

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**Escuela Superior de Ingeniería Química
e Industrias Extractivas**

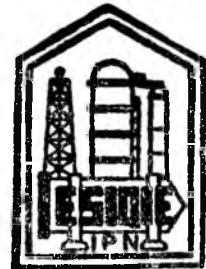
**INSTALACION DE UNA PLANTA PASTEURIZADORA
DE LECHE EN LA ZONA NORTE DE TAMAULIPAS**

Tesis Profesional

**Que para obtener el Título de
INGENIERO QUIMICO INDUSTRIAL**

p r e s e n t a

JOSE CRUZ RAMIREZ MARTINEZ



México, D. F.

1 9 8 3



SECRETARÍA
DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS

DIVISION DE SISTEMAS DE TITULACION

T.- 148.

México D F 19 de mayo, 1982.

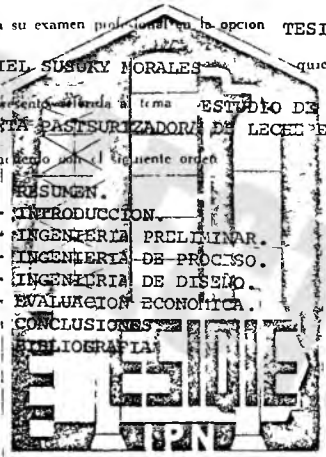
C JOSE CRUZ RAMIREZ MARTINEZ.
Pasante de Ingeniero QUIMICO INDUSTRIAL. 1977-1981
Presente

El tema de trabajo y/o tesis para su examen profesional en la opcion **TESIS TRADICIONAL INDIVIDUAL.** es propuesta por el C ING. DANIEL SUSUKY MORALES quien será el responsable

de la calidad de trabajo que usted presenta sobre el tema **ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA PLANTA PASTEURIZADORA DE LECHE EN LA ZONA NORTE DE TAMAULIPAS.** el cual deberá usted desarrollar de acuerdo con el siguiente orden

- I.- INTRODUCCION.
- II.- INGENIERIA PRELIMINAR.
- III.- INGENIERIA DE PROCESO.
- IV.- INGENIERIA DE DISEÑO.
- V.- EVALUACION ECONOMICA.
- VI.- CONCLUSIONES.

BIBLIOGRAFIA



ING. JOSE LUIS MARTINEZ ZENDEJAS
El Jefe del Departamento de Opcion

ING. DANIEL SUSUKY MORALES.
El Profesor Orientador

DRA. BEATRIZ TRUJILLO LULVANO
El Jefe de la Division de
Sistemas de Titulacion

DR. HECTOR E. MARTINEZ FRIAS.
El Director de la Escuela

A mi inolvidable padre
con veneración profunda
por quién dandóme ejem-
plo, me inculcó el culto
al estudio y al trabajo :

Adolfo Ramirez Ortega.

A la memoria de mi
querida y abnegada
madrecita :

Anita Martínez de Ramirez.

A los profesores :
Román Gómez
Librada Hernández
con cariño y res-
peto, por su
orientación y ayu-
da como tutores
del sustentante.

A mis hermanos :

Sanjuana, Catalina, Carmen, Gumercindo, Irene,
Ubaldo, Saúl, Isabel, Miguel y David.

Con todo mi agradecimiento
por su asesoría al :

Ing. Jesús Suzuki Morales.

A la señorita secretaria,
por su labor mecanógrafa :

María Isabel Ramírez Martínez.

A la E.S.I.Q.I.E.

INDICE

RESUMEN

I-INTRODUCCION

II-INGENIERIA PRELIMINAR

- a-Generalidades.
- b-Estudio de mercado.
- c-Capacidad de la planta.
- d-Localización de la planta.
- e-Selección del proceso.

III-INGENIERIA DE PROCESO

- a-Bases del diseño.
- b-Equipo seleccionado.
- c-Balance de Materia y Energía.
- d-Diagrama descriptivo del proceso.

IV-INGENIERIA DE DISEÑO

- a-Servicios auxiliares.
- b-Especificaciones del equipo.
- c-Distribución de áreas y equipos en la planta.

V-EVALUACION ECONOMICA

- a-Estimación de la Inversión Fija.
- b-Costo de producción.
- c-Análisis de gastos.
- d-Punto de equilibrio económico.
- e-Rentabilidad y período de recuperación de la inversión.

VI-CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

En la dieta de todo ser humano no debe faltar la leche, además de otros alimentos nutritivos para su sano crecimiento. La poca producción de ella, hace necesario el desarrollo de numerosos estudios técnico-económicos a fin de obtener la mejor manera posible de producir e industrializar este lácteo y sus derivados.

El presente estudio está enfocado a la producción de leche pasteurizada de alta calidad sanitaria, de tal forma que se puedan resolver en parte las necesidades de este alimento en la frontera Tamaulipeca, lugar donde se pretende localizar la planta.

El primer capítulo de este trabajo expone brevemente una introducción al estudio de la leche.

En el siguiente capítulo se detallan las propiedades y composición física y química del producto. Así mismo, se realiza un estudio de mercado, donde se presentan las tendencias del crecimiento de la población y de la producción e importación de leche pasteurizada en la región, y con ello se obtiene la tendencia del consumo per-cápita.

El estudio de mercado se realiza con datos obtenidos entre los años 1978 a 1982, y las tendencias se extrapolan hasta el año de 1987.

La capacidad de la planta se determina de acuerdo a la demanda que refleja el estudio de mercado, así como también de acuerdo a la experiencia de varias compañías constructoras de plantas pasteurizadoras de leche, y por último de acuerdo a la capacidad de los equipos lecheros existentes en el mercado mundial.

Se propone instalar la planta en el cruce de la moderna Autopista Reynosa-Matamoros con el canal Anzalduaz, lugar localizado a 4 km. de la Cd. de Río Bravo, dada la disponibilidad de los siguientes factores: materias primas y materiales, mano de obra, energía y combustible, mercado, transporte, vías de comunicación, agua, etc.

Se describe también, el proceso de pasteurización seleccionado, mediante el cual se obtiene leche pasteurizada preferente extra (clasificada así por el Reglamento para el control sanitario de la leche de la S.S.A.).

El capítulo tercero detalla la Ingeniería del proceso, es decir, las bases del diseño y el equipo seleccionado. Se realizan balances de materia y energía para calcular la potencia de cada una de las bombas requeridas en el proceso, se determina el número de placas necesarias en el enfriador y en el pasteurizador rápido. Por último se analizan los diagramas descriptivo y el de cada uno de los equipos individualmente.

En el capítulo IV se describe el método de tratamiento del agua propuesto, sus usos específicos en la planta, y el equipo necesario para su tratamiento. Así mismo como el cálculo, características y especificaciones de todos los servicios auxiliares necesarios en una planta pasteurizadora de leche.

Se mencionan también, las especificaciones del equipo de proceso seleccionado.

El capítulo V trata de la evaluación económica del proyecto. En él se realiza una estimación de la inversión fija, se determina el costo de producción diario y de cada litro de leche pasteurizada. Se analizan los gastos clasificándolos en fijos y variables y con ellos se estima el punto de equilibrio económico por el método analítico y gráfico. Se obtiene la utilidad, rentabilidad y el período de recuperación de la inversión.

INTRODUCCION

Uno de los grandes problemas a que se enfrenta la población mundial que crece a ritmo acelerado es la insuficiencia de alimentos, problema que se acentúa más en aquellas naciones que se encuentran en subdesarrollo económico.

México, siendo un país en etapa de desarrollo, presenta una gran proporción de la población obrera y rural con nivel económico y cultural bastante bajo e irregular, situación que repercute en su dieta alimenticia.

El principal problema de México, todavía se encuentra en el campo, debido fundamentalmente a que no hemos sido capaces de encontrar los métodos adecuados para aumentar e industrializar los productos agropecuarios y para orientar su distribución, con la finalidad de alimentar a una población en constante aumento.

El crecimiento de la población mexicana constituye una de las más altas del mundo, con una tasa media anual del 3.6 %. Esto implica que se deben superar las necesidades de productos agrícolas y pecuarios de la época actual, principalmente de aquellos nutrientes de origen animal.

Una de las actividades industriales que se deberá impulsar prioritariamente es la producción de artículos básicos, necesarios para satisfacer los requerimientos de la población de bajos ingresos, y entre los productos de primera necesidad se encuentra la leche, la cual, es el alimento más completo que existe en la naturaleza y tomando en consideración su poder alimenticio, el más económico.

Estudios desarrollados por el Instituto Nacional de la Nutrición, revelan que en la franja fronteriza con los Estados Unidos de Norteamérica, el 70 % del consumo regional aparente de leche pasteurizada es de importación, muy a pesar del alto precio que se paga por ella. (U.S. 2.60 \$/galón).

La escasa producción regional de leche pasteurizada en la zona Noreste del Estado de Tamaulipas, hace que sus habitantes se vean obligados a adquirir aquella, en los mercados de las ciudades de Bronsville ó Mcallen, Texas.

La leche pasteurizada Americana "Hygefa" única marca existente en el mercado, en lo referente a calidad sanitaria, es de primera categoría, es decir, es de la clase "C",

según la clasifica el Reglamento del Departamento de Salud Pública de los E.U.A.

Por tal razón, y viendo las perspectivas que se tienen de llevarlo a cabo, es importante y necesario producir y pasteurizar una gran cantidad de leche, con la mejor calidad sanitaria posible, es decir, deberá ser de primera categoría como la leche pasteurizada preferente extra, tal y como la clasifica el Reglamento para el Control Sanitario de la Leche, de la S.S.A. en México.

En nuestro país, así como en muchos otros, dado su nivel de vida y su ubicación geográfica, ocupa tal vez uno de los últimos lugares en lo que se refiere al control de calidad y carácter sanitario de la leche, a pesar de que su industrialización hace uso de la mejor maquinaria y de la tecnología más sofisticada que actualmente se usa en los países desarrollados.

Para el saneamiento bacteriológico de la leche se ha introducido recientemente en la industria lechera, un nuevo equipo que acoplado con el pasteurizador, es posible obtener leches hasta de 99.99 % de calidad sanitaria, es decir, casi sin flora bacteriana. Este nuevo equipo es una centrifuga a alta velocidad llamada bactofugadora, la cual a la temperatura de pasteurización, separa las bacterias de mayor densidad de la leche, lográndose obtener así, un producto de alta calidad sanitaria.

Otras de las ventajas de usar estos aparatos en serie es que después del proceso, la leche conserva todas sus características como son: olor, sabor, nutrientes y no altera sus constantes químicas; su precio final no aumenta considerablemente y en cambio si se mejora al consumidor, evitándole infecciones ocasionadas por el consumo de leches fuera de cualquier control sanitario.

II.- INGENIERIA PRELIMINAR

SOLO LECTURA

GENERALIDADES

Aunque la leche es considerada generalmente como una bebida, es el alimento casi perfecto de la naturaleza y contiene más sólidos reales que muchos de los llamados alimentos sólidos, especialmente las legumbres. La leche sirve de base para una dieta adecuada. Existen varias razones por las cuales la leche es un alimento importante.

- 1.- Es de buen sabor. Sin lugar a dudas es saboreada por más gente que la mayor parte de otros alimentos.
- 2.- Es digerible. Casi todos los sólidos de la leche son digeribles.
- 3.- Es un alimento bien balanceado para los niños en crecimiento. Es una fuente excelente de proteínas.
- 4.- La leche y sus derivados son indispensables para las personas de edad avanzada, como fuente de minerales, especialmente del calcio.
- 5.- Es recomendable para las mujeres en estado de embarazo y personas enfermas.
- 6.- La leche es barata. Comparada con otros alimentos, la leche, siempre se vende con un pequeño margen de utilidad.
- 7.- No requiere preparación para usarse en el hogar.
- 8.- No contiene desperdicios. La mayoría de los alimentos tienen desperdicios, como el hueso ó cáscara.
- 9.- Es un alimento para muchos usos. La leche puede usarse como bebidas, en sopas, escalopes, salsas, postres, desayunos de cereales y para propósitos culinarios generales.

El Departamento de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica, define a la leche así: secreción láctea, emulsión, suspensión coloidal y solución líquida de color blanco amarillento, opaca, obtenida por la ordeña completa de los mamíferos, con exclusión del producto obtenido quince días antes del parto y cinco días después de este acto. Y cuando dicha secreción láctea sea de consumo público no deberá tener menos de 3.25 % de grasa de leche y no menos de 8.25 % de sólidos no grasos de leche.

Las razones para fijar el mínimo de grasa y sólidos no grasos, es que, el valor nutricional de la leche depende de la combinación de los dos.

El interés de saber acerca de los constituyentes de la leche, se basa principalmente en que la leche es un alimento humano de primera necesidad y para determinar su valor como tal es conveniente conocer la clase y cantidad de nutrientes que posee. La elaboración de productos lácteos, demanda también del conocimiento de los componentes de la leche para proporcionar al mercado nuevos productos y así aumentar su consumo.

CUADRO II-A

Propiedades físicas de la leche bronca.

a)- Densidad de la leche completa a 15.5°C.	1.032
b)- Índice de Refracción a 20°C.	1.35
c)- Punto de Congelación (Hortvet).	-0.544 °C
d)- Punto de Ebullición.	100.17°C.
e)- Conductividad eléctrica (k).	0.0041 mhos.
f)- Diámetro del glóbulo de grasa.	0.003 mm
g)- PH	6.6
h)- Color	blanco amarillento opaca
i)- Calor específico a 15 °C.	0.938 cal/g °C
j)- Viscosidad absoluta a 15 °C.	0.012 a 0.035 cp
k)- Viscosidad relativa (específica).	1.6 a 2.15
l)- Tensión superficial.	53
m)- Poder calorífico (por litro).	700 cal.

La composición y propiedades físicas de la leche tienen grandes variaciones, y éstas se deben principalmente a: raza de ganado, alimentación, clima, herencia, salud y edad de los animales, período de lactancia y gestación, frecuencia de la ordeña, individualidad de la vaca, etc.

CUADRO II-B

Composición vitamínica de la materia prima y del producto (según S.K. Ken) por 100 g.

Componente	Leche Bronca	Leche Pasteurizada (HTST) (b)
Vitamina A, U.I. (a)	150	150
Vitamina D, U.I.	2	2
Vitamina E, (microgramos)	80	
Tiamina (B)	45	42
Riboflavinina (B ₂)	150	150
Acido Pantoténico "	350	350
Acido Nicotínico "	100	100
Biotina	1.5	1.5
Vitamina B ₆	35	35
Vitamina B ₁₂	0.35	0.35
Vitamina C ¹²	2000	1800

(a)-U.I. Unidad Internacional; para la vitamina A corresponde a 0.3 microgramos de axeroftol.

(b)-ATCT.-Alta Temperatura, Corto Tiempo, 72°C. 15 seg.

En la leche se encuentran la mayor parte de las vitaminas. No se concede una especial importancia a las enzimas contenidas en la leche desde el punto de vista

de la nutrición. Teniendo en cuenta la composición de las raciones alimenticias, son sobre todo las vitaminas A, B₁ y B₂ las que se consideran dentro del valor nutritivo de la leche. Sin embargo, no debe despreñarse el aporte de ácido pantótenico, vitamina B₁₂, y vitamina D, ya que estos factores no son abundantes en la alimentación habitual del hombre.

CUADRO II-C

Composición de la leche fresca ó bronca (según Jenness).

Constituyente	Composición aproximada en peso por litro de leche.	
1.- Agua	860-880	g.
2.- Lípidos en emulsión		
a)-Grasa (triglicéridos)	30-50	g.
b)-Fosfolípidos	0.30	g.
c)-Esteroles	0.10	g.
d)-Carotenoides	0.10-0.60	mg.
e)-Vitamina A	0.10-0.50	mg.
f)-Vitamina D	0.4	mg.
g)-Vitamina E	1.0	mg.
h)-Vitamina K	Huellas	
3.- Proteínas en dispersión coloidal.		
a)-Caseína	25	g.
b)- β lactoglobulina	3	g.
c)- Lactalbúmina	0.7	g.
d)-Albumina	0.3	g.
e)- α globulina	0.3	g.
f)-Pseudoglobulina	0.3	g.
g)-Otras albúminas y globulinas	1.3	g.
h)-Proteína del glóbulo graso	0.2	g.
i)-Enzimas	0.5	g.
1- Catalasa		
2- Peroxidasa		
3- Xantina oxidasa		
4- Fosfatasa (ácida y alcalina)		
5- Aldolasa		
6- Amilasas (α y β)		
7- Lipasas y otras esterases		
8- Proteasas		
9- Anhidrasa carbónica		
10- Sololasa		
4.- Materiales disueltos		
a) Carbohidratos		
1- Lactosa	45-50	g.
2- Glucosa	50	mg.
3- Otros azúcares	Huellas	
b) Iones y sales inorgánicas y orgánicas.		
1- Calcio	1.50	g.
2- Magnesio	0.10	g.
3- Sodio	0.50	g.
4- Potasio	1.50	g.
5- Fosfatos (PO ₄)	2.10	g.
6- Citratos (como ácido cítrico)	2.00	g.

(Continuación)

7- Cloruro	1.00	g.
8- Bicarbonato	0.20	g.
9- Sulfato	0.10	g.
10- Lactato	0.02	g.
c) Vitaminas hidrosolubles		
1- Tiamina	0.4	mg.
2- Riboflavinina	1.5	mg.
3- Niacina	0.2-1.2	mg.
4- Piridoxina	0.7	mg.
5- Acido pantoténico	3.0	mg.
6- Biotina	50	mg.
7- Acido fólico	1.0	mg.
8- Colina	150	mg.
9- Vitamina B ₁₂	7.0	mg.
10- Inositol	180	mg.
11- Acido ascórbico	20	mg.
d) Materiales nitrogenados no proteicos ni vitamínicos (como N)	250	mg.
1- Amonia (como N)	2-12	mg.
2- Aminoácidos (como N)	3.5	mg.
3- Urea (como N)	100	mg.
4- Creatina y createnina (como N)	15	mg.
5- Acido úrico	7	mg.
6- Xantina (T)		
7- Acido carboxílico-4 uracil	50-100	mg.
8- Acido hipúrico	30-60	mg.
9- Indican	0.3-2	mg.
e) Gases (leche expuesta al aire)		
1- anhídrico carbónico	100	mg.
2- Oxígeno	7.5	mg.
3- Nitrógeno	15	mg.
f) Varios		
1- Esteres de ácido fosfórico no identificados todavía (como Fósforo)	0.10	g.
5.- Elementos trazas (forma en la que se encuentra no definida todavía).		
a) Generalmente presentes:		
Kb, Li, Ba, Sr, Mn, Al, Zn, D, Cu, Fe, Co, I.		
b) Ocasionalmente presentes ó dudosos:		
Ph, Mo, Cr, Ag, Sn, Ti, V, F, Si,		

El consumo de leche a nivel nacional sigue dos canales importantes que son: El destinado a la industria y el de consumo directo, como leche pasteurizada y sin pasteurizar ó bronca.

A continuación se señalan las principales características de las diferentes presentaciones comerciales de la leche:

a) -Leche bronca.- Es la leche de establo recién ordeñada, sin ningún tratamiento químico ó biológico, implicando un riesgo para quienes beben esta leche, ya que se

afirma que el 45% de las vacas están enfermas de bruselosis, tuberculosis y mastitis y aunque no puede transmitirse al ser humano por medio de la leche, si puede ser motivo de infecciones del estómago y garganta.

b)-Leche pasteurizada.-La pasteurización consiste en calentar el producto durante algún tiempo, para después enfriarse rápidamente. Dentro de las leches esterilizadas con este procedimiento hay varios tipos en el mercado.

1.-Leche pasteurizada preferente extra-Es aquella leche líquida que por sus disposiciones sanitarias, se le considera de mejor calidad. En el mercado sólo existe la de marca Boreal.

2.-Leche pasteurizada preferente-Además de pasteurizada se somete a los procesos de Homogenización, Deodorización y en algunos casos a la Bactocentrifugación, al igual que la anterior, pero ésta con un contenido bacteriano mayor. De este tipo son la mayoría de las que se vende en envase "tetra pak".

3.-Leche pasteurizada-Únicamente sometida al proceso de pasteurización. Como casi todas las que se venden en botella.

4.-Leche pasteurizada semidescremada-Son aquellas que contienen una cantidad menor de grasa, comparada con la leche bronca. Como algunas presentaciones de las marcas Chipilo y Alpura.

5.-Leche Ultrapasteurizada-Tiene por objeto la conservación "indefinida" de la leche por la destrucción completa de los gérmenes y de las esporas. Para ello, es necesario calentar el producto a unos 115°C. Y mantenerlo a esa temperatura durante 15 ó 20 minutos, o bien durante 8 segundos a 140°C. Las hay en las marcas Alianza y Alpura 2000.

c)-Leche deshidratada.-Es la leche en polvo que se vende en tres presentaciones a saber:

1.-Leche deshidratada entera-A la cuál sólo se le ha quitado el agua. Es el caso de la leche marca Darel ó Nido.

2.-Leche deshidratada semidescremada-A la que, además del agua, se le quita parte de la grasa, como la de marca Sveltes.

3.-Leche deshidratada marca Alianza-Que como la anterior es desprovista en parte de la grasa animal, pero en este caso se sustituye por grasa vegetal, gracias a la cuál no sufre ninguna merma nutricional. Por el contrario, algunos nutriólogos consideran más valiosa la grasa vegetal que la animal, pues es insaturada ó polinsaturada, a diferencia de la grasa animal, que es saturada. Otra ventaja de la leche Alianza es que está enriquecida con vitaminas A y D.

d)-Leche evaporada.-Es aquella a la cuál sólo se le quita una parte del agua, sin llegar a convertirla en deshidratada. Se vende en dos presentaciones:

1.-Leche evaporada proteínada-En este caso hay que -

señalar que el término "proteínada" está mal empleado pues no consiste en una adición de proteínas. Lo que en realidad sucede es que la leche contiene un cierto número de sólidos cuando está entera y, como es lógico, al extraerle el agua, la proporción de sólidos con respecto a la cantidad de líquido es mayor; es decir, sigue habiendo la misma cantidad de proteínas pero en una proporción menor de agua.

e)-Leche condensada.-Es la leche parcialmente deshidratada a la que se le agrega más de un 50 % de azúcar. La única marca en el mercado es la lechera.

CUADRO II-D

La leche, para que pueda ser destinada al consumo público deberá provenir de animales sanos, bien alimentados y además, reunir los siguientes requisitos generales (según el Reglamento para el Control Sanitario de la Leche).

I-Ser el producto integral de la ordeña, excluyéndose el producto obtenido quince días anteriores al parto y cinco días después de este acto o cuando contenga calostros.

II-Ser pura, limpia, exenta de materias antisépticas, conservadores y neutralizantes;

III-Ser de color, olor y sabores normales;

IV-No coagular por ebullición;

V-No contener sangre, ni pus;

VI-No contener sustancias extrañas a su composición natural, tales como bactericidas, bacteriostáticos; preservativos químicos ó biológicos, antibióticos ó sustancias tóxicas;

VII-No contener sustancias radiactivas, o en su caso, que estas no sobrepasen los límites fijados por la S.S.A.

VIII-No contener bacterias, ni agentes patógenos.

Además de satisfacer los requisitos del artículo anterior, deberá tener las características generales físicas, químicas y microbiológicas, siguientes:

I-Densidad a 15°C., no menor de 1.0290;

II-Contener como mínimo 32 g/l de grasa propia de la leche (Método de Gerber);

III-Grado de refracción a 20°C., no menor de 37 ni mayor de 39 (Método de Lythgoe);

IV-Acidez (en ácido láctico), no menor de 1.4 ni mayor de 1.7 g/l;

V-Contener no menos de 83 ni más de 89 gramos de sólidos no grasos por litro;

VI-Cloruros (en cloro); no menor de 0.85 ni mayor de 1.25 g/l (Método de Volhard);

VII-Lactosa de 43 a 50 g/l. (Método Polarimétrico ó de Fehling);

VIII-Punto crioscópico de -0.53°C., a -0.560°C. (Corrección Horvert);

IX-Antes de ser pasteurizada, no producirá cambio de

color en la prueba de resazurina en un periodo máximo de 60 minutos;

X-Después de ser pasteurizada, no producirá cambio de color en la prueba de resazurina en un periodo máximo de 2 horas;

XI-No dará reacción positiva a la prueba de la sacarosa;

XII-No dará reacción positiva a la prueba del alcohol (68 %).

XIII-Después de ser pasteurizada, deberá dar reacción negativa a la prueba de la fosfatasa;

XIV-Después de ser pasteurizada, no deberá tener más de 10 colonias de coliformes por ml.;

XV-Después de ser pasteurizada y envasada, deberá mantenerse a una temperatura no mayor de 6°C. en la planta.

Además de reunir las especificaciones anteriores deberá someterse a los siguientes procesos: filtración, clarificación, enfriamiento, pasteurización, envasado y en su caso, bactocentrifugación. También podrá someterse la leche a los tratamientos adicionales de homogeneización, desodorización y a los que se encuentran autorizados por la S.S.A.

La leche pasteurizada preferente extra, además de reunir las especificaciones de los artículos anteriores del presente reglamento, deberá de satisfacer los siguientes requisitos:

I-Provenir de establos que tengan Licencia Sanitaria con categoría preferente extra.

II-Los hatos que la producen tengan certificado vigente de estar libres de tuberculosis y brucelosis, expedido por la Secretaría de Agricultura y Ganadería;

III-Antes de ser pasteurizada, la media logarítmica de las últimas seis cuentas no debe exceder de 50 000 colonias por ml. en placas de agar, ni contener más de 50 000 leucocitos por ml., en cuenta directa;

IV-Antes de ser pasteurizada, no dejar en el filtro sedimento mayor que el correspondiente al número uno de la escala del Método Wizard;

V-Después de ser pasteurizada, no debe dar lugar a más de 15 000 colonias por ml., en placas de agar en las últimas seis cuentas;

VI-Las plantas que procesen leche preferente extra, no podrán procesar ninguna otra categoría sanitaria en la misma planta;

VII-Que tenga un mínimo de 35 g. de grasa por litro.

En el caso de este producto, el problema de su conservación se centra en que es un producto extremadamente frágil que se altera rápidamente. Los métodos de conservación tienden en primer lugar, a detener la proliferación

ción microbiana. También deben protegerla de las alteraciones de origen químico y fisicoquímico.

La necesidad de tener alta calidad en el producto estriba en las siguientes observaciones:

- I- La leche se altera fácilmente.
- II- Y cuando suele contener organismos infecciosos, propaga rápidamente la enfermedad.
- III- Absorbe con facilidad los malos olores.
- IV- Como la leche es blanca, cualquier suciedad se observa rápidamente.

La leche de elevada calidad higiénica, en consecuencia debe ser:

- I- Baja en la cuenta bacteriana.
- II- Pura y libre de gérmenes infecciosos.
- III- De buen aroma.
- IV- Libre de suciedad.
- V- Que cumpla con los requisitos estatales y/o federales en cuanto al contenido mínimo de grasa, sólidos no grasos, y total de sólidos.

ESTUDIO DE MERCADO

El objetivo fundamental de esta investigación de mercado es reflejar datos reales, de la frecuencia en que la leche es consumida, de la calidad y cantidad mercante que existe en esa región, y en conclusión saber si hay demanda o no, y con ello, determinar la capacidad de la planta en estudio.

Como el título de la tesis lo indica, el estudio se realizará en la zona Norte del Estado de Tamaulipas, comprendiendo los Municipios de Matamoros, Reynosa, Río Bravo y Valle Hermoso.

Esta zona, eminentemente agrícola y ganadera, tiene dos períodos de siembra, uno, el más abundante, llamado "del verano" se cosecha en los meses de Junio y Julio, el cual tiene gran participación en el mercado nacional por la gran cantidad de granos de maíz, sorgo y frijol producidos con la ayuda de la maquinaria agrícola más moderna que se utiliza en México. El otro período "del invierno" empieza en Agosto y termina en Diciembre, poco antes de que los fuertes fríos de invierno se hagan presentes y eviten la maduración del grano.

El cuadro II-E muestra la superficie de cada municipio en km², las hectáreas pertenecientes a cada distrito,

de riego según la SARH., y las tierras cultivadas que cuentan con riego, las de temporal, agostadero e improductivas.

CUADRO II-E

Municipio	Superficie(km ²)	Distrito25(ha)	Distrito26(ha)
Matamoros	3351.96	86 373	
Reynosa	2691.26		110 200
Río Bravo	2140.00	62 404	29 774
Valle Hermoso	1770.25	57 660	
total	10223.47	206 437	139 974

Riego(ha)	Temporal(ha)	Agostadero(ha)	Improductivo y lagunas (ha)
86 373	46 800	130 800	248 027
110 200	39 710	115 610	69 509
92 178	37 000	57 000	11 815
346 411	123 510	303 610	342 580

Fuente: Sub-agencia regional en Matamoros, Tam. SARH.

Nota: Las superficies de los municipios son diferentes a cada uno de los censos nacionales desde 1940, por lo que la superficie de los municipios en esta tabla no corresponde a la suma de las áreas del uso del suelo.

La superficie regada en esta región, por las aguas del Río Bravo, es de 346 411 ha.(33.9 % del total) usada en su mayoría para la Agricultura de granos y forrajes para el ganado lechero.

Los siguientes datos fueron obtenidos en el ciclo de verano del año en curso. (1982).

Para la región en estudio, se tiene una producción de maíz de 563 000 toneladas y una de sorgo de 1 648 000 toneladas, de las que sólo 200 000 ton. de granos serán consumidas en ese lugar, y las restantes serán enviadas a otras entidades.

Los 37 000 productores del norte de Tamaulipas sembraron una extensión de 728 000 ha. 531 000 destinadas al sorgo y 180 000 al maíz. La actual capacidad de almacenamiento es de 2 450 000 toneladas, con lo que no habrá pérdidas de granos por este concepto.

Fuente: Bodegas Rurales CONASUPO, Matamoros, Tam.

Se cuenta con 303 610 ha. de agostadero (29.7 % del total) empleados principalmente para la cría de ganado vacuno y en menor proporción, el porcino, lanar, caballar y avícola. Una gran parte de esta superficie cuenta con sistema de riego acanalado.

Luego entonces, se tienen grandes superficies de agostadero, suficientes para alimentar a más de 20 000 cabezas de ganado y que traducidos a litros de leche es posible obtener una producción diaria mínima de cien mil litros.

En el siguiente cuadro (II-F), se puede observar la población total de cada uno de los municipios involucrados en esta tesis.

Municipio	1970	1980
Tamaulipas	1 456 858	1 924 934
Matamoros	186 146	245 712
Keynosa	150 786	199 230
San Bravo	71 389	94 322
Valle Hermoso	42 287	55 823
total	450 608	595 087

Fuente: IX y X censo general de población y vivienda. Estado de Tamaulipas. (SPP).

Producción regional.

