

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE QUIMICA**



**BIBLIOTECA CENTRAL**

**RECEPCION, PROCESAMIENTO Y ENVASADO  
EN UNA PLANTA ELABORADORA DE LECHE  
EN POLVO.**

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

**Sergio Antonio Gómez Liévano**

**MEXICO, D. F.**

**1982**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

## TEMA I

Pág.

I N T R O D U C C I O N . . . . . 1

## TEMA II

G E N E R A L I D A D E S . . . . . 3

A1.	Breve historia y actualidad....	3
A2.	Definición de leche.....	3
A3.	Composición Centesimal.....	4
B.	Constantes físicas y físico químicas.....	5
B1.	Peso específico.....	5
B2.	Índice de refracción.....	6
B3.	Punto crioscópico.....	7
B4.	Acidez y PH.....	9
B5.	Extracto seco.....	13
B6.	Punto de ebullición.....	17
C.	Factores que afectan la calidad de la leche.....	17
C1.	Factores fisiológicos.....	19
C2.	Factores alimenticios.....	19
C3.	Factores climáticos.....	20
C4.	Factores genéticos.....	20
C5.	Factores de ordeño.....	21
C6.	Adulterantes.....	23
D.	Efectos del calentamiento.....	25
E.	Propiedades organolépticas de la leche.....	27
E1.	Defectos del sabor.....	27
E2.	Producción de color por microorganismos.....	28

## TEMA III

R E C E P C I O N , P R O C E S O Y E N V A S A D O . . . . . 29

A.	Introducción al tema.....	29
A1.	Objetivo general.....	29
A2.	Ubicación de la planta.....	29

	Pág.	
A3.	Areas e instalaciones.....	30
B.	Recepción.....	32
B1.	Descripción de esta etapa.....	32
B2.	Control de calidad de materia prima.....	33
B2.1	Análisis.....	34
B2.2	Muestreo.....	41
B3.	Transporte.....	42
B3.1	Recogida mediante bidones.....	42
B3.2	Recogida mediante carros-tanques..	43
B4.	Equipos y Operaciones en Recepción.....	44
B5.	Refrigeración.....	48
B5.1	Tanques de recepción.....	50
B6.	Limpieza y desinfección.....	51
C.	Proceso.....	53
C1.	Descripción de esta etapa.....	53
C2.	Estandarización.....	54
C2.1	Objetivo.....	54
C2.2	Muestreo y análisis.....	55
C2.3	Cálculos.....	56
C2.4	Equipo y Operaciones.....	61
C3.	Condensación.....	63
C3.1	Concepto general y principio de operación.....	63
C3.2	Cálculo de evaporación.....	66
C3.3	Equipo y Operaciones.....	76
C4.	Pulverización.....	87
C4.1	Concepto de secado y principio de operación.....	87
C4.2	Equipo y operaciones.....	89
C4.3	Análisis de producto terminado....	100
C4.4	Cálculos.....	105
C5.	Envasado.....	121
C5.1	Descripción de esta etapa.....	122
C5.2	Equipo y operaciones.....	123
TEMA IV.	CONCLUSIONES.....	145
TEMA V.	BIBLIOGRAFIA.....	148

Se anexan cuadros, gráficas y figuras.

T E M A I  
I N T R O D U C C I O N .

En la actualidad es de suma importancia la tecnología de los alimentos debido al crecimiento demográfico tan terriblemente alto en todo el mundo, por esto es patente la necesidad de técnicas optimizadas para obtener y aprovechar los alimentos por métodos sencillos y prácticos, por lo que es menester en nuestro país la creación de plantas procesadoras de alimentos propias, objetivamente para la formación, en todos aspectos; ya que la alimentación es la base del desarrollo del individuo y por lo tanto de una nación; de una población de mexicanos sanos que puedan desempeñar el papel primordial de la superación, no solo a nivel individual sino a lograr el crecimiento de México.

La leche de vaca es uno de los alimentos más económicos para el hombre, porque suministra proteínas de alto valor biológico que son cinco veces más baratas que las de la carne, y tres veces más baratas que las de los huevos y pescados. En nuestro país, los productores ganaderos en su mayoría, se encuentran sin conocimientos adecuados sobre el aprovechamiento de este preciado líquido alimenticio; ya que se preocupa más por las ganancias económicas obtenidas por la carne.

De ninguna manera la leche procesada en sus diferen--

tes variedades es mejor que la leche natural en cuanto a su valor nutritivo, pero sí consigue ventajas higiénicas y económicas. Los problemas generales en la industria láctea necesitan soluciones fundamentadas en la prevención, por lo que es efectivo la elaboración de programas para optimizar el manejo de planta desde el punto de vista técnico y organizativo. En esta forma se tendrá más tiempo y capital disponible para la investigación y no caer en la rutina ni en toma de decisiones que puedan mal lograr los objetivos deseados.

La literatura lactológica disponible en español es escasa debido a que los países que marchan a la cabeza del progreso ocupan los primeros puestos en investigación al respecto.

La leche es un arma de doble file, siendo su aspecto negativo ser factor de agentes patógenos, por lo que los industriales dedicados a esta importante rama de alimentación humana deben cuidar con esmero la calidad de materias primas, procesamiento y producto terminado.

## T E M A    I I

### G E N E R A L I D A D E S .

#### A.- Leche y sus componentes químicos principales.

##### A 1.- Breve historia y actualidad.

La función de la leche como alimento del ser humano nos lleva hasta los primeros albores de la civilización, en el momento histórico en que el hombre se convirtió en sedentario. Siendo los animales lecheros, hervíberos, no competían con el hombre y por lo tanto fácilmente fueron domesticados; así el ser humano utilizó la leche como alimento natural para las crías de estos especímenes y también para la alimentación de sus mismos hijos. Al paso del tiempo, destinó para su propio consumo la leche de estos animales, encontrando -- que dependía cada vez más de ellos, principalmente de la vaca, para obtener parte del alimento de su familia. Así fué -- el principio de la industria de la leche.

##### A 2.- Definición de leche.

La leche es una emulsión de composición química compleja, blanca y opaca, de sabor dulce y reacción iónica próxi

ma a la neutralidad, segregada por las glándulas mamarias de hembras mamíferas, después del nacimiento de la cría.- Este es de manera general.

### A 3.- Composición centesimal.

Básicamente la leche se encuentra constituida por -- cinco componentes principales, que son:

- A).- Lactosa.
- B).- Grasa.
- C).- Proteínas: caseína y albuminoides.
- D).- Sales.
- E).- Agua.

Existiendo también otros muchos componentes en cantidades ínfimas, tales como: lecitinas, vitaminas, enzi - mas, nucleóticos, gases disueltos, etc.

En el cuadro 2.1 se puede apreciar la composición me dia centesimal de la leche.

Estos componentes lácteos están presentes en tres es tados coloidales coexistentes: emulsión, suspensión y so lución. (Ver fig. 2.1)

Para cálculos de análisis ponderales y de valores -- energéticos en la leche, se toman en cuenta exclusiva--



mente sus cinco principales componentes y de esta manera -- agilizar dichos cálculos. (Cuadro 2.2)

B.- Constantes físicas y físico-químicas.

B 1.- Peso específico (Relative ó Densidad Relativa)

Como sabemos el peso específico es el peso de un volumen dado de una sustancia cualquiera, comparado con el peso de un volumen igual de agua. El peso específico varía con la temperatura, por lo que es necesario especificar en cada caso la temperatura de la sustancia.

El método más exacto para la determinación del Pe es el de la balanza de Wextphal y el densímetro de Sprengel. No obstante en la práctica se usan los areómetros (para leches), denominados lactodensímetros, que casi siempre llevan anexo un termómetro (termolactodensímetro). Existen varios tipos (Dornic, Quevenne, Berber, etc.), todos ellos -- constituidos por fletadores lastrados con perdigones e mercurio.

El peso específico de la mezcla de leche de diferentes vacas, para México, oscila entre 27.5 a 34.0, siendo su va-

lor medio el de 31.0.

El peso específico a 15°C según el reglamento para México, no debe ser menor de 29.0, para todas las categorías sanitarias.

En la figura 2.2 se da la consecuencia de los pasos a seguir para la determinación del peso específico en una muestra de leche fresca.

## B 2.- Índice de refracción.

El índice de refracción, es el número que representa la relación constante entre los senos de los ángulos de incidencia y de refracción, de un rayo de luz monocromática, que atraviesa una sustancia, en otras palabras es la medida de poder de una solución, para desviar un rayo luminoso que pasa a través de ella. Varía según el medio por donde pasa la luz y está en función de la concentración molecular.

El aumento del índice de refracción de una solución, con relación al del solvente puro, es directamente proporcional a la concentración de la sustancia disuelta expresado en peso por unidad de volumen.

La refracción es una propiedad aditiva; el aumento del índice de refracción en la leche es la suma de los aumentos

tos debidos a cada componente. La contribución de las sa --  
les es despreciable y la materia grasa que se encuentra fue  
ra de la fase continua no interviene.

El aparato utilizado para medir el índice de refrac --  
ción es el denominado refractómetro.

El refractómetro "Bertuzzi" es ideal para el chequeo -  
de la calidad de la leche en las rutas, ya que nos indica -  
en forma aproximada el grado de adulteración per aguado de  
la leche de los productores.

### B 3.- Punto crioscópico.

El punto crioscópico o punto de congelación de la le--  
che, es la determinación física más exacta y se basa en la  
Ley de Raoult: El abatimiento o depresión del punto de con-  
gelación de una solución, es directamente proporcional a la  
concentración de sólidos (solutos), e inversamente propor--  
cional a la masa molecular de las sustancias disueltas.

$$\Delta t = 1.85 \frac{C}{M}$$

C= Masa de las sustancias disueltas/Kg. de --  
solvente.

M= Peso molecular medio.

t= Descenso del punto de congelación.

La leche se congela por debajo de 0°C, ya que las sus-  
tancias que contiene disueltas, rebajan el punto de congela  
ción de los disolventes puros (agua).

El punto de congelación de la leche varía muy poco: -  
Es de  $-0.55^{\circ}\text{C}$  para la leche de vaca, variando desde ---  
 $-0.535^{\circ}\text{C}$  a  $-0.560^{\circ}\text{C}$ .

Las principales causas que hacen variar el punto de --  
congelación, son las siguientes:

I.- Causas que aumentan el punto de congelación.

a) La acidificación de la leche (la molécula de --  
lactosa da cuatro moléculas de ácido láctico) además como -  
algunas de las moléculas de ácido láctico se ionizan, lo --  
que no acontece con la lactosa, se eleva el valor del punto  
de congelación, por lo que las leches acidificadas se conge-  
lan a  $-0.58^{\circ}\text{C}$ . (en valor absoluto).

b) Adulteración con azúcar o sal.

c) Estreptocócica y fiebre carbonosa.

II.- Causas que disminuyen el punto de congelación:

a) Aguado.

b) Disminución del contenido de lactosa (per tu --  
berculesis).

c) Leche con contenido alto de calostro.

Cálculo

La cantidad de agua agregada puede ser determinada por  
medio de una gráfica especial basada en la fórmula siguien-  
te:

$$\% \text{ de agua agregada} = a 100 \times \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

t = punto de congelación de la leche en exámen.

T = punto de congelación media de la leche normal que es de:

$$- 0.555^{\circ}\text{C}.$$

Ejemplo.

Una leche que presentó un punto de congelación de ---  
- 0.47°C, tuvo una adición de:

$$100 \times \frac{(1 - - 0.47)}{-0.55} = 14.5\% \text{ de agua.}$$

La secuencia de pasos para la determinación del punto de congelación se puede apreciar en la Fig. 2.4.

B 4.- Ácidos y pH.

a).- pH de la leche.

El pH representa la inversa del logaritmo de la concentración de iones de hidrógeno. ( $\text{H}^+$ ). Siendo pH = 7 en la neutralidad, pH = 14 base fuerte y pH = 0 ácido fuerte. La expresión que representa pH es la siguiente:

$$\text{pH} = \log \frac{1}{(\text{H}_3\text{O}^+)}$$

En general, la leche tiene una reacción iónica cercana a la neutralidad. La leche de vaca tiene una reacción levemente ácida con un pH comprendido entre 6.6 y 6.8, como con

secuencia de la presencia de caseína y de los aniones fosfórico y cítrico, principalmente.

El pH no es un valor constante, sino que puede va -- riar en el curso del ciclo de la lactación y bajo la in -- fluencia de la alimentación.

Aún contando estos factores, la amplitud de las va -- riaciones no es muy grande dentro de una misma especie. -- En lo que se refiere a la leche de vaca deben de conside -- rarse anormales los valores de pH inferiores a 6.5 o supe -- riores a 6.9. El caestro de vaca tiene un pH más bajo de -- bido a su elevado contenido en proteínas.

#### b).- Acidez de la leche.

Lo que comúnmente se conoce como acidéz de la leche -- es el resultado de una valoración, es decir la localiza -- ción del punto de viraje de un indicador, generalmente fe -- nolftaleína al adicionarse solución alcalina valorada.

La acidéz desarrollada por la fermentación láctica -- ocasiona un decremento en el pH entre 4 y 5. En este rango todos los ácidos orgánicos presentes intervienen en la va -- loraación, y sobre todo el ácido cítrico.

#### c).- Medición del pH y de la acidéz.

Existen dos métodos para la determinación del pH:

1.- Medición potenciométrica, se efectúa por medio -- de "pH-metros" y pares de electrodos de referencia, gene --

ralmente son de calomelanos con cloruro de potasio saturado - electrodos de vidrio.

2.- Medición colorimétrica, es mucho más rápida funcional y menos costosa pero menos precisa que la anterior.

La medición se realiza por medio de papel indicador, o mediante una solución de colorante añadida a la leche.

No se puede diluir la leche con el fin de volverla transparente para poder observar la coloración con el "comparador" ya que la dilución afecta el equilibrio salino y eleva el pH.

Medición de la acidez.- Existen diferentes medios de expresión, que son:

1.- El grado "Dornic" (<sup>o</sup>D), empleado en Francia, expresa el contenido en ácido láctico; la acidez Dornic es el número de décimas de c.c. de sosa N/9 utilizada para valorar 10 c.c. de leche en presencia de fenolftaleína (N/9- porque el ácido láctico tiene un peso molecular de 90), por lo que:  $1^{\circ}D = 1 \text{ mg. de ácido láctico en } 10 \text{ c.c. de leche, o sea } 0.1 \text{ g/ litro, ó } 0.01\% \text{ de ácido láctico.}$

2.- El grado "Soxhlet-Henkel" (<sup>o</sup>SH), del cual ya se habló anteriormente.

La medición de la acidez parece ser muy fácil, pero también puede ser de gran imprecisión, en razón de varias causas de error, tales como:

a).- La cantidad de indicador (fenolftaleína influye-

mucho; se puede comprobar una diferencia de 3°D (0.3 c.c. de NaOH N/9) empleando una gota solamente (19°D) ó 10 gotas (16°D) de solución de indicador. Es preciso utilizar siempre la misma cantidad, por ejemplo 0.1 c.c. de solución de fenolftaleína al 1% en alcohol de 95° ( y no contar las gotas).

Para la prueba con °SH, se debe usar 10 gotas de indicador en solución alcohólica al 2% de fenolftaleína neutra.

b).- El punto final de la valoración no es un momento preciso porque depende de la agudeza visual del operador, de la luminosidad del lugar y de la experiencia del operario; se recomienda hacer una comparación de tanteo con un mismo volumen de leche adicionada de una cierta cantidad de solución coloreada standard: fucsina, sulfato de cobalto, etc.

Para fines prácticos se utilizan 10 c.c. de muestra de leche, por lo que se debe multiplicar por un factor -- (10). Si la cantidad de muestra fuera de 50 c.c. el factor sería 2; estos factores se deducen a partir de lo especificado por Soxhlet-Henkel.

La preparación de los reactivos, debido al elevado grado de exactitud que se requiere, deben ser preparadas en el laboratorio de la fábrica, bajo la supervisión del jefe del mismo.



Cálculo.

Acidez de la leche en °SH = No. de ml. de NaOH 0.25N x 10.

En la figura 2.8 se presenta la seriación de pasos a seguir en el análisis práctico para la determinación de la acidez en la leche fresca.

#### B 5.- Extracto seco.

Al conjunto de todos los componentes de la leche, excepto del agua se le da el nombre de extracto seco o sólidos totales (ST), y si se elimina la grasa, se denomina extracto seco desengrasado o sólidos no grasos (SNG).

La leche de vaca presenta sólidos totales promedio: de 125 a 130 g/l.

Existen dos técnicas para la determinación de los sólidos totales:

a).- Método analítico.- Por medio de fórmulas, considerando el peso específico y la grasa. Las principales fórmulas son: la de Richmond y la de Fleischmann, aunque también existen la de Nikas, Pien y otras.

b).- Método por desecación.- Consistente en evaporar el agua y pesar el residuo seco.

El método analítico, no es exacto pero es más rápido que el método por desecación (algunos tardan hasta 10 horas), sin embargo hay que considerar las principales causas de error:

1.- La determinación del peso específico inexacta.

2.- La determinación de grasa inexacta.

3.- Alteraciones fraudulentas en la grasa y el peso específico.

El cálculo del extracto seco en función del peso específico y la grasa radica en que el peso específico dependen de la concentración de las sustancias en solución y suspensión, por una parte, y de la materia grasa por otra, se pueden relacionar estos valores mediante fórmulas que permitan calcular el contenido en extracto seco conociendo G = materia grasa por kilogramo de leche, D = a peso específico a 15°C. Las fórmulas más conocidas se dan a continuación:

1.- Fórmula de Richmond:

$$ST\% = 1.2 G + (1000(D-1) + 0.14) \times 10.$$

2.- Fórmula de Fleischmann:

$$ST\% = \frac{1.2 G + 2665 (D - 1)}{D}$$

En el cuadro 2.7 se tienen tabulados los valores obtenidos por la fórmula de Richmond, para el efecto de cálculos rápidos. Y se determina la cantidad de extracto seco desengrasado (SNG) de la siguiente manera:

$$SNG = ST - G.$$

El método por desecación es aparentemente el más fá--

cil, pero la desecación no es un método específico, ya que, el extracto seco obtenido representa la suma de las sustancias no volátiles en condiciones determinadas. La leche fresca no contiene más que indicios de sustancias volátiles entre los 100 - 105°C; pero en cambio contiene, en proporción relativamente elevada, lactosa, que a estas temperaturas comienza a descomponerse, dando sustancias volátiles; efectivamente, se observa que es imposible obtener un peso constante por pesadas sucesivas, hechas a intervalos de 30 minutos, cuando se prolonga la permanencia en la estufa a 103° e en baño maría hirviendo; tras 25 días es aún sensible la pérdida de peso.

Prácticamente se considera un extracto seco convencional determinado en condiciones perfectamente definidas.

En lo que se refiere al método oficial francés, estas condiciones son: desecación de 10 c.c. de leche en una cápsula de material inalterable, de 55 x 25 ml. durante 7 horas en baño maría hirviendo. La desecación en estufa ordinaria a 100 - 105°C y la desecación por medio de irradiación de rayos infrarrojos se emplea además y sobre todo para los productos lácteos menos acuosos que la leche, por ejemplo: la leche en polvo desecada.

#### Determinación de grasa (G).

Para determinar la grasa en la leche se utiliza el método de Gerber, desde el año de 1892 que se publicó, por el químico Suizo Dr. N. Gerber, estando reconocido oficialmente.

mente en todos los países de Europa y en la mayoría del --  
resto del mundo.

El método Gerber es un método de tipo volumétrico que  
consiste en la medición del volumen de la fase grasa, sepa  
rada de la fase acuosa por medio de centrifugación, en --  
aparatos graduados especiales llamados "butirómetros".

En el método Gerber se utiliza el alcohol anílico pa-  
ra disminuir la tensión en la interfase grasa-mezcla ácido  
y leche, facilitando la separación de la grasa. El ácido -  
sulfúrico destruye el estado globular de la grasa y di --  
suelve la caseína. En cambio los métodos gravimétricos con  
sisten en separar la grasa por medio de un solvente segui-  
do de la evaporación del mismo y pesando después la grasa-  
residual.

En muestras recientes, se debe homogeneizar la leche,  
calentándola en baño maría a  $40^{\circ}\text{C}$ , y agitar posteriormente  
la leche. El ácido sulfúrico debe estar a la concentración  
indicada (1.820-1.825 a  $15^{\circ}\text{C}$  de densidad).

Para la leche de primera categoría sanitaria; debe --  
contener como mínimo 34 g. de grasa propia por litro en es  
te método. Para leches de segunda y tercera categoría sani  
taría: debe contener como mínimo 32 g. de grasa propia ---  
por litro.

En la figura 2.9 se muestra la secuencia de esta de -  
terminación práctica.

B 6.- Punto de ebullición.

La leche hierve por arriba de los  $100^{\circ}\text{C}$ , entre  $100.170$  y  $100.15^{\circ}\text{C}$ . Pero en el curso del calentamiento se producen cambios en el equilibrio de los estados:

Iónico $\leftrightarrow$ Molecular $\leftrightarrow$ Micelar.

que influyen sobre el resultado. Este valor no se determina en la práctica.

C.- Factores que afectan la calidad de la leche.

No se ha establecido una "composición normal" para la leche de vaca, solamente se mencionan algunas en los reglamentos pero de manera imprecisa. La calidad de la leche en lo que se refiere a su composición debe tener suficientes principios nutritivos (lactosa, lípidos, fosfátidos, proteínas, fosfato de calcio, vitaminas A y B etc.); además no debe tener sustancias tóxicas o perjudiciales, que se eliminan por la mama (insecticidas, antibióticos, etc.), No debe presentar color ni sabor anormales, ni adición de sustancias conservadoras ó enriquecedoras.

En Francia el contenido en materia grasa se estipula en 34 g/l, en Inglaterra el mínimo legal para los SNG es de 8.5%. En México y Estados Unidos los límites mínimos de grasa y SNG son de 3.25% y 8.25% respectivamente.

La leche debe presentar una composición rica en extracto seco y sin acidéz desarrollada, para la industria de leches concentradas y leches en polvo.

Existen dos medios para producir leche de buena calidad bacteriológica:

- 1o.- Cuidados en el establo y en el ordeño.
- 2o.- Inhibición del desarrollo de los gérmenes presentes, mediante la refrigeración.

La leche de buena calidad es más fácil de transformar y de un mejor rendimiento, por lo que puede pagarse a mejor precio.

La composición y la cantidad de leche producida depende de importantes factores, que interesan tanto a técnicos como a nutriólogos.

Los principales factores son:

Factores fisiológicos; durante el ciclo de la lactación.

Factores alimenticios; influencia del nivel energético, composición de los alimentos y acciones específicas de éstos.

Factores climáticos; estaciones del año, temperaturas.

Factores genéticos; variaciones raciales e individuales, herencia y efecto de selección.

Factores zootécnicos diversos; especialmente en la forma de ordeño.

Adulterantes; sustancias agregadas con el objeto de lograr mayor pago o con el fin de conservación.

#### C 1.- Factores fisiológicos.

La producción diaria de la leche y de sus principales componentes: lactosa, materia grasa, materias nitrogenadas totales y caseína, no evolucionan de la misma manera en el curso de la lactación.

El reglamento oficial mexicano de leche estipula que la producción de 15 días antes del parto y cinco días después del mismo no es apta para el consumo y por lo tanto está prohibida su venta. La legislación francesa prohíbe la venta de la leche de vaca antes del 7/o. día después -- del parto.

#### C 2.- Factores alimenticios.

El ayuno y la reducción brusca y temporal del aporte alimenticio provocan un descenso repentino de la cantidad de leche y un aumento de su extracto seco.

La sobre alimentación produce aumento en la cantidad de leche pero poco aumento en la composición de la misma.

La composición de la ración dependen fundamentalmente de: proporción y naturaleza de los alimentos glucídicos, - contenido de la ración de la materia grasa, contenido en - materia nitrogenada y contenido de vitaminas.

La insuficiencia o ausencia de heno o de paja en regímenes compuestos de vegetales verdes, tiernos y concentrados provocan descenso del contenido en grasa

### C 3.- Factores climáticos.

Estos factores son debidos a las estaciones del año y a la temperatura.

En el verano la riqueza de la leche en materia grasa y sólidos no grasos es mínima (a la mitad del verano) y máxima al final del otoño; la cantidad de leche (producción) varía de forma inversa.

En México la leche ordeñada en la tarde, es en general más rica en grasa que la obtenida en la mañana.

### C 4.- Factores genéticos.

Aún en una misma raza, las vacas sometidas a iguales condiciones ambientales y de alimentación, entre ellas pueden existir diferencias apreciables en cuanto a composición y producción de leche.

Entre los componentes de la leche la materia grasa es la que presenta mayores variaciones.

Las diferencias entre razas son importantes en lo referente a materia grasa (de 34 a 64%) y a las proteínas (de 28.5 a 41.5%) constituyendo un factor que predispone en favor del determinismo genético de estos caracteres, sobre todo cuando se observan entre razas explotadas en las mismas condiciones.



La herencia es considerable para la composición pero no para la producción de leche. Por lo que la composición de la leche puede mejorarse por la selección, pero para mejorar la producción es más conveniente actuar sobre los factores externos, sobre todo la alimentación.

#### C 5.- Factores de ordeño.

La grasa de la leche se eleva en el curso de la ordeña desde 15 g/l inicialmente hasta 100 g/l al final. La leche de un ordeño incompleto corresponde a una leche parcialmente descremada, por el contrario los SNG disminuyen; es decir si se eleva la grasa los SNG varían muy poco.

La leche ordeñada por la mañana es más pobre en grasa si el intervalo nocturno es muy largo; pero parece ser que este mismo hecho puede producirse cuando los intervalos son iguales entre dos ordeños diarios (tal vez como consecuencia de la obscuridad).

Hasta cierto punto, la producción de leche depende del número de ordeños efectuados, ya que el ordeño tiene un efecto estimulante sobre la producción. Generalmente se realizan dos ordeños diarios, por razones económicas ya sea el ordeño manual o mecánico deben observarse rigurosamente varias condiciones para responder a los siguientes objetivos:

- 1.- Producir una leche de buena calidad.
- 2.- Favorecer la eyección de la leche.
- 3.- No lesionar la mama.

Las condiciones para un buen ordeño son las siguientes:

- I.- Higiene
- II.- Ambiente apacible y quieto.
- III.- Masaje de la mama con un trape húmedo y --  
limpio, humedecido en solución clorada.
- IV.- Rapidez en el ordeño debe terminarse como-  
máximo en 5 minutos.
- V.- El ordeño debe ser indoloro.
- VI.- Deben rechazarse los primeros chorros de -  
leche.
- VII.- El ordeño debe ser completo.

Establo o sala de ordeño.- El pesebre, establo o sala de ordeño debe proyectarse de tal modo que sea fácil la limpieza de suelos y paredes. Debe ser adecuado para el tamaño de la vaca a ordeñar. La ventilación evita los condensados que ensucian las paredes y el equipo. Como mu --- chas operaciones se realizan durante las horas de oscuridad, el alumbrado contribuye a mantener la limpieza.

Las instalaciones de las salas de ordeño han sido objeto de perfeccionamientos continuos, con el fin de lograr dos objetivos:

- 1.- Organización racional del ordeño para rapidez de ejecución y economía de mano de obra.

2.- Posibilidad de una limpieza rápida total y de la desinfección del material que se pone en contacto con la leche.

### C 6.- Adulterantes.

Toda alteración, por ligera que sea, provocada intencionalmente con el objeto de modificar la composición -- normal de la leche, es decir la composición que tiene al salir de la ubre de las vacas sanas, es una adulteración.

Las adulteraciones que en la industria se detectan -- son principalmente, además del desoremade y el aguado, las siguientes:

- a).- Adición de neutralizantes.
- b).- Adición de conservadores.
- c).- Adición de azúcares.
- d).- Adición de féculas.

#### a).- Neutralizantes.

El bicarbonato de sodio es una sustancia neutralizante aparentemente inofensiva y por tal motivo muy utilizada en la conservación fraudulenta de la leche, incluso en dosis de 2 gramos por litro.

El bicarbonato de sodio por su carácter marcadamente regulador, tiene por objeto neutralizar la acidez en la -- leche, evitando hasta cierto punto su coagulación, pero --

no la reproducción de la flora microbiana.

La presencia de bicarbonato de sodio se reconoce a determinadas concentraciones por su reacción alcalina -- (ácido resólido), dando coloración rosa dependiendo de la cantidad de bicarbonato agregada, en tanto que la leche pura da coloración amarilla.

Otros neutralizantes usados son: Carbonatos e hidróxidos. El uso excesivo de neutralizantes además de los -- efectos indicados saponifica la grasa, hidroliza las proteínas y altera el punto de congelación.

#### b).- Conservadores.

Los conservadores más usados en nuestro medio son: el agua oxigenada o peróxido de hidrógeno y el dióxido de cloro.

El agua oxigenada se descompone por acción de las -- diastasas y desaparece de la leche en pocas horas, por lo tanto la investigación sólo puede dar resultados ciertos si se realiza poco tiempo después de haberse verificado de la adición.

El agua oxigenada ejerce una acción positiva, ya que las diastasas de la leche dan lugar a un intenso desprendimiento de oxígeno que tiene una acción destructora sobre las colonias bacterianas, pero sin eliminar algunos -- grupos patógenos que se siguen desarrollando, logrando -- tan solo agravar la calidad bacteriológica de la leche.

También se utilizan como conservadores el formaldehído y el ácido salicílico.

c).- Edición de azúcares.

El azúcar se emplea, además de la sal o algún otro solute, por los adulteradores experimentados, para evitar -- que se descubra por medio de los análisis físicos (refración y crioscopia) el aguado en la leche, por lo que usualmente en la industria se hace la determinación de azúcares como en el caso de neutralizantes, conservadores y otros -- adulterantes, por medio del análisis cualitativo.

d).- Adición de féculas.

La fécula más usual que se adiciona es el almidón, -- con el objeto de darle a la leche consistencia como en el caso de los azúcares en el fraude de aguado.

Esta adulteración es fácil de descubrir debido a que después de algún tiempo de reposo, la fécula se deposita -- en el fondo del recipiente. Otra forma es mediante un análisis cualitativo; a base de solución de yodo, la cual imparte a la leche un color azul. Dependiendo de la intensidad de la coloración es la cantidad agregada de fécula.

D.- Efectos del calentamiento.

El calentamiento es el más importante de los trata -- mientos a que se somete la leche y productos lácteos en -- las técnicas industriales. Los objetivos que persigue el --

calentamiento, básicamente son:

1.- Mejora de la calidad higiénica y de la calidad de conservación, por destrucción de bacterias y enzimas:

Esterilización de la leche, pasteurización de la leche etc.

2.- Eliminación del agua: concentración y secado de la leche.

Debido a la gran complejidad química y física de la leche, el calentamiento modifica su constitución, ya sea por medio de desplazamiento de equilibrio físico-químico o por modificaciones de sustancias lábiles, o algún otro mecanismo.

Generalmente los efectos aparentes del calentamiento son consecuencia de procesos bioquímicos complejos, cuyos términos intermedios raramente se conocen con precisión. Las reacciones químicas que intervienen son de diferentes clases y con diversas características físico-químicas.

La velocidad de reacción puede alcanzar un valor tal que reacciones muy lentas a temperatura ordinaria, se realizan, al menos parcialmente en un tiempo relativamente -- corto, cuando se le somete a un tratamiento térmico a la leche.

Las proteínas sufren la llamada "desnaturalización" -- cuando la temperatura rebasa los 100°C. La "desnaturalización" es una de las modificaciones más importantes provo

das por el calentamiento de la leche, además de la inactivación de las enzimas.

El "precalentamiento" es un tratamiento térmico destinado a estabilizar la leche, antes de aplicar otros tratamientos, como la concentración.

#### E.- Propiedades organolépticas de la leche.

La definición del olor y sabor de un producto natural complejo, como la leche, es muy difícil ya se trate del --saber normales o de olores y sabores anormales; comúnmente la palabra "sabor" se emplea para designar las dos sensa--ciones simultáneas, correspondientes al gusto y al olfate--"flavour", palabra inglesa usada por los especialistas ---franceses. La apreciación de estas sensaciones varía gran--demente según los individuos, a causa de las diferencias -importantes en la agudeza de los sentidos.

En las fábricas de leche concentrada y en polvo, las--pruebas de tipo organoléptico para la leche fresca, sola--mente son practicadas en casos extremos; en estos lugares--el analista se inclina más por análisis más precisos y com--pletos de los cuales ya se han señalado en puntos anterio--res.

#### E 1.- Defectos del sabor.

En lo que se refiere a los tratamientos aplicados a -

la leche, en la homogenización, la agitación a baja temperatura y la refrigeración seguida de un recalentamiento, favorecen la aparición del sabor rancio, estos mismos tratamientos protegen contra la aparición del sabor oxidado.

Los defectos de sabor, de origen microbiano, no se hacen aparentes más que tras una conservación bastante larga, usualmente de más de un día. Una temperatura baja (inferior a 15°C) favorece el desarrollo de los gérmenes socrófilos que se encuentran en el medio. En estas condiciones los fermentos lácticos están inhibidos y no pueden manifestar su antagonismo.

## E 2.- Producción de color por microorganismos.

Las leches coloreadas a causa de los microorganismos son raras ( a pesar de que la leche contiene gérmenes variados cuyas colonias sobre medios sólidos lo son). Las leches limpias no experimentan este defecto, lo mismo que las leches calentadas. Por el contrario, se observa en las cremas crudas.



## T E M A III.

### RECEPCION, PROCESO Y ENVASADO.

#### A. Introducción al tema

##### A.1 Objetivo General.

En este tema se dará a conocer los aspectos generales involucrados en la elaboración de la leche en polve observado en una planta instalada en el Estado de Chiapas, México.

En la figura 3.1, se indica un diagrama de bloques desde leche fresca hasta producto terminado. Se incluyen también, algunos detalles de naturaleza práctica y teórica tratando de abarcar la mayor parte de las funciones en cada una de las mencionadas etapas de elaboración.

El organigrama de la planta en Chiapas el que se muestra en la figura 3.2.

##### A.2. Ubicación de la Planta.

La planta elaboradora localizada estratégicamente de acuerdo a comunicaciones en cuanto a: los lugares de distribución, al fácil acceso a lugares de importancia política del Estado, así como facilidad de comunicaciones para el personal técnico, administrativo y obrero, distancias apropiadas a los centros de producción de materia prima en la región; así co--

no de otros factores de interés económico, la mencionada - planta se encuentra en el Municipio de Chiapa de Corzo, -- Chis., a escasos 16 km. de la Capital del Estado (Tuxtla Gutiérrez ), siendo sus vías de acceso carreteras pavimentadas, además el lugar cuenta con vasta, mano de obra, en la figura 3.3, se aprecian las vías de comunicación y los centros de depósito lácteo en el Estado.

La Planta también recibe leche fresca de centros ubicados en el Estado de Veracruz en las épocas de alta producción.

En las zonas cercanas a la planta se encuentran algunos ranchos que abastecen también de materia prima a la - fábrica elaboradora.

### A.3. Areas e Instalaciones.

La planta cuenta con las siguientes Areas e Instalaciones ( que se señalan en la figura 3.4 ) ; de:

- 1.-Carga y descarga en el almacén y producto terminado.
- 2.-Estacionamiento de vehículos.
- 3.-Recepción de rutas.
- 4.-Recepción de pipas.
- 5.-Refrigerante.
- 6.-Tanque de almacenamiento de leche fresca.
- 7.-Estandarización, almacenamiento de grasa y de sólidos no grasos.

- 8.- Torre de enfriamiento.
- 9.- Planta amoniacal de enfriamiento.
- 10.- Planta de energía eléctrica.
- 11.- Hornos y calderas.
- 12.- Planta generadora de gas inerte.
- 13.- Equipo para limpieza.
- 14.- Condensación.
- 15.- Pulverización.
- 16.- Almacenamiento de leche en pelve (telvas) .
- 17.- Envasado y producto terminado (llenaje).
- 18.- Hojalatería ( sellado, certado y engargolado).
- 19.- Almacén de producto terminado y recuperación.
- 20.- Almacén de útiles y herramientas.
- 21.- Mantenimiento.
- 22.- Tratamiento de agua.
- 23.- Campos de pruebas y ensayos de ganado vacuno.
- 24.- Laboratorio.
- 25.- Oficinas administrativas, gerencia de planta y agro pecuaria.
- 26.- Oficinas de fabricación, producción y control de ca lidad.
- 27.- Oficina de mantenimiento y hojalatería.
- 28.- Oficinas de almacén de producto terminado.
- 29.- Vivienda de los jefes de departamento y sus familias.
- 30.- Almacenamiento de alimento para ganado.
- 31.- Portería.
- 32.- Recepción de materia prima.

33.- Baños y vestidores.

34.- Aulas de capacitación de personal.

La descripción sobre equipo se hará subsecuentemente - en los siguientes apartados al tratar la etapa de elaboración respectiva.

## B. Recepción.

### B.1. Descripción de esta etapa.

La leche fresca de las vacas proveniente de los ranchos cercanos a la planta, y transportada por medio de camiones -- "ruterros", así como también, la leche fresca proveniente de los depósitos, es recibida en plataformas de recepción, pesada y filtrada; practicándosele análisis de aceptación tanto químico como bacteriológico. Este camino es el mismo que se sigue en los centros de depósito, en donde la leche fresca aceptada se envía a tanques de almacenamiento en donde es -- preciso efectuarles pruebas principalmente de: acidez y en ocasiones de coacción (dichas pruebas se describirán más adelante).

La planta recibe la materia prima (leche fresca), por -- dos conductos:

- 1.- De los Centros de depósito en el Estado de Chiapas y Veracruz, transportada en carros-pipas.
- 2.- De los lugares cercanos a la planta elaboradora -- transportada en bidones mediante camiones "ruterros"

Es necesario aclarar que la planta, también recibe leche pre-condensada de Emiliano Zapata, Tab., transportada en carros-pipas. Esta materia prima es un producto semi-elaborado por la planta ubicada en el lugar anteriormente mencionado.

La leche fresca una vez aprobada es transportada a los enfriadores por medio de un sistema de flujo de fluidos --- ( bomba, tuberías y accesorios ), hacia los tanques de espera para entrar al proceso, practicándosele análisis continuo bacteriológicos y de acidez, que dependerán en cuanto a intervalos de tiempo de :

- 1.- La calidad de leche fresca.
- 2.- Del tiempo de espera para descargar que puede haber tenido, en el caso de provenir de carros-pipas.
- 3.- La temperatura promedio de llegada a plataforma, en el caso de provenir de bidones.
- 4.- Del tiempo de atraso, con respecto al tiempo planeado de llegada; tanto para carros-pipas como para -- camiones "ruterros". Dándosele preferencia para entrar a proceso a la leche con acidez mayor y de mayor tiempo de espera.

En la figura 3.5 se describe el camino que sigue la leche fresca desde la granja hasta los tanques de espera a - proceso, en la planta de Chiapa de Corzo, Chis.

#### B.2 Control de calidad de materia prima.

### B.2.1. Análisis en Recepción.

Para conocer a fondo el estado y composición de una - leche así como si ha sido adulterada y poder decidir acertadamente su ulterior empleo, el analista deberá de practicar no solamente análisis organolépticos sino también análisis más elaborados. Dividiremos las pruebas prácticas en: pruebas de aceptación y pruebas de laboratorio.

#### 1.- Pruebas de aceptación.

Los bidones de leche, que lleva el productor o el contrabandista del transporte, a la planta, se colocan en el transportador de entrada en el cual es examinada. La leche se somete a inspección para comprobar su calidad, practicándosele las siguientes pruebas:

- a) Organolépticas.
- b) Químicas.
- c) Físicas.

#### 1 a) Las pruebas organolépticas.

Consisten en lo siguiente: Los inspectores destapan - cada cantaro y huelen la leche en contacto con la tapa y - la que ocupa la capa superior del líquido. Los inspectores con experiencia distinguen el olor debido a los alimentos, - la ranciedad de la leche, los olores de origen bacterianos - y otras fuentes anormales de olor, y rechazan la leche que - no es aceptable. También inspeccionan color y sabor.

## 1 b) Las pruebas Químicas.

De aceptación son dos: La prueba de alcohol y la prueba de acidez.

### La prueba de Alcohol.

Sirve para determinar la facilidad con que la leche se coagula al exponerla al calor es decir indica si la leche puede ser sometida a altas temperaturas; también ésta prueba detecta leches anormales (con calestro), leches obtenidas de lactación avanzada, así como leches cuyo contenido de sales no esté balanceado. (entre fosfatos y caseína)

En algunos lugares se usa como prueba para conocer la acidez.

Las leches con un contenido elevado de calcio iónico e de composición anormal, especialmente las del final de la lactación pueden coagular con el alcohol sin ser ácidas.

A medida que sube la temperatura, la coagulación se presenta de modo mas prematuro y los flóculos son mayores.

Si la leche se coagula, al agregar el alcohol, la prueba es positiva y la leche no resistirá altas temperaturas; puede ser que la acidez sea elevada o existe un desbalance de sales etc... Si la leche permanece normal la prueba es negativa.

También se deben considerar casos en los cuales las leches no cuajan al contacto con el alcohol, pero que no aprueben el examen organoléptico.

En la figura 3.6. se encuentra esquematizada la serie de operaciones a efectuar, en la prueba de alcohol.

### La prueba de acidez.

Esta prueba de naturaleza, también química, ya se trató en el TEMA II-B 4.

### I o) Pruebas Físicas.

Sea 3: La temperatura, sedimento y cocción.

#### a) La prueba de temperatura.

Indica si se ha enfriado correctamente en la granja. --  
Los inspectores experimentados pueden averiguar si la le --  
che está a una temperatura superior a la debida poniendo --  
sus manos sobre el bote. En caso de duda se comprueba la --  
temperatura con un termómetro de laboratorio. La leche cuya  
temperatura excede de  $60^{\circ}\text{F}$  ( $15.6^{\circ}\text{C}$ ) debe rechazarse.

#### b) La prueba de sedimentos.

Las materias extrañas indican que NO se ha limpiado --  
bien los botes e que no se ha protegido la leche contra la  
contaminación por los piensos o el pelve durante el ordeño.  
Pueden tomarse muestras de leche y pasarlas por un aparato  
ensayador que recoge los sedimentos por una almohadilla de  
algodón. Después se clasifican las leches comparando los --  
discos con una norma fotográfica.

#### c) La prueba de cocción.

Es una prueba utilizada con el propósito de verificar--  
si no habrá coagulación en la pasteurización o esteriliza--  
ción, posterior. Es decir, cuando la prueba es positiva --



con el alcohol, pero negativa de acidez.

La leche se coagula, por ebullición cuando posee mas-  
12°SH de acidez (PH = 5.89).

En la figura 3.7 se esquematiza dicha prueba.

## II.- Pruebas de laboratorio.

Las pruebas de laboratorio, tienen por objeto obtener la composición, la calidad bacteriológica, así como la detección de adulterantes, se pueden clasificar en: pruebas físicas, químicas, bacteriológicas y químicas especiales.

### a) Pruebas Físicas. (Tratados en el Tema II-B.1.2 y 3)

Determinación del índice de refracción.

Determinación del peso específico.

Determinación del índice crioscopia.

### b) Pruebas químicas. (Tratados en el Tema II-B.4 y 5)

Acidez (se repite ésta determinación)

Grasa (Gerber)

Sólidos totales y sólidos NO grasos --  
(Richmont)

### c) Pruebas bacteriológicas.

Prueba de la Reductasa.

Prueba de Lactofermentación.

d) Pruebas químicas especiales: (para adulterantes)

De neutralizantes.

De conservadores (tratados en el Tema - II-C-6)

De azúcares.

De almidones.

Prueba de la Reductasa, ó del azul de metileno (Reactivo), debida a Barthel y Orla - Jensen.

Se ha llegado a determinar que un gran número de bacterias tienen un reducido poder de reducción ó carecen de él por completo mientras que poseen un alto grado de poder reductor.

La prueba de reducción puede emplearse ante todo para la valoración del grado de frescura y estado de conservación de la leche y en menor grado, como orientación sobre el contenido total de microorganismos, por tal motivo, éste método se aplica a la leche fresca de consumo.

#### Interpretación.

La calidad de la leche fresca, según las experiencias de Gerber y las conclusiones adoptadas por la Asociación Nacional de Higiene de los EE.UU., se divide en 5 categorías:

<u>CATEGORIA</u>	<u>TIEMPO DE COLORACION</u>	<u>GERMENES X.C</u>
I. Leche muy buena.	más de 7 hrs.	menos de 100,000
II. Leche buena.	5.30 a 7 hrs.	menos de 500,000
III. Leche regular.	2.00 a 5.30 hrs.	entre 1,000.000 - y 4,000.000.
IV. Leche mala.	20 min. a 2.00 hrs.	entre 4,000.000 - y 20,000.000.
V. Leche muy mala.	menos de 20 min.	más de 20,000.000.

**NOTA:**

En ocasiones, sobre todo en medios tropicales subtropicales, sucede que los tiempos de reductasa superan las 5.30 horas, a pesar de haberse comprobado la mala calidad bacteriológica de la leche; esto se debe a la presencia de germicidas, conservadores ó sustancias tales como hipoclorito en los utensilios que están en contacto con la leche.

Se han elaborado ajustes, con respecto a la temperatura ambiente, en el siguiente cuadro se indica el sistema holandés:

<u>TEMP.AMB.</u>	<u>1a.CATEGORIA.</u>	<u>2a.CATEGORIA.</u>	<u>3a.CATEGORIA</u>
Más de 20°	Más de 1 hr.	Entre 1/2 a 1 hr.	1/2 hr. y me nos.
17° a 20°	" de 2 hr.	Entre 1 y 2 hr.	1 hr.menos.
13° a 16°	" de 3 hr.	Entre 1 1/2 y 3 hr.	1 1/2 hr. me nos.
8° a 12°	" de 4 hr.	Entre 2 y 4 hr.	2 hr. menos.
5° a 8°	" de 5 hr.	Entre 3 y 5 hr.	3 hr.menos.
Menos de 5°	" de 6 hr.	" 4 y 6 hr.	4 hr. menos.

En la figura 3.8 se esquematiza la prueba de la reductasa.

#### Prueba de Lactofermentación.

Es una prueba complementaria a la anterior (reductasa) consistente en incubar sin recuento de gérmenes. (prueba -- cualitativa), en la que el medio de cultivo es la misma leche. Los tubos de la prueba de la reductasa, se sostienen a 37°C en la incubadora, hasta coagulación, después de ser de colorados. Se observa simplemente el aspecto de la muestra (10 ml. en tubo estéril) tras 12 y 24 horas de incubación.

La leche de buena calidad no coagula antes de 12 ho -- ras. Esta prueba de información sobre el tipo de bacterias -- presenta en la leche.

## B 2.2.- Muestreo

La principal razón del perqué la muestra de leche representa dificultad es el peso específico de la grasa con respecto a la leche descremada. Obviamente, es esencial que la crema y la leche descremada se mezclen cuidadosamente antes de tomar la muestra. Cuando se muestrea para análisis bacteriológicos, todos los recipientes y agitadores utilizados deberán ser esterilizados antes de usarse y las muestras deberán congelarse y despacharse inmediatamente al laboratorio, se toma la muestra por medio de un bazo o de un tubo de muestreo, para después verterla en una botella de 1/4 de litro. Dependiendo de la cantidad de leche fresca de cada productor se medirá el contenido de cada muestra parcial. Se toma una 2a. muestra, por medio de un muestreador automático, en el momento de descargar de la cisterna del carro-pipa, ésta muestra, es más homogénea que la anterior.

### Preservativos.

Si el análisis NO se efectúa de inmediato, deberán mantenerse en refrigeración ó con un conservador (preservativo) para evitar la coagulación y por lo tanto el falseo de los resultados analíticos. Estos conservadores tienen el objetivo de evitar el desarrollo bacteriano, tales como: El  $K_2CrO_4$  y el formol, el  $Hg_2Cl_2$  (0.066 % P/V) ó el fenol (1 % P/V).

### B 3.- Transporte.

Debido a la ubicación de la planta (zona de clima tropical) y a la de los depósitos; así como de los lugares de producción, representan uno de los serios problemas planteados en la transportación, ocasiona nefastas consecuencias a la calidad de la leche por agitación prolongada y calentamiento, acentuándose más esto último en verano. El transporte es preferible realizarlo con la responsabilidad del fabricante. El transportista independiente no tiene el mismo interés por la calidad si no lo más importante para él es la cantidad.

Es necesario considerar la recogida como una "carrera contra reloj". Las distancias a recorrer deben ser lo más cortas posibles y en verano debe realizarse lo más rápido posible antes de las horas del calor.

