/hora}$$

Totalizando:

$$51.010,07$$

$$12.577$$

$$503.08$$

$$5.101$$

---

$$69.191.15 \text{ BTU/hora}$$

El calor latente es igual al 35% del calor sensible:

$$24.216.90 \text{ BTU/hora}$$

La carga total de refrigeración es:

$$69191,15$$

$$24216,90$$

---

$$93408,05 \text{ BTU/hora}$$

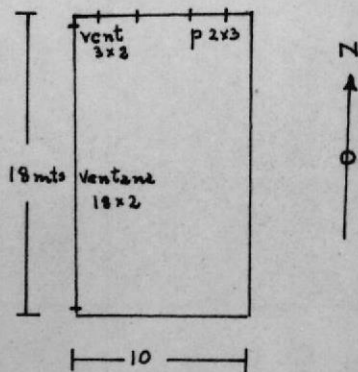
SECCION OFICINA

$$18 \times 10 \times 5 = 16.40'$$

Puerta:

$$2 \times 3 = 6.56' \times 9.84 =$$

$$64.6$$



Ventana:

$$3 \times 2 = 9.84 \times 6.56 = 64.6$$

Ventana:

$$18 \times 2 = 58.1 \times 6.56' = 384$$

Iluminación:

$$20 \text{ focos de } 200 \text{ watts c/u.} = 4.000 \text{ watts.}$$

Ocupantes: 20 personas

Cálculo de carga de enfriamiento:

AREAS NETAS:

Pared Norte:	$(32.8 \times 16.40) - (6.56 \times 9.84) -$	
	$-(9.84 \times 6.56)$	= 408.8
Pared Sur:	$(32.8 \times 16.40)$	= 538
Pared Este:	$58.1 \times 16.40$	= 955
Pared Oeste:	$(58.1 \times 16.40) - (58.1 \times 6.56')$	= 575
Tumbado:	$58.1 \times 32.8$	= 1900
Piso:	$58.1 \times 32.8$	= 1900

TEMPERATURA EXTERNA.-

En pared norte es:	$35^{\circ}\text{C}$
En pared sur es:	$42^{\circ}\text{C}$
En pared este:	$45^{\circ}\text{C}$
En pared oeste:	$45^{\circ}\text{C}$

Temperatura deseada en el INTERIOR es:  $25^{\circ}\text{C}$

Cálculo de la carga de calor sensible externo:

$$Q = UA (T_o - T_i)$$

Pared Norte;	$35 - 25 = 10^{\circ}\text{C}$	Pared Este:	$45 - 25 = 20^{\circ}\text{C}$
Pared Sur:	$42 - 25 = 17^{\circ}\text{C}$	Pared Oeste:	$45 - 25 = 20^{\circ}\text{C}$

Calor infiltrado	Area	Coficien. Transfer.	$T_o - T_i$		Q BTU/hora
Pared Norte	408.8	0.28	10	2.8	1.143
Pared Sur	538	0.28	17	4.76	2.560
Pared Este	955	0.28	20	5.60	5.340
Pared Oeste	575	0.28	20	5.60	3.201
Piso	1.900	0.56	10	5.6	10.006
1 ventana vidrio	64.6	0.29	10	2.9	191
1 " "	384	0.29	20	5.80	2.220
1 puerta vidrio	64.6	0.29	10	2.9	191
Cielo raso	1.900	0.08	35	2.8	5.320
					<u>30.172</u>

Cálculo calor sensible interno:

Calor interno	Unidades	Factor	Q = BTU/hora
Luces	20 focos 200 wtt.c/u.	3.4	13.600
Ocupantes	20	352	<u>7.040</u>
			20.640

El calor transmitido por los ductos es equivalente al 4% del calor sensible interno:

$$20.640 \times 0.04 = 825,60$$

El calor transmitido por radiación solar es equivalente al 1% del calor sensible exterior: 3.017,2

Totalizando:

$$\begin{array}{r}
 30.172 \\
 20.640 \\
 825,60 \\
 \underline{3.017,2}
 \end{array}$$

Calor sensible: 54.654.80

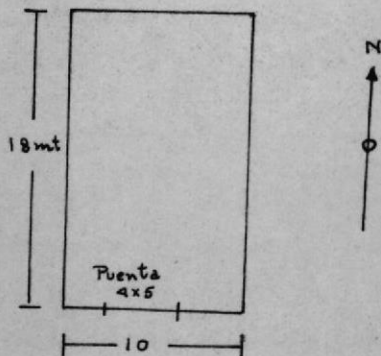
El calor latente es igual al 35% del calor sensible es: 19.128,9

La carga total de refrigeración será:

$$\begin{array}{r}
 54.654,8 \\
 19.128,9 \\
 \underline{\hspace{1.5cm}} \\
 73.783,7 \text{ BTU/hora}
 \end{array}$$

BODEGA

(10 x 18 x 6) 19.68'



Puerta:

$$4 \times 5 = 13.12 \times 16,40' = 210,9$$

Iluminación:

$$12 \text{ focos de } 100 \text{ watts} = 1.200 \text{ watts}$$

Ocupantes:

4 personas

Capacidad de almacenamiento: 3.000 kilos = 6.600 lbs.

Cálculo de la carga de enfriamiento:

AREAS NETAS

Pared Norte:	32.8 x 19.68	= 305
Pared Sur:	(32.8 x 19.68) - (13.12 x 16.40)	= 94.1
Pared Este:	(58.1 x 19.68)	= 1.140
Pared Oeste:	(58.1 x 19.68)	= 1.140
Cielo raso:	58.1 x 32.8	= 1.900
Piso:	58.1 x 32.8	= 1.900

TEMPERATURA EXTERNA:

Pared norte:	38°C
Pared Sur:	42°C
Pared este:	28°C
Pared oeste:	28°C

Temperatura deseada en el interior: 20°C

Cálculo de la carga de calor sensible externo:

$$Q = UA (T_o - T_i)$$

Pared Norte:  $T_o - T_i = 38 - 20 = 18^{\circ}\text{C}$

Pared Sur:  $T_o - T_i = 42 - 20 = 22^{\circ}\text{C}$

Pared Este:  $T_o - T_i = 28 - 20 = 8^{\circ}\text{C}$

Pared Oeste:  $T_o - T_i = 28 - 20 = 8^{\circ}\text{C}$

Calor infiltrado	Area	Coef. transf.	$T_o - T_i$		Q = BTU/hora.
Pared Norte	305	0.28	18	5.04	1.500,4
Pared Sur	94.1	0.28	22	6.16	58
Pared Este	1140	0.28	8	2,24	2.500
Pared Oeste	1140	0.28	8	2,24	2.500
Cielo raso	1900	0.08	35	2,8	5.300
Piso	1900	0.56	10	5,6	10.006
1 puerta	210,9	0.3	42	12,6	2.660
					<hr/> 24.524,4

Cálculo calor sensible interno:

Calor interno	Unidades	Factor		Q= BTU/hora
Luces	1.200 watts	3.4		4.080
Ocupantes	4		3,52	1.408
Según manuales a una temperatura normal (25 a 30°C) para mantener los productos a la temperatura de almacenamiento, estos valores consumen para 6.600 lbs. aproximadamente.				<hr/> 198.000BTU/hr
				<hr/> 203.488BTU/hr

El calor transmitido por radiación solar es equivalente al 1% del calor sensible exterior: 2.452,4

Totalizando:

24.524,4  
203.488  
8.139,52  
2.452,4  
238.604,32

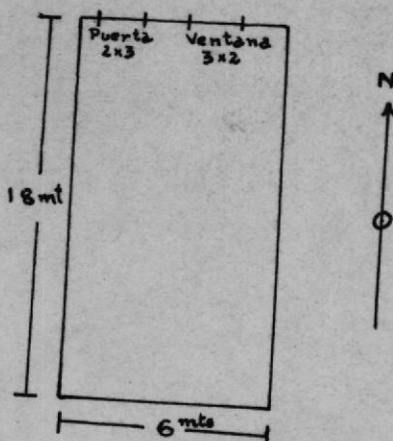
El calor latente es igual al 35% del calor sensible: 83.511,51

La carga total de refrigeración es:

238.604,32  
83.511,51  
322.115,83 BTU/hora

CUARTO DE ENVASAR

(6 x 18 x 5)