La producción de leche pasteurizada líquido en esta región se externa por la procesada en la planta S. de P. R. de R.S. "Productos Lácteos de Matamoros, La Vakita", única existente hasta la fecha. (Ver cuadro y gráfica II-G).

Año	1965	1970	1975	1977	1981	1982
lit/día	20 000	28 000	35 000	38 000	43 000	46 000

Fuente: Cifras aproximadas aportadas por "Productos Lácteos de Matamoros La Vakita".

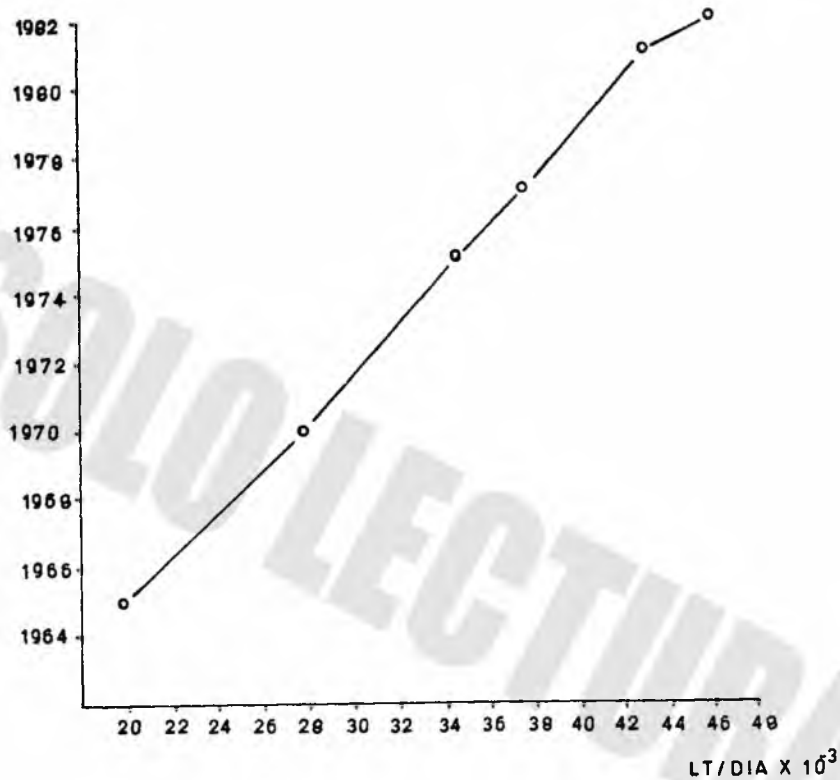
Esta empresa (Reg. DMT-068/81) empezó sus actividades el 18 de enero de 1965, gracias a la valiosa iniciativa del Dr. Alejandro Guzmán.

Su capacidad inicial de instalación fue de 30 000 lit/día, con una inversión total de \$3 200 000, préstamo pagadero a 15 años concedido por el organismo "Fideicomisos instituidos en relación con la Agricultura, Ganadería y Avicultura" en el Banco de México S.A. (FIRA), a través del ahora Banco Nacional de Crédito Rural.

En 1975, la empresa aumentó su capacidad instalada a 75 000 lit/día, capacidad que aún actualmente no ha podido emplearla en un cien por ciento, argumentando el precio tope de la leche pasteurizada que mantiene la ahora SECO-FIN, y el alza continua de precios que sufren los energéticos, insumos, refacciones, forrajes y alimentos en general del ganado vacuno.

Productos lácteos de Matamoros La Vakita se suministra de leche bronca de la siguiente manera: (Septiembre de 1982):

Cantidad de leche recogida en la región: 6 000 lit/día
 Cantidad de leche comprada a los ganaderos de la re-



GRAFICA II-G

PRODUCCION DE LECHE PASTEURIZADA
EN LA REGION VS TIEMPO EN AÑOS.

ESIOIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

gión Lagunera (Lerdo, Delicias, Aguascalientes, etc) : 40 000 lt/día. La cuál se transporta en pipas de 25 000 litros de capacidad, 3 propiedad de la empresa de las 7 que funcionan actualmente.

Tal y como se observa en la gráfica II-G, las ventas de esta empresa, fueron aumentando paulatinamente, y, en los años donde existió devaluación, sus ventas crecieron bruscamente por el alza (Consecuencia lógica) al precio de la leche importada.

Concluyendo que la devaluación del peso, ayuda a que el producto nacional tenga mayor participación en el mercado fronterizo.

Importaciones.

La producción regional de leche pasteurizada, no es suficiente para satisfacer las necesidades de la población por tal motivo se ha tenido que acudir a las importaciones, producto, que fungiendo como artículo gancho, tiene la frontera abierta en esta región, para su libre mercado.

El cuadro II-H muestra la cantidad de leche evaporada y pasteurizada líquida, importada por cada uno de los mercados, durante el año de 1982, para su venta en la región.

CUADRO II-H		
Mercado	kg. de Leche Pasteurizada	kg. de Leche evaporada.
Matamoros		
ASTRA	1 801 046	19 712
Comercio Organizado	2 589 953	709 500
C. Mercamex No. 1	5 773 292	83 058
C. Mercamex No. 7	609 354	450
CONASUPO No. 1	1 498 782	-----
CONASUPO No. 2	1 129 837	-----
Valle Hermoso		
Comercio Organizado	354 480	40 130
CONASUPO	590 312	-----
Reynosa		
ASTRA	2 867 174	22 416
Comercio Organizado	2 669 231	650 315
C. Comercial Benavides, S.A.	1 038 302	-----
Supermex	532 248	73 128
CONASUPO	461 414	-----
Río Bravo		
Comercio Organizado	418 177	55 614
Superofertas S.B.	1 078 628	120 490
CONASUPO	659 103	-----
total	24 071 333	1 774 813

Fuente : Departamento de artículos ganchos, de la dirección

general de aduanas, Reynosa y Matamoros, Tamps.

En el siguiente cuadro II-I se dan las cifras totales de importación y por años, desde 1978 a 1982 de la leche pasteurizada y evaporada (diluida).

CUADRO II-I		
Años	Leche pasteurizada(lt)	Leche evaporada diluida (lt).
1978	19 214 613	2 772 650
1979	19 982 715	2 901 224
1980	20 903 515	3 051 280
1981	22 108 450	3 204 286
1982	23 324 935	3 329 856

Fuente : Dirección general de aduanas, Reynosa y Matamoros Tamps.

Además se tienen cifras desconocidas de consumo, por la adquisición directa de leche en los mercados de Texas, ventas que no están sujetas a un control, ni registradas en la dirección general de aduanas, pero que se estiman sean mayores a los 30 000 lt., por día actualmente. (Marzo-1982)

A manera de comparación, y para observar la contribución que tiene el estado de Tamaulipas en este campo, con relación al resto de los estados de la República Mexicana se ilustra a continuación el cuadro II-J en el cual se dan las plantas pasteurizadoras de leche en cada una de las entidades federativas y su producción, en el año de 1979.

CUADRO II-J		
Entidad	Número de plantas	producción diaria (lt)
Aguascalientes	2	78 000
Baja California N.	7	345 000
Baja California S.	2	16 000
Coahuila	4	249 278
Chihuahua	8	289 300
Distrito federal	7	1 099 800
Durango	2	59 000
Guanajuato	3	104 750
Guerrero	1	70 000
Hidalgo	4	299 000
Jalisco	5	405 000
México	33	801 800
Michoacán	1	25 000
Nayarit	2	35 000
Nuevo León	9	445 000
Puebla	5	68 000
Querétaro	4	80 000
San Luis Potosí	3	68 000
Sinaloa	3	110 000
Sonora	10	413 780
Tabasco	1	30 000

(Continuación)		
Entidad	Número de plantas	Producción diaria (lt)
Tamaulipas	8	143 000
Tlaxcala	1	10 000
Veracruz	5	48 000
Zacatecas	1	16 438
total	131	5 306 346

Fuente: Instituto Nacional de la Leche, SARH.

Tomando en consideración la producción nacional, importaciones y exportaciones, población total mexicana, se da a continuación el consumo per-cápita de leche pasteurizada a nivel nacional. (Cuadro II-K).

CUADRO II-K				
Años	Producción (millones lt)	Población nal. (miles)	Consumo per-cápita lt/año	Consumo per-cápita ml/día
1970	4 483	50 695	88.4	242
1971	4 694	52 452	89.5	245
1972	4 915	54 278	90.6	248
1973	5 225	56 161	93.0	255
1974	5 500	58 118	94.6	259
1975	5 809	60 145	96.6	265
1976	5 907	62 329	94.8	260
1977	6 181	64 594	95.7	262
1978	6 510	66 944	97.2	266
1979	6 910	68 460	100.9	276
1980	7 490	70 126	106.8	292

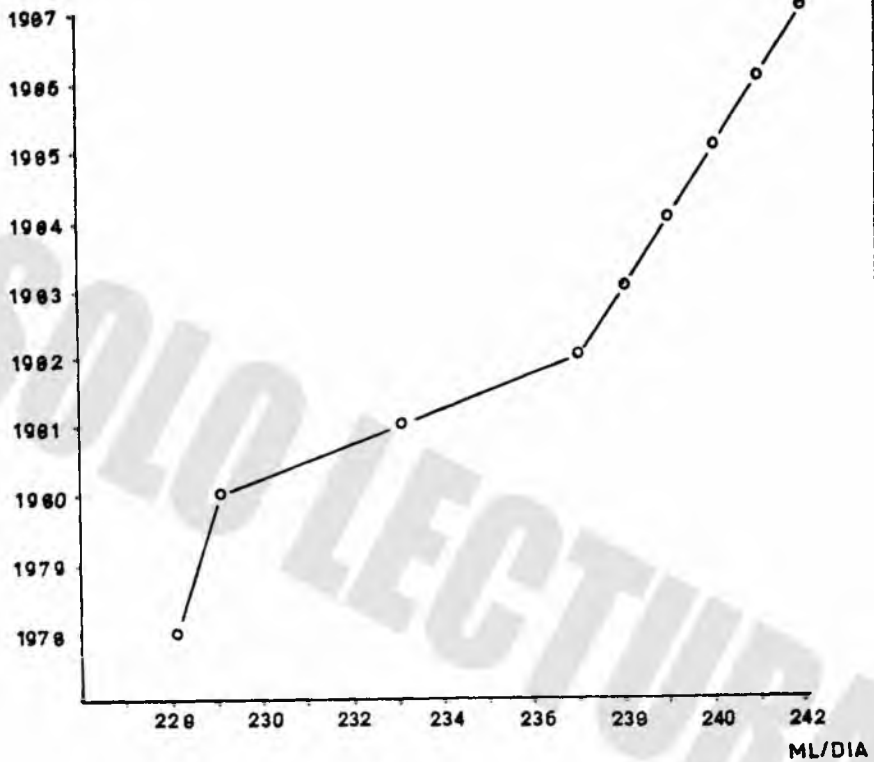
Fuente: Instituto Nacional de La Leche. SARH.

El consumo per-cápita de la leche en México ha tenido un aumento lento pero sostenido de 242 ml/día en 1970, a 292 ml/día en 1980, lo que refleja una tasa media anual del 2.4 %.

En el siguiente cuadro se puede apreciar el consumo per-cápita de los habitantes de la región.

CUADRO II-L					
Años	Producción regional (lt/año)	Importación (lt/año)	Población regional (lt/año)	Consumo per-cápita (lt/año)	Consumo per-cápita (ml/día)
1978	13 986 512	32 937 263	564 208	83.2	228
1979	14 250 000	33 833 939	579 442	83.0	227
1980	14 916 000	34 904 795	595 087	83.7	229
1981	15 695 000	36 262 736	611 154	85.0	233
1982	16 790 000	37 604 791	627 656	86.7	237

Como se puede observar, comparando los cuadros II-K y II-L, el consumo per-cápita en la región es menor que a nivel nacional, y éste a su vez está muy por abajo del óptimo recomendado por la Organización de las Naciones



GRAFICA II-L

CONSUMO PER-CAPITA REGIONAL DE
 LECHE PASTEURIZADA VS TIEMPO
 EN AÑOS Y SU PROBABLE TENDENCIA.

ESIOIE -IPN
 TESIS PROFESIONAL
 JOSE CRUZ RAMIREZ

Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) de 500 ml / día por habitante.

Tendencias de la producción regional, importaciones y consumo per-cápita de la leche pasteurizada.

Para obtener esas tendencias, se consideran los datos concentrados en las tablas anteriores.

Debido a la tendencia lineal de los datos reales, se optó por utilizar la ecuación de la línea recta.

Ecuación de la línea recta :

$$Y = a + bx$$

dónde "a" y "b" son constantes a determinar mediante la aplicación de correlación por mínimos cuadrados.

$$\sum Y = \sum a + b \sum x$$

$$\sum XY = a \sum x + b \sum x^2$$

dónde :

n-es el número de valores.

y- es la variable dependiente.

yⁱ-es el valor buscado.

x-es el tiempo.

"a" y "b"-son las constantes incógnitas.

Considerando que el número de años con el que se trabaja es impar, las ecuaciones anteriores se simplifican.

Cuando X=0; las ecuaciones quedan de la siguiente manera :

$$a = \sum Y / n$$

$$b = \sum xy / \sum x^2$$

Con estas ecuaciones, se procede a calcular la ecuación de la línea recta para la tendencia de la producción nacional y las importaciones.

Cálculo de la ecuación de la línea recta para la tendencia de la producción regional.

Años	X	Y	XY	X ²	Y ¹
1978	-2	13 986 512	-27 973 024	4	13 717 109
1979	-1	14 250 000	-14 250 000	1	14 422 306
1980	0	14 250 000	0	0	15 127 503
1981	1	15 695 000	15 695 000	1	15 832 700
1982	2	16 790 000	33 580 000	4	16 537 897
Suma (Σ)	0	75 637 512	7 051 976	10	

$$a = 75\ 637\ 512 / 5 = 15\ 127\ 503$$

$$b = 7\ 051\ 976 / 10 = 705\ 197$$

$$y_1^1 = a + bx$$

$$y_1^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197 (x)$$

$$y_1^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197 (-2) = 13\ 717\ 109$$

$$y_1^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197 (-1) = 14\ 422\ 306$$

(Continuación)

$$y_{80}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (0) = 15\ 127\ 503$$

$$y_{81}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (1) = 15\ 832\ 700$$

$$y_{82}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (2) = 16\ 537\ 897$$

Mediante esta misma ecuación, se hacen las proyecciones para los años de 1983 a 1987.

$$y_{83}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (3) = 17\ 243\ 094$$

$$y_{84}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (4) = 17\ 948\ 291$$

$$y_{85}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (5) = 18\ 653\ 488$$

$$y_{86}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (6) = 19\ 358\ 685$$

$$y_{87}^1 = 15\ 127\ 503 + 705\ 197\ (7) = 20\ 063\ 882$$

Cálculo de la ecuación de la línea recta para la tendencia de las importaciones totales (leche pasteurizada y evaporada).

Años	X	Y	XY	X ²	Y ¹
1978	-2	32 937 263	-65 874 526	4	32 755 935
1979	-1	33 833 939	-33 833 939	1	33 932 320
1980	0	34 904 795	0	0	35 108 705
1981	1	36 262 736	36 262 736	1	36 285 090
1982	2	37 604 791	75 209 582	4	37 461 475

$$a = 175\ 543\ 524/5 = 35\ 108\ 705$$

$$b = 11\ 763\ 853/10 = 1\ 176\ 385$$

$$y^1 = a + bx$$

$$y_{80}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (X)$$

$$y_{78}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (-2) = 32\ 755\ 935$$

$$y_{79}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (-1) = 33\ 932\ 320$$

$$y_{80}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (0) = 35\ 108\ 705$$

$$y_{81}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (1) = 36\ 285\ 090$$

$$y_{82}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (2) = 37\ 461\ 475$$

Mediante esta misma ecuación, se hacen las proyecciones para los años de 1983 a 1987.

$$y_{83}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (3) = 38\ 637\ 860$$

$$y_{84}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (4) = 39\ 814\ 245$$

$$y_{85}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (5) = 40\ 990\ 630$$

$$y_{86}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (6) = 42\ 167\ 015$$

$$y_{87}^1 = 35\ 108\ 705 + 1\ 176\ 385\ (7) = 43\ 343\ 400$$

Probables tendencias de la producción regional, importaciones y consumo per-cápita de la leche en la zona

norte del Estado de Tamaulipas.

Año	Producción reg. (lt/año)	Importaciones (lt/año)	Población	Consumo per-cápita (lt/año)	(ml/dfa)
1983	17 243 094	38 637 860	644 603	86.7	238
1984	17 948 291	39 814 245	662 007	87.3	239
1985	18 653 488	40 990 630	679 881	87.7	240
1986	19 358 685	42 167 015	698 238	88.1	241
1987	20 063 882	43 343 400	717 090	88.4	242

CAPACIDAD DE LA PLANTA

Factores que se toman en cuenta para la determinación de la capacidad.

1-Tendencia del consumo aparente.

Observar la tendencia ascendente que muestra la gráfica II-L.

2-Estimación de la puesta en marcha del producto.

La producción regional aumenta gradualmente año con año, y en los años donde existió devaluación brusca de la moneda mexicana, las ventas de la planta pasteurizadora "La Vakita" en Matamoros aumentaron grandemente y las ventas de la leche Americana "Hygeia" en los mercados de Texas disminuyeron en grandes proporciones. Esto demuestra que existe buena estimación de la puesta en marcha del producto en lo referente a comercialización.

3-Plantas instaladas (Capacidad y Localización).

Nombre

Productos Lácteos de Matamoros "La Vakita"

Lugar

H. Matamoros, Tamps.

Capacidad de instalación.

75 000 lt/dfa.

4-Productos sustitutos y su tendencia.

Por su valor nutricional considerese insustituible.

5-Usos del producto.

Uso alimenticio únicamente.

6-Tecnología disponible.

Los equipos empleados en este proceso no se encuentran disponibles en los mercados nacionales, por lo que es necesario importarlos. Las 131 plantas pasteurizadoras nacionales funcionan bajo maquinaria y tecnología americana principalmente. Hoy en día, existen muchos técnicos mexicanos capaces de manejar estos equipos sin supervisión extranjera, por lo que únicamente se comprarán en el exterior los equipos.

Algunas refacciones, las más usuales, se podrán conseguir en Rfo Bravo ó Reynosa, otras, las más sofisticadas necesitan mandarse traer de los Estados Unidos.

7-Capital disponible.

Se piensa plantear el proyecto a Instituciones fiduciarias para la realización del mismo. De tal manera que este guión no se tome como decisivo para determinar la capacidad de la planta en estudio.

8-Mercado Nacional e Internacional.

Las secretarías de Estado prohibieron recientemente la venta de leche Mexicana a ciudadanos residentes en el Estado de Texas, es decir, cerraron la frontera a la exportación. El hecho de que el producto no pueda salir del país, no repercute en mayores problemas porque, si observamos los resultados del estudio de mercado, nos percatamos de que la demanda de leche en la región es tan grande que se necesitaría una planta que procesase cien mil litros diarios mínimo para alimentar a la población bajo estudio.

Pero si ocurriere que la capacidad seleccionada en el proyecto, ó bien la capacidad a futuros, rebasase la demanda regional, se cubriría entonces, el mercado nacional más próximo a la planta, como son las ciudades aledañas de San Fernando, Cd. Victoria, Monterrey, etc., donde existe gran escasez de este producto alimenticio.

A manera de comparación, se observa el consumo aparente, el cual da una idea del consumo real de una región ciudad ó nación, y cuando existe producción nacional menor que el consumo actual, se recomienda que la capacidad de la nueva planta sea del 30 al 40 % del consumo aparente.

Así, se tiene que el 30 % del consumo aparente de la región es de 44 708 lt/día y el 40 %, 59 611 lt/día.

Para seleccionar la capacidad de la planta, seguiremos las experiencias de más de 25 compañías dedicadas a la construcción de plantas pasteurizadoras de leche.

Estas compañías dejaron establecido en el último congreso mundial de productores de leche, que el tamaño más recomendado para una planta de leche es de 30 000 lt/día.

Esta cantidad fué presentada con un estudio económico y de acuerdo con la experiencia de más de 50 años en la construcción y operación de plantas de tratamiento de leche.

En el presente estudio y viendo la probabilidad que tiene la región de producir tal cantidad de leche diariamente, y además, la probabilidad de que existe la suficiente población para consumirla, se realizan cálculos para una capacidad de instalación de 30 000 lt/día.

La capacidad nominal σ de diseño será:
 $30\ 000 \times 330 \text{ días} = 9\ 900\ 000 \text{ lt/año.}$

LOCALIZACION DE LA PLANTA.

Factores primarios.

1-Fuente de materias primas.

Debido a que el estudio de mercado revela poca producción de leche bronca en la región y con la finalidad de evitar el aumento bacteriano en la leche sin procesar, durante su traslado desde las rancherías hasta la planta, se piensa localizar los centros de abastecimiento de leche fresca en los terrenos de la planta, es decir, el proyecto completo será similar al Complejo Agropecuario de Tizayuca, México, que elabora la leche de categoría preferente extra marca Boreal.

Luego entonces, la materia prima se alimentará a la planta por medio de tuberías.

2-Mercado.

El más grande y principal mercado se encuentra en las ciudades de: Reynosa, Río Bravo, Valle Hermoso y Matamoros.

Debido a que en la ciudad de Matamoros ya existe una planta, se recomienda instalar la de este proyecto en un lugar alejado de esta ciudad y cercana a las otras tres, con la finalidad de abastecer primero al mercado de la región de mayor escasez de leche pasteurizada.

3-Vías de Comunicación.

a) Carreteras.

I-Nacionales. Las carreteras nacionales con que cuenta la región son las que unen a Matamoros con Mazatlán y Matamoros con Cd. Victoria, Tamps.

II-Estatales. Entre las del estado, se tiene las que comunican a Valle Hermoso a Río Bravo y a Reynosa entre sí.

III- Vecinales. Existe una cuadrícula sobre toda la región y en cada kilómetro se localiza una brecha (camino de tierra).

b) Ferrocarriles.

-Nacionales. Matamoros-Monterrey.

-Estaciones de embarque para movimientos interiores Matamoros, Rosita, Ramírez, Control, Río Bravo y Reynosa.

c) Aereas.

-Nacionales. Matamoros-México, Reynosa-México.

d) Teléfono, Telégrafo y Correo.

-Con servicio nacional e internacional.

4-Energéticos.

a) PEMEX

Cuenta con una brigada de explotación en Cd. Reynosa, dispone de 12 equipos de perforación, 7 equipos de perforación de pozos, un oleoducto desde Cd. Madero Tamps. y un gasoducto recientemente construido Cactus-Reynosa.

La planta de refinación de PEMEX en Reynosa tiene una capacidad de 20 500 barriles /día.

Se localizan 3 centros productores en Reynosa con una capacidad total de 1 234 barriles/día, y otro centro productor en Río Bravo con capacidad de 224 barriles/día.

El gas que se extrae en Reynosa se procesa en la planta de absorción localizada ahí mismo, dando como principal producto gas seco, así como también, etano, propano, butano, nafta, etc., el gas seco se transporta por gasoducto para abastecer las industrias de Nuevo León, Coahuila y Chihuahua.

El gas que se extrae en el distrito norte se transporta por gasoducto a la refinería de Madero, la cuál abastece de este energético a todo el corredor industrial Tampico-Altamira.

La planta petroquímica de Reynosa produce etano, etileno, y polietileno de baja densidad. El etano y el etileno se consumen totalmente en la refinería de Reynosa. El polietileno es destinado a los mercados de inyección y moldeo para fabricar utensilios de este material.

b) Electricidad.

En la zona Norte del Estado se encuentran 2 plantas generadoras de energía eléctrica.

I-La planta Falcón, del tipo hidroeléctrica, la cuál tiene una capacidad de 30 500 kw. y,

II-La planta Río Bravo, del tipo termoeléctrica, con una capacidad de 75 000 kw.

Los principales centros distribuidores de energía eléctrica son: Río Bravo, Reynosa, Matamoros y Nuevo Laredo, abastecidos por las dos plantas anteriormente mencionadas, pero sucede que la capacidad total no alcanza a abastecer la demanda en toda la región, por lo que Monterrey proporciona 138 kw. a Nuevo Laredo.

De la interconexión de las líneas de las dos plantas de energía eléctrica, se deriva una línea a la Cd. de Matamoros, donde se encuentra una subestación reductora, que abastece de energía a todas las zonas aledañas.

El 47.7% de la energía eléctrica se destina a usos industriales; el 34.6% a uso doméstico; el 12.8% para fines comerciales y el restante, para alumbrado y riego.

Factores Secundarios.

1-Agua.

En el Norte del estado, se encuentra el Río Bravo, que recorre la franja fronteriza con los Estados Unidos de Norteamérica hasta desembocar en el golfo de México;

su caudal se incrementa con las avenidas de sus afluentes, los ríos Salado, sabinas, álamo y San Juan; abarca 450 km del territorio Tamaulipeco, tiene un escurrimiento medio anual de 1470 millones de m³ y sobre su cauce se encuentra la presa internacional Falcón, con capacidad para 5 038 millones de m³ y con finalidades de riego, generación de energía eléctrica y control de avenidas.

La región bajo estudio recibe aguas del Río Bravo, y para su sistema de riego de cultivos establecidos, cuenta en la parte norte con su gran presa internacional Falcón, como vaso de control de avenidas y almacenamientos; la de Anzalduz, como presa derivadora y los vasos del Culebrón, Villa Gardénas y Palito Blanco como vasos reguladores.

La planta deberá instalarse cerca del canal Anzalduz, canal que nace en la presa del mismo nombre y riega el 25° y 26° distrito, además de abastecer del vital líquido a una gran cantidad de poblados que se encuentran en el curso de él.

El agua, que en todo momento corre por ese canal es agua dulce, de características cercanas a la potable, si no fuera por la suciedad que adquiere durante su trayecto.

2-Dispositivo para drenaje.

Se usará como drenaje los canales que para tal fin existen en la región.

En los distritos de riego, se construyeron un canal para regar y un canal para drenar, juntos y paralelos, cada mil metros y que sirven para evitar inundaciones sobre todo en época de ciclones.

Luego entonces, la planta junto con su establo se localizará fuera de cualquier ciudad, para no contribuir con sus desechos al sistema pobre de drenaje que se proyecta en toda ciudad.

3-Factores Climatológicos.

El clima de la región es considerado como semi-seco mesotermal, con una precipitación escasa en todas las estaciones del año. Sin embargo, dada la irregularidad de las lluvias en todas las estaciones del año se tienen épocas muy favorables para la agricultura y ganadería, alternando con otras épocas, en que sucede todo lo contrario por los largos períodos de sequía.

El clima lo podemos considerar moderado. Ya que la oscilación anual es como sigue: 40°C. máxima, 23°C. media y 4°C mínima.

Las bajas temperaturas de los meses de diciembre, enero y febrero nos marcan un receso en la agricultura regional.

El principal período de lluvias se presenta en los meses de Septiembre y Octubre.

El principal período de sequía comprende de enero a abril, y el de inundaciones en los meses de mayor precipitación, Septiembre y Octubre.

En enero, febrero y diciembre, se tienen vientos dominantes del Norte (invierno); del 21 de marzo al 22 de

Junio los vientos dominantes son del Norte y Sureste (primavera); del 22 de Junio al 21 de Septiembre los vientos dominantes son del Sur y del Este (verano); y del 22 de Septiembre al 21 de Diciembre los vientos dominantes son del Norte y Noroeste (otoño).

4-Mano de obra.

Existen diversas escuelas de educación superior con diferentes especialidades: en Matamoros, el Instituto Tecnológico y la ahora recién creada Universidad de Matamoros; y en Reynosa, la Universidad de Tamaulipas; en las ciudades de Río Bravo y Valle Hermoso se cuenta con centros de estudios a nivel medio superior, por lo que se tendrá el suficiente personal técnico y profesional necesario para el funcionamiento de la planta.

5-Factores de la comunidad.

a) Economía de la región. La mayoría de los habitantes son agricultores, otra parte ganaderos (en menor cantidad) y el resto depende de las diferentes empresas, como son almacenes de granos, procesadoras de camarón, compañías americanas maquiladoras de aparatos eléctricos, plantas pasteurizadoras y embotelladoras de refresco.

b) Agricultura. En la zona Norte del Estado se localizan las principales áreas productoras de granos, apoyada por una extensa infraestructura de riego y vastas superficies de temporal muy productivas.

La zona tiene un buen nivel de tecnificación agrícola, que la distingue como la mejor mecanizada del estado, y una de las mejores a nivel nacional.

El principal ciclo agrícola es el Primavera-Verano, (temprano). En el otoño-invierno (tardío), sólo se siembra del 15 al 20 % de la superficie por condiciones climatológicas adversas.

Los cultivos más relevantes en la zona son el sorgo, maíz y frijol, que representa el 97.7 % de la superficie sembrada, y las hortalizas, entre los que destaca la okra destinada casi en su totalidad al mercado externo.

En 1981 se obtuvo en esta zona, una producción de 2.8 millones de toneladas de granos básicos que representó el 84 % del volumen de la producción en el estado de Tamaulipas.

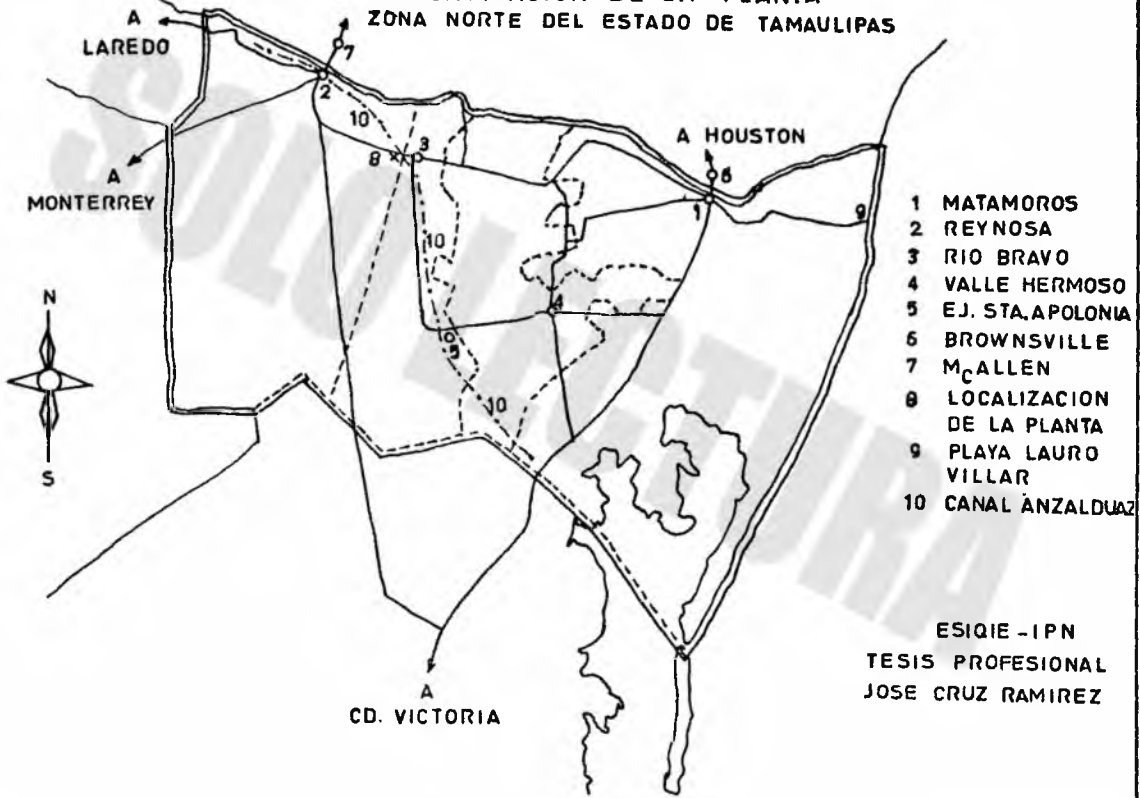
c) Ganadería. Dentro del sector agropecuario y forestal, la actividad ganadera es después de la agricultura, la que genera mayor producción.