#### B 3.1.- Recogida mediante bidones (Rutas)

Los bidones tienen capacidad de 20 a 40 litros. El material que los constituyen es una aleación de aluminio (al-masilium) que son resistentes y ligeros, pesan 6.5 Kg. para los de 40 litros. Los bidones de material plástico, existen también en el mercado y ofrecen grandes ventajas. Este tipo de bidones, con las correcciones debidas tienden a ser de los que se utilizarán en el futuro. Es preferible que la fábrica tenga sus propios bidones y sean arrendados a los productores. Para evitar deterioros por malos tratos.

El retorno de sub-productos a la granja, en los mismos bidones destinados a la leche fresca, es una práctica peligrosa; ya que estos sub-productos están siempre muy contaminados.

El transporte en bidones metálicos tiene varios inconvenientes importantes:

- 1.- Peso elevado de los recipientes, capacidad reducida del vehículo.
- 2.- El mantenimiento de un gran número de bidones precisa de un taller de reparaciones y de una máquina lavadora sofisticada.
- 3.- Imposibilidad prácticamente de un transporte isotermo. En el curso de un recorrido que dure de 3 a 6 horas, se utilizan: ramas, costales y bloques de hielo. Pero no es una solución óptima.

#### B.3.2.- Recogida mediante carres-tanques (pipas).

El método de recogida más racional es el que utiliza el depósito y el carro-tanque (de preferencia refrigerado ó isotérmico). El transporte de la leche se hace únicamente mediante tuberías. Se suprime el local de recepción, y se reducen las manipulaciones de la leche; las operaciones de limpieza se simplifican considerablemente. Los carres-pipas utilizados son los llamados isotermos. A la planta llegan carres-pipas de 6,000, 10,000 y 15,000 litros.

**Ventajas de la leche transportada en carros-pipas.**

- 1.- Se pierde menos leche a causa de que esta se adhiera a las esquinas, como en los bidones.
- 2.- Ahorre en mano de obra (lavado, manejo, secado, - higienización, levantamiento y acomodo de los bidones)
- 3.- Se ahorra tiempo. No hay necesidad de esperar al vaciado de cada bote.
- 4.- Es posible manejar mayor volumen de leche.
- 5.- Se disminuye el contacto humano.

**Desventajas de la leche transportada en pipas:**

- 1.- Se exigen mayores requisitos y preparación para los transportadores.
- 2.- El costo inicial de carro-pipa es mayor que el -- del camión de bidones.
- 3.- Cualquier pérdida de leche entre el depósito y la planta es a expensas de la compañía.

Para la propia protección y constante mejoramiento de la calidad, la compañía lechera emplea promotores que labo--ran entre los productores, tanto para ayudarlos con los -- problemas de la calidad como para mantener buenas relaciones entre el productor y la compañía.

**B. 4.- Equipos y operaciones en Recepción.**



Las operaciones realizadas en recepción, cotidianamente son las siguientes:

- 1.- Toma de muestras sobre el transportador.
- 2.- Vaciado de bidones a la tina, para medición de la leche aceptada (pasando por un filtro de malla de acero inoxidable).
- 3.- Toma de muestra de la leche ya medida.
- 4.- Lavado de los bidones en la lavadora mecánica.
- 5.- Bombeo de la leche aceptada de la tina a los enfriadores.
- 6.- Vaciado a los tanques de recepción, de los enfriadores.
- 7.- Chequeo de temperatura y acidez en los tanques.
- 8.- Chequeo de volúmenes actuales en los tanques y -- procedencias de C/U.
- 9.- Limpieza del equipo de rutas y área de recepción, después de finalizar la recepción (Incluyendo desarmado y armado de equipo).
- 10.- Anotaciones en las fichas de control para leche recibida por rutas.
- 11.- Toma de muestras para aceptación de la leche recibida por pipas.
- 12.- Descarga (conexiones para bombeo)
- 13.- Anotación de volumen recibido en el medidor para leche de pipas.

- 14.- Toma de muestra en el muestreador continuo.
- 15.- Chequeo de temperatura de enfriamiento ( rutas y pipas).
- 16.- Lavado de las pipas después de descargar.
- 17.- Limpieza de equipo de recepción de pipas (Incluyendo desarmado y armado).
- 18.- Lavado de tanques de recepción (cada descarga)  
Las operaciones siguientes son realizadas por lo menos 3 veces per semana:
- 19.- Venta de leche fresca a pequeños comercios locales. Con su respectiva anotación en ficha de control.
- 20.- Recepción de pipas de precondensado (con todas las operaciones para recepción de pipas de leche fresca).
- 21.- Recepción de grasa y sólidos NO grasos (S.N.G. ) - para estandarización. Anotación en ficha de control
- 22.- Chequeo de existencia de grasa y de S.N.G.  
El equipo de recepción es el siguiente:
  - A.- Un transportador de rodillos metálicos.
  - B.- Una balanza automática de cuadrante (tipo suspendido)
  - C.- Una tina de dos compartimentos con mallas de acero - inoxidable; para medir el volumen de leche fresca -- (capacidad 500 lt.).
  - D.- Una bomba de capacidad de 5500 kg/hr. para rutas.

- E.- Un aparato lavador de bidones, lineal movido con motor eléctrico y previsto de calentador con vapor y secador ( 5 bidones/min. ).
- F.- Una caldera de 50 Hp con accesorios.
- G.- Un compresor de 20 Tn. con accesorios.
- H.- Un transportador eléctrica de banda.
- I.- Un motor de 40 Hp.
- J.- Dos enfriadores de placas de acero inoxidable - ( 1 para rutas y otro para pipas ).
- K.- Dos tanques de almacenamiento aislados térmicamente.
- L.- Planta de amoníaco para enfriamiento de agua para los enfriadores.
- M.- Tina de lavado para pipas y enfriadores (500 Lt).
- N.- Tuberías y accesorios para vapor, agua y leche.
- O.- Utensilios necesarios para análisis.
- P.- Medidor con eliminador de aire para la leche recibida de pipas.
- Q.- Muestreador continuo para la leche de pipas.
- R.- Una bomba de 10 000 Kg/hr. para pipas.

En la figura 3.9 se indican las áreas de equipos en recepción.

La ruta de actividades efectuadas en recepción, se muestran en la figura 3.10.

Las actividades secundarias son las señaladas con letras minúsculas.

- a) Descargado de bidones, del camión al transportador.
- b) Accionado del motor para mover el transportador.
- c) Transporte de los bidones por el transportador, hacia el vaciado.
- d) Conexión de bomba con la tina accionada.
- e) Abrir válvula de vapor.
- f) Accionado del compresor para el amoníaco.
- g) Cargado de bidones limpios al camión "rutero".
- h) Abrir válvula de agua fría.
- i) Conectar bomba al medidor para leche de pipas.
- j) Conectar muestreador continuo al medidor.
- k) Bombeo del medidor al enfriador de pipas.
- l) Pase del enfriador de pipas al tanque correspondiente.

#### B.5. Refrigeración.

La finalidad de la refrigeración es conservar la calidad inicial de la leche hasta el momento de su transformación o de su utilización. En ningún caso puede, por lo tanto mejorar la calidad de la leche recogida en malas condiciones, pero impide la contaminación.

El número de bacterias aumenta inmediatamente tras la recogida, tanto más rápidamente, cuanto más elevada es la temperatura.

La refrigeración debe intervenir desde el momento del ordeño; su eficacia es tanto más grande cuanto más pobre --

sea la leche en gérmenes. En nuestro medio NO es posible efectuar dicho enfriamiento en la granja; se hace hasta el momento de descargar en los depósitos o en las fábricas -- ( tratándose de leche de "rutas"). La leche debe ser enfriada de 7.2. a 10° o tan pronto sea posible, después de ser ordeñada, por lo menos dentro de las 2 ó 3 horas siguientes.

La leche en los depósitos debe estar enfriada a menos de 5°C. inicialmente para cuando llegue a la factoría se encuentre a menos de 15°C. per medio de refrigerantes, utilizando agua fría de la planta amoniaco (a 1°C. ) a contra corriente, como se muestra en la figura 3.11.

#### Funcionamiento del enfriador:

El fluido lácteo y el agua fría pasan por espacios estrechos limitados por las placas metálicas (acero inoxidable) cerradas unas contra otras por medio de juntas especiales.

Las placas tienen unos relieves para asegurar la distribución regular del líquido en toda su superficie interna.

Cada entrador debe llevar un termómetro registrador -- del tipo de carátula, además de otros instrumentos que permitan un funcionamiento seguro tales como:

- a) Un regulador de flujo.
- b) Válvula reguladora de entrada de agua fría.
- c) Válvula de desviación, cuyo funcionamiento depende de la temperatura efectiva de enfriamiento. Si esta temperatura sube la leche se envía de nuevo a la -- cisterna o a la tina.

## B. 5.1 Tanques de recepción.

La leche una vez enfriada pasa a los tanques de recepción (K). En la planta existen 12 tanques: Dos de 6,000 litros, cinco de 15,000 litros y cinco de 12,000 litros. Las características que deben poseer estos depósitos lácteos -- son las siguientes:

- 1.- Material inerte; se emplea generalmente acero inoxidable 18/8.
- 2.- Aislamiento térmico eficaz, por ejemplo material plástico esponjoso en doble pared metálica.
- 3.- Agitador inoxidable movido por motor eléctrico que permite la homogenización para el muestreo.
- 4.- Fácil limpieza en todas las partes.

En la figura 3.12 se muestra un corte seccional de un tanque de recepción.

Si se considera la duración de conservación en tanque isoterme, se observa en general una buena estabilidad hasta 16 horas de almacenamiento pasando este tiempo la leche no debe utilizarse más que con la debida prudencia para su transformación.

La limpieza de los tanques deberá efectuarse después de cada descarga de los mismos, manualmente dentro del depósito con cepillo detergente caliente y enjuagado por medio de mangueras. Las tuberías entre los enfriadores y los tanques deberán lavarse de la misma manera pero por medio de la tina de lavado (M).

El arreglo de tuberías, desde la descarga de materia-prima pasando por los enfriadores hasta llegar a los tanques de recepción se muestran las figuras 3.13 3.14.

#### B.6. Limpieza y Desinfección.

La limpieza del material con la cual la leche entra en contacto, está reglamentado legalmente por varias disposiciones.

Una de ellas PHS-1783 (SAN), Department Of Health - Educación, and Welfare Public Health Service, y la PHS-723-1- (SAN).

Para destruir totalmente los gérmenes (esterilización ), deben de efectuarse dos operaciones:

##### I. Limpieza

Elimina todos los residuos e impurezas, especialmente las menos solubles: grasas, proteínas y sales. El agua caliente a veces no ofrece una limpieza completa.

##### II. Desinfección

Elimina todos los microorganismos, y se puede realizar de dos formas:

##### a) Por medios físicos.

Tiene la ventaja de no crear residuos, el calor es el más utilizado: agua caliente (de 75° a 78°C.) vapor(99°C.),-

o aire recalentado.

b) Por medios químicos.

Son más fáciles de usar y menos costosos se usan diversas sustancias antisépticas que refuerzan la peca fuerza bactericida de los productos de limpieza.

Des recomendaciones importantes son las siguientes:

1.- Lavar con agua potable fría o tibia inmediatamente después a la utilización de los sistemas de tuberías - con el fin de eliminar todos los restos de leche, es preciso impedir la formación de películas e depósitos de leche-seca e cuajada.

2.- Se deberá desinfectar inmediatamente antes de la próxima utilización. Dejándose la solución antiséptica en contacto con el material entre todo el período de tiempo - que media, de una utilización entre otra.

Limpieza

Se utilizará una solución detergente caliente (40-50°C) cepillándose los utensilios. En el cuadro siguiente se indican las principales propiedades de los productos minerales más empleados.

La solución de lavado se hace a concentraciones del 0.3 al 1%. En el cuadro 3.1 se indican los principales - - productos utilizados en la limpieza.



Si se observan incrustaciones calcáreas la limpieza - deberá de efectuarse con un producto ácido (principalmente  $\text{HNO}_3$ ).

### Desinfección.

Cuando se aplica a utensilios sucios, la desinfección no surte el efecto deseado. Como ya mencionamos se emplea - vapor en recipiente cerrado durante 10 minutos, este resulta bastante caro. Las soluciones esterilizantes son más baratas, las más empleadas son las de hipoclorito (agua de Javel) "Lejía", "Blanqueador" o solución de clorohipoclorito cálcico; los hipocloritos se definen en mg/lt. (partes per millón) de cloro activo. Se utilizan hasta de 250 mg/lt.; es bueno - realizar un lavado final con una solución clorada débil de -- 20 mg/lt.

Tras la limpieza inicial, el material se lava con una -- solución al 0.2-0.3% del producto. A continuación se hace el enjuague final.

## C. PROCESO

### C.1 Descripción de esta etapa.

La leche fresca que permanece en los tanques de recepción en espera para entrar en proceso analizada y medida, -- continúa a la estandarización, en donde se normalizará a las-

condiciones requeridas por las normas oficiales, en lo que corresponde a contenido de grasa, sólidos no grasos y agua. Ya estandarizada y formada la masa a procesar, se envía a condensación en donde, tendrá los siguientes tratamientos: - Precalentamiento, Clarificación, Pasteurización, Evaporación y pre-almacenamiento de espera hacia la pulverización, aquí la leche condensada transita por las siguientes fases: Pre-calentamiento, homogenización, secado por aspersion, -- post-secado y enfriamiento del polvo. La leche en polvo deberá cumplir las normas de fabricación y de calidad establecidas las cuales se tratarán más adelante. Dicho polvo es analizado; así como la leche concentrada, por el Departamento de Control de Calidad, con el objeto de determinar conjuntamente con los departamentos de producción y fabricación, el envasado del producto.

Se elabora en la planta, leche entera en polvo de dos clases: instantánea y normal.

Cada una de las fases de proceso antes mencionadas se describirán en adelante. En la figura 3.15, se describe el camino que sigue la leche en proceso.

## C.2 Estandarización

### C.2.1 Objetivo:

Debido que la leche se recibe de diferentes productores, es necesario analizar el contenido de grasa y de sólidos te-

tales de la mezcla de leche en los tanques de recepción.

El precondensado también se muestrea y analiza. Todo esto con el objeto de lograr un contenido de grasa en el producto terminado de 26% de grasa (G) y de 71% de sólidos no grasos (S.N.G.), es decir 97.0% de sólidos totales en el producto terminado.

Dependiendo de los análisis se procede a agregar: -- S.N.G. y agua o leche de otro tanque.

El verter, sencillamente, la leche precedente de varios productores es un gran tanque de almacenamiento, es una forma de normalización (estandarización), pero adolece de precisión, además que, en nuestro medio la riqueza en grasa es muy pobre (menos de 3.5%).

En el caso de agregar agua (tratada química y bacteriológicamente), será debido a grasa mayor de 3.6% (rara vez).

#### C.2.2 Muestreo y Análisis:

Se determinan cada 2 horas: Temperatura y acidez, además se realizan las pruebas de densidad, grasa (Gerber), y sólidos totales (S.T. por Richmond).

Para la leche precondensada en la prueba de grasa, se diluye la muestra con dos partes de agua y una de leche precondensada siguiéndosele la prueba de Gerber; en la de los sólidos totales, se hace la determinación por medio de rayos infrarrojos.

### C.2.3 Caloules

El objetivo como ya se mencionó en C 2.1, es lograr - 97% de sólidos totales, con 26% de grasa y 71% de S.N.G.

La relación  $\frac{\% G.}{\% S.N.G.}$  será 0.366 y la llamaremos Rc.

El producto mediante el cual se obtiene los S.N.G. -- contiene 96% de sólidos totales y 4% de agua. Los sólidos -- a su vez contienen 0.7% de grasa y 95.3% de S.N.G. (lo llama<sup>re</sup>mos P.N.G.).

El producto mediante el cual se obtiene la grasa, con tiene 100% de grasa (P.G.).

Cuando se estandariza con producto graso (P.G.), y -- producto no graso (P.N.G.), se trabaja con  $STc=16.5\%$  y  $Rc=0.366$ ; cuando se estandariza con leche de otro tanque, se trabaja con  $Rc=0.366$ . Por lo tanto existen dos tipos de es tandarización:

1- Con productos grasos y no grasos.

2- Con leche fresca.

Cuando se agrega (P.G.), y (P.N.G.), existen dos va riaciones:

Si  $STc$  es menor que 16.5% se agrega polvo de recupe ración (producto terminado detenido). Si el  $STc$  es mayor de 16.5% se agrega agua.

Cuando se estandariza con leche fresca, se puede en--

contrar, también dos variantes; Rc. menor de 0.366 y Rc. mayor de 0.366.

En el primer caso, significa que a esa leche, le falta grasa y en el segundo caso, que le falta S.N.G., en los -- ejemplos siguientes, mostraremos estas variaciones:

Caso I.- Se agrega P.G. y P.N.G. y <u>STc.</u>	<u>16.5%</u>
Caso II.-Se agrega P.G. y P.N.G. y <u>STc.</u>	<u>16.5%</u>
Caso III- Se agrega leche fresca	<u>Rc. 0.366</u>
Caso IV.-Se agrega leche fresca.	<u>Rc. 0.366</u>

Podrá estandarizarse con todas las variantes y con todos los productos lácteos, dándosele preferencia a la leche precondensada sobre la leche fresca.

El P.G. y P.N.G., se utilizará para ajustar los valores. El polvo de recuperación y el agua se utilizarán solamente en el caso I y II, respectivamente.

Ejemplo del caso I y II (cuadros 3.2 y 3.3 pasos para los cálculos:

- 1o. Se determina: Densidad, grasa y sólidos totales, - por diferencia se obtienen los sólidos no grasos.
- 2o. Se determinan los Kgs. de leche  $Kgs = D \times lts.$
- 3o. Se multiplica por % G. y % S.N.G. para obtener los Kgs. de grasa y S.N.G. en la leche que se desea estandarizar.
- 4o. Se hace lo mismo con la leche precondensada.
- 5o. Se suman las cantidades de grasa y sólidos no grasos.

- 6e. Si faltan sólidos no grasos (RF 0.366), se divide la cantidad de grasa acumulada (en leche y --precondensada), entre 0.366.
- 7e. El resultado de la división se resta de los sólidos no grasos acumulados (en leche y precondensada). La diferencia se divide en 0.933. El resultado de la división es la cantidad de P.N.G. que se necesita agregar.
8. Si falta grasa (RF 0.366), se multiplica la cantidad de S.N.G. acumulados por 0.366.
9. El resultado de la división se resta de la cantidad de grasa acumulada. La diferencia es la cantidad de grasa que se necesita agregar.

La relación  $\frac{\% G.}{\% S.N.G.} = 0.366$  es la base de los cálculos anteriores.

- 10e. Para conocer la cantidad de polvo que se obtendrá se suman las cantidades de grasa y los de S.N.G. El resultado de la suma se divide entre 0.97.
- 11e. Si la suma de S.N.G. y G. en relación a la cantidad total de leche + precondensado + S.N.G. ó G. (ó ambos) es menor que 16.5%. Se agregará --polvo de recuperación STc. 0.165.
- 12e. La cantidad de polvo de recuperación se obtiene de la manera siguiente: Se multiplican los Kgs. totales (leche + precondensado + S.N.G. ó G. o ambos), por 0.165.

El producto se resta de la suma de G. y S.N.G. totales. La diferencia se divide entre 0.97. El resultado de la división es la cantidad de polvo de recuperación que se necesita.

13o. Si la suma de G. y S.N.G. totales entre la cantidad de Kgs. totales (STo. 0.165). Se agregará -- agua.

14o. La cantidad de agua, se determina de la manera siguiente:

A la suma de G. y S.N.G. totales se divide entre 0.165 el resultado se le resta a la cantidad de Kgs. totales. La diferencia es la cantidad de agua que se necesita.

Ejemplo del caso III y IV (cuadros 3.4 y 3.5)

1o. Se efectúa lo mismo para los casos I y II; tanto -- para la leche a estandarizar como para la leche -- utilizada para tal efecto.

2o. Lo mismo que en los casos I y II (para la leche a estandarizar). Para los Kgs. de leche.

3o. Lo mismo que en los casos I y II (para la leche a estandarizar). Para los Kgs. de grasa y S.N.G.

4o. Si la RF es menor que 0.366, significa que hay deficiencia de grasa. Aplicándose la siguiente fórmula para encontrar la cantidad de leche adicionada.

$$(X): X = \frac{SNGf (0.366) - Gf (Kgs)}{SNGf' (0.366) - Gf'}$$

En donde:  $f$  = leche fresca que se va a estandarizar-  
 $f'$  = leche fresca adicionada.

5o. Una vez encontrada  $X$  en Kgs. se multiplica por los -  
% G. y S.N.G. para la leche adicionada.

6o. Se suman los Kgs. de G. y los S.N.G., se suman G. y-  
S.N.G., totales, enseguida se divide 0.97 y el resul-  
tado es la cantidad de Kgs. de polvo.

7o. Si la  $R_f$  es mayor que 0.366, significa que hay defi-  
ciencia de S.N.G., aplicándose la siguiente fórmula-  
para encontrar la cantidad de leche adicionada ( $X$ ):

$$X = \frac{\text{Kgs. } G_f / (0.366) - \text{S.N.G. } f}{G_f' / 0.366 - \text{S.N.G. } f'}$$

8o. Se procede igual que los puntos 5o. y 6o.

La deducción de las ecuaciones es la siguiente:

$$\text{lts. } x D = \text{Kgs.}$$

Se plantean las siguientes ecuaciones, que se resuel- --  
ven como simultáneas:

$$\text{Para grasa: } \text{Kgs. } (G_f) + G_f' X = 0.26 Y$$

$$\text{Para S.N.G.: } \text{Kgs. } (SNG_f) + SNG_f' X = 0.71 Y$$

$X$  = Kgs. de leche adicionada.

$Y$  = Kgs. de polvo.

Resolviendo:

$$X = \frac{\text{Kgs. } (G_f) - \text{Kgs. } (SNG_f) R_o}{SNG_f' R_o - G_f'}$$

Para

$$R_f \quad R_o = 0.366$$



$$X = \frac{\text{Kgs. (Gf)}}{Rc} - \frac{\text{Kgs. (SNGf)}}{Rc} \quad \text{Para } Rc = 0.366$$
$$\text{SNGf}' - \frac{\text{Gf}'}{Rc}$$

#### C.2.4 Equipo y Operaciones:

Analizaremos 2 sistemas de estandarización:

Los principios fundamentales de una buena mezcla son:

- a) el esfuerzo cortante de los fluidos.
- b) El choque de los mismos.

Determinados por la diferencia de velocidades de los fluidos, que a su vez depende del contacto directo y de la acción del mezclador, considerando:

- 1- La viscosidad.
- 2- Densidad.
- 3- La proporción de los componentes que se agregan.
- 4- El orden de adición.

#### Equipo en el Sistema A:

- 1- Un recipiente de 500 litros para P.G. (y medidor).
- 2- Un cambiador de calor utilizado como calentador.
- 3- Dos bombas de desplazamiento positivo, una para el P.G. y otra para la leche fresca.
- 4- Un recipiente para verter el P.N.G. (embudo).
- 5- Un molino coloidal para mezclado.
- 6- Un cambiador de calor utilizado como enfriador para la leche ya estandarizada.
- 7- Medidores de fluido para la leche.

8- Dos bombas centrífugas para la leche sin estandarizar.

9- Tuberías y accesorios.

En la figura 3.16 se muestra un diagrama del sistema A, de estandarización.

El equipo en el Sistema B es el siguiente:

1- Un recipiente para P.G. con medidor (pesa)

2- Dos bombas de desplazamiento positivo: una para P. G. y otra para la mezcla P.N.G. y leche sin estandarizar.

3- Un recipiente de mezcla de P.G. y P.N.G., de leche sin estandarizar.

4- Un meline coloidal.

5- Un cambiador de calor utilizado como enfriador para la leche estandarizada.

6- Un recipiente para el P.N.G. (embudo)

7- Tuberías y accesorios.

En la figura 3.17 se muestra el diagrama de estandarización para el sistema B.

Del análisis de los dos diagramas y de los factores antes mencionados deducimos, las siguientes ventajas y desventajas de cada uno.

#### Flujo de P.N.G.:

En este componente no existe problema de consideración. La dificultad existente es la humectación exterior que tiende a formar una capa impermeable ocasionada por la

lactosa; esto se soluciona con altas velocidades de flujo, - tanto en el sistema A, como en el sistema B, pueden obtenerse por medio de bombas centrífugas.

### Flujo de P.G:

En este componente la dificultad de mezclado es mayor por su diferencia de densidad en el agua. Es necesario que los glóbulos de grasa sean reducidos al mínimo de tamaño lo que se logra por el esfuerzo constante producido por el molino coloidal. En el sistema A, se disminuye la viscosidad del fluido en contacto con el flujo de grasa aumentando la temperatura por medio del cambiador de calor, en esta forma se logra una mejor dispersión (emulsión), en el molino coloidal y el esfuerzo cortante se aumenta a disminuir la viscosidad, lo que no ocurre en el sistema B. Una desventaja del sistema A, al calentar por encima de 40°C, es la presencia de bacterias que proliferan a esta temperatura lo que podría constituir un peligro de post-contaminación, así como el mantenimiento y limpieza del calentador.

El arreglo en la colocación de las bombas de desplazamiento positivo y el molino coloidal, en el sistema A producen mayor eficiencia de choque entre los componentes, que en el sistema B.

### C 3. Condensación:

#### C. 3. 1 Concepto General y principio de operación:

La evaporación es una operación unitaria que tiene por

objetivo eliminar el agua a una solución, usando calor. La finalidad es concentrar la leche de 12% de S.T. a 36-45% S. T. evaporando parte del agua. Se efectúa mediante un evaporador de doble efecto. En realidad a esta fase debería llamarse concentración.

Al usar vapor de 110°C (430 g/cm<sup>2</sup> de presión manométrica) solo es posible calentar y evaporar un líquido a 100°C. (presión atmosférica). Pero con vapor de 100°C no es posible hacer hervir ese líquido ya que está a la misma temperatura. Para hacerle es necesario tener una diferencia de temperaturas entre el fluido caliente y el fluido calentado. Esta dificultad se resolvió poniendo al vacío los cuerpos de evaporador (los efectos), siguientes al primer efecto. Como se indica en el siguiente cuadro:

---

Temperatura de ebullición (°D)	Presión de vacío (cm.de Hg)
68	54.5
58	62.0
48	67.0

---

En esta forma es posible obtener la diferencia de temperatura necesaria y utilizar el vapor producido por la leche del primer efecto para calentar la leche que se envía al segundo.

El evaporador de la fábrica está constituido por ca--

landrias tubulares. El vapor de calentamiento baña los tu bos por el exterior y la leche se desliza por el interior de estos.

Cuando los fluidos de temperatura  $t_i$  y  $t_e$  se encuentran a cada lado de una pared la cantidad de calor transmitida, del uno al otro se expresa:

$$Q = U A (t_e - t_i) \text{ donde:}$$

$Q$  = Cantidad de calor transmitido por unidad de tiempo cal/hr.

$A$  = Area de la pared de intercambio  $M^2$

$U$  = Coeficiente total de transmisión de calor (tabulado para diferentes materiales) y que está dado en cal/hr  $M^2 \text{ } ^\circ C$ .

$X$  = Espesor de la pared metálica cm.

$t_e$  = Temperatura del fluido caliente  $^\circ C$ .

$t_i$  = Temperatura del fluido frío  $^\circ C$ .

El coeficiente  $U$ , toma en cuenta los coeficientes de película a cada lado de la pared metálica, y está dado -- por:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{a} + \frac{x}{k} + \frac{1}{b} \qquad U = \frac{1}{\frac{1}{a} + \frac{x}{k} + \frac{1}{b}}$$

Siendo  $a$ =coeficiente de transmisión de calor en la película del fluido caliente.

$$\frac{\text{cal}}{M^2 \text{ } ^\circ C. \text{ hr.}}$$

b= Coeficiente de transmisión de calor en la película del fluido frío.

$$\frac{\text{cal}}{\text{M}^2 \text{ } ^\circ\text{C. hr.}}$$

k= Conductividad térmica en la pared metálica.

$$\frac{\text{cal}}{\text{M}^2 \text{ } ^\circ\text{C. hr.}}$$

La fórmula anterior, nos muestra que el valor del coeficiente U depende del más pequeño de los tres coeficientes a, k, b. En el caso de un evaporador se ha determinado que b es mucho menor que a y k, por lo que estos pueden desprejiciarse en las fórmulas anteriores quedando:

$$U=b$$

Este es el caso más común de la transmisión; vapor pared metálica-leche, los coeficientes de transmisión de vapor pared y a través de ellas son grandes, comparados con el coeficiente pared-leche ( b ) .

La evaporación la leche forma en los tubos una resistencia a la transmisión de calor que se suma a las precedentes: el coeficiente de transmisión correspondiente a esta etapa es menor que cualquiera de ellos.

Se deduce que un evaporador con los tubos sucios, funciona menos eficientemente que limpios.

C.3.2.- Cálculo de evaporación (coeficientes de transferencia de calor).

Datos del evaporador:

Alimentación: Cantidad de leche fresca  $8,000 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}}$  de -  
12% ST.

Salida: Cantidad de leche concentrada  $2,400 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}}$  de -  
40% S.T.

Relación de concentración: 1:3.33.

Ciclo de operación: 20 hrs. al día sin limpieza inter-  
media.

Consumo de vapor: En el evaporador	1530 Kg./hr.
En el Eyector de	+
2 pases.	$\frac{140 \text{ Kg./hr.}}{1670 \text{ Kg./hr.}}$

Consumo (del primer eyector) Eyector primario:  $180 \text{ Kg./hr.}$   
 $45 \text{ Kg./} \frac{1}{4} \text{ hr.}$

Consumo de agua de enfriamiento (a  $30^{\circ}\text{C.}$ ) =  $72 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Condensados: Condensado primer efecto:  $3020 \text{ Kg./hr.}$

Condensado segundo efecto:  $1945 \text{ Kg./hr.}$

Bomba descarga de condensados:  $80 \text{ m}^3/\text{hr.}$  a una columna, de  
succión de 16 m.

Presión de vapor: Disponible  $10-14 \text{ Kg./cm}^2 \text{ man.}$

Termo compresor  $8 \text{ Kg./cm}^2 \text{ man.}$

Eyectores.  $6 \text{ Kg./cm}^2 \text{ man.}$

Equipo de vacío: Capacidad del Eyector de 2 pasos.

Aire Seco 20 Kg/hr.

Vapor 9 Kg/hr.

Mezcla 29 Kg/hr.

Rendimiento del Eyector primario: Capaz de evacuar un espacio de  $15m^3$  a 66 cm. de Hg. en 15 min.

Condiciones de Operación (fig. 3.18)

Temperatura: Entrada de la leche estandarizada, a la entrada del precalentador:  $10^{\circ}C$ .

Salida de la leche, a la salida del precalentador --  $40^{\circ}C$ .

Entrada de la leche al pasteurizador:  $40^{\circ}C$ .

Salida de la leche, del pasteurizador:  $85^{\circ}-90^{\circ}C$ .

Entrada de la leche, al infusor:  $85^{\circ}C.-90^{\circ}C$ .

Salida de la leche, del infusor:  $105^{\circ}C.-115^{\circ}C$ .

Primer efecto afuera de los tubos:  $83^{\circ}C$ .

Primer efecto dentro de los tubos:  $68^{\circ}C$ .

Segundo efecto fuera de los tubos:  $68^{\circ}C$ .

Segundo efecto dentro de los tubos:  $48^{\circ}C$ .

Condensados del primer efecto:  $78^{\circ}$  a  $80^{\circ}C$ .

Condensados del segundo efecto:  $63^{\circ}$  a  $65^{\circ}C$ .

Agua de enfriamiento:  $30^{\circ}C$ .

Agua de descarga del condensador:  $42^{\circ}$  a  $44^{\circ}C$ .



Balance de Materia:

$$mf STf = mp_2 ST_2 \quad mp_2 = \frac{mf STf}{ST_2} = \frac{9582 \times 0.165}{0.4308} = 3670 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}}$$

$$mp_2 = 3670 \text{ Kg./hr.}$$

Balance de Calor:

$$Qt + mf hf = mv hv + mp hp \quad Qt = mv hv + mp hp - mf hf$$

Suponiendo que NO hay pérdida de calor:

$$Qt = ms \lambda s$$

Balance para cada efecto:

$$mvtc \lambda_1 = mv_1 hv_1 + mp_1 hp_1 - mf hf \text{ -----(1er. efecto)(1)}$$

$$mv_1 \lambda_2 = mv_2 hv_2 + mp_2 hp_2 - mp_1 hp_1 \text{ -----(2o. Efecto)(2)}$$

Del Balance de Materia:

$$mf = mp_1 + mv_1 \quad \therefore mv_1 = mf - mp_1 \text{ -----( 3 )}$$

$$mp_1 = mv_2 + mp_2 \quad \therefore mv_2 = mp_1 - mp_2 \text{ -----( 4 )}$$

$$mv_1 = mv_1' + mv_1'' \quad \therefore mv_1' = mv_1 - mv_1'' \text{ -----( 5 )}$$

$$cond_2 = mv_2 + mv_1' \text{ -----( 6 )}$$

$$mv = cond_2 + mv_1'' \text{ -----( 7 )}$$

$$mv = mv_2 + mv_1' + mv_1'' = mv_2 + mv_1 \text{ ----- ( 8 )}$$

$$ms = cond_1 - mv_1'' \text{ ----- ( 9 )}$$

$$mvto = ms + mv_1'' \text{ ----- (10 )}$$

\sust.(10) en (9)

$$mvto = cond_1 - mv_1'' + mv_1''$$

$$mvto = cond_1 \text{ ----- ( 11 )}$$

sust. las ecuaciones (3) y (4) en (1) y (2).

$$mvto \lambda_1 = (mf - mp_1) hv_1 + mp_1 hp_1 - mf hf \text{ ---- ( 12 )}$$

$$(mf - mp_1) \lambda_2 = (mp_1 - mp_2) hv_2 + mp_2 hp_2 - mp_1 hp_1 \text{ -(13)}$$

$$mf \lambda_2 - mp_1 \lambda_2 = mp_1 hv_2 - mp_2 hv_2 + mp_2 hp_2 - mp_1 hp_1$$

$$mf \lambda_2 + mp_2 hv_2 - mp_2 hp_2 = mp_1 hv_2 - mp_1 hp_1 + mp_1 \lambda_2$$

$$mf \lambda_2 + mp_2 (hv_2 - hp_2) = mp_1 (hv_2 - hp_1 + \lambda_2).$$

$$mp_1 = \frac{mf \lambda_2 + mp_2 (hv_2 - hp_2)}{hv_2 + \lambda_2 - hp_1} \text{ ----- ( 14 )}$$

de ( 12 )

$$mvto = \frac{(mf - mp_1) hv_1 + mp_1 hp_1 - mf hf}{\lambda_1} \text{ ---- ( 15 )}$$

Calculando  $h$  y  $\lambda$ :

Supongamos  $T_f = T_r$   $T_r =$  temp. de referencia.

$$h_f = C_p (T_f - T_r) = 0$$

$$h_{p_1} = C_p (T_r - T_1) = 0.89 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}^\circ\text{C.}} (106 - 68)^\circ\text{C} = 33.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

$$h_{p_2} = C_p (T_r - T_2) = 0.89 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}^\circ\text{C.}} (106 - 48)^\circ\text{C} = 51.6 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

De tablas de vapor:

$$h_{v_1} 68^\circ\text{C} = 626 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

$$\lambda_1 83^\circ\text{C} = 553 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

$$h_{v_2} 48^\circ\text{C} = 617.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

$$\lambda_2 68^\circ\text{C.} = 561 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

Sustituyendo valores en (13):

$$m_{p_1} = \frac{9582 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}} \times 561 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}} + 3670 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr.}} (617.8 - 51.6) \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}}{(617.8 + 561 - 33.8) \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}}$$

$$(617.8 + 561 - 33.8) \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

$$6509 \text{ Kg./hr.}$$

$$m_{p_1} = \underline{\hspace{10em}}$$

$$m_{vtc} = \frac{(9582 \frac{Kg}{hr} - 6509 \frac{Kg}{hr.}) 626 \frac{Kcal}{Kg.} + 6509 \frac{Kg.}{hr.} (33.8) \frac{Kcal}{Kg.}}{hr.}$$

$$553 \frac{Kcal}{Kg.}$$

$$m_{vtc} = 3962 \frac{Kg.}{hr.}$$

$$m_{v_1} = m_f - m_{p_1} = 9582 - 6509 = 3073 \frac{Kg.}{hr.}$$

$$m_{v_2} = m_{p_1} - m_{p_2} = 6509 - 3670 = 2839 \frac{Kg.}{hr.}$$

$$m_v = 3073 - 2839 = 5912 \frac{Kg.}{hr.}$$

Se midió el  $cond_2$  obteniéndose.

$$w = 10 \text{ Kg.}$$

$$t = 8 \text{ seg. } cond_2 = \frac{10 \text{ Kg.}}{8 \text{ Seg.}} \times \frac{3600 \text{ Seg.}}{hr} = 4 \text{ 500 } \frac{Kg.}{hr.}$$

$$cond_2 = m_{v_2} + m_{v_1}'$$

$$m_{v_1}' = cond_2 - m_{v_2} = 4 \text{ 500 } \frac{Kg.}{hr} - 2839 \frac{Kg.}{h} = 1661 \frac{Kg.}{hr.}$$

$$m_{v_1} = m_{v_1}' + m_{v_1}'' \quad \therefore m_{v_1}'' = m_{v_1} - m_{v_1}'$$

$$m_{v_1}'' = 3073 - 1661 = 1412 \frac{Kg.}{hr.}$$

El Ste a la salida del ler. efecto será del balance -  
de materia:

Lado leche:

$$mf ST_f = mp_1 ST_1 \therefore ST_1 = \frac{9582 \times 0.165}{6509} = 0.248$$

Calor transmitido en el ler. efecto:

$$Q^{t_1} = mvto \lambda_1 = 3962 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}} \times 541 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}} = 2143442.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr.}}$$

Flash ler. efecto:

$$F_1 \lambda_2 = mf c_{pf} (T_f - T_1)$$

$$F_2 \lambda_2 = 9582 \times 0.89 (105 - 68) = 315535.3 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr.}}$$

Calor real transmitido (ler. efecto):

$$QR_1 = 2143442 - 315535.3 = 1827906.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

$$QR_1 = 1827906.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

De datos de diseño:

$$A_1 = 150 \text{ m}^2$$

$$QR_2 = A_1 U_1 T$$

$$U_1 = \frac{QR_1}{A_1 T} = \frac{1827906.7}{150 \times (83-68)} = 812 \frac{\text{Kcal.}}{\text{hr.m}^2 \text{ } ^\circ\text{C.}}$$

Para el 2o. efecto:

$$QT_2 = mv_1' \quad 48^\circ\text{C}$$

De tablas de vapor:

$$48^\circ\text{C.} = 566.2 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}$$

$$QT_2 = 1661 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}} (566.2 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg.}}) = 940458.2 \frac{\text{Kcal.}}{\text{hr.}}$$

Flash 2o. efecto:

$$F_2 \quad 48^\circ\text{C.} = mp_1 \text{ op}_1 (T_1 - T_2) \%$$

$$F_2 \quad 48^\circ\text{C.} = (6509) (0.89) (68^\circ - 48^\circ) = 115860.2 \frac{\text{Kcal.}}{\text{hr.}}$$

Calor real transmitido 2o. efecto:

$$QR_2 = 940458.2 - 115860.2 = 824598 \frac{\text{Kcal.}}{\text{hr.}}$$

$$QR_2 = 824598 \frac{\text{Kcal.}}{\text{hr.}}$$

De datos de diseño:

$$A_2 = 86 \text{ m}^2$$

$$QR_2 = A_2 U_2 \Delta T.$$

$$U_2 = \frac{QR_2}{A_2 \Delta T} = \frac{824598}{86(68-48)} = 479 \frac{\text{Kcal}}{\text{hr-m}^2\text{C}}$$

Cantidad de vapor vivo alimentado de (10):

$$mv_{tc} = m_s + mv_1$$

$$m_s = mv_{tc} - mv_1 = 3962 - 1412 = 2550 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}}$$

$$m_s = 2550 \frac{\text{Kg.}}{\text{hr.}} \text{ de vapor vivo.}$$

$$\text{ECONOMIA} = \frac{\text{Kg. evap.}}{\text{Kg. vapor}} = \frac{mv.}{m_s} = \frac{5912 \text{ Kg./hr.}}{2550 \text{ Kg./hr.}} = 2.318$$

BIBLIOTECA CENTRAL

### C.3.3 Equipo y operaciones:

La leche previamente estandarizada continúa a un precalentador, para enseguida pasar a la clarificadora, de esta a la tina de balance. De donde seguirá al pasteurizador infuser y de aquí al evaporador. La leche concentrada esperará entrar a proceso en los homo-tanques.

En la figura 3.19 se muestra un esquema del equipo utilizado para concentrar la leche estandarizada.

- 1- Un precalentador de tubes y coraza.
- 2- 2 clarificadoras.
- 3- 1 tina de balance.
- 4- 1 equipo de pasteurización.
- 5- 1 evaporador de doble efecto equipado.
- 6- 1 termocompresor.
- 7- 2 eyectores. (con condensador intermedio).
- 8- 2 infusores-pasteurizadores.
- 9- 1 rotámetro.
- 10- 2 homo-tanques de espera hacia la pulverización.
- 11- 8 bombas centrífugas.
- 12- Tuberías y accesorios.
- 13- Instrumentos de medición de temperaturas y presiones.
- 14- Graficadores automáticos de temperaturas integrados al tablero de control.



15 - 1 condensador de superficie.

16 - Indicadores de nivel.

#### Pre calentamiento.

La finalidad del pre calentador es calentar la leche de 5° - 7°C. a 40°C., ya que la eficiencia de las clarificadoras depende de la temperatura a la cual se lleve el pre calentamiento de la leche; el aumento de temperatura disminuye la viscosidad, y por lo tanto aumenta la efectividad de centrifugado, además de que al aumentar la temperatura la destrucción de la línea de crema es casi imperceptible.

Este pre calentador opera verticalmente y es de tubos, estos tubos se inundan de leche. El medio de calefacción son los vapores provenientes del separador del segundo efecto; estos vapores después de pasar por el pre calentador pasan al condensador. Este pre calentador opera a contra corriente.

#### Clarificación.

Es un procedimiento mecánico para limpiar la leche, basado en la fuerza centrífuga. Con lo que se consigue que las partículas extrañas, tales como leucocitos, eritrocitos, pelos etc., que tienen mayor peso específico que la leche se desplacen hacia la periferia de la misma separándose así del producto.

Dahlberg y Marquardt han demostrado que si la clarificación se efectúa a 34-36°C., el descenso del volumen de -- crema es casi imperceptible.

La leche deberá introducirse hasta que se haya alcanzado la velocidad máxima, la cual se mantendrá.

#### Tina de Balance

La finalidad de esta es mantener un flujo continuo hacia el equipo de condensación mediante un nivel de leche -- constante, controlada por medio de un flotador.

La capacidad de la tina de balance es de 500 litros -- tiene tuberías de retorno para efectuar la limpieza química para condensación y pulverización; una de esas tuberías, la que va antes de los homo-tanques se usa para recircular la leche a la tina de balance hasta alcanzar al STc deseado y posteriormente enviarle de regreso. Se tiene otra tubería que proviene de la línea que va al infuser usado para circular agua o leche hasta alcanzar la temperatura de pasteurización y se introduce cruda a condensación.

#### Pasteurización

Elaborar una historia de la pasteurización no es nuestro objetivo, por lo que solamente señalaremos que el objetivo de ésta es preservar la calidad bacteriológica de la -- leche mediante el calentamiento.

En la pasteurización existen 2 factores; temperatura y tiempo; por lo que se deduce que pueden efectuarse infinitas pasteurizaciones, combinando ambos factores. Como se puede observar en la fig. 3.20.

La pasteurización no daña la calidad nutritiva de la leche, puesto que el único efecto apreciable es la destrucción de un pequeño porcentaje de ácido ascórbico y tiamina, pero la leche no es fuente esencial de dichas vitaminas, por lo que, esto carece de importancia nutricional.

Existen 3 métodos de pasteurización clásicos; lenta, rápida y ultrarápida. En la actualidad se encuentran variantes, tales como: La "actinización" (rayos U.V. e I.F.) La Eléctrica (rayos I.F.), la "Uperización" (ultrapasteurización), la Bactofugación (por centrifuga). La "Stassanización", todas ellas de acuerdo al tiempo, temperatura, y tipo de equipo utilizado.

La pasteurización ultra-tápida, (U.H.T. ultra short-time), consiste en calentar hasta  $105^{\circ}\text{C}.$  -  $115^{\circ}\text{C}.$ , la leche previamente calentada a  $85^{\circ}\text{C}.$ , durante solo fracción de segundos.

Este sistema de pasteurización, es el que se utiliza en la actualidad en la leche en polvo y que será tratado en los siguientes párrafos:

#### Equipo de precalentamiento en pasteurización:

Está basado en el principio de 2 pasos: en el primer

paso se calienta a 80°C. La leche enseguida pasa a un reci  
piente intermedio en el cual se detiene 5-10 minutos. Des--  
pués se bombea al segundo paso calentador en donde alcanza  
la temperatura de 85°C.

Este tipo de precalentador de pasteurización de tipe-  
tubular. Se operan con vapor saturado, para evitar quemar-  
los tubes, si se usa vapor sobrecalentado. Para evitar for-  
mación de incrustaciones por el lado del vapor se recomien-  
da usar agua de condensado para este depósito. Se debe evi-  
tar al máximo la acumulación de aire, para evitar las pér-  
didas de calor.

El primer paso trabaja con temperaturas de vapor aba-  
jo de 100°C., por eso cuenta con bomba de condensados. Es-  
tá diseñado éste primer paso, para calentar de 6°C a 80°C.  
la leche.

En el segundo paso, la leche debe calentarse entre --  
80 y 82°C., si la temperatura está baja, el primer paso ca-  
lentador permanece limpio pero fuertes quemaduras en el se-  
gundo paso. Si la temperatura es demasiado alta después --  
del primer paso calentador, esta unidad se quema.

El aire en la leche es factor importante en las quema-  
duras por lo que es importante checar las entradas de aire  
a las bombas, etc., y el mínimo de espuma en los tanques -  
de leche fresca estandarizada. Este sistema en 2 pasos tie-  
ne además la ventaja de que el aire disuelto en la leche -  
puede escapar casi todo en el recipiente intermedio antes-

de alcanzar la temperatura de salida.

Arranque: Se efectuará con agua en lugar de leche, no se requieren conexiones particulares para el agua. Se adiciona a la tina de balance, bombeandola a la unidad, al primer paso; al llegar al recipiente de espera, se mantendrá un nivel bajo. Una segunda bomba de leche la envía al segundo calentador y al infusor para continuar hasta el hotanque, inmediatamente se cambia agua por leche, sin interrupción en la operación de flujo. La recirculación de leche caliente durante el curso normal de operación será evitada por todos los medios, esta línea de recirculación es solamente de emergencia.

#### Pasteurización a ultra alta temperatura.

Es el llenado infusor de vapor, constituyen una de las novedades en el campo de la pasteurización. Este método básicamente es un pasteurizador de tipo rápido, y no se daña el sabor de la leche a causa de las altas temperaturas, sino que se mejora, al extraer por medio del vacío posterior en el evaporador, los olores y sabores indeseables incluyendo los de forrajes.

La figura 3.21 ilustra un infusor de vapor. Su localización en la línea está entre el segundo paso calentador (85°C.) del pasteurizador y la entrada al ler. efecto del evaporador (105°C.), deberá tener un lugar accesible para la limpieza y al mismo tiempo, protegido contra contactos del personal, accidentales, pues durante su operación ---

se encuentra demasiado caliente.

Para tener una operación correcta del infuser se requiere elegir bien su tamaño y el diámetro del orificio de la boquilla. Esto se hará colocando rondanas en las partes 4 y 5, un espacio reducido exigirá una presión mayor en la leche de entrada. La leche entre el infuser y la boquilla del evaporador, necesita mantenerse en estado líquido y a temperaturas sobre el punto de ebullición. La presión requerida a  $105^{\circ}\text{C.}$  es de  $1.232 \text{ Kg/cm}^2$ . absoluta. Deberá tenerse en cuenta que este tipo de pasteurización involucra contacto directo del vapor con la leche, por tanto deberá preverse que el vapor se mantenga seco saturado, además de no contener materiales tóxicos, ó sabores extraños.

#### Evaporadores.

Cada efecto, está formado por un cilindro vertical en cuya parte central va montada una calandria de tubos a través de la cual se efectúa el intercambio de calor. Este cilindro, en su parte superior tiene una pequeña cámara en donde se encuentra alojado un cedazo cónico y un difusor formado por una especie de pequeños tubos que permiten la entrada de la leche en forma de película sobre la pared interna de los tubos de la calandria.