Puerta:

$$2 \times 3 = 6.56 \times 9.84' = 64.6$$

Ventana:

$$3 \times 2 = 6.56 \times 9.84 = 64.6$$

Iluminación:

$$20 \text{ focos de } 100 \text{ watts} = \\ 2.000 \text{ watts.}$$

Ocupantes:

9 personas

CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO:

AREAS NETAS:

Pared Norte (19.35 x 16.40) - (6.56 x 9.84)	= 251,4
Pared Sur (19.35 x 16.40)	= 316
Pared Este (58.1 x 16.40)	= 955
Pared Oeste (58.1 x 16.40)	= 955
Piso (58.1 x 19.35)	= 1120
Tumbado (58.1 x 19.35)	= 1120

TEMPERATURA EXTERNA:

En pared norte es:	38°C
En pared sur es:	42°C
En pared este es:	28°C
En pared oeste es:	28°C

Temperatura deseada en el interior es: 20°C

Calculo la carga de calor sensible externo:

$$Q = UA (T_o - T_i)$$

Pared norte	$T_o - T_i = 38 - 20 = 18^\circ\text{C}$
Pared Sur	$T_o - T_i = 42 - 20 = 22^\circ\text{C}$
Pared este	$T_o - T_i = 28 - 20 = 8^\circ\text{C}$
Pared oeste	$T_o - T_i = 28 - 20 = 8^\circ\text{C}$

.../...

Calor infiltrado	Area	Coef.trans.	$T_o - T_i$		Q = BTU/hora
Pared Norte	251,4	0.28	18	5.04	2.101
Pared Sur	316	0.28	22	6.16	1.950
Pared Este	955	0.28	8	2.24	2.140
Pared Oeste	955	0.28	8	2.24	2.140
Cielo raso	1.120	0.08	35	2.8	3.140
Piso	1.120	0.56	10	5.6	6.260
1 ventana	64,6	0.29	18	5.22	336
1 puerta	64.6	0.3	18	5.4	337
					<u>18.404</u>

Cálculo calor sensible interno.-

Calor interno	Unidades	Factor	Q = BTU/hora
Luces	2.000 watts	3.4	3.168
Ocupantes	9	3.52	6.800
Motores: 3 de 0.75 HP	2.5 A	2.540	6.350
Calor consumido por el producto.			<u>4.000</u>
			20.318

CALCULO DE CARGA DE ENFRIAMIENTO.-

AREAS NETAS:

Pared Norte:	$32.8 \times 19.68 =$	645
Pared Sur:	$(32.8 \times 19.68) - (9.84 \times 16.40) =$	483
Pared Este:	$(32.8 \times 19.68) - (32.8 \times 6.56) =$	430,6
Pared Oeste:	$(32.8 \times 19.68)$	= 645
Piso:	$(32.8 \times 32.8)$	=1007,4
Tumbado:	$32.8 \times 32.8$	=1007,4

TEMPERATURA EXTERNA:

En pared norte es:	$45^{\circ}\text{C}$
En pared sur es:	$35^{\circ}\text{C}$
En pared este es:	$45^{\circ}\text{C}$
En pared oeste es:	$30^{\circ}\text{C}$

Temperatura deseada en el interior:  $22^{\circ}\text{C}$

Cálculo de la carga de calor sensible externo:

$$Q = UA (T_o - T_i)$$

Pared Norte:	$45 - 22 = 23^{\circ}\text{C}$
Pared Sur:	$35 - 22 = 13^{\circ}\text{C}$
Pared Este:	$45 - 22 = 23^{\circ}\text{C}$
Pared Oeste:	$30 - 22 = 8^{\circ}\text{C}$

.../....

Calor infiltrado	Area	Coef. transf.	$T_o - T_i$		Q = BTU/hora
Pared Norte	645	0.28	23	6.44	4.140
Pared Sur	483	0.28	13	3.64	1.756
Pared Este	430.6	0.28	23	6.44	2.800
Pared Oeste	645	0.28	8	2.24	1.440
Cielo raso	1.007.4	0.08	35	2.8	3.000
Piso	1.007.4	0.56	10	5.6	6.000
1 ventana de vidrio	214,4	0.29	23	6.67	1.440
1 puerta de madera	162	0.3	13	3.9	630
					<u>21.206</u>

Cálculo calor sensible interno

Calor interno	Unidades	Factor	Q = BTU/ hora
Luces	1.000 watts	3.4	3.400
Ocupantes	3	3.52	1.056
2 motores	0.5 HP - 2A	2.540	
	0.5 HP - 2A	2.540	2.540
			<u>6.996</u>

Sabemos que el calor transmitido por los ductos es equivalente al 4% del calor sensible interno.

$$20.318 \times 0.04 = 812,72$$

Además el calor transmitido por radiación solar es equivalente al 1% del calor sensible exterior: 1.840,4

Totalizando:

$$\begin{array}{r} 18.404 \\ 20.318 \\ 812,72 \\ 1.840,4 \\ \hline 41.375,12 \text{ Calor sensible total.} \end{array}$$

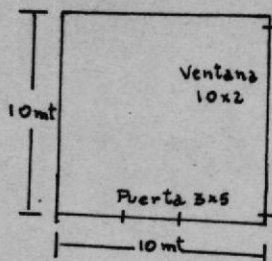
El calor latente es igual al 35% del calor sensible: 14.481, 29.

La carga total de enfriamiento es:

$$\begin{array}{r} 41.375,12 \\ 14.481,29 \\ \hline 55.856,41 \text{ BTU/hora} \end{array}$$

CUARTO DE ENVASAR Y ALMACENAR.-

MANTECA: (32.8 x 32.8 x 19.68)



$$3 \times 5 = 9.84 \times 16.40 = 162$$

1 Ventana:

$$10 \times 2 = 32.8 \times 6.56' =$$

$$214,4$$

Ocupantes:

3 personas

Iluminación:

10 focos de 1.000 watts.

Sabemos que el calor transmitido por los ductos es equivalente al 4% del calor sensible interno.

$$6996 \times 0.04 = 301,84$$

Además el calor transmitido por radiación solar es equivalente al 1% del calor sensible exterior:

$$2.120,6$$

Totalizando:

21.206

6.996

301,84

2.120,6

Calor sensible total: 30.624,44

El calor latente es igual al 35% del calor sensible: 10.718,55

La carga total de refrigeración será:

30.624,44

10.718,55

41.342,99 BTU/hora

Más 2 toneladas de almacenaje (según manuales y normas) 72.000.00

113.342,99

Puesto que todos estos departamentos: Bombones, Oficina, Bodega, cuarto de envase, polvo, cuarto de envasar y almacenar manteca, trabajarán con un sistema de aire acondicionado indirecto y para uso de las máquinas, enfriando al agua en el compresor con el refrigerante Freon 12 y luego bombeándolo (según plano adjunto, anexo ) por toda la fá-

brica a las diferentes máquinas y secciones donde se desea enfriar el ambiente por medio de radiadores y ductos que se encuentran en el tumbado falso para -- continuamente renovar el aire:

Procedemos a sacar el total:

Bombones	cargas totales de refrig. 93405,05 BTU/hr.		
Oficina	"	"	" 73783,70
Bodega	"	"	" 322115,83
Envase de polvo	"	"	" 55856,41
Envase y almace namiento de mañ teca.-	"	"	" 113342,99
			658503,98 BTU/hr.

1 Tonelada de refrigeración = 12.000 BTU/hora

$$\text{Ton. de refrigeración} = \frac{658.503,98}{12.000} = 54,8$$

Se usa freón 12

Potencia requerida por tonelada de refrigeración.

$$\text{HP}_{\text{ton}} = \frac{(\text{freon 12}) \times \frac{\text{Wk}}{\text{J}} \text{ net} \times 60}{21545 \times \text{capacidad}} \quad (\text{A})$$

para freón 12

$$\begin{aligned} \text{freon 12} &= \frac{\text{calor absorbido}}{\text{efecto refrigerante}} = \\ &= \frac{200 \text{ BTU/mto} \times \text{capacidad}}{\text{ER}} = \\ &= \frac{200 \times 54,8}{54,48} = 200 \text{ BTU/mto.} \end{aligned}$$

$$\frac{\text{Wk}}{\text{J}} \text{ neto} = h_3 - h_2 = 91.3 - 80.04 = 11 \text{ BTU/hr.}$$

Reemplazando en (A)

$$\text{HP}_{\text{ton}} = \frac{200 \times 11 \times 60}{2545 \times 54,8} = \frac{132.000}{139.476} = 0.946 \text{ HP/ton}$$

$$0,946 \times 54,8 = 51,84 \approx 52 \text{ toneladas}$$

O sea que necesitamos un equipo de las siguientes especificaciones:

- a) Capacidad de enfriamiento de 980.787,86 BTU/hora = 990.000 BTU/hora,
- b) Deshumificadores para mantener una humedad relativa de 55 a 60%.