Se explota ganado bovino, equino, ovino, y en menor escala caprino. En los últimos años ha tomado auge la porcicultura ya que Monterrey es un centro de consumo y está relativamente cerca. La avicultura se estancó en el último año debido al bajo precio del huevo.

La característica predominante es la práctica de una explotación ganadera del tipo extensiva.

El ganado bovino predomina las razas cebú, y cebú cru

LOCALIZACION DE LA PLANTA
ZONA NORTE DEL ESTADO DE TAMAULIPAS



ESIQIE - IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

zado con criolla.

d) Industrias Maquiladoras.

Por su colindancia con los Estados Unidos de Norteamérica, cuenta con un gran número de empresas que procesan y ensamblan productos que van desde el descabezado, se lección y empaque de camarón, hasta el ensamble de complicados aparatos eléctricos y electrónicos.

Las maquiladoras se encuentran ubicadas en las ciudades de Reynosa y Matamoros, ya que éstas están integradas como polos de atracción para el inversionista extranjero, aunado esto, a la disponibilidad de suficiente mano de obra y el bajo costo de la misma.

Según datos aportados por la Secretaría de Comercio y la Dirección de Fomento Industrial del gobierno del Estado, se han aprobado y operan 146 empresas (1980) maquiladoras, de las cuales Matamoros absorbe un 62 % y Reynosa un 22 %.

e) Generales. En esta región, los poblados rurales han experimentado una constante disminución de su población en los últimos años. Este fenómeno es producto de una constante emigración hacia las ciudades. Lo anterior tiene sus raíces en el deterioro progresivo de las actividades primarias, la dotación insuficiente de servicios, los bajos niveles de ingreso campesino y el desfavorable intercambio económico de los sectores secundarios y terciarios.

La ciudad de Río Bravo, presenta buena alternativa para la localización de la planta, dadas las consideraciones anteriores y las características generales siguientes: Cuenta con almacenes de depósito para obtener fácilmente las refacciones de los equipos, con hospitales generales, y de emergencia, con hoteles adecuados y agradables para recibir visitas distinguidas, tiendas de autoservicio, escuelas, bibliotecas, teatros, iglesias, vigilancia nocturna, parques, cines, centros deportivos y de baile, balnearios y a menos de 100 km., se encuentra la playa Lauro Villar.

SELECCION DEL PROCESO.

La clase o tipo de leche a obtener en el proceso es la clasificada como leche preferente extra, por el Reglamento para el Control Sanitario de la Leche en México, con la única finalidad de poder compararse con la alta calidad que tiene la leche pasteurizada de importación y que la mayoría de la gente nortea está acostumbrada a preferir.

Por otro lado, en lo que concierne a precios, por muy elevado que sea el precio impuesto por la Secretaría de Comercio a este tipo de leche, nunca podrá compararse con el alto precio que se paga por la de importación.

Aún cuando la leche se maneje bajo condiciones óptimas en la planta y en la granja, es seguro que existirá cierta cantidad de sedimentos, lo mismo que células invisibles del tejido de la ubre. Para producir un producto limpio, la planta deberá filtrar y clarificar la leche antes de procesarla.

El filtro recogerá las materias extrañas visibles en forma completamente efectiva, pero no retendrá los leucocitos (tejidos de la ubre). Estos contribuyen a formar el fino sedimento que se observa en el fondo de una botella de leche homogeneizada.

La clarificadora, al igual que el separador de crema opera sobre el principio de la fuerza centrífuga que arroja el sedimento, que es más pesado que la leche, al exterior del tazón, en donde se adhiere al interior de la cubierta de éste ó camisa, formando el llamado "limo". A diferencia del separador, la clarificadora solo tiene una salida, de manera que no puede haber separación de la grasa.

El principal factor que afecta la sanidad de la leche son las bacterias. Y las más nocivas que se encuentran en los alimentos pueden ser destruidas por diferentes métodos, siendo los más eficaces los de aplicación controlada de calor y el del uso de productos químicos, bactericidas como cloro, bases de amonio cuaternario y el más moderno es por medio de Bactocentrifugación, que no las destruye pero sí las elimina del producto, es decir, las separa.

La pasteurización destruye la mayor parte de las bacterias de la leche y todas aquellas que producen enfermedades, si se encuentran presentes. También es muy económica el que el producto conserve sus cualidades.

En 1933, Charles Porcher, definió exactamente el objeto de la pasteurización:

Pasteurizar la leche es destruir en ella, por el empleo apropiado del calor, casi toda su flora banal y la totalidad de su flora patógena, procurando alterar lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y sus diastasas y vitaminas.

Las condiciones del calentamiento tienen que permitir la destrucción del bacilo tuberculoso y por tanto la de todos los microorganismos patógenos, así como la eliminación de una proporción adecuada de gérmenes banales (más del 99%).

Existen dos tipos básicos de pasteurización en uso en la actualidad: el proceso discontinuo ó en cubas y el proceso de corto tiempo a elevada temperatura (HTST).

Ventajas del proceso continuo HTST (High Temperature, Short Time) sobre el proceso intermitente ó discontinuo.

I-Se requiere menos espacio en el piso

II-Es menor el costo del equipo original, aunque este ahorro puede ser parcialmente neutralizado por el uso de mejores calentadores y controladores.

III-Se puede agrandar más fácilmente la capacidad del equipo.

IV-Se puede utilizar mejor el trabajo a causa de que el embotellado puede iniciarse tan pronto como principia la pasteurización.

V-El equipo puede lavarse e higienizarse con más facilidad por el procedimiento de lavado en el sitio.

VI-Las bacterias termofilicas (amantes del calor) dan menos molestias.

Algunas de las desventajas son:

I-La reducción bacteriana en ocasiones no es tan grande, debido probablemente a la mayor supervivencia de las bacterias termofílicas. El control de éstos en los abastos de leche cruda, adquiere mayor importancia.

II-Cuando se usan unidades de placas se requiere especial cuidado en la limpieza de los empaques.

III-Generalmente el sistema de enfriamiento por agua es una parte integral de la unidad de elevada temperatura a corto tiempo. Esto significaría agrandar el sistema de agua de la granja ó instalación de un sistema completo.

Las investigaciones hechas por Robertson, Breed y otros, han demostrado que existen ciertos tipos de bacterias que habitualmente sobreviven a la pasteurización y otros que sobrepasan esa temperatura. Los primeros se conocen como termofílicos u organismos resistentes del calor y los últimos como termofílicos ó amantes del calor. Estos dos tipos no son patógenos, sin embargo, constituyen un verdadero problema en la comprobación de la eficacia de la pasteurización. Su control es un extremo difícil bajo condiciones comerciales y se necesitan métodos bacteriológicos especiales para determinar su presencia y cantidad.

La bacto-fugación es una técnica reciente que trata de eliminar los microorganismos de la leche por la fuerza centrífuga a la temperatura de pasteurización. Es un procedimiento de origen Belga, que ha sido empleado a escala industrial desde 1962 en algunos países Europeos (Bélgica, Alemania, países bajos y Unión Soviética).

El proceso de bacto-fugación es muy interesante, pues permite el tratamiento de cualquier leche a 75°C., pero dónde más útil puede resultar es en la preparación de leches conservadas, y sobre todo, en la fabricación de que-

sos, ya que se eliminan también las esporas. Sin embargo, es posible que la centrifugación modifique los componentes de la leche a nivel de las micelas de caseínas y de las sales minerales que repercuten en la tecnología y en las características de los productos.

Eliminar bacterias por medio de la fuerza centrífuga, no importa cuán buenos puedan ser los resultados, no reemplaza la pasteurización que necesariamente debe ser llevada a cabo primeramente para la destrucción de los virus que puedan estar presentes y de las bacterias que no han sido eliminadas por la fuerza centrífuga y en segundo lugar para que el análisis químico de la prueba de la fosfatasa sea negativa, lo que nos está indicando que la pasteurización se llevó a cabo correctamente y han sido destruidos los virus que puedan estar presentes en la leche, así como las bacterias que no eliminó la bacto-fugación, que si bien es cierto que quedan en número muy reducido, dependiendo esto de la cantidad inicial que haya estado presente antes del proceso, y de la rapidez y facilidad con que éstas proliferan en un medio como la leche.

La leche está lejos de ser una emulsión perfecta de grasa y de sus constituyentes en equilibrio (suero). Los glóbulos de grasa varían en tamaño; se afirma que el tamaño medio es de aproximadamente 5 micras. La homogeneización reduce el tamaño de los glóbulos de grasa hasta 0.5 micras o menos; además, disminuye la tensión de cuajada de la leche; aumenta la viscosidad dando un aspecto cremoso y sustancioso.

Este producto tiene mejor sabor que aquél no homogeneizado, y es un tanto más digerible para los niños.

La leche tiene el inconveniente de absorber fácilmente los malos olores, como los existentes en los establos. Para ello, se ha ideado un equipo de desodorización, que elimina por presión de vacío los gases y olores extraños absorbidos durante su recogida y tratamiento.

La planta está integrada por las siguientes secciones de producción.

- a).-Higienización de recibo.
- b).-Proceso de pasteurización
- c).-Envasado.

Estas secciones de producción quedan conectadas a los establos proveedores de la materia prima, a los materiales y al producto terminado, así como a los servicios auxiliares, todo con la finalidad de obtener un mejor aprovechamiento.

Descripción del proceso. (Ver diagrama II-M).

La materia prima (Leche bronca), proveniente del establo, llega por tubería a la planta, donde su volumen es revelado por un medidor de flujo (MF) y es descargado en el tanque de recibo (TR), de donde se toma una alícuota para su muestreo en la determinación del grado de refracción y del índice de acidez.

En la sección de higienización, la leche bronca es enviada hasta los tanques de almacenamiento (TS-H), pasado antes por un filtro prensa (FP), un clarificador-estandarizador (C-E) y un enfriador de placas (EP).

Los filtros prensa, a pesar de que tienen poros más pequeños que los coladores no remueven los leucocitos ó células epiteliales, ni microorganismos, pero permiten la remoción de mayor cantidad de material sedimentable. Las telas filtrantes son de algodón o de materiales de celulosa. Los filtros sólo son usados una vez y luego desechados porque con el lavado se destruye su eficiencia.

Dado que la mayor parte de los materiales ajenos que caen en la leche, tienen mayor gravedad específica que ésta, éstos son eliminados por el clarificador.

La leche bronca se recibe a una temperatura promedio de 24°C., por lo que el enfriador la descenderá hasta 3.5°C., utilizando agua helada a 1°C., como medio refrigerante.

Posteriormente la leche es enviada al tanque termobalanceo I (TB), que alimenta al pasteurizador HTST (PR), con ayuda de la bomba (B-2), iniciándose aquí la sección de proceso.

La leche higienizada entra a 4°C., a la sección de regeneración del pasteurizador de placas, donde se precalienta hasta 60°C., con el calor sensible de la leche pasteurizada, y, es en la sección de calentamiento donde finalmente alcanza la temperatura de pasteurización, es decir, 72°C, manteniéndose a esa temperatura durante 15 segundos, tiempo en el cual pasa por el bacto-fugador que hace la función de tubo de sostenimiento, y llega a la válvula de desviación del flujo (VDF).

Dicho calentamiento indirecto en el pasteurizador se lleva a cabo por medio de agua caliente procedente de la unidad circuladora de agua caliente, que a su vez es calentada con vapor de caldera.

La leche pasteurizada se manda al bacto-fugador (BC), donde por centrifugación a alta velocidad y a la temperatura de pasteurización se separan los microorganismos y gérmenes banales que no fueron destruidos durante el calentamiento, que si bien es cierto que quedaron en pequeñas cantidades, dependiendo esto del contenido bacteriano

inicial y del control higiénico aplicado.

A la salida del bacto-fugador hay una válvula de desviación de flujo, donde la leche que no alcanzó su punto de pasteurización es retornada al tanque de termo-balanceo I (TB), para iniciar el ciclo nuevamente.

El producto pasteurizado, bacto-fugado se envía así a la unidad desodorizadora (D), donde por arrastre de aire, se eliminan los gases causantes de los malos olores de la leche.

La bomba de la unidad desodorizada envía el producto al homogeneizador (H), donde los glóbulos de grasa son rotos por la acción de un pistón que ejerce una presión sobre el líquido caliente de 140 kg/cm².

Así, la leche pasteurizada, bacto-fugada, desodorizada y homogeneizada regresa a la sección de regeneración del pasteurizador a calentar indirectamente la leche cruda, y abandona dicha sección a la temperatura de 17°C., y es en la sección de enfriamiento, integrada en el mismo pasteurizador, donde alcanza la temperatura de refrigeración de 4°C., con agua helada proveniente de un banco ó acumulador de hielo.

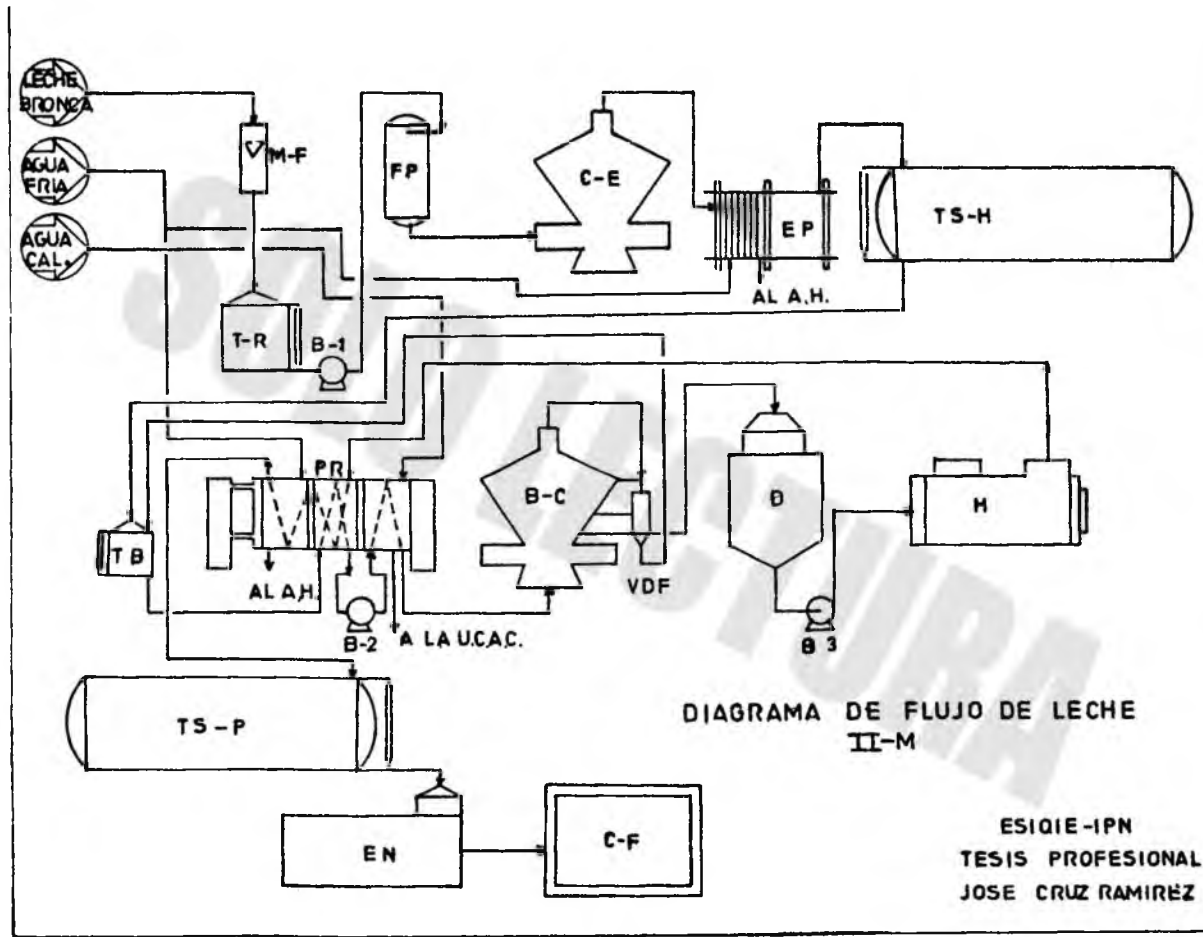
El producto procesado es enviado a un tanque horizontal aislado de termo-balanceo II (TS-P), donde el flujo de la leche es controlado antes de pasar a la envasadora (EN).

Para su embalaje se utilizará el procedimiento "tetra pak" de un litro de capacidad.

La máquina en una sola operación y sin intervención humana, toma los recipientes en torno a la propia leche y los cierra completamente llenos.

A su salida un operador coloca los envases de leche en una canastilla de plástico que es transportada hasta el cuarto frío por medio de una banda mecánica.

En la bodega de producto terminado ó cámara frigorífica (CF), se mantiene la leche a una temperatura de 4°C., hasta ser distribuido en el mercado.



III.- INGENIERIA DE PROCESO.

SOLO LECTURA

BASES DEL DISEÑO

Sobre el producto deseado.- Se proyecta obtener un producto de calidad, comparativa con aquella que tiene la leche pasteurizada Americana existentes en los mercados fronterizos, con la finalidad de competir con ella, en precio y calidad, y de esta manera absorber parte de ese mercado además del aún no cubierto en la región. Por lo que se optó por utilizar el proceso de Bactofugación y, así obtener un producto de calidad preferente extra, según lo clasifica el Reglamento para el Control Sanitario de la Leche en México. (Ver propiedades y características del producto en cuadros, II-B y II-D).

La cantidad de leche a procesar es pequeña (20 % del consumo regional aparente), si se toma en consideración que el consumo per-cápita en la región en 1982 es de 237 ml., de leche por día, cuando el óptimo recomendado por la FAO (The food and Agriculture Organization) es de 500 ml., por habitante/día.

La leche pasteurizada se envasará en recipientes de la forma "tetra rex", los cuales son hechos de cartón plastificado desechables de un litro de capacidad, y éstos a su vez se manejarán en canastillas de plástico, con capacidad para 20 recipientes, y ellas serán transportadas por una camioneta provista de caja cerrada y aislada, construida específicamente para tal fin, la cual tiene en su interior un sistema de refrigeración para conservar en frío el producto, mientras se distribuye a panaderías, misceláneas, tiendas de autoservicio, etc.

La distribución se hará cubriendo, en primer lugar el mercado más cercano, como son las ciudades de Río Bravo y Reynosa y pueblos circunvecinos, y si todavía se tiene existencia ó en su defecto se aumenta la producción, ésta se procederá a distribuir las en Valle Hermoso y Matamoros.

Precios del producto al público en la región, de acuerdo a su categoría (Abril-1983).

Leche pasteurizada preferente. 31.00 \$/lt.
 Leche pasteurizada preferente extra. 33.00 \$/lt.
 Leche Americana, clase "C", Hygeia. U.S. 2.60 \$/galón.

Sobre la materia prima.- La única materia prima que se empleará será la leche bronca ó fresca de vaca, (Ver propiedades y características en los cuadros II-A y II-C) procedentes de la granja integrada a la planta, por lo que se evitarán gastos de recogida y de equipo (para el lavado y vaciado de botes).

En el invierno, época en la cuál puede escasear la producción de leche bronca, debido a que la gran mayoría de las vacas se encuentran en los finales de su período de lactancia, es factible traer aquella, ya sea de la región lagunera, de Soto la Marina, ó bien de la Huasteca Tamaulipeca.

Dado que los establos ó granjas proveedoras de leche bronca se encuentran localizados en la parte trasera de la planta, aquella llegará por tubería a la sección de recibo ó higienización de la fábrica.

En un principio se procesará leche bronca para la obtención de leche pasteurizada de consumo público, únicamente.

En la sección de higienización, el equipo trabaja prácticamente al doble de capacidad en relación a la sección de proceso ó pasteurizado, la razón de ello es que la primera ordeña se recibe durante dos horas en la mañana y la segunda ordeña durante dos horas en la tarde, en cambio la pasteurización se lleva a cabo en 6 ó 7 horas continuas, empezando a las 7 de la mañana.

El objeto de pasteurizar una sola vez al día da por resultado el lavar en una operación el equipo de pasteurización, labor que se lleva aproximadamente dos horas, y este tiempo se vería duplicado en el caso de llevarse a cabo dos pasteurizaciones.

En el siguiente cuadro se describen los horarios de llenado y vaciado de leche cruda en los tanques de almacenamiento de leche higienizada.

Hora	1o. tanque (lts).	2o. tanque (lts).
16:00	0	0
17:00	7 500	0
18:00	15 000	0
7:00	15 000	0
8:00	10 000	7 500
9:00	5 000	15 000
10:00	0	15 000
11:00	0	10 000
12:00	0	5 000
13:00	0	0

Como puede observarse, la leche se recibe de las 16 hrs., a las 18 hrs., del día anterior a pasteurizarse y de las 7 hrs., a las 9 hrs., de ese día. La pasteurización se inicia a las 7 hrs., y se termina a las 13 hrs., aproximadamente.

La leche pasteurizada del 1^{er}. tanque se empieza a distribuir al mercado a partir de las 16 hrs., del día en que se pasteurizó y la del 2o. tanque se distribuirá a las 6 hrs., de la mañana del día siguiente en que se procesó.

La jornada diaria de trabajo será de ocho horas, más media hora destinada para tomar un refrigerio, durante seis días a la semana, y se respetarán también las cláusulas estipuladas en la Nueva Ley Federal del Trabajo que rige actualmente en el interior de la República Mexicana.

Para expansiones futuras se aumentará el tiempo de trabajo, utilizando la misma capacidad de los equipos existentes, es decir, se trabajará 2 ó hasta 3 turnos diarios, según lo requiera la producción. Posteriormente, si ésta medida se ha rebasado, se procederá a la compra de nuevo equipo.

En lo que concierne a la fecha en que se ha de dar término al diseño del proceso, ó bien, la época óptima del año para iniciar operaciones, es recomendable los Meses de Mayo ó Junio, que es cuando la mayoría de las vacas empiezan su período de lactancia, y además, tiempo en que se inicia el levante de la cosecha en la región, por lo que el ganado tendrá el suficiente pasto para su alimentación y la población tendrá más posibilidades económicamente hablando, de consumir el nuevo producto.

En lugares dónde frecuentemente se interrumpe la energía eléctrica, algunas pasteurizadoras prefieren tener su propia planta, a fin de evitar cuantiosas pérdidas por -- descomposición de los productos refrigerados. Observación que en este caso en particular no se tomará en cuenta, por no ser necesario.

El envasado por el procedimiento "tetra pak" presenta numerosas ventajas, como una considerable reducción de la superficie de almacenamiento de recipientes vacíos y llenos, y una economía de transporte muy importante. En los últimos años el procedimiento tetra pak se ha extendido en Francia y en el extranjero. Hoy se dispone de una gama de máquinas para diversas capacidades. (litro, medio litro, cuarto de litro, y quinto de litro).

La organización juega un papel interesantísimo dentro de la industria, ya que se encarga de traducir los planes.

a la práctica, razón por la cual debe elegirse de una manera concienzuda, considerando el producto que se elabora los procesos y las operaciones, con el objeto de obtener una mayor especialización en la división del trabajo y con ello lograr finalmente un incremento en la productividad.

Condiciones Climatológicas.- Considerese el clima de la ciudad de Río Bravo, como el representativo de la zona bajo estudio, el cual fue obtenido por el servicio Meteorológico Nacional y emitido en el boletín climatológico anual que edita la SARH.

a) Coordenadas- La Cd. de Río Bravo se encuentra localizada en las coordenadas: Latitud Norte 25°59'; Latitud Oeste 98°05'.

b) Temperaturas- Se encuentran temperaturas medias anuales entre 22.6 y 24°C., mínimas absolutas entre 10°C., y 4°C., y máximas absolutas entre 40 y 47°C., Las bajas temperaturas se registran en los meses de Noviembre a Marzo.

c) Precipitación- La precipitación media anual es del orden 400 a 600 mm. Siendo los meses de mayor precipitación los de Junio a Octubre, destacando entre ellos Septiembre.

d) Viento- Predominan los vientos dominantes que provienen del Sureste y durante los meses del Invierno, se presentan del Norte.

e) Número de días, durante un año con fenómenos espaciales.

Helada-----	2
Niebla-----	4
Granizo-----	1
Tornado-----	1

Limpieza del equipo lechero.

Dado que la limpieza es un factor importantísimo en este tipo de industrias, a continuación se hace incapie en la mejor forma de llevarla a cabo.

La causa más frecuente de contaminaciones bacterianas es, como ya se ha dicho, la falta de higiene ó la mala aplicación de ésta en los utensilios con que se manipule la leche, por lo que cada una de las personas que intervengan en su producción y manejo, debe tener una clara idea de lo que significan para el producto, la limpieza y la higiene con que éstos sean maniobrados.

Limpieza, significa aplicar los principios elementales de sanidad e incluye no solo la eliminación de la suciedad visible ó aparente, sino también, la invisible al ojo humano, como bacterias, hongos, levaduras, película de grasa, etc.

Es muy posible tener un equipo aparentemente libre de suciedad, pero que en realidad esté contaminado con bacterias que más tarde dañarán al producto, causando trastornos, no sólo del tipo higiénico, sino también económico.

Para tener un equipo limpio, desde el punto de vista sanitario, se necesita tratarlo siguiendo 3 diferentes e importantes pasos:

Primero.-Remover del equipo por medio de enjuague, lavado y cepillado toda clase de suciedad visible, grasa y demás residuos de leche, empleando detergentes balanceados.

Segundo.-Eliminar estos residuos ya desprendidos del equipo.

Tercero.-Aplicar un agente químico o físico que mate a las bacterias, que dañarán al producto si no se toma ésta medida.

Para poder entender porqué es necesario limpiar los equipos, con varios tipos de detergentes y bactericidas, hay que clasificar las diferentes suciedades ó manchas que se encuentran en la planta lechera.

1.-Mancha fresca-Residuos de leche que hay en los tanques, botes, tubos de conducción ó almacenamiento de leche cruda, recién usados, etc.

2.-Manchas de película-Suciedad que queda en el equipo de manejo de leche cruda, después de enjuagarlo con agua fría ó después de una limpieza deficiente. Esta película no es visible al ojo humano.

3.-Manchas de depósito acumuladas, y manchas secas originadas por un mal lavado y que al depositarse forman la piedra de leche.

4.-Manchas de restos quemados en la superficie de los equipos de pasteurización.

Para cualquier tipo de limpieza, lo esencial es usar un detergente balanceado, entendiéndose por tal, aquél que contenga todas las sustancias químicas necesarias que la provean de las características indispensables para lavar como son: emulsificación, saponificación, humectación, tensioactividad y disolución.

Los ingredientes activos de los detergentes son muy variados y generalmente éstos últimos son mezclas muy complejas, en las que intervienen diferentes tipos de fosfatos, metasilicatos, carbonatos, bisulfatos, cromatos, acetatos, aminas, sulfonatos sulfonados, etc.

Limpieza sin cesar (C.I.P.) del pasteurizador rápido (Short Time).

1.-Inmediatamente después de haber usado el aparato, haga circular abundante agua, hasta que salga limpia.

2.-Quite la válvula de control de flujo ó aumente la velocidad de la bomba, de tal manera que las soluciones detergentes circulen a una velocidad de por lo menos 30%mg

yor, que cuando circula la leche que se pasteuriza.

3.-Desarme todas las válvulas y lávelas a mano con cepillo, escobillones y detergentes alcalino y reinstálas ya limpias en su lugar.

4.-llene con agua el pequeño tanque de balanceo y ponga en él un detergente ácido previamente disuelto en una cubeta de acero inoxidable ó estañada.

5.-Hágalo circular por el pasteurizador durante 20 minutos a la temperatura de 72°C.

6.-deseche esta solución.

7.-llene el tanque de balanceo con agua y añada en él un detergente alcalino, previamente disuelto en una pequeña cantidad de agua en una cubeta.

8.-Hágalo circular por el pasteurizador durante 20 minutos a la temperatura de 72°C.

9.-Deseche esta solución.

10.-Haga que circule abundante agua limpia hasta que no haya huellas de detergente.

11.-Déjelo escurrir.

12.-Un momento antes de volverlo a usar higienicelo pasado una solución de cloro de 200 ppm u otro bactericida comercial.

13.-Aflojelo para que escurra totalmente el agua que hay en el interior. Vuélvalo a apretar. No deberá enjuagarse con agua de la llave, porque se recontaminará el equipo.

Recomendaciones prácticas para obtener la mejor calidad bacteriológica de leche.

1.-Producir leche cruda higiénicamente potable.

2.-Pasteurizar correctamente y comprobarlo a diario si es posible a través de una determinación sencilla de fosfatasa.

3.-Evitar contaminaciones post-pasteurización, limpiando todo el equipo de la planta con detergentes especializados, prosiguiendo con la esterilización, con bactericidas adecuados, tales como : cloro; yodo; ó bases cuaternarias de amonio.

4.-Evitar la entrada de inhibidores del crecimiento bacteriano a la leche que se destina al consumo humano.

5.-Comprobar frecuentemente que la provisión de agua de la planta sea potable, y si no es así, tratarla químicamente para lograrlo.

6.-Conservar la leche pasteurizada en refrigeración constante a temperaturas inferiores a los 6°C.

Control de Laboratorio

A continuación se describe brevemente algunas determinaciones de rutina, concretándose exclusivamente a las exigidas en el reglamento oficial de leches mexicanas, y además necesarias para asegurar categóricamente algunas anomalías.

Análisis físicos.-Sedimento, densidad, índice de refracción y punto crioscópico ó de congelación de la leche.

Análisis químicos.-Acidez, cloruros, lactosa, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, fosfatasa e inhibidores del crecimiento bacteriano.

Análisis físicos.