La parte inferior del cilindro funciona como un receptáculo de la leche precondensada. En un costado de esta sección se encuentra una comunicación tubular de forma es---

piral, hacia otro cuerpo cilíndrico sinilar al anterior pe ro de menor tamaño que constituye el separador del vapor - producido por el efecto. Este vapor es conducido hacia el -segundo efecto y finalmente hacia el condensador de agua, - por medio de tuberías colocadas en la parte superior del - separador.

La extraoción del condensador se efectúa por medio -- de bombas que lo mueven de un efecto a otro.

La leche que proviene del infusor entra al efecto por una boquilla, en donde se produce un flasheo debido al va- cío que existe en el efecto, la leche cae en el plato difu- sor y pasa por el cedazo cuya función es retener las partí- culas en la leche que puedan existir. La leche al atrave-- sar el cedazo cónico, pasa a la placa distribuidora que -- consta de unos pequeños orificios por donde baja la leche- a los tubos del efecto en forma de película delgada. Los - vapores de la leche pasan por los tubos de la placa distri- buidora a los tubos del efecto hasta bajar al receptáculo- inferior, por gravedad. El vapor de calefacción que se tie- ne fuera de los tubos del efecto, proviene del termo-con- presor.

Al caer la leche y los vapores a la cámara inferior, - esta es sacada por medio de una bomba y llevada al segundo efecto (parte superior), y los vapores pasan al separador.

Los condensados, se enviarán al tanque de caldera ó - al drenaje, dependiendo de la cantidad de leche que salga-

por  $mv_2$ . La leche concentrada se envía a los homotanques de espera para entrar a pulverización.

### Separadores.

Se encuentran a un lado de los efectos y tienen la finalidad de que los vapores de leche en los efectos, pasan a estos, para separarle a los vapores la leche que traigan -- consigo, la cual baja hacia la parte inferior del efecto -- (Receptáculo).

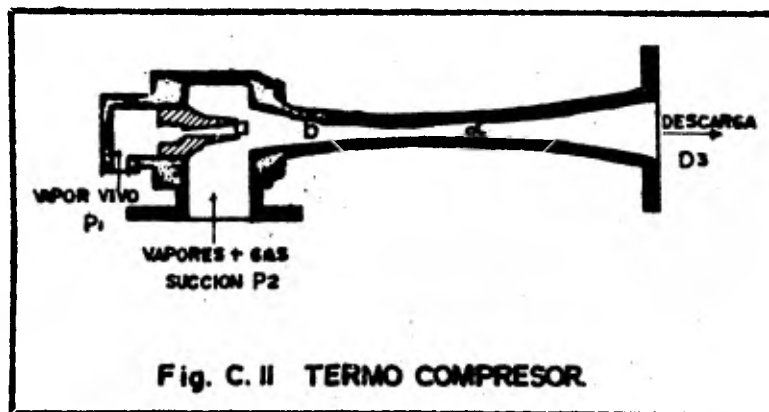
### Termocompresor.

Tiene como fin comprimir el vapor ( $mv_1''$ ) del primer efecto. La corriente  $mv_1$  (vapor de baja presión) que sale del primer efecto es comprimido en el termocompresor por vapor de alta presión (vapor vivo).

El termocompresor no es más que un eyector en el que la operación efectuada es la conversión de energía cinética en energía P-V (Presión-Volumen) que provoca el contante de calor y temperatura del vapor salida del primer efecto -- ( $MV_1''$ )

Esta operación crea un vacío sobre el primer efecto, debido a que el chorro de vapor vivo al pasar a gran velocidad por el tubo de succión jala los vapores ( $mv''$ ) o sea -- provoca succión y por lo tanto vacío.





El uso del termocompresor trae consigo beneficios económicos en lo relacionado con el consumo de vapor dando por resultado un vapor de baja presión y temperatura suficiente -- para continuar la operación en el mismo primer efecto (LVTc) El resto del vapor de este primer efecto ( $mv_1'$ ) se envía al segundo efecto.

#### Condensador.

Se usa el de tipo superficie, en el que el agua fría -- fluye por los tubos interiores. Y el vapor sale del separador del segundo efecto hacia la parte externa de los tubos. La mayor parte del vapor cambia al estado líquido, los no -- condensables continúan al condensador eyector. Los condensados se evacúan por la bomba del condensador.

#### Eyector-condensador.

Tiene la finalidad de producir vacío en el segundo --- efecto y su separador; así como condensar los vapores que -

salen del condensador. Es un eyector de dos pasos con inter y post condensador para vacío entre 26.5 y 29.3 pulg. de -- Hg.

El agua fría circula por los tubes del intercambiador- los vapores no condensados en el condensador llegan al primer paso del eyector, en donde son comprimidos por vapor -- de alta presión de aquí pasan al intercondensador. Los va-- pores no condensados pasan al segundo paso del eyector en -- donde de nuevo entran en contacto con vapor de alta pre -- sión para enseguida continuar al post- condensador de donde los condensados son drenados.

#### Rotámetro.

Se deberá apegar a las siguientes instrucciones:

Densidad	_____	1.035 Kg/m <sup>3</sup>
Viscosidad	_____	0.4 c.p.
Flujo	_____	entre 1 000 y 10 000

lts./hr. se encuentra localizado entre los pasteurizadores.

#### C 4. PULVERIZACION.

##### C.4. 1 Concepto de secado y principio de operación.

El secado es la operación de eliminación parcial o -- total del agua contenida en un sólido ó en una solución -- concentrada.

Existen 2 tipos para el secado de leche, el de cilindros calientes (Hatmaker) y sus variantes y el secado de -- pulverización por aspersión, llamado también atomización, -- "spray" ó procedimiento de niebla.

Dentro de los métodos patentados de secado por aspersión, existen variantes, en la relación a:

Condiciones de operación, en el proceso de pulverización, equipos utilizados y aparatos de control.

Las principales variantes son:

- 1.- "Spray" con rehumidificación (Instantizer).
- 2.- "Foam-Spray Drying process" ( secado por pulverización de espuma de leche)

3.- Cristalización con siembra de lactosa.

4.- "Instantizer" con lecitinación.

Las variantes ( 1 y 4 ) son las utilizadas en esta planta, para el producto (leche entera en polvo) normal y para el producto instantáneo, respectivamente.

La pulverización de la leche entera se obtiene a partir de un concentrado de la misma, evaporando el agua que contiene por medio de la inyección de aire caliente dentro de una cámara adecuada.

El principio de operación mediante el cual se efectúa el secado por pulverización es la evaporación de agua aprovechando la capacidad de absorción de humedad del aire caliente.

Debido que el aire tiene variaciones, en cuanto a composición, es suficiente para cálculos de ingeniería, considerar que contiene 79% de  $N_2$  y 21% de  $O_2$ .

Otro componente importante del aire es el vapor de agua, que es variable en cada lugar dependiendo principalmente del clima.

Las propiedades de la mezcla de aire con vapor obedecen a la ley de las presiones parciales de Dalton.

El aire existe a una presión igual a la atmosférica ( $P_B$ ) del lugar (Barométrica), siendo esta presión realmente formada por suma de las presiones de todos los gases que los componen, principalmente el  $N_2$  ( $P_{N_2}$ ), oxígeno ( $P_{O_2}$ ) y vapor ( $P_s$ ),-

en términos matemáticos tenemos:

$$P_B = P_{N_2} + P_{O_2} + P_s = P_a + P_s.$$

que indica a la presión barométrica como la suma de las presiones del aire y del vapor. Al nitrógeno y el oxígeno juntos se le llama aire seco. La máxima cantidad de vapor ocurre cuando el espacio está saturado, si bajo esta condición se rocía agua en este espacio, permanecerá en ese estado (líquido) sin aumentar el contenido de vapor del espacio tratado.

Las condiciones de saturación y el peso correspondiente de vapor que pueda existir en un espacio, no se pueden medir directamente, es necesario hacer uso de un psicrómetro y con esas lecturas entrar a tablas especialmente elaboradas o gráficas diseñadas para ese objeto.

El vapor de agua mezclada con "aire seco", en la atmósfera se conoce como humedad. El peso de vapor de agua expresado en gramos asociados con cada Kg. de aire seco se llama Humedad Específica ( $W_s$ ).

#### C 4.2. Equipo y Operaciones.

La leche concentrada en condensación, espera en los homotanques, para luego pasar al precalentador, de aquí continúa al homogenizador de donde es impulsada hacia la boquilla de aspersión en donde entra en contacto con el aire caliente, cayendo pulverizada al tambor formandose una niebla de polvo de leche.

El aire caliente absorbe la humedad de la leche con -  
centrada y homogenizada. El aire extraído por los extracto  
res forma una corriente ciclónica en el tambor. El polvo -  
más pesado cae a la parte inferior de dicho tambor para pa  
sar a la válvula rotativa que se encuentra en la parte có-  
nica del tambor. De donde se envía al post-secador, los --  
polvos finos se recirculan a la parte cónica por el aire -  
caliente del post-secador; los gruesos pasan a un tamiz vi  
brador y los finos se envían al transportador enfriador pa  
ra pasar finalmente a la banda transportadora hacia la tol  
va de almacenamiento hermética, para esperar su turno a en  
vasado; los polvos demasiado gruesos que quedan en el ta--  
miz se envían de nuevo a recondensar (como polvo de recupe  
ración a estandarización).

Los polvos finos que son arrastrados por la corriente  
de aire de los extractores de vacío, son "acarreados" por-  
el aire de los multiciclones de donde pasan por un trans--  
portador hasta llegar a una válvula rotativa de aire com--  
primido que toma de la atmósfera, esta secuencia, desde la  
entrada de leche concentrada hasta el llenado en tolvas de  
leche en polvo. Ver fig. 3.22.

La evaporación del agua enfria en cierto grado la le-  
che que cae en forma de niebla; por lo que no existe la po  
sibilidad de insolubilización de las proteínas.

La calidad del polvo depende de la concentración pre-  
via. La leche fresca produce un polvo muy fino y ligero; -

la masa pulverulenta ocupa un gran volúmen y retiene mucho aire, lo que aumenta el riesgo de alteración por oxidación de las grasas.

El diámetro medio de las partículas debe estar entre 100-150 micras. De aquí la importancia de una buena concentración ("condensación").

Al efectuarse la desecación instantánea provoca un polvo en el que la lactosa se encuentra en estado amorfo. Y las formas cristalinas de la lactosa son inestables en el aire húmedo ("acarreado", por el aire seco de secado), ésta higroscopicidad es responsable de la modificación del estado físico de las proteínas, que provoca una deficiente dispersión en el agua. De ahí que los polvos finos del post-secador son rehumedecidos y vueltes a secar en el tambor, de esta manera se obtiene un polvo que contiene 3 características nuevas:

- a) Elevado diámetro medio de las partículas (más de 100 micras).
- b) Reducción de la densidad (peso específico).
- c) Estabilidad de la lactosa en el estado hidratado.

Como ya habíamos mencionado al principio del tema, esta fase del proceso consta de las siguientes sub-etapas:

- 1.- Pre calentamiento (cambiador de placas).
- 2.- Homogenización (Homogenizador).

- 3.- Secado (Tambor, extractores, multiciclones, bo - quillas).
- 4.- Post-secado (Post-secador vibratorio).
- 5.- Transportado y enfriado (tamiz vibratorio, trans portador enfriador y banda de salida).
- 6.- Almacenamiento (telvas y básculas).

#### Precaentador.

Es un cambiador de calor de placas como el utilizado para el enfriamiento de la leche en recepción (Fig.3.11). Se encuentra entre los homotanques y el homogenizador. Tiene la finalidad de aumentar la temperatura del precondensado de  $52^{\circ}\text{C}$  a  $60-70^{\circ}\text{C}$ .

Se eleva la temperatura con el objeto de mejorar la atomización del precondensado: (leche concentrada en la boquilla, aumentar en cierto modo el rendimiento y como medida de seguridad desde el punto de vista bacteriológico.

#### Homogenizador.

Es en realidad una bomba de alta presión, rompe mecánicamente y dispersa los glóbulos grasos. Los émbolos de la bomba fuerzan la leche precalentada a gran velocidad a través de una pequeña abertura entre una válvula de cono y su asiento que se regula por medio de un resorte.

En este aparato se produce una rotura de los glóbulos grasos. Esta subdivisión continua hasta lograr una emul --



sión más o menos permanente en el suero.

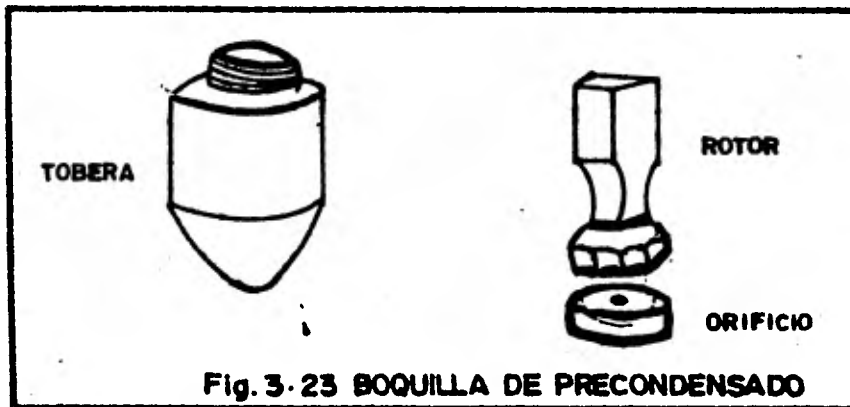
El homogenizador se encuentra entre el precalentador y la boquilla de precondensado. La presión del precondensado está entre 70 y 200 Kg./cm<sup>2</sup>.

Si se desea comprobar lo completo de la homogenización, existen varias pruebas. La prueba más real es la de observación al microscopio, para determinar la uniformidad en el tamaño de los glóbulos de grasa. (con 1000 veces de aumento, basta).

Limpieza del aparato: Para mantener el buen uso de sus partes es necesario c/4 semanas desarmarlo, limpiarlo, durante la limpieza química continua.

#### Boquilla de Precondensado:

Esta efectúa la atomización expulsando el líquido (precondensado) entre 70 y 200 Kg./cm<sup>2</sup>, según el grado de atomización, la capacidad, etc. Los orificios de las boquillas tienen diámetros comprendidos entre 0.33 y 0.65 cm., según la presión deseada para una capacidad dada y el grado de pulverización requerida. Estas boquillas se construyen de acero inoxidable. Está compuesta de 3 partes: orificio, rotor y la tobera. Fig. 3.23.



El rotor consta de 6 ramuras que tienen la finalidad de extender el precondensado en láminas muy delgadas, el principal motivo de éste rotor es obtener una distribución de tamaño uniforme de las gotas de precondensado atomizado, sus dimensiones son de 1.3 cm. de largo por 1.1 cm. de ancho.

La tobera es la que sirve de cuerpo al rotor y es también la base en donde se instala el orificio. Tiene una longitud de 4 cm. de ancho.

#### Boquilla de Aire Caliente:

Consiste en un cono cilíndrico que está unido al final de la tubería de aire caliente, tiene acoplado un tubo por donde circula aire frío que proviene de un ventilador que tiene la finalidad de enfriar la leche que circula dentro de la tubería. Fig. 3.24.

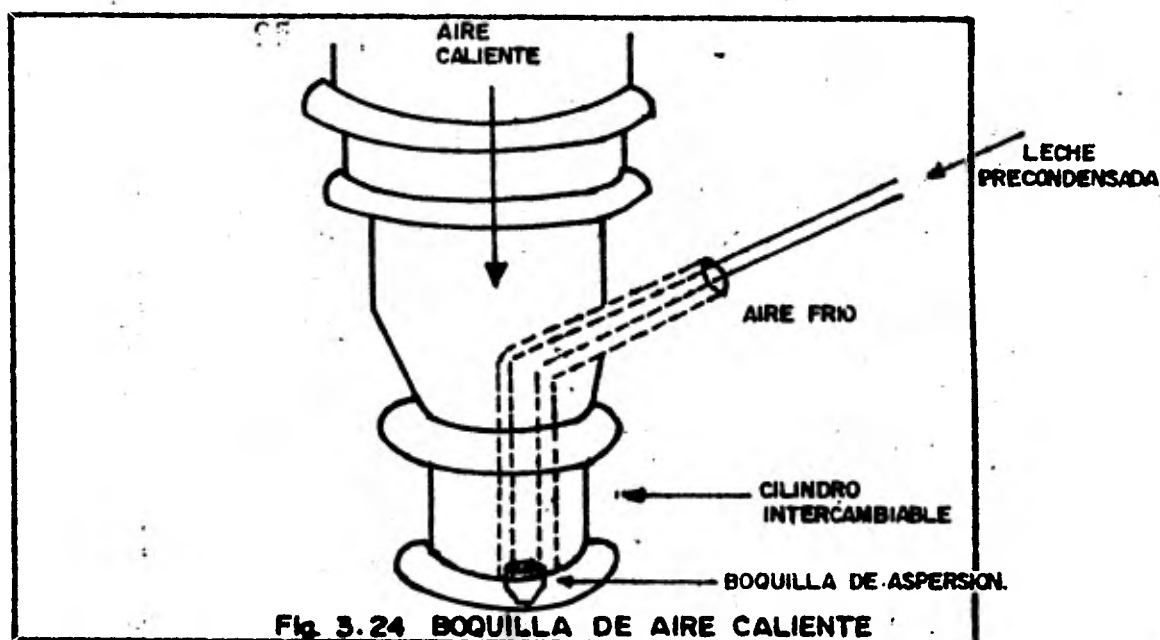


Fig. 3.24 BOQUILLA DE AIRE CALIENTE

El cilindro inferior es intercambiable, dependiendo del orificio, con el objeto de aumentar ó disminuir la presión de aire caliente.

**Tambor:** Comprende una cámara vertical formada por un cilindro (5 m de diámetro) y un cono, ésta es la llamada área de calefacción para obtener la leche en polvo, su material de construcción es de acero inoxidable, tiene unas compuertas removibles en la parte superior, para controlar el aire secundario. Ver Fig. 3.22.

#### Multiciclones y Extractores.

Son 2 multiciclones y se encuentran a un lado de la parte superior del tambor, tienen la finalidad de separar el polvo frío arrastrado por los extractores, el polvo pasa a la parte inferior de los multiciclones y el aire húmedo es evacuado. El polvo que cae en el fondo del multiciclón pasa a un transportador y después a una vál-

vula rotativa que manda el polvo de nuevo al tambor por medio de una corriente de aire comprimido que toma de la atmósfera, con un compresor. Ver figura 3.22.

#### Post-secador vibratorio:

Usa como medio de calefacción aire tomado de la atmósfera por medio de un ventilador pasando antes este aire -- por un filtro. El aire después del ventilador pasa a un calentador con alimentación de vapor a mas ó menos 7.6 Kg /-  $\text{cm}^2$ .

El aire entra al post-secador en 3 líneas por su parte inferior y sale por una línea en su parte superior --- arrastrando consigo el polvo frío.

Esta línea tiene una mampara para controlar el arrastre del polvo frío que trae consigo el aire caliente. El post-secador se encuentra entre la salida de la válvula rotativa a la salida del tambor y el tamíz vibrador. Ver fig. 3.22.

La finalidad del post-secador es eliminar el exceso de humedad que traiga consigo el polvo. La temperatura del aire caliente de entrada está entre 90°C y 100°C.

#### Tamíz Vibratorio.

Se encuentra entre el post-secador y el transportador enfriador, tiene una malla para separar los grumos del

polvo fino, pasando el fino al transportador enfriador y los grumos grandes se recolectan para enviarlos a recondensar.

#### Transportador enfriador.

Se encuentra a la salida del tamiz vibrador, tiene la función de enfriar el polvo por medio de aire frío filtrado y movido por un ventilador a una temperatura de 25° C - 30°C. Dicho polvo continua sobre una banda transportadora de caucho movida por rodillos que tiene la función de verter el polvo a la compuerta superior de la tolva de almacenamiento, donde dicho polvo es almacenado. En la fábrica se cuentan con 35 tolvas, construidas de acero inoxidable y aleación de aluminio. En estas tolvas el polvo esperará hasta ser envasado. Es indispensable, el que no exista contacto humano con el polvo de salida, por problemas bacteriológicos que puedan generarse.

Las etapas anteriormente descritas, describen el proceso de pulverización de la leche entera en polvo de tipo normal. Para la elaboración de leche en polvo instantánea, se aplica la lecitinación, consistente en lo que en seguida, describiremos:

La lecitina es un lípido que contiene fosfátidos (fosfolípido). Estos grupos fosfátidos tienen afinidad con el agua (hidrófilos) y otros con la grasa (Lipófilos), lo que

da a la lecitina sus características particulares de emul\_sificante y estabilizador.

El objetivo de adicionar la lecitina es mejorar la pe\_netrabilidad y la miscibilidad en las leches en polvo

#### Sistema de Lecitina:

La lecitina se encuentra dentro de un tanque con alimentación de vapor para que ésta se encuentre a una temperatura entre 60°C y 70°C. La lecitina sale por la parte inferior del tanque y pasa por una bomba reguladora de flujo entra a una tubería que tiene una alimentación de vapor para ayudar a la nebulación de la lecitina. La tubería tiene al final un atomizador, trabaja mediante vapor de alta presión (10-12 atm.).

La tubería de vapor y lecitina está dentro de una tubería por donde circula aire tomado de un ventilador. Estos tubos se encuentran todavía dentro de otro tubo por donde circula la leche en polvo proveniente de los multiciclones. Este dispositivo provoca que la lecitina se impregne en el polvo fino, tiene además una entrada de aire secundaria cerca de la tobera que impide la formación de grumos (en la misma figura 3.24, 3.25 y 3.26 ).

Si la producción de polvo es de 1 000 Kg/hr. el flujo de lecitina será:  $1\ 000\ \text{Kg/hr.} \cdot (0.32) = 3,200\ \text{Kg/hr.}$

Y corresponde a 0.2% de lecitina, para una lecitina-comercial al 62%.

La limpieza del dispositivo inyector de lecitina, se debe hacer a diario. Toda la instalación de lecitinación con una solución de  $P_3$  al 0.5 - 1 % y vapor.

La limpieza del resto del equipo utilizado en fabricación, como son: precalentador, homogenizadora (ya descrito), boquillas multiciclones, transportadores, tambor, tamices, extractores, post-secador, válvulas rotativas, transportador enfriador, banda transportadora etc. se efectuará manualmente por todo el personal de fabricación, primero con agua (mangueras), después con solución detergente y cepillos, algunas partes se limpiarán con solución de sosa cáustica y aquellas partes de mayor contacto con la leche en polvo ó las de fácil impregnación sumergirlas en soluciones desinfectantes de hipoclorito.

Una vez armado de nuevo el equipo, se procederá a esterilizar con aire de la boquilla a  $160^{\circ}C$  durante media hora. Taponando todas las fugas que puedan existir. Y que da lista la instalación para el arranque.

Las tolvas merecen una especial atención, en cuanto a su limpieza y desinfección. Deberán lavarse por método que implique el mínimo de contacto humano, con solución detergente y va por cada vez que sean vaciadas.

C 4.3 Análisis de producto terminado.

Calidad de la leche en polvo.

Las cualidades que se exigen a una buena leche en polvo son las siguientes:

- 1.- Buena solubilidad que permita obtener fácilmente una solución homogénea, exenta de partículas macroscópicas.
- 2.- Un sabor agradable, lo que implica la ausencia de defectos muy comunes: sabor a cocido, a oxidado a rancio, soso.
- 3.- Valor nutritivo no alterado y calidad higiénica-garantizada. Los microorganismos se destruyen durante la desecación; pero si la leche fresca de que se parte es de baja calidad, pueden persistir toxinas en el polvo, especialmente las estafilocócicas.

Un análisis medio de la leche entera en polvo, es el siguiente:

humedad	_____	2 %
grasa	_____	27 %
proteínas	_____	26.5 %
lactosa	_____	28.0 %
cenizas	_____	6.50 %



La leche entera desecada debe contener cuando menos--  
26 % de grasa. En la tabla siguiente se dan los requisitos  
para la leche entera en polvo, de acuerdo a los análisis.

	Proceso de Pulverización <u>envasada.</u>		Proceso de Pulverización. <u>a granel</u>	
	Calidad Selecta	Calidad Extra	Calidad Extra	Calidad Corriente.
Grasa % (mín)	26.00	26.00	26.00	26.00
Humedad % (máx)	2.25	2.50	2.50	3.50
Acidez valorable % (máx)	0.15	0.15	0.15	0.17
No.de bacterias- por gramo (máx)	0.50	0.50	0.50	1.00
Sedimento (máx)	No. 2	No. 3	No. 3	No. 4
Sabor, oler <sup>+</sup> (máx)	Normal	Normal	Normal	Normal.
Color (máx)	Normal	Normal	Normal	Normal.
Cobre p.p.m. (máx)	1.5	1.5	1.5	3. 0
Hierro p.p.m. (máx)	10.0	10.0	10.0	15. 0
Oxígeno <sup>o</sup> % (máx)	2.0	3.0	—	—

+ Determinación con muestra líquida.

o Después de 7-10 días del envasado final, a presión -  
atmosférica.

\_\_\_ No se determina

**Análisis de Producto Terminado.**

En la fábrica se desarrollan las pruebas de calidad - al producto terminado. Efectuándose muestras de las si -- guientes zonas de la fabricación:

- 1.- En bandas.
- 2.- En tolvas.
- 3.- En almacén (ya envasado y lotificado).
- 4.- Tamiz vibrador.

**Frecuencia de muestreo y tipo de análisis:**

<u>Bandas</u>		___ Pese específico
y	c/hora	
<u>Tamiz</u>		___ Humedad.
		___ Grasa.
		___ Solubilidad 20°C
		___ Miscibilidad 40°C
Tolvas:	c/hora.	___ Filtración.
		___ Humectabilidad
		___ Acidez.
		___ Organolépticos.

Producto terminado  
envasado y lotificado : Todas las pruebas anteriores.

En total son 9 pruebas que debe experimentar el pro -  
ducto terminado para ser aprobado:

- I.- Pese específico:
- II.- Humedad:
- III.- Solubilidad:
- IV.- Miscibilidad:
- V.- Humectabilidad:
- VI.- Filtración:
- VII.- Acidez:
- VIII.- Grasa:
- IX.- Organoléptica:

En ésta prueba se detecta: olor, sabor, color y flocu  
lación a 20°C. Se califican de la siguiente manera:

- 1 para el degustador (analista) es perceptible.
- 2 el consumidor puede percibirlo.
- 3 el consumidor reclama. Se tienen las siguientes cla

ves:

- a) 0 - Producto aprobado.

- b) N - Normal en aspecto.
- c) Firma del Jefe de Laboratorio ó del Jefe de Control de Calidad el producto se envasa.
- d) SG.- Separación de grasa.
- e) SL - Separación de lecitina.
- f) Gr - Grumos.
- g) Gre - Grumos cafés.
- h) LsG - Ligera separación de lecitina.
- i) GC<sub>1</sub> - Grumos café 1
- j) GC<sub>2</sub> - Grumos café 2
- k) Fl<sub>2</sub> - Floculación 2 (puede ser 1 ó 3)
- l) Pc<sub>1</sub> - Partículas café 1 (puede ser 2 ó 3)
- m) PQ<sub>1</sub> - Polvo quemado 1 (puede ser 2 ó 3)
- FSL - Fuente separación de lecitina.
- n) ISL - Ligera separación de lecitina.

En la siguiente tabla, se dan los resultados idóneos - en las pruebas anteriores:

Humedad %      Máximo 3 %  
Peso específico g/lt. - (360 - 380)  
Grasa % - (26.0 - 26.60)  
Acidez °SH - (50 - 53)  
Solubilidad min. - 0.5  
Miscibilidad - 0  
Humectabilidad - 8 Seg.

Filtración max - 2

Fl - 0

Organoléptico olor/sabor N

Aspecte. N

Dentro de la fase de pulverización, también existen problemas relacionados con fallas en el proceso, la mayor parte de ellos están relacionados con:

- a) Descuido de los controles.
- b) Mala revisión del equipo, después de la limpieza, debido principalmente a contaminaciones por partes NO limpias y desinfectadas.
- c) Fallas de equipo por falta de mantenimiento
- d) Malos ajustes en la operación al variar -- las condiciones.

#### C 4. 4. Cálculos.

Dado que en el proceso de secado se trabaja con aire de diferentes contenidos de agua, para comodidad de cálculos nos referiremos siempre a Kg. de aire seco, fijando separadamente para cada caso el contenido de humedad absoluta en Kgs. de agua por cada Kg. de aire seco. En la fig. - 3.27 se ve gráficamente éste concepto.

De ésta manera vemos que si 1 Kg. de aire seco contien

ne X Kg. de H<sub>2</sub>O, éste aire húmedo pesa  $1 + X_1$  de lo cual - deducimos que Q<sub>1</sub> Kg. de aire seco contiene una humedad absoluta de X Kg. de H<sub>2</sub>O por Kg. de aire seco, el paso de ai re húmedo es:

$$Q_1 = Q_1^S (1 + X_1) \text{ -- (1)}$$

#### Balance del aire seco (balance ideal)

En la fig. 3.28 observamos el balance de aire seco en la cámara de secado. El aire seco caliente inyectado lo -- llamaremos aire primario y lo identificamos como Q<sub>1</sub>.

Este aire es el que aporta la cantidad de calor necesario para evaporar el agua.

El aire seco adicional compuesto del aire seco aspirado dentro de la cámara más el aire seco inyectado con el -- resuflaje de polvo lo llamaremos Q<sub>2</sub>. El aire seco extraído de la cámara de secado lo llamaremos Q<sub>3</sub> y es la suma de -- Q<sub>1</sub> y Q<sub>2</sub>.

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 \text{ -- (2)}$$

Del balance de la fig. C se deduce:

$$Q_1 + Q_2 = E = Q_3 \text{ Kg/seg. -- (3)}$$

$$Q_3 = Q_3^S (1 + X_3) \text{ -- (4)}$$

Ya que:  $Q_2 = Q_2^S (1 + X_2) \text{ ---(5)}$

Sustituyendo: (1), (4), y (5) en (3)

$$Q_1^S (1 + X_1) + Q_2^S (1 + X_2) + E = Q_3^S (1 + X_3)$$

Si  $X_1 = X_2$ , entonces:

$$Q_3^S (1 + X_2) + E = Q_3^S (1 + X_3)$$

En la fig. 3.29 se representa gráficamente la ecuación

$$Q_1 + Q_2 + E = Q_3$$

Disponemos ya de los elementos fundamentales que nos permiten efectuar el balance real del Pulverizador.

$X_3$  debe ser lo mayor posible, lo ideal es que la humedad absoluta del aire evacuado corresponda al valor de saturación del aire evacuado. En la práctica este valor  $X_3$  es menor que el correspondiente a la saturación del aire evacuado y varía para cada producto, estando ya fijados por el Departamento de Fabricación los valores máximos admisibles,

#### Ejemplo:

En la instalación de secado se desea evaporar 1,000 Kg/h. de H<sub>2</sub>O. La instalación de aire caliente inyectado - 250 Kg/min., de aire seco con una humedad absoluta de 15 - gr. de H<sub>2</sub>O/Kg.

Si el producto a secar permite que la humedad absoluta de aire evacuado sea:  $X_3 = 0,070 \text{ Kg/Kg}$ .

- 1o.) ¿ Cual será la cantidad de aire seco evacuado?
- 2o.) ¿ Cual será la cantidad de aire seco secundario?
- 3o.) ¿ Cual será la cantidad de aire Húmedo inyectado?
- 4o.) ¿ Cual será la cantidad de aire Húmedo evacuado?

1o.) Cantidad de aire seco evacuado:

$$Q_3^s = \frac{E}{X_3 - X_2} = \frac{1.000 \text{ Kg.H}_2\text{O/hr}}{0.070 - 0.015 \text{ Kg/Kg}} = 18.200 \text{ Kg/h}$$

2o.) Cantidad de aire seco secundario:

$$Q_2^s = Q_3^s - Q_1^s = 18.200 \text{ Kg/h} - (250 \text{ Kg/min.} \times 60 \text{ min/hr}) = 3,200 \text{ Kg/hr.}$$

3o.) Cantidad de aire húmedo primario:

$$Q_1 = Q_1^s (1 + X_2) = 250 \text{ Kg/min.} (1 + 0,015) = 253.75 \text{ Kg/min.}$$

4o.) Cantidad de aire evacuado:

$$Q_3 = Q_3^s (1 + X_3) = 18,200 \text{ Kg/h} (1 + 0.070) = 19,474 \text{ Kg/h.}$$

Producción de sólidos.

Hasta ahora hemos hablado del agua evaporada en la cámara del pulverizador, independientemente de el contenido -



de materia sólida. En la figura 3.30 se representa gráficamente el proceso completo, incluyendo los sólidos del precondensado. Las partes de sólidos contenidas en el precondensado se indica con  $STc$  y usualmente se indica como porcentaje o como fracción decimal del peso total del precondensado.

En la práctica no se extrae el 100 % del agua del producto, si no que queda un pequeño porcentaje, la humedad máxima admisible la denominaremos contenido de humedad final ( $W$ ).

Siendo  $E$  la cantidad en Kg/seg. de  $H_2O$  evaporada, la producción  $P$  en Kg. de sólidos por segundos es para  $STc$  y  $W$  en fracción decimal.

$$P = E \frac{STc}{(1-STc-W)} \quad \text{Kg. de sólidos por segundo.}$$

Del balance de sólidos:

$$(P + E) STc = P (1-W)$$

$$E STc = P - PW - P STc.$$

$$E STc = P (1-W-STc)$$

$$P = E \frac{STc}{(1-STc-W)} \quad \text{Kg. sólidos/seg. Para } STc \text{ y } W \text{ en fracción decimal.}$$

$$P = E \frac{STc}{(100 \cdot STc - W)} \quad \text{Kg. sólidos/seg. Para } STc \text{ y } W \text{ en } \%.$$

Si el STc del precondensado es 36 % y la humedad final del producto  $W = 2.5\%$  de terminar la producción horaria -- de sólidos.

$$P = E \frac{STc}{(100-STc-W)} = 1000 \text{ Kg/h} \frac{36}{100-36-2.5} = 585 \text{ Kg/h.}$$

En el separador de polvo (multiciclón) con el aire caliente siempre se pierde algo de polvo, si esta pérdida es conocida podemos determinar la producción neta. Llamando -- ( Y ) la pérdida tendremos:

$$P \text{ neta} = P ( 1 - Y )$$

Si en el ejemplo anterior la pérdida en el multiciclón es  $Y = 0,01$  la producción neta es:

$$P \text{ neta} = 585. (1-0,01) = 580 \text{ Kg/h.}$$

Determinación de la cantidad de aire primario inyectado al pulverizador:

Para efectuar el balance de funcionamiento de un pulverizador es necesario determinar el caudal de aire primario inyectado en la cámara.

$$Q_1 = u K S \frac{P_1}{R T_1} \text{ Kg/Seg.}$$

Donde:

$Q_1$  = Kg/Seg. de aire caliente inyectado.

$S$  = M<sup>2</sup> superficie de la tobera.

$u$  = Eficiencia de la tobera.

$P_1$  = Kg/M<sup>2</sup> presión absoluta delante de la tobera.

$T_1$  = °K temperatura absoluta del aire delante de la tobera.

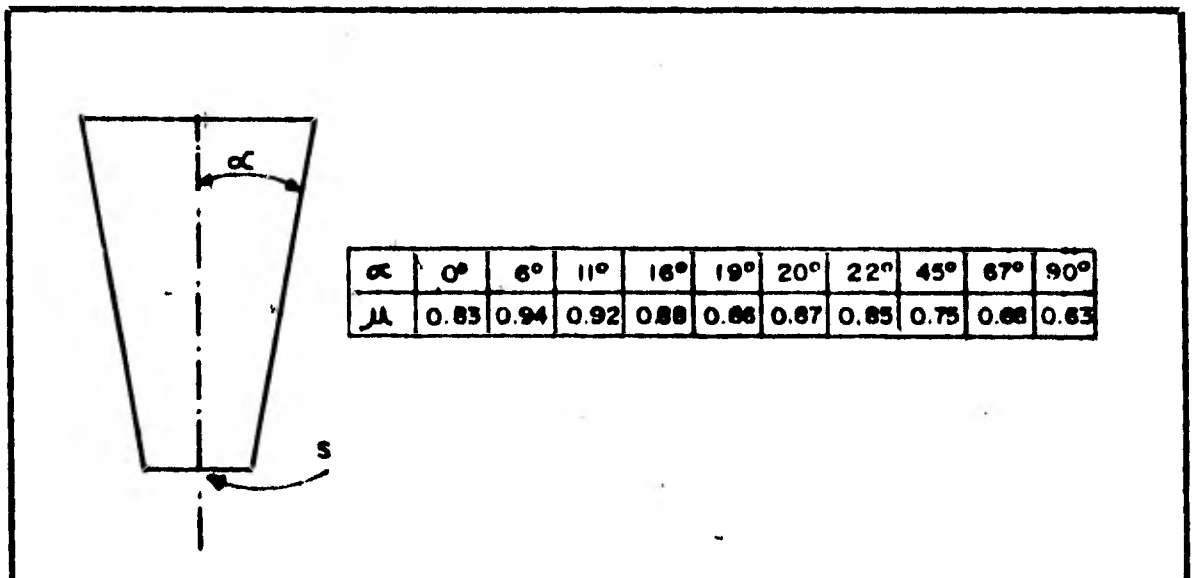
$R$  = Constante del aire (molar)

$K$  = Coeficiente de expansión adiabática en función de  $P_0/P_1$

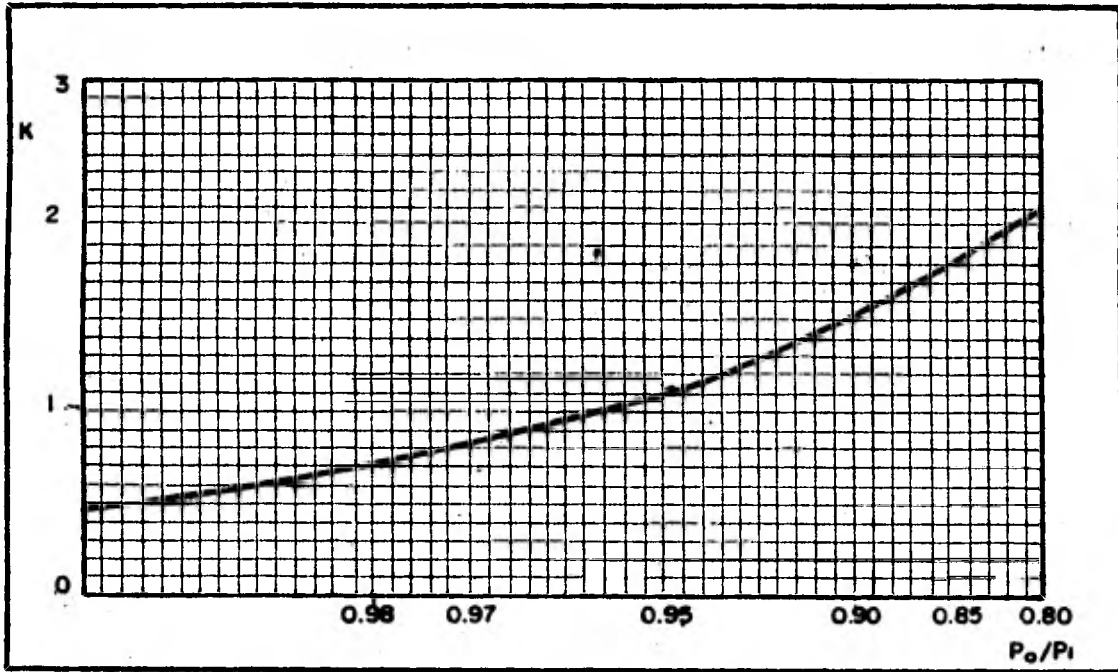
El caudal en M<sup>3</sup> seg. es:

$$V = uK S \sqrt{RT_1} \quad \text{m}^3/\text{seg.}$$

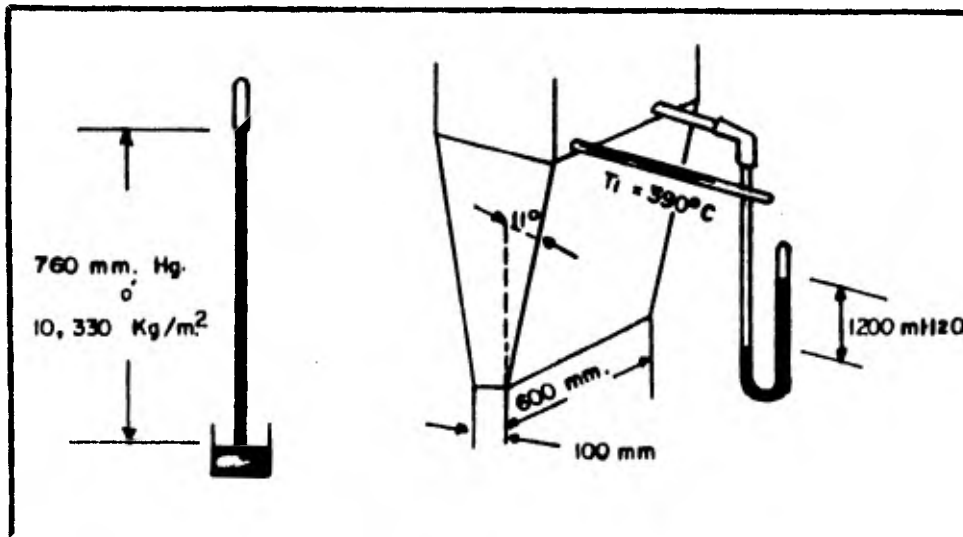
El valor  $\mu$  depende del ángulo de la tobera.



K Se determina de la siguiente curva:



Se efectuaron las siguientes mediciones en la tobera de aire caliente



$$Q_1 = 0,9 \times 1,5 \times 0,06 \quad \frac{11,530}{29,5 \times 663} = 6,663 \text{ Kg/seg.}$$

Si queremos determinar el caudal de aire en m3/segundo, podemos adoptar la fórmula indicada anteriormente y determinar el peso específico del aire a la salida de la tobera.

$$d_1 = \frac{P_0}{R T_1} \text{ Kg/m}^3$$

Donde  $P_0 = \text{Kg/m}^2$  presión absoluta contra la que descarga tobera, normalmente corresponde a la presión barométrica del lugar.

Siguiendo el ejemplo anterior tenemos:

$$d_1 = \frac{10.330 \text{ Kg/m}^2}{29,5 \times 663 \text{ }^\circ\text{K}} = 0,527 \text{ Kg/m}^3$$

$$V = \frac{Q_1}{d_1} = \frac{6,63}{0,527} = 12,6 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

### Determinación del caudal de aire evacuado $Q_3$

La determinación de la cantidad de aire evacuado es sencilla de realizar, basta con medir la diferencia de presión entre entrada y salida del separador de polve, existen curvas que nos indican el caudal de aire en  $m^3/seg$  del aire evacuado.

Las líneas paralelas a este  $\frac{di}{dx}$  se llaman líneas de Combustión. \_\_\_\_\_ P

### Mezclas de aire:

Las mezclas de aire se representan fácilmente en el diagrama de Mollier (Gráfica 1).

Sobre la línea entre los puntos iniciales y finales 1 y 2 se ubica el punto de mezcla M. La distancia entre la condición inicial del aire secundario (2) y M representa el aire primario seco  $Q_1^s, Q_3^s$ .

Cantidad  $Q_1$  de calor necesario para el secado:

Con la ayuda del diagrama determinamos la cantidad de calor necesario para el secado. Basta multiplicar los Kg. de aire primario secado  $Q_1^s$  por la diferencia de entalpía por 1 + X Kg. de aire entre la condición del aire ambiente (aspiración de los ventiladores de alta presión) y

la condición del aire después del calentador.

$$I_1 = Q_1^s (i_1 - i_o) \text{ Kcal/seg.}$$

$$Q_1^s = \text{Kg/seg. aire primario seco.}$$

$i_1$  = Entalpía de 1 + X Kg. de aire primario después del calentador.

$i_o$  = Entalpía de 1 + X Kg. de aire primario antes del calentador.

Consumo de combustible P para los calentadores de aire:

$$P = \frac{I_1}{hm} \text{ Kg/seg.}$$

Donde

h = poder calorífico inferior del combustible Kcal/Kg.

m = 0,8 rendimiento calentador indirecto a petróleo.

n = 0,97 rendimiento calentador directo a petróleo.

Consumo de calor C:

El consumo específico de calor se define como la cantidad de calor necesario para evaporar 1 Kg. de H<sub>2</sub>O.

$$C = \frac{I_1}{E} \text{ Kcal/Kg. H}_2\text{O.}$$

Tenemos una instalación para secado compuesta de los siguientes equipos:

Sistema de aire primario:

Des hornos indirectos de capacidad máxima 875.000 -- Kcal/h. c/u. 2 ventiladores Roots capacidad 120 m<sup>3</sup>/min. - de aire en aspiración c/u.

Sistema de aire secundario:

2 separadores multiclónicos Ter-linden, 2/x 650/1, 0 No. 10.

Se desea fabricar leche en polvo para lo cual se dispone de una instalación de concentración que entregará pre condensado con un STc del 37%, admitiéndose una humedad re sidual en el polvo de 2.5%. Las condiciones del aire am -- biente son:

$$T_0 = 10^{\circ}\text{C}$$

$$X_0 = 7 \text{ gr/Kg.}$$

Presión Baromé

trica.

$$P_0 = 760 \text{ mm. Hg.}$$

Las condiciones del punto de secado son:

$$t_3 = 85^{\circ}\text{C}$$



$$x_3 = 70 \text{ gr. H}_2\text{O/Kg. de aire seco.}$$

El aire secundario entra con las siguientes condiciones a la cámara:

$$t_2 = 30^\circ\text{C.}$$

$$x_2 = x_1 = 7 \text{ gr. H}_2\text{O/Kg. de aire seco.}$$

El aire caliente a la salida del horno tiene una temperatura:

$$t_1 = 395^\circ\text{C.}$$

La caída de temperatura del aire caliente entre el horno y la tobera es de  $20^\circ\text{C}$ .

Determinar la capacidad de producción de polvo horaria el consumo de combustible por horno y el consumo específico:

1e.-) Se traza sobre el diagrama psicrométrico el proceso de secado, gráfica 2.

2e.-) Determinar el peso específico del aire primario.

$$d_o = \frac{P_o}{R t} = \frac{760 \text{ mm. Hg} \times 13.6 \text{ Kg/m}^2/\text{mm.Hg}}{29.37 \times (273 + 10) \text{ }^\circ\text{K}} = 1,24 \text{ Kg/m}^3$$

3o.-) Caudal de aire primario inyectado seco.

$$Q_1 = V_{do} = 120 \text{ m}^3/\text{min.} \times 2 \times 1,24 \text{ Kg/m}^3 = 297 \text{ Kg/min}$$

$$Q_1^2 = \frac{Q_1}{1+x_1} = \frac{297}{1 + 0,007} = 295 \text{ Kg/min.}$$

4o.-) Caudal de aire seco  $Q_3^s$  evacuado.

del diagrama psicométrico tenemos:

$$Q_1^s = \frac{58 \text{ mm}}{86,5 \text{ mm}} = 0,672$$

$$Q_3^s = \frac{Q_1^s}{0,672} = \frac{295 \text{ Kg/min.}}{0,672} = 439 \text{ Kg/min.}$$

$$\frac{Q_1^s}{439} = \frac{295}{439} \text{ de } 86.5 \text{ mm.} = 57 \text{ mm arriba del punto 2}$$

( 6 )

$$Q_3^s = Q_1^s + Q_2^s \quad \cdot \quad Q_2^s = Q_3^s - Q_1^s$$

- 119 -

$$Q_2^B = 439 - 295 = 144$$

$$\frac{Q_2^B}{Q_3^B} = \frac{144}{439} \text{ de } 86.5 = 28.4 \text{ mm abajo del punto 1}$$

5e.-) Capacidad de evaporación de H<sub>2</sub>O.

$$E = Q_3^B (x_3 - x_2) = 439 \text{ Kg/min.} (10,070 - 0,007) \text{ Kg.}$$

$$\text{H}_2\text{O/Kg. aire seco} = 27,7 \text{ Kg. H}_2\text{O/min.}$$

6e.-) Producción en polvo.

$$P = E \frac{STc}{100-STc-W} - 1660 \frac{37}{100-37-2.5} = 1015 \text{ Kg/h.}$$

7e.-) Verificación de la capacidad de los separadores de pol

vo. Caudal de aire por separador.

$$Q_3^B = \frac{439 \text{ Kg/min.} \cdot 60 \text{ min/h}}{2} = 13.200 \text{ Kg/h.}$$

Caudal de aire húmedo.

$$Q_3 = Q_3^B (1 - X_3) = 13.200 \cdot (1 + 0,070) = 14.100 \text{ Kg/h.}$$

Peso específico del aire evacuado.

$$d_3 = \frac{10.330 \text{ Kg/m}^2}{30,4(273+85)} = 0,945 \text{ Kg/m}^3.$$

$$V_3 = Q_3 = 14.100 \text{ Kg/h.} = 14.900 \text{ m}^3/\text{h}$$
$$\frac{V_3}{d_3} = \frac{14.900 \text{ m}^3/\text{h}}{0,945 \text{ Kg/m}^3}$$

De las curvas características del separador ter -  
linden Gráfica 3 encontramos que para un caudal de  
14.900 m<sup>3</sup>/h. la diferencia de presión entre entra-  
da y salida es:

$$P = 231 \text{ mm H}_2\text{O}$$

80.-).- Cantidad de calor entregada al aire primario.

$$I_1 = Q_1^s(i_1 - i_o) = 60 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 295 \text{ Kg/min} \cdot (103 - 6,5) \text{ Kcal/Kg} =$$
$$1.710.000 \text{ Kcal/h.}$$

$$\text{por horno } I_1 = \frac{1.710.000}{2} = 855.000 \text{ Kcal/h.}$$

90.-).- Consumo de combustible por horno.

$$F = \frac{I_1}{h \cdot n}$$

para petróleo tomar  $h = 10.000 \text{ Lcal/Kg.}$

$$F = \frac{855.000}{10.000 \times 0,8} = 107 \text{ Kg/h. fuel oil}$$

100.-).- Consumo específico de calor:

$$C = \frac{I_1}{E} = \frac{1.710.000 \text{ Kcal/h}}{1660 \text{ KgH}_2\text{O/h}} = 1030 \text{ Kcal/KgH}_2\text{O}$$

## C 5. E N V A S A D O .

La leche entera en polvo, como casi todos los productos lácteos secos se caracterizan por su elevada higroscopicidad, principalmente los secados por pulverización.