Seleccionamos un equipo CARRIER de 60 toneladas que se reparten entre todos los departamentos de acuerdo a los cálculos anteriores. La unidad enfriadora - se compone de cuatro compresores de 15 toneladas cada uno, los mismos que llevan incorporados un sistema de descarga de cilindro para disminuir su capacidad, de esta manera la flexibilidad de agua es 100%, 75%, 67, 50, hasta 17%.

Unatorre de enfriamiento del tipo evaporativa, con dos ventiladores y una bomba de agua. La capacidad de ésta es de 70 toneladas.

En los ambientes diferentes se instalarán aparatos con serpentín y ventilador, la entrada del agua - helada será controlada por medio de válvulas especiales de tres vías movidas por motores de bajos voltajes con mandos eléctricos termostáticos, tanto en la oficina como en los departamentos de elaboración.

El aire frío será distribuido por ductos metáli

cos. La circulación del agua helada se obtendrá por medio de una bomba de 65 galones/minuto, según se -- calculó anteriormente, la misma que por medio de tuberías alimentará las unidades individuales de enfriamiento como también las máquinas que necesiten agua fría durante su funcionamiento.

Para reducir la humedad se necesita de un deshumidificador. Este sistema se compone de tres serpentines hechos de tubería de Cu, más las válvulas -- reguladoras de vapor, que son reguladas por motores eléctricos de bajo voltaje, termostatos de modulación etc.

b) SELECCION DE LA TORRE DE ENFRIAMIENTO.--

Hacemos nosotros esta instalación, puesto que -- necesitamos gran cantidad de agua para enfriar las máquinas y resulta muy costoso tener un circuito abierto, es decir no tener un circuito cerrado.

Los datos en base de los que debemos seleccionar la torre son:

El flujo es de 50 galones/minuto y el enfriamiento que debe realizar es de bajar  $16^{\circ}\text{C}$  al agua, puesto que la temperatura de entrada es de  $42^{\circ}\text{C}$  y la temperatura a la que debe salir debe de ser de  $26^{\circ}\text{C}$ .

El análisis matemático del comportamiento de estas torres nos conduce a ecuaciones diferenciales finitas de dos variables independientes cuya solución -- es difícil, por lo cual simplemente en base a estos -- datos, vamos a escoger la torre.

A continuación, vamos a describir las ecuaciones

básicas del cálculo de torres:

$$dQ = U a(T - t) Adz \quad (1)$$

Q = Calor transferido Kcal/hora

U = Coeficiente de transferencia Kcal/m<sup>2</sup>h °C

T, t = Temperatura del agua y aire °C

a = Area de la torre m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

A = Sección de la torre m<sup>2</sup>

z = Altura m.

La ecuación que describe la transferencia de masa en forma diferencial:

$$dN = K_a (H_j - H) A \quad dz \quad (2)$$

N = masa transferida Kg/h

K = coeficiente de transferencia de masa basado en diferencias de humedad absoluta Kg/m<sup>2</sup>.h (Kg/Kg)

H = Humedad del aire Kg/Kg

H<sub>j</sub> = Humedad del aire en la superficie del agua

La ecuación que describe el balance de calor es:

$$Gdh = L \quad cdt \quad (3)$$

L = Flujo del agua Kg/h

c = valor específico del agua, Kcal/kg°C

h = entalpía del aire Kcal/Kg

Si se combinan las ecuaciones (1), (2) y (3), tomando en cuenta que para el sistema aire-agua, tenemos:

$$Gdh = K a(h_j - h) A \quad dz \quad (4)$$

$$L \quad cdt = K a(h_j - h) A \quad dz \quad (5)$$

Para el caso de contacto en contra corriente, -

cuando la entalpía y temperatura varían sólo en una dirección las ecuaciones anteriores se pueden integrar para calcular la altura de una torre de enfriamiento.

La ecuación (5) es la que más se usa y si se toma  $c=1$  el caudal específico del agua como  $L'=L/A$  se obtiene:

$$Z = \frac{L l}{K a} \int \frac{dt}{h_j - h}$$

Seleccionamos una torre de un manual de la -- Fluor Product para un flujo de 50 galones/minuto y bajar la temperatura de 42°C a 26°C.

$$\text{de Area} = 3 \times 2.50 \text{ mts}^2$$

$$Z = 4 \text{ mts.}$$

con tiro forzado de dos ventiladores de 2 1/2 HP cada uno en la parte superior que nos baja los 16°C de temperatura del agua y de construcción de madera.

INVERSIONES

Vamos a continuación a realizar el estudio económico que se compone de las siguientes partes:

I Inversiones totales.-

## a) Inversiones fijas

		<u>Precio</u>	<u>Total</u>
Terreno	8.000 mts. <sup>2</sup>	S/.40 c/mt <sup>2</sup>	320.000
Construcción	3.896	" 600	2'337.600
Maquinarias y Equipos			17'000.000

## Otros activos.-

	<u>Cantidad</u>	<u>Total</u>
<b>Vehículos:</b>		
Camionetas repartidoras	3	300.000
Camiones	3	600.000
Camionetas	2	200.000
Bus para personal	1	100.000
Muebles y enseres para fábrica y oficina		300.000
Intereses durante la construcción 3%		70.128
<b>Imprevistos:</b>		
5% sobre rubros anteriores de inversión fija.		1'068.886.40
SUMAN:...		22'296.614.40
b) Capital de Operación (Anexo #1)		3'953.955
INVERSION TOTAL:...		26'250.569.40

ANEXO No.1

CAPITAL DE OPERACION

<u>Conceptos</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Sucres</u>
1) Materiales directos	1 mes	3'000.000
2) Mano de obra directa.	1 mes	96.400
3) Gastos de fabricación. (menos depreciación)	1 mes	221.100
4) Gastos de ventas	1 mes	40.000
5) Gastos administrativos.	1 mes	42.240
Productos terminados en Bodega: 25% sobre el costo de producción (1,2,3)	1 semana	94.375
Ventas a crédito: 100% del costo de operación (1 al 5)	1 mes	459.740
TOTAL:.....		<u>3'953.955</u>

ANALISIS ECONOMICO.-

a ) Materiales directos	<u>Total anual</u>
Materia prima importada:	S/. 100.000
Materia prima nacional:	28'000.000
b) Mano de Obra directa:	

<u>Obreros especial.</u>	<u>#obr.</u>	<u>diario c/.</u>	<u>mensual</u>	<u>total anual</u>
		<u>obrero</u>		
Tostadores	8	50 c/u.	12.000	144.000
preñeros	4	50 "	6.000	72.000
pulverizadores	2	50 "	3.000	36.000
molineros	4	50 "	6.000	72.000
para templador y túnel.	3	50 "	4.500	54.000
<u>Otros semi-espec.</u>				
Ayudantes tostadores.	4	35 "	4.200	50.400
Ayud.molineros	2	35 "	4.200	25.200
Ayud. prensa	4	35 "	4.200	50.400
Ayud.pulverizad.	2	35 "	2.100	25.200
Ayud. para templador y túnel.	4	35 "	4.200	50.400
Para envolvedoras y seleccionar y surtir -- bombones.	10	30 "	9.000	108.000
Envolvedoras de polvo.	8	30 "	7.200	86.400
Envasadoras de manteca.	4	30 "	3.600	43.200
<u>Obreros no especializados</u>				
Barrenderos	2	25 "	1.500	18.000
Descascaradores	2	25 "	1.500	18.000

Obreros no espec.	#obr.	diario c/ obrero	mensual	tot. anual
Pulverizadores	4	25 c/u.	3.000	36.000
			<u>74.100</u>	<u>889.200</u>
Treceavo sueldo	8.3%			
Catorceavo sueldo	4.17%			
Aporte patronal Seguro Social.	9.5%			
Fondo reserva	8.33%			
	<u>30.33%</u>			<u>266.760</u>
				1'155.960

c) Gastos de Fabricación.- (Carga total)

	Total anual
Materiales indirectos	100.000
Mano de obra indirecta	

	<u>Mensual</u>	<u>Anual</u>
1 Ing. Químico Jefe de Planta	8.000	96.000
1 Ingeniero de Producción	8.000	96.000
1 Ing. Mec. Jefe de Mantenimiento.	10.000	120.000
1 Asistente del Jefe de mantenimiento	5.000	60.000
1 Químico	3.000	36.000
1 Técnico de elaboración	8.000	96.000
1 Bodeguero	4.000	48.000
1 Ayudante Bodeguero	1.500	18.000
5 Mecánicos (70 c/u.)	2.100	25.200
		.../...