El sedimento en la leche se determina por medio del sedimentador de Wizard, y su valor promedio es: 1-Buena; 2-Regular; 3-Mala.

La densidad se determina por el método de Richmond, su valor promedio es: 1.0310 g/cm³.

El índice de refracción se mide por medio de aparatos ópticos, denominados refractómetros de inmersión. Los valores promedio en grados de refracción son no menos de 37 ni más de 39.

El punto crioscópico o de congelación de la leche se hace por medio de aparatos especiales denominados crioscopos de Horvet. El valor promedio es -0.5400C.

Análisis químicos.

Acidez- La acidez es una de las pruebas de rutina que más aplicación práctica tienen en la industria, ya que casi todas las operaciones que se relacionan con el manejo de leche y sus derivados dependen de la cantidad de ácido presente.

Cloruros- Esta determinación tiene importancia clínica pues una variación notable del contenido salino de la leche indica con frecuencia, una anomalía de la glándula mamaria. Los valores promedio son: no menos de 1.1 ni más de 1.5 g/lt.

Grasa- Debido a las grandes variaciones de grasa en la leche, así como el rápido ascenso de ellas para su menor peso específico, es difícil tener valores promedio exactos, sin embargo se especifica que deben contener como mínimo 34 g/lt., por el método de Gerber.

Fosfatasa- Existen varios métodos para su determinación. El utilizado en nuestro país es el de Scharer, no existen valores específicos.

EQUIPO

Todas las partes de los equipos que entran en contacto con la leche, son de acero inoxidable con 18% de Cromo, 8% de Níquel y un contenido de Carbono no mayor del 0.08% (acero inoxidable 18-8 tipo 304). Este material tiene alta resistencia a la corrosión, su toxicidad prácticamente es nula, presenta mucha facilidad para su limpieza, y por ende es posible evitar inoculaciones en el producto que se

FIGURA 2-XIII

RECIPIENTE DE CARTON PLASTIFICADO DE LA
FORMA TETRA REX. PARA EL ENVASADO DE LA
LECHE PASTEURIZADA.

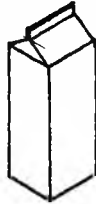
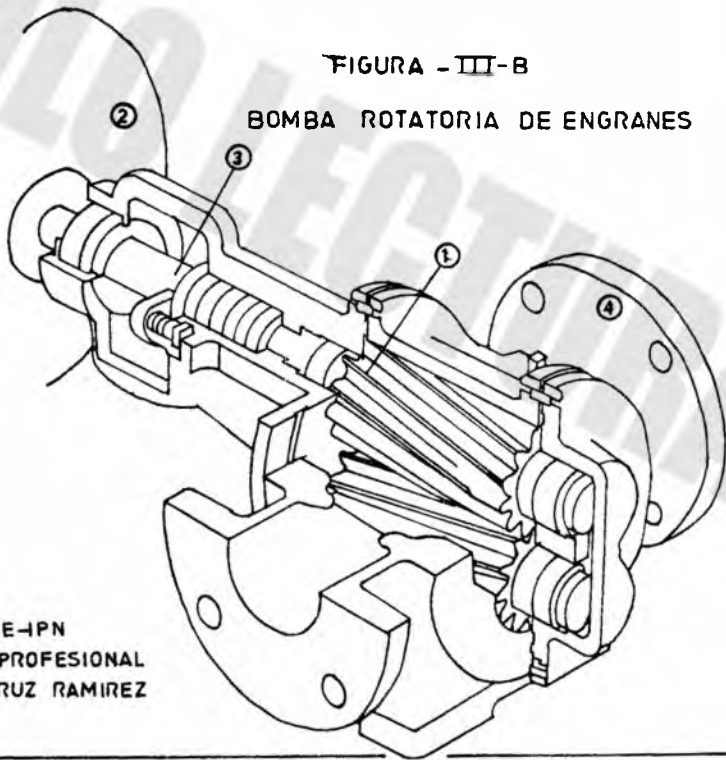


FIGURA - III-B

BOMBA ROTATORIA DE ENGRANES



ESIOIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

manaja.

I-Bomba para la leche de recibo (B-I).

Tiene por objeto el succionar la leche del tanque receptor de la unidad de recibo, para enviarla al filtro prensa, a la clarificadora-estandarizadora, al enfriador de ahí a los tanques de almacenamiento, de acuerdo con el diagrama que aparece en la figura No. III-K.

Se empleará una bomba rotativa de desplazamiento positivo, cuyas características generales son las sig:

Producen una descarga más uniforme que las bombas de pistón;

Extraen una cantidad prácticamente constante de fluido, sin importar la presión que se tenga en la descarga;

Pueden trabajar con alta presión sin pérdidas notables de capacidad;

No tienen fugas ó escurrimiento, como es el caso de las bombas centrifugas; etc.

Funcionamiento de las bombas rotativas de engranes.

Estas bombas pueden trabajar en cualquier sentido, cambiando simplemente las conexiones de entrada por las de salida y viceversa. Durante la operación, los dientes de los engranes se separan del lado de la succión, atrayendo el fluido al igual que el golpe de succión de un pistón. La descarga ocurre cuando los dientes del engrane vuelven a juntarse y desplazan el fluido, obligándole a salir de la bomba. Cada revolución de la bomba se hace cargo de una cantidad definida de fluido, (Ver figura No. III-B).

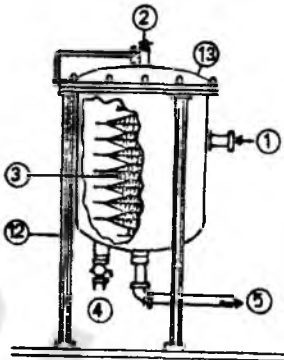
II-Filtro prensa (FP).

Los depuradores se emplean para eliminar las partículas gruesas y la depuración se efectúa por filtración.

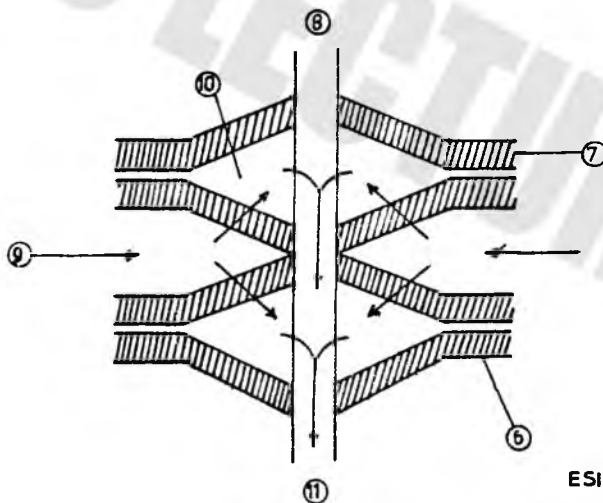
La bomba rotativa de engranes descarga la leche cruda en la parte superior de la envolvente del filtro prensa y sale de él, a presión por la parte inferior.

La construcción y funcionamiento de estos filtros de depuración es como sigue: (Ver figura No. III-C).

- 1-Tubo de entrada de la leche a presión.
- 2-Válvula de descarga del aire de la atmósfera.
- 3-Grupo filtrante.
- 4-Válvula para drenar.
- 5-Tubo de salida a la leche depurada.
- 6-Discos perforados que aprietan entre si el disco de algodón.
- 7-Disco filtrante de algodón.
- 8-Tubo central de la leche depurada.
- 9-Entrada de la leche sucia a presión
- 10-La presión empuja la leche a través del algodón.



FILTRO PRENSA



MATERIAL FILTRANTE
FIGURA III-C

ESIQIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

(Continuación)

11-La presión entra en el tubo central a través de perforaciones.

12-Soportes del filtro prensa.

13-Tapa móvil del filtro.

La sección de higienización de la leche trabajará 4 horas diarias, 2 en la mañana y 2 en la tarde, por lo que el filtro prensa podrá lavarse en un máximo de 2 horas. Cada vez que el filtro se vaya a utilizar, se deberá usar nuevos discos filtrantes de algodón, es decir, al terminar cada jornada de dos horas se deberá deshechar el algodón usado.

III-Glarificadora-Estandarizadora (C-E).

La leche de la ordeña de la mañana tiene distinto contenido de grasa que la ordeña de la tarde, por lo tanto, tiene que uniformizarse dicho contenido para obtener un producto con un contenido constante de grasa, que para este caso será 3.5 %. Por lo tanto, la estandarización consiste en regular la separación de la crema por medio de un tornillo hecho para tal fin. (Ver figura III-D).

Estas centrifugas llevan en su parte superior un recipiente en forma de trompo, el cual interiormente tiene una serie de discos espaciados por lo menos al doble del tamaño de la partícula o glóbulo que deberán separar.

El trompo va montado en el interior de una carcasa de hierro fundido ó acero inoxidable, la cual va provista de una ó más cubiertas en donde están las salidas para los líquidos de distinta densidad.

La flecha vertical que mueve al trompo es accionado por engranes, mediante un motor horizontal.

La alimentación se lleva a cabo en la parte superior, fluyendo la leche por un tubo central hasta el fondo del trompo, en el tubo hay unas pequeñas aletas verticales del mismo material, para acelerar la velocidad de la leche e igualarla a la del trompo. Después la leche pasa a través de varias perforaciones hacia afuera para ponerse en contacto con los discos y de ahí hacia arriba por una serie de agujeros que tienen aquellos. La localización de estos agujeros determinan cuál componente será recuperado con un mínimo de contaminación por parte del otro componente.

En el caso de la separación de la crema, los agujeros de los discos estarán cerca del centro, con el objeto de dificultar al máximo que el producto más denso (la leche descremada) se junte con el menos denso (la crema), obteniéndose así, una separación más estricta.

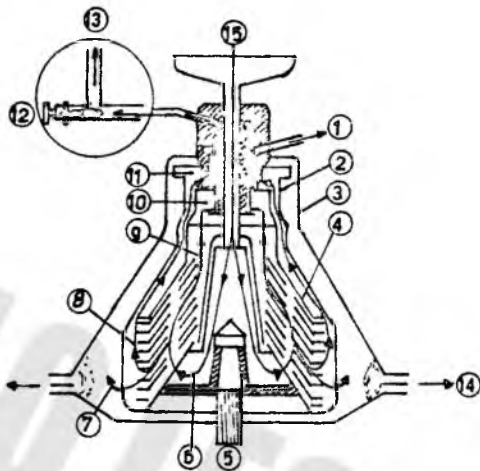


FIGURA III-D
CLARIFICADORA ESTANDARIZADORA

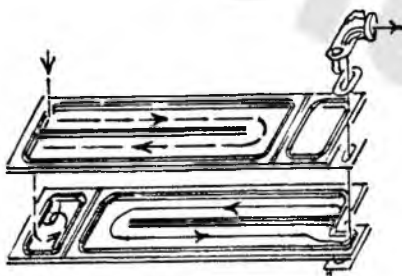


FIGURA III-E1
PLACAS DEL ENFRIADOR

ES101E-1PN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

Al mismo tiempo, todas las partículas extrañas más densas de la leche descremada y de la crema, se depositan en la parte lateral del trompo en donde se irán acumulando para ser desalojadas cuando se termine la operación de higienización.

La crema es descargada en la parte superior por un espacio anular que se encuentra más cerca del centro en tanto, que la leche descremada sale por una perforación anular que se encuentra un poco más alejada del centro del equipo.

Construcción y funcionamiento del clarificador-estandarizador (Ver fig. III-D).

- 1.-Salida de la leche descremada.
- 2.-Tambor cilíndrico giratorio.
- 3.-Camisa externa fija.
- 4.-Platillos en forma cónica sobrepuestos y con perforaciones.
- 5.-Eje impulsor del tambor.
- 6.-La leche entera entra en las perforaciones de los platillos.
- 7.-Por efecto de la fuerza centrífuga, las impurezas sólidas más pesadas se desplazan hacia la pared externa.
- 8.-La leche desnatada se desplaza por la fuerza centrífuga al exterior de los discos perforados.
- 9.-La grasa de menor densidad, se desplaza hacia la pared interna.
- 10.-Colector de la nata.
- 11.-Colector de la leche desnatada ó leche magra.
- 12.-Tornillo de regulación de la salida de la nata.
- 13.-Salida de la nata.
- 14.-Salida de las impurezas sólidas.

IV-Enfriador de placas (EP) (figura III-E).

Tal y como su nombre lo indica, consiste en una serie de placas verticales paralelas, las cuales están separadas entre sí mediante empaques de neopreno que circundan toda el área efectiva de transmisión de calor, fijando además la corriente que deben seguir tanto el flujo de la leche que circula por un lado de las placas, como el del agua que circula por el lado opuesto. (Ver figura III-E₁).

Estas placas se deslizan sobre unas guías que van a unirse en sus extremos con unos soportes para fijarlas y que al mismo tiempo se apoyan sobre el piso, uno de estos soportes actúa como cabezal fijo y el otro lleva un tornillo sin fin que es accionado mediante un volante, el cual oprime un cabezal móvil que prensa las placas contra el cabezal fijo para evitar fugas entre los empaques. Algunas veces en lugar de emplear el tornillo sin fin y el volante se emplea un sistema hidráulico,

que con un pistón junta y presiona a todas las placas por medio del cabezal movable contra el fijo.

El equipo empleado para soportar y prensar las placas se llama prensa y puede ser fabricado en fierro ó en acero inoxidable, siendo el primero mucho más económico que el segundo. Las placas siempre deberán ser de acero inoxidable, para trabajar bajo condiciones totalmente sanitarias.

Las placas tienen además, un realzado especial, de acuerdo con cada fabricante, para aumentar el área de transmisión de calor. Para este caso en particular se tomará el área total de transmisión incluyendo el realzado de acuerdo con los datos de "Kusel Dairy Equipment Co." con el objeto de facilitar el cálculo.

Cada una de las placas lleva en sus esquinas superiores e inferiores unas perforaciones por donde fluye la leche y el agua cuya dirección, como se dijo antes es orientada mediante los empaques, algunas placas tienen una o dos perforaciones cerradas con el objeto de variar el sentido del flujo ya sea de la leche o del agua.

Tanto en el cabezal fijo como en el movable se encuentran las conexiones de entrada y salida para ambos líquidos, los cuales circularán en algunos pasos formados por un número determinado de placas a contracorriente y otros en paralelo.

V-Tanques de almacenamiento (TS-H).

Se ocuparán dos tanques cilíndricos horizontales, con las cabezas anteriores y posteriores abombadas. Tendrán una capacidad de 15 140 lt cada uno, y se emplearán para almacenar la leche higienizada proveniente del enfriador.

Están formados por un tanque interior fabricado en acero inoxidable, pulido por dentro hasta darle acabado sanitario No. 4, este tanque irá forrado exteriormente por un aislante de láminas de corcho de 5 a 6 cm de espesor total, con el objeto de mantener la temperatura del contenido aproximadamente constante. Experimentalmente se ha determinado que de ocho a diez horas la temperatura aumenta a 1°C.

Estos tanques llevan en su interior un agitador lateral, ajustado con un sello rotativo de construcción sanitaria, con el objeto de mantener uniforme la composición de la leche, evitando que la crema se reúna en la superficie, por ser menos densa.

Las revoluciones del agitador son bajas para que no se forme espuma, ó la grasa se haga mantequilla.

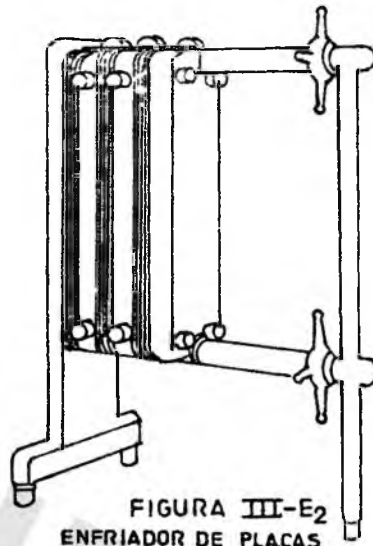


FIGURA III-E₂
ENFRIADOR DE PLACAS

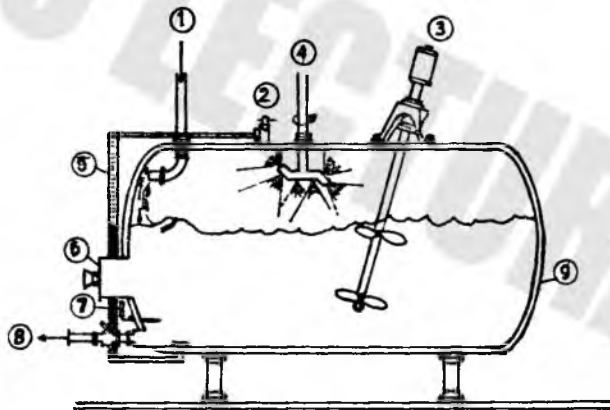


FIGURA III-F
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
DE LECHE

ESIQIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

En la parte superior de la cabeza frontal está la entrada, la cuál lleva un tubo curvo cuya salida está muy cerca de la pared interior del tanque para que la leche escurra por ella y no forme espuma.

En la parte de abajo de esa misma cabeza está un registro de hombre, con su puerta, ambos de acero inoxidable, para permitir la entrada de un operario para lavar el tanque, o bien, repararlo cuando sea necesario.

La válvula de descarga del tipo tapón ó mariposa se encuentra abajo del registro de hombre.

Otra parte importante del tanque es el vidrio de observación (mirilla). Este aditamento está colocado en la parte superior y el vidrio, de cerca de 6 pulg., de diámetro tiene a un lado una luz eléctrica.

Así mismo llevan instalado un nivel exterior de vidrio y un termómetro.

Están provistos de un equipo para la limpieza y desinfección automática, después del vaciado de la leche.

Un tanque hermético y aislado consta de lo sig: (Ver figura III-F).

- 1-Tubo de entrada de la leche fría.
- 2-Válvula de venteo.
- 3-Agitador de doble hélice.
- 4-Tubería para la limpieza y desinfección. Esta operación se realiza a tanque vacío.
- 5-Indicador de nivel visible.
- 6-Puerta de control (registro de hombre).
- 7-Termómetro.
- 8-Conducto de descarga.
- 9-Capa aislante de lámina de corcho.

Sección de proceso.

Esta sección comprende las operaciones de Pasteurización, Bactofugación, Deodorización y Homogeneización.

Para este caso en particular, la leche al salir de la zona de calentamiento del pasteurizador entrará al tubo del Bactofugador, que hará la función del tubo de sostenimiento y al llegar a la válvula de desviación no seguirá su curso normal empleado en pasteurización, (es decir, de la válvula de desviación pasa a la zona de regenerado) sino que después de bactofugarse irá al desodorizador y al homogeneizador para finalmente regresar al pasteurizador rápido, entrando a la zona de regeneración luego a la de enfriamiento, completando el ciclo hasta ser envasada.

VI-Tanque de balanceo del pasteurizador (TB).

Es cilíndrico vertical de acero inoxidable pulido por dentro y por fuera hasta darle acabado sanitario No. 4, su capacidad será de 150 litros.

Tiene como función la de recibir la leche proveniente de los tanques de almacenamiento, que lo alimentará por gravedad, además se emplea para regular y asegurar la alimentación al pasteurizador, así como también, para recircular la leche proveniente de la válvula de desviación que ha sido regresada por no alcanzar la temperatura de pasteurización.

La entrada de la leche cruda al tanque se regula por medio de una válvula accionada por un flotador que la cerrará cuando la leche llegue al nivel máximo superior en el tanque, para evitar que se derrame por la válvula de venteo.

La entrada va colocada aproximadamente en la parte media de la envolvente. En el lado diametralmente opuesto y en la parte inferior de la envolvente se encuentra la salida para alimentar al pasteurizador.

Las cubiertas del tanque, superior e inferior, son planas y hechas también de acero inoxidable.

La entrada para la leche que es regresada por la válvula de desviación al tanque, se puede encontrar en la parte superior de la envolvente o bien en la tapa del tanque.

Normalmente este tipo de tanques tienen 3 ó 4 patas de altura ajustable.

VII-Pasteurizador rápido, alta temperatura, corto tiempo (HTSP) (PR).

Consiste fundamentalmente en una serie de placas onduladas o con nervaduras, rectanguladas ó circulares de disposición generalmente vertical y, a veces horizontal, unidas entre sí por juntas de goma y dispuestas en un bastidor. El espacio que separa cada dos placas consecutivas (de unos 3 ó 4 mm) es recorrido por la leche; el elemento calefactor, agua ó vapor a baja presión, circula a contracorriente por los espacios paralelos inmediatos.

Al igual que el enfriador, también se emplean placas paralelas verticales, soportadas por una prensa.

Cada zona, en las que se divide el pasteurizador (regenerado, calentamiento y enfriamiento) estará separada de la otra mediante terminales ó cabezales de acero inoxidable a través de los cuales se orientará el flujo de la leche en la forma correcta.

Para su construcción y materiales, ver inciso IV referente al enfriador de placas anteriormente descrito, ya que ambos son iguales.

Zona de regenerado : Por un lado de ella pasará la leche cruda debidamente preenfriada, proveniente de los tanques de balanceo. Será precalentada por la leche pasteurizada que circula por el otro lado, la cuál a su vez se preenfriará, el flujo de ambas será a contracorriente y en paralelo de acuerdo con los diferentes pasos existentes en el interior de esa zona.

Zona de calentamiento : En ella se elevará la temperatura de la leche precalentada en regenerado hasta alcanzar la de pasteurización, mediante agua caliente que circulará por el lado opuesto de las placas. Dicha agua provendrá de un equipo en el cuál se calienta agua con vapor, cuya entrada será regulada por una válvula automática especial que trabajará de acuerdo con la temperatura a que circula el agua por el pasteurizador.

Zona de enfriamiento : En ella se efectuará mediante agua helada a 1°C., y en relación 5:1, una reducción en la temperatura de la leche pasteurizada preenfriada, proveniente de la zona de regeneración. La temperatura a la que saldrá la leche para envasarse será de 4°C.

VIII-Bactofugador (BC).

El bactofugador es una centrífuga que gira a gran velocidad. Su construcción y funcionamiento es similar al de la clarificadora-estandarizadora descrita en el inciso III.

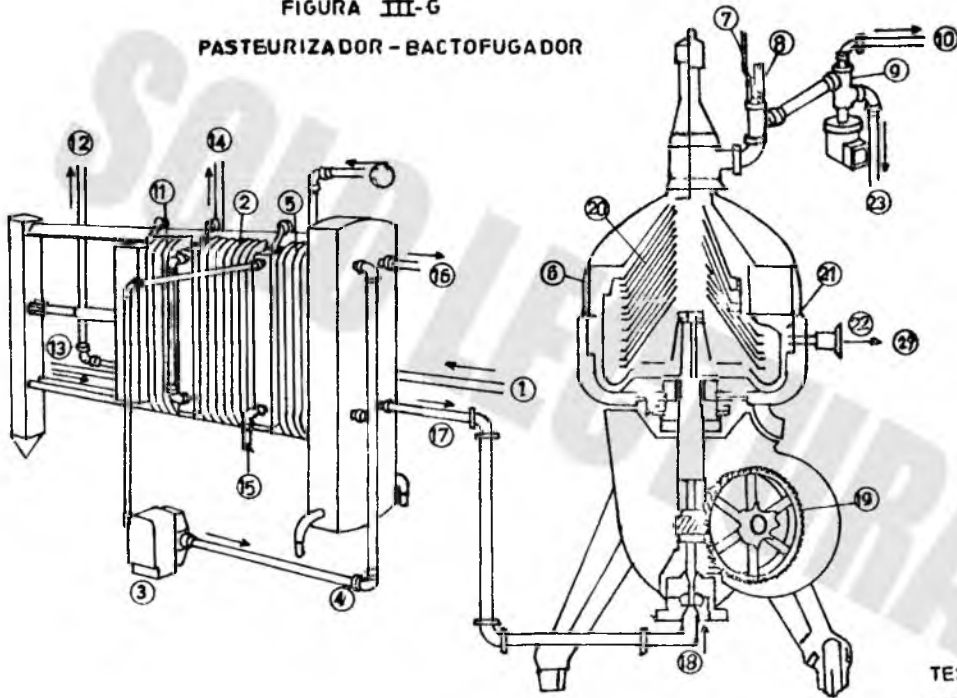
La máquina está construída para entrada de la leche herméticamente desde la parte inferior y con salida de la leche bactofugada bajo presión y herméticamente.

En el tazón de esta máquina se lleva a cabo la pasteurización y la bactofugación simultáneamente, es decir, la separación de las bacterias más densas de la leche se lleva a cabo a 72°C., además de que cada una de las partículas del líquido permanecen en el tazón de la centrífuga por un espacio promedio de 15 segundos.

Existe una descarga de bacterias por dos boquillas aplicadas en la pared del tazón. La leche contaminada, aquí descargada forma el 1.5% del gasto total de la leche pasteurizada.

Para que se lleve a efecto, taldescarga de lodos bacteriológicos es necesario emplear una pequeña bomba centrífuga localizada a un costado del trompo.

FIGURA III-G
PASTEURIZADOR - BACTOFUGADOR



ESIOIE -IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ DOMÍREZ

Tanto el motor como la bomba vienen cubiertos en ace ro inoxidable.

El bactofugador recibe la leche proveniente de la zo na de calentamiento del pasteurizador y la envía a la vál vula de desviación de flujo.

Válvula de desviación de flujo (VDF) : Se encuentra montada en la salida del Bactofugador y sirve para desviar la leche al tanque de balanceo I, cuando ésta no ha alcanzado la temperatura adecuada (72°C).

Antes de pasar por la válvula de desviación de flujo va instalado un termómetro indicador al igual que un termo par, éste es con el fin de rectificar la temperatura de la leche. El termo par envía la señal a un tablero de control, donde se encuentra un termógrafo ó termoregistrador, el cuál registra la temperatura en una gráfica circular.

Tablero de control : En él se montarán los instrumentos registradores de temperatura del pasteurizador y los reguladores de aire para el accionamiento de la válvula de desviación de leche; para esto se requiere también de la utilización de un pequeño compresor de aire.

El tablero está construido con láminas de acero inoxidable y forma una unidad independiente.

La válvula de desviación de flujo recibe la leche del bactofugador, y de aquí pasa a la unidad desodorizada.

Explicación del diagrama de circulación del pasteurizador-bactofugador. (Ver figura III-G).

La leche cruda ingresa por la línea (1) a la sección regeneradora (2), donde se precalienta a una temperatura de 60°C. De aquí, la leche es succionada por la bomba positiva (del tipo medidor) (3), que la empuja bajo presión por la línea de tubería (4) hasta la sección de calentamiento (5), donde alcanza una temperatura de 75°C. Sale del pasteurizador por la tubería (17) e inmediatamente entra bajo presión al bactofugador (6) por la parte inferior (18), llegando hasta los discos (20) del tazon giratorio, movido por el motor (19).

En la salida del bactofugador se encuentran adaptados el control de temperatura (7) y el termómetro indicador (8). La válvula de desviación de flujo (9) envía por la línea (23) la leche no pasteurizada al tanque de balanceo I, y por la línea (10), la leche pasteurizada al desodorizador, al homogeneizador y regresa a la sección de regeneración del pasteurizador a preenfriarse, luego pasa a

la sección de enfriamiento (11) y se descarga como leche fría pasteurizada por la línea (12).

Las bacterias pesadas se desplazan por la fuerza centrífuga hacia el espacio colector de lodos bacteriológicos (21) para descargarse con la ayuda de la bomba centrífuga (24) por la boquilla (22).

El enfriamiento final se obtiene por medio de agua helada a 1°C., que entra en la sección de enfriamiento por la línea (13) y se descarga por la línea (14).

El agua caliente para la calefacción entra por la línea (15) y sale por la línea (16).

La temperatura de pasteurización de la leche se controla de hecho por la temperatura del agua de calentamiento.

IX-Unidad Desodorizadora (D).

Los vapores que acompañan a la leche serán separados de ella aplicando un vacío en la cámara desodorizadora, es decir, la separación se llevará a cabo mediante un arrastre de aire a través del líquido (leche).

El desodorizador viene equipado para ser conectado directamente a la línea de la leche a una temperatura máxima de 75°C., y deja la leche salir después de la cámara de vacío a una temperatura aproximada de 67°C., dejando a la leche con las mismas características como cuando entró en el circuito de desodorización, es decir, que no tiene merma alguna por evaporación.

La unidad desodorizadora viene completa y consta de lo siguiente: (Ver figura III-H).

- 1-Cilindro vaporizador.
- 2-Condensador.
- 3-Bomba para sacar el producto.
- 4-Bomba al vacío.
- 5-Bomba del agua.
- 6-Medidor de vacío.
- 7-Regulador del vacío.
- 8-Válvula de alivio.
- 9-Termómetro.
- 10-Entrada del producto a la unidad.
- 11-Salida del producto desodorizado.
- 12-Entrada de agua para condensación.
- 13-Salida de agua.

Este equipo recibe la leche pasteurizada proveniente de la válvula de desviación de flujo y la envía con ayuda de su bomba centrífuga ahí mismo incluida, al homogeneizador.

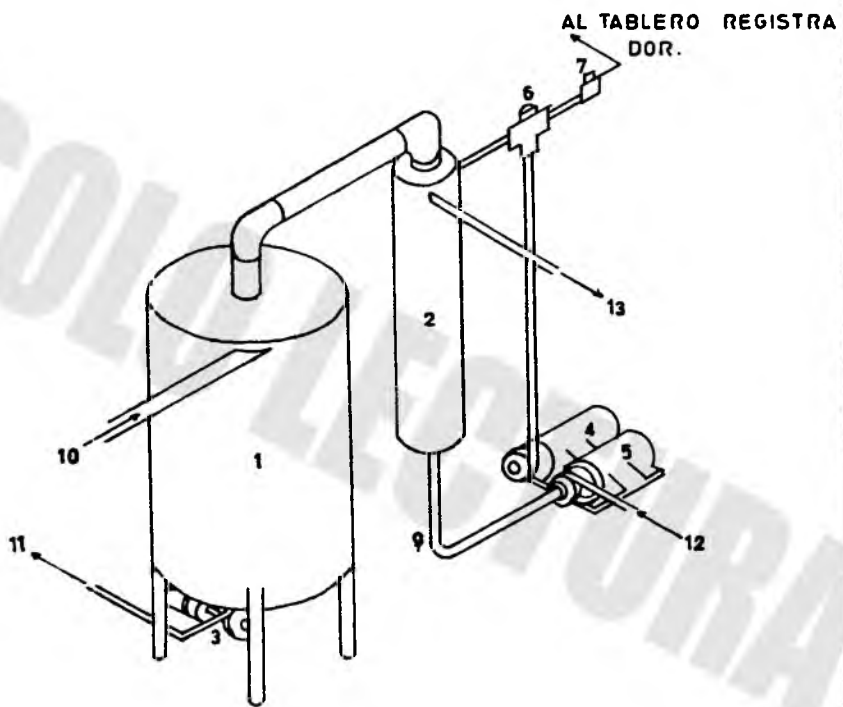


FIGURA III-H
UNIDAD DESODORIZADORA

ESIQIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

X-Bomba del pasteurizador (E-2).