Además contiene materia grasa (26%) por lo que el producto está expuesto a la oxidación y por lo mismo requiere una estricta vigilancia hacia el contenido de cobre, hierro, acidez, aire dentro del envase, luz directa, altas temperaturas de exposición (de el polvo) y cualquier otra sustancia pro-oxidante.

El contenido de humedad en la leche entera en polvo NO debe rebasar al 4% debido principalmente a la hidrólisis enzimática y que es medio prolífico para las bacterias, fuentes de alteraciones tales como: oscurecimiento y sabores extraños producidos durante el almacenamiento.

Por lo anterior observamos que las variables limitantes de la calidad del producto final y que deben merecer nuestra atención, son:

- Humedad.
- Agentes naturales y sustancias pro-oxidantes de la materia grasa.

Dichas variables dependen, de una leche pulverizada satisfactoriamente fabricada, y en el departamento de envasado, de los siguientes factores:

1.- Factor humano.

2.- Factor máquina (mantenimiento).

En la fábrica se envasan 3 tipos de formato:

1 700 gr., 850 gr., y 340 gr.

C 5. 1. Descripción de ésta etapa.

El pelve que se encuentra dentro de las telvas, se envía por medio de un sistema de fluidización neumática al silo de la máquina llenadora, donde por medio de los cabezales el bote se llena. Una vez lleno es transportado por un transportador de cadenas integrado a la máquina de llenado hacia otro transportador que se encuentra integrado a una máquina con función de pre-selladora. Además de marcar al bote. El bote lleno y presellado (tapado NO totalmente, quedan pequeños orificios en la periferia de la tapa) es transportado hacia las cámaras de gasificación (entre la presertidora y las cámaras de gasificación se encuentra el puesto de charolas, en donde se distribuyen los botes pre-sertidos) en donde se extrae el aire que existe dentro de los botes, por medio de una bomba de vacío; y después inyectar gas inerte. Al salir los botes de las cámaras pasan a una mesa redonda giratoria, también a través de transportador. Cuando el número de botes encima de la mesa redonda es el máximo, éstos pasan a otro transporta--

der hacia la máquina selladora donde son totalmente cerrados los botes, de aquí salen por un carril hacia embalaje, donde son puestos en cajas. Dichas cajas se hacen pasar por una máquina que tiene la función de pegarlas y marcarlas. A la salida de la máquina son tomadas, las cajas, y entarimadas. Estas tarimas son llevadas por medio de montacargas hacia el almacén. En la figura 3.31 se indica la secuencia del polvo através de llenaje y embalaje.

#### C 5.2. Equipe y Operaciones.

Las operaciones de envasado como se muestran en la figura 3.31, tienen 6 operaciones principales y 5 operaciones auxiliares. Las principales son:

- I.- Envío de polvo.
- II.- Llenado.
- III.- Presellado.
- IV.- Gasificado.
- V.- Sellado
- VI.- Embalaje.

Y las auxiliares:

- 1.- Peso neto.
- 2.- Charolas.
- 3.- Mesa redonda.
- 4.- Marcado de cajas.
- 5.- Entarimado.

Para todas estas operaciones se requieren 9 personas para envasado de formatos 1 700 g y 850 g.; para 340 g. se requieren 8 personas. No todas las operaciones requieren de control humano. Las siguientes operaciones requieren ser operadas por humanos exclusivamente:

- Embalaje (formato 1 700 g.; 2 personas)
- Entarimado ( 1 persona )

Las que requieren control humano - máquina, son:

- Envío de polvo (1 persona)
- Llenado (2 personas, 1 en la máquina y otra inspeccionando los botes que llegan a la máquina)
- Peso neto (1 persona)
- Presellado (1 persona)
- Gasificado (1 persona)
- Embalaje (Formato 340 g.; 1 persona)
- Charolas (1 persona)

Y las controladas por máquina exclusivamente:

- Sellado.
- Marcado y pegado (cajas)

#### I.- Envío de Polvo.

El sistema de fluidización consiste en una bomba volumétrica para sólidos que funciona por presión de aire, -



regulado por una válvula rotativa mostrada en el diagrama de la figura 3.32. Como ya mencionamos el polvo de las -- tolvas se almacena hasta su liberación (después de los resultados de los análisis ya tratados en C 4.3). Estas tolvas son subidas por medio de un montacarga eléctrico a una plataforma en la que se voltean sobre las tolvas empotradas. En esta posición se abren en su parte posterior, para dejar caer el polvo, así el polvo pasa al tamiz vibrador y en seguida a la válvula rotativa de donde es enviado por aire hacia el silo de la máquina llenadora. Ya sea a la llenadora I ó a la llenadora II, dependiendo del formato que se envase.

#### Tolvas:

Cajas herméticamente selladas de aleación:

Aluminio, acero inoxidable, acero al carbón y magnesio.

Con capacidad de 2.66 m<sup>3</sup> y con 102.5 Kg. de peso para guardar hasta 2724 Kg. Ver figura 3.33.

Estas tolvas se mueven tanto para almacenarlas, como para subirlas a la plataforma de vaciado por medio de un montecarga eléctrico Figura 3.34. Este montecarga se acciona por medio de una batería recargable. Por medio de corriente eléctrica mueve los pistones hidráulicos y estos a su vez al sistema de poleas y cadenas que suben y bajan las levas del aparato. Ver figura 3.31.

Forma de mover el montecarga; Palanca de mando figura 3.35

Operación de vaciado a la plataforma.

- 1.- Se sube la tolva de almacenamiento a la plataforma de vaciado por medio del montecargas.
- 2.- Se mueve la válvula de inclinación (Ver figura 3.32) - colocándola encima de la tolva de la plataforma.
- 3.- Accionar los botones del tablero de control para el gate hidráulico de inclinación. (Fig. 3.36).
- 4.- Poner la válvula de inclinación en punto neutral.
- 5.- Quitar el seguro de la tolva de almacenamiento.
- 6.- Accionar el botón de encendido para la válvula rotativa y tamiz vibrador.
- 7.- Accionar el botón para la bomba volumétrica de aire.

En la figura 3.32 notamos que existen dos tolvas para vaciado en la plataforma. Una es para tolvas que fluyan directamente, pasando el polvo por el tamiz y válvula rotativa, la otra es para tolvas de vaciado indirecto (gusano), éste polvo pasa a través del gusano helicoidal llega al tamiz y luego a la válvula rotativa de donde es enviado junto con el polvo de la tolva de enviado directo. El objetivo de esto es mezclar polvo de condiciones óptimas en cuanto a grasa, puntos cafés, solubilidad bajas o altas con respecto a lo especificado, con el fin de obtener dosificación y evitar pérdidas enviando gran cantidad de producto a recondensar. Claro que polvo cuyas características lo -

clasifiquen como detenido, por ningún motive se envasará.

**Lavado de tolvas:** Importantísimo, se efectúe directamente cada vez que se vacier, para evitar contaminaciones de todo tipe en el polvo a envasar. Primero se hará un lavado con agua caliente y solución limpiadera, después se enjuagará con agua caliente, enseguida se introducirá vapor de alta presión durante 10 minutos y se secará con aire caliente durante 15 min. Se deberá inspeccionar escrupulosamente dicho secado, porque, como ya tratamos, el factor humedad se necesita controlarlo al máximo; es decir el agua en el envasado y almacenamiento es un peligro para la calidad del producto.

#### **Tamiz vibrador:**

Dispositivo de forma ovoide Figura 3.37 de acero inoxidable provisto de una malla y tina; con 2 entradas y 1 salida. Una entrada para tolva directa y otra para tolva indirecta. La salida cominica con la válvula rotativa por medio de un ducto de manta, para mantenimiento e inspección. La función del tamiz es evitar fallas en el envío de polvo (obstrucción de la válvula) atrapando partículas grandes compactas (terrones). La abertura de la malla está en función del tamaño de partícula, es decir, del tamaño suficiente para dejar pasar el diámetro medio máximo de ellas.

El polvo compactado es producido por humedad elevada del producto o por mal secado de las tolvas.

Es desarmable, para facilitar su limpieza la cual debe efectuarse cada 2 semanas y desinfección con formol, de forma manual.

Consta de un motor impulsor de movimiento vibratorio para el cernido del polvo. Se acciona en el tablero simultáneamente con la válvula rotativa.

#### Gato hidráulico.

Consta de una base estática, pistón elevador y válvula de inclinación, accionado también en el tablero de control. Su función es la de inclinar la tolva para vaciado sobre la tolva de plataforma, y moverla a posición vertical.

#### Sistema de Fluidización.

Este sistema consta de una bomba volumétrica de aire un retentor de aire ó válvula rotativa, tuberías y accesorios, motor eléctrico y filtro silenciador

#### Bomba volumétrica de aire.

Es una bomba de aire de émbolos rotativos, Ver figura 3.38, tiene una válvula de seguridad, para excesos de presión provocados por obstrucciones y válvulas contra retroceso que evita, en un paro, el producto retroceda pene-

trando en la bomba.

El conjunto está montado en armazón de acero y anexo el motor eléctrico. Todo es accionado también en el tablero.

#### Válvula rotativa (ver fig. 3.39)

Está integrado con un rotor que gira, dentro del -- cuerpo del aparato. Facilita el paso del producto en la -- cantidad deseada sin causar turbulencias en el flujo del -- polvo al silo de la máquina llenadora. Es decir mantiene -- un fluido constante de polvo.

#### Filtro silenciador por vía seca (ver fig. 3.32).

Está en la admisión de aire de la bomba, por lo tanto debe mantenerse limpio. De no hacerse una limpieza periódica (cada 15 días) se producirá estrangulamiento u obturación en la admisión de aire, produciéndose calenta -- miento, mayor consumo de energía y peligro de dañar la -- bomba.

#### II.- Llenado.

Como ya mencionamos en la planta se llenan 3 tipos de formatos: 1 700 g. y 850 g. en la llenadura I y 340 g. en la llenadura II.

Cada una tiene un silo. El sistema solamente puede operar en forma escalonada; no simultáneamente debido a

que solo se cuenta con un solo sistema de fluidización y una sola línea de llenaje. El equipo necesario para el llenado es:

- 1 transportador de cables para la alimentación de botes a la máquina.
- 2 Silos de polvo de alimentación a las máquinas para cada llenadora.
- 1 Máquina llenadora.

Los silos que se encuentran arriba de las máquinas llenadoras las proveen de polvo. Tiene capacidad para 3500-4000 Kg. de polvo, cada uno consta de un golpeador de martillo externo en su parte cónica, con el objeto de evitar aire dentro del polvo que cese, pero sobre todo indicar el nivel de leche pulverizada en el silo.

Además cuenta con un dispositivo electrónico de seguridad, con el objeto de parar el sistema de fluidización automáticamente en el momento que el silo se llene.

#### Llenadoras.

La llenadora de formatos 1 700 y 850 g. consta de 9 y 12 cabezales y la llenadora de 340 g. tiene 15 cabezales.. A continuación describiremos el funcionamiento y características de la llenadora de 9 cabezales.

Principio de Trabajo: (Fig. 3.40)

Trabaja por el principio de vacío. El vacío se efectúa en el bote sanitario cuando éste es elevado mediante un pistón impulsado mediante aire comprimido. El bote al ser -- elevado se pone en contacto con el cabezal. El vacío arrastra al polvo de la tolva llenadora. Cuando el envase está lleno el polvo bloquea el cedazo (cabezal) a través -- del cual se hace el vacío en el bote.

Cuando el bote está lleno existe el corte de vacío -- el cilindro baja para que el bote salga hacia el carril -- transportador, rumbo a la presertidora controlado por un -- engrane de salida. Que funciona en la misma forma que el engrane de entrada (alimentador de botes).

La máquina llenadora cuenta con los siguientes sistemas para su operación:

- I.- Sistema de vacío.
- II.- Sistema de presión de aire.
- III.- Sistema de transporte.
- IV.- Sistema de alimentación de polvo (llenado en sí)
- V.- Sistema de seguridad y manejo.

Todo este sistema necesitará del mantenimiento adecuado, -- tal como:

- Limpiezas en seco (con aspiradora)
- en los receptores de polvo cada 4 semanas.

- Limpiezas en seco y húmedas en la válvula rotativa y relief para lo cual deberá entrenarse al personal en el desarmado y armado cada día.
- Sustitución de las membranas de las válvulas cada día.
- Revisado de los asientos de las mismas. Así como de la reguladora y la de rompimiento cada día.
- Checado de conexiones (mangueras) cada día.
- Limpieza de la tubería cada 4 semanas.
- Prueba de hermeticidad del sistema con vacío de 2 pulgadas de Hg controlando con la línea a la válvula reguladora cerrada.

La presión de vacío en la válvula reguladora en operación variará entre 6 y 11 pulg. de Hg.

La presión del aire se usa para elevar las mesas elevadoras. Figura 3.42.

La presión de aire es también usada para parar y -- arrancar la máquina.

El sistema de transporte lo constituyen; la rueda se lectora, los engranes de salida y las guardas de alimentación.

Los juegos de engranes alimentadores serán diferentes para formato 1 700 y que para 850 g. si los botes en la salida se acumulan, se abre una válvula de presión que para la máquina. También cuando el abastecimiento de bo--



tes es inadecuado, se tiene una válvula para detener la rotación de la llenadora.

En la máquina llenadora, la tolva giratoria, la boquilla de llenado y el cabezal, la tolva consta de una tapa superior, un sello de hule, mirilla de plástico con empaque, - indicador de nivel, 2 agitadores estacionarios. Su función es alimentar de polvo a los cabezales. Figura 3.43.

Deberán limpiarse cada 4 semanas, con limpieza seca y - desinfección con formol, todas estas partes de la tolva, así como los cabezales (cada día).

#### Los cabezales.

Tienen barreno, tamices, boquilla, collares de control. Tienen comunicación directa mediante el barreno con la tolva de alimentación.

Están diseñados para llenar un producto específico dentro de un envase específico. Por lo tanto serán diferentes - para 1 700 g y 850 g. Cualquier ajuste en el peso durante la operación se hará ya sea con los collares ó con la válvula - de control de bajo vacío. Lo más recomendable es llenar en - 10" 15" de Hg.

#### Corrida Normal.

Los envases a llenar son alimentados a lo largo del --

transportador a el selector y ruedas de alimentación. Estas ruedas dentadas ponen al bote sobre las mesas de los elevadores. Al rotar la máquina las mesas son elevadas por presión de aire, impulsando los envases hacia las boquillas. Se aplica el vacío por medio de la válvula rotativa a la boquilla y los envases se llenan. Después se corta el vacío, la mesa es bajada y la rueda dentada (estrella) de salida arrastra a los botes sobre el transportador figura 3.44.

Problemas y correcciones en la máquina llenadora.

**Peso Neto:**

Para mantener condiciones de llenaje óptimas con esta instalación, deberán atenderse los siguientes puntos:

- A. Estado de la Instalación.
- B. Calidad del bote sanitario.
- C. Calidad del producto a llenar.

Para el punto A. En cuanto a los requisitos que debe cumplir la instalación en la máquina llenadora, en cuanto a control y mantenimiento que permita tenerla en perfectas condiciones de trabajo durante todo el tiempo.

En cuanto a los puntos B y C, se dan los aspectos principales:

Punto B.

- Variaciones del volúmen del recipiente (bote sanitario)
- Espesor de la lámina del bote.
- Geometría del bote.
- Hermeticidad (botes no soldados ó con fuga)
- Defectos visibles (sucios, oxidados, etc.)

Punto C.

- Regularidad del peso específico del polvo.
- Dureza del granulado de polvo.
- Condiciones atmosféricas en la sala de Envasado (temperatura y humedad).

De los 3 puntos anteriores, en la realidad se presentan combinaciones de ellos, por decir algo: Descuido en el control de la envasadora, irregularidad en el peso específico del polvo y botes defectuosos.

Para controlar el peso neto, se procede a efectuar pesadas frecuentes de botes llenos, por medio de una balanza comparativa de cuadrante y con la ayuda de métodos estadísticos, dar soluciones mediatas o inmediatas al problema presentado relativo al peso. Figura 3.45.

El operador de peso neto, deberá ser el único que tenga acceso a la válvula de control de bajo vacío de la llenadora durante la operación; así como parar la rotación de la envasadora cuando sea necesario.

En el producto normal existen más problemas, en el control del peso neto, que en el producto instantáneo-debido a que el polvo tiene un peso específico muy alto y por lo tan to dificulta su envasado, ya que con el vacío de la máquina resulta problemático su acomodo en el bote. Por lo que es necesario romper el polvo en la llenadora y aglomerarlo mecánicamente. Para el producto normal es necesario acoplar un vibrador en el carril de llenadora a presertidora (prese lladora), con el objeto de bajar el nivel de polvo en el bo te, evitando el aire dentro del bote, al asentarse el pol - vo. Además de evitar pérdidas de polvo en las cámaras de ga sificación. Este dispositivo vibrador No se conecta cuando se envasa el producto instantáneo, ya que éste tren a menor peso específico y por lo tanto dejaría un espacio muy gran - de de aire en la parte superior del bote, lo que ocasiona-- ría peligro de espacio al oxígeno atmosférico y por lo tan - to al gasificarse implicaría mayor efectividad al efectuar-- el vacío.

#### Presellado.

La preselladora es una máquina que funciona por medio de un motor eléctrico, que mueve sus coronas (en donde se en - encuentran los FONDOS) y por aire a presión que accionan -- los elevadores, los cuales tienen la función de juntar los- botes con las coronas y así los fondos se presellan en el -

bote. El fondo se sella parcialmente, Además de ésta función, en el momento de hacer contacto el fondo con el bote se marca la clave por medio de un martillo de cobre. La clave consiste en señalar la fecha de llenado: mes, día y año, así como la caducidad de producto, lote de fabricación y lugar de fabricación. Esta máquina funciona de la manera siguiente:

A la entrada se encuentra una estrella (rueda dentada) que acomoda los botes sobre un plato giratorio, de donde por medio de un dosificador estrella (otra rueda dentada) acomoda de nuevo a éstos sobre la mesa de los elevadores giratorios que los impulsan hacia las coronas de sellado, al semi-cerrarse los fondos sobre el bote por medio de presión mecánica en las coronas, los elevadores bajan, dan un giro de 180° y toman otro bote. Completandose el círculo de pre-sellado, figura 3.46.

#### Posibles fallas en el presertido:

- Máquina fuera de tiempo en rotación, produciendo destrucción de los botes que entran incrementando el polvo a recondensar.
- Desajuste en las estrellas produciendo la destrucción del bote.
- Mal ajuste de la distancia cilindro-corona. Lo que podría ocasionar, los siguientes problemas:

- a) Presertido muy flojo. Lo que ocasionaría, pérdida de polvo al gasificarse, ya que los fondos se degrendrían.
- b) Presertido muy cerrado. Ocasionaría falla en el meterial del bote al gasificarse, por la sobrepresión (botes "apachados").

#### Charolas:

Son recipientes de hierro con capacidad para 32 botes de 1 700 g. en arreglos 4 X 8 de figura romboide. Su función es dar fluidez a la corriente de botes que salen de la preselladora. Estos botes son acomodados en las charolas mediante una estrella dosificadora manual operada por una persona. Para transporte de las charolas, se tiene un transportador de banda a la salida de las cámaras de gasificación, figura 3.47.

Las bandas además de dar fluidez a la corriente de botes que entran y salen de gasificación, sirven para conectar con la mesa redonda. El paso de los botes gasificados de las charolas a la mesa redonda se efectúa por obstrucción de las charolas vacías que ya pasaron por la mesa giratoria la cual gira en el sentido contrario a las manecillas de un reloj. Las charolas, como se ve en las figuras, solamente tienen rebordes en 2 lados adjuntos.

### Gasificado:

Esta parte del envasado es fundamental para la conservación del producto. Consiste de un equipo de inyección de gas con 2 cámaras de compuertas selladas, y una bomba de vacío; así como de una planta generadora de gas inerte.

El objetivo del gasificado es proporcionar poco espacio de  $O_2$  en el espacio libre que queda dentro del bote, (2% de oxígeno), para evitar la oxidación de los lípidos. Sin embargo existen alteraciones de sustancias NO lípidas en el almacenamiento.

### Funcionamiento de la gasificadora:

Las charolas se introducen dentro de las cámaras, abriendo las compuertas de entrada a dichas cámaras. Una vez cerradas se activa la bomba de vacío; 20 seg. para formato 340 g. y de 12-15 seg. para formato 1 700 g. Enseguida automáticamente se inyecta el gas inerte, (48%  $CO_2$  y 52% de  $N_2$ ) con una presión de  $0.95 \text{ Kg/cm}^2$  y una sobrepresión de  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$ , con el fin de obtener una mayor presión que la atmosférica y así el gas en el bote pase al aire en el trayecto de las cámaras de gasificación hacia la selladora. Las compuertas de entrada y salida de la gasificadora son accionadas por aire comprimido. Para regular los flujos de gases (aire, gas inerte y  $CO_2$ ) se cuenta con ro-

támetros. El intercambio aire gas inerte se logra através de los fondos semi-sellados en la presertidora. La planta de gas inerte funciona con gas L.P., el cual al mezclarse con el oxígeno del aire y mediante una chispa eléctrica se produce  $N_2$ ,  $CO_2$  y 0.05% de  $O_2$ . El Oxígeno se quema casi en su totalidad quedando libre los demás componentes del ai - re. El oxígeno pasa a formar el  $CO_2$  en la reacción de combustión que se desarrolla.

En la figura 3.48 se muestra el diagrama de la planta de gas inerte.

El gas generado pasa a 2 tanques de almacenamiento -- que se operan alternadamente, de donde el gas se envía al departamento de envase hacia las cámaras del aparato gasificador, por medio de tuberías de acero comercial.

Las 2 cámaras se operan alternadamente, manteniendo -- así continuidad en la línea. El operador de gasificación -- controla el transportador de bandas.

#### Mesa Redonda:

La mesa redonda y carriles de sertidora, así como el de salida de presertidora y el motor de sertidora las controla el operador de charolas. El objetivo de ésta mesa gi ratoria de acero, movida por motor eléctrico y que consta de un "chicote" intermedio para ayudar a los botes a fluir hacia el carril que lleva a la sertidora es el lograr des-



congestionamiento en la línea de fluido de botes, además de facilitar operación de gasificación proporcionando el tiempo suficiente para regresar las charolas hacia la estrella. Y en ésta forma evitar paros de línea por falta de charo -- las que abastezcan al operador de la estrella. (charolas) --

Para formatos 1 700 g y 340 g. es necesario cambiar el carril de entrada a sertidora y salida de la misma máquina.

En formato chico (340 g) existe el problema de obstrucción en la mesa que se soluciona con otro "chicote" metálico ó ajustando la salida al carril que lleva a la sertidora. En formato grande (1 700 g) debido al peso de los botes NO existe éste problema, a menos que la entrada al carril NO se encuentre bien ajustada.

#### Sertidora:

Esta máquina tiene la función de sellar completamente los botes ya gasificados, accionada por motor eléctrico a un rendimiento de 60 botes min. para 1 700 g. y 130 botes min. para 340 g. tiene al igual que la preselladora freno de mano para accionarlo en caso de fallas tales como: máquina fuera de tiempo ó carril saturado de botes entre ésta máquina y la mesa redonda. La sertidora funciona de la misma manera que la presertidora con pistones y coronas, figura 3.49. En caso de emergencia, uno de los operadores de empaque deberá accionar el freno y arrancar de nuevo la máquina.

### Embalaje:

Esta operación consiste en acomodar en cajas de cartón los botes con leche en polvo ya sellados. Las cajas, para formato 1 700 g. contienen 6 botes cada uno para 850 g. 12 botes y para 340 g. ó 454; 24 botes. Para formato 1 700 g. los botes son tomados por los 2 operadores directamente del carril de salida de la selladora y para los formatos chicos se efectúa mediante un dispositivo manual que directamente acomoda los botes en la caja, por lo que solamente es necesario un operador.

En embalaje deberá mantenerse un buen ritmo entre el desdoblamiento de la caja de cartón y el acomodo de los botes con el objeto de evitar la saturación de la línea de salida de la selladora, para formatos grandes. Para botes chicos, el operador del dispositivo de acomodo manual deberá mantener también un buen ritmo, previniendo saturación en el carril entre selladora y dicho dispositivo, figura 3.50.

### Pegado, marcado y entarimado:

Las cajas con los botes ya acomodados se hacen pasar por una máquina cuya función es pegar y marcar las cajas con la clave misma ya puesta en la presertidora.

Se engoma mediante rodillos las tapas superiores y se pega mediante prensado, aquí se marca por un sistema de sellado con letras de goma por entinte.

Entarimado:

Las cajas pegadas y marcadas son tomadas de un carril de rodillos por el obrero cuya misión es entarimarlas sobre tarimas de madera los cuáles son movidos mediante montecargas hacia el almacén. Las cajas se arreglan en número de 60, 62, 64 en cada tarima dependiendo si es de formatos 340 ó 454, 850 ó 1700 respectivamente, con cambios de número de lote cada 10, 11, 8 tarimas respectivamente. Es decir que los lotes será entre 4 tn y 6.5 tn. y el peso de cada caja entre 8 y 11 Kg. En la fábrica también se envasa en sacos y en cuñetes, aquellos productos de calidad corriente para la alimentación animal ó para la elaboración de helados.

Mano de obra y supervisión:

Siendo una línea continua esta etapa de envasado del producto es factor importante la buena supervisión del personal obrero y el total conocimiento de todos y cada uno de ellos del funcionamiento de cada máquina, no solamente de aquella bajo su uso sino de todas las anteriormente descritas, para lo cual es menester contar con personal calificado en todos los puestos.

Siendo éste departamento el que más necesita de un magnífico control de humedad y de una mayor eficiencia en cada etapa, es indispensable la limpieza de toda el área -

de trabajo; así como la limpieza y buen estado de cada máquina y el control ambiental, esto se logra mediante mata-insectos de U.V. fumigaciones diarias antes de la operación y sistema de extracción y renovación de aire en la sala de llenaje.

Es indispensable delimitar a cada obrero sus funciones durante el arranque, en operación y después de la misma. Así como también, rotarlos en sus puestos por lo menos cada semana, con el objeto de evitar la monotonía, aumentar su eficiencia y conocimientos en todos los puestos.

El supervisor deberá evitar al máximo los paros de línea, en algunos casos provocados por el mismo obrero, previniendo estos paros mediante; comunicación, observación y conocimiento de cada fase del envasado.

#### Almacenamiento y transporte.

Las tarimas ya almacenadas esperarán su distribución hacia el consumidor. En dicho almacenamiento serán también controlados por el Departamento de Control de Calidad tomando muestras frecuentes en relación a la conservación del producto terminado.

Chequeo de claves, buen estado de la instalación etc. El transporte del producto se llevará a cabo en camiones "Trailers" cuidando siempre evitar daños durante esta operación.

## T E M A IV.

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

Debido a la importancia determinante de los aspectos teórico-prácticos en la Industria, tratamos de expresarlos clara y auténticamente, para personas que se interesen en la elaboración de la leche entera en polvo.

La importancia de éste producto desde los siguientes enfoques: económico, social y técnico, fué el principal motivo que nos incitó a la realización de éste trabajo.

Consideramos que la leche entera en polvo en un futuro constituirá en México uno de nuestros recursos nutricionales de gran importancia no solamente alimenticia sino también económica, siempre y cuando se logre su nacionalización y desarrollen programas de fomento desde la granja hasta el transporte y distribución.

La leche entera en polvo, no exclusivamente para la alimentación humana directa encuentra utilización, sino que se le ofrece un amplio mercado en otras industrias de derivados lácteos, así como para la alimentación animal.

Establece el contacto técnico-social entre el técnico zootecnista y el industrial, lo cual contribuye a la comunicación que tantas veces es factor negativo en la resolución de problemas, ya sea por la falta ó por defec --

tuosa realización de la misma.

En nuestro país existe una deficiente coordinación - en la ejecución de programas al llevarlos a la práctica - de una "eficacia" (en el papel) a prueba de dudas. Pensamos que lo faltante es la adaptación a la realidad, en el paso de lo teórico a lo práctico, en donde se prefiere improvisar sobre la marcha. Debido a nuestro bajo nivel tecnológico con respecto a países desarrollados industrialmente, y necesitamos adaptarnos en mayor proporción a -- nuestro medio tecnología extranjera.

Es menester, por tanto, hacer que nuestra tecnología se supere día a día con resultados reales y no dando soluciones teóricas, que puedan estancar aún más nuestro nivel. No estamos en contra de lo teórico, ya que la teoría constituye la base de un desarrollo, pero hacemos hincapié: No debemos permitir que la teoría nos aprisione de - tal forma que solamente los resultados fallidos nos regresen a la realidad. La combinación teórica-práctica es la que necesitamos para lograr nuestro desarrollo; por lo -- que debemos de incrementar la investigación científica -- aplicativa a la resolución de los problemas técnicos, para no importar tecnología, fomentando: la construcción de plantas "piloto", la capacitación de personal en el campo directo de la producción, el consumo de nuestros propios productos, la explotación de nuestros recursos naturales,

la educación a todo nivel, el desarrollo industrial de las zonas sub-urbanas en los estados de nuestra división política etc., pero sobre todo la comunicación en todos aspectos.

Tenia conocimiento de tratados versados en la Industria de la leche entera en polvo, pero considero que además de referirnos a dicha industria desde el punto de vista técnico teórico-práctico, se debe lograr un compendio en todas sus etapas desde el ordeño (leche fresca) hasta su envasado como producto terminado (leche entera en polvo); distinguiendo aquellas operaciones que representan factor importante para la realización de un producto final de calidad satisfactoria.

Consideramos que la planta y operaciones aquí descritas estarán sujetas a modificaciones en el futuro, pero a nuestro juicio conservarán sus bases principales.

No fué nuestra intención designar a la leche entera en polvo como el producto non-plus ultra, sino señalar que es uno de los existentes en nuestro país, necesitados de una pronta atención de parte de las agrupaciones oficiales correspondientes.

## TEMA V

### BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Nestlé, Instructivo. 1976.
- 2.- Veisseyre R., "Lactología Técnica". Acribia, Zaragoza. 1969.
- 3.- Judkins y Keener, "La leche, su producción y procesos industriales". Cecsa. México. 1976.
- 4.- Alais CH., "Ciencia de la leche, principios de técnica lechera". Cecsa. México. 1971.
- 5.- Juergenson E.M. y Mortenson W.P., "Prácticas aprobadas en la producción de leche". Cecsa. México. 1966.
- 6.- Kirk R.E. y Othmer D.F. "Enciclopedia de Tecnología -- Química" tomo X, leche microanálisis químico. U.T.E.H. A. México. 1962.
- 7.- Kern D.Q. "Procesos de Transferencia de calor". Cecsa. México. 1973.
- 8.- The United States Departament of agricultura, "Como proteger nuestros alimentos". U.T.E.H.A. México. 1968.
- 9.- Darger, H.C., "Sanitary Code of the American Bulk Condensed". Milk Assoc. Evanston Illinois. 1949.
- 10.- Evapored Milk Association, Evapored Milk Industry; "Sanitary Standars, Code and Interpretations". Chicago -- Ill. 1942.



- 11.- Hunziker O.F. "Condensed Milk powder". La Grange Ill. 1949.
- 12.- Salvat "Enciclopedia de las Ciencias", tomo 16: In --  
dustria Salvat, S. A. de ediciones. Pamplona. 1968.
- 13.- Coulter S.T. "Dry Milk Manufacture". Journal of Dairy  
Science, September, 1957.
- 14.- Coulter S.T. "Evaporation of water from milk By Spray  
Drying". Journal of Dairy Science, October. 1955.
- 15.- Dean F.J., "Problems of Lactose Crystallization in --  
Concentrated Milk products". Journal of Dairy Science  
February. 1958.
- 16.- Larson B.L. y Rolleri G.D. "Degradación de las protef  
nas por calentamiento". J.Dairy Science, 1955.
- 17.- Rose D. "Inestabilidad de la leche calentada". Dairy-  
Science Abs, 1963.
- 18.- Orla-Jensen S. "Bacterias lácticas: Clasificación y -  
Actividad". Dairy Bacteriology. Londres. 1931.
- 19.- Davis J.G. "Productos de Limpieza". Laboratory con --  
trol of dairy. Plant. Londres. 1956.
- 20.- Cook H.L. y Day G.H. "The Dry Milk Industry". Ameri--  
can Dry Milk Institute. Chicago Ill. 1947.
- 21.- Beardslee C.E. "Dry Milks, The Story our Industry". -  
American and Sanitary Quality Standards. Chicago Ill.--  
1948.

- 22.- American Dry Milk Institute "Milk and Its Uses in the Bakery" (Bol. No. 100). Chicago Ill. 1947.
- 23.- Earle R.L. "Ingeniería de los Alimentos". Acribia, Zaragoza. 1968.
- 24.- Desrosier N.W. "Conservación de Alimentos". Cecsa. México. 1971.
- 25.- Foust A.S. "Principios de Operaciones Unitarias". Cecsa. México. 1977.
- 26.- Jamieson y Jobber "Manejo de los Alimentos" Vol. 3 -- conservación de su calidad. Pax-México. 1976.
- 27.- Fisher y Bender "Valor Nutritivo de los Alimentos". Limusa Wiley. México. 1972.
- 28.- Ajenjo C.C. "Enciclopedia de la leche". Espasa-Calpe, S. A. Madrid. 1956.
- 29.- Farral W. A. "Ingeniería para la Industria Lechera". Herrero, S. A. México. 1966.
- 30.- Revilla R.A. "Tecnología de la leche". Herrero, S.A. México. 1969.

**BIBLIOTECA CENTRAL**

	COMPOSICION EN G/Lt.	%	ESTADO FISICO DE LOS COMPONENTES
AGUA -----	905	87.69	Agua libre (en solución) + agua ligada (3.7%).
GLUCIDOS : LACTOSA -----	49	4.74	solución
LIPIDOS -----	35	3.39	
MATERIA GRASA EN SI -----	34.0	3.29	Emulsión de los glóbulos grasos (3 a 5 M.).
LETICINA (Fosfolípidos) -----	0.5	0.05	
PARTE INSAPONIFICABLE (Carotenos, Esteroles, y Tocoferoles). -----	0.5	0.05	
PROTIDOS -----	34	3.29	Suspensión micelar de fosfecaseinato de calcio.
CASEINA -----	27.0	2.61	(0.08 a 0.12 m).
PROTIDOS "SOLUBLES" (Globulinas, Albúminas). -----	5.5	0.53	Solución (coloidal).
SUSTANCIAS NITROGENADAS NO PROTEICAS: NPN. -----	1.5	0.15	Solución (verdadera).
SALES -----	9	0.87	Solución o estado coloidal (P y Ca)
DEL ACIDO CITRICO (En Acido). -----	2.0	0.19	(Sales de K, Ca, Na, Mg, etc.).
DEL ACIDO FOSFORICO ( P2O5). -----	2.6	0.25	
DEL ACIDO CLORHIDRICO (NaCl) -----	1.7	0.17	
COMPONENTES DIVERSOS -----			
VITAMINAS, ENZIMAS, GASES DISUELTOS -----	TRAZAS 2.7	0.26	
EXTRACTO SECO TOTAL: SOLIDOS TOTALES -----	127		
EXTRACTO SECO DESENGRASADO: SOLIDOS NO GRASOS. -----	92		
<b>T O T A L E S</b>	<b>1032</b>	<b>100</b>	

Cuadro 2.1

COMPOSICION LACTEA MEDIA

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

AGUA	87 %
LACTOSA	4.9%
GRASA	3.9%
PROTEINAS	3.5%
SALES	0.7%

PARA CALCULOS RAPIDOS, ELIMINANDO LOS COMPONENTES EXISTENTES EN CANTIDAD MINIMA.

PESO ESP.	n20	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
	1. 024	6.72	6.74	6.77	6.80	6.82	6.84	6.87	6.90	6.92	6.94
	1. 025	6.97	7.00	7.02	7.04	7.07	7.10	7.12	7.14	7.07	7.20
	1. 026	7.22	7.24	7.27	7.30	7.32	7.34	7.37	7.40	7.42	7.44
	1. 027	7.47	7.50	7.52	7.54	7.57	7.60	7.62	7.64	7.67	7.70
	1. 028	7.72	7.74	7.77	7.80	7.82	7.84	7.87	7.90	7.92	7.94
	1. 029	7.97	8.00	8.02	8.04	8.07	8.10	8.12	8.14	8.17	8.20
	1. 030	8.22	8.24	8.27	8.30	8.32	8.34	8.37	8.40	8.42	8.44
	1. 031	8.47	8.50	8.52	8.54	8.57	8.60	8.62	8.64	8.67	8.70
	1. 032	8.72	8.74	8.77	8.80	8.82	8.84	8.87	8.90	8.92	8.94
	1. 033	8.97	9.00	9.02	9.04	9.07	9.10	9.12	9.14	9.17	9.20
	1. 034	9.22	9.24	9.27	9.30	9.32	9.34	9.37	9.40	9.42	9.44
	1. 035	9.47	9.50	9.52	9.54	9.57	9.60	9.62	9.64	9.67	9.70

GRASA	G%	.00	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.45
	0		0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
	1	0.20	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.26	0.27	0.28	0.29
	2	0.40	0.41	0.42	0.43	0.44	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49
	3	0.60	0.61	0.62	0.63	0.64	0.65	0.66	0.67	0.68	0.69
	4	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89
	5	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09
	6	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29
	7	1.40	1.41	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.47	1.48	1.49
	8	1.60	1.61	1.62	1.63	1.64	1.65	1.66	1.67	1.68	1.69
GRASA	G%	.50	.55	.60	.65	.70	.75	.80	.85	.90	.95
	0	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19
	1	0.30	0.31	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38	0.39
	2	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.59
	3	0.70	0.71	0.72	0.73	0.74	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79
	4	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99
	5	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19
	6	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.38	1.39
	7	1.50	1.51	1.52	1.53	1.54	1.55	1.56	1.57	1.58	1.59
	8	1.70	1.71	1.72	1.73	1.74	1.75	1.76	1.77	1.78	1.79

Cuadro 2.3

TABLA DE RICHMOND

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

PRODUCTO	P O D E R				
	HUMECTANTE	EMULGENTE (1)	SOLUBILIZANTE (2)	ABLANDANTE (3)	ENJUAGUE
CARBONATO DE SODIO	REGULAR	REGULAR	MUY BUENO	DEBIL	DIFICIL
METASILICATO DE SODIO	MUY BUENO	BUENO	BUENO	REGULAR	MUY FACIL
FOSFATO TRISODICO	MUY BUENO	REGULAR	MUY BUENO	BUENO	FACIL
HEXAMETAFOSFATO SOLIDO (Na PO 3)6	BUENO	BUENO	MALO	MUY BUENO	MUY FACIL
SOSA CAUSTICA	MALO	REGULAR	MUY BUENO	NULO	DIFICIL

(1) DISPERSION DE LAS GRASAS

(2) DISOLUCION DE LOS RESIDUOS PROTEICOS Y SALINOS.

(3) MANTENIMIENTO EN SOLUCION DE LAS SALES DE CALCIO  
EN EL AGUA DURA.

**Cuadro 3.1**

**MEZCLA DE LAVADO**

**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**



CASO II. Falta SNG, fijando 150 Kg. de grasa.

## HOJA DE ESTANDARIZACION

**TIPO DE PRODUCTO:** Instantáneo  
**MASA No.** 11 **FECHA:** 3-V-77  
**RELACION R<sub>c</sub>** = 0.366

LECHE FRESCA		LECHE PARA ESTANDARIZAR		
Tanque No. 12		Tanque No.		
Lts.	13, 200	Lts.		
Kgs		Kgs.		
Df.	1.030	Df.		
Gf.	3.4 %	Gf.	%	
SNGf.	8.6 %	SNGf'	%	
STf	12.00 %	STf'	%	
Rf	0.395	Rf'		
Precondensada: Tanque No = 6				
Df:	1.115	Gf:	9.8 %	
SNG:	28.01 %		STf:	37.81 %
Leche	13, 596 Kgs.	Gf	462.3 Kgs	
Precond.	+ 1, 672.5Kgs		163.9 Kgs.	
Suma.	15, 268.5Kgs	Gf.	1,637.71	
P.G.	+ 150		150	
P.N.G.	517.74 Kg		3.62	
Leche Std.	15, 936.24Kg		776.20 Kgs	
SNGf	2, 131.11Kgs.			
STc.	= 18.26 %	TOTAL	779.82 Kgs	
MATERIAS PRIMAS: Leche + Precondensado				
PROCEDENCIA: Tonad CH-2; Villaflores CH-4; ACayuca AET				
POLVO A RECUP: —				
AGUA:	1,705.76 Lts.			
PRECONDENSADO:	1,500 Lts.			

- f = LECHE FRESCA A ESTANDARIZAR
- f' = LECHE FRESCA ADICIONADA PARA ESTANDARIZAR
- D = DENSIDAD
- G = GRASA
- SNG = SOLIDOS NO GRASOS
- ST = SOLIDOS TOTALES
- R =  $\frac{\% G}{\% SNG}$
- P.G. = PRODUCTO GRASO
- P.N.G. = PRODUCTO NO GRASO.

**Cuadro 3.3**

CASO II. DE ESTANDARIZACION. AGREGADO DE AGUA

**Tesis Profesional**

**Sergio A Gómez Liévano**

BIBLIOTECA CENTRAL



CASO III Le Falta grasa y se estandariza con leche fresca.

## HOJA DE ESTANDARIZACION

TIPO DE PRODUCTO: Instantáneo

MASA No. 8

FECHA: 8-V-77

RELACION  $R_c = 0.366$

LECHE FRESCA			LECHE PARA ESTANDARIZAR			
Tanque No. 4			Tanque No. 10			
Lts.	13,500		Lts.	7,247 (después de		
Kgs.			Kgs.	7,465 Cálculos).		
Df	1.0272		Df'	1.0301		
Gf	2.8	%	Gf'	4.2	%	
SNGf	8.8	%	SNGf'	8.4	%	
STf	11.6	%	STf'	12.6	%	
Rf	0.317		Rf'	0.5		
Precondensada: Tanque No. =						
Df:	Gf:	%	SNG:	%	STf:	%
Leche	13,867 Kgs.	Gf.	388.3 Kgs.	SNGf	1,220.3 Kgs.	
X =	7,465 Kgs.		313.5 Kgs.		627.1 Kgs.	
		Gf	701.8	SNGf	1,847.4	
P.G.						
P.N.G.						
Leche Std.	21,332 Kgs.			SNGf	Kgs.	
MATERIAS PRIMAS: Leche + Precondensado						
PROCEDENCIA: Mapastepec CH-II; Cintalapa; CH-6						
POLVO A RECUP: _____						
AGUA: _____						
$701.8 + 1,847.4 = 2,549.2 \div 0.97 = 2,628$ Kgs.						
$(701.8 \div 2,628) \times 100 = 26.7\%$ de grasa   De Producto						

f = LECHE FRESCA A ESTANDARIZAR

f' = LECHE FRESCA ADICIONADA PARA ESTANDARIZAR

D = DENSIDAD

G = GRASA

SNG = SOLIDOS NO GRASOS

ST = SOLIDOS TOTALES

$$R = \frac{\% G}{\% SNG}$$

P.G. = PRODUCTO GRASO

P.N.G. = PRODUCTO NO GRASO

**Cuadro 3.4**

CASO III. DE ESTANDARIZACION, AGREGADO DE GRASA  
CON LECHE FRESCA.

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano.

CASO IV. Falta SNG y se estandariza con leche fresca.

## HOJA DE ESTANDARIZACION

TIPO DE PRODUCTO: Instantáneo

MASA No. 4 FECHA: 12-V-77

RELACION  $R_c = 0.366$

LECHE FRESCA			LECHE PARA ESTANDARIZAR		
Tanque No. 1			Tanque No. 5		
Lts.	13,200		Lts.	7716 ( DESPUES DE )	CALCULOS
Kgs.			Kgs.	7263	
Df.	1.0301		Df.	1.032	
Gf.	3.9	%	Gf.	1.85	%
Sngf.	8.6	%	Sngf.	8.56	%
Stf.	12.5	%	Stf.	10.41	%
Rf'	0.453		Rf'	0.216	

Precondensada: Tanque No. =

Df =	Gf =	%	Sngf	%	Stf. =	%
Leche	13,597 Kgs.	Gf.	530.3 Kgs.	Sngf.	1,169.4 Kgs.	
X =	7,263 Kgs.		147.3 Kgs.		681.6 Kgs.	
		Gf.	677.6	Sngf.	1,851.0	
P. G.						
P. N. G.						
Leche Std.	21,560 Kgs.		Kgs.	Sngf.	Kgs.	