5 mecánicos (50 c/u)	1.500	18.000
		<u>613.200</u>
Más 30%		<u>183.960</u>
		S/797.160

Depreciación:

10% v/. Maquinarias y equipos		1'700.000
5% v/. Edificio fabril		116.880
10% Otros Activos (menos interés de construcción)		<u>271.888</u>
		2'088.768

Repuestos y Mantenimiento:

5% del valor de la maquinaria		850.000
-------------------------------	--	---------

<u>Suministros</u>	<u>Costo unitar.</u>	<u>Cantid.</u>	<u>Valor total</u>	<u>Anual</u>
Energía electr.	0.50	100.000kwm	50.000	600.000
Agua	0.50	20.000mt <sup>3</sup>	10.000	120.000
Combustible	2.10	150.000 gal.anual.		300.000
				<u>1'020.000</u>

Seguro 1% del valor de las inversiones fijas -terreno e interés.		220.564
---	--	---------

SUBTOTAL: 4'976.492

Imprevistos 5% de los rubros anteriores de los gastos de fabricación		248.824
---	--	---------

Más mano de obra directa		5'225.316
		<u>1'155.960</u>

SUBTOTAL 6'381.276

28'000.000

6'381.276

TOTAL: 34'381.276

d) Presupuesto de Gastos de Ventas anuales

<u>Denominación</u>	<u>No.</u>	<u>Sueldo mensual</u>	<u>Total (sucres)</u>
Jefe de Venta	1	5.000	60.000
Vendedores (2.000 c/u)	4	8.000	96.000
Secretaria	1	1.500	18.000
Cargas Sociales:			
26.16%			
4.17 Catorceavo sueldo			52.200
30.33%			226.200
Propaganda			120.000
Gastos de entrega			100.000
TOTAL			446.200

e) Presupuesto de Gastos Administrativos anuales:

<u>Denominación</u>	<u>No.</u>	<u>Saldo Mensual</u>	<u>Total (sucres)</u>
Gerente	1	10.000	120.000
Secret. Ejecut.	1	2.000	24.000
Secret. Auxiliar	1	1.000	12.000
Contador	1	5.000	60.000
Ayudante Contab.	1	3.000	36.000
Cajero	1	2.000	24.000
Portero	1	800	9.600
			285.600
Cargas sociales			85.680

Amortización:

10% de Intereses durante la  
construcción.

100.000

TOTAL

471.280

f) Presupuesto de ingresos por ventas anuales.-

Exportación

<u>Concepto</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio Venta</u>	<u>Total (S/.)</u>
Manteca de cacao	1400 ton.	24.000c/ton	33'600.000
Polvo	700 "	8.000 "	5'600.000
Cascarilla	300 "	1.400 "	420.000
		SUBTOTAL:	39'620.000

CONSUMO INTERNO:

	Ventas mensuales (sucres)	Ventas anual. (sucres)
Bombones	200.000	2'400.000
Polvo de cacao	800.000	9'600.000
	SUB-TOTAL	12'000.000
		39'620.000
	TOTAL:	51'620.000

g) Estado de pérdidas y ganancias. Rentabilidad.-  
(Un año de operación)

<u>Concepto</u>	<u>Sucres</u>
Ingresos por Ventas	51'620.000
Costos de producción	34'381.276
Utilidad bruta en ventas	17'238.724
Gastos de Ventas	446.200
Utilidad neta en ventas	16'792.524

.....	16'792.524
Gastos administrativos	<u>471.280</u>
Utilidad neta en Operaciones	16'321.244
(Antes de Impuestos a la Ren- ta y otras imposiciones)	

Rentabilidad del proyecto =

$$= \frac{\text{Utilidad neta en operación}}{\text{Inversión total}} \times 100 = \%$$

$$\text{Rentabilidad del proyecto} = \frac{16'321.244}{26'250.569} \times 100 = 62\%$$

h) Cálculo del punto de equilibrio:

<u>Rubros del costo de operación</u>	<u>Costos fijos</u>	<u>Costos variab.</u>
1) Materiales di- rectos.		28'100.000
2) Mano de obra directa		1'155.000
3) Gastos de fa- bricación:		
materiales in- directos		100.000
mano de obra indirecta.	797.160	
depreciación	2'088.768	
repuestos y man- tenimiento	850.000	
Suministros: energía eléctri- ca, agua y com- bustible		1'020.000
Seguros	220.564	
Imprevistos	124.400	124.400
		.... / ...

4) Gastos de Ventas:		
Sueldos y cargas sociales.	226.200	
Propaganda	60.000	60.000
5) Gastos Administrativos:		
Sueldos y cargas sociales	371.280	
amortización	100.000	
	<u>4'838.372</u>	<u>30'559.400</u>

$$PE = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Gastos variables}}{\text{Ingresos por Ventas}}} = \frac{4'838.372}{1 - \frac{30'559.400}{51'620.000}} =$$

$$= \frac{4'838.372}{1 - 0.58} = \frac{4'838.372}{0.42} = 11'519.933$$

$$\frac{PE}{\text{Ingreso por ventas}} \times 100 = \% = \frac{11'519.933}{51'620.000} \times 100 =$$

$$= 22.3\%$$

## COMENTARIOS

Tener la esperanza de que este estudio comprenda ampliamente todos los componentes que constituyen la fábrica, es estar muy lejos de la realidad.

Simplemente he hecho un breve estudio de mercado y del proceso, pues me he dedicado a la parte de Ingeniería Mecánica, en diseño del sistema de vapor, refrigeración, etc., y creo que puede servir como guía para la instalación de este tipo de fábrica, que utiliza materia prima nacional ciento por ciento.

Al hacer este trabajo, creo contribuir con una cosa ínfima, similar a un grano de arena, pero me queda la satisfacción de haber hecho algo de Ingeniería Mecánica pura.