Se usará una bomba de desplazamiento positivo, rotativa de engranes, para enviar la leche a la zona de calentamiento, succionada desde el tanque de balanceo I a través de la zona de regenerado del pasteurizador (Ver figura III-G).

Esta localización de la bomba es con el fin de lograr una diferencia de presiones entre la leche cruda y pasteurizada que circulan por las placas de la zona de regenerado.

Así, la leche cruda tendrá una presión menor (puesto que está siendo succionada por la bomba del pasteurizador) que aquella de la leche pasteurizada (puesto que está siendo descargada por la bomba del homogeneizador).

De esta manera se puede evitar una posible contaminación a la leche pasteurizada con la leche cruda, en caso de que haya alguna fuga ó ruptura en las placas por donde ambas circulan.

XI-Homogeneizador (H).

Consiste en una bomba de embolo, de alta presión que mediante pistones, forza la leche a que pase a presiones elevadas (de 140 a 282 kg/cm²) y altas velocidades (9150 cm/seg) a través de un pequeño orificio anular.

La leche se proyecta a una gran presión, por un tubo en cuyo extremo se encuentra un tope cónico hecho de ágata o de acero. Este tope es mantenido en la posición correcta por medio de un resorte cuya tensión puede ser regulada por un volante. Para salir del tubo, la leche debe vencer la resistencia opuesta por el tope y abrirse camino entre éste y las paredes.

La pulverización de los glóbulos se produce en primer lugar por el choque directo de éstos contra el tope, y luego por la laminación necesaria para salir entre el tope y las paredes, así como por la expansión de la leche que inmediatamente después de pasar por el orificio anular disminuye su presión bruscamente hasta 1 kg/cm², lo que determina el "estallido" de los glóbulos de grasa.

Partes principales de un homogeneizador (Ver figura III-I).

- 1-Tubería de entrada de la leche a presión.
- 2-Salida ó descarga de la leche homogeneizada.
- 3-Válvula de succión.
- 4-Válvula de descarga.
- 5-Tope cónico de la válvula homogeneizadora.
- 6-Volante regulador de la presión.
- 7-Manómetro.
- 8-Resorte del dispositivo homogeneizador.

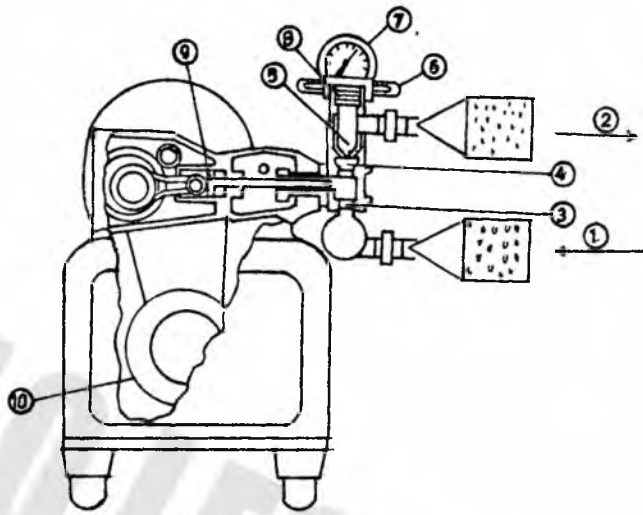
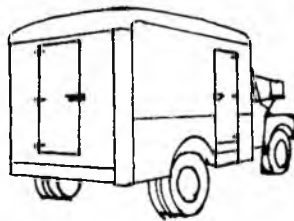


FIGURA III-1
HOMOGENEIZADOR



VEHICULO PARA DISTRIBUIR
EL PRODUCTO EN EL MERCADO

ESIQIE - IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

(Continuación)

- 9-Pistón de la bomba.
- 10-Motor.

El homogeneizador recibe la leche que le envía la bomba centrífuga de la unidad desodorizadora. Luego, la bomba del homogeneizador la envía a la zona de regeneración del pasteurizador, después pasa a la zona de enfriamiento y abandona el pasteurizador para descargar en el tanque de balanceo de leche pasteurizada.

XII-Tanque de balanceo II para la leche pasteurizada (TS-P).

Tendrá una capacidad de 10 000 litros y su objetivo es el de poder almacenar la producción durante un tiempo máximo de 2 horas, en caso de que haya algún desperfecto en los equipos de envasado, evitando en esa forma el detener el proceso, que por ser continuo ocasionará serios trastornos principalmente en la calidad del producto.

También será aislado y sus características generales son similares a la de los tanques de almacenamiento de leche higienizada del inciso V.

XIII-Envasadora (EN).

El envasado de la leche pasteurizada preferente extra se llevará a cabo por el procedimiento tetra pak.

En él, se utiliza un embalaje denominado "tetra Rex" hecho de cartón plastificado de un litro de capacidad, (figura 2-XIII) el cual es confeccionado en la propia planta por la máquina envasadora, en el momento del acondicionamiento de la leche, en contacto con ella, a partir de bobinas de papel kraft, que llevan en su cara externa el nombre de la lechería y cuya cara interna, de polietileno puro, previamente fundido a 360°C., tiene la propiedad de soldadura automáticamente a alta temperatura.

A partir de una bobina, la máquina de envasar confecciona un tubo de papel en el que entra la leche en flujo continuo. Esta columna de leche queda "pinzada" por mandíbulas calentadas a 200°C., que sueldan la base del tubo a través de sus ejes ortogonales, formando así un recipiente.

Los recipientes completamente llenos y bien cerrados que salen de la máquina son dirigidos por una cinta transportadora, de donde son tomados por un operario para agruparlos en una cañastilla, que es llevada por una banda mecánica hasta el cuarto frío.

El embalaje tetra pak pesa 15 g. los de un litro y 10 g. para los de medio litro.

El empleo de bobinas permite almacenar material para confeccionar alrededor de 130 000 envases por metro cuadrado de superficie.

Cuando los recipientes están llenos, es posible almacenar 850 lt por m² de superficie, es decir, 3 ó 4 veces más que en botellas (alcanzando una altura de aproximadamente 1.70 m.). De ello se sigue una mejor utilización de las superficies de las cámaras frigoríficas y de los medios de entrega.

El sistema tetra Rex está basado en el envase tradicional de cierre de gablete, llenado y cerrado, con máquinas simples transformables con principios funcionales modernos, hace que el sistema tetra Rex resulte adecuado para la manipulación de productos en las centrales modernas y racionales.

CALCULOS

I-Bomba para la leche de recibo (B-1).

Para poder calcular la potencia necesaria de la bomba para mover los 7 500 lt. por hora de leche bronca, se seguirán los pasos descritos a continuación:

Pérdida por fricción a lo largo de la tubería y del equipo.

El diámetro de la tubería más recomendado para el flujo a manejar es de 38.1 mm. (1.5").

Las paredes serán de calibre 16, obteniéndose un diámetro interior equivalente a 34.6 mm.

Cálculo de la velocidad del fluido.

$$V_L = \frac{G}{A_i} \quad \begin{array}{l} G = 7\,500 \text{ lt/hr.} \\ A_i = 0.785 \times (3.46 \text{ cm})^2 \end{array}$$

$$V_L = \frac{7\,500 \times 1000}{9.4 \times 3\,600} = 221.6 \text{ cm/seg.}$$

Cálculo del Número de Reynolds (Re).

$$Re = \frac{D_i \times V_L \times d_L}{M_L} \quad \begin{array}{l} D_i = 3.46 \text{ cm.} \\ V_L = 221.6 \text{ cm/seg.} \\ d_L = 1.032 \text{ g/cm}^3. \\ M_L = 0.02 \text{ g/cm-seg.} \end{array}$$

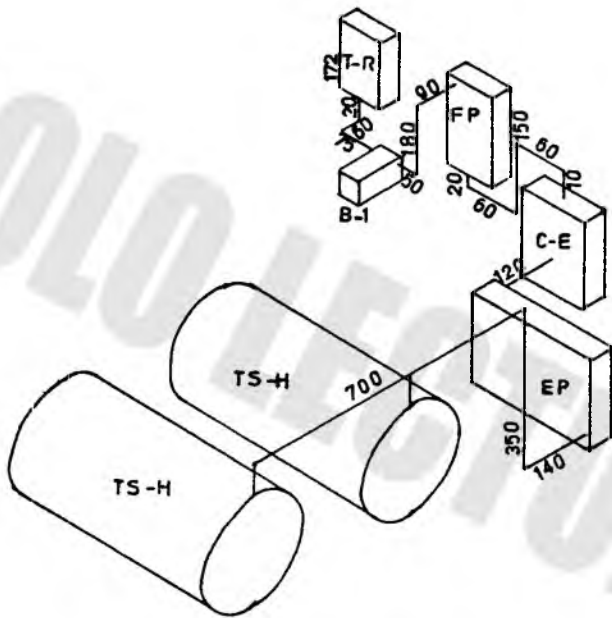


DIAGRAMA III-K
 LONGITUDES REALES DESDE EL
 TANQUE RECIBIDOR HASTA LOS
 TANQUES DE ALMACENAMIENTO
 DE LECHE HIGIENIZADA.

ESIQIE-IPN
 TESIS PROFESIONAL
 JOSE CRUZ RAMIREZ

$$Re = \frac{3.46 \times 221.6 \times 1.032}{0.02} = 39\ 456 \text{ (adimensional)}$$

Como el número de Reynolds es mayor a 2 100, entonces, se trata de un flujo turbulento.

En la gráfica que relaciona al número de Reynolds con el factor de fricción, para tubos suaves, se obtiene el siguiente valor, para un Reynolds igual a 39 456.

Factor de fricción $f=0.022$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del tanque receptor a la entrada de la bomba (F_{1-2}). (Ver diagrama III-K).

La conexión de la salida del tanque al tubo, equivale en longitud de tubo a 76.25 cm.

Se tienen dos tramos de tubería, uno de 20 cm. y el otro de 75 cm.

Se cuenta con dos codos de 90°, cuyo equivalente es de 244 cm. cada codo.

Por lo tanto, se tiene una longitud total de: $76.25 + 20 + 75 + 244 + 244 = 659.25$ cm.

$$F = \frac{f \times V_L^2 \times L_{1-2}}{2 g_c \times D_1}$$

$$\begin{aligned} f &= 0.022 \\ V_L &= 221.6 \text{ cm/seg.} \\ L_{1-2} &= 659.25 \text{ cm.} \\ g_c &= 980.6 \text{ g.masacm./g.} \\ &\text{ fuerza seg.} \\ D_1 &= 3.46 \text{ cm.} \end{aligned}$$

$$F_{1-2} = \frac{0.022 \times (221.6)^2 \times 659.25}{2 \times 980.6 \times 3.46} = 104.9 \text{ cm.g.fuerza/g. masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida de la bomba a la entrada del filtro prensa (F_{2-3})

Longitudes reales y equivalencias en longitud de tubo.

1 tramo de tubería	50 cm.
1 tramo de tubería	180 cm.
1 tramo de tubería	90 cm.
2 codos de 90°	<u>488 cm.</u>
total	808 cm.

$$F_{2-3} = \frac{f \times V_L^2 \times L_{2-3}}{2 g_c \times D_1}$$

$$F_{2-3} = \frac{0.022 \times 221.6^2 \times 808}{2 \times 980.6 \times 3.46} = 128.6 \text{ cm.g.fuerza/g. masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del filtro prensa a la entrada de la clarificadora-estandarizadora (F_{3-4}).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	20 cm.
1 tramo de tubería	60 cm.
1 tramo de tubería	150 cm.

(Continuación)

1 tramo de tubería	60 cm.
4 codos de 90°	<u>976 cm.</u>
	1 266 cm.

$$F_{3-4} = \frac{0.022 \times 221.6^2 \times 1 266}{2 \times 980.6 \times 3.46} = 201.6 \text{ cm.g.fuerza/g. masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida de la clarificadora-estandarizadora a la entrada del enfriador de placas (F_{4-5}).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	120 cm.
1 tramo de tubería	40 cm.
1 tramo de tubería	10 cm.
2 codos de 90°	<u>488 cm.</u>
total	658 cm.

$$F_{4-5} = \frac{0.022 \times 221.6^2 \times 658}{2 \times 980.6 \times 3.46} = 104.8 \text{ cm.f.fuerza/g. masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del enfriador de placas al tanque de almacenamiento más lejano (F_{5-6}).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	140 cm.
1 tramo de tubería	350 cm.
1 tramo de tubería	700 cm.
3 codos de 90°	732 cm.
1 válvula de 3 pasos	<u>305 cm.</u>
total	2 227 cm.

$$F_{5-6} = \frac{0.022 \times 221.6^2 \times 2 227}{2 \times 980.6 \times 3.46} = 354.5 \text{ cm.g.fuerza/g. masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de las descargas en los tanques de almacenamiento (F_{6-7}).

Utilizando la fórmula de expansión de un líquido.

$$F = \frac{V^2}{2g_c} \times (1 - A_1/A_T)^2 \quad \text{como } A_T \gg A_1$$

$$F = \frac{V^2}{2g_c} = \frac{221.6^2}{2 \times 980.6}$$

$$F_{6-7} = 25 \text{ cm. g. fuerza/g. masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción dentro del filtro prensa (F_{FP}).

El fabricante Sharples estipula, que un filtro prensa, con una capacidad de filtrado de 7 500 lt/hr., tiene en su interior unas pérdidas por fricción de 720 cm.g.fuerza/g. masa.

Cálculo de las pérdidas por fricción dentro de la clarificadora-estandarizadora (F_{CF}).

Según el fabricante Sharples, esta máquina tiene una pérdida por fricción de 5 580 cm.g.fuerza/g.masa, pero como en su mecanismo interior, tiene una bomba centrífuga, la cual vence prácticamente esa caída, por lo tanto no se tomará en cuenta esta última para el cálculo de la potencia de la bomba para la leche de recibo.

Cálculo de las pérdidas por fricción dentro del enfriador de placas (F_{EP}).

Datos proporcionados por el fabricante.

En las placas:

Flujo del líquido por corriente	Caída de presión por paso.
1 875 (paso de 4 corrientes)	0.051 kg/cm ²
3 729 (paso de 8 corrientes)	0.230 kg/cm ²
4 262 (paso de 7 corrientes)	0.315 kg/cm ²

En los cabezales de entrada y salida.

Flujo de leche ó agua totales.	Entrada ó salida de 38mm.
7 500 lt/hr (leche)	0.0253 kg/cm ²
29 830 lt/hr (agua)	0.0681 kg/cm ²

La leche cruda circula por 4 pasos de 4 corrientes y pasa por el cabezal de entrada y salida.

$$F_{EP} = 4 \times 0.051 + 2 \times 0.0253$$

$$F_{EP} = 0.255 \text{ kg/cm}^2$$

dividiendo entre la densidad de la leche.

$$F_{EP} = 247 \text{ cm.g.fuerza/g.masa.}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción en el agua de enfriamiento dentro del enfriador de placas.

El agua circula por un paso de 7 corrientes y otro de 8 corrientes, pasando por el cabezal de entrada y salida.

$$F_A = (1 \times 0.315) + (1 \times 0.230) + (2 \times 0.0681)$$

$$F_A = 0.681 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_A = 681 \text{ cm.g.fuerza/g.masa.}$$

Cálculo de la presión de succión de la bomba de recibo.

Tomando como punto de referencia el nivel de la entrada y salida de la bomba, y aplicando la ecuación de Bernoulli, se realiza a continuación un balance de energía en la succión de la bomba.

$$\frac{1}{2} \times \frac{V_1^2}{g_c} + Z_1 + \frac{P_1}{d_L} = \frac{1}{2} \times \frac{V_2^2}{g_c} + Z_2 + \frac{P_2}{d_L} + F_{1-2}$$

dónde:

- $V_1 = 0$; velocidad del líquido en el tanque receptor.
 $Z_1 = 60$ cm; altura del líquido en el tanque receptor.
 $P_1 = 1.033$ kg/cm²; presión atmosférica en Río Bravo, Tam.
 $d_L = 1.032$ g/cm³; densidad de la leche a la temperatura de bombeo.
 $V_2 = 221.6$ cm/seg; velocidad en la tubería de succión.
 $Z_2 = 0$; nivel de referencia.
 $P_2 =$ Presión de succión a determinar.
 $G_c = 980.6$ g.masa cm./g.fuerzaseg².
 $F_{1-2} = 104.9$ cm.g.fuerza/g.masa; pérdidas por fricción en la tubería de succión.

Substituyendo valores, se tiene:

$$0 + 60 + 1.033/0.001032 = 1/2 \times (221.6)^2/980.6 + 0 + P_2 + 104.9$$

y despejando P_2 , se encuentra la presión de succión

$$P_2 = 0.96 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de la presión de descarga de la bomba de recibo.

Se utiliza la misma fórmula, pero ahora las literales serán las siguientes:

- $V_3 = 221.6$ cm/seg; velocidad de descarga.
 $Z_3 = 0$; nivel de referencia.
 $P_3 =$ Presión de descarga por determinar.
 $d_L = 0.001032$ kg/cm³; densidad de la leche a la temperatura de bombeo.
 $V_7 = 221.6$ cm/seg; velocidad en la descarga al tanque de almacenamiento.
 $Z_7 = 350$ cm; altura máxima de descarga.
 $P_1 = 1.033$ kg/cm²; presión atmosférica.
 $F_{3-7} = F_{3-4} + F_{4-5} + F_{5-6} + F_{6-7} + F_{EP} + F_{CE} + F_{EP} + F_{2-3}$
 $F_{3-7} = 201.6 + 104.8 + 354.5 + 25 + 720 + 0 + 247 + 128.6$
 $F_{3-7} = 1781.5$ cm.g.fuerza/g.masa

Substituyendo valores, en la ecuación general de la energía:

$$1/2 \times (221.6)^2/980.6 + 0 + P_3/0.001032 = 1/2 \times (221.6)^2/980.6 + 350 + 1.033/0.001032 + 1781.5$$

despejando P_3 y realizando operaciones.

$$P_3 = 3.23 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de la potencia necesaria en la bomba de recibo.

$$W = \frac{P_3 - P_2}{d_L} = \frac{3.23 - 0.96}{0.001032} = 2199.6 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

transformando a cm.g.fuerza/seg.

$$W = 2199.6 \times (7500 \times 1032)/3600$$

$$W = 4.73 \times 10^6 \text{ cm.g.fuerza/seg.}$$

transformando a Ergios/seg.

$W = 4.73 \times 10^6 \times 980.6 = 4.64 \times 10^9$
 transformando a caballos de fuerza, y considerando una eficiencia del motor de un 75%, y un 60% en la bomba.

$$W = \frac{(4.64 \times 10^9) \times (1.341 \times 10^{-10})}{0.75 \times 0.60} = 1.38 \text{ H.P.}$$

aproximando a la cifra inmediata superior.

$W = 1.5$ caballos de fuerza.

Datos disponibles para el cálculo del área de transmisión de calor en el enfriador de placas.

Gasto : 7 500 lt/hr

Temperatura de entrada de la leche : $T_{L1} = 24^\circ\text{C}$.

Temperatura de salida de la leche : $T_{L2} = 3.5^\circ\text{C}$.

Temperatura de entrada del agua : $T_{A1} = 1^\circ\text{C}$.

Temperatura de salida del agua : $T_{A2} = 6^\circ\text{C}$.

Calor específico de la leche : $C_L = 0.94 \text{ Cal/g.}^\circ\text{C}$.

Dímetros en la entrada y salida de la leche en el enfriador.

Dímetro exterior : $D_{ex} = 3.81 \text{ cm}$.

Dímetro interior : $D_{in} = 3.46 \text{ cm}$.

Superficie de transmisión de calor de cada placa :

$$A_p = 0.270 \text{ m}^2$$

Separación entre placa y placa : $a = 1.27 \text{ cm}$.

Espesor de cada placa : $e = 0.1092 \text{ cm}$.

Conductividad del acero inoxidable : $k = 122 \text{ Cal/hr.cm}^2$
 $^\circ\text{C}$.

Datos experimentales.

Diferencia de temperaturas promedio entre el agua y las placas : $DT_{AP} = 1.2^\circ\text{C}$.

Diferencia de temperaturas promedio entre la leche y las placas : $DT_{LP} = 4.65^\circ\text{C}$.

Coefficiente de película en la leche : $h_L = 495 \text{ Cal/hr.cm}^2$
 $^\circ\text{C}$.

Cálculo del calor necesario que hay que quitarle a la leche para descender su temperatura hasta 3.5°C .

$$q_L = W_L \times C_L \times (T_{L1} - T_{L2})$$

$$q_L = 7500 \times 1.032 \times 0.94 \times (24 - 3.5)$$

$$q_L = 149\ 150 \text{ k cal/hr.}$$

Cálculo del agua necesaria para remover el calor anteriormente calculado.

$$W_A = \frac{q}{C_A \times (T_{A2} - T_{A1})} = \frac{149\ 150}{1 \times (6 - 1)}$$

$$W_A = 29\ 830 \text{ kg/hr.}$$

Cálculo del coeficiente de película para el agua.

Aplicando la ecuación de Fourier, para la transmisión de calor por convección, donde intervienen los coeficientes de película de la leche y del agua, se tiene :

$$q_L = h_L \times A_L \times DT_{LP}$$

$$q_A = h_A \times A_A \times DT_{AP}$$

Como el calor q_L es igual al calor que recibe el agua q_A , y el área A_L es igual al área del agua A_A , se tiene entonces, un sistema de ecuaciones que simultaneando se observa que se unen en el punto (q, A) en un sistema de ejes cartesianos de dos dimensiones, donde h_A será igual a:

$$h_A = \frac{h_L \times DT_{LP}}{DT_{AP}} = \frac{495 \times 4.63}{1.2}$$

$$h_A = 1\,910 \text{ Cal/hr.cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor en el enfriador. (U).

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_L} + \frac{e}{k} + \frac{1}{h_A} = \frac{1}{495} + \frac{0.1092}{122} + \frac{1}{1\,910}$$

$$U = 291 \text{ Cal/hr.cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

$$U = 2\,910 \text{ kcal/hr.m}^2 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

Cálculo del área de transmisión de calor.

Aplicando la fórmula general de transmisión de calor entre dos fluidos separados por una pared.

$$q = V \times A \times DT \text{ Log IA}$$

DT Log IA, es la temperatura media logarítmica entre la leche y el agua.

$$DT \text{ Log IA} = \frac{(T_{L1} - T_{A2}) - (T_{L2} - T_{A1})}{\ln \frac{(T_{L1} - T_{A2})}{(T_{L2} - T_{A1})}}$$

$$DT \text{ Log IA} = \frac{(24-6) - (3.5-1)}{\ln \frac{(24-6)}{(3.5-1)}}$$

$$DT \text{ Log IA} = 7.85 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

Para disminuir la caída de presión en el enfriador se agrupan un número determinado de placas para formar pasos, tal y como aparece en la figura III-L.

En cada uno de estos pasos el flujo de la leche se divide en 4 corrientes que se unirán de nuevo en el ducto formado por los orificios que se encuentran en la parte inferior de las placas, repitiendo la operación alternadamente y con sentido de arriba hacia abajo y viceversa en los pasos siguientes.

En el caso del agua se tienen dos pasos formado cada uno de 8 corrientes, operando similarmente como la leche.

Lo anterior denota que en algunas placas se tenga el flujo a contracorriente y en otras, en paralelo, por lo tanto es necesario emplear un factor, para corregir la temperatura media logarítmica entre la leche y el agua. La casa "Kusel Dairy Equipment Co." recomienda un factor para este tipo de equipos de un valor de 0.820

$$DT \text{ Log IA} = 7.35 \times 0.820 = 6.44 \text{ } ^\circ\text{C.}$$

$$A = \frac{K}{U \times DF \log I_A} = \frac{149\ 150}{2\ 910 \times 6.44}$$

$$A = 7.96 \text{ m}^2$$

Cálculo del número de placas en el enfriador.

$$\text{No. de placas} = \frac{7.96}{0.270} = 29.5$$

aproximando a la cifra inmediata superior.

$$\text{No. de placas} = 30$$

Para ello, se ha hecho pasar la leche por 4 pasos y cada paso consta de 4 corrientes, es decir, el flujo circula por 4 placas hacia abajo y luego por otras 4 placas hacia arriba y así sucesivamente hasta recorrer 4 pasos, dos de ellos, quedarán a contracorriente y los otros dos en paralelo con respecto al flujo del medio enfriante.

El agua helada circula por el enfriador en dos pasos, uno de 7 corrientes y el otro de 8. (Ver figura III-L).

Como ya se mencionó anteriormente, esto se ha acomodado de tal manera que sean mínimas las caídas de presión dentro del enfriador y que se pueda obtener una máxima transmisión de calor de un fluido a otro.

De lo arriba estipulado, se desprende que en cada espacio libre entre placa y placa circulará solamente la cuarta parte del flujo total de la leche, evitando así el forzar el líquido a que circule en su totalidad por un sólo espacio entre placa y placa por todo el enfriador, lo que equivaldría obligar a 7 500 litros circulasen por 16 corrientes cada hora.

Datos disponibles para el cálculo del área de transmisión de calor en el pasteurizador. (área de regenerado).
 Cantidad de leche cruda y pasteurizada : $G_r = 5\ 000 \text{ lt/hr.}$
 Temperatura de entrada de la leche cruda : $T_{L1} = 5^\circ\text{C.}$
 Temperatura de salida de la leche cruda : $T_{L2} = 60^\circ\text{C.}$
 Temperatura de entrada de la leche pasteurizada : $T_{L5} = 72^\circ\text{C.}$
 Densidad de la leche : $d_L = 1.032 \text{ g/cm}^3.$
 Calor específico de la leche : $C_L = 0.94 \text{ cal/g.}^\circ\text{C.}$

Diámetro en la entrada y salida de la leche cruda y pasteurizada al cabezal respectivo :

Diámetro exterior : $D_{ex} = 3.81 \text{ cm.}$
 Diámetro interior : $D_{in} = 3.46 \text{ cm.}$

Superficie de transmisión de calor de cada placa :

$A_p = 0.270 \text{ m}^2.$

Separación entre placa y placa : $a = 1.27 \text{ cm.}$

Espesor de cada placa : $e = 0.1092 \text{ cm.}$

Conductividad del acero inoxidable : $k = 122 \text{ cal/hr. cm }^\circ\text{C.}$

Datos experimentales.

Coefficiente de película para la leche cruda y la leche pasteurizada: $h_{RLP} = h_{RLC} = 870 \text{ cal/hr cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Se considera que el coeficiente de película es igual en la leche cruda y en la pasteurizada, debido a que la diferencia de temperaturas y el flujo en ambas es el mismo.

Cálculo del calor necesario, requerido para calentar la leche cruda desde 5 hasta 60°C .

$$q_R = W_L \times C_L \times (T_{L2} - T_{L1})$$

$$q_R = 5\,000 \times 1.032 \times 0.94 \times (60-5)$$

$$q_R = 266\,772 \text{ kcal/hr.}$$

Cálculo de la temperatura de salida de la leche pasteurizada (T_{L6}).

$$T_{L6} = T_{L5} - \frac{q_R}{W_L \times C_L} = 72 - \frac{266\,772}{5\,000 \times 1.032 \times 0.94}$$

$$T_{L6} = 17^\circ\text{C}.$$

Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor (U_R).

$$\frac{1}{U_R} = \frac{1}{h_{RLC}} + \frac{e}{k} + \frac{1}{h_{RLP}}$$

$$\frac{1}{U_R} = \frac{1}{870} + \frac{0.1092}{122} + \frac{1}{870}$$

$$U_R = 3\,130 \text{ kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Cálculo del área de transmisión de calor.

$$A_K = \frac{q_R}{U_R \times DT}$$

Como la diferencia de temperaturas entre la salida de la leche pasteurizadora y la entrada de la leche cruda es exactamente la misma que la diferencia entre la entrada de la leche pasteurizada y la salida de la leche cruda, se puede aplicar la media aritmética.

$$DT = \frac{(T_{L6} - T_{L1}) + (T_{L5} - T_{L2})}{2}$$

$$DT = \frac{(17-5) + (72-60)}{2}$$

$$DT = 12^\circ\text{C}.$$

Al igual que el enfriador de placas, el fluido algunas veces se encontrará en paralelo y otras en contracorriente, originando un intercambio de calor no uniforme, por tal motivo "Kusel Dairy Equipment Co." ha ideado un factor de corrección, que para este caso será de 0.791

$$DT = 12 \times 0.791 = 9.5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

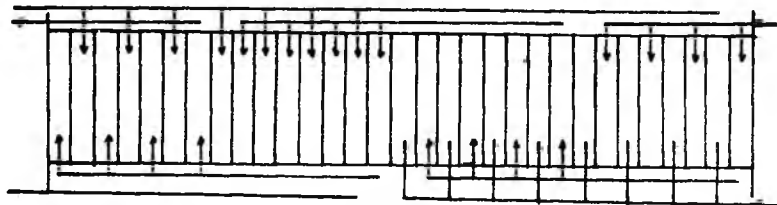


FIGURA III-L
PLACAS DEL ENFRIADOR

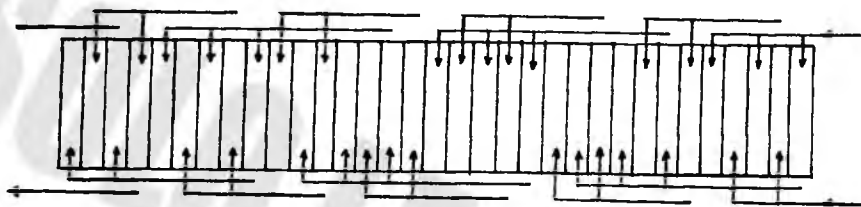


FIGURA III-M
REGENERADO

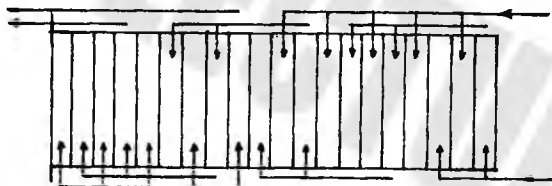


FIGURA III-O
ENFRIAMIENTO

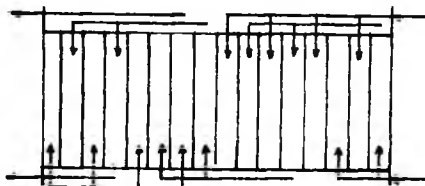


FIGURA III-N
CALENTAMIENTO

ESIQIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

$$A_R = \frac{266\,772}{3\,130 \times 9.5} = 8.97 \text{ m}^2$$

Cálculo del número de placas en el área de regenerado.

$$\text{No. de placas} = \frac{8.97}{0.270} = 33.23$$

Aproximando a la cifra inmediata superior.