**MATERIAS PRIMAS:** Leche Fresca + Leche Fresca

**PROCEDENCIA:** Comitán CH-3 ; Piñilapan CH-5

**POLVO A RECUP:**

**AGUA:**

$$677.6 \div 1.851 = 2528.6 \div 0.97 = 2606.8$$

$$(677.6 \div 2606.8) \times 100 = 26 \% \text{ de grasa DE PRODUCTO}$$

f' = LECHE FRESCA A ESTANDARIZAR

f' = LECHE FRESCA ADICIONADA PARA ESTANDARIZAR

D = DENSIDAD

$$R = \frac{\% G}{\% SNG}$$

G = GRASA

P. G. = PRODUCTO GRASO

SNG = SOLIDOS NO GRASOS

P. N. G. = PRODUCTO NO GRASO

ST = SOLIDOS TOTALES

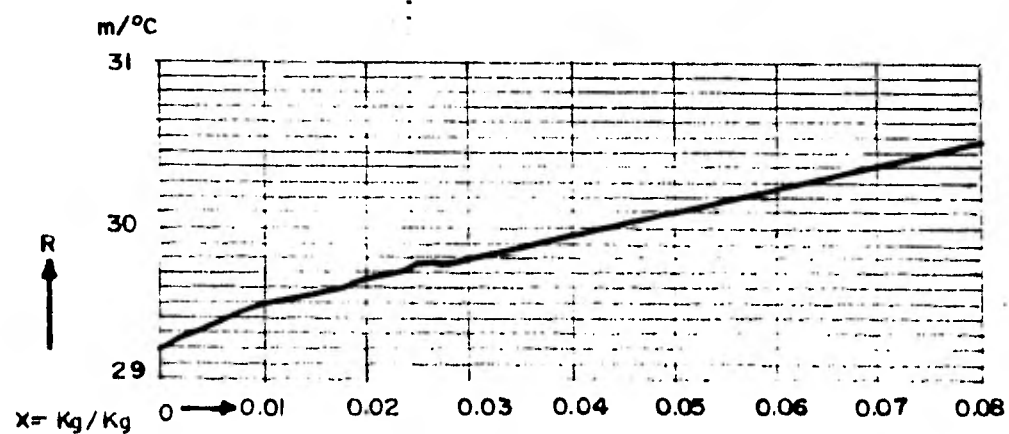
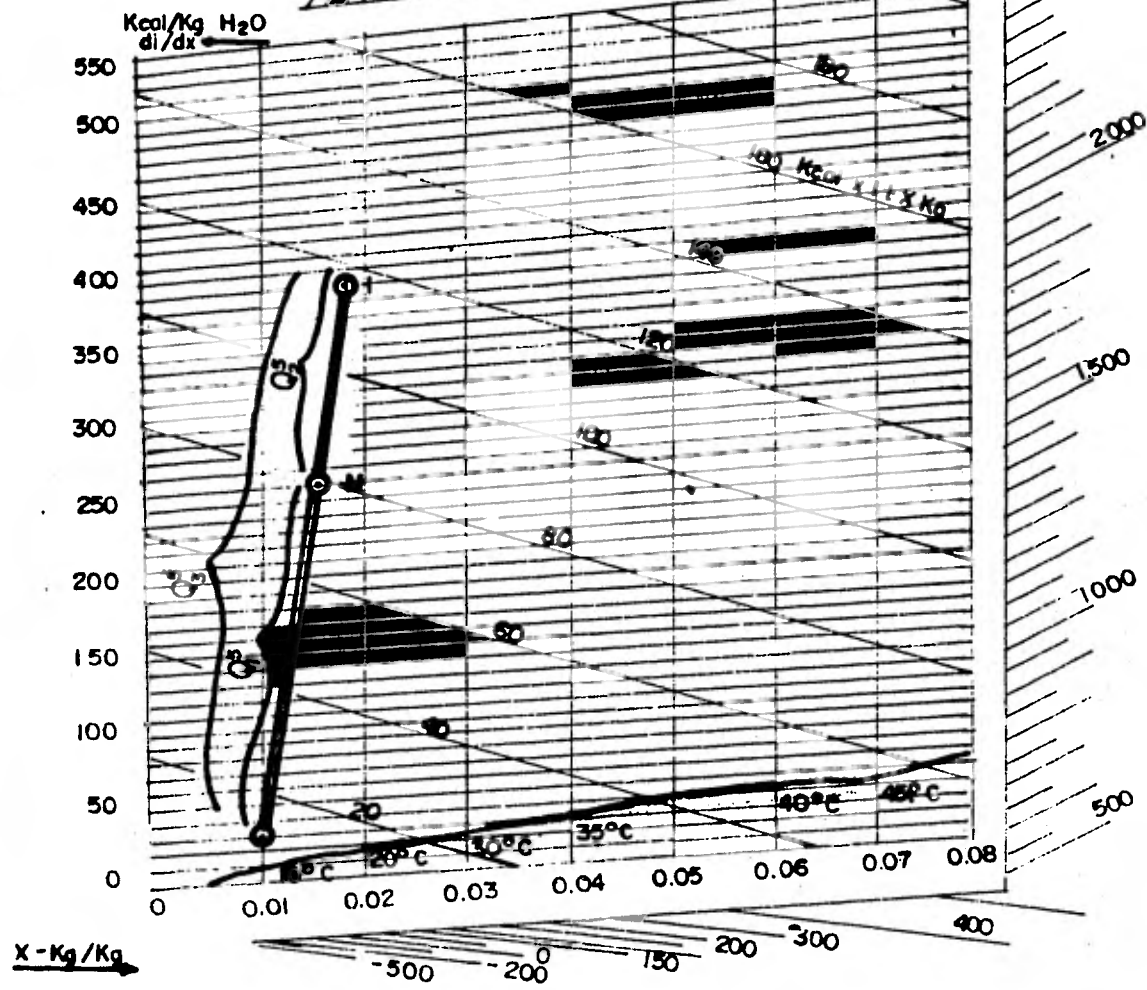
**Cuadro 3.5**

CASO IV. DE ESTANDARIZACION, AGREGADO DE SOLIDOS NO GRASOS, CON LECHE FRESCA.

**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**

I = ENTHALPIA Kcal I+X Kg  
 X = Kg H<sub>2</sub> O / Kg Aire Seco



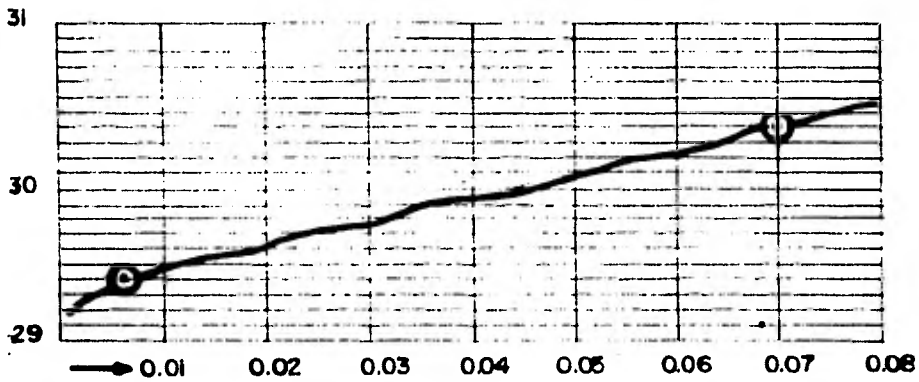
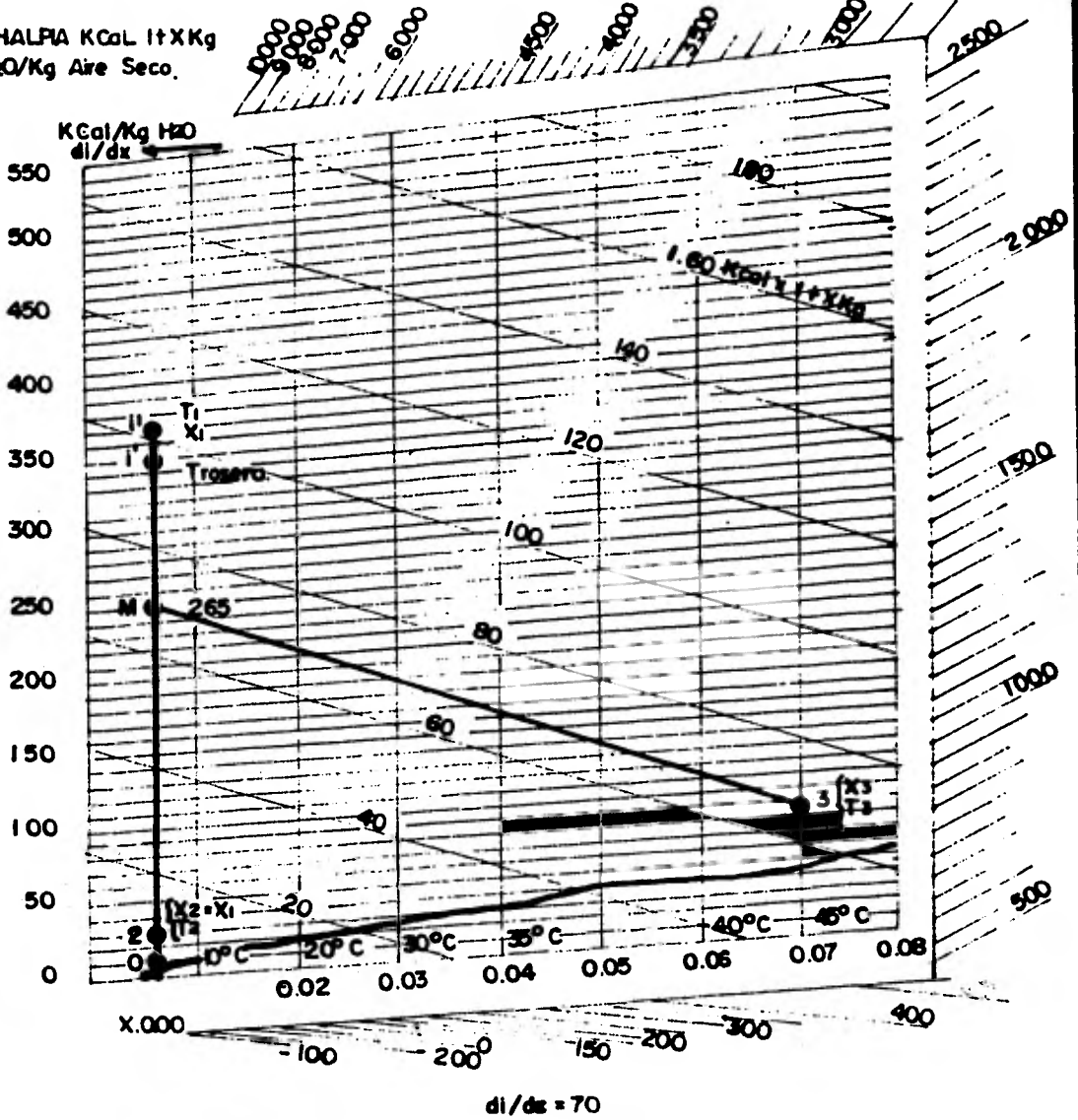
Grafica I

Diagrama Psicométrico Del Aire.

Tesis Profesional

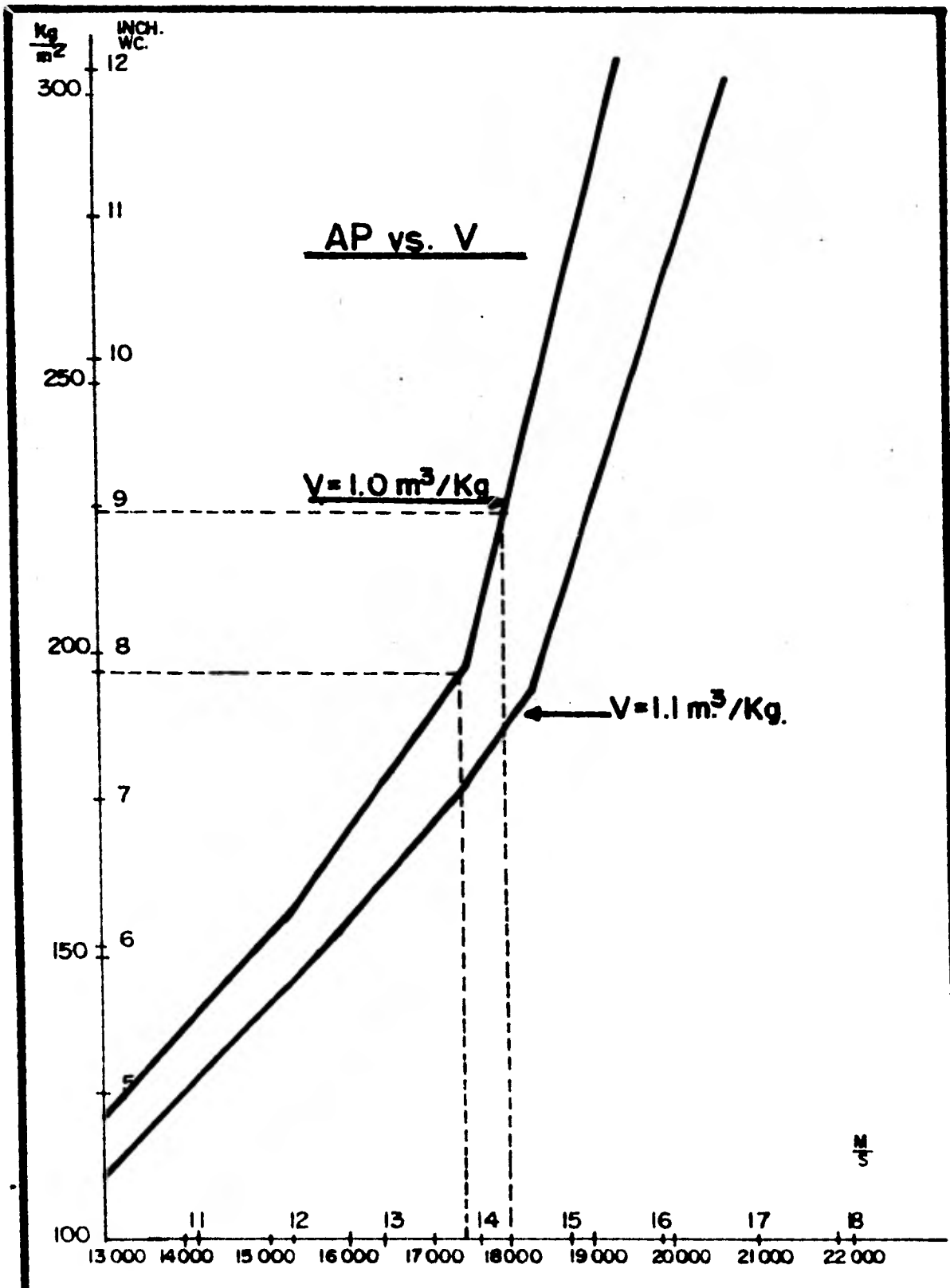
Sergio A Gómez Liévano

I = ENTHALPIA KCal I+XKg  
 X = KgH<sub>2</sub>O/Kg Aire Seco.



Gráfica 2

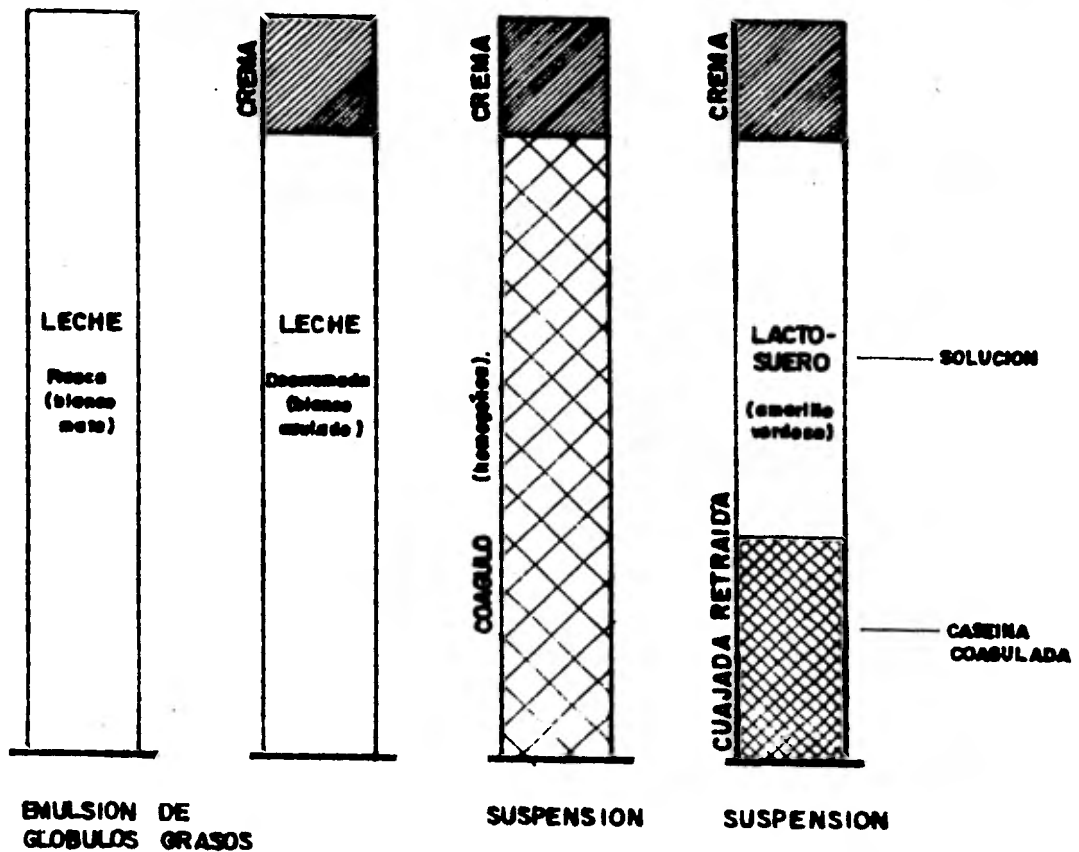
Diagrama Psicrométrico Del Aire.



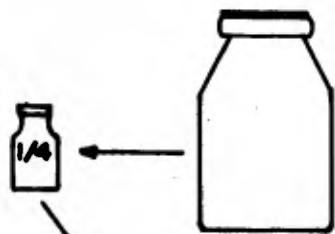
Grafica 3 SEPARADOR DE POLVO TERLINDER

Tesis Profesional

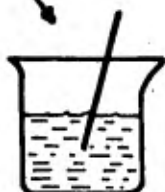
Sergio A. Gomez Lievano



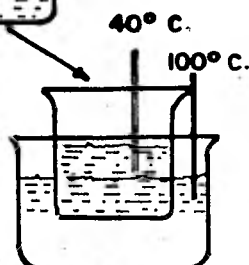
**Fig 2.1** COEXISTENCIA DE FASES (Glóbulos Grasos).



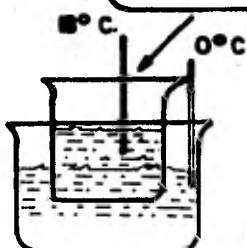
a) MUESTRA DE LECHE



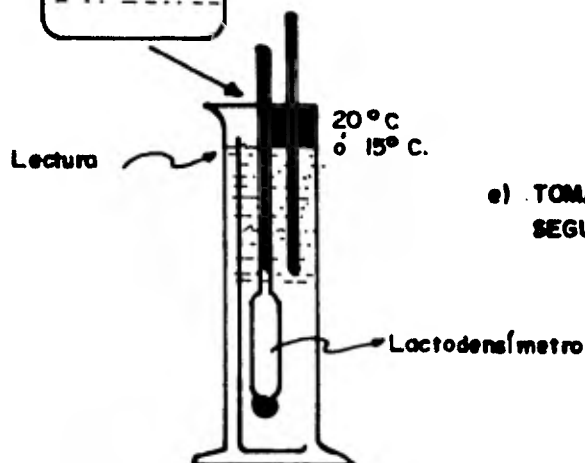
b) AGITAR LA MUESTRA PERFECTAMENTE , PASANDOLA AL VASO DE PRECIPITADO.



c) HOMOGENIZAR LA MUESTRA EN BAÑO MARÍA, HASTA 40° C.



d) ENFRIAR LUEGO LA MUESTRA A 18° C.



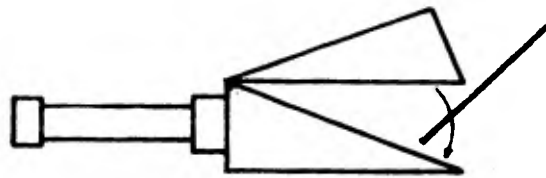
e) TOMAR LA DENSIDAD A 20° C ó 15° C SEGUN EL TIPO DE LACTODENSIMETRO

Fig. 2.2

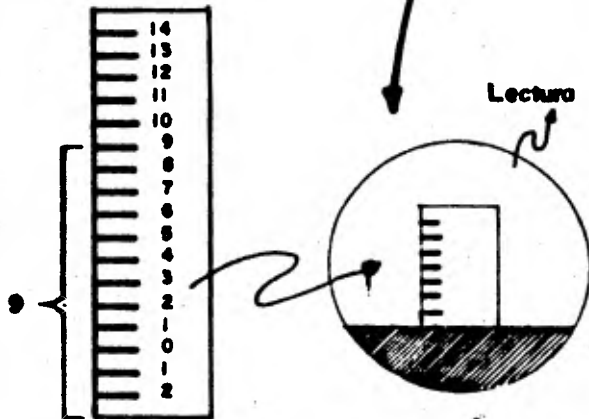
PESO ESPECIFICO

Tesis Profesional

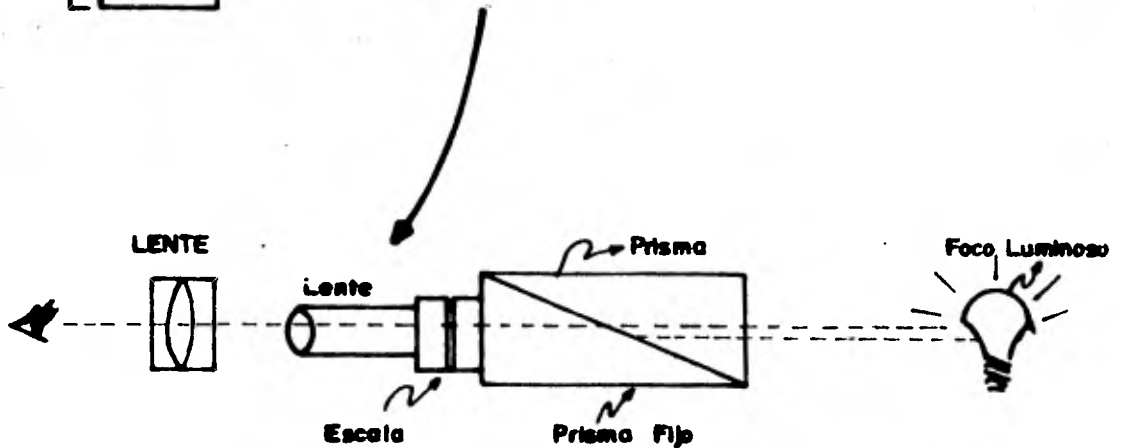
Sergio A. Gómez Liévano



a) SE CALIBRA EL REFRACTOMETRO SE PONE LA MUESTRA DE LECHE EN EL PRISMA INTERIOR TAPANDOSE



b) SE TOMA LA LECTURA EN LA ESCALA DE 0 a 14. EL 9 ES EL VALOR ESTANDARO Y CORRESPONDE A LOS SOLIDOS NO GRASOS. (S. N. G.)



(9-S. N. G.) x 11 = % DE AGUA {FORMULA PARA CALCULAR EL % APROXIMADO DE AGUA ADULTERANTE

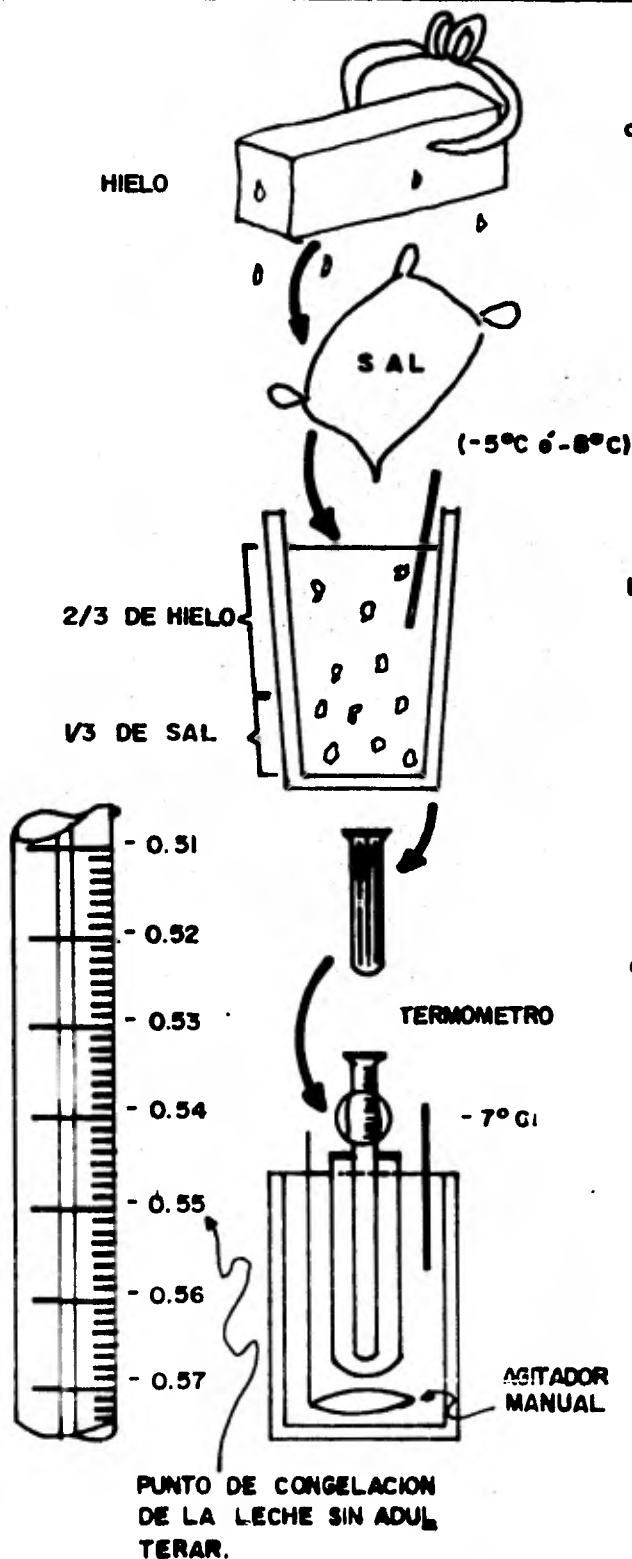
Fig. 2.3

INDICE DE REFACCION

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano





a). SE PREPARA LA MEZCLA FRIGORIFICA A PARTIR DE HIELO Y SAL, EN LA PROPORCION 2/3 PARTES DE HIELO, 1/3 PARTE DE SAL, DEBIENDO QUEDAR DE -5° a -8°C.

b) SE MIDEN 100 ml. DE NUESTRA DE LECHE CON UNA PROBETA SECA, Y SE PASA AL TUBO DEL CRIOSCOPIO.

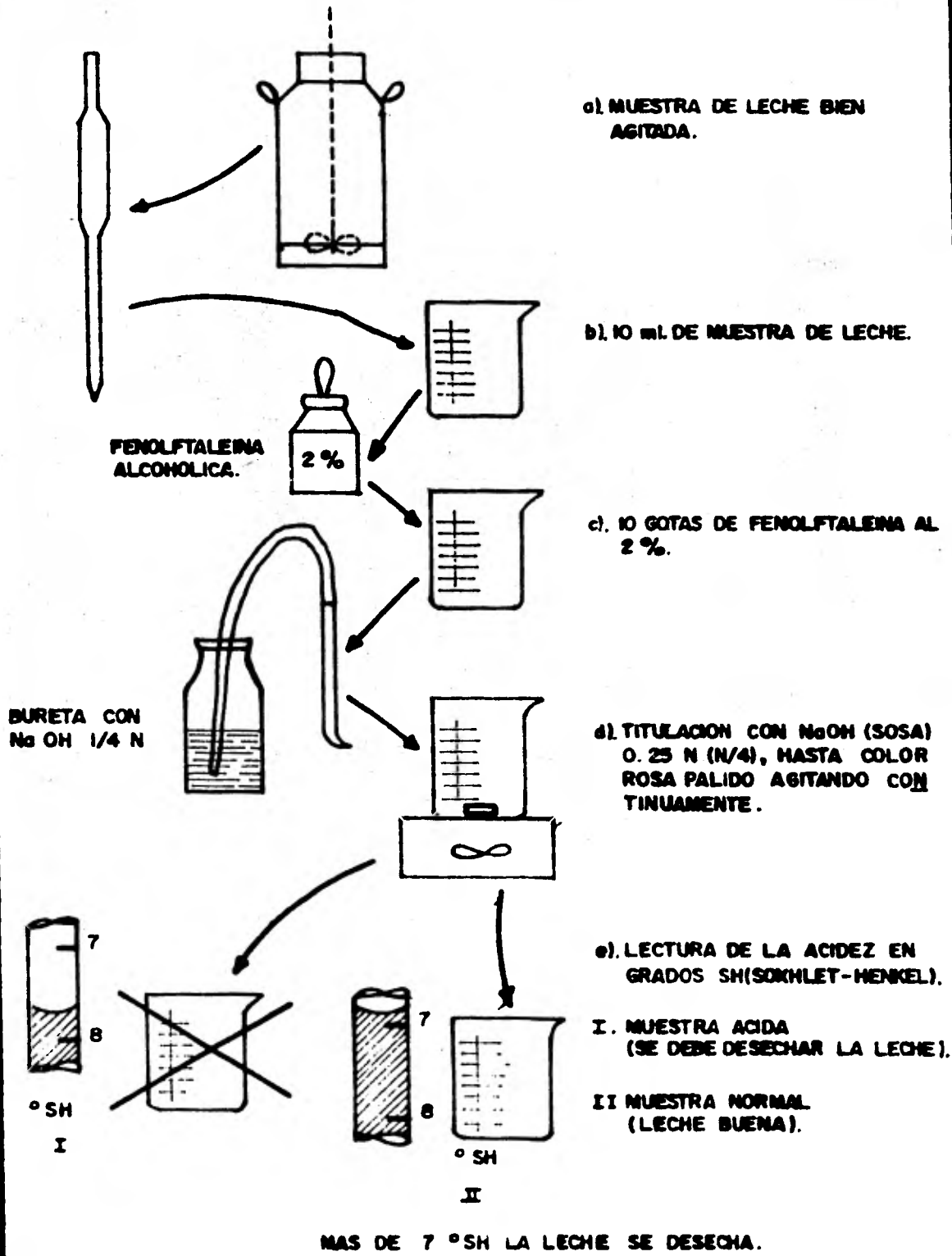
c). SE COLOCA EL TUBO EN EL CRIOSCOPIO, EL CUAL CONSTA DE UN RECIPIENTE METALICO (Termo), DOS AGITADORES MANUALES, UN TERMOMETRO DE PRECISION DIVIDIDO, EL CUAL SE CHECARA DIARIAMENTE CON AGUA BIDESTILADA, UNA CRIOSCOPIA MENOR DE -0.535 DENOTA ADULTERACION CON AGUA.

Fig 2.4

PRUEBA DE CRIOSCOPIA

Tesis Profesional

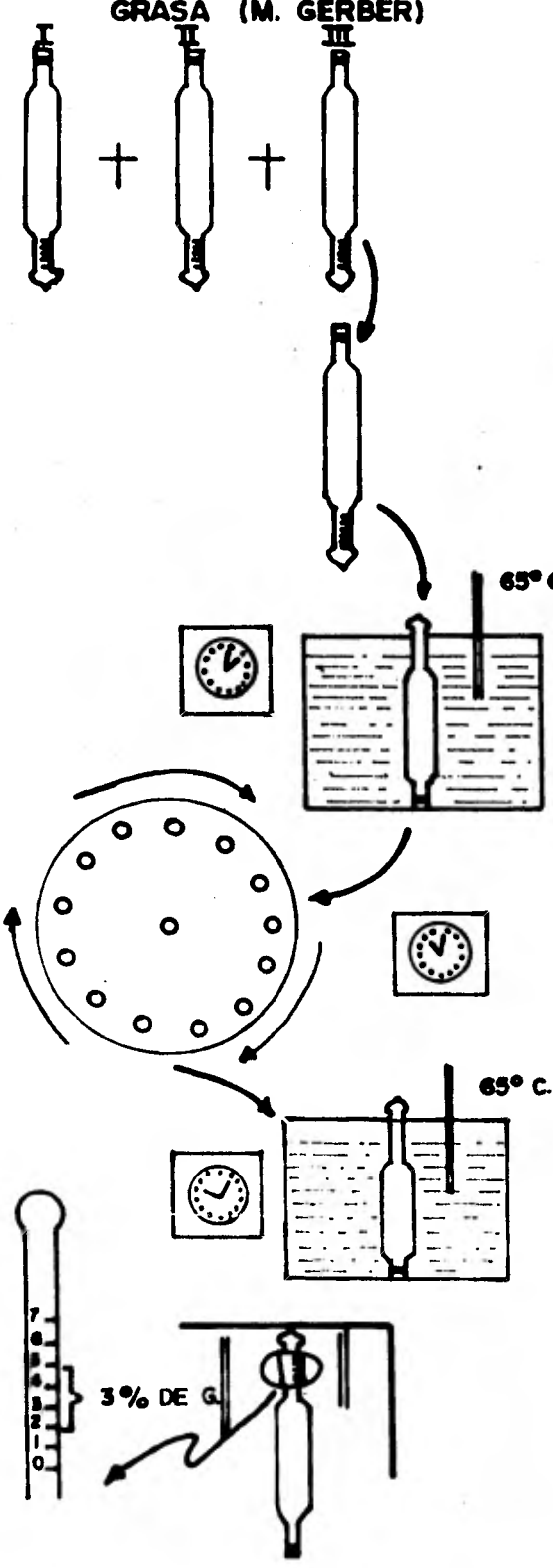
Sérgio A. Gomez Liévano



**Fig. 2.5**

**PRUEBA DE ACIDEZ**

GRASA (M. GERBER)



a). I ACIDO SULFURICO 10 ml, MAS  
II LECHE (MUESTRA) 11 ml, MAS  
III ALCOHOL AMILICO 1 ml. (NO  
SE DEBE ALTERAR EL ORDEN).

b). MEZCLAR PERFECTAMENTE (PROTEGER  
EL BUTIROMETRO CON UN LIENZO).

d). COLOCAR EL BUTIROMETRO EN EL  
BAÑO MARIA (15 min.) (65° C).

d). CENTRIFUGAR 10' a 1 200 RPM.

e). CALENTAR A 65° C DURANTE 5  
MIN. EN BAÑO MARIA.

f). OBSERVAR EN LA ESCALA DEL  
BUTIROMETRO EL % DE GRASA).

Fig. 2.6

PRUEBA DE LA GRASA (GERBER).

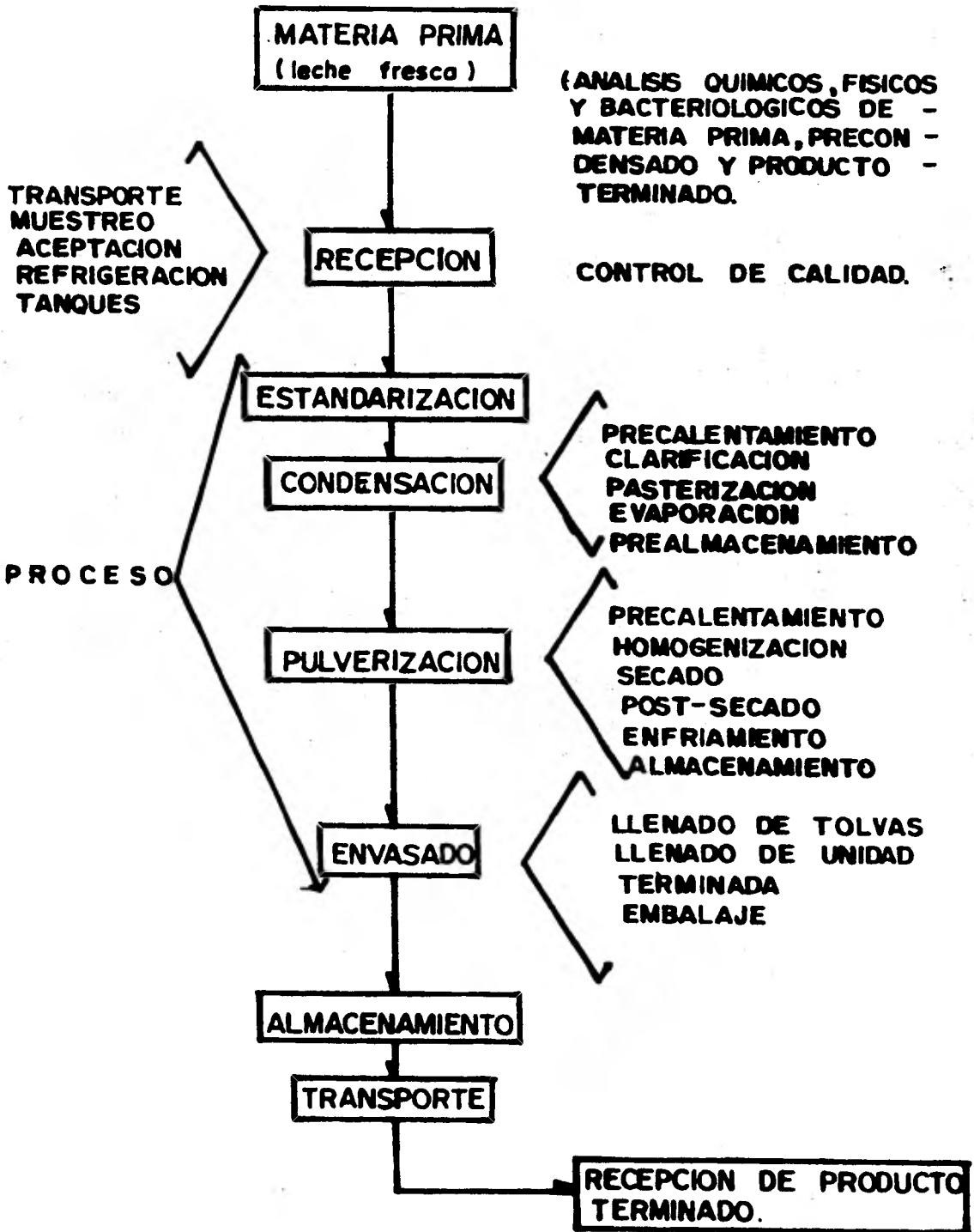


Fig. 3.1

DIAGRAMA DE BLOQUES, DEL CAMINO QUE SIGUE LA -  
MATERIA PRIMA HASTA PRODUCTO TERMINADO.

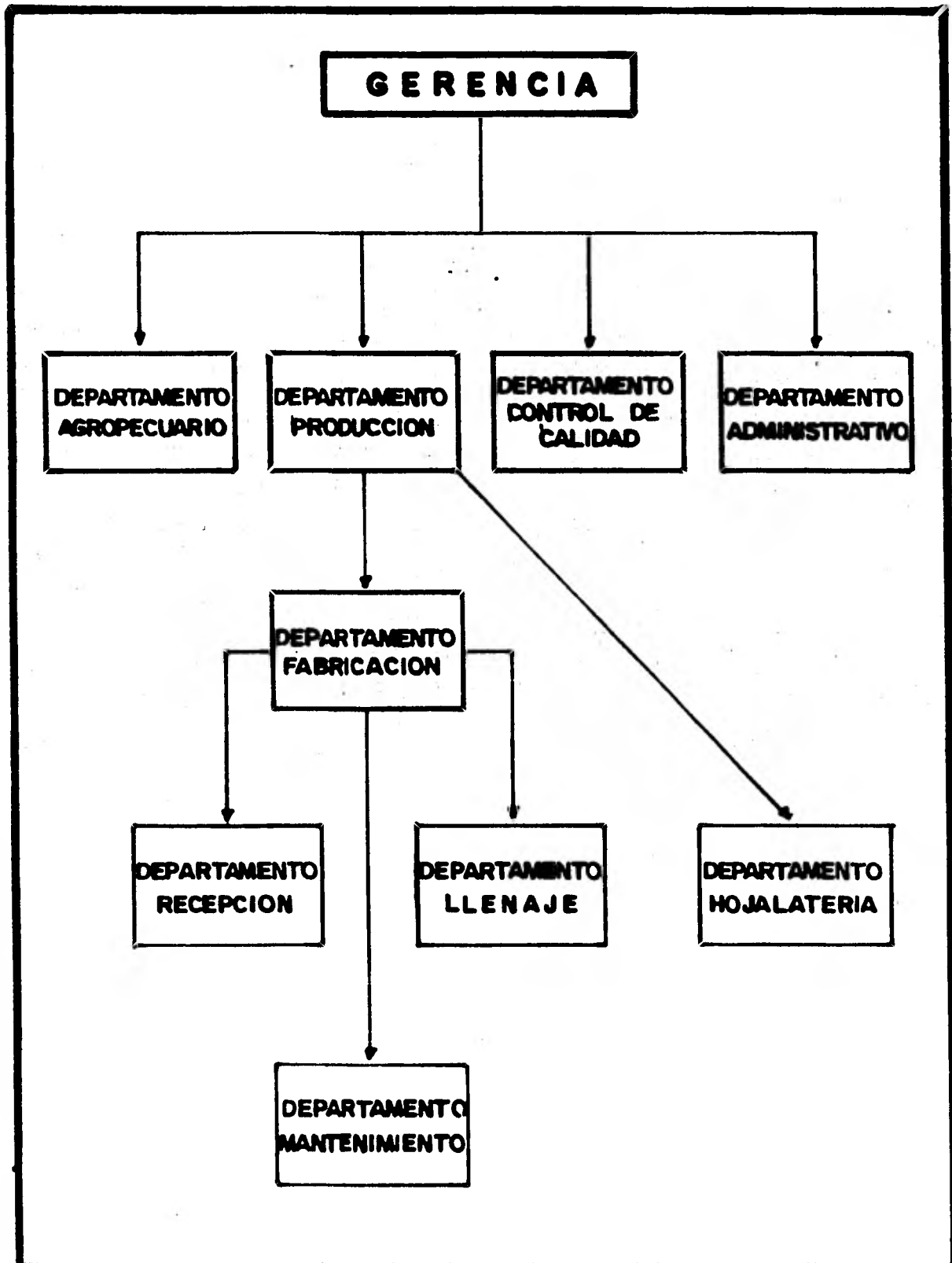


Fig. 3.2

ORGANIGRAMA DE LA PLANTA

Fig. 3.3 UBICACION



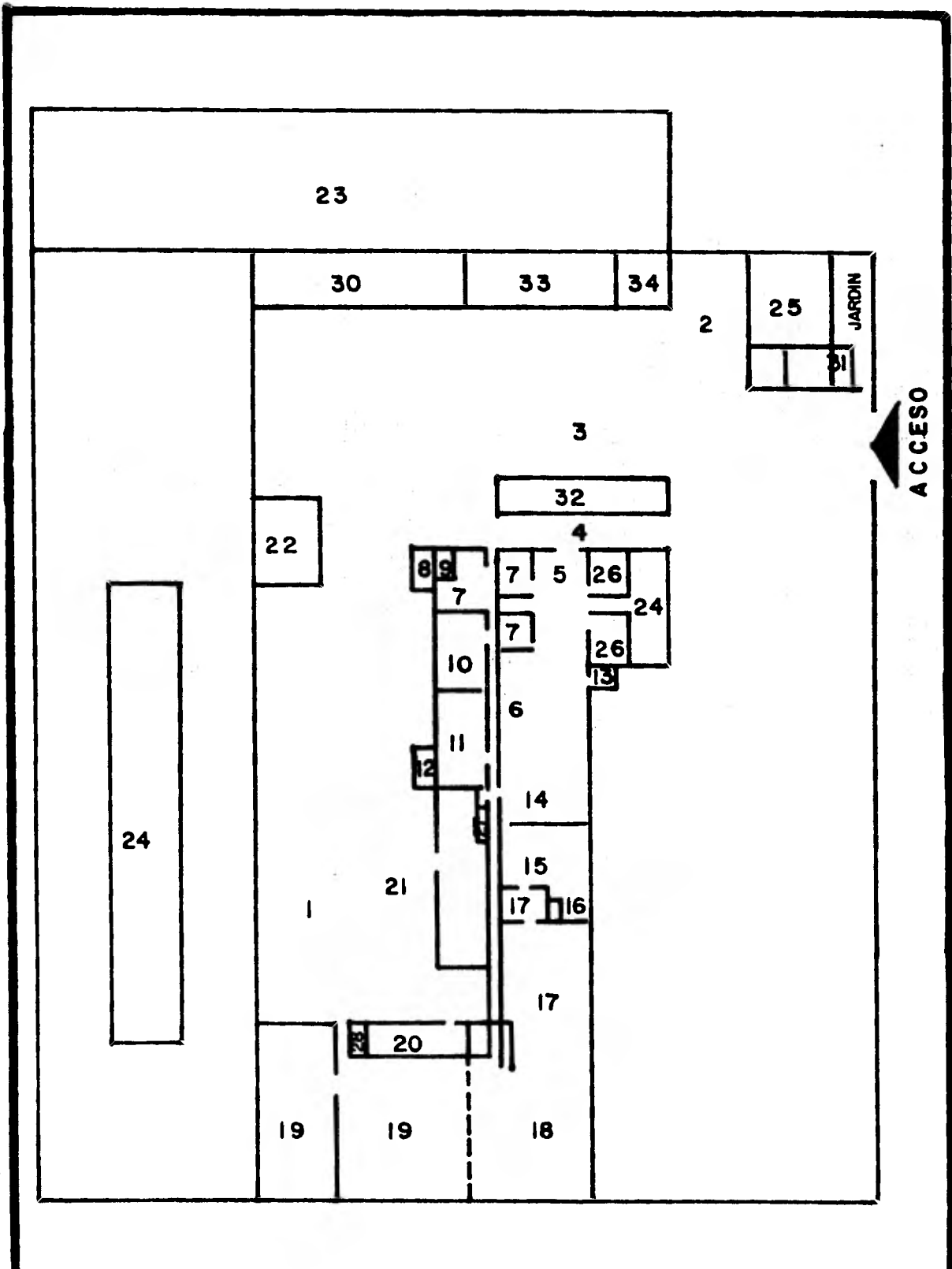


Fig. 3.4

AREAS e INSTALACIONES

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

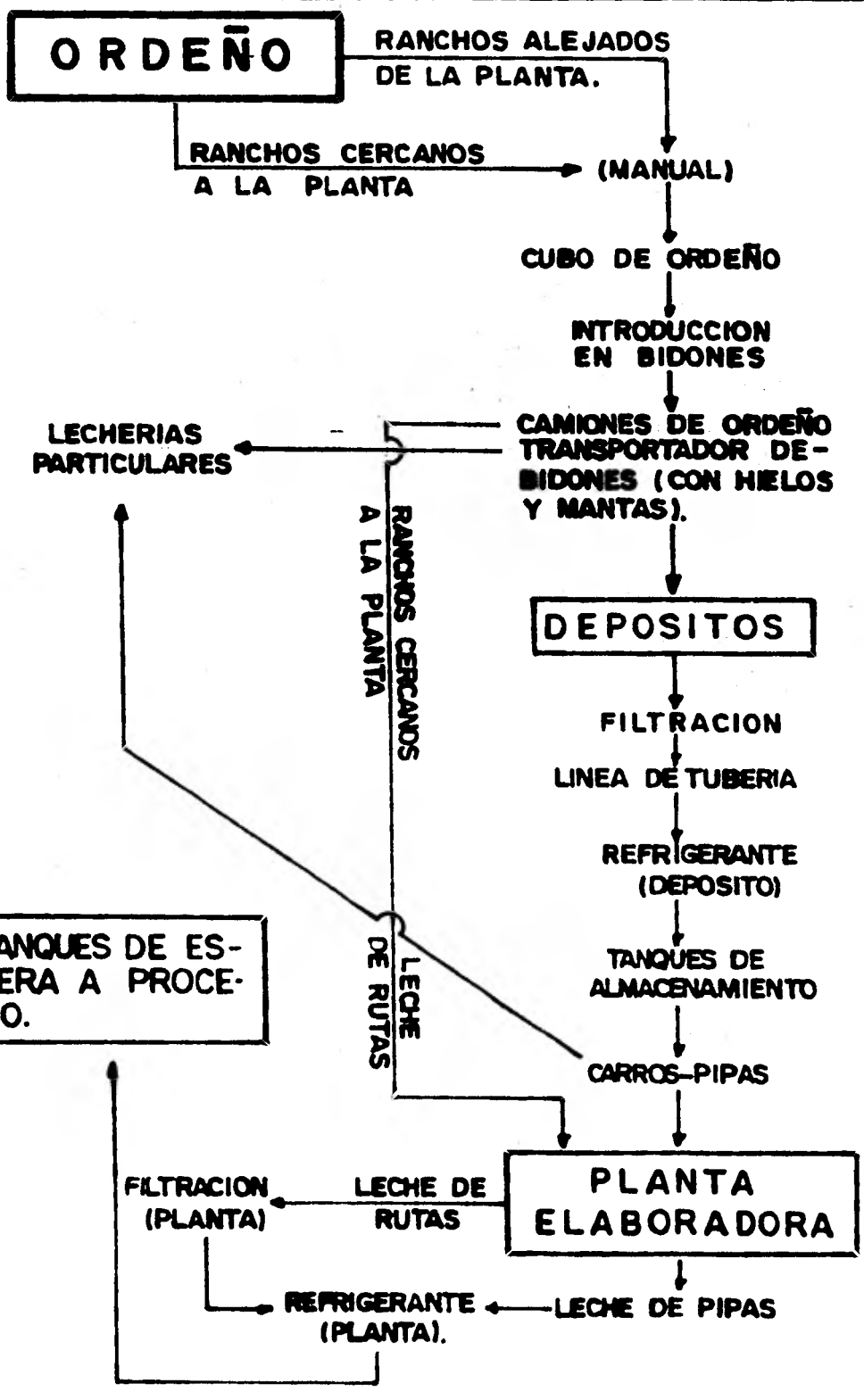


Fig. 3.5

CIRCUITOS DE LA LECHE FRESCA TRAS EL ORDENO EN CHIAPA DE CORZO, CHIS.