ANEXOS

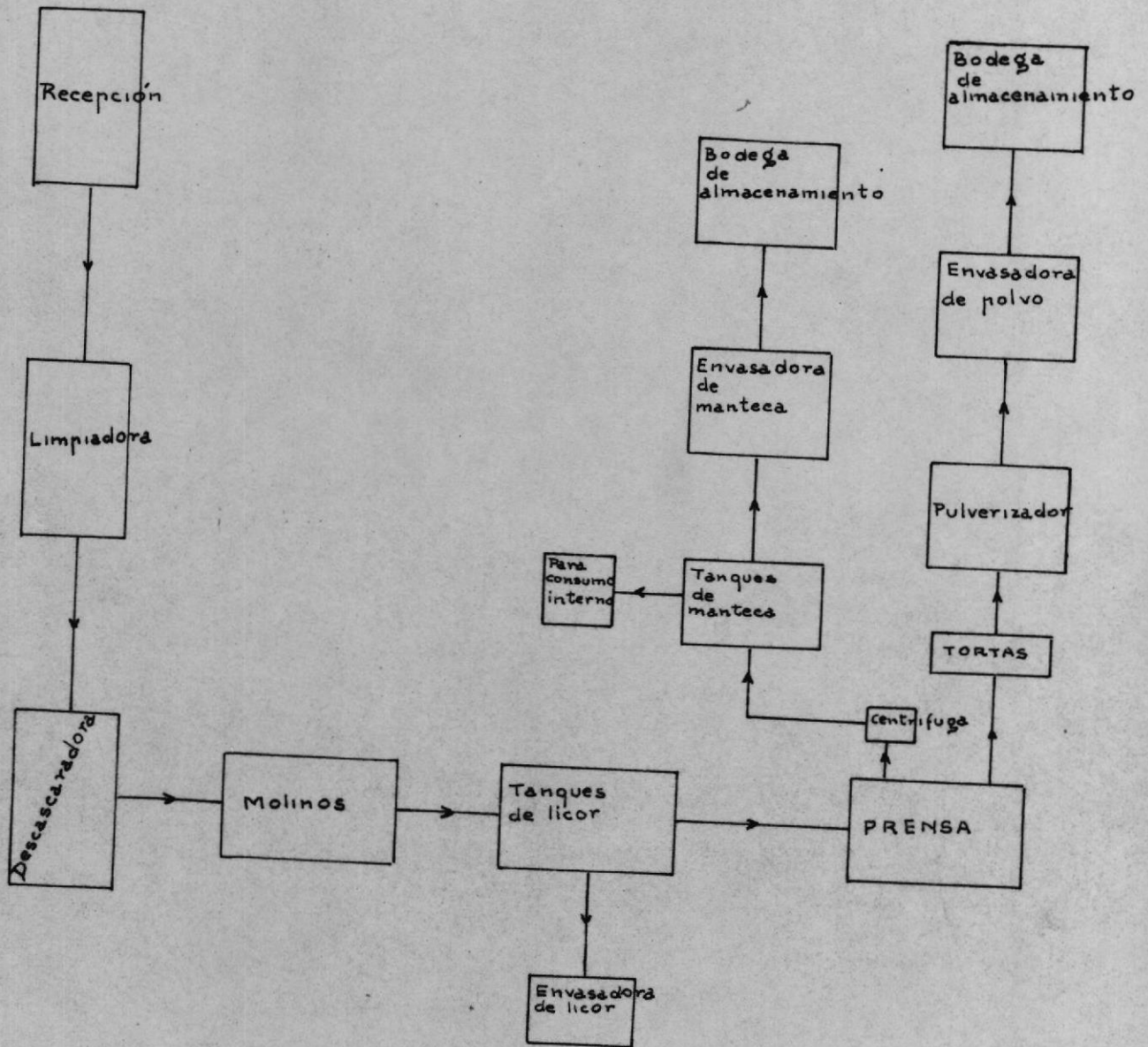
## BIBLIOGRAFIA

- Foundation Engineering por Mc. Graw Hill
- Maintenance Engineering Handbook by MORROW . Mc. Graw Hill
- Fats and Oils.- Por Kirschenbaur.- Reinhold Publishing Corporation.-  
New York.
- Enciclopedia Ciencia y Tecnología.- SALVAT
- Thermal Engineering Por Solberg, Cromer and Spalding. Wiley
- The Engineer's Reference Library.- Power
- Walworth .- Valves and Pipe fittings.- Catalog 57
- Elements of Applied Thermodynamics. Johnston, Brockett and Bock.
- Calderas Por Carl D. Shields.- CECSA.- U. S. Naval Institute.
- Energía mediante vapor, aire o gas. Por Severns, Degler y Miles.-  
Editorial Reverté.
- Steam its generation and use.- The Babcock & Wilcox Company.
- Thermodynamics by Faires. MACMILAN
- Tubería industrial. Por Charles Littleton.- CECSA.-
- Manual del Ingeniero Mecánico de Marks.
- Bombas: su selección y aplicaciones por HICKS.- CECSA.
- Mecánica de suelos en la ingeniería práctica por TERZAGHI y PECK.-  
Editorial Ateneo.
- Problemas de vibración en ingeniería: by TIMOSHENKO.- CECSA.-
- Mecánica de Suelos: TSCHEBOTARIOFF
- Internal Combustion Engines .- Maleer.- Mc Graw Hill
- Mechanical Vibrations.- Den Hartog M.H.
- Mecánica de Fluidos por Hinsaker .- Mc Graw Hill
- Refrigeración y acondicionamiento de aire por STOECKER.- Mc Graw Hill
- Refrigeration and air conditioning por JORDAN and PRIESTER .-  
Prentice Hall.-

**Air Conditioning Refrigerating. - DATA BOOK. - American Society of  
refrigerating engineers.**

**Manual de proyectos de desarrollo económico. - Naciones Unidas.**

# Diagrama de flujo-

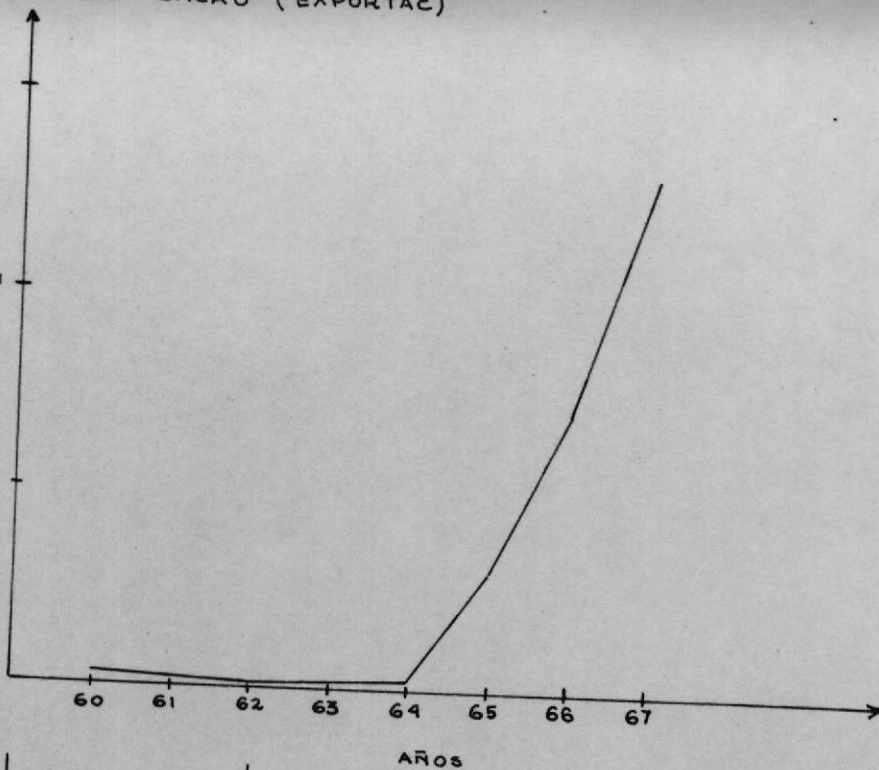


POLVO DE CACAO (EXPORTAC)

EXPORTAC EN KILOS

1 MILLON

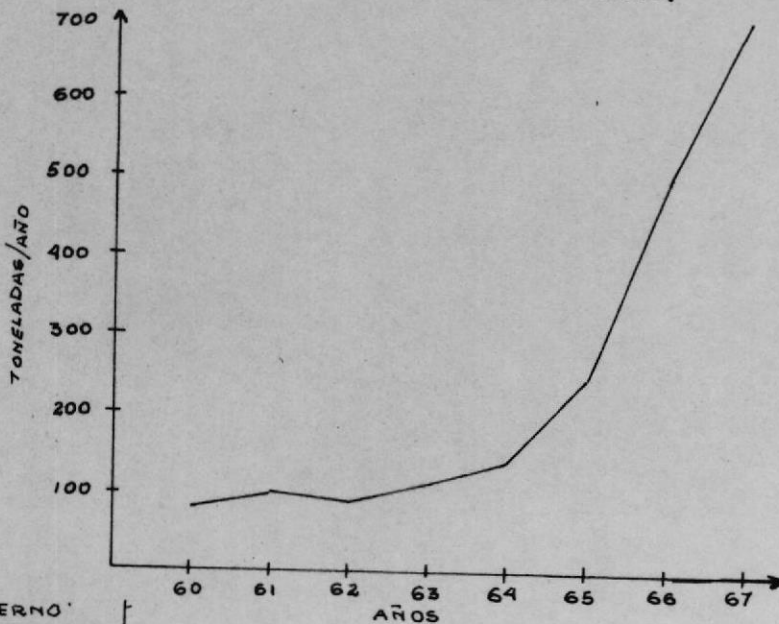
500.000



AÑOS

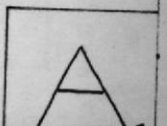
AÑOS	EXPORTACION
60	15.000 Kilos
61	10.000
62	5000
63	6000
64	7000
65	300 000
66	700 000
67	1'300 000

CONSUMO INTERNO (MANTEC DE CACAO)