No. de placas = 34 (Ver figura III-M)

Datos disponibles para el cálculo del área de transferencia de calor en la sección de calentamiento del pasteurizador.

Flujo de leche: $G_L = 5\,000 \text{ lt/hr}$

Temperatura de entrada de la leche precalentada:

$$T_{L2} = 60^\circ\text{C.}$$

Temperatura de salida de la leche (Se tomarán 3°C. , más elevada, como margen de seguridad):

$$T_{L3} = 75^\circ\text{C.}$$

Temperatura de entrada del agua: $T_{A1} = 77^\circ\text{C.}$

Datos experimentales.

Coefficiente de película para la leche precalentada:

$$h_{LC} = 772 \text{ Cal/hr cm}^2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Diferencia de temperaturas promedio entre la leche y las placas:

$$DT_{PL} = 3.6 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Entre el agua y las placas:

$$DT_{PA} = 1.2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Relación leche-agua:

$$1 : 4$$

Cálculo del calor necesario para calentar la leche desde 60 hasta 75°C.

$$q_c = W_L C_L (T_{L3} - T_{L2})$$

$$q_c = 5\,000 \times 1.032 \times 0.94 \times (75-60)$$

$$q_c = 72\,756 \text{ kcal/hr.}$$

Cálculo de la temperatura de salida del agua caliente.

$$q_c = W_A \times C_A \times (T_{A1} - T_{A2}); \text{ pero como } W_A = 4 W_L$$

$$q_c = 4 W_L \times C_A \times (T_{A1} - T_{A2})$$

$$T_{A2} = T_{A1} - \frac{q_c}{4 W_L \times C_A} = 77 - \frac{72\,756}{4 \times 5\,000 \times 1.032 \times 1}$$

$$T_{A2} = 73.5^\circ\text{C.}$$

Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor.

$$h_{AC} = h_{LC} \times \frac{DT_{PL}}{DT_{PA}} = 772 \times \frac{3.6}{1.2}$$

11-3

$$h_{AC} = 2316 \text{ Cal/hr cm}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\frac{1}{V_c} = \frac{1}{h_{LC}} + \frac{e}{k} + \frac{1}{h_{AC}} = \frac{1}{772} + \frac{0.1092}{122} + \frac{1}{2316}$$

$$V_c = 3814 \text{ k cal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Cálculo del área de transmisión de calor.

$$q_c = V_c \times A_c \times DT \text{ Log LA}$$

dónde:

$$DT \text{ Log LA} = \frac{(T_{A2} - T_{L2}) - (T_{A1} - T_{L3})}{\ln \frac{(T_{A2} - T_{L2})}{(T_{A1} - T_{L3})}}$$

$$DT \text{ Log LA} = \frac{(73.5 - 60) - (77 - 75)}{\ln \frac{(73.5 - 60)}{(77 - 75)}}$$

$$DT \text{ Log LA} = 6.02^\circ\text{C}.$$

De acuerdo con el fabricante, el factor de corrección para esta sección de calentamiento tiene un valor de 0.783

$$DT \text{ Log LA} = 6.02 \times 0.783 = 4.72^\circ\text{C}.$$

$$A_c = \frac{q_c}{V_c \times DT \text{ Log LA}} = \frac{72756}{3814 \times 4.72}$$

$$A_c = 4.04 \text{ m}^2$$

Cálculo del número de placas.

$$\text{No. de placas} = \frac{4.04}{0.270} = 14.9$$

Aproximando a la cifra inmediata superior.

$$\text{No. de placas} = 15 \text{ (figura III-N)}$$

Datos disponibles para el cálculo del área de transmisión de calor en la zona de enfriamiento del pasteurizador.

Flujo del producto:	$G_L = 5000 \text{ lt/hr}$
Temperatura de entrada de la leche pasteurizada, preenfriada en regeneración:	$T_{L6} = 17^\circ\text{C}.$
Temperatura de la leche de salida:	$T_{L7} = 3.5^\circ\text{C}.$
Temperatura de entrada del agua:	$T_{A3} = 1^\circ\text{C}.$

Datos experimentales.

Coefficiente de película de la leche:	$h_{EL} = 413 \text{ Cal/hr.cm.}^2\text{ } ^\circ\text{C}.$
Diferencia de temperaturas promedio entre la leche y las placas:	$DT_{LP} = 3.48^\circ\text{C}.$
Diferencia de temperaturas promedio entre el agua y las placas:	$DT_{AP} = 1.11^\circ\text{C}.$
Relación leche-agua	$AP_1 : 4.5$

Cálculo del calor necesario para enfriar la leche.

$$q_E = W_L C_L (T_{L6} - T_{L7})$$

$$q_E = 5000 \times 1.032 \times 0.94 \times (17 - 3.5)$$

$$q_E = 65\,481 \text{ kcal/hr.}$$

Cálculo de la temperatura de salida del agua.

$$T_{A4} = \frac{q_E}{W_A \times C_A} T_{A3}; \text{ pero como } W_A = 4.5 W_L$$

$$T_{A4} = \frac{65\,481}{4.5 \times 5\,000 \times 1 \times 1.032} \quad 1$$

$$T_{A4} = 3.82^\circ\text{C.}$$

Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor.

$$h_{EA} = h_{EL} \times \frac{DT_{LP}}{DT_{AB}} = 413 \times \frac{3.48}{1.11}$$

$$h_{EA} = 1\,295 \text{ Cal/hr cm}^2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

$$\frac{1}{U_E} = \frac{1}{h_{EL}} + \frac{e}{k} + \frac{1}{h_{EA}} = \frac{1}{413} + \frac{0.1092}{122} + \frac{1}{1\,295}$$

$$U_E = 2\,446 \text{ kcal/hr.m}^2 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Cálculo del área de transmisión de calor.

$$q_E = U_E \times A_E \times DT \text{ Log LA}$$

$$\text{Dónde: } DT \text{ Log LA} = \frac{(T_{L6} - T_{A4}) - (T_{L7} - T_{A3})}{\text{Ln} \left(\frac{T_{L6} - T_{A4}}{T_{L7} - T_{A3}} \right)}$$

$$DT \text{ Log LA} = \frac{(17 - 3.82) - (3.5 - 1)}{\text{Ln} \left(\frac{17 - 3.82}{3.5 - 1} \right)}$$

$$DT \text{ Log LA} = 6.42$$

Aplicando el factor de corrección, por estar el flujo combinado en paralelo y en contracorriente. Para este caso el fabricante proporciona un valor de 0.801

$$DT \text{ Log LA} \quad 6.42 \times 0.801 = 5.14^\circ\text{C.}$$

$$A_E = \frac{q}{U_E \times DT \text{ Log LA}} = \frac{65\,481}{2\,446 \times 5.14}$$

$$A_E = 5.21 \text{ m}^2$$

Cálculo del número de placas.

$$\text{No. de placas} = \frac{5.21}{0.270} = 19.23$$

Aproximando a la cifra inmediata superior.

$$\text{No. de placas} = 20 \text{ (figura III-0)}$$

Datos disponibles, proporcionados por el fabricante

para el cálculo de las pérdidas por fricción en el pasteurizador.

En las placas por donde circula la leche.

Flujo del producto por corriente. Caída de presión por pa

2 500 (paso de 2 corrientes)	0.069 kg/cm ²
1 667 (paso de 3 corrientes)	0.031 kg/cm ²

En las placas por donde circula el agua.

Zona de calentamiento.	
5 160 (paso de 4 corrientes)	0.203 kg/cm ²
Zona de enfriamiento.	
4 644 (paso de 5 corrientes)	0.184 kg/cm ²

Cabezales de entrada y salida.

Flujo	entrada o salida de 38 mm.
5 000 (leche)	0.0085 kg/cm ²
20 640 (agua caliente)	0.115 kg/cm ²
23 220 (agua fría)	0.151 kg/cm ²

Zona de regenerado.

Leche cruda: Circula por un paso de dos corrientes

y 5 de 3 corrientes, cruzando 2 cabezales; se tiene:

$$F_{RLC} = (1 \times 0.069) + (5 \times 0.031) + (2 \times 0.0085)$$

$$F_{RLC} = 0.241 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{RLC} = 234 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Leche pasteurizada: Circula por 12 pasos de 2 corrientes

cada uno, y cruza dos cabezales.

$$F_{RLP} = (12 \times 0.069) + (2 \times 0.0085) + 0.845 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{RLP} = 839 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Zona de calentamiento.

Leche: Circula por 4 pasos de 2 corrientes cada uno,

y cruza dos cabezales.

$$F_{CL} = (4 \times 0.069) + (2 \times 0.0085) + 0.293 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{CL} = 284 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Agua: Circula por 2 pasos de 4 corrientes cada uno y

cruza dos cabezales.

$$F_{CA} = (2 \times 0.203) + (2 \times 0.115) + 0.636 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{CA} = 616 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Zona de enfriamiento.

Leche: Circula por 5 pasos de 2 corrientes, cada uno

y cruza dos cabezales.

$$F_{EL} = (5 \times 0.069) + (2 \times 0.0085) + 0.362 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{EL} = 351 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Agua: Circula por 2 pasos de 5 corrientes cada uno,

y cruza dos cabezales.

$$F_{EA} = (2 \times 0.184) + (2 \times 0.151) + 0.670 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{EA} = 649 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Pérdidas por fricción de la leche en el pasteurizador.

$$F_{PL} = F_{RLC} + F_{RLP} + F_{CL} + F_{EL}$$

$$F_{PL} = 234 + 839 + 248 + 351$$

(Continuación)

$$F_{PL} = 1\ 708 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Se procede a continuación a calcular la potencia de la bomba del pasteurizador (B-2).

Cálculo de la velocidad del fluido.

$$V_L = \frac{G}{A_1} \quad \begin{array}{l} G = 5\ 000 \text{ lt/hr} \\ A_1 = 0.785 \times 3.46^2 \end{array}$$
$$V_L = \frac{5\ 000 \times 10^3}{9.4 \times 3\ 600} = 147.8 \text{ cm/seg.}$$

Cálculo del número de Reynolds (Re).

$$Re = \frac{D_1 \times V_L \times d_L}{M_1}$$
$$Re = \frac{3.46 \times 147.8 \times 1.032}{0.02} = 26\ 388$$

En base a este número, Reynolds nos dice que se trata de un flujo turbulento.

En la gráfica que relaciona Re con el factor de fricción para tubos suaves se obtiene el siguiente valor: factor de fricción $f=0.024$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del tanque de balanceo a la entrada de la bomba. (figura III-P).

$$F_{1-2} = \frac{f \times V_L^2 \times L_{1-2}}{2 g_c \times D_1} + F_{RLC}$$

Longitudes reales y equivalencias.

Conexión salida del tanque de balanceo 76.25 cm.

1 tramo de tubería	20 cm.
1 tramo de tubería	60 cm.
1 tramo de tubería	20 cm.
1 tramo de tubería	50 cm.
1 tramo de tubería	75 cm.
1 tramo de tubería	50 cm.
1 tramo de tubería	10 cm.
5 codos de 90°	<u>1 220 cm.</u>
total	1 581.25 cm.

$$F_{1-2} = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 1\ 581.25}{2 \times 980.6 \times 3.47} = 234$$

$$F_{1-2} = 356 \text{ cm.g.fuerza/g.masa.}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida de la bomba a la entrada del cabezal de la zona de calentamiento. (F_{2-3}).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	75 cm.
1 tramo de tubería	50 cm.

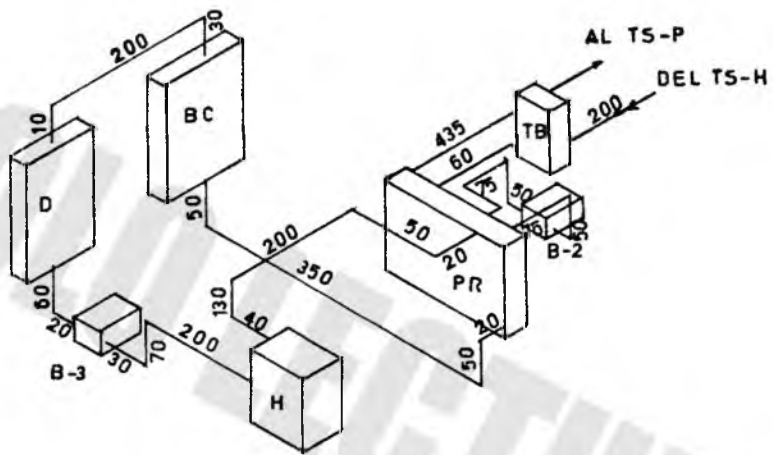


DIAGRAMA III-P

LONGITUDES REALES DESDE LOS TANQUES
DE-ALMACENAMIENTO DE LECHE HIGIENIZADA
TS-H AL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE
LECHE PASTEURIZADA. TS-P.

ESIQIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

(Continuación)

1 tramo de tubería	10 cm.
2 codos de 90°	<u>488 cm.</u>
total	623 cm.

$$F_{2-3} = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 623}{2 \times 980.6 \times 3.46}$$

$$F_{2-3} = 48.2 \text{ cm.g. fuerza/g.masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del pasteurizador a la entrada del Bactofugador (F_{3-4}).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	20 cm.
1 tramo de tubería	50 cm.
1 tramo de tubería	350 cm.
1 tramo de tubería	50 cm.
3 codos de 90°	<u>732 cm.</u>
total	1 202 cm.

$$F_{3-4} = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 1 202}{2 \times 980.6 \times 3.46}$$

$$F_{3-4} = 92.9 \text{ cm.g. fuerza/g.masa}$$

Como la bomba en cuestión deberá ser capaz de enviar el fluido hasta el tanque de termo-balanceo II, considerando que no tiene que pasar por el desodorizador ni por el homogeneizador, se realiza a continuación el cálculo de las pérdidas por fricción hasta dicho tanque.

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del bactofugador a la entrada del cabezal de la zona de regenerado del pasteurizador. (F_{4-7}).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	30 cm.
1 tramo de tubería	200 cm.
1 tramo de tubería	40 cm.
1 tramo de tubería	230 cm.
1 tramo de tubería	200 cm.
1 tramo de tubería	110 cm.
1 tramo de tubería	50 cm.
1 tramo de tubería	130 cm.
1 tramo de tubería	200 cm.
1 tramo de tubería	50 cm.
1 tramo de tubería	20 cm.
10 codos de 90°	<u>2 440 cm.</u>
total	3 700 cm.

$$F_{4-7} = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 3 700}{2 \times 980.6 \times 3.46}$$

$$F_{4-7} = 286 \text{ cm.g. fuerza/g.masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del pasteurizador a la entrada del tanque de termo-balanceo II (F_{7-8}).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	50 cm.
1 tramo de tubería	75 cm.
1 tramo de tubería	310 cm.
2 codos de 90°	488 cm.
total	923 cm.

$$F_{7-8} = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 923}{2 \times 980.6 \times 3.46}$$

$$F_{7-8} = 71.3 \text{ cm.g. fuerza/g.masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción en la válvula de desviación de flujo (F_{VD}).

Longitud equivalente.

$$L_{VD} = 915 \text{ cm.}$$

$$F_{VD} = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 915}{2 \times 980.6 \times 3.46}$$

$$F_{VD} = 70.7 \text{ cm.g. fuerza/g.masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción en la descarga del tanque de balanceo II (F_{TB}).

$$F_{TB} = \frac{v_L^2}{2g_c} \times (1 - A_1/A_{TB})^2; \text{ pero como } A_{TB} \gg A_1$$

dónde:

A_{TB} - Area interior del tanque balanceo II.

A_1 - Area interior de la tubería.

$$F_{TB} = \frac{v_L^2}{2g_c} = \frac{147.8^2}{2 \times 980.6}$$

$$F_{TB} = 11.2 \text{ cm.g. fuerza/g.masa}$$

En el bacto-fugador, al igual que en la clarificadora-estandarizadora va montada una bomba centrífuga, para hacer girar los discos dentro del tazón. Dicha bomba contrarresta las pérdidas por fricción que sufre la leche dentro del bacto-fugador.

Cálculo de la presión de succión.

Tomando como punto de referencia el nivel de la bomba del pasteurizador, se aplica a continuación la ecuación general de la energía.

$$\frac{1}{2} \times \frac{v_1^2}{g_c} + z_1 + \frac{p_1}{\rho_L} = \frac{1}{2} \times \frac{v_2^2}{g_c} + z_2 + \frac{p_2}{\rho_L} + F_{1-2}$$

dónde:

$v_1 = 0$; velocidad en el tanque de termo-balanceo I.

$z_1 = 80 \text{ cm.}$

$p_1 = 1.033 \text{ kg/cm}^2$; presión atmosférica.

$v_2 = 147.8 \text{ cm/seg.}$

$z_2 = 0$; nivel de referencia.

$p_2 =$ presión incógnita.

$F_{1-2} = 356 \text{ cm.f. fuerza/g.masa}$

Sustituyendo valores se tiene:
 $0 + 80 + 1.033/0.001032 = 1/2 \times (147.8)^2/980.6$
 $+ 0 + P_2/0.001032 + 356$

Realizando operaciones y despejando P_2
 $P_2 = 0.737 \text{ kg/cm}^2$

Cálculo de la presión de descarga.

$$\frac{1}{2} \times \frac{V_3^2}{g_c} + Z_3 + \frac{P_3}{d_L} = \frac{1}{2} \times \frac{V_8^2}{g_c} + Z_8 + \frac{P_8}{d_L} + F_{3-8}$$

dónde:

$V_3 = 147.8 \text{ cm/seg.}$

$Z_3 = 0$; nivel de referencia.

$P_3 =$ presión por determinar.

$V_8 = 147.8 \text{ cm/seg.}$

$Z_8 = 250 \text{ cm.}$

$P_8 = 1.033 \text{ kg/cm}^2$; presión atmosférica.

$F_{3-8} = F_{2-3} + F_{3-4} + F_{4-7} + F_{7-8} + F_{CL} + F_{EL} + F_{VD} + F_{TB}$

$F_{3-8} = 48.2 + 92.9 + 286 + 71.3 + 284 + 70.7 + 11.2 + 351$

$F_{3-8} = 1215.3 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$

Sustituyendo valores en la ecuación de Bernoulli.

$1/2 \times (147.8)^2/980.6 + 0 + P_3/0.001032 = 1/2 \times (147.8)^2/980.6$
 $+ 250 + 1.033/0.001032 + 1215.3$

Realizando operaciones y despejando P_3
 $P_3 = 2.55 \text{ kg/cm}^2$

Cálculo de la potencia necesaria en la bomba del pasteurizador.

$$W = \frac{P_3 - P_2}{d_L} = \frac{2.55 - 0.737}{0.001032}$$

$W = 1756.8 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$

Convirtiendo a caballos de fuerza, reportando un 75% de eficiencia para la bomba y un 60% para el motor.

$$W = \frac{1756.8 \times 5000000 \times 980.6 \times 1.341 \times 10^{10}}{3600 \times 0.75 \times 0.60}$$

$W = 0.72 \text{ H.P.}$

Como margen de seguridad, para el buen abastecimiento de leche al pasteurizador, se usará una bomba de 1 H.P.

Bomba de la unidad desodorizadora.

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida del desodorizador a la entrada de la bomba. (F_f).

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	60 cm.
1 tramo de tubería	20 cm.
1 codo de 90°	244 cm.
conexión de salida	76 cm.
total	400 cm.

$$F_5 = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 400}{2 \times 980.6 \times 3.46}$$

$$F_5 = 31 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Cálculo de las pérdidas por fricción de la salida de la bomba centrífuga a la entrada del homogeneizador.

Longitudes reales y equivalencias.

1 tramo de tubería	10 cm.
1 tramo de tubería	70 cm.
1 tramo de tubería	300 cm.
2 codos de 90°	488 cm.
1 válvula de retención	<u>1 098 cm.</u>
total	1 966 cm.

$$F_6 = \frac{0.024 \times 147.8^2 \times 1 966}{2 \times 980.6 \times 3.46}$$

$$F_6 = 152 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Cálculo de la presión de succión.

$$\frac{1}{2} \times \frac{v_5^2}{g_c} + z_5 + \frac{P_5}{d_L} = -\frac{1}{2} \times \frac{v_6^2}{g_c} + z_6 + \frac{P_6}{d_L} + F_5$$

dónde:

$$v_5 = v_6 = 147.8 \text{ cm/seg.}$$

$$z_5 = 60 \text{ cm.}$$

$$P_5 = 0.408 \text{ kg/cm}^2 \text{ (30 cm. Hg. de vacío)}$$

$$z_6 = 0; \text{ punto de referencia.}$$

$$P_6 = \text{presión incógnita.}$$

$$F_5 = 31 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Sustituyendo valores en la ecuación general de la energía.

$$60 + 0.408/0.001032 + 0 + P_6/0.001032 + 31$$

Realizando operaciones y despejando P_6

$$P_6 = 0.44 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo de la presión de descarga.

La presión de alimentación en el homogeneizador deberá ser de 2 a 3 kg/cm^2 .

$$\frac{1}{2} \times \frac{v_9^2}{g_c} + z_9 + \frac{P_9}{d_L} = -\frac{1}{2} \times \frac{v_{10}^2}{g_c} + z_{10} + \frac{P_{10}}{d_L} + F_6$$

dónde:

$$v_9 = v_{10} = 147.8 \text{ cm/seg.}$$

$$z_9 = 0; \text{ nivel de referencia.}$$

$$P_9 = \text{Presión de descarga a determinar.}$$

$$z_{10} = 70 \text{ cm.}$$

$$P_{10} = 3 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_6 = 152 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Sustituyendo valores en la ecuación de Bernoulli.

$$0 + P_9/0.001032 = 70 + 3/0.001032 + 152$$

Realizando operaciones y despejando P_9

$$P_9 = 3.23 \text{ kg/cm}^2$$

Calculo de la potencia necesaria en la bomba centrífuga de la unidad desodorizadora.

$$W = \frac{P_9 - P_6}{d_L} = \frac{3.23 - 0.44}{0.001032}$$

$$W = 2704 \text{ cm.g.fuerza/g.masa}$$

Convirtiendo a caballos de fuerza.

$$W = \frac{2704 \times 5000000 \times 980.6 \times 1.341 \times 10^{-10}}{3600 \times 0.75 \times 0.60}$$

$$W = 1.10 \text{ H.P.}$$

Aproximando a la cifra inmediata superior.

$$W = 1.5 \text{ caballos de fuerza.}$$

SOLO LECTURA

IV- INGENIERIA DE DISEÑO

SOLO LECTURA

SERVICIOS AUXILIARES

El funcionamiento de la planta exige los siguientes suministros:

- 1.- Agua helada, caliente y ambiental.
- 2.- Vapor.
- 3.- Energía eléctrica.
- 4.- Amoniaco.
- 5.- Aire comprimido.
- 6.- Diesel.

- 1.- El agua helada se utilizará para enfriar indirectamente la leche en el pasteurizador y en el enfriador de placas.
- 2.- El agua caliente se empleará para calentar la leche hasta la temperatura de pasteurización. Y para calentar las soluciones bactericidas en la limpieza del equipo.
- 3.- El agua ambiental tiene múltiples usos (lavado de pisos paredes, equipos, tuberías, baños, etc.)
- 4.- El vapor calentará el agua caliente a usar en el pasteurizador.
- 5.- El Amoniaco será el medio refrigerante en la cámara frigorífica y en el acumulador de hielo.
- 6.- La energía eléctrica servirá para el funcionamiento de bombas, motores, lámparas, compresor, etc.
- 7.- El aire comprimido será necesario para la apertura y cerrado automático de válvulas hidráulicas.
- 8.- El diesel será el material combustible de la caldera.

I- Agua.

Agua helada.- El agua helada empleada en el enfriador de placas (calculada anteriormente) asciende a: 29 830 kg/hr.

El agua helada empleada en el pasteurizador (también calculada anteriormente) asciende a: 23 220 kg/hr.

total de agua helada = 53 050 kg/hr.

El tanque acumulador del agua helada tiene una capacidad total de 11 351 lt que se llenará una vez por día.

11 351 + 4% (agua de repuesto) = 11 806 lt/día.

Agua caliente.- El agua caliente necesaria para calentar la leche en el pasteurizador es de 20 640 kg/hr.

Para ello, la unidad circuladora de agua caliente tiene una capacidad de 1 570 lt., que se llenará una vez al día.

$$1\ 570 + 4\% \text{ (agua de repuesto)} = 1\ 633 \text{ lt/día.}$$

Agua ambiental de servicio.

Agua de servicio en producción.- Lavado de equipos, tuberías, grifos para mangueras, esterilización, etc.

Varios.- Baños, sanitarios, servicios generales, ocasionales y futuros.

El gasto de agua en este inciso, representa alrededor de 140 galones, por cada 1,000 lb de leche que se procese.

$$5\ 160 \times 2.2 = 11\ 352 \text{ lb leche.}$$

$$\frac{11\ 352}{1,000} \times 140 \times 3.785 = 6\ 016 \text{ kg/hr agua ambiental.}$$

1,000

durante 8 hrs., de trabajo al día, se tiene:

$$6\ 016 \times 8 = 48\ 128 \text{ kg/hr} = 48\ 128 \text{ lt/hr.}$$

Agua para los condensadores de amoníaco y para el sistema de deodorización.

Para una capacidad evaporativa de 78 toneladas de refrigeración, según el fabricante, se requiere un gasto de agua en el condensador de 53 040 lt/hr.

Diariamente se tendrá un consumo de agua aproximado de: $53\ 040 \times 6 = 318\ 240 \text{ lt/día.}$

Agua para el sistema contra incendio.

Este cálculo, únicamente se refiere a la protección contra incendio por medio de hidrantes, pero se hace notar que además de estos, se tiene protección contra incendios eléctricos, de productos químicos, etc., a base de extinguidores de espuma y polvo químico.

El reglamento al respecto, establece que cada hidrante deberá descargar un gasto mínimo de 900 lt/min., con una presión mínima de 3.8 kg/m².

En nuestro caso y después de hacer el estudio de las áreas cubiertas por cada hidrante, se dedujo que era necesario que tres hidrantes estuvieran trabajando al mismo tiempo, por lo que el gasto por este concepto es:

$$900 \times 3 \times 60 = 162\ 000 \text{ kg/hr.}$$

Se cuenta con agua suficiente para sofocar un incendio de tres horas máximo.

$$162\ 000 \times 3 = 486\ 000 \text{ lt/día.}$$

Agua para la granja.

Como el proyecto completo incluye la granja o establo localizado atrás de la planta, el abastecimiento de agua general, alimentará también a aquella.

Para producir 30 000 litros de leche diarios, es necesario estabular 3 000 vacas lecheras, a un promedio de 10 litros de leche por vaca, según estadísticas de la región.

El gasto de agua por este concepto asciende a un mínimo de 300 000 lt/día.

Procedimiento para satisfacer las necesidades de agua
Se proyectó el siguiente sistema: (figura IV-A).

Abastecer a la planta, con agua del canal anzaldúaz, por medio de una bomba del tipo sumergible, instalada en un cárcamo construido para tal efecto en el canal. Esta bomba envía el agua a un estanque de almacenamiento de agua, situado a un costado del canal, ésto es con el fin de disponer en todo momento, de agua suficiente para los requerimientos de una semana.

Otra bomba (B-1) succiona el agua del estanque y la envía por medio de una línea de conducción, hasta un tanque (T-D) localizado en la planta. En este tanque el agua es decantada, para quitarle un poco de lodo. Y de aquí pasa a otro tanque de agua sedimentada (A-S).

De este tanque succiona agua las bombas para el condensador de amoniaco, (B-CA) para el sistema contra incendio, (B-SI), y para el precipitador (B-P).

En este último equipo, las impurezas son separadas del agua por medio de una lechada de cal.

El agua bombeada al precipitador (P), una vez precipitada pasa a un medidor de flujo y después pasa a los filtros automáticos (filtros de arena) (F-A), donde se elimina por completo la turbidez, y ya filtrada cae a otro tanque tipo cisterna (T-C).

De este tanque, una parte del agua es bombeada a un tanque elevado 30 m. (T-E), y otra parte alimenta a los suavizadores de agua (S) para la caldera (C), después de los cuáles el agua es desgasificada y precalentada en un desaerador (D).

Del tanque elevado se alimentan los requerimientos de la granja, y además se alimentan todos los servicios de la fábrica. (Ver figura No. IV-A).

Equipo utilizado.

a)- El estanque de almacenamiento de agua tendrá una capacidad de 6 300 m³, cantidad suficiente para cubrir las necesidades de la fábrica durante una semana. Este estanque es muy útil, sobre todo en época de calor, cuando el consumo de agua aumenta y el flujo en el canal disminuye.

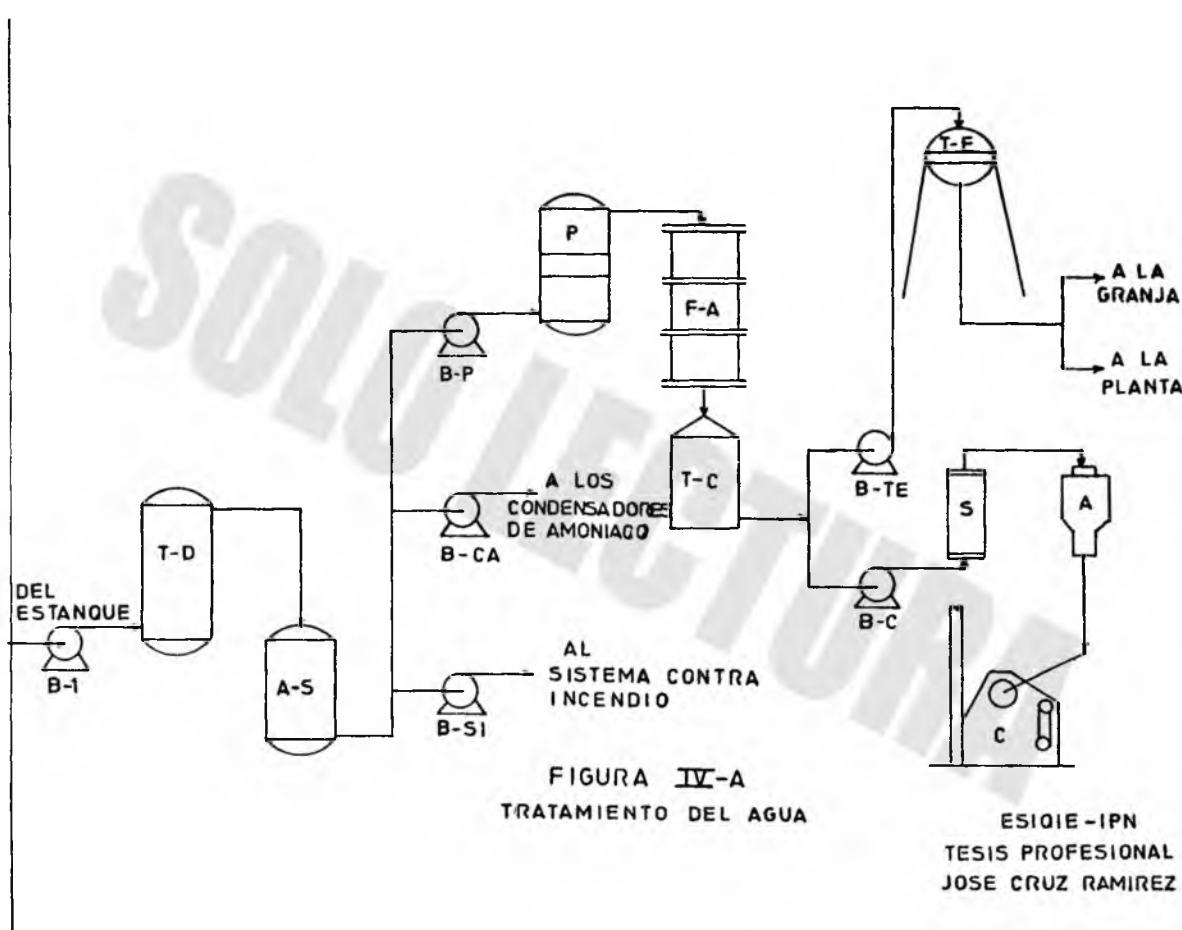
Sus dimensiones son: Largo 70 m., ancho 60 m., alcanzando una altura de agua, promedio de 1.5 r.

Sus bordes de tierra impiden que se derrame el líquido. El suelo es de tierra, y todo está descubierto a la atmósfera.

b)- Precipitador horizontal de agua (P), para la eliminación de turbidez, dureza y color. Este equipo básicamente convierte las impurezas del agua en partículas grandes, densas y en suspensión, separandólas después del agua que las contiene.

El primer paso se logra con sustancias químicas, esto es, añadiendo cal y sulfato de aluminio al agua para que la dureza precipite.

El agua cruda y las sustancias químicas se mezclan en



presencia de grandes cantidades de lodos. En esta zona la mezcla es agitada por medio de palas de madera; este agitación y el flujo del agua hacen que la mezcla esté en suspensión, formándose un lodo lechoso, el cual absorbe las partículas más finas.

Mientras la sección transversal crece en la zona de lodos filtrados, la velocidad del agua hacia arriba decrece, y las partículas separadas del agua a un determinado nivel ya no llegan a la altura de la salida de agua clara, siendo posteriormente purgadas, iniciándose otra vez, un nuevo ciclo.

Las características principales del equipo precipitador de agua son:

Flujo medio-----11.3 lt/seg.

Capacidad promedio-----40 m³

Motor del agitador-----1 H.P.

El agitador consiste de dos juegos de flechas con paletas de madera, chumaceras y guías especiales.

El motor del agitador tiene 4 velocidades (1800, 1200, 700 y 600) RPM, totalmente cerrado, tipo jaula de ardilla, para 220 Volts, 60 ciclos, 3 fases.

Accesorios para el motor: reductor de velocidad, poleas, bandas, selector manual de velocidad y arrancador magnético del tipo de pleno voltaje.

Equipo de purga y limpieza: Consiste de una fotocelda que automáticamente purgará a los lodos cuando éstos hayan excedido el nivel predeterminado por los operarios.

Tanques para químicos:

Tanque de cal.- dosis estimada 730 g. x 3,785 lt.

Capacidad media----- 2.5 m³

Tanque para coagulante.- dosis 80 g. x 3,785 lt.

Capacidad media----- 0.4 m³

La dosificación de cal y coagulante será por gravedad y proporcional al gasto de agua.

Existe un indicador de nivel de alta y baja para el tanque de aguas claras, este nivel controlará las bombas de agua cruda y de transferencia.

c)- Filtro automático (F-A).- Su construcción es muy sencilla. Consiste en un tanque vertical de acero al carbón dividido en tres partes que son: Área para el retrolavado, compartimiento o cama de filtrado, y cámara de recolección bajo un fondo falso.

La cama de filtrado normalmente contiene arena fina colocada sobre discos de plásticos (filtros) para uniformizar el filtrado del agua y lograr una buena distribución de la arena en el retrolavado sin necesidad de usar grava.

Las características principales del filtro son:

Capacidad media----- 12 m³

Flujo de filtración---- 11.3 lt/seg.

Medio filtrante: arena fina con una cama de 0.61 m. de alto, coeficiente de uniformidad de 1.6 y tamaño efectivo de partícula de 0.45 a 0.55 mm.

Su sistema de drenaje consiste en una placa de soporte

para ensambles especiales de coladoras de plástico.

d).- Suavisador de agua (S). Este renglón pertenece prácticamente a la sección de generación y distribución de vapor. Es importante asentar que este equipo, es el requisito indispensable para el buen funcionamiento de la caldera.

Se empleará el modelo dulcificado de agua "tratamiento de intercambio básico ó zeolite". El proceso no solamente ablanda el agua, sino actúa además como una especie de filtro para los sedimentos.

Características generales:

Diámetro del suavizador---	0.40 m.
Longitud parte recta-----	1.22 m.
Presión máxima de operación	3 kg/cm ²
Temperatura máxima de operación	37.7°C.
Tanque regenerador-----	350 kg.

El suavizador de agua es un tanque cilíndrico, tipo vertical, con topas elípticas, su registro es del tipo toruga con placas deflectoras y va montado en tres patas.

Tiene un medidor de flujo, hecho de bronce, tipo de registro, con lectura directa.

Bombas utilizadas en el tratamiento de aguas.

1.- Bomba tipo sumergible, para sacar el agua del canal y llenar el estanque (B-S).

Gasto máximo-----	20 l/S.
Velocidad-----	1 800 RPM.
Eficiencia-----	75%
Potencia-----	10 H.P.

2.- Bomba centrífuga, succiona el agua del estanque y la envía al tanque decantador (B-1).

Gasto máximo-----	30 l/S.
Velocidad-----	2 500
Eficiencia-----	75%
Potencia-----	15 H.P.

3.- Bomba centrífuga, envía el agua sedimentada al condensador de amoníaco (B-CA).

Gasto máximo-----	14.8 l/S.
Velocidad-----	1 750 RPM.
Eficiencia-----	75%
Potencia-----	7.5 H.P.

4.- Bomba centrífuga para el sistema contra incendio (B-SI).

Gasto máximo-----	17 l/S.
Velocidad-----	1 800 RPM.
Eficiencia-----	75%
Potencia-----	7.5 H.P.

5.- Bomba centrífuga, envía el agua sedimentada al tanque

(Continuación)

precipitador (B-P).

Gasto máximo-----	11.3 l/s.
Velocidad-----	1 200 RPM.
Eficiencia-----	75%
Potencia-----	5.00 H.P.

6.- Bomba centrífuga, envía el agua clara, desde el tanque cisterna al tanque elevado (B-TE).

Gasto máximo-----	10 l/s.
Velocidad-----	1 200 RPM.
Eficiencia-----	75%
Potencia-----	10 H.P.

7.- Bomba para la caldera. Succiona agua del tanque cisterna y la envía al suavizador (B-C).

Gasto máximo-----	1.3 l/s.
Velocidad-----	1 200 RPM.
Eficiencia-----	75%
Potencia-----	1 H.P.

II- Banco de hielo.- (Sistema de enfriamiento).

Se ha descubierto que cuando la temperatura del producto no necesita bajarse a menos de 1°C., se puede obtener un enfriamiento muy satisfactorio usando agua en vez de salmuera. Es un medio muy efectivo para impedir que la leche se congele en un enfriador, puesto que el agua refrigerante nunca se ha de encontrar a un punto inferior al punto de congelación de la leche.

El enfriador de agua consiste en un tanque que tiene un serpentín de enfriamiento de expansión directa y de gran superficie provisto de una válvula de flotación y control de presión para regularizar automáticamente la circulación de amoníaco y la temperatura.

La máquina frigorífica es de compresión mecánica, la cual desciende la temperatura producida por la evaporación forzada de amoníaco líquido y consta de los siguientes elementos:

- 1.- Un evaporador que tiene la forma de un serpentín y en el que se evapora el líquido frigorífico, determinando un considerable descenso de la temperatura del medio ambiente.
- 2.- Un compresor que desempeña el papel de bomba aspirante impulsante, ya que aspira los vapores del líquido de refrigeración del evaporador y los comprime en el condensador.
- 3.- Un condensador ó licuefactor, enfriado exteriormente por agua ó por aire, en el que a causa de la presión a que es sometido el vapor vuelve al estado líquido.
- 4.- Una válvula de expansión que regula la vuelta del líquido al evaporador, dónde vuelve a comenzar el ciclo.

La ventaja de esta máquina reside en su facilidad de

funcionamiento y en la seguridad que proporcionan al actuar el agua helada como volante frío si el compresor se detiene.

La máquina frigorífica consta de las siguientes partes (fig. IV-B).

- 1- Compresor
- 2- Condensador
- 3- Válvula de expansión
- 4- Evaporador
- 5- Recipiente para NH_3 líquido
- 6- Purificador de aceite
- 7- Separador de aceite
- 8- Indicador de temperatura
- 9- Presión de cabecera
- 10- Presión posterior
- 11- Descarga del compresor
- 12- Succión del compresor
- 13- Línea de aceite.

A este aparato se le denomina banco ó acumulador de hielo, por almacenar la cantidad de hielo necesaria durante los tiempos muertos, con el objeto de tener la reserva suficiente para proveer de agua helada, cuando la demanda llegue a su máximo, es decir, cuando el preenfriador y el pasteurizador trabajen al mismo tiempo.

Para determinar la capacidad del acumulador de hielo es necesario conocer el calor total que habrá que eliminar en 24 horas.

$q = 149\ 150$ kcal/hr en el enfriador.

$q = 65\ 481$ kcal/hr en el pasteurizador.

el enfriador trabajará 4 horas diarias.

$q = 149\ 150 \times 4 = 596\ 600$ kcal/día.

el pasteurizador trabajará de 6 a 7 horas diarias.

$q = 65\ 481 \times 7 = 458\ 367$ kcal/día.

Para derretir 1 kg. de hielo se necesitan 36.3 kilocalorías, el consumo de ambos equipos es:

enfriador
kg. de hielo = $\frac{596\ 600}{36.3} = 15\ 692$

pasteurizador
kg. de hielo = $\frac{458\ 367}{36.3} = 12\ 627$

total-----28 319 kg. hielo/día

De aquí, y previendo un aumento posible en la capacidad de la planta, se instalará un equipo con una capacidad de 30 000 kgs., de hielo por día.

La capacidad de agua en el tanque acumulador será de: 11 350 lt.

Cálculo de las toneladas de refrigeración necesarias. Calor total por eliminar durante las horas de mayor demanda.

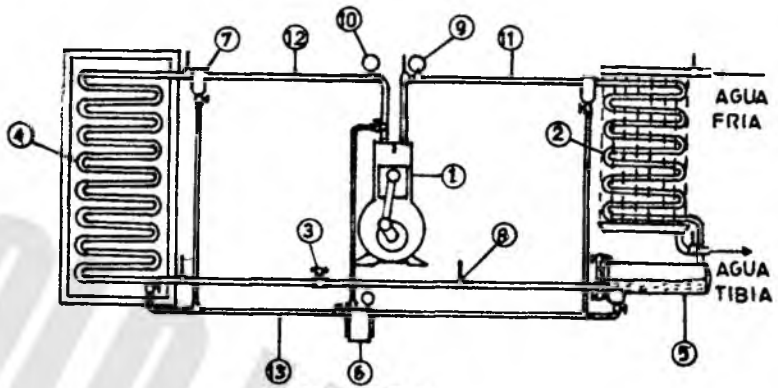


FIGURA IV-B
 MAQUINA FRIGORIFICA Y SUS PARTES

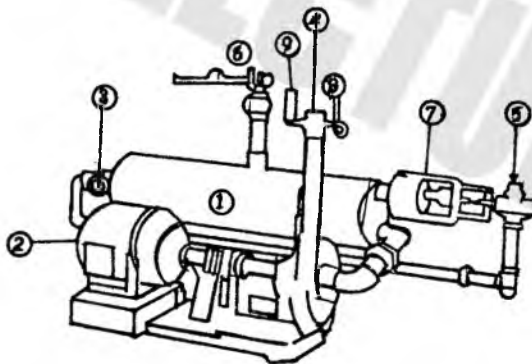


FIGURA IV-E
 UNIDAD CIRCULADORA DE AGUA
 CALIENTE

ESIOIE-IPN
 TESIS PROFESIONAL
 JOSE CRUZ RAMIREZ

$q=149\ 150 + 65\ 481 = 214\ 631\ \text{kcal/hr.}$

refrigeración necesaria = $\frac{214\ 631}{3\ 024} = 70.98\ \text{T.R.}$

refrigeración necesaria = 71 toneladas de refrigeración.

El banco ó acumulador de hielo tiene una capacidad de almacenamiento de 30 toneladas de hielo, hecho de lámina de 6.4 mm., (1/4") de espesor, aislado con frigolite, y forrado con lámina galvanizada. En su interior se encuentran los serpentines de amoníaco, un agitador y una válvula de flotador.

Se cuenta con un tanque receptor de amoníaco líquido, con capacidad de 500 lt., con indicador de nivel, válvula de seguridad, purga de aire y de aceite.

Compresores.- Se emplearán 2 compresores marca MAYEKA WA NW-6A, para amoníaco, de 6 cilindros de 95 mm. de diámetro por 76 mm., de carrera, enfriados por agua.

Estos compresores irán accionados mediante un motor eléctrico del tipo de inducción y construcción de jaula de ardilla totalmente cerrado y con chumaceras de bala, con una potencia de 40 H.P. cada uno, 50 ciclos, 220 volts, 3 fases y 1 450 RPM. para arrancador manual de bajo voltaje.

Trabajan a - 10°C de evaporación y a 13 kg/cm² (185 lb/pulg²), de presión de descarga, y tienen una capacidad de 40 toneladas de refrigeración cada uno.

Se tiene un separador de aceite con medidas de 14 pulg de diámetro, por 4 pulg de altura, con válvula flotadora interior y retorno automático del aceite.

También llevarán un condensador evaporativo, marca RECOLD, para amoníaco, con serpentín construido de tubo de fierro de 19.05 mm., probado a una presión de 21.1 kg/cm² debajo del agua. Lleva un abanico para la circulación de aire con motor de 10 H.P., 220 volts, 50 ciclos, 3 fases y circulador de agua con motor vertical de 0.75 H.P. 220 volts, 50 ciclos, 3 fases.

El condensador evaporativo tiene una capacidad de 80 toneladas de refrigeración.

Las bombas que servirán para recircular el agua a través del enfriador y del pasteurizador tendrán una potencia de 10 H.P., con un gasto de agua helada de 500 LPM. y podrán trabajar a una carga máxima de 3.5 kg/cm² cada bomba. Se usarán 2 bombas centrifugas, con motor a prueba de goteo, una bomba para el enfriador y la otra para el pasteurizador.

La tubería por dónde circulará el agua helada tendrá un diámetro de 4 pulgadas.

El banco ó acumulador de hielo consta de las siguientes partes: (Ver figura IV-C).

- 1.- Serpentines evaporativos.
- 2.- Agitador.
- 3.- Bomba para enviar el agua al enfriador.

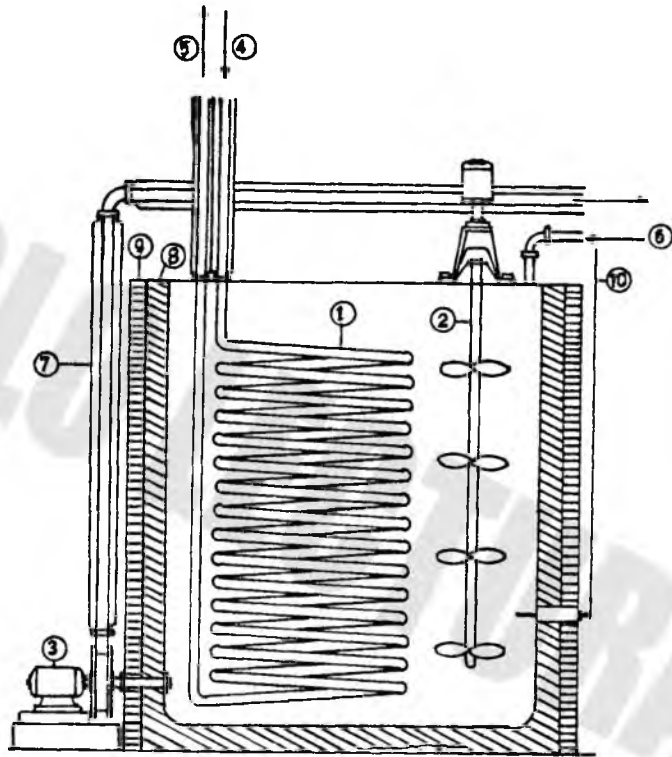


FIGURA IV-C
BANCO O ACUMULADOR DE HIELO

ESIGIE - IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

(Continuación)

- 4.- Entrada del amoniaco líquido.
- 5.- Salida del vapor de amoniaco.
- 6.- Retorno del agua fría del enfriador.
- 7.- Tubería forrada aislada para el transporte del agua.
- 8.- Tina de cemento.
- 9.- Capa de aislante.
- 10.-Cable del termostato de regulación de la temperatura, conectado con el grupo generador del frío.

Cuarto frío.

En el se almacenará cuando sea necesario aproximadamente el 100 % de la producción de un día, esto se hace de acuerdo con los planes de entrega de la leche, para que parte de ella sea recogida por los camiones el día que se pasteurize ó procese y la restante, el día siguiente.

Requisitos de refrigeración para un cuarto frío.

Se desea tener una cámara frigorífica con capacidad para almacenar un día de producción, es decir. 30 mil litros. Para ello, se emplearán canastillas con un cupo de 20 litros cada una. (La leche aquí almacenada, será leche pasteurizada envasada en recipientes de cartón plastificado del tipo tetra-rax de un litro de capacidad).

Canastillas necesarias para guardar 30 mil litros.

$$30\ 000/20 = 1\ 500 \text{ Canastillas}$$

área del piso ocupado por una canastilla

$$39.5 \times 31.5 = 1\ 244.3 \text{ cm}^2$$

añadir un tercio por espacio de trabajo y ventilación entre las canastillas.

$$1\ 244.3 \times 1.3 = 1\ 659 \text{ cm}^2$$

Se presume que las canastillas se apilarán hacia arriba de 8 en 8.

área total requerida :

$$1\ 500/8 = 187.5 \quad 187.5 \times 1\ 659 = 311\ 062.5 \text{ cm}^2$$

área requerida = 31.1 m²

dejar un 20 % para pasillos y transportador.

$$31.1 \times 1.2 = 37.3 \text{ m}^2$$

de aquí la decisión de construir un cuarto frío de las siguientes dimensiones: Largo 7.5 m., ancho 5 m., altura 2.5 m.

Aproximadamente la mitad de la producción de un día se almacena en el cuarto frío para repartirse al día siguiente por la mañana.

A continuación se realizan cálculos de refrigeración, considerando la aseveración anterior.

La temperatura que se desea en el interior del cuarto es de 4°C.; la temperatura máxima probable en el exterior es de 39°C. (Ver bases del diseño). El piso paredes y techo del cuarto están contruidos de tal manera que sus

valores de "U" (métricas) calculadas son: piso, 0.254; paredes, 0.313 y techo 0.322 kcal/m²hr°C.

Cálculo de las pérdidas de refrigeración a través del piso.
(7.5 x 5) x 0.254 x (39-4) = 333.4 kcal/hr.

Cálculo de las pérdidas de refrigeración a través de las paredes.

2 (7.5 x 2.5) + 2(5 x 2.5) x 0.313 x (39-4) = 684.7 kcal/hr.

Cálculo de las pérdidas de refrigeración a través del techo.
(7.5 x 5) x 0.322 x (39-4) = 422.6 kcal/hr.

Cálculo de la refrigeración que se requiere para mantener el cuarto frío a 4°C, permitiendo un 25 % extra por la apertura y cerrado de las puertas y por la presencia de trabajadores, conforme se haga necesario.
(333.4+684.7+422.6) x 1.25 = 1 801 kcal/hr.

Cálculo de la refrigeración que se requiere por hora para enfriar la leche envasada, al estar entrando al cuarto frío.

5 000 x 0.93 x (8-4) = 18 600 kcal/hr.

La ordeña de la mañana, suponiendo que sea la mitad de la producción, se refrigerará en el cuarto frío desde las 13.00 hrs. hasta las 6.00 de la mañana del día siguiente, hora en que se empieza a repartir en el mercado.

La ordeña de la tarde, la otra mitad de la producción se refrigerará en el cuarto frío desde las 10:00 de la mañana hasta las 4:00 de la tarde de ese mismo día.

Los requisitos de refrigeración necesarios durante las 6 horas/día que está entrando la leche al cuarto frío son:

(18 600 x 6) + (1 801 x 6) = 122 406 kcal.

Las 18 horas restantes del día, únicamente necesitan cubrirse las pérdidas, ya que la leche, envase y canastillas no se están enfriando a la temperatura del cuarto frío, porque ellos se encuentran a esa temperatura.

Los requisitos de refrigeración para el cuarto frío durante 24 horas serán:

122 406 + (1 801 x 18) = 154 824 kcal/día.

es decir, la refrigeración necesaria en el cuarto frío durante las horas de mayor demanda es:

20 401/3 024 = 6.7 T.R. (toneladas en refrigeración).

Para ello se cuenta con dos difusores. Con ventilador de 16 pulg. de diámetro y motor de 1/4 H.P., para circular 5 060 pies cúbicos de aire por minuto, cada difusor.

La unidad compresora más recomendable es la que emplee freón con una potencia de 5 caballos de fuerza.

Este tipo de refrigeradores ó cámaras frigoríficas deberán ir aislados para conservar una temperatura interior baja y evitar pérdidas a través de las paredes.

El difusor de frío consiste en un ventilador impulsado por un pequeño motor, que circula el aire por encima de una red compacta de serpentines con aletas, los cuales están llenos de freon 22.

Partes principales de la unidad de enfriamiento con ventilador, llamada también difusor de frío (figura IV-D).

- 1.- Ventiladores.
- 2.- Serpentines de freon 22
- 3.- Abastecimiento del medio refrigerante.
- 4.- Regreso del freon 22
- 5.- Salida del aire frío.
- 6.- Circulación del aire dentro del cuarto frío.

III-Vapor.

El agua caliente le proporciona 72 756 kcal/hr., a la leche en el pasteurizador, y es exactamente el mismo calor que el vapor le debe proporcionar al agua caliente. Luego, de la definición siguiente, se tiene: El caballo de fuerza caldera, equivale a la evaporación de 34.5 lb de agua por hora, desde y hasta 212°F en vapor a la misma temperatura. El calor latente de evaporación del agua a 212°F es de 970.3 BTU/lb.

$$72\ 756/0.252 = 288\ 714\ \text{BTU/hr.}$$

Vapor requerido en la caldera.

$$288\ 714/970.3 \times 2.2 = 135.3\ \text{kg/hr de vapor.}$$

Consumo de vapor en el sistema de limpieza CIP. El flujo de agua y soluciones de detergentes es de 11 250 l/hr, los cuales se calientan de 25°C a 72°C. Para la limpieza se utilizan: agua, detergentes alcalino y ácido, humectantes y bactericidas; como cada uno de estos compuestos tiene calor específico diferente, se considera un valor de 0.8 kcal/kg°C como promedio. Para estos compuestos, la densidad también es diferente y se considera el valor de 1.1 kg/lt. como promedio. El equipo no funciona constantemente, por lo que, se considera que se opera durante una hora por turno.

Calor necesario para el calentamiento de las soluciones con los detergentes:

$$q = 11\ 250 \times 1.1 \times 0.8 \times (72-25)$$

$$q = 465\ 300\ \text{kcal/hr.}$$

El calentamiento se va a llevar a cabo con vapor a 100°C., el cual tiene un calor latente de 537.9 kcal/kg.

Cantidad de vapor requerida para el calentamiento de las soluciones con los detergentes:

$$M = \frac{465\ 300}{537.9} = 865\ \text{kg. de vapor}$$

El consumo de vapor durante el procesamiento de la leche es menor que durante el lavado del equipo, por lo que se tomará ésta como la decisiva para el cálculo de la potencia de la caldera.

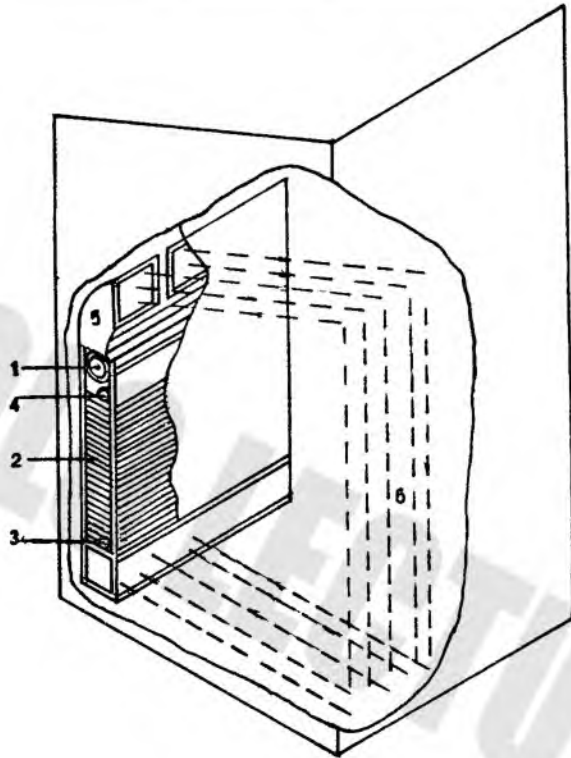


FIGURA IV-D
DIFUSOR DE FRIO

ESIQIE-IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

$865 \times 2.2/34.5 = 55.2$ H.P. caldera.

Se empleará una caldera de 60 caballos de fuerza caldera, cuya capacidad máxima es de 941 kg/hr de vapor a 100 °C (1.033 kg/cm²).

Se instalará una caldera automática, marca CLEAVER-BROOKS, de 60 caballos caldera, de tubos de agua. Caldera tipo paquete horizontal de 4 pasos con mirilla trasera por aire. Sus tapas frontal y trasera están abisagradas.

El compresor que va montado en la unidad proporciona aire comprimido para el quemador de atomización. La unidad cuenta también con una bomba y un quemador de combustible, con luces indicadoras de falla de flama, de bajo nivel de agua, de alimentación y demanda de combustible, un sistema de ignición automático, un indicador de presión, un termómetro para chimenea. El cuerpo de la caldera está aislada con fibra de vidrio y tiene un rendimiento del 80 %.

Alimentación de agua: 3.18 cm. de diámetro en la tubería.

Salida del vapor: 10.16 cm. de diámetro en la tubería.

Combustible: diesel.

Chimenea: de tiro forzado.

Tanque para condensados: con capacidad de 400 lt. con base estructural, indicador de nivel, flotador, filtro y válvulas.

Se tiene por último un gabinete de control eléctrico con los controladores e interruptores eléctricos de los motores.

IV- Unidad circuladora de agua caliente.

Tiene por objeto proporcionar el agua caliente necesaria para la zona de calentamiento del pasteurizador.

Consiste en un depósito para agua con su rebosadero, a dicho tanque se conecta la bomba para recircular el agua la cuál es calentada a la temperatura adecuada (aproximadamente 2°C. arriba de la temperatura de la leche) mediante una válvula de diagrama que controla la admisión de vapor de acuerdo a la temperatura que tenga la leche.

Para tener una operación adecuada, generalmente la presión de vapor es 1.5 kg/cm² mayor que la del agua.

Como es necesario mantener la presión del vapor uniforme para poder tener un buen control de la temperatura del agua, lleva esta unidad una válvula para regular la presión, pues en caso de que este fluctúe por causa de la caldera, podrá mantenerse constante antes de ser mezclada con el agua en una Te conectada a continuación de la bomba.

El agua será calentada directamente con vapor proveniente de la caldera. Llevará dos válvulas para regular el vapor que se suministre a la unidad, de acuerdo con la

temperatura y la demanda de agua caliente para la zona de calentamiento del pasteurizador, estas válvulas son normalmente para estos casos de 12.7 mm. (0.5 pulg.) de diámetro.

Como se tendrá que vencer una presión de 1 kg/cm² aproximadamente, incluyendo tubería y conexiones, etc. de acuerdo con datos del fabricante de las bombas para estas unidades, la potencia del motor deberá ser de 3 caballos de fuerza.

La unidad circuladora de agua caliente consta de las siguientes partes: figura IV-E.

- 1.- Rebosadero para el agua.
- 2.- Motor de la bomba para enviar el agua caliente al pasteurizador
- 3.- Entrada del agua tibia proveniente del pasteurizador.
- 4.- Salida del agua caliente.
- 5.- Entrada del vapor de caldera.
- 6.- Válvula de seguridad.
- 7.- Válvula de diafragma.
- 8.- Indicador de presión.
- 9.- Indicador de temperatura.

V- Diesel.

Cálculo de la capacidad del tanque de Combustible. Para mayor seguridad se calculará el consumo de combustible cuando la caldera esté trabajando al máximo de su capacidad.

$$C = \frac{H}{P_c \times e}$$

dónde:

C = kg Combustible/kg vapor.

H = 537.9 kcal/kg. Calor necesario para evaporar 1 kg de agua a la presión de una atmósfera.

P_c = 11 100 kcal/kg. poder calorífico del diesel.

e = 80 %. Eficiencia de la caldera.

$$C = \frac{537.9}{11\ 100 \times 0.8} = 0.0606 \text{ kg. de comb./kg.Vapor.}$$

Como se producirán 941 kg. de vapor por hora.

$$C = 0.0606 \times 941 = 57 \text{ kg de comb./hr.}$$

si se almacena combustible para 15 días, tomando como base 7 horas al día de operación.

$$57 \times 7 \times 15/0.9 = 6653 \text{ lt.}$$

dimensiones del tanque: diámetro 1.6 m., longitud 3.30 m.

El tanque es hecho de lámina de acero al carbón de 4.75 mm., de espesor, con registro de hombre de 50 cm. de diámetro e indicador de nivel exterior.

La tubería de descarga y ventila tiene un diámetro de 76.2 mm.

Irà montado sobre base de concreto y colocado en la

parte exterior de la planta, en los patios. El tubo de alimentación a la caldera será subterráneo.

VI- Energía eléctrica.

Subestación eléctrica tipo compacta, marca SELMEC, de 750 KVA, 3 fases, 50/60 ciclos, integrada por sección de interruptor y cuchilla de prueba, sección de fusibles y apartarrayos.

Un transformador marca IESA, sumergido en aceite, de 750 KVA, 3 fases, 50/60 ciclos, con elevación de temperatura. de 65°C.

VII- Aire.

Un compresor de aire, marca KELLOGG, para manejar un gasto de 157.4 m³/hr de aire, a una presión de 12.3 kg/cm², acoplado a un motor de 20 H.P.

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE PROCESO SELECCIONADO.

1.- Filtro prensa (FP). Se utiliza un filtro prensa para leche, con una capacidad de 7 500 lt/hr, hecho totalmente de acero inoxidable sanitario.

El medio filtrante es una bolsa o disco de algodón, el cual tiene un grueso de 70 mallas.

Las conexiones de las tuberías de entrada y salida del producto, cuentan con uniones redondas roscadas de 38 mm., de diámetro.

Está provisto de manómetro y válvulas necesarias.

2.- Clarificadora-estandarizadora (C-E). Capacidad 7 500 lt/hr. La máquina viene diseñada enteramente en acero inoxidable sanitario. La flecha vertical que mueve al trompo tiene una velocidad de 6 000 a 7 500 RPM. El motor eléctrico embridado que mueve a la flecha tiene una potencia de 4 H.P., para corriente alterna, 60 ciclos y 220 volts,

3.- Enfriador de placas (EP). Tiene capacidad para enfriar 7 500 lt de leche, desde 24 a 4 °C en una hora.

Está compuesto de 30 placas de acero inoxidable, de 0.1092 cm. de espesor cada una. La superficie de transmisión de calor de cada placa es de 0.27 m².

El diámetro de entrada y salida de la tubería de leche es de 38 mm.

Utiliza agua helada a 1°C., como medio enfriante.

Las placas son hechas de acero inoxidable sanitario.

4.- Tanque de almacenamiento de leche higienizada (TS-H).
Capacidad: 15 140 lt. Dimensiones: 2.5 m. de diámetro por 3.11 m. de longitud.

El aislante exterior tiene 6 cm. de espesor. Cada tanque tiene 6 patas de tubo de fierro negro de 2.5" de diámetro, cedula 40.

La mirilla tiene 6" de diámetro y el registro para hombre tiene 18" x 20".

Las entradas para carga y descarga son de 1.5" de diámetro, con tubos y tuercas de unión sanitarias.

El agitador vertical con motorreductor es de 1 H.P. de potencia y se mueve a una velocidad de 90 R.P.M., 220 volts, 50 ciclos y 3 fases.

Se cuenta con un termómetro tipo carátula, el cual tiene una graduación de 15 °C. bajo cero a 40°C. sobre cero.

Es hecho de acero inoxidable sanitario y aislado con láminas de corcho.

5.- Tanque de balanceo del pasteurizador (TB).

Será de marca Kusel, con capacidad para 150 lt. Dimensiones: diámetro 60.5 cm; altura incluyendo la tapa 68.5 cm.; distancia del centro de la entrada al piso 25.4 cm.; distancia del piso al centro de la salida 10.16 cm.; altura del nivel máximo del líquido al fondo del tanque 48.25 cm.

Está provisto de un flotador y válvulas necesarias.

Material: acero inoxidable sanitario.

6.- Pasteurizador de placas (PR). Capacidad 5 000 lt/hr. Formado de 3 secciones: regeneración que tiene 34 placas; calentamiento 15; y la de enfriamiento que cuenta con 20 placas.

La recuperación del calor es de aproximadamente del 80 %.

El aparato está diseñado para operar con entrada de la leche a 5°C, es decir, su programa de temperaturas es de 5-60-75-17-4°C.

El enfriamiento de la leche se debe hacer con agua helada a 1°C. en relación de 1 : 4.5

El calentamiento se lleva a cabo usando agua caliente a 77°C. en relación de 1 : 4

Las placas son de acero inoxidable en calidad 18-8-304 electrolíticamente pulidas al espejo.

El aparato está equipado con termómetros a la entrada y salida de cada sección.

7.- Bactofugador (BC). Tiene una capacidad regulable de 3 000 a 6 000 l/hr máximo. Es del tipo hermético, y el motor que mueve al trompo tiene una potencia de 10 H.P. para corriente alterna, trifásico, 60 ciclos, 220 volts.

La bomba centrífuga, que sirve para descargar los lodos bacteriológicos, trae motor trifásico de 1/4 H.P., 60 ciclos, 220 volts.

Material : acero inoxidable sanitario.

8.- Desodorizador (D). Capacidad máxima 5 000 lt/hr. La temperatura de entrada de la leche debe ser de 72°C para dejarla salir a 67°C.

Es hecho de acero inoxidable sanitario. Y está provisto de 2 bombas, una de vacío con anillos de agua de 3 H.P. 220 volts, 60 ciclos, 3 fases, que maneja un desplazamiento de 4 250 L.P.M. de vapor, y otra bomba del tipo centrifugo de 1.5 H.P. y 1 400 R.P.M. para expeler el producto.

Se incluye: un termómetro registrador, un vacuómetro, un condensador de placas, líneas de alivio para el vacío, y válvulas de retención necesarias.

9.- Homogeneizador (H). Será de marca Cherry-Burrell y tendrá una capacidad de 5 000 lt. de leche por hora.

Su cubierta exterior es de acero inoxidable con acabado sanitario No. 4. La válvula de homogeneización es ajustable y de un solo paso. La válvula de succión y de descarga son de acero inoxidable de alta resistencia.

Los pistones que accionan los émbolos son de fierro de alta dureza, perfectamente rectificadas y cromadas y son enfriados por medio de agua.

Mecanismo motriz: Se emplean engranes, los cuales están sumergidos en aceite para su lubricación y estarán accionados mediante un motor de 50 H.P., 1 460 RPM, 220 volts, 50 ciclos, 3 fases.

Arrancadores: Serán a prueba de agua y además la máquina llevará un arrancador de botones para cuando haya necesidad de pararla rápidamente.

Las tuberías de entrada y salida tendrán un diámetro de 38 mm. El diámetro del pistón es de 4.125 cm.

El homogeneizador está hecho para operar a una presión máxima de trabajo de 300 kg/cm² y a una temperatura de alimentación del producto de 70°C.

10.- Tanque de balanceo para la leche pasteurizada (TS-P).

Será de la marca Damrow, y tendrá una capacidad de 10 000 lt.

Este tanque tiene especificaciones similares a la de los tanques de almacenamiento descritos en el inciso 4. Sus dimensiones son: 2.30 m. de diámetro y 2.50 m. de longitud.

La potencia del motor del agitador, para este caso es de 1 H.P. y 96 R.P.M. de velocidad.

El tanque tiene 4 patas, distribuidas 2 a cada lado.

11.- Envasadora (EN). Se empleará una máquina marca Cherry-Burrell, modelo QL80/110, para envasar la leche en recipientes de cartón plastificado del tipo "tetra Rex".

La velocidad de envasado de la máquina QL80/110 es como sigue:

Capacidad	Cartones/hr.
1 litro	4 800
500 ml.	6 600

(Continuación)

Capacidad	Cartones/hr.
250 ml.	6 600
200 ml.	6 600

dimensiones aproximadas de la máquina: Largo 406.09 cm; ancho 281.94 cm; altura 266.38 cm.

12.- Bomba de recibo (B-1). Se empleará una bomba positiva de la marca Tri-clover, con un diámetro a la entrada y a la salida de 38 mm. (1.5"), para manejar un gasto de 7 500 lt/hr.

Según cálculos la potencia del motor deberá ser de 1.5 H.P. con corriente alterna de 220 volts, 50 Hertz, trifásico, y con una velocidad en la flecha de 415 RPM.

La carcaza o cubierta de la bomba será en acero inoxidable tipo 316.

Tanto el motor como la bomba van montados en una base proporcionada por el fabricante para evitar problemas de instalación.

13.- Bomba del pasteurizador (B-2). Será una bomba positiva de las mismas características que la anterior. Capacidad máxima: 5 000 lt/hr; potencia del motor: 1 H.P.; y velocidad en la flecha 1 400 RPM.

14.- Bomba de la unidad desodorizadora. Se usará una bomba centrífuga del tipo sanitario. Capacidad: 5 000 lt/hr, potencia del motor: 1.5 H.P. velocidad: 1 400 RPM. Tras motor trifásico, 220 volts, 50/60 ciclos.

Esta bomba viene incluida en la unidad desodorizadora.

Equipo de Laboratorio.

Con el objeto de contar con el equipo necesario en el laboratorio, se requerirá de lo enlistado a continuación:

1.- Tubos para muestras. Recipientes cilíndricos de acero inoxidable, pulidos interiormente y con capacidad de 250 cm³.

2.- Frascos para muestras. Recipientes de cristal, provistos de tapón esmerilado del mismo material, en donde se guardarán las diferentes clases de leche que serán analizadas.

3.- Butirómetros. Tubos de vidrio graduados para obtener directamente la lectura del porcentaje de grasa en la leche.

4.- Centrífuga. Aparato giratorio accionado eléctricamente destinado a efectuar la separación de la crema, de la leche, basándose en la diferencia de sus densidades. Tendrá capacidad para 32 probetas.

5.- Pipetas. Comunes y automáticas. Se requieren de diversas formas y tamaños.

6.- Buretas automáticas. Empleadas regularmente para el manejo de compuestos corrosivos (soluciones para la limpieza

del equipo lechero).

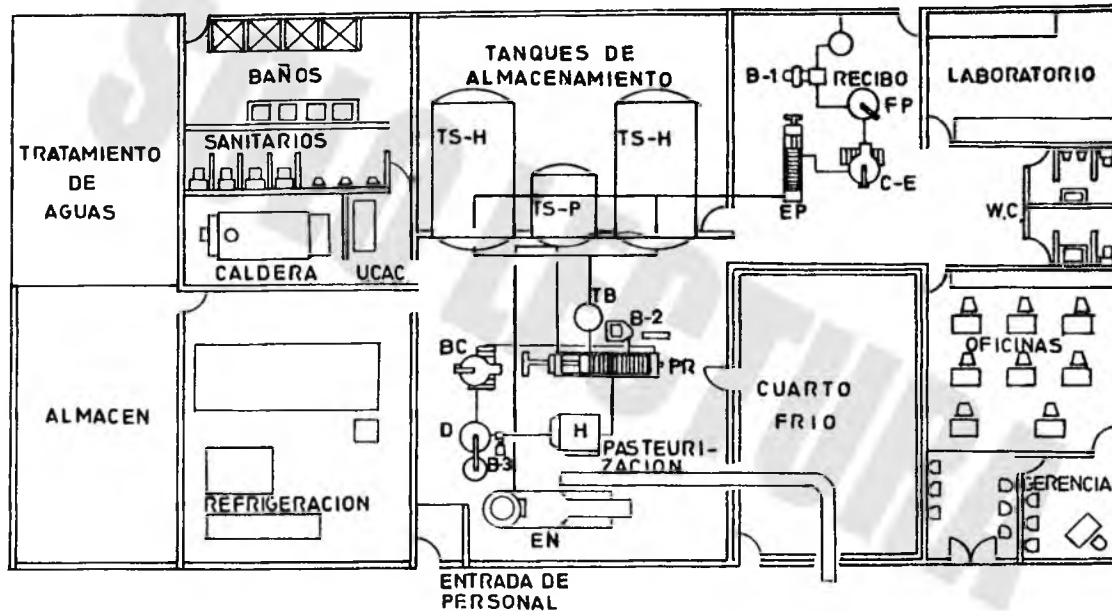
7.- Recipientes para baños maría. Aparato provisto de una resistencia eléctrica, usada para calentar los butirómetros conteniendo leche.

8.- Acidímetro. Como su nombre lo indica, se usará para determinar la acidez de la leche.

El laboratorio, desde luego, contará también con una mesa de trabajo, un estante, lavadero, un microscopio, balanzas, mecheros, una parrilla eléctrica, etc.

SOLO LECTURA

PATIO PARA EXPANSIONES



DISTRIBUCION DEL EQUIPO
Y AREAS EN LA PLANTA

ESIDIE -IPN
TESIS PROFESIONAL
JOSE CRUZ RAMIREZ

V- EVALUACION ECONOMICA

SOLO LECTURA

La evaluación económica de un proyecto, es una de las funciones del Ingeniero Químico, que da el criterio para determinar las alternativas en la instalación de una planta industrial.

Nota : Algunos equipos enunciados a continuación son de importación. Para su estudio se considerará una paridad de 149.40 pesos por 1 dólar, según el Mercado de Cambios registrado el día 4 de Mayo de 1983.

Todos los precios descritos en este capítulo están en pesos mexicanos.

ESTIMACION DE LA INVERSION FIJA

a)- Costos Directos :

1- Costo del equipo.

Sección de higienización ó recibo.

1	tanque de recibo (TR).	\$190.000
2-	bombas de recibo (B-1).	\$268.000
1	filtro prensa (FP).	\$800.000
1	clarificadora-estandarizadora (C-E).	\$2 100.000
1	enfriador de placas (EP).	\$1 200.000
2	tanques de almacenamiento (TS-H).	\$4 000.000

Sección de proceso ó pasteurización.

1	tanque de balanceo (TB).	\$ 120.000
1	pasteurizador de placas (PR).	\$2 700.000
1	bactofugador (BC).	\$2 100.000
1	Unidad desodorizada (D).	\$ 900.000
1	homogeneizador (H).	\$5 400.000
1	bomba del pasteurizador (B-2)	\$ 134.000

Sección de envasado

1	tanque de balanceo (TS-P).	\$1 500.000
1	envasadora "tetra pak" (EN).	\$18 000.000
1	transportador de canastillas.	\$ 150.000

Sección de tratamientos del agua.

1	tanque decantador (D).
1	precipitador (P).
1	filtro de arena (F-A).
1	cisterna (T-C).

- 1 tanque elevado (T-E).
- 1 deareador (T-D).
- 1 tanque suavizador (S).
- 7 bombas centrífuga (1 de 15 H.P., 2 de 10 H.P., 2 de 7.5 H.P., 1 de 5 H.P., y 1 de 1 H.P.

\$5 200 000

Sección de refrigeración.

- 1 acumulador de hielo.
- 2 compresores para los acumuladores de hielo.
- 2 bombas centrífugas.
- 2 difusores de frío.
- 1 compresor para el cuarto frío.
- 2 condensadores evaporativos.

\$2 250 000

Sección de calderas.

- 1 caldera (C).
- 1 unidad recirculadora de agua caliente.
- 1 tanque para el combustible.

\$1 500 000

Otras secciones.

- 1 unidad limpiadora (C.I.P.), la cual consta de: 1 recipiente de 400 lt, 1 bomba centrífuga de 1.5 H.P., conexiones, válvulas y tubería.

\$2 250 000

tubería y conexiones, incluyendo accesorios, todo de acero inoxidable 18-18 tipo 304.

\$1 250 000

Costo total del equipo : \$52 012 000

- 2- Instalación del equipo. Se considera un 30 % del costo total del equipo.

\$15 604 000

- 3- Instrumentación y control. Considerese un 10% del costo total del equipo.

\$5 201 000

- 4- Instalaciones eléctricas. Un 12 % del costo total del equipo es aceptado.

\$6 241 000

- 5- Edificio. Incluye la edificación de la planta, oficinas, servicios auxiliares, almacén de reacciones, etc. Sea el 45% del costo total del equipo.

\$23 405 000

- 6- Terreno. Se comprará media parcela en el área rural, es decir, 5 hectáreas a razón de 20 \$/m².

\$1 000 000

7- Taller de mantenimiento. Comprende el equipo, herramientas y maquinaria necesaria para darle mantenimiento al equipo de proceso. Considerese el 5 % del costo total del equipo.

\$2 600 000

8- Laboratorio. Comprende el equipo necesario en el laboratorio.

\$1 870 000

9- 7 camionetas refrigeradas para distribuir la leche en el mercado.

\$10 500 000

total de costos directos: \$118 433 000

b)- Costos Indirectos.:

1- Ingeniería y Supervisión. Se estima en un 8 % de los Costos directos.

\$8 634 000

2- Aranceles, impuestos y fletes. Se considera el 30 % del costo total del equipo.

\$15 604 000

3- Seguros. Sea el 2 % de los costos directos.

\$2 160 000

4- Mobiliario y equipo de oficina

\$1 500 000

5- Imprevistos. Estímese en un 5 % del costo total del equipo.

\$2 600 000

total de costos indirectos: \$30 498 000

total de la inversión fija = costos directos más costos indirectos = \$118 433 000 ± \$30 498 000 = \$148 931 000

COSTOS DE PRODUCCION

Base de cálculo: 1 día (30 000 lt de leche bronca)

El costo de producción será la suma de los costos de manufacturas y de los gastos generales.

1 día

Los costos de manufactura incluye lo siguiente:

- a)- Costos directos de elaboración.
- b)- Gastos fijos.
- c)- Costos generales de la planta.

1 día

Los gastos generales incluye lo siguiente :

- d)- Gastos administrativos.
- e)- Gastos de distribución y mercado.

- a)- Costos directos de elaboración.

1- Materias primas. Considerese el precio de la leche bronca recogida en los ranchos, que las pasteurizadas de la región pagan a los ganaderos.
30 000 lt a \$20.00 litro \$600 000

2- Mano de obra necesaria en el departamento de producción. Además del salario real, el personal gozará del 25 % mas, por concepto de prestaciones.

-Sección de recibo. 2 químicos y 2 obreros. A los obreros se les pagará el salario mínimo vigente en la frontera tamaulipeca (\$630/día, Mayo-1983).

\$3 575

-Sección de almacenamiento y pasteurización. 6 obreros.

\$4 725

-Sección de envasado. 8 obreros

\$6 300

-Sección de refrigeración : 2 mecánicos.

\$2 000

-Sección de calderas : 2 mecánicos.

\$2 000

-Subestación eléctrica : 2 electricistas y un mecánico

\$3 000

-Un jefe y un supervisor de producción.

\$2 875

-2 veladores, 1 jardinero y 1 encargado de la puerta.

\$3 150

Costo de mano de obra \$27 625

3- Energía eléctrica consumida diariamente. Tomando en cuenta que el kwatt-hora vale \$1.00

-Sección de recibo (4 horas). 44 H.P. 32.8 kwatt-hora.

\$32.8

-Sección de proceso (6 horas). 393 H.P. 292.6 kw.

\$292.6

-Sección de envasado (6 horas). 20 H.P. 15 kw.
\$15.0

-Sección de refrigeración (el acumulador de hielo trabaja 6 horas y el difusor de frío 24 horas por día). $(110.75 \times 6) + (5.25 \times 24) = 790.5$ H.P.
588.6 kw.
\$588.6

-Sección de calderas (8 horas). 24 H.P. 17.9 kw.
\$17.9

-Iluminación. 10 kw x 5 hrs.
\$50.0

-Tratamiento de aguas. 448 H.P. 333.6 kw.
333.6

Costo de energía eléctrica diaria \$1 330.5

4- Combustible consumido.

El precio del diesel es de \$14.00 el litro más 1 % del flete. Tomando como base 8 horas diarias de operación de la caldera y un consumo de combustible de 85 litros por hora según el fabricante, se tiene.
 $85 \times 8 = 680$ lt/día

\$9 615.0

5- Agua consumida diariamente.

En el inciso destinado a los servicios auxiliares se calcula la cantidad de agua necesaria en la planta y se explican sus usos específicos. Tomando en consideración que el metro cúbico de agua cuesta \$0.50 en la región, según la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, y se consumen 900 m³/día.

\$450.0

6- Mantenimiento y reparaciones.

\$685.0

7- Gastos de laboratorio. Reactivos y soluciones necesarios para el control de la calidad del producto.

\$1 964

8- Soluciones o sustancias químicas para el lavado del equipo lechero.

Principalmente se emplea sosa al 4 % en peso, necesitando 1 500 lt diarios de esta solución. En el mercado sólo venden tambores de 300 kilogramos de sosa al 40 % en peso, es decir, se necesitará.
 $60/120 = 0.5$ tambores de NaOH

\$750.0

Además se emplea ácido fosfórico y yodóforo como solución bactericida.

\$500.0

Gasto diario de sustancias químicas:

\$1 250.0

Gastos totales directos de elaboración
\$642 920

b) Gastos fijos.

1- Depreciación del equipo.

Se tomará como base 10 años e incluyendo un 4 % por instalación y un 3 % anual por concepto de mantenimiento.

$$\text{depreciación/día} = \frac{52\,012\,000 + 2\,080\,480 + 1\,560\,360}{365 \times 10}$$

\$15 248

2- Depreciación del edificio.

Se hará en base a 20 años e incluyendo un 5 % anual para su conservación.

$$\text{depreciación/día} = \frac{23\,402\,000 + 1\,170\,250}{365 \times 20} = \$3\,367$$

3- Seguros de la planta.

Considerese un porcentaje del 1 % de la inversión fija.

\$3 571

Gastos fijos totales.

\$22 186

c) Costos generales de la planta.

1- Envasado. El precio del envase de cartón plastificado del tipo "tetra rex" de un litro de capacidad es de \$3.80 C/U 29 700 x 3.80

\$112 860

2- Además de lo anterior, los costos generales de la planta incluye lo siguiente: Servicio médico y enfermería, cafetería, recreación del personal (campos deportivos), horas extras y superextras, motivaciones por esmero y asistencia, protección de la planta (bomberos, patrullas etc.), tiendas para el personal, alumbrado, contrataciones eventuales del personal (1 día, 1 mes, etc.).

Estos costos se estiman sean alrededor del 40 % de la mano de obra y su supervisión.

\$11 050

Costos generales diarios

\$123 910

Los costos de manufactura sumarán:

\$642 920

\$ 22 186

\$123 910

\$789 016

d)- Gastos administrativos.

- 1- Sueldos y salarios del personal administrativo. 1 gerente, 1 jefe de personal, 1 cajero, 1 administrador y 5 oficinistas. Considerese además un 25 % de prestaciones etc., se tiene.

\$11 250

- 2- Otros gastos en este inciso serán: papelería, energía eléctrica necesaria en las oficinas, mantenimiento de máquinas de escribir y equipo de oficina en general, teléfono, y otros gastos generales correspondientes a actividades administrativas. Estos gastos se estiman sean aproximadamente el 18 % de la mano de obra en producción.

\$ 4 975

Gastos administrativos diarios: \$16 225

e) Gastos de distribución y mercado.

- 1- Sueldos y salarios. 1 jefe de ventas, 1 ayudante, 10 choferes y 10 ayudantes. Mas un 25 % de prestaciones.

\$20 540

- 3- Otros gastos incluidos en este inciso serán: comisiones de los vendedores, transporte del producto, desde la planta hasta los expendios, carga y descarga del producto, mantenimiento de las camionetas, etc.

\$30 250

Gastos de distribución y mercado. \$50 790

Los gastos generales sumarán:

\$16 225

\$50 790

\$67 015

- f) Investigación, desarrollo e imprevistos.

\$14 100

El costo de producción sumará:

\$789 016 - costos de manufactura;

\$ 67 015 - gastos generales;

\$ 14 100 - imprevistos.

\$870 131

El costo unitario de producción de la leche pasteurizada-bactofugada será de:

\$870 131/29 700 = \$29.30 litro

ANALISIS DE GASTOS

Para la separación de los gastos en fijos ó variables, no hay criterios definidos. La clasificación de estos gastos está relacionada con la manera en que el gasto se comporte de acuerdo a la industria en la cuál se esté originando dicho gasto.

Concepto	Gastos fijos	Gastos variables
Materias primas.		\$600 000
Material de empaque.		\$112 860
Productos químicos	\$1 250	
Mano de obra.	\$31 790	\$ 27 625
Energía eléctrica.		\$ 1 330
Combustible y lubricantes.		\$ 9 615
Agua.	\$ 450	
Reactivos.		\$ 1 965
Mantenimiento y reparaciones.		\$ 685
Depreciaciones.	\$22 186	
Costos generales de la planta.	\$11 050	
Gastos administrativos.	\$4 975	
Gastos de distribución y mercado.	\$30 250	
Investigación, desarrollo e imprevistos.	\$14 100	
	<u>\$116 051</u>	<u>\$754 080</u>

PUNTO DE EQUILIBRIO ECONOMICO.

El punto de equilibrio económico es la situación ideal en la operación de una planta, en la cuál, ésta aparece sin pérdidas ni utilidades.

En la gráfica del punto de equilibrio económico, que aparece en la figura V-A se han graficado ingresos y egresos, vs capacidad de la planta.

En dicha gráfica se registra en las abcisas, el porcentaje de producción diarias y en las ordenadas el dinero en pesos, dónde como valor máximo debe ser el de los ingresos brutos diarios.

Los costos fijos constituyen una cantidad constante a cualquier capacidad de la planta, y se registrarán en forma paralela a las abcisas. Los costos variables están sujetos a cambios de acuerdo con la capacidad a que esté operando la planta, llegando al máximo cuando la capaci-

dad sea máxima, cuando la capacidad es cero coinciden con los fijos que no fluctúan como ya se explicó antes:

Los costos fijos por día ascienden a:
\$116 051, y los variables, cuando la producción llega a su máximo valor son: \$754 080

Dado que el precio al público de la leche pasteurizada preferente extra es de \$33.00 (Mayo-1983), según la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFIN), los máximos ingresos que puede obtener la planta, es decir, al 100 % de su capacidad serán:

30 000 lt menos 1 % de mermas = 29 700 lt x \$33.00
\$980 100 .

a)- Método analítico.

Para la determinación del punto de equilibrio económico de una planta, por el método analítico se empleará la siguiente ecuación:

$$PEE = \frac{Gf}{Vn (100\%) - Gv (100\%)} \times 100$$

dónde:

PEE - Punto de equilibrio económico.
Gf - Gastos fijos.
Vn - Ventas netas.
Gr - Gastos variables.

substituyendo valores:

$$PEE = \frac{\$116\ 051}{\$980\ 100 - \$754\ 080} \times 100$$

$$PEE = 51.35\%$$

b)- Método gráfico. Ver figura V-A

Para este caso, de una planta pasteurizadora de leche el punto de equilibrio económico que se obtiene de 51.35% de su capacidad, se encuentra en un término medio, es decir, existe flexibilidad en la capacidad de operación de la planta.

UTILIDAD NETA

Ventas netas. Menos	\$980 100
Costos de producción.	\$870 131
Utilidad bruta. Menos	\$109 969
Gastos de administración.	\$ 16 225
Utilidad antes del I.S.R. Menos	\$ 93 744
Reparto de utilidades (8 %).	\$ 7 500
	\$ 86 244

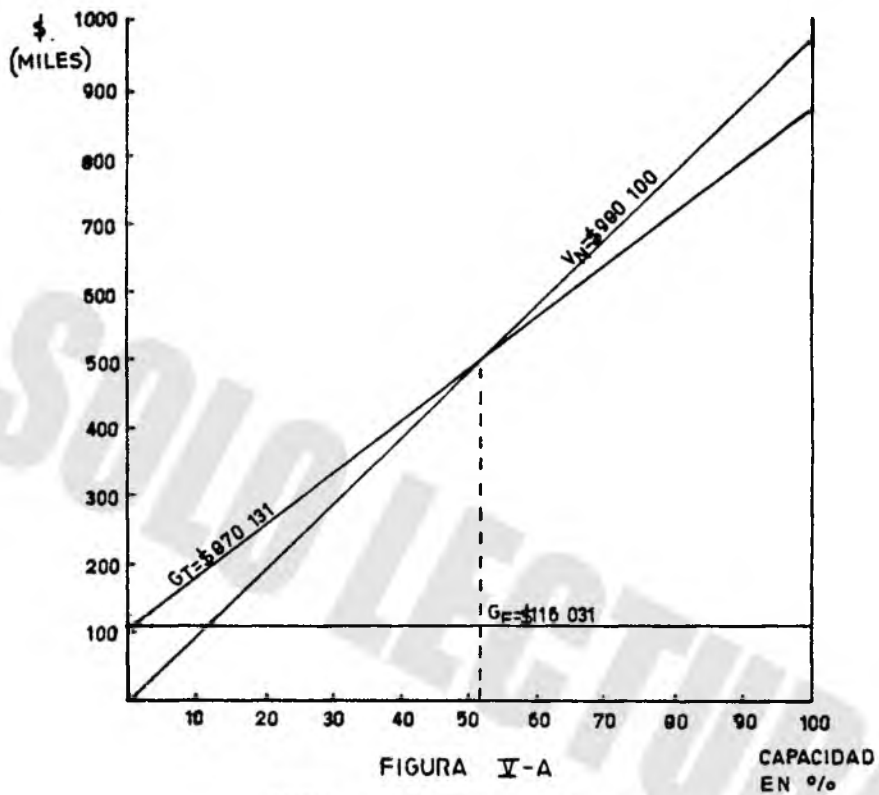


FIGURA V-A
 CURVA DE EQUILIBRIO ECONOMICO

ESIQUE - IPN
 TESIS PROFESIONAL
 JOSE CRUZ RAMIREZ

Impuesto sobre la renta (I.S.R.)
 (50 % de la utilidad antes del I.S.R.) $\$ 43\ 122$
 Utilidad neta $\$ 43\ 122$

RENTABILIDAD

La rentabilidad es la relación entre la utilidad neta, es decir de la utilidad después del impuesto sobre la renta, y la inversión total, expresada en porcentaje.

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\$43\ 122 \times 330}{\$148\ 931\ 000 + (\$870\ 131 \times 330)} \times 100$$

$$R = 3.3 \%$$

PERIODO DE RECUPERACION

El período de recuperación de una inversión, se define de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\text{Inversión neta}}{\text{Utilidad neta} + \text{Depreciaciones}}$$

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\$148\ 931\ 000}{(\$43\ 122 + \$18\ 615) \times 330}$$

$$\text{Período de recuperación} = 7.3 \text{ años (aproximadamente } 7 \text{ años, } 4 \text{ meses).}$$

CONCLUSIONES

La mayoría de los habitantes que radican en el norte del Estado de Tamaulipas, por su colindancia con los Estados Unidos de Norteamérica, tiene la peculiaridad de preferir productos americanos de mejor calidad que los mexicanos, por tal motivo, la leche pasteurizada preferente extra (la de mejor calidad sanitaria en México), tendrá gran aceptación en esta región, debido también, al bajo precio que se pagará por ella, comprada con aquél que se paga por la leche americana, sobre todo en los últimos meses, en los cuales las alzas desorbitadas y continuas fluctuaciones del peso frente al dólar aumentaron considerablemente el valor de todo artículo de importación.

El estudio de mercado revela una gran demanda de leche pasteurizada en la región, a pesar de que el 70 % del consumo aparente es de importación.

La cantidad de leche pasteurizada consumida diariamente por sus habitantes es menos de la mitad del óptimo recomendado por la F.A.O.

El proceso para la obtención de leche pasteurizada preferente extra no tiene operaciones críticas que sean determinantes en el funcionamiento del equipo y en la obtención del producto. Las operaciones que se desarrollan en este proceso, son de fácil control, debido a la automatización de los equipos.

Unos factores muy importantes que se deben tomar en cuenta para la obtención del producto son: Un estricto control de calidad de las materias primas y una rigurosa limpieza de los equipos.

El agua es uno de los servicios más necesarios en este tipo de plantas. La