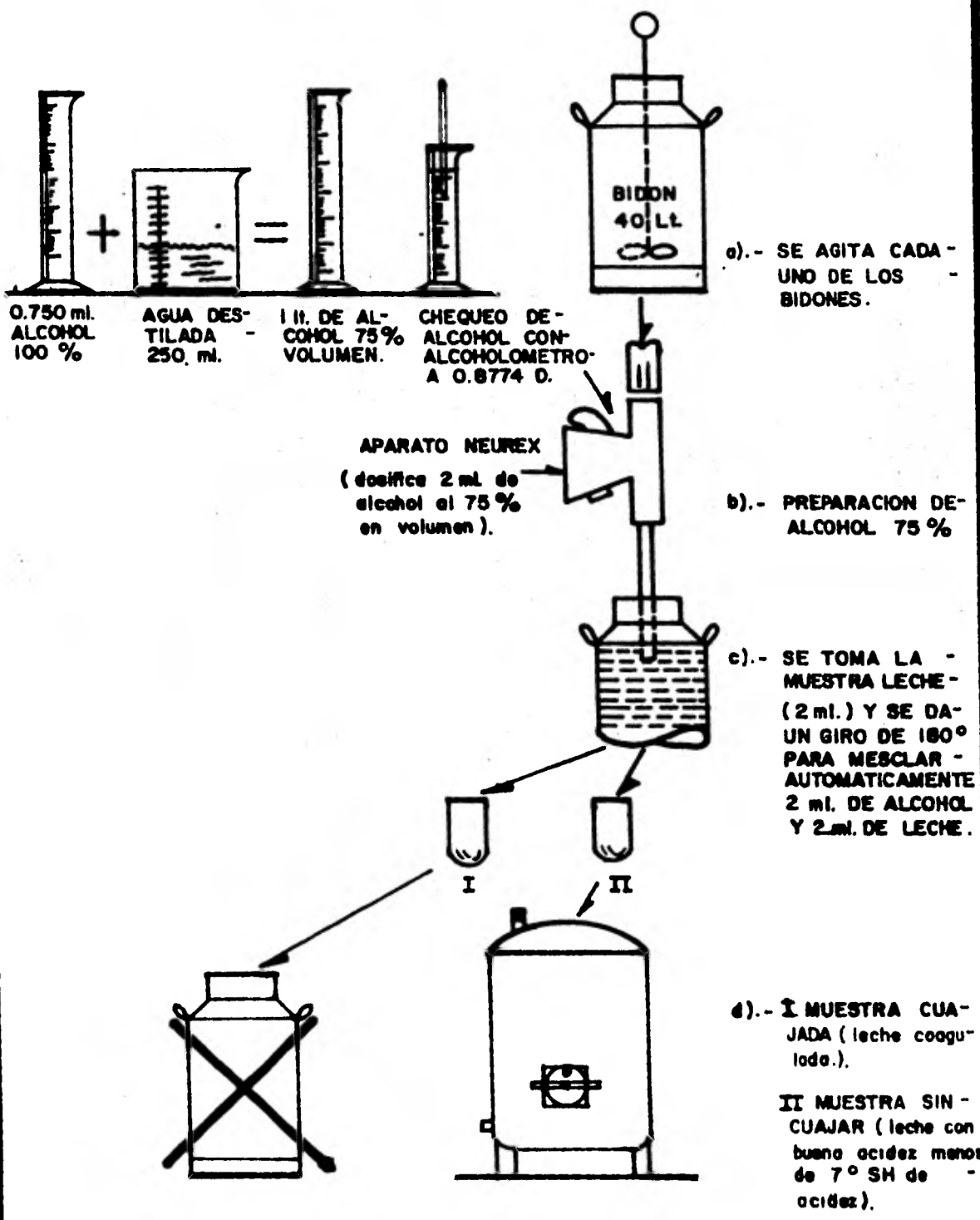
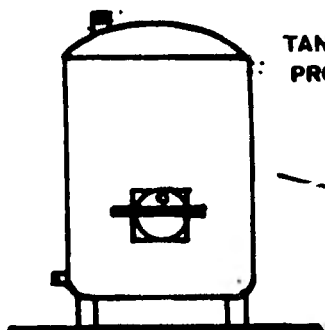


Fig. 3.6

PRUEBA DEL ALCOHOL

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

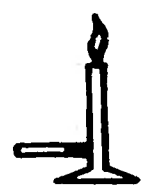


TANQUE CON LECHE PARA PROCESAR 13,000 lts.

( LA PRUEBA DE COCCION SOLO SE HACE A LA LECHE EN FABRICA, QUE ESTA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTOS, CON ACIDEZ DUDOSA ).



a).- 10 ml DE LECHE ( con acidez dudosa ).

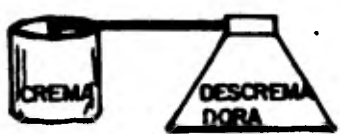


b).- CALENTAR A FUEGO DIRECTO HASTA EBULLICION.

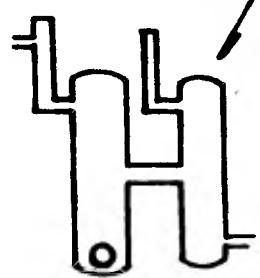


c).- I LECHE COAGULADA, no apta para fabricacion.

II LECHE SIN COAGULAR, apta para fabricacion.



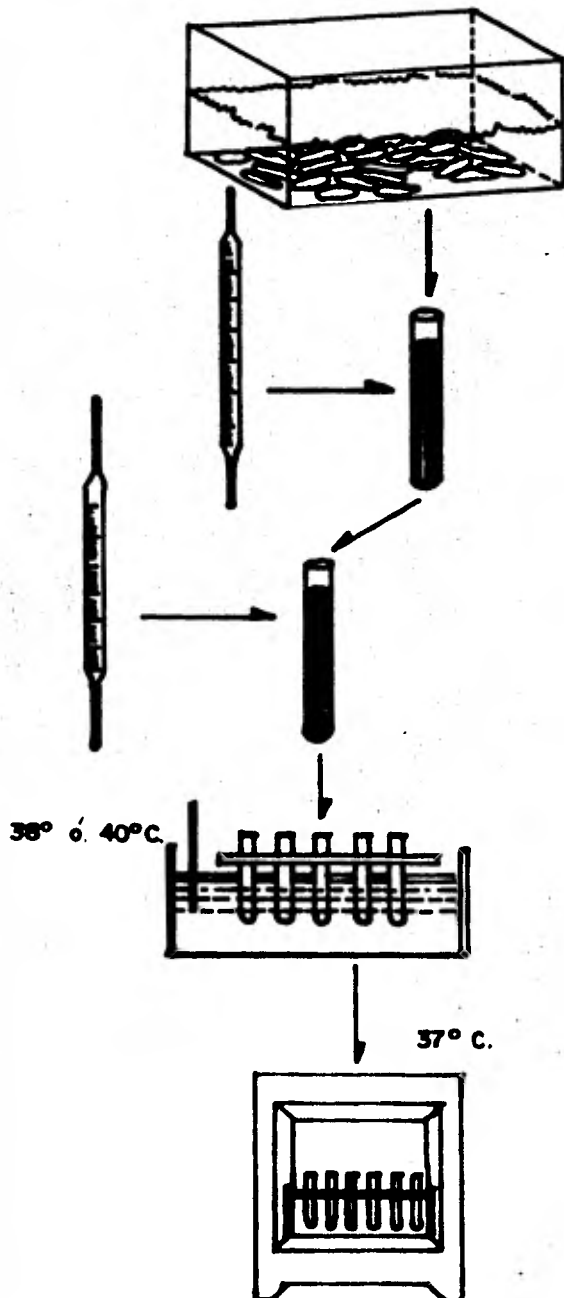
( leche acida se descrema, y el resto se tira ).



EVAPORADOR

( leche buena se introduce a proceso ).

Fig. 3.7 PRUEBA DE COCCION



a). ESTERILIZAR TODO EL MATERIAL DE VIDRIO EN AGUA HIRVIENDO DURANTE UNA HORA.

b). INTRODUCIR ASEPTICAMENTE 20 ml. DE LECHE.

c). AGREGAR 0.5 ml DE AZUL DE METILENO AL 0.05 % TAPAR CON TAPON ESTERIL DE HULE Y AGITAR.

d). METER LAS MUESTRAS EN BAÑO MARÍA 5 min.

e). PONER EN ESTUFA LAS MUESTRAS Y OBSERVAR EL TIEMPO DE DECOLORACION DE LAS 4/5 PARTES INFERIORES DE LAS MUESTRAS, DESPUES - SEGUIR OBSERVANDO LAS MUESTRAS A LAS 12 y 24 HORAS. PARA PRUEBA DE LACTO FERMENTACION.

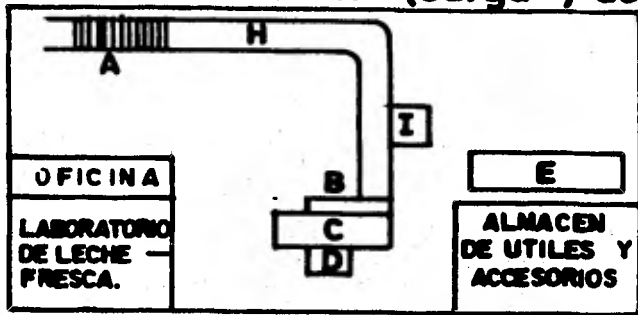
**Fig. 3.8**

**PRUEBA DE LA REDUCTASA**

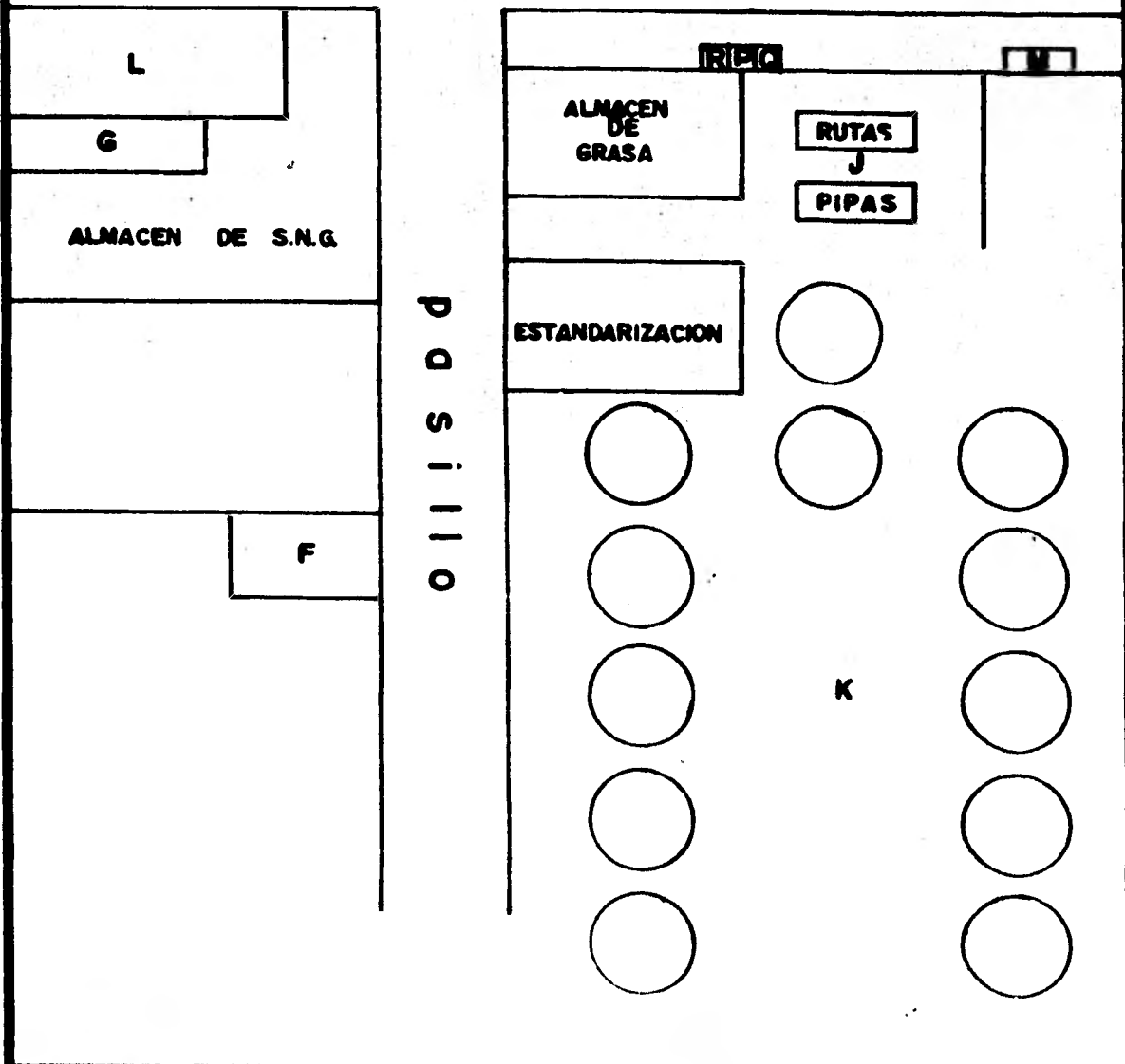
**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**

**AREA DE RUTAS (carga y des.)**



**AREA DE PIPAS (carga y descarga)**



**Fig. 3.9**

**EQUIPOS DE RECEPCION**

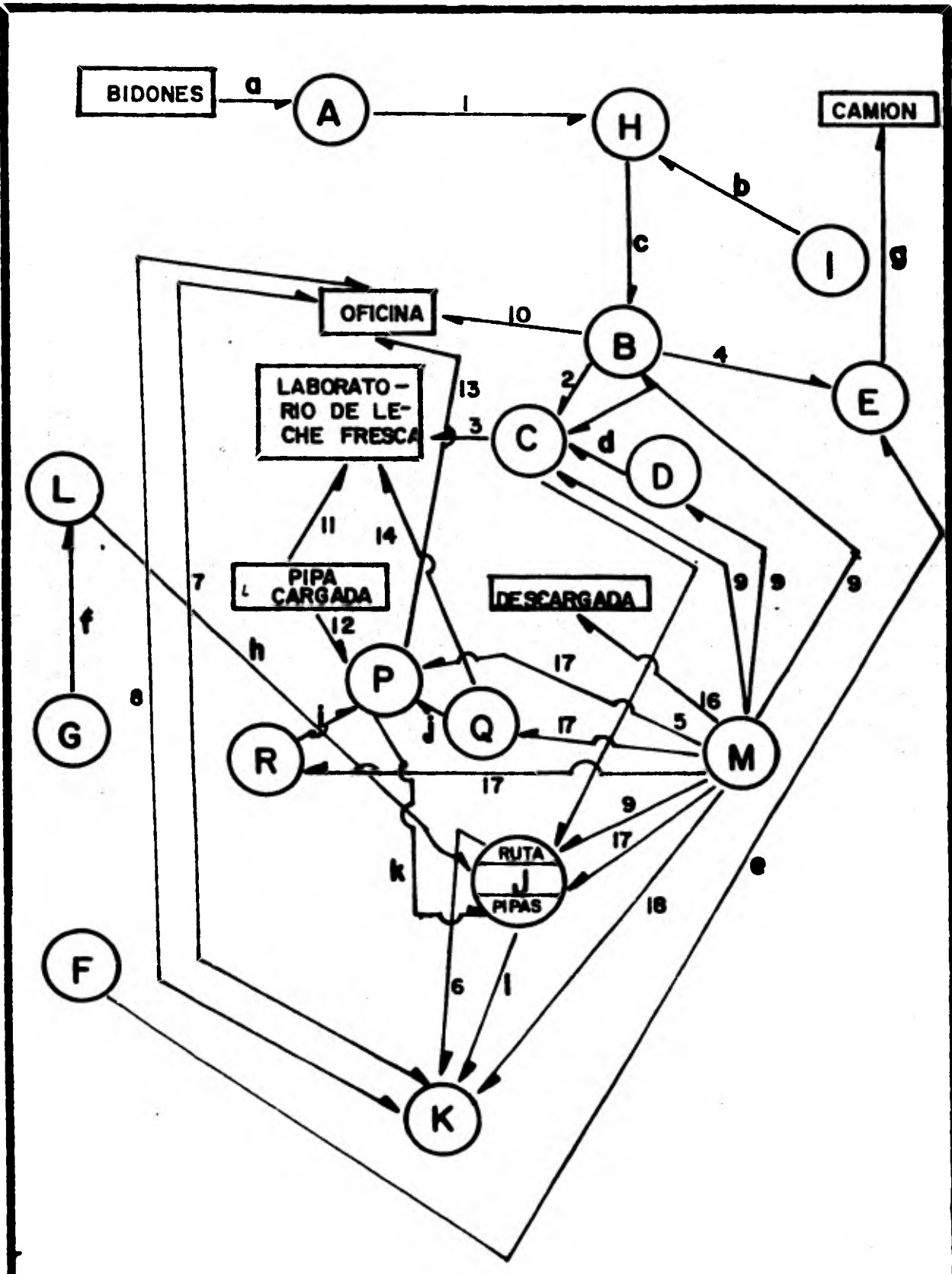
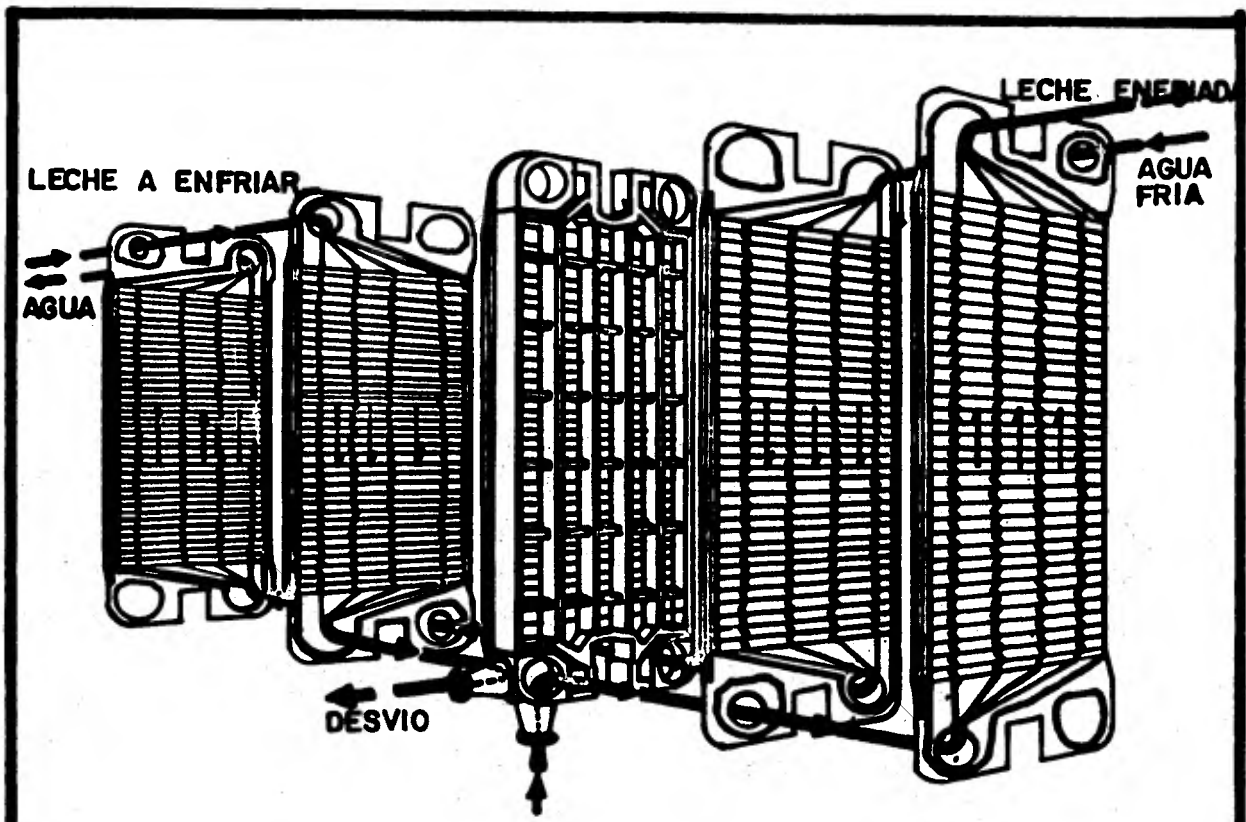
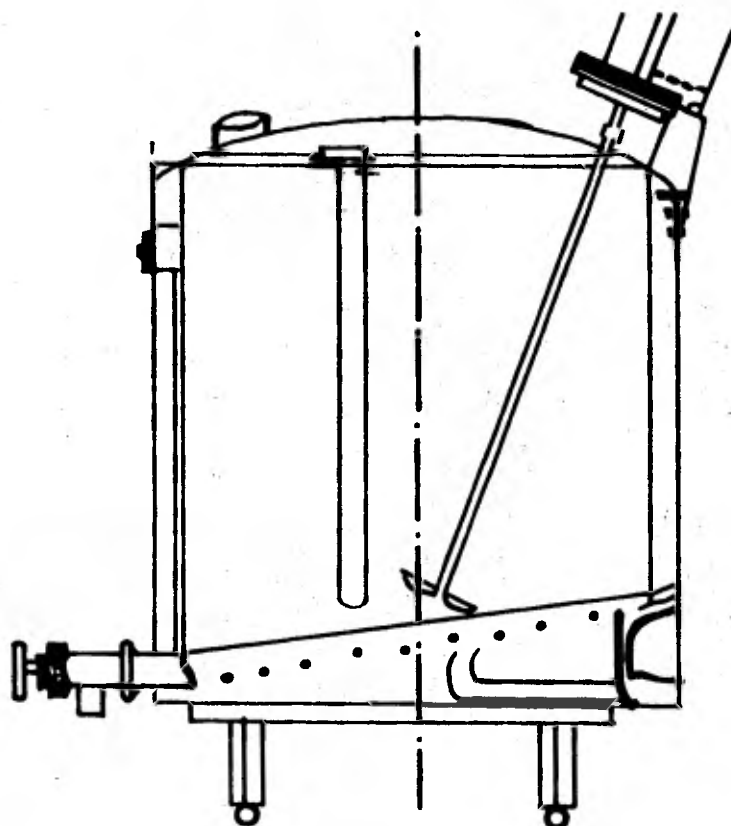


Fig. 3.10 RUTAS DE ACTIVIDADES EN RECEPCION  
Tesis Profesional Sergio A. Gómez Liévano



g. 3.11 ESQUEMA DE CIRCULACION EN UN CAMBIADOR-DE CALOR DE PLACAS.



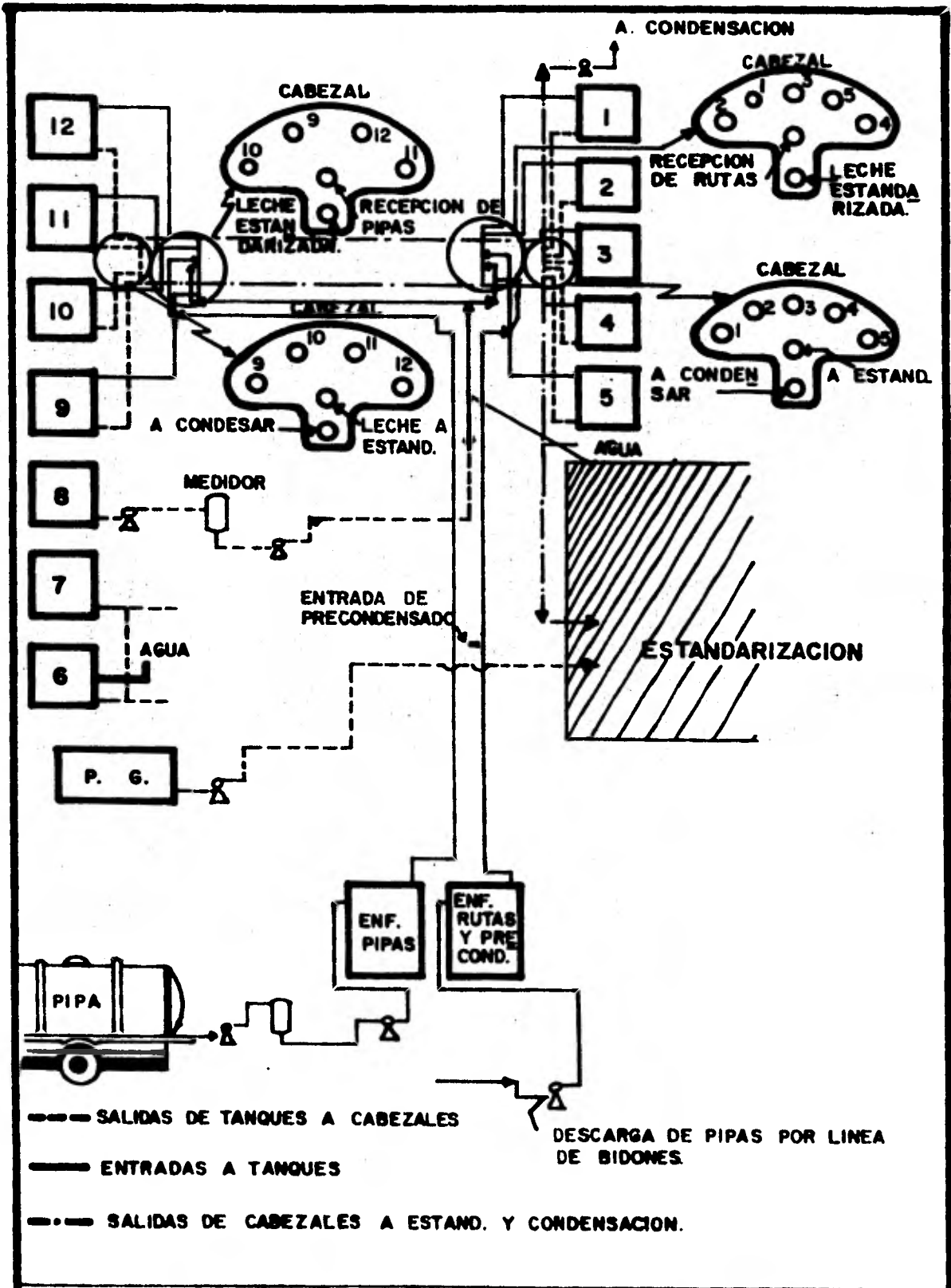
SI SE CONSIDERA LA DURACION DE CONSERVACION EN TANQUE - ISOMETRICO, SE OBSERVA EN GENERAL UNA BUENA ESTABILIDAD HASTA 16 HORAS DE ALMACENAMIENTO PASANDO ESTE TIEMPO LA - LECHE NO DEBE UTILIZARSE MAS QUE CON LA DEBIDA PRUDENCIA PARA SU TRANSFORMACION.

**Fig. 3.12**

CORTE DE UN TANQUE EN RECEPCION DE ACERO INOXIDABLE CON TAPA Y AGITADOR DESMONTABLES.

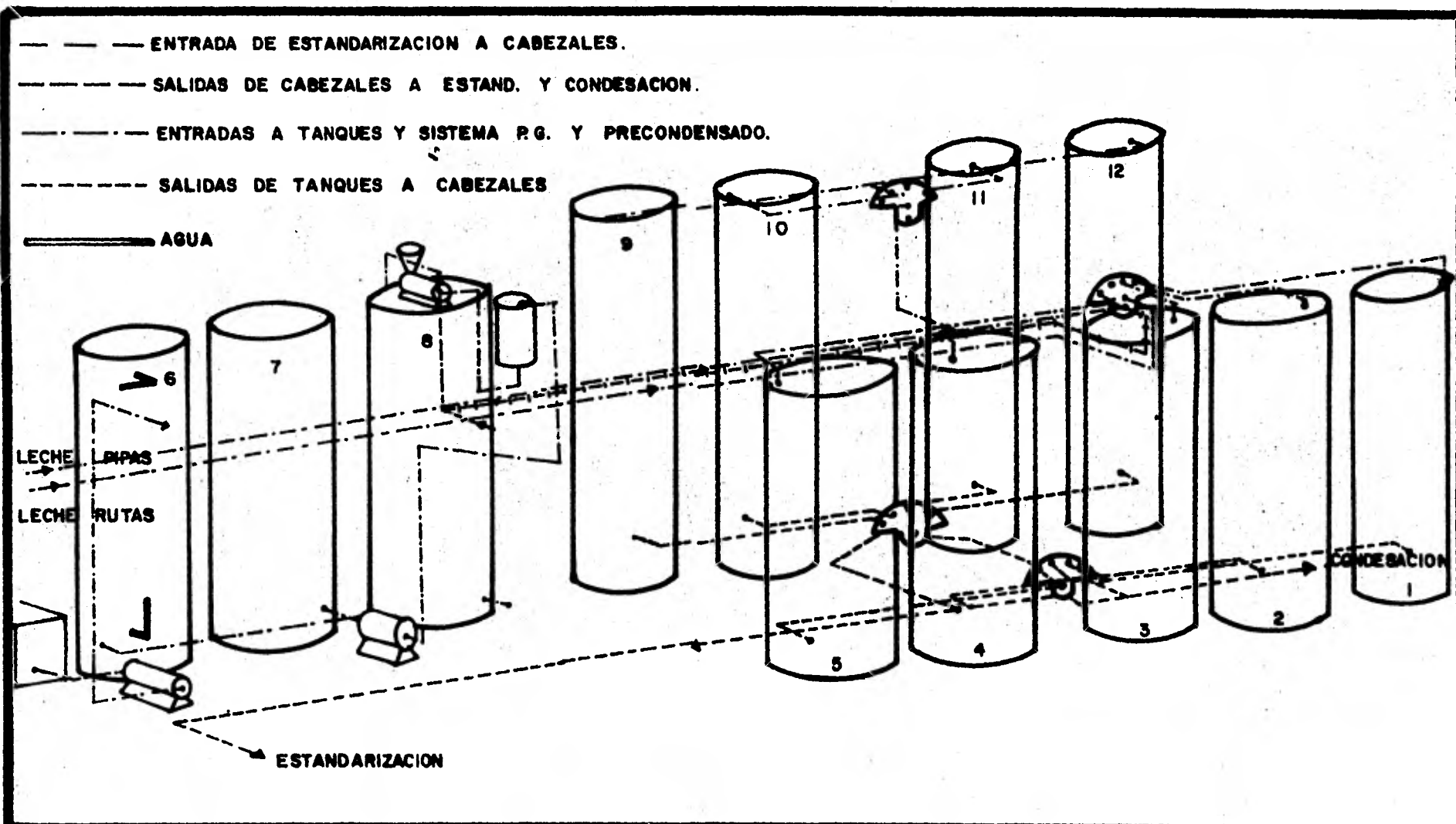
**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**



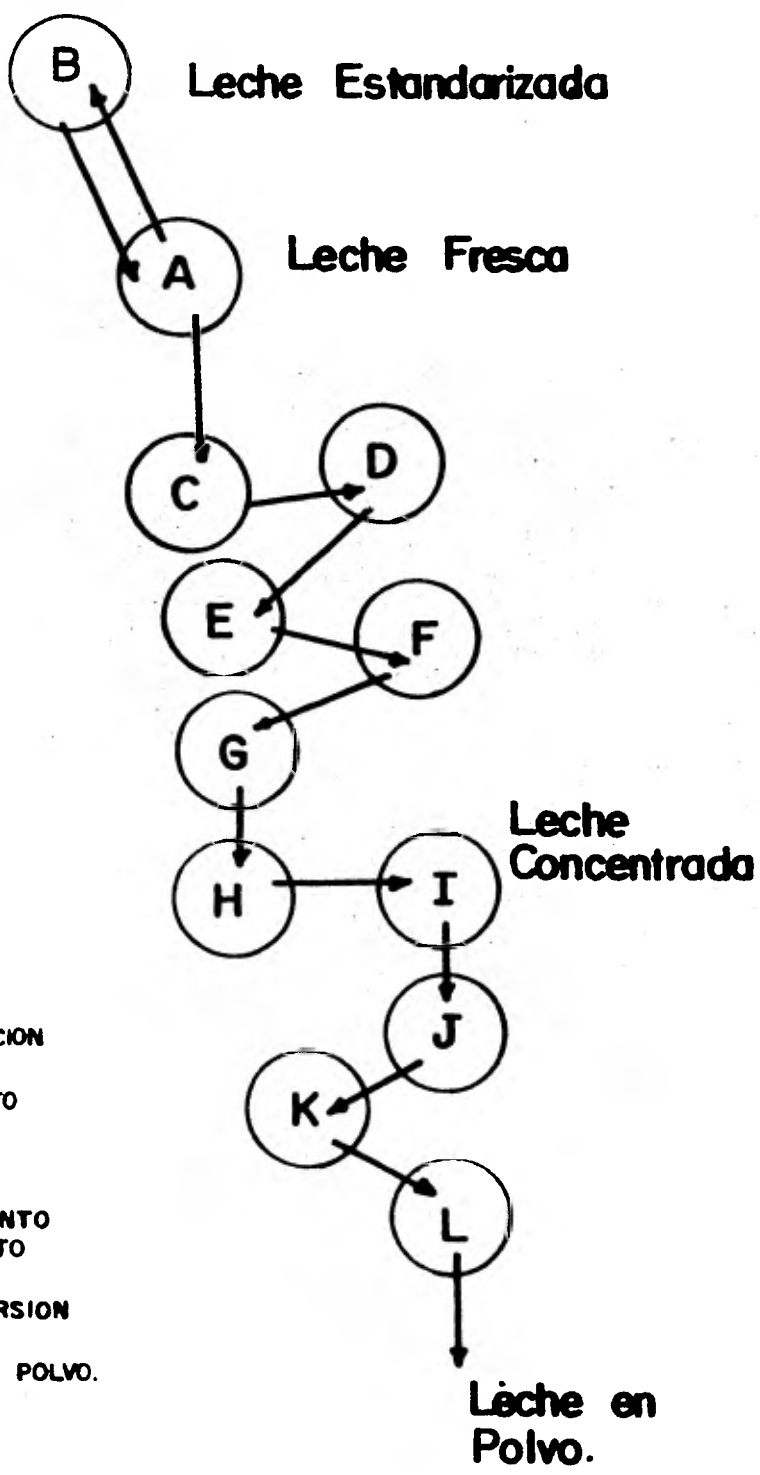
**Fig. 3.13** DIAGRAMA DE TUBERIAS EN LOS TANQUES DE RECEP.  
**Tesis Profesional Sergio A. Gómez Liévano**





**Fig. 3.14** TANQUES DE RECEPCION

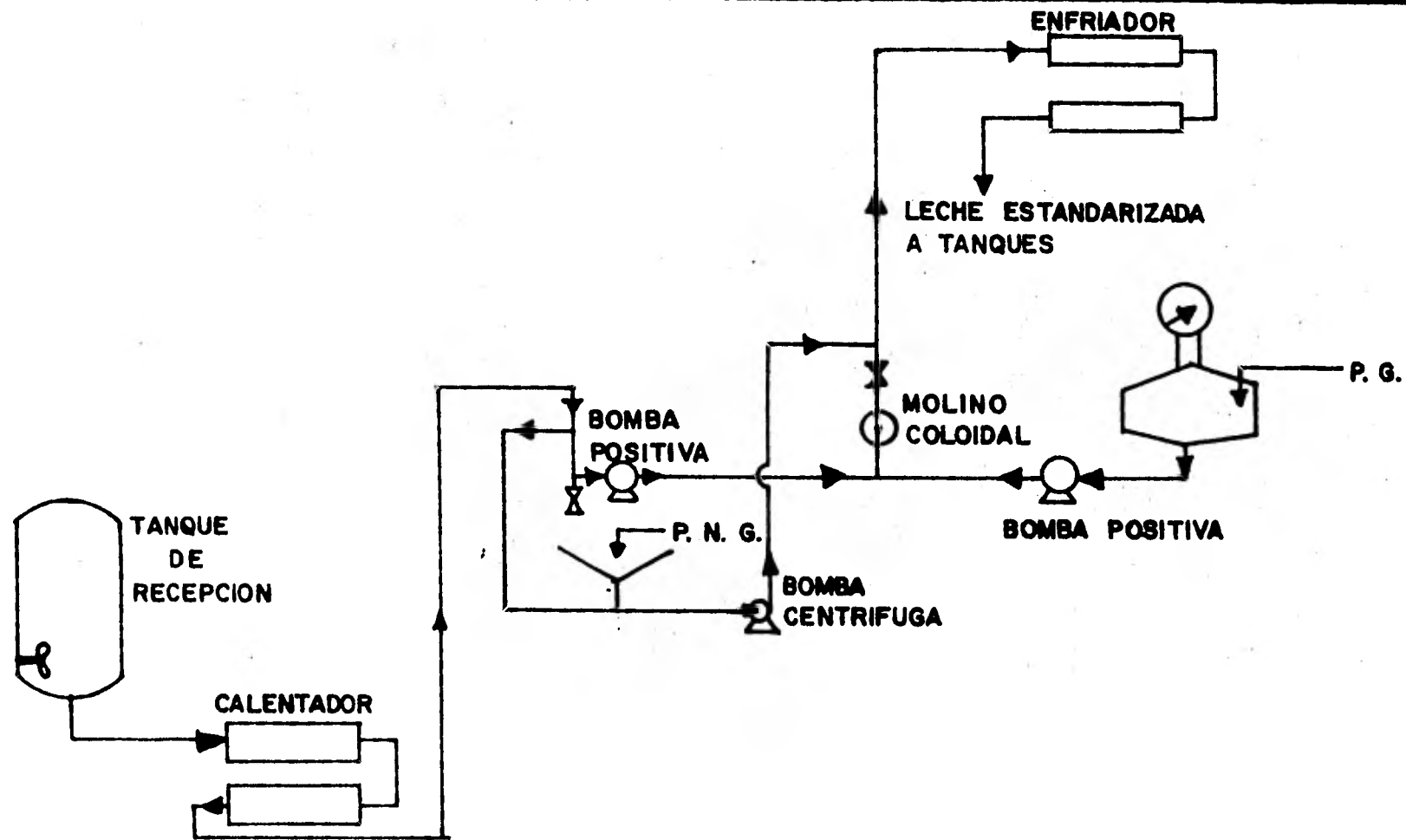
Tesis Profesional Sergio A. Gómez Liévano



- A TANQUES DE RECEPCION
- B ESTANDARIZACION
- C PRE- CALENTAMIENTO
- D CLARIFICACION
- E PASTERIZACION
- F EVAPORACION
- G PRE- ALMACENAMIENTO
- H PRE- CALENTAMIENTO
- I HOMOGENIZACION
- J SECADO POR ASPERSION
- K POST- SECADO
- L ENFRIAMIENTO DEL POLVO.

**Fig. 3.15**

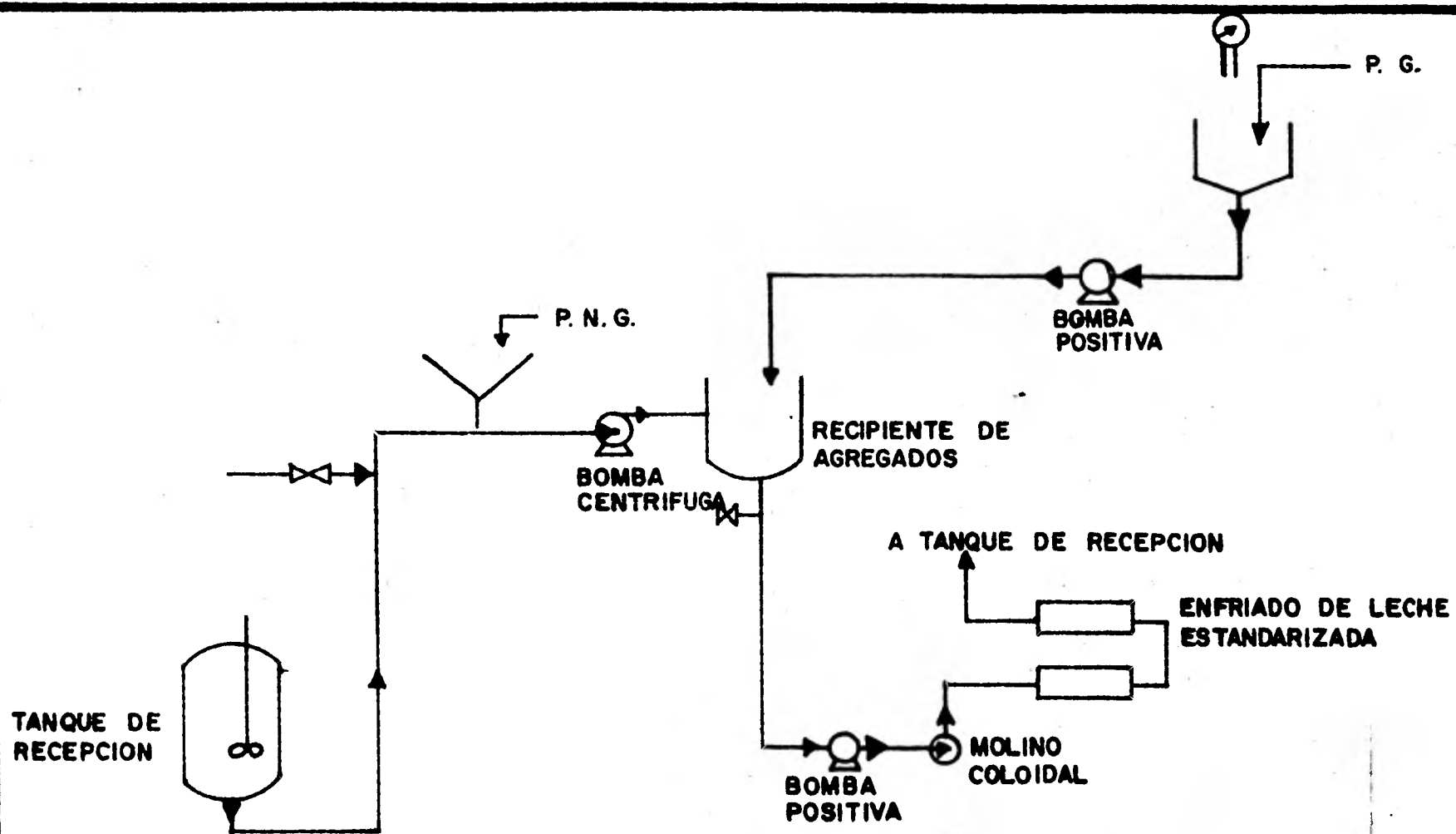
CAMINO QUE SIGUE LA LECHE EN EL PROCESO DE LA LECHE EN POLVO.



**Fig. 3.16 SISTEMA A DE ESTANDARIZACION**

**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**



**Fig. 3.17 SISTEMA B DE ESTANDARIZACION**

**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**

VAPOR VIVO = ms

$P_s = 9 \text{ Kg/cm}^2$

$T_f = 105^\circ \text{C}$

$M_f = 9582 \text{ kg/hr.}$

$ST_f = 0.165$

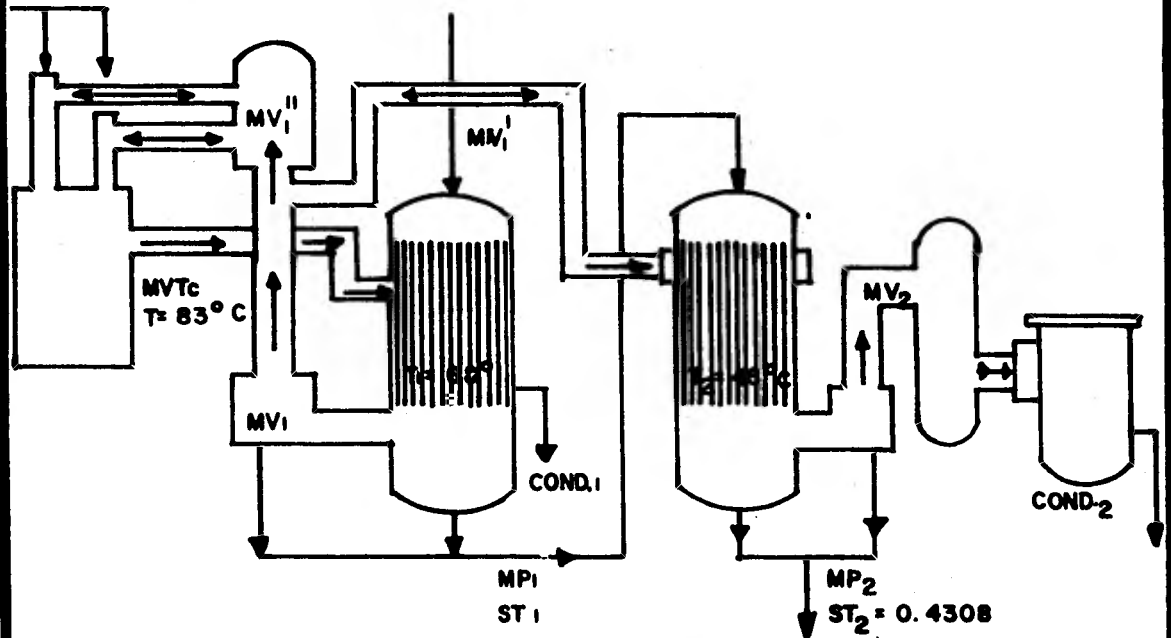


Fig. 3.18

CONDICIONES DE OPERACION

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

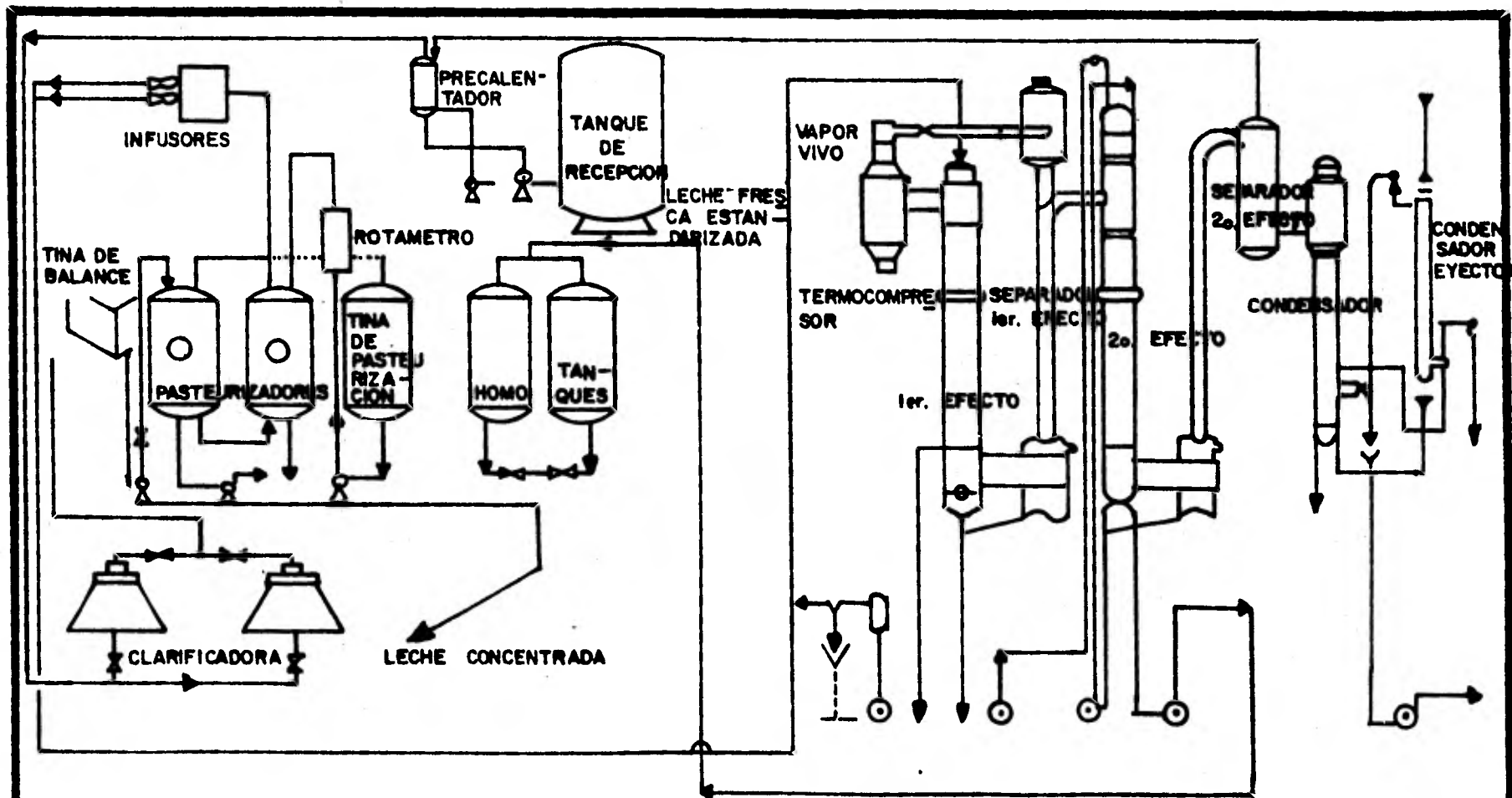
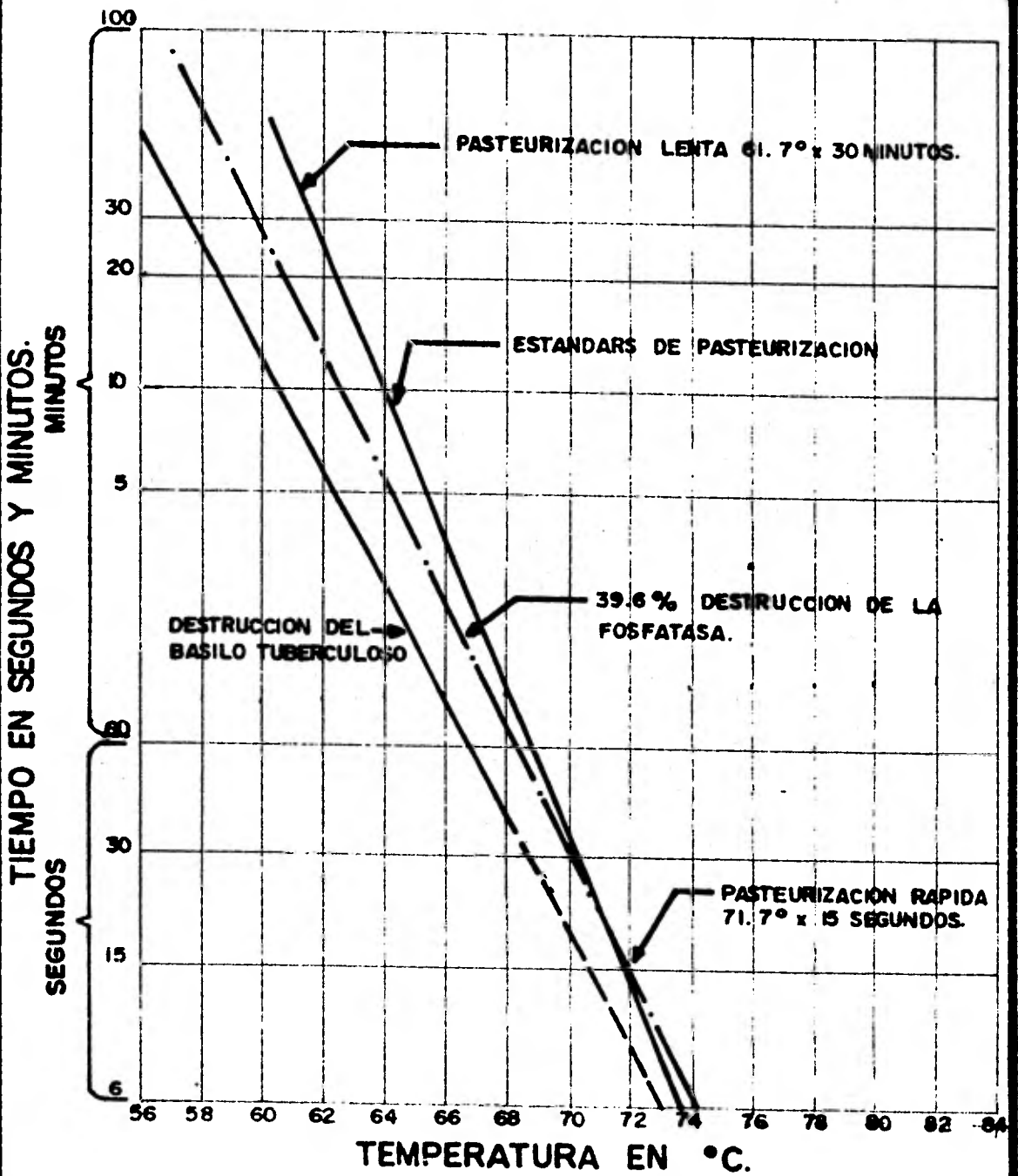


Fig. 3.19 EQUIPO DE CONCENTRACION

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano



DIFERENTES COMBINACIONES TIEMPO - TEMPERATURA DE PASTEURIZACION.