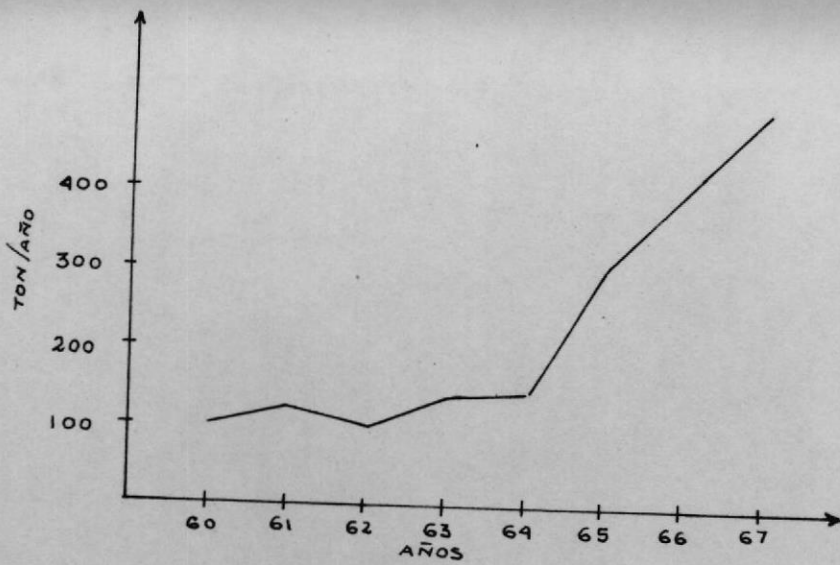


AÑOS

AÑOS	C. INTERNO	TON/AÑO
60	80	TON/AÑO
61	100	"
62	90	"
63	115	"
64	140	"
65	250	"
66	500	"
67	700	"

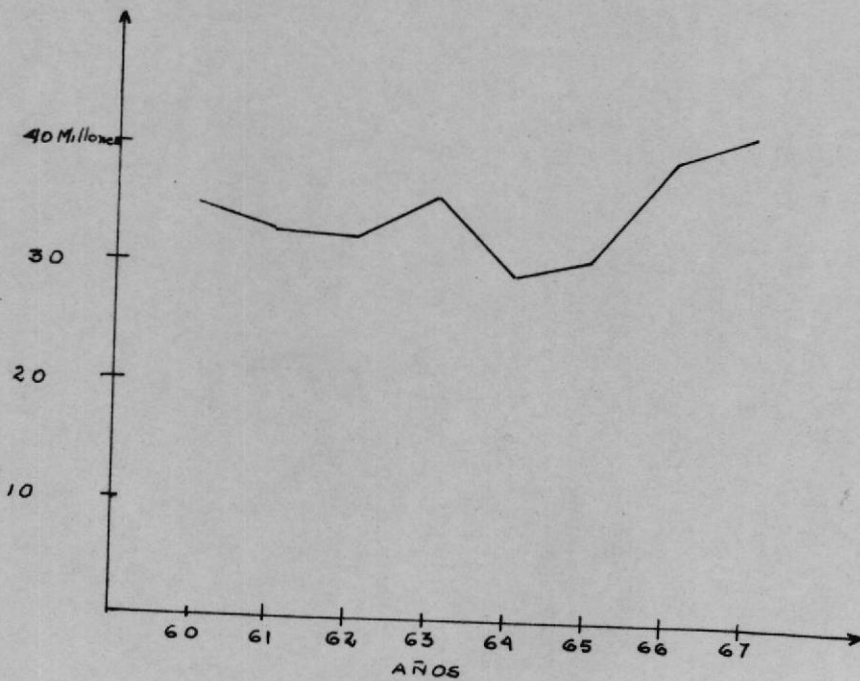


CONSUMO INTERNO (POLVO DE CACAO)

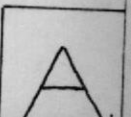


AÑOS	C. INTERNO
60	100 TON/AÑO
61	120
62	100
63	130
64	140
65	300
66	400
67	500

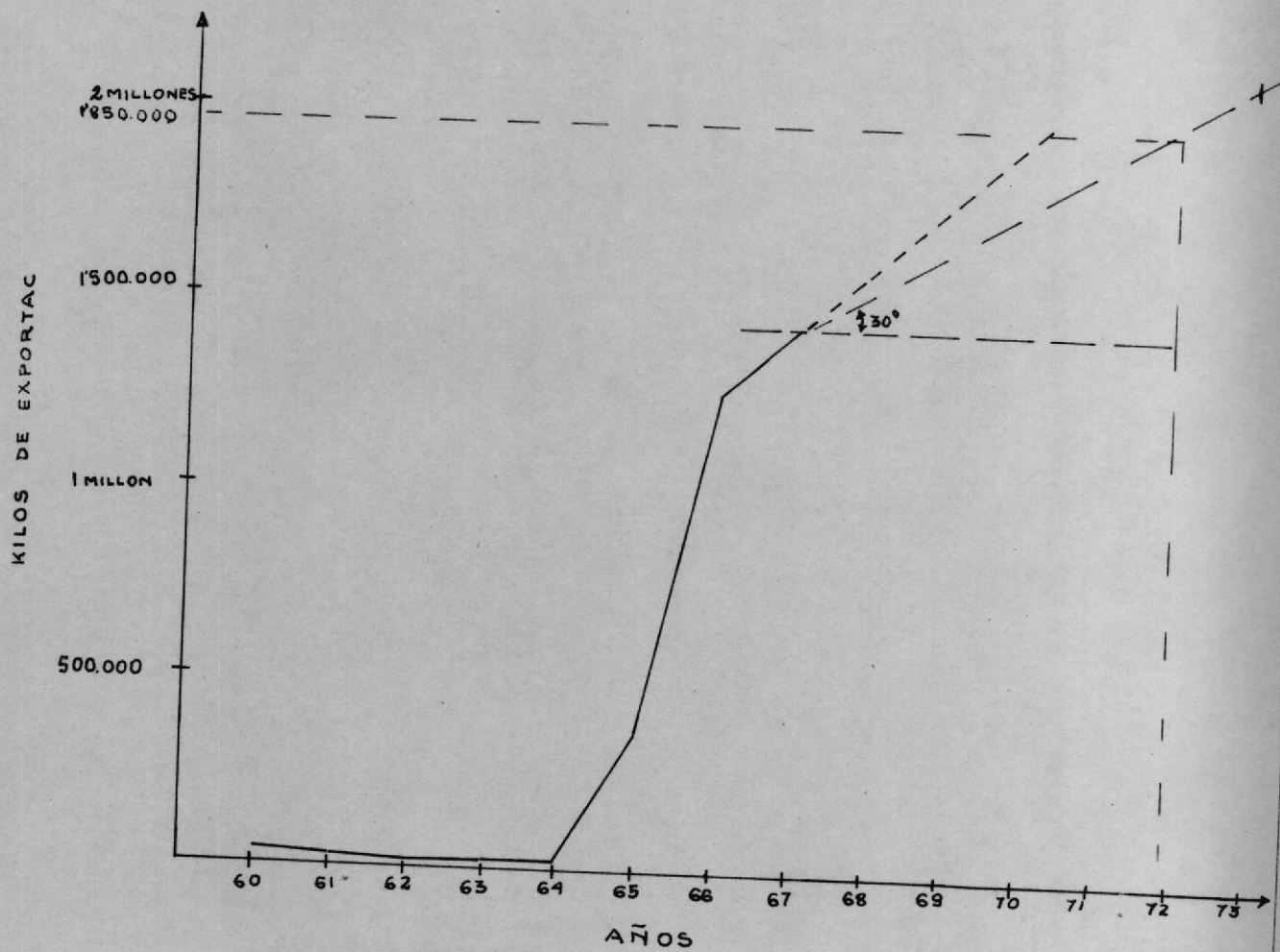
CACAO EN BRUTO (EXPORTACION)



AÑOS	EXPORTAC.
60	35'584.000
61	32'391.000
62	31'620.000
63	35'498.000
64	28'716.000
65	30'200.000
66	39'008.000
67	41'164.000

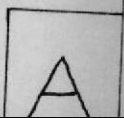


CURVA DE EXPORTACION (DE MANT DE CACAO)



AÑOS	EXPORTAC (KILOS)
60	30000 kilos
61	23000 "
62	6000 "
63	8000 "
64	9000 "
65	375000 "
66	1'258.000 "
67	1'410.000 "
68	