Fig. 3. 20

PASTEURIZACIONES.

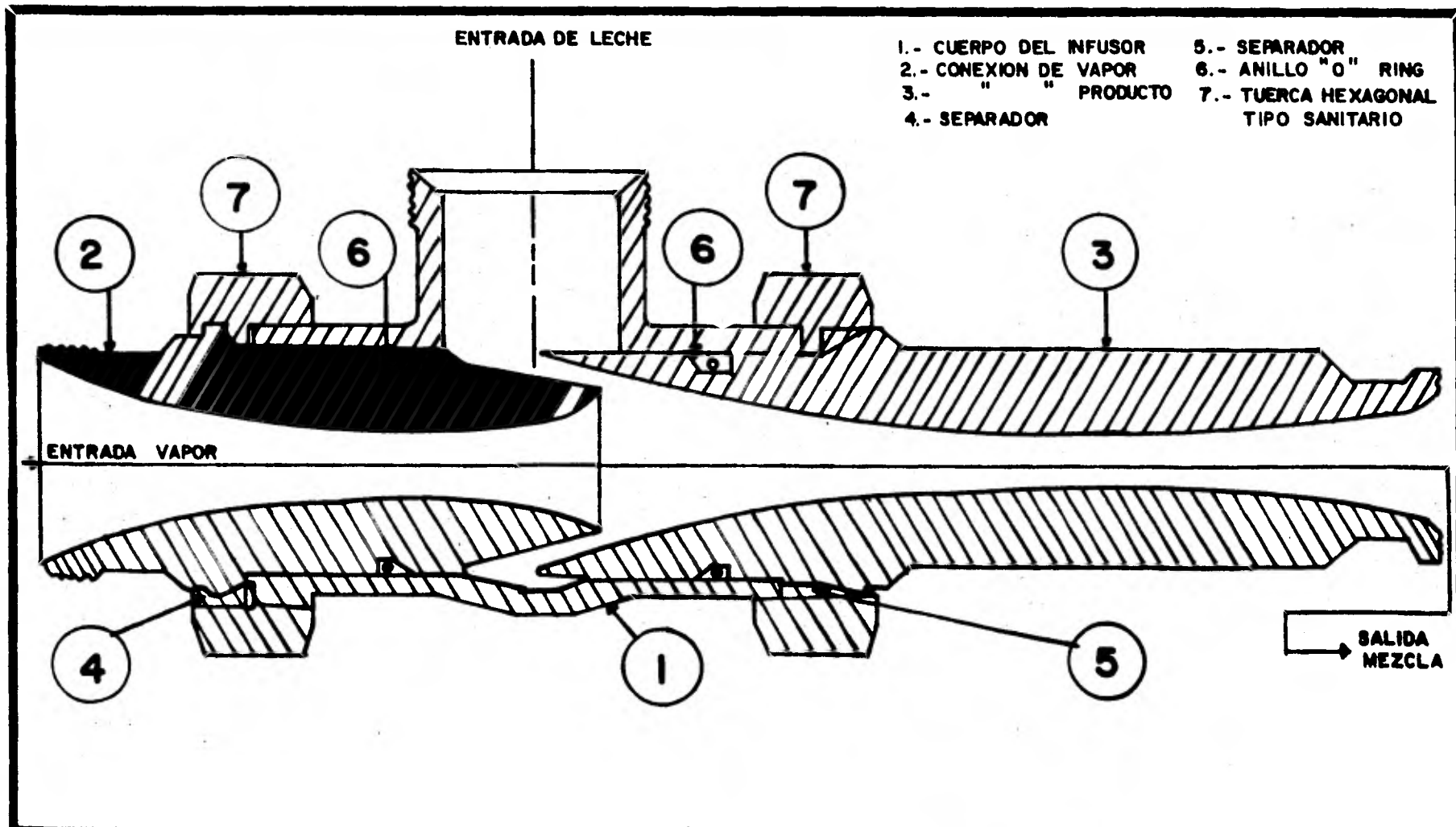


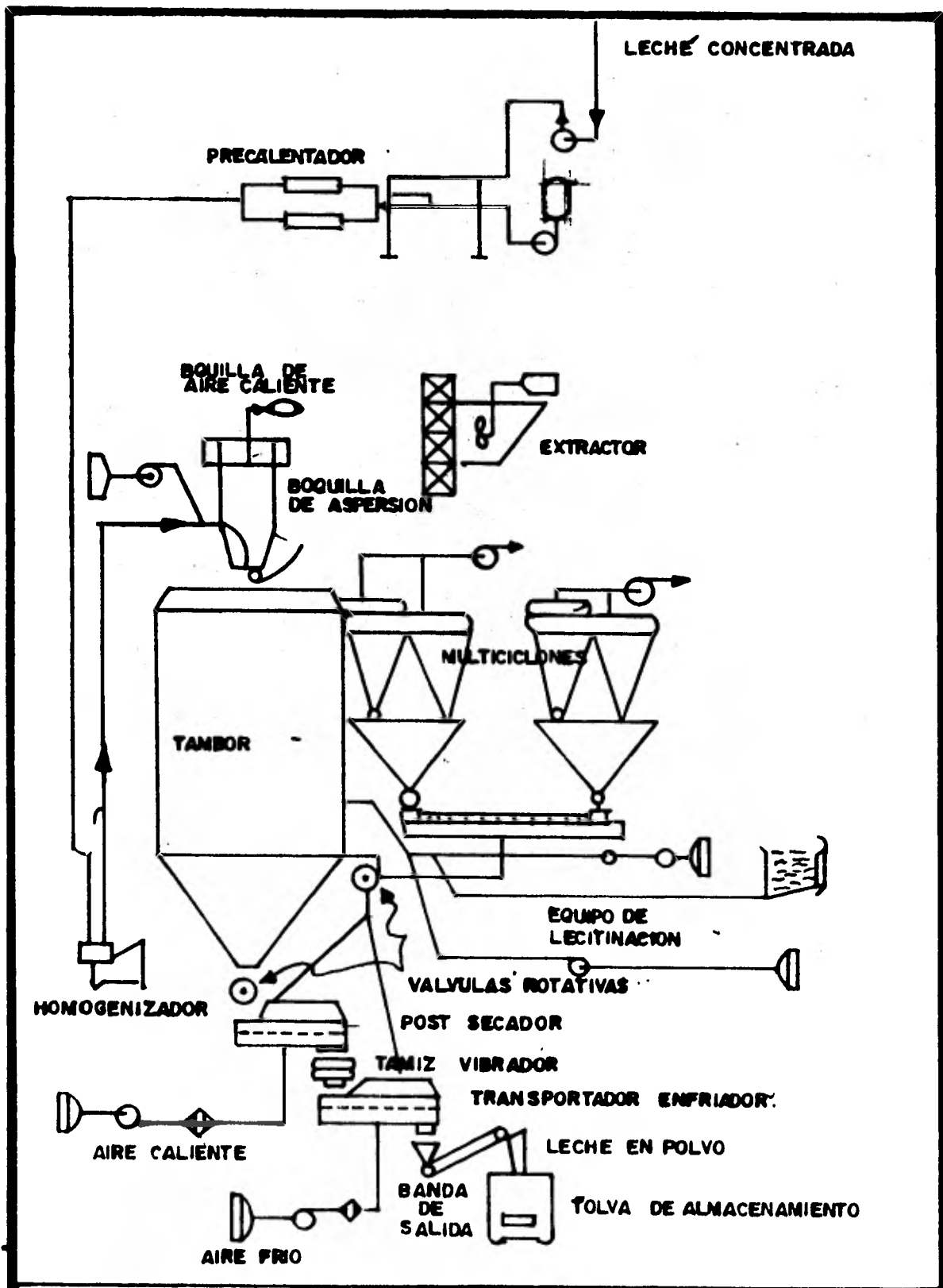
Fig. 3.21

INFUSOR

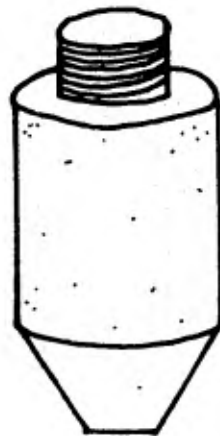
Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano





**Fig. 3.22 OPERACION DE PULVERACION. EQUIPO**



TOBERA

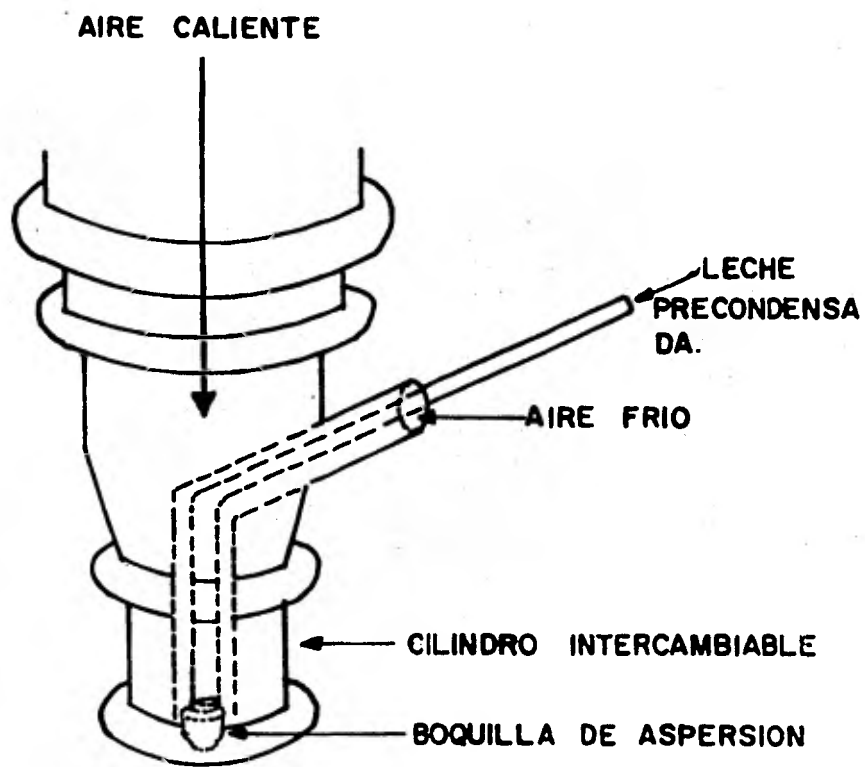


ROTOR

ORIFICIO

Fig. 3.23

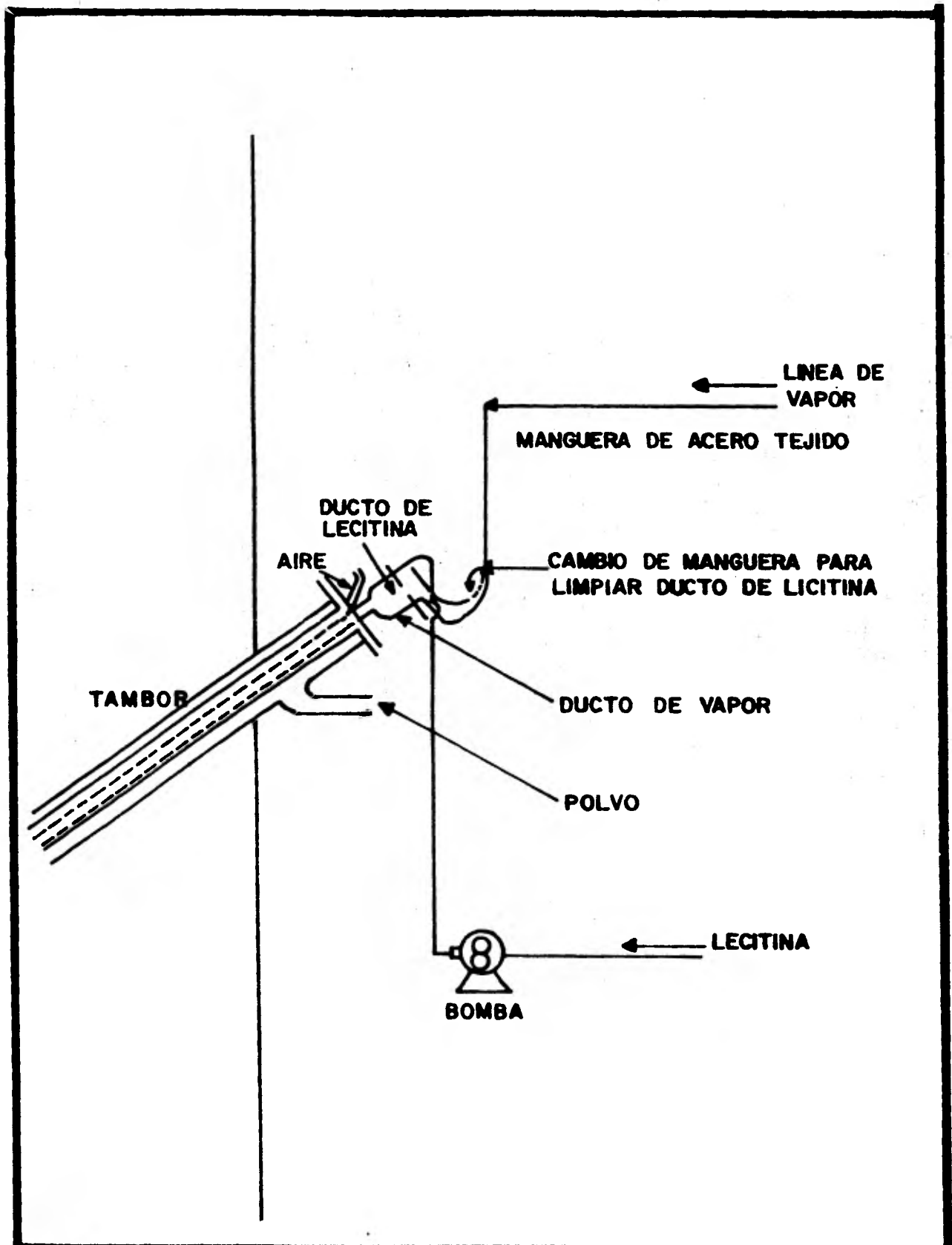
BOQUILLA DE PRECONDENSADO



**Fig. 3.24** BOQUILLA DE AIRE CALIENTE

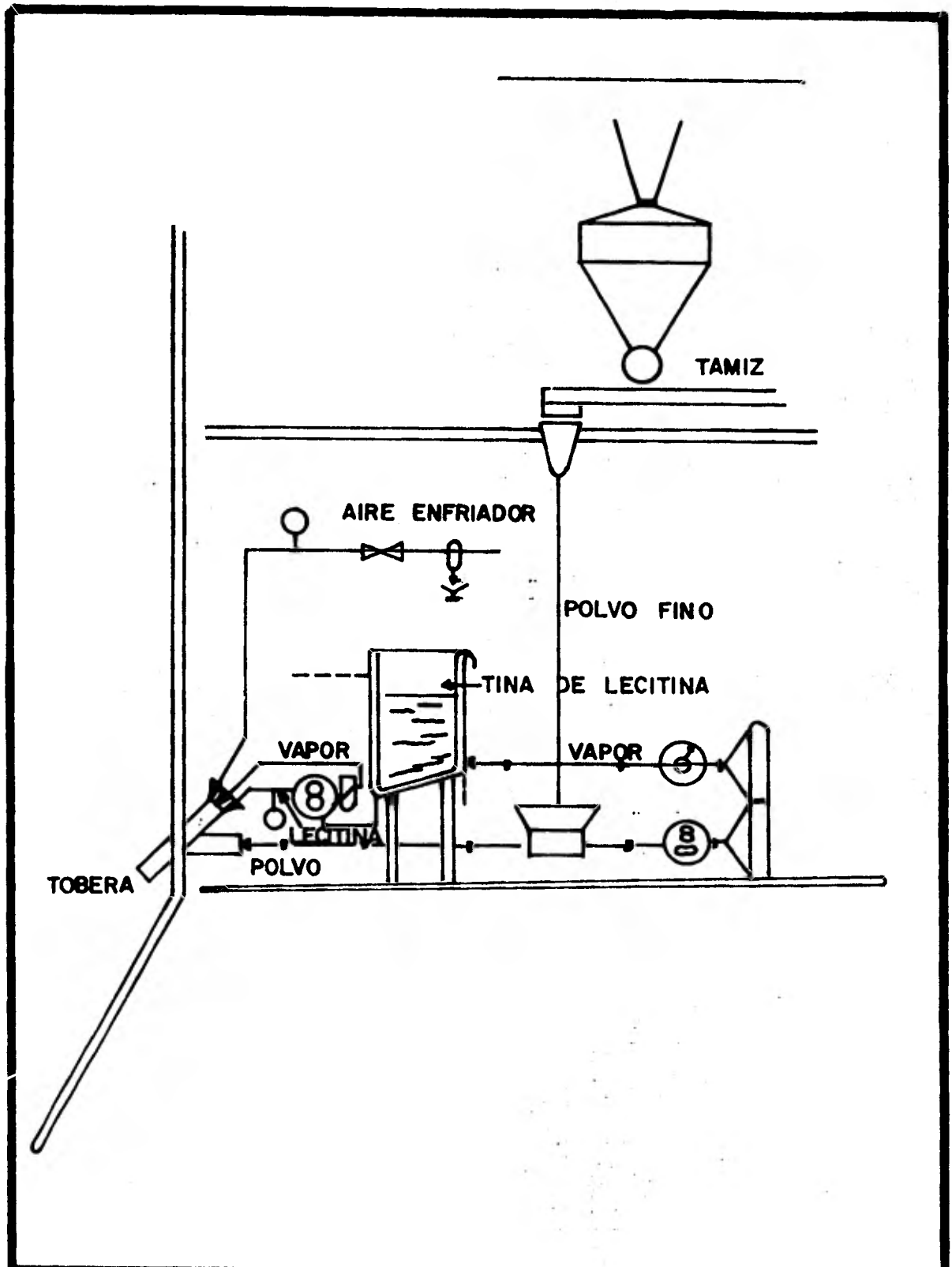
Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano



**Fig. 3.25**

**TOBERA INYECTORA DE LECITINA**



BIBLIOTECA CENTRAL

Fig. 3. 26

EQUIPO DE LECITINACION

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

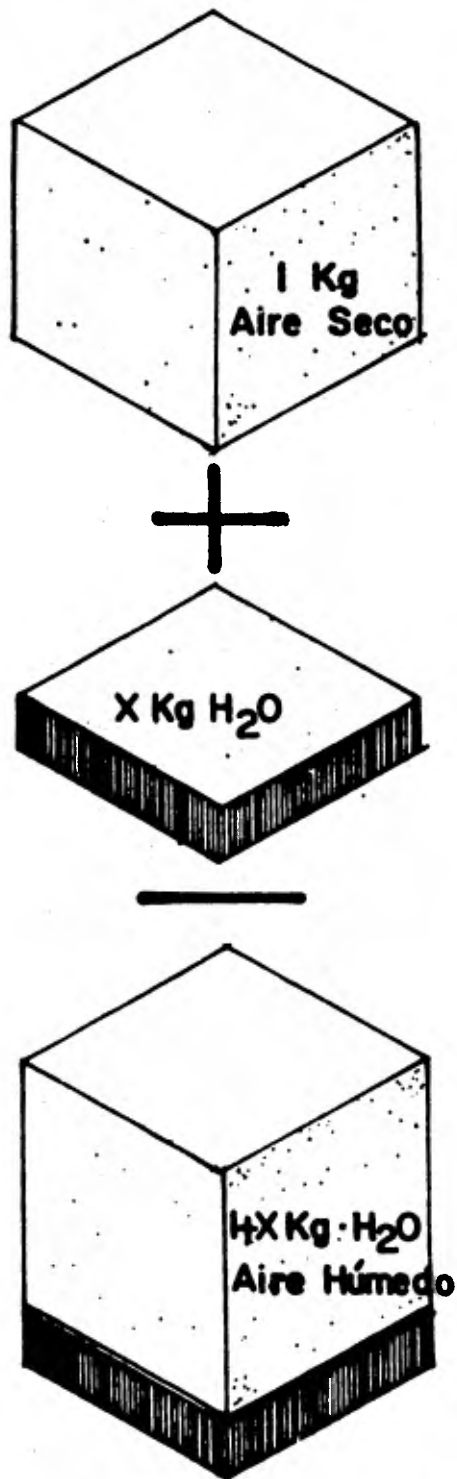


Fig. 3.27

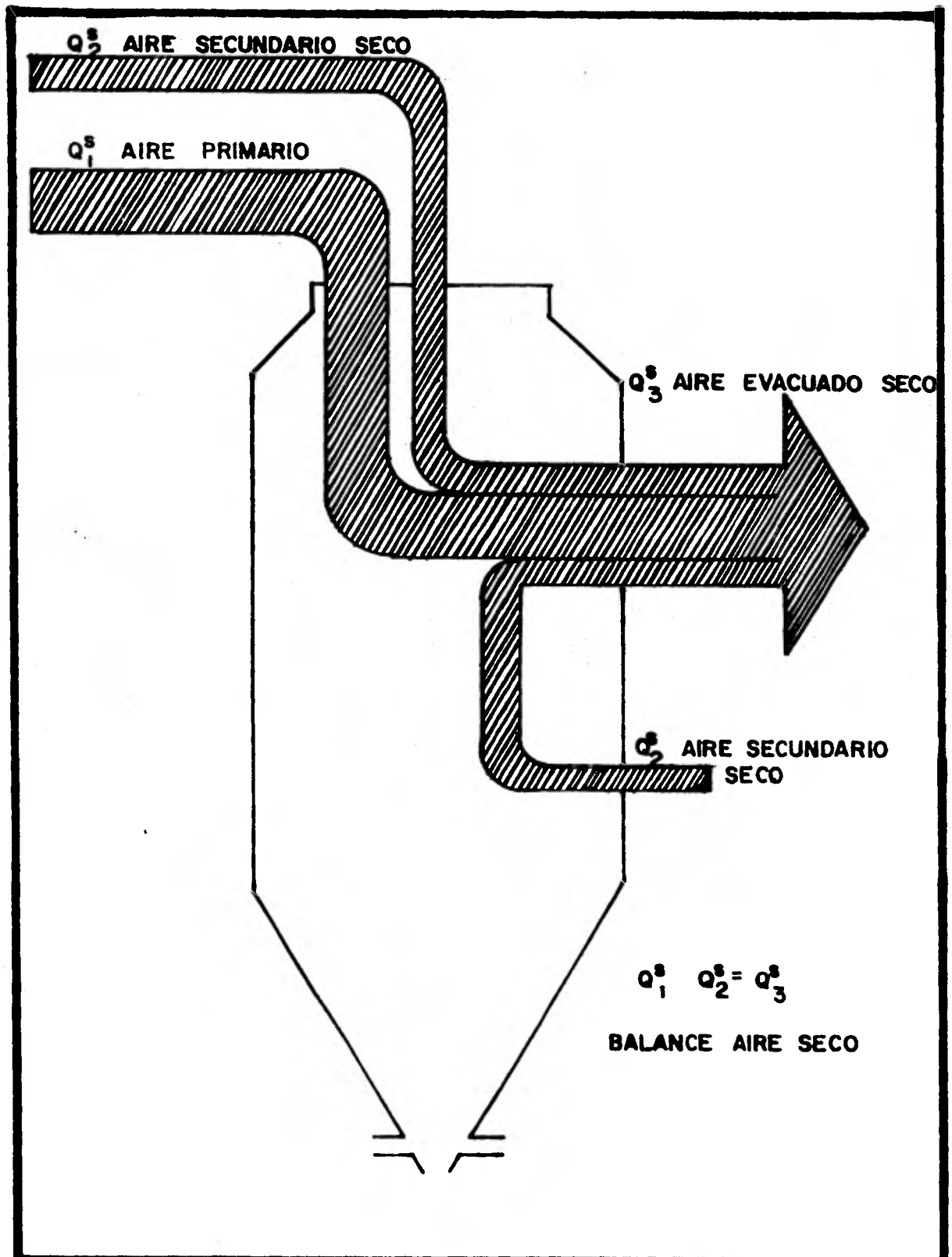


Fig. 3.28

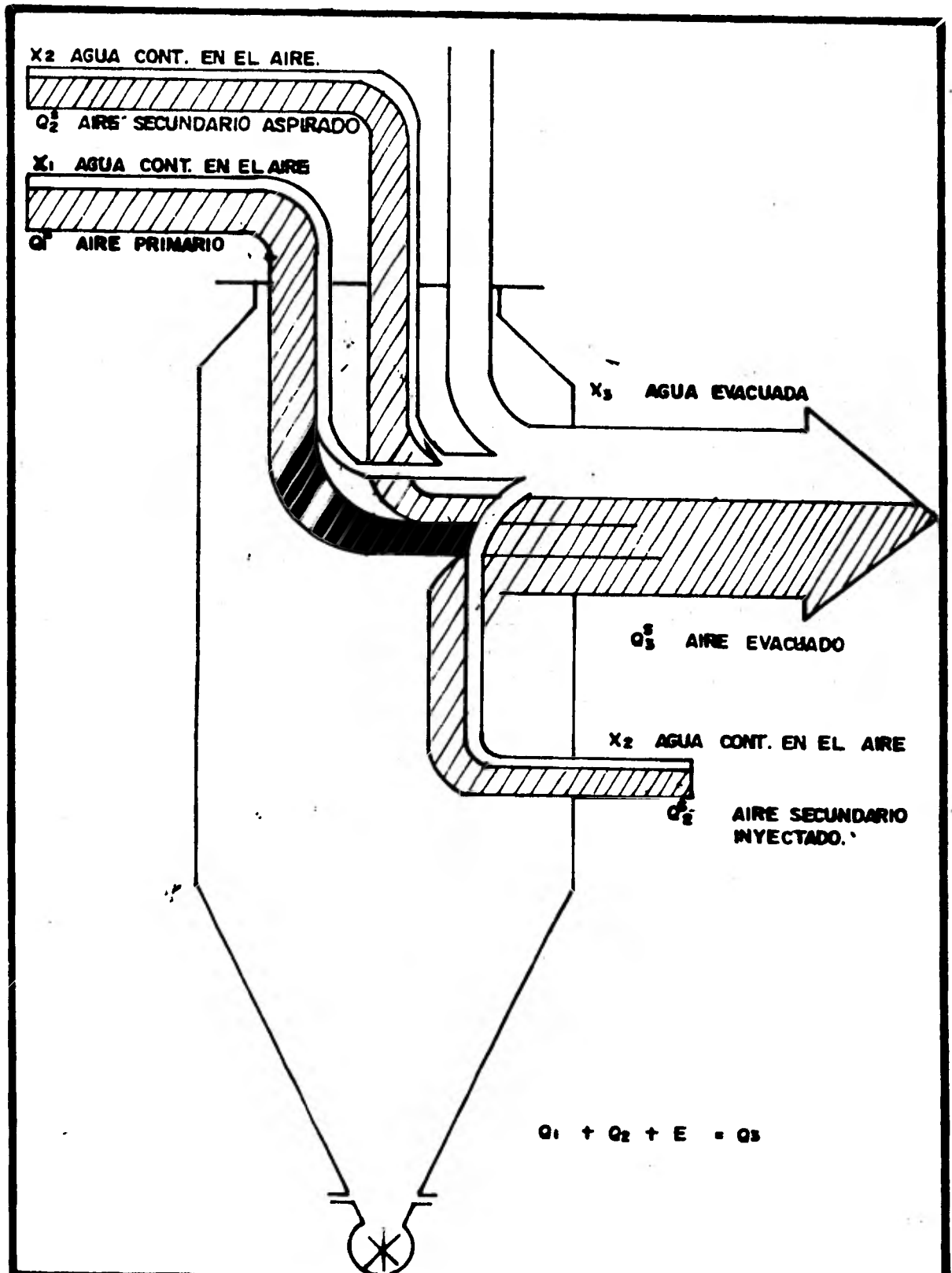


Fig. 3.29

BALANCE AIRE SECO Y AGUA



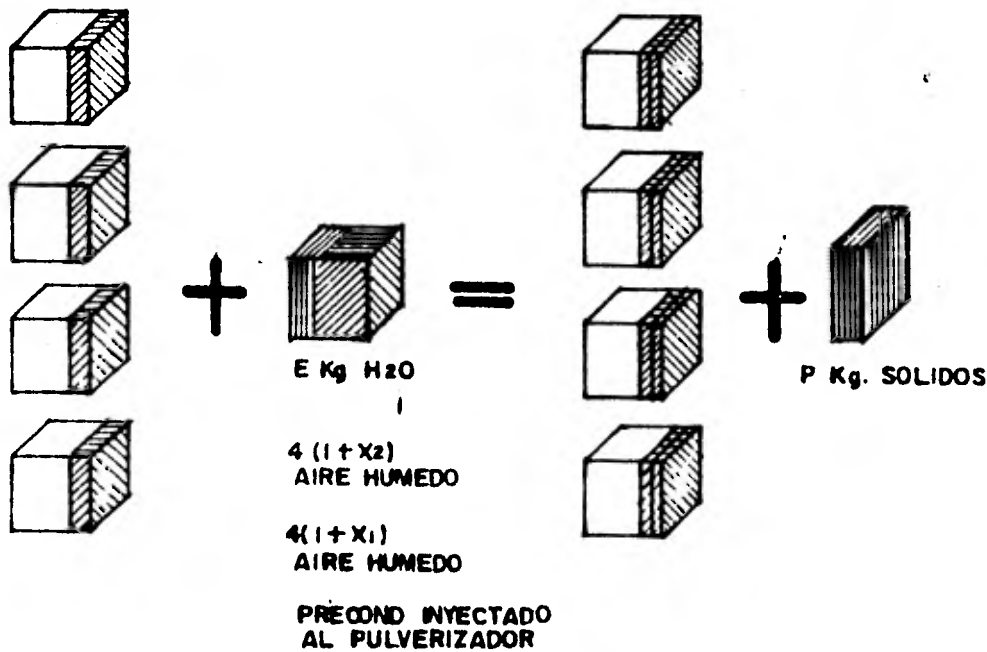
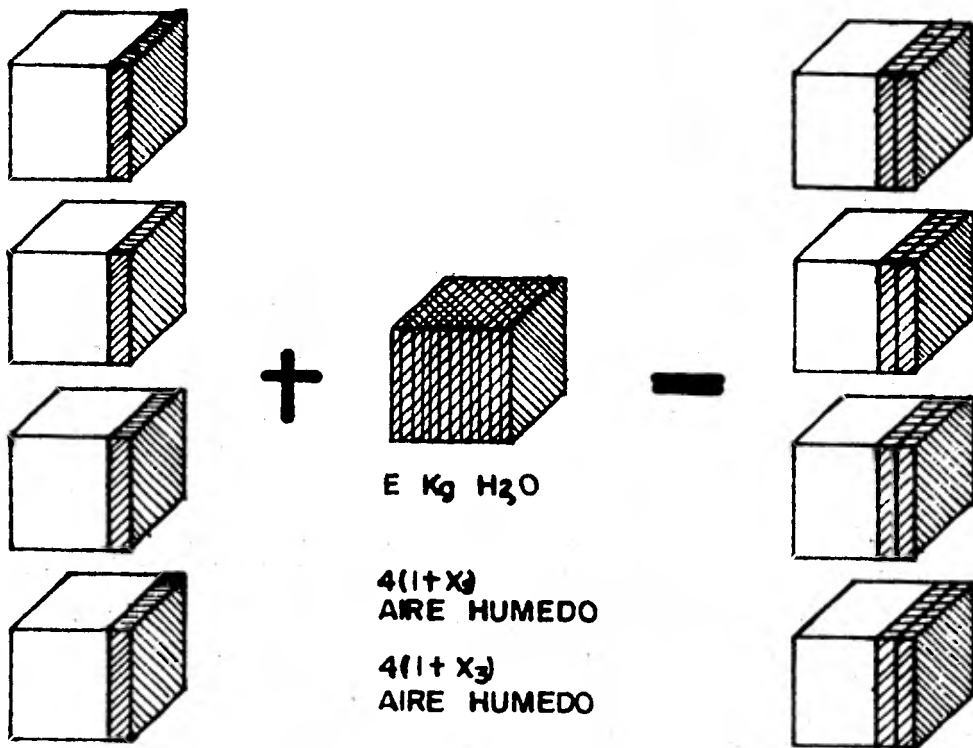


Fig. 3.30

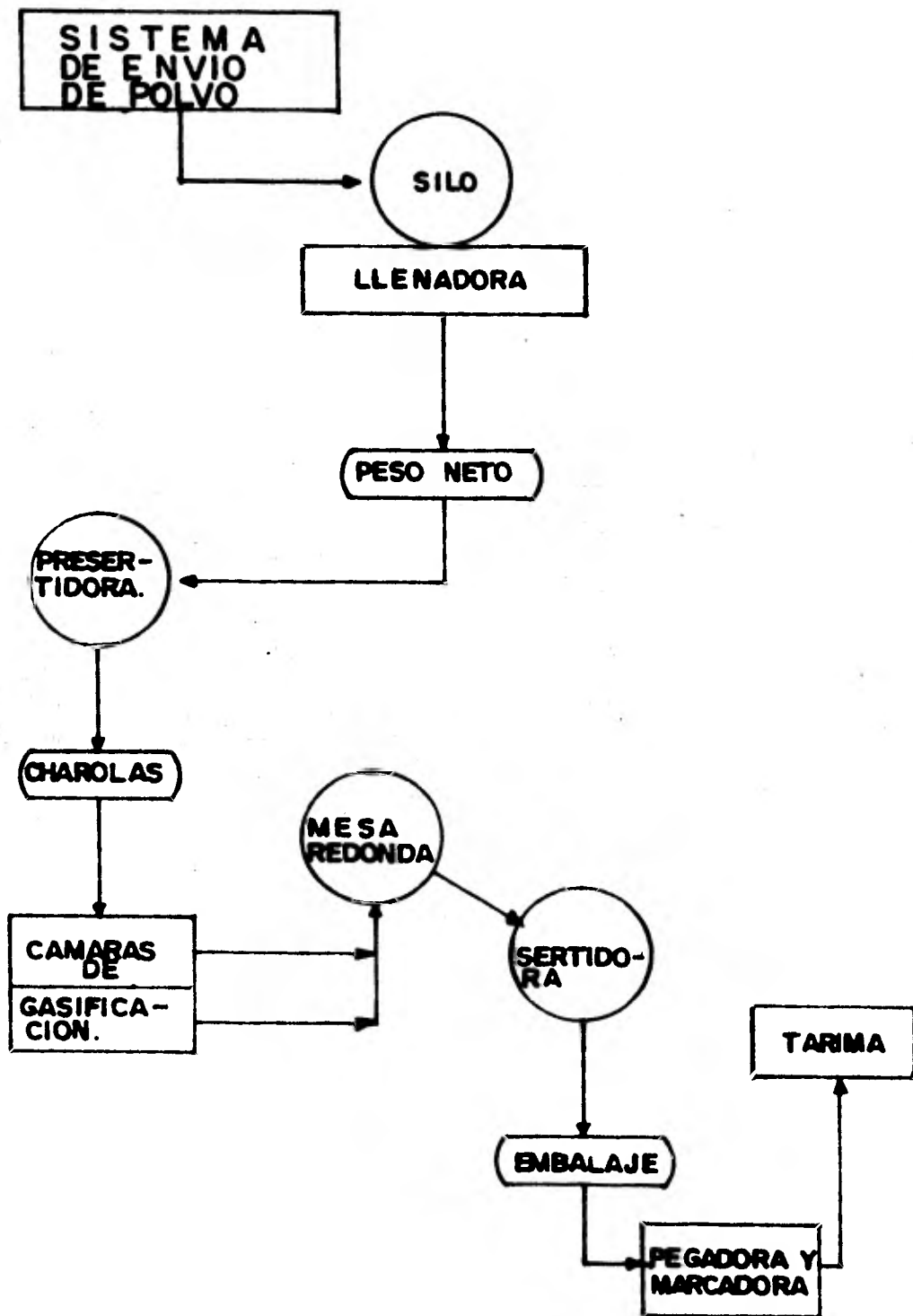
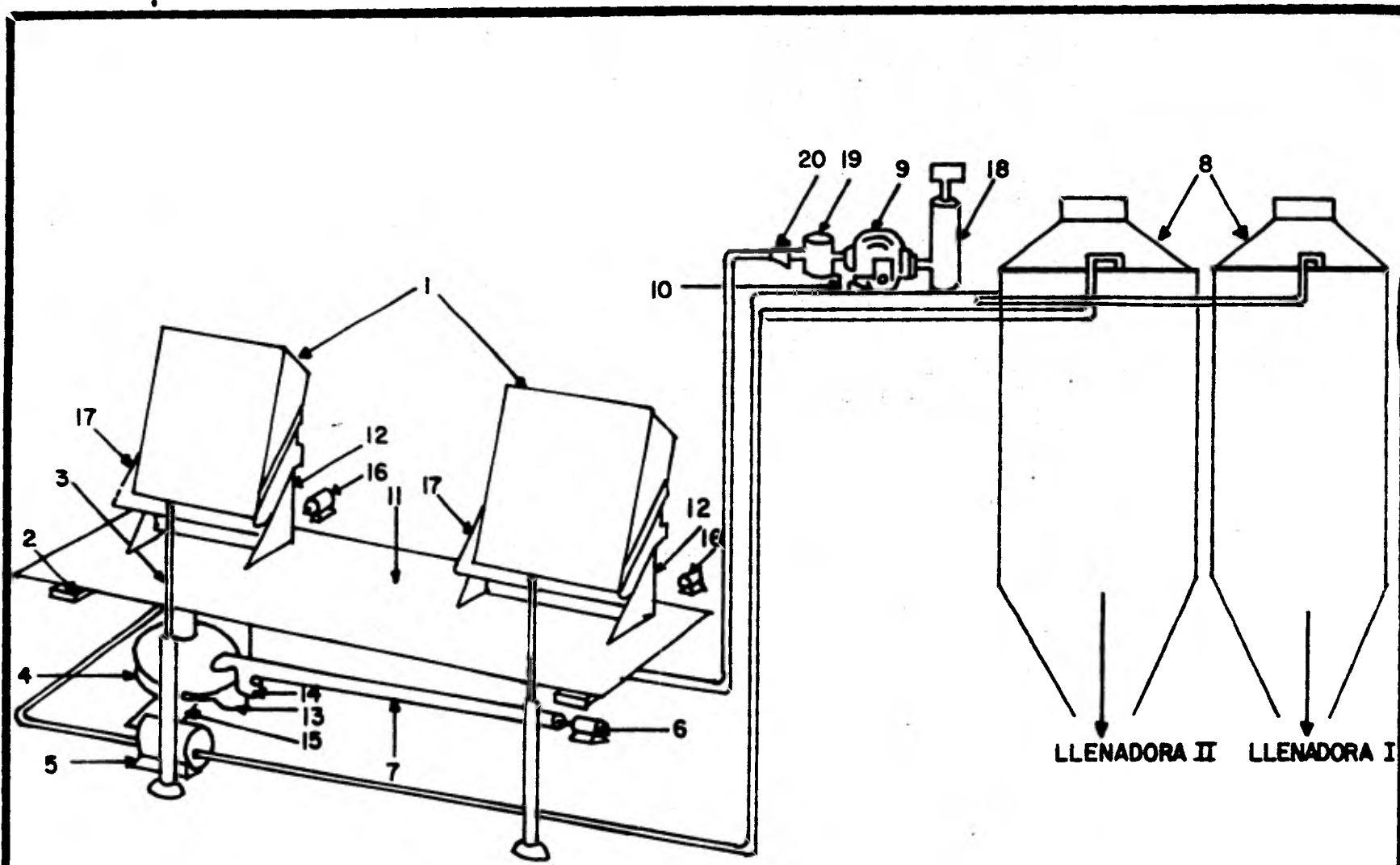


Fig. 3.31

SECUENCIA A TRAVES DE LLENAJE

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano



**Fig. 3.32**

**SISTEMA DE ENVIO DE POLVO**

**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**

1.- TOLVAS DE ALMACENAMIENTO

2.- VOLTEADOR (válvula)

3.- GATO HIDRAULICO

4.- TAMIZ

5.- VALVULA DE FLUIDIZACION

6.- MOTOR DE GUSANO (tornillo sin fin)

7.- GUSANO

8.- SILOS

9.- BOMBA VOLUMETRICA

10.- MOTOR BOMBA VOLUMETRICA

11.- PLATAFORMA

12.- TOLVA DE VACIADO

13.- MOTOR VALVULA DE FLUIDOS

14.- MOTOR DE VIBRADOR

15.- VIBRADOR

16.- MOTORES VOLTEADOR

17.- SOSTEN

18.- FILTRO BOMBA VOL.

19.- VALVULA DE SEGURIDAD

20.- VALVULA CONTRARRETROCESO

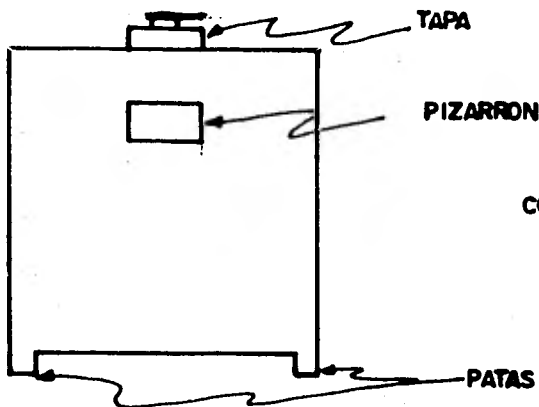
**ESQUEMA  
DEL  
SISTEMA DE ENVIO DE POLVO**

**Fig. 3.32**

**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**

Vista de Frente



Vista Detras

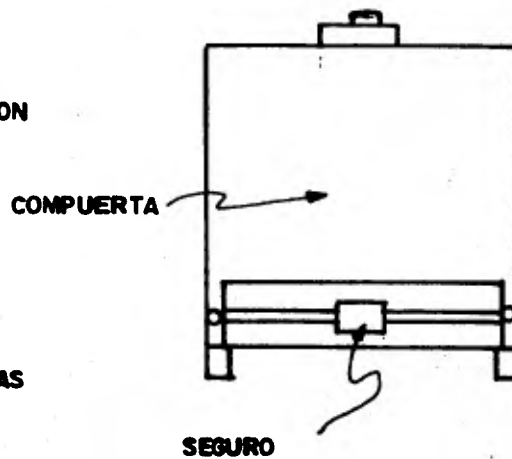


Fig. 3.33

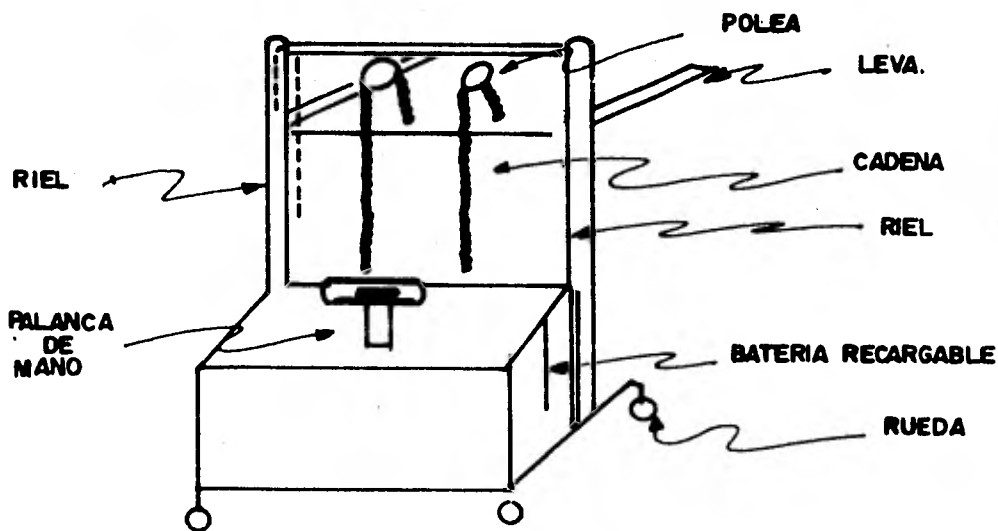


Fig. 3.34

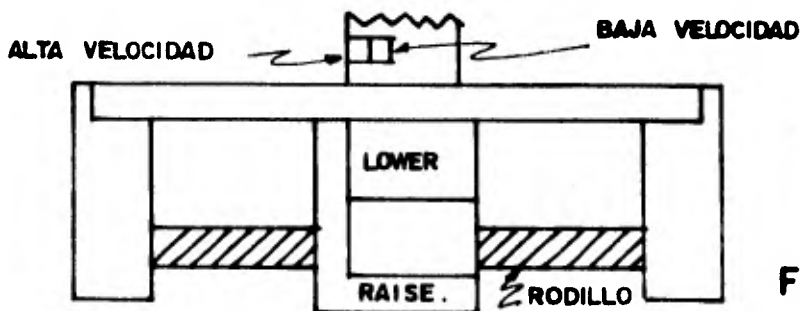


Fig. 3.35

Fig. 3. 33, 34 y 35 3.33 TOLVA; 3.34 MONTACARGAS y 3.35 PALANCA DE MANO

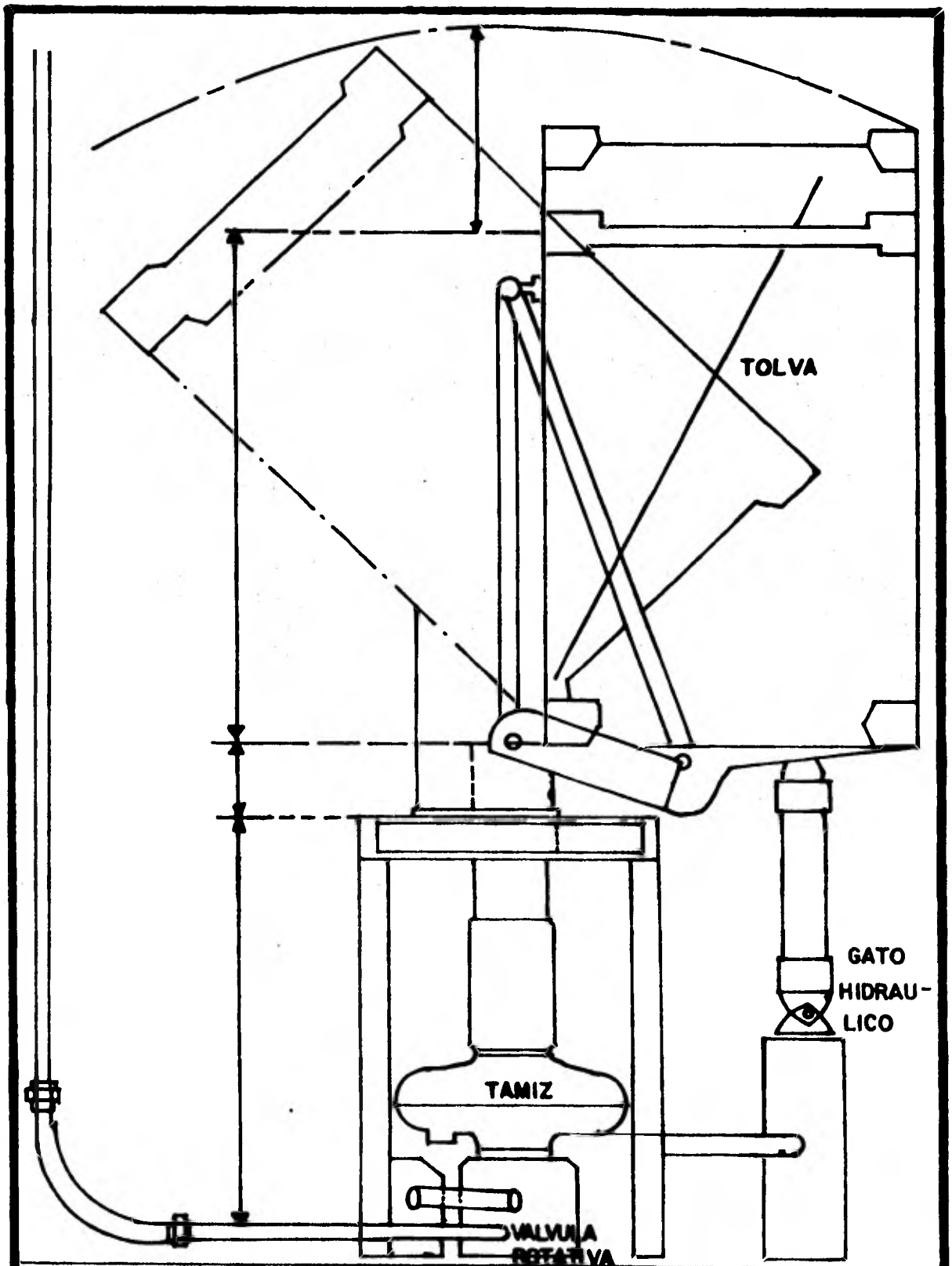


Fig. 3.36 VOLTEO DE TOLVA

Tesis Profesional Sergio A. Gómez Liévano

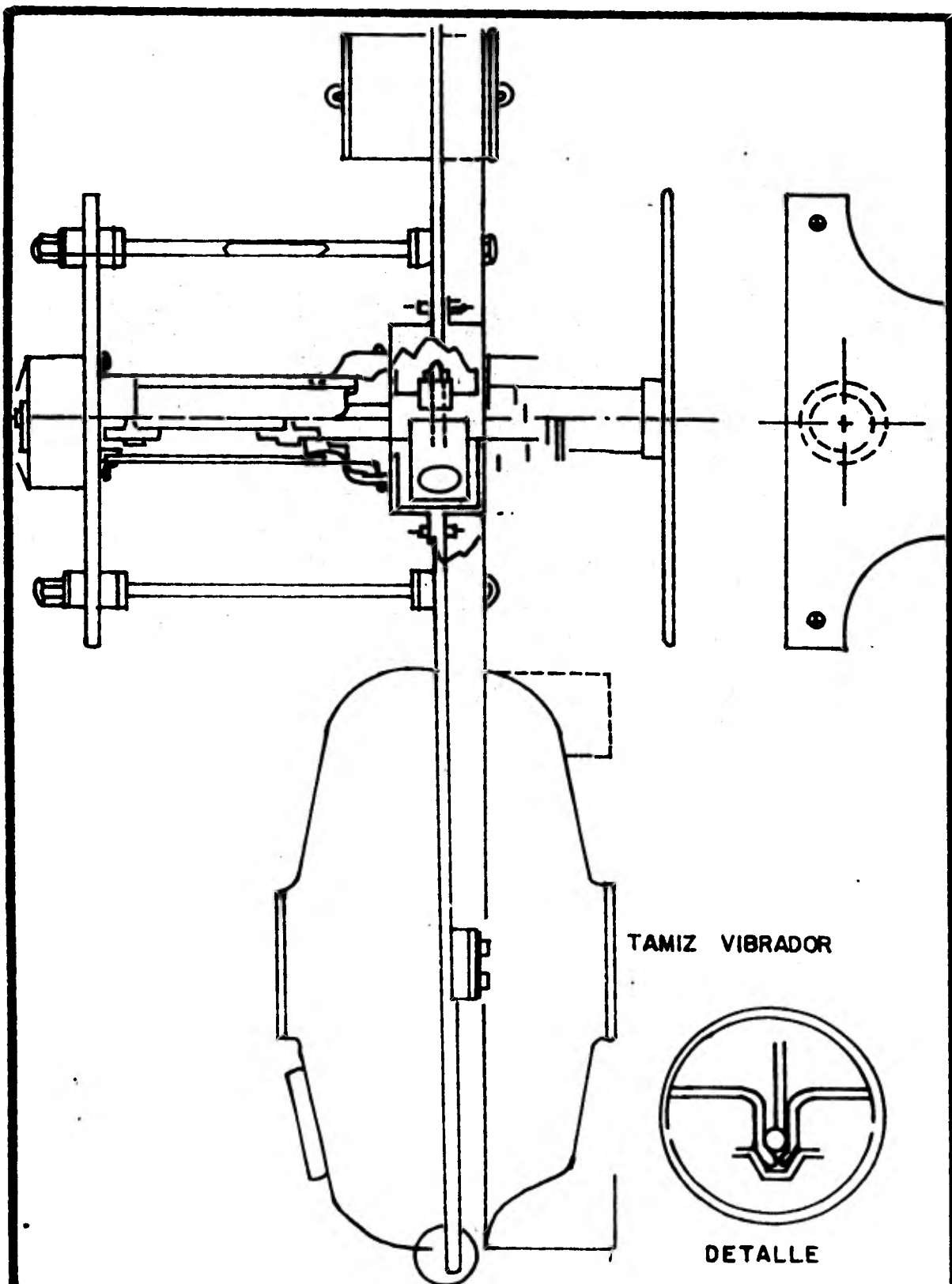
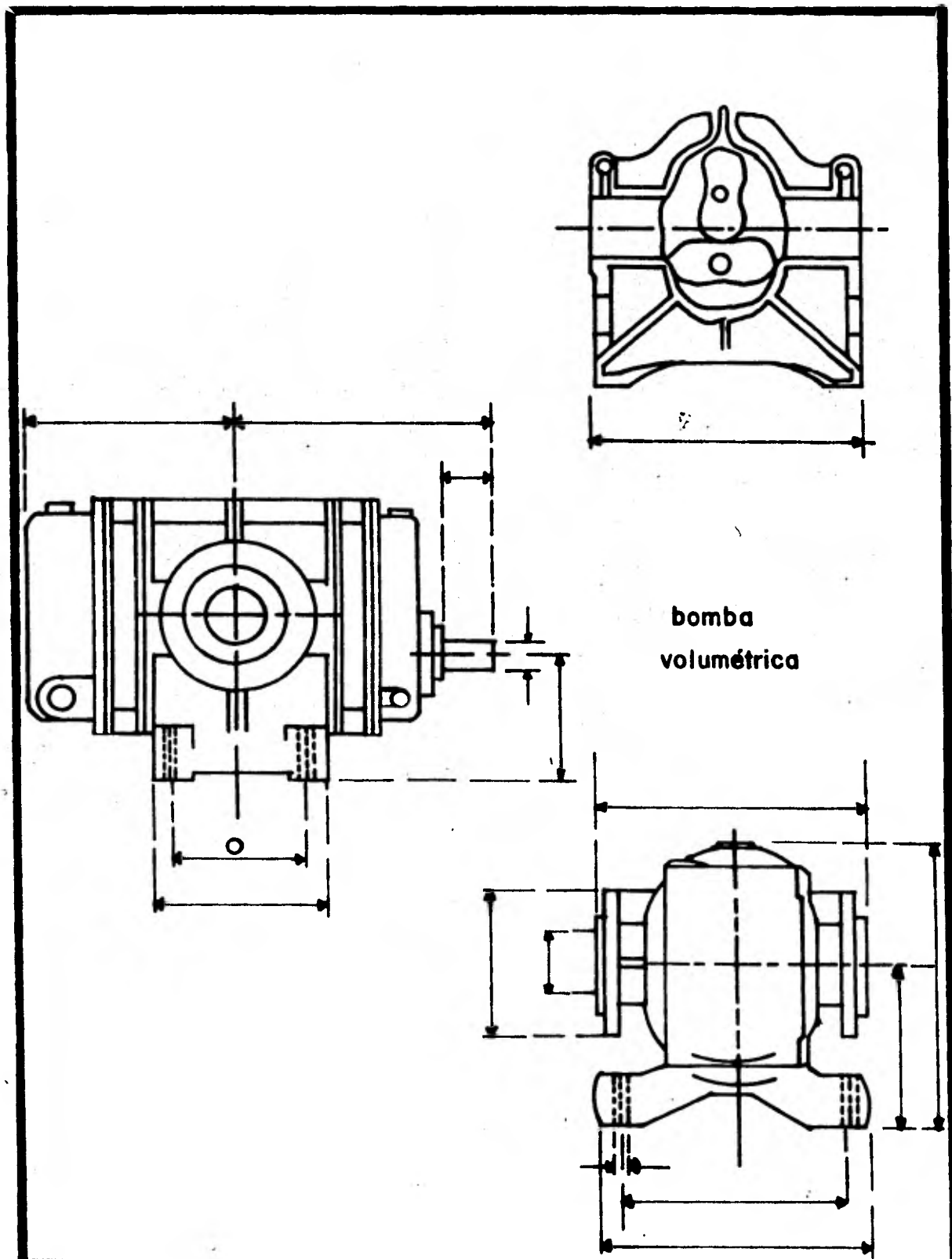


Fig. 3.37

TAMIZ VIBRADOR

Tesis Profesional Sergio A. Gómez Liévano



bomba  
volumétrica

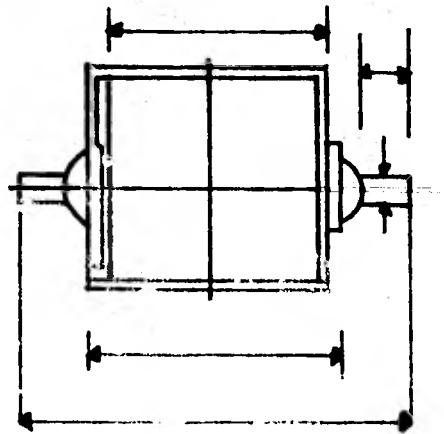
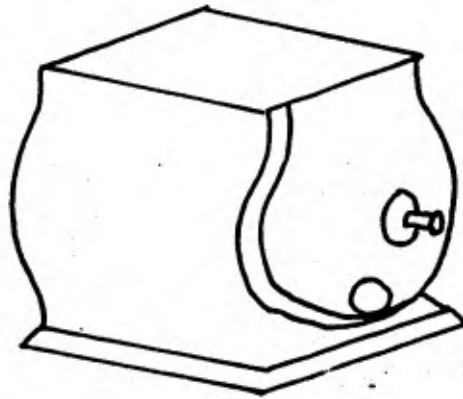
Fig. 3.38

BOMBA Y VALVULA

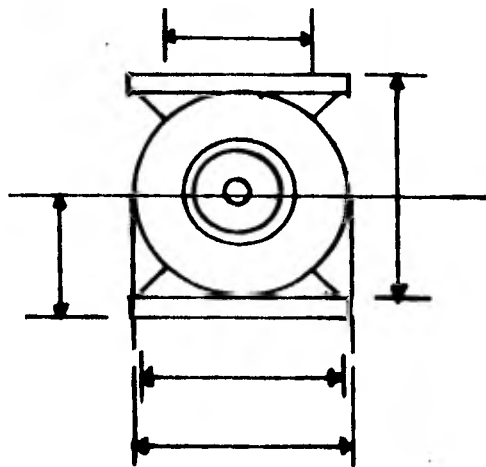
Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano





VALVULA  
ROTATIVA



**Fig. 3.39 BOMBA Y VALVULA**  
**Tesis Profesional Sergio A. Gómez Liévano**

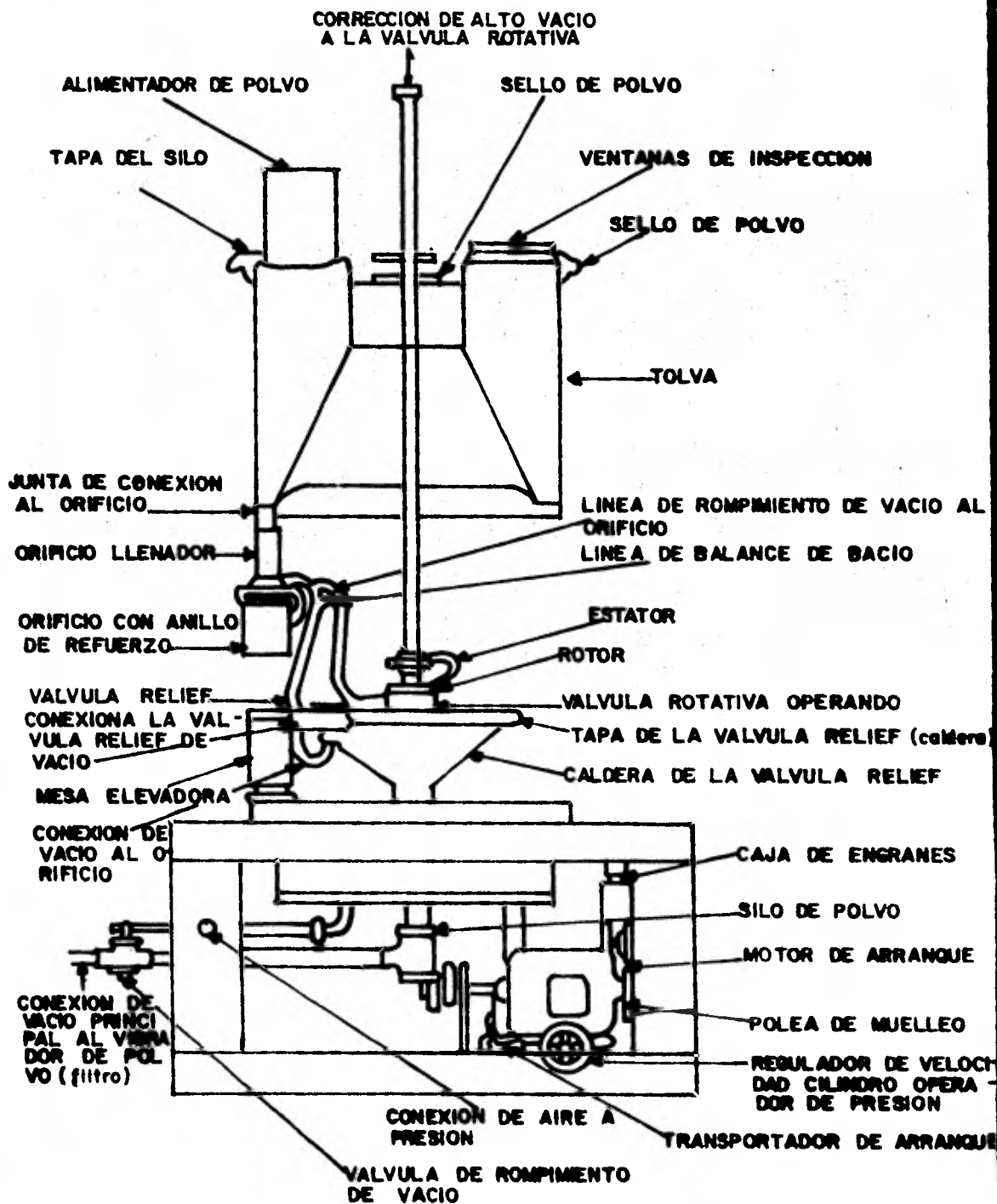


Fig. 3.40

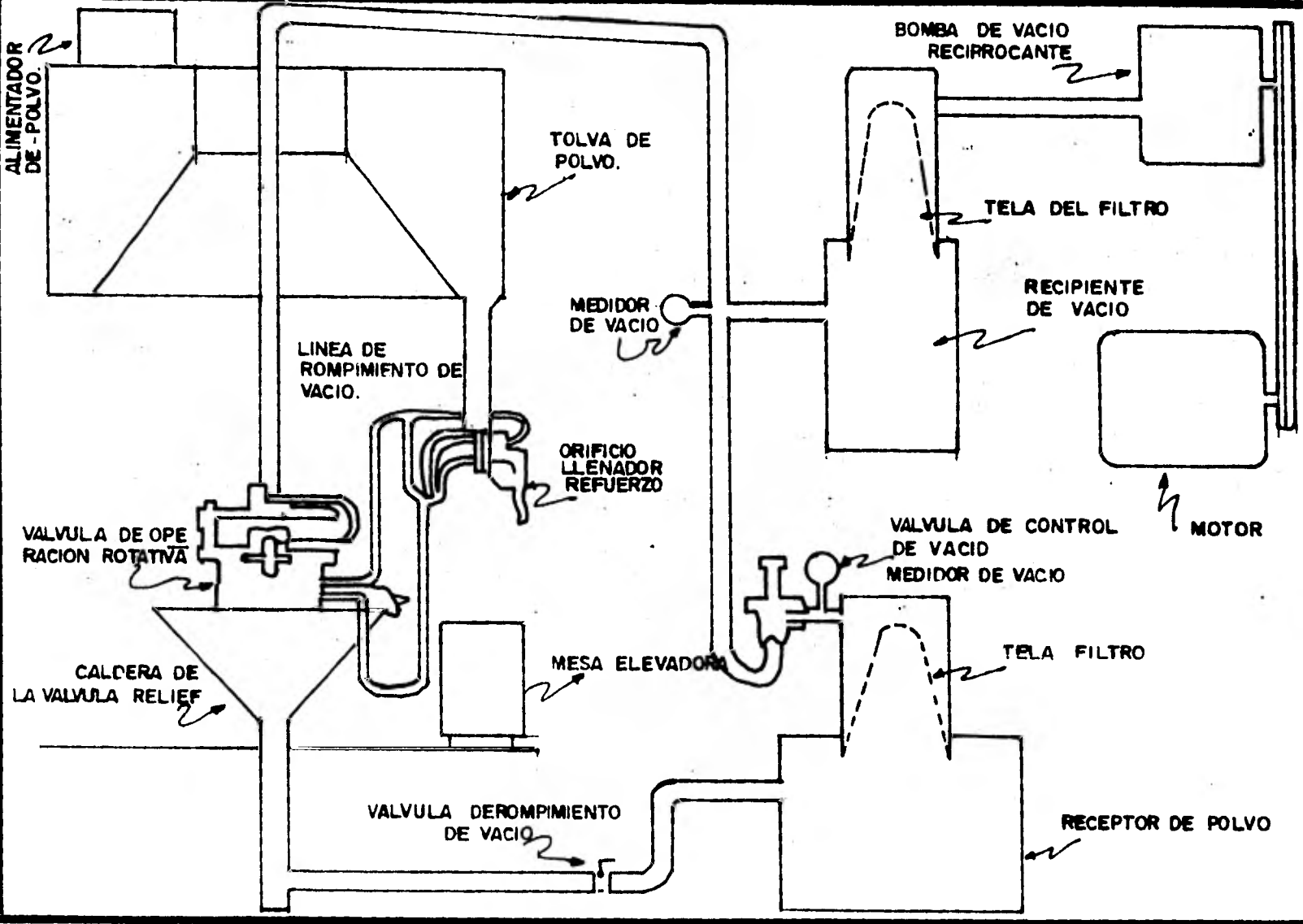
LLENADORA Y PARTES DE LA MISMA

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

Fig. 3.41

OPERACION CON ALTO VACIO



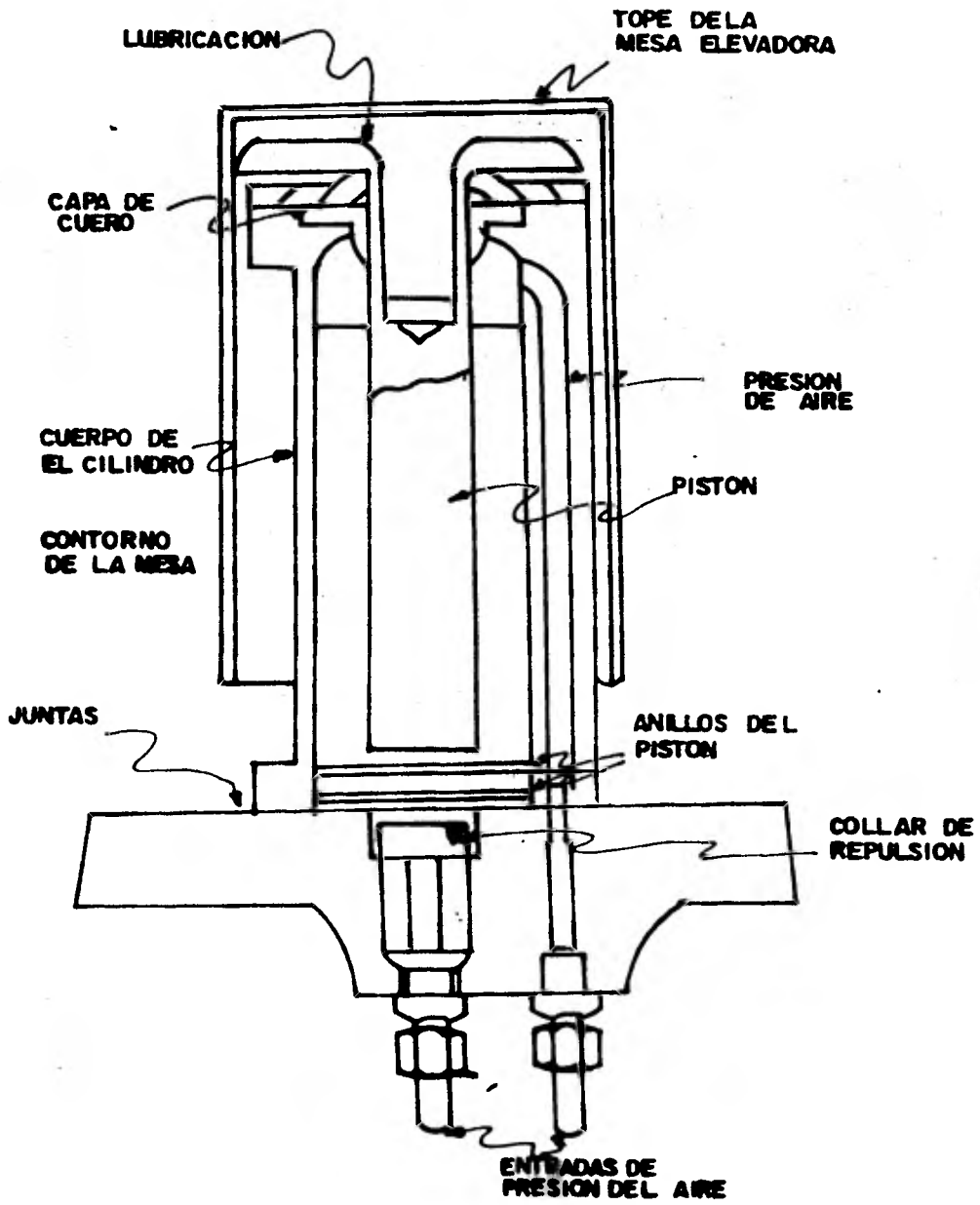
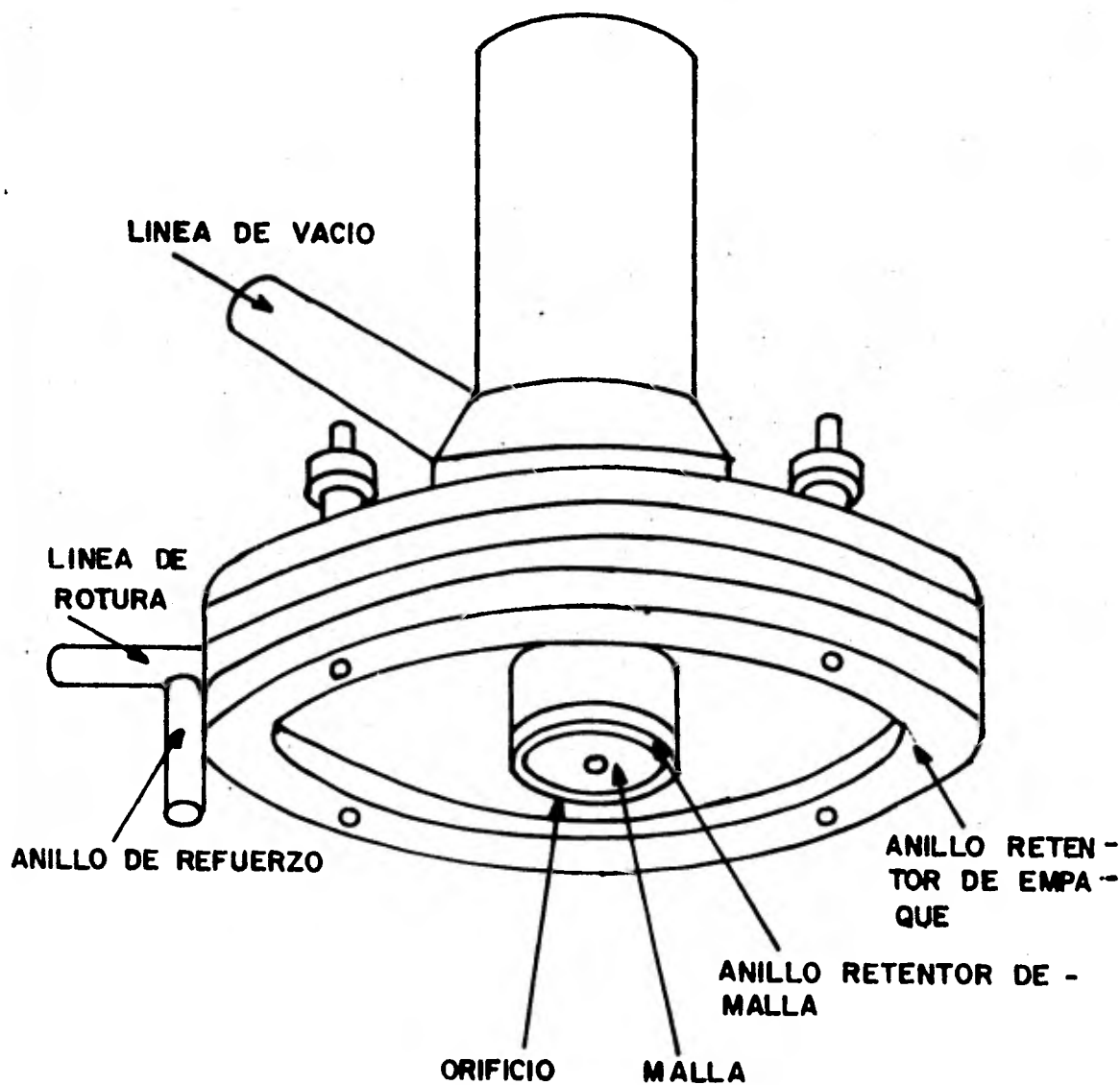


Fig. 3.42

PISTON ELEVADOR

Tesis Profesional

Sergio A. Gomez Lievano

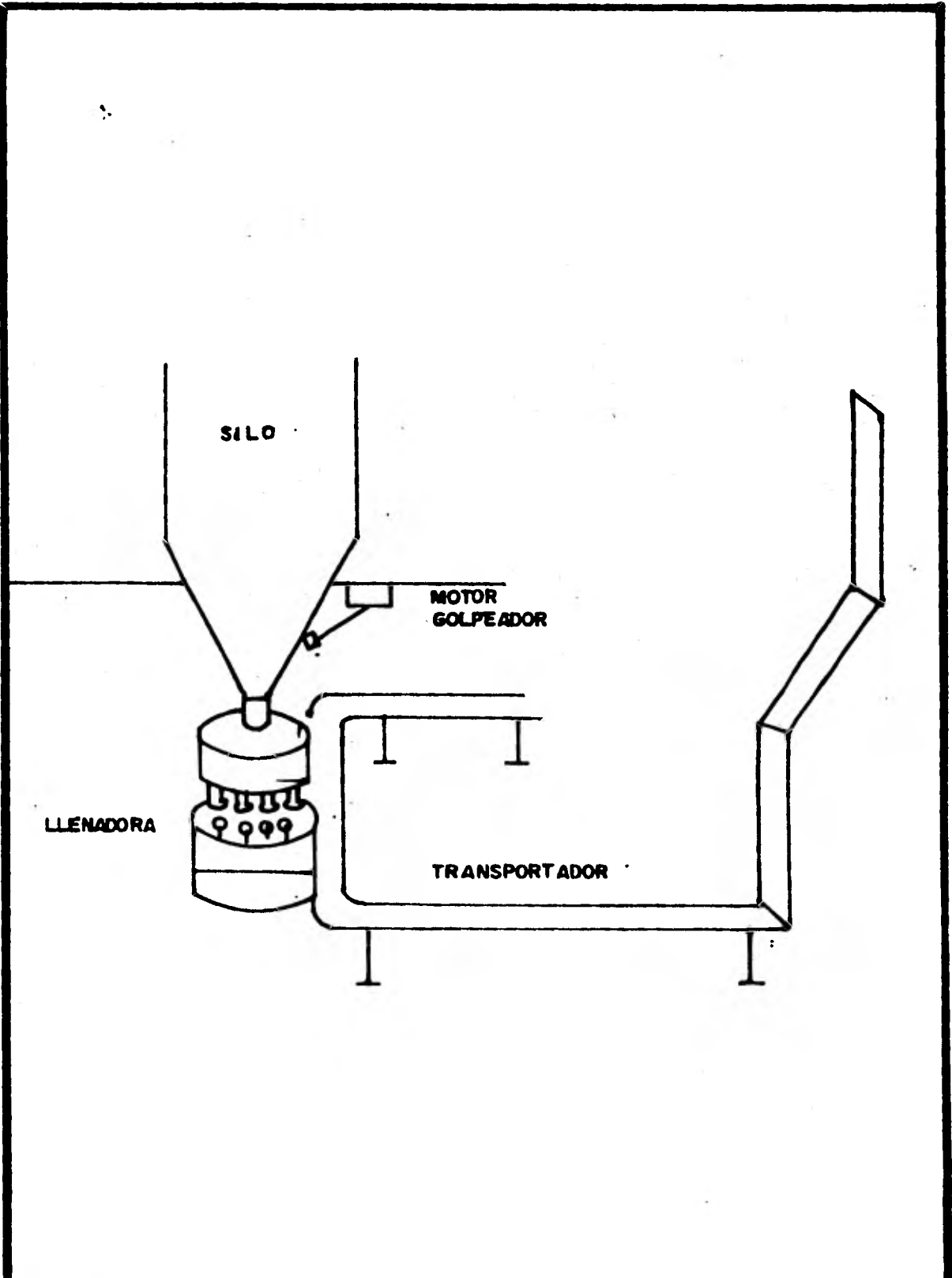


**Fig. 3.43**

**CABEZAL**

**Tesis Profesional**

**Sergio A. Gómez Liévano**



**Fig. 3-44**

INSTALACION DE LLENAGE MAQUINA ENVASADORA  
CON GOLPEADOR.

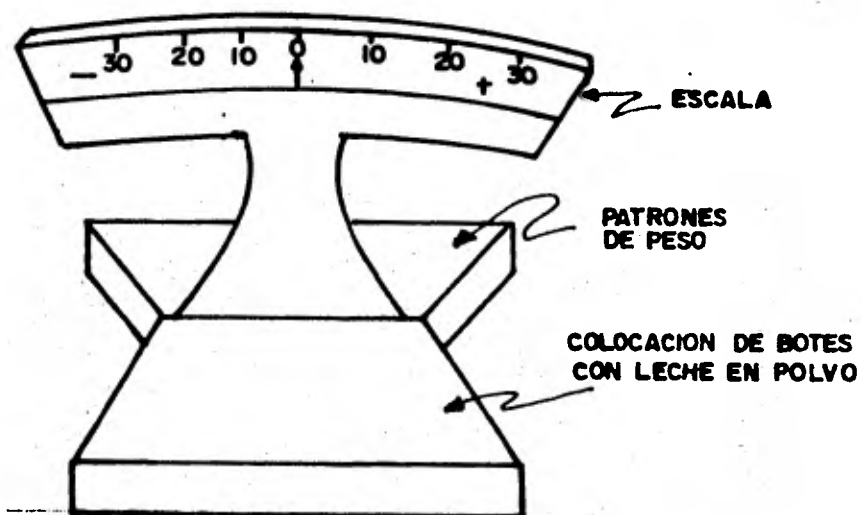


Fig. 3.45

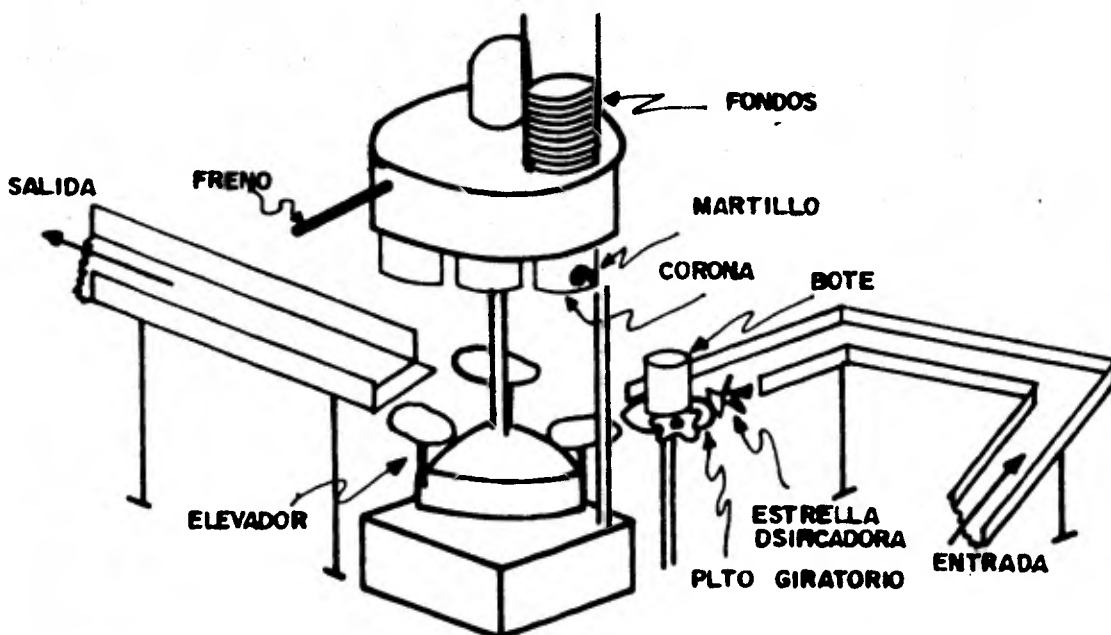


Fig. 3.46

Fig. 3.45 y 3.46

3.45 BALANZA COMPARATIVA  
3.46 PRESERTIDORA.

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano

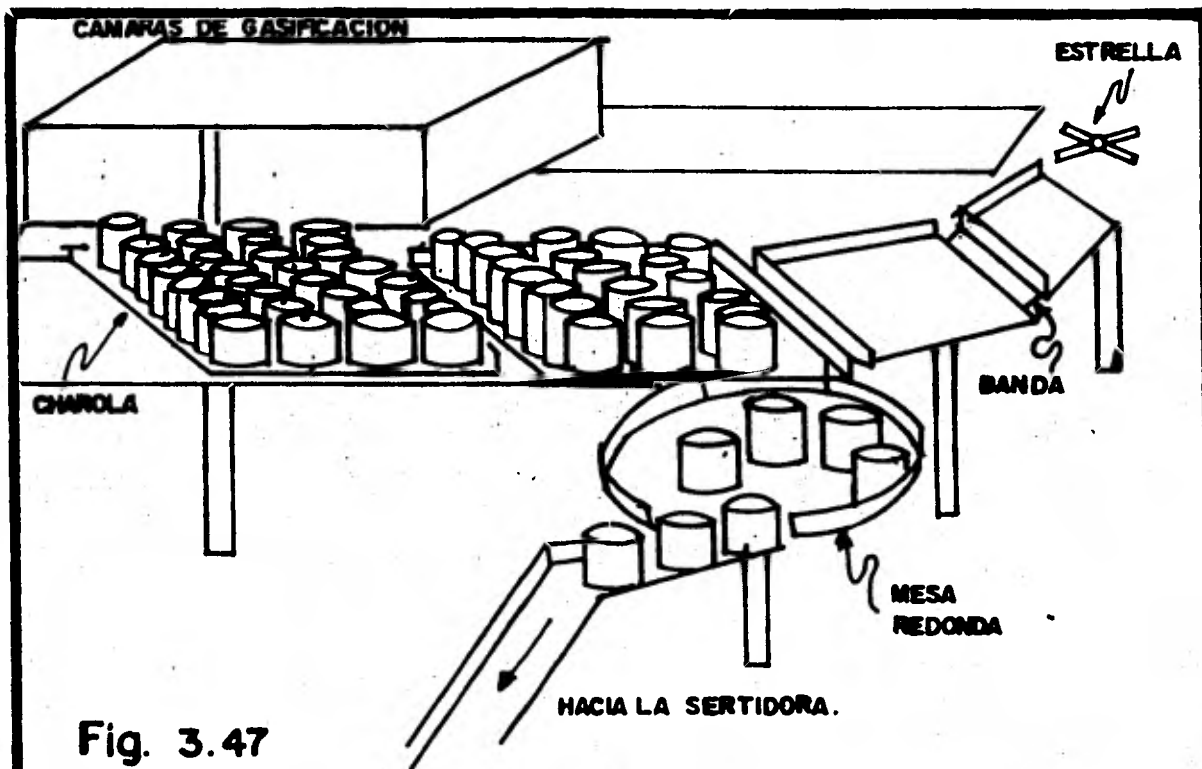


Fig. 3.47

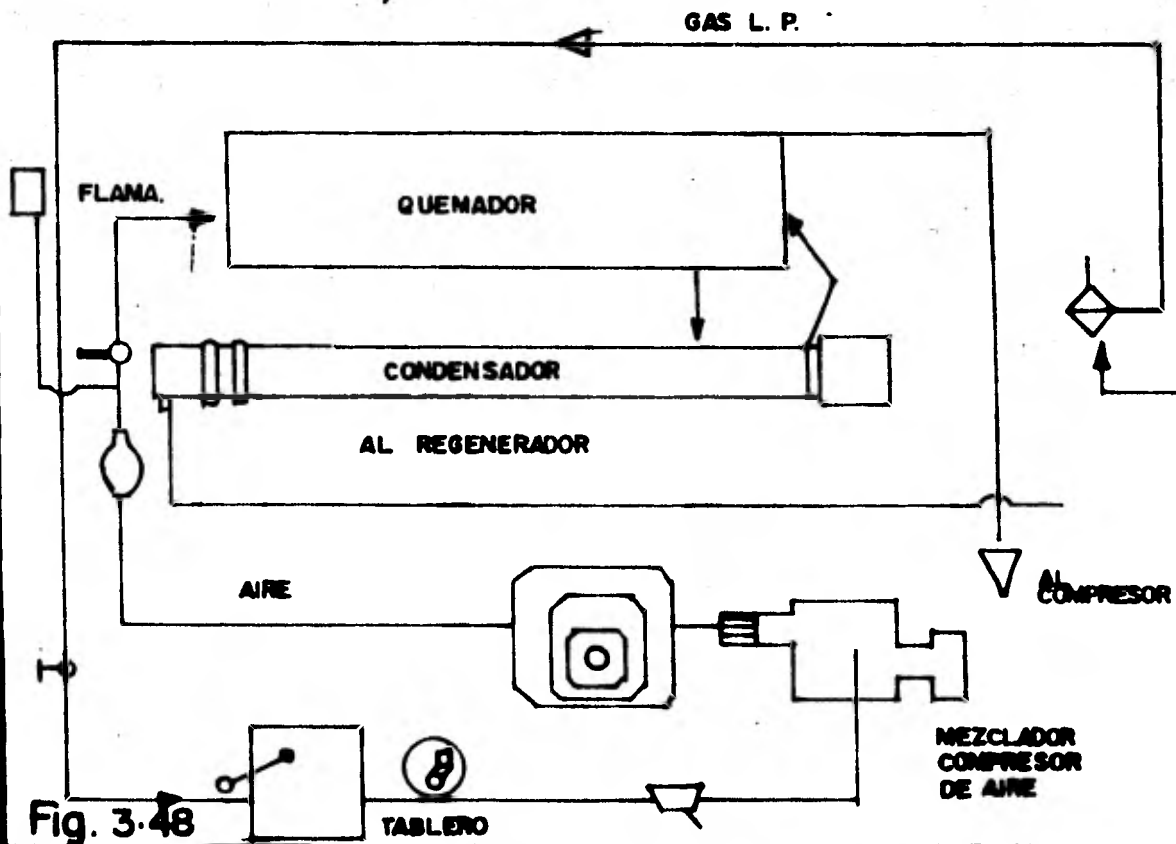


Fig. 3.48

Fig. 3.47 y 48

3.47 GASIFICACION

3.48 ESQUEMA DE ENTRADA DE GAS PARA COMBUSTION



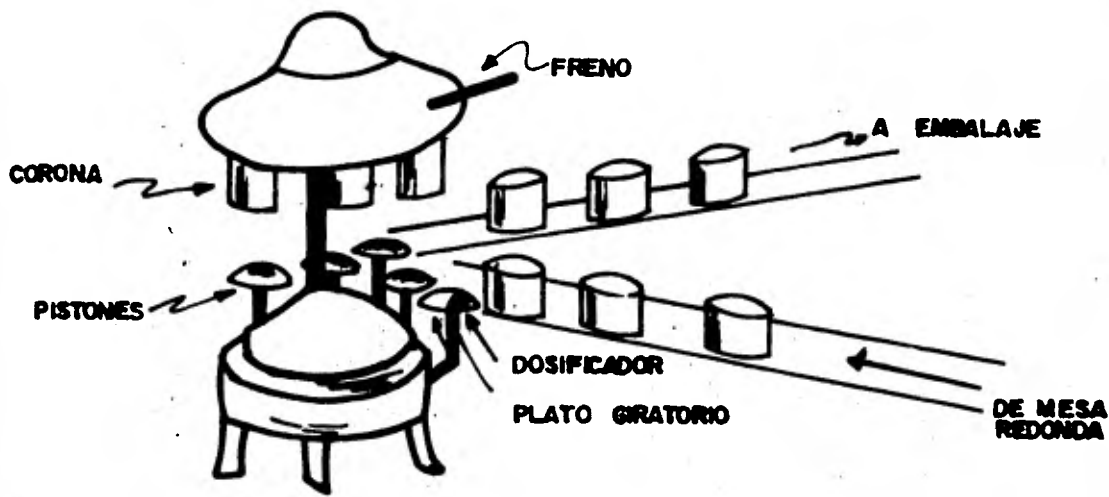


Fig. 3.49

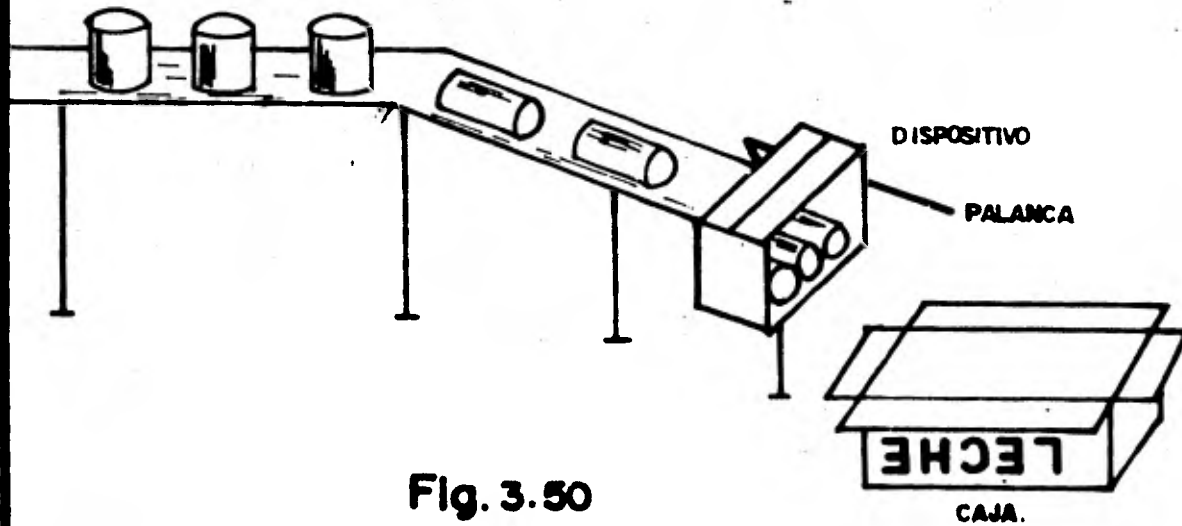


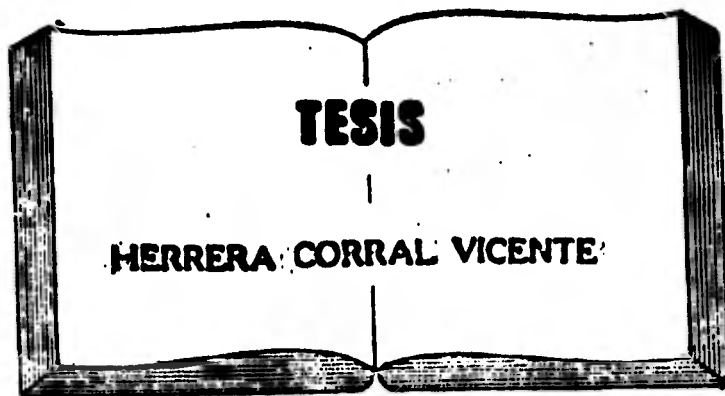
Fig. 3.50

Fig. 3.49 y 3.50

3.49 SERTIDORA  
3.50 ENBALAJE

Tesis Profesional

Sergio A. Gómez Liévano



**Tesis por computadora**

Medicina 25 Local 2  
Tel. 550-87-98

Frente a la Facultad de Medicina  
Ciudad Universitaria