LA DEMANDA DESPUES DE 5 AÑOS ES  $\approx$  1'850.000 kilos



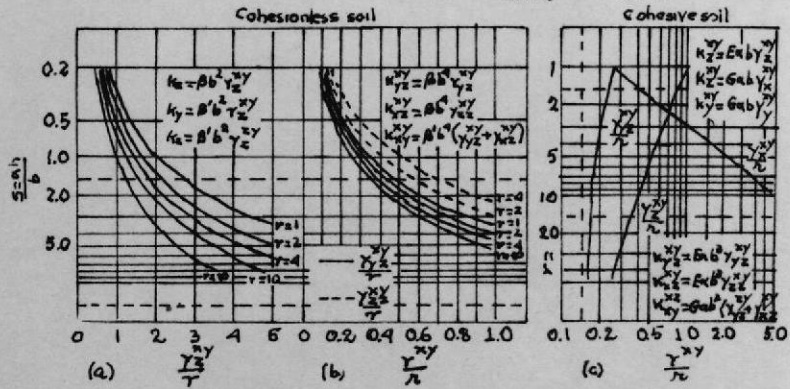
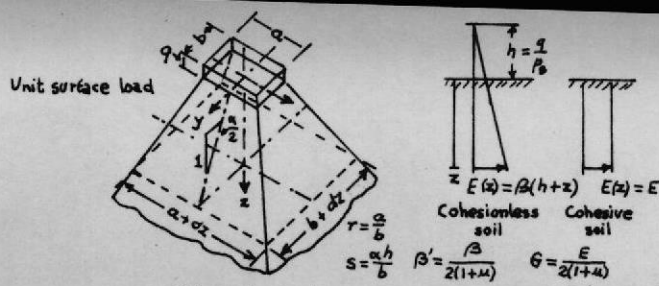


Fig Equivalent soil spring constants for horizontal contact surfaces by Adrian Pauw

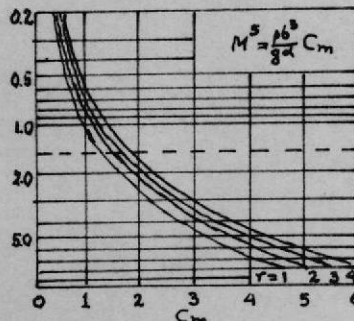
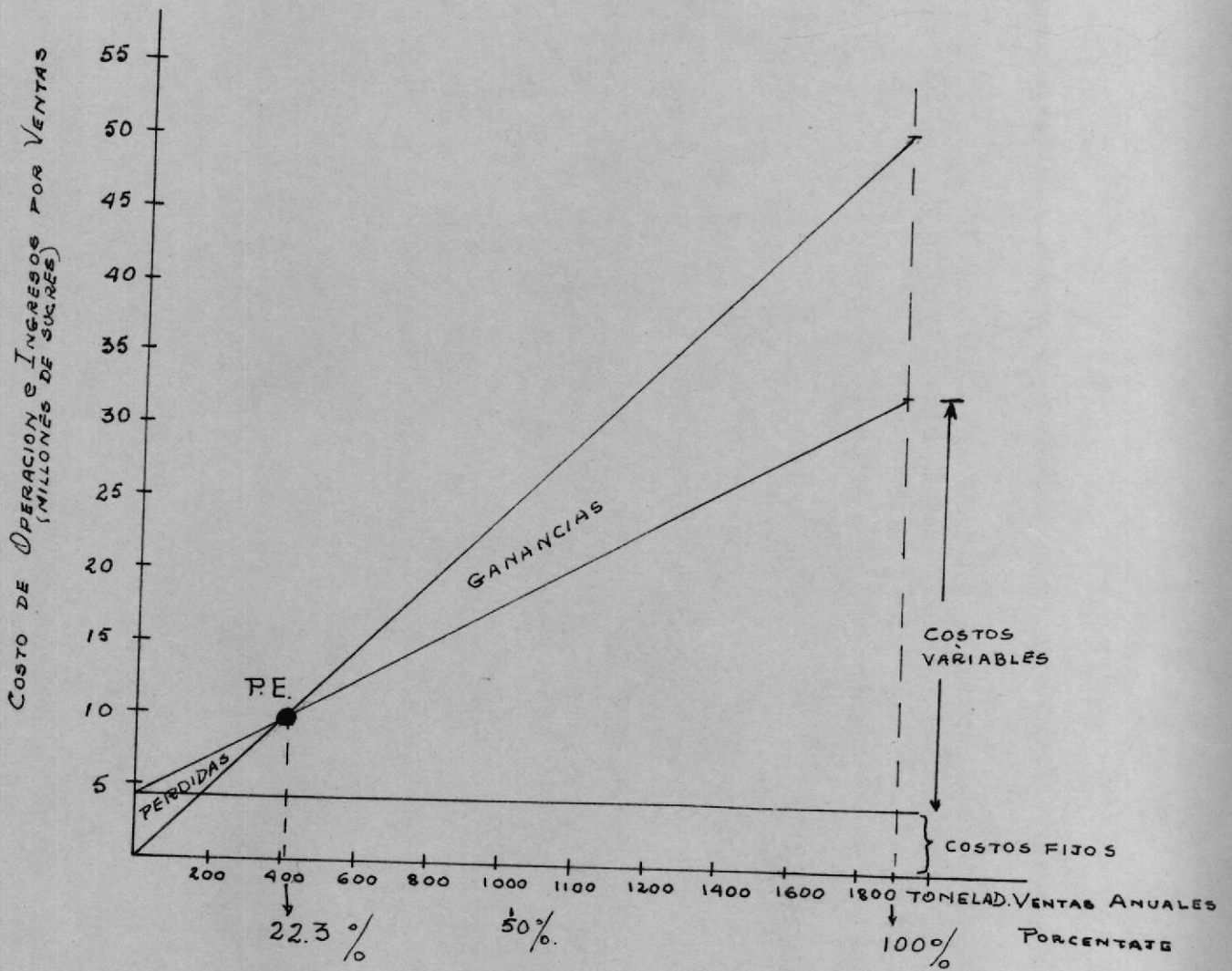


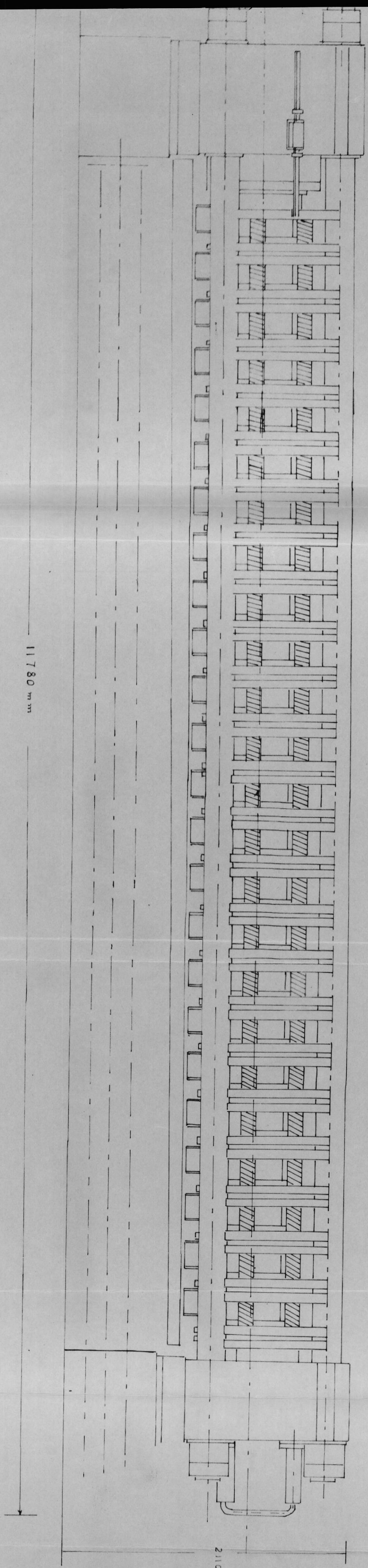
Fig Apparent mass factors for horizontal contact surfaces. (Adrian Pauw)

TABLE - VALUES OF  $\beta$  AND  $E_0$

	$E_0$ , psi	$\beta$ , psi/ft
Dense sand and gravel	0	3,000-5,000
Dense sand	0	1,750-2,500
Loose sand	0	300- 600
Loose silty sand	100	250- 500
Dense silty sand	300	1,000-2,000
Clay, semisolid	800-1,500	50- 100
Clay, stiff plastic	400- 800	50- 100
Clay, weak plastic	200- 400	50- 100



GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO



11780 mm

2110 mm

TESIS DE GRADO

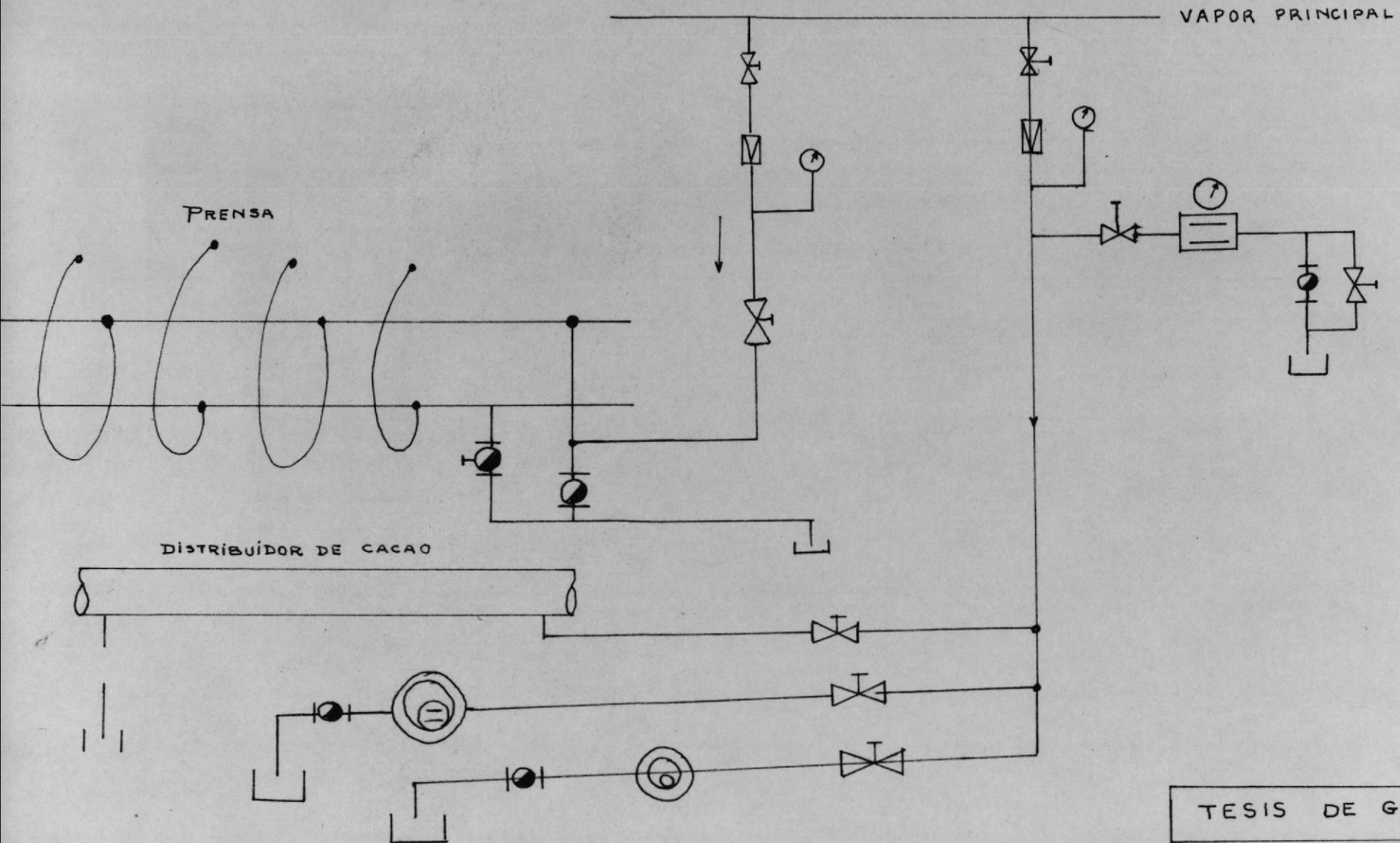
PRENSA

ESCALA: 1:20

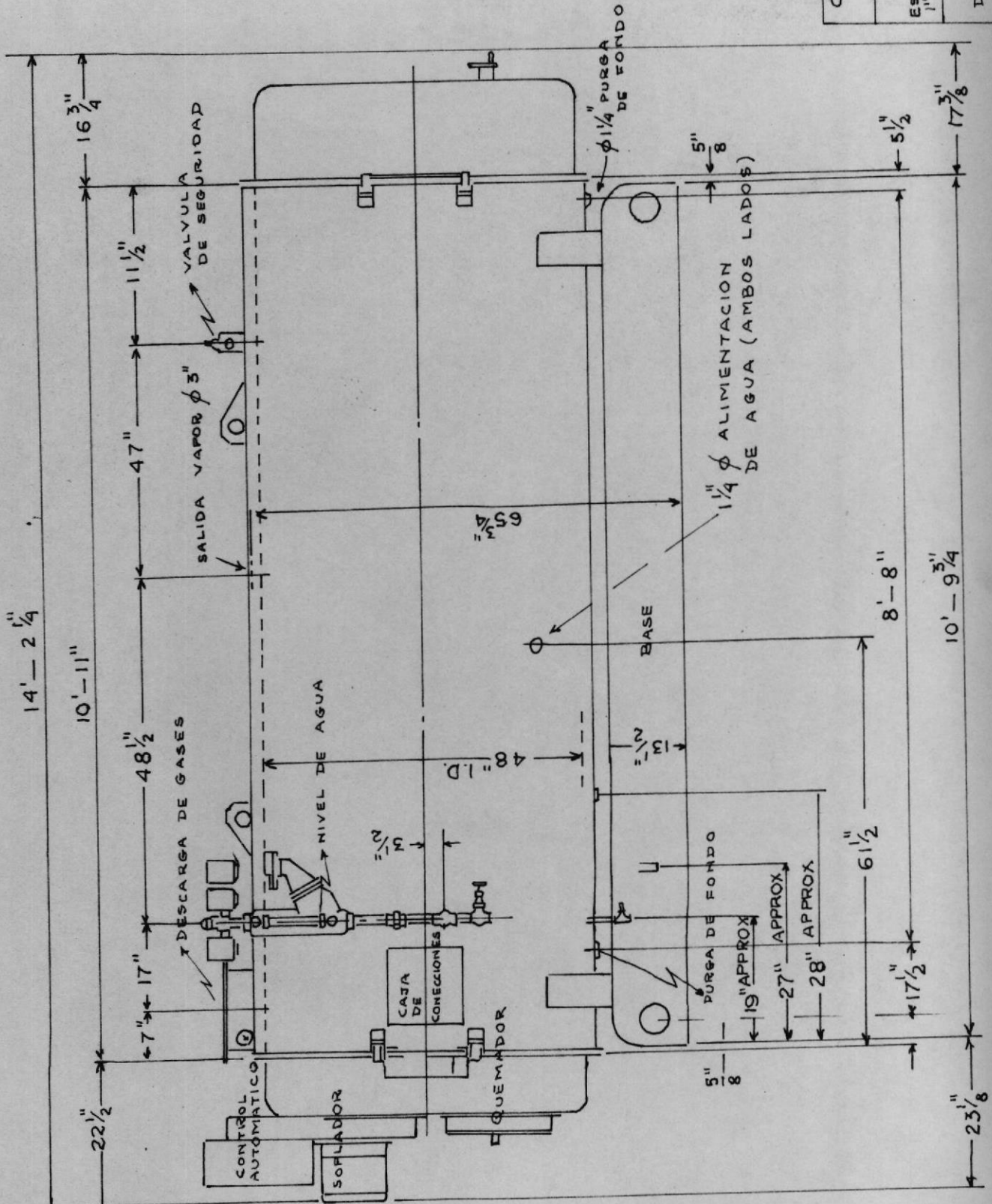
DR. WALTER LOOZ

DIC 1968

A  
5



TESIS DE GRADO	
SISTEMA DE CALEFACCION DE PRENSA	
Sin Escala	
DE: WALTER LOOR	A <sub>6</sub>
DIC 1968	



CALDEIRA

ESCALA  
1" = 22 1/2"

DIC 1968

A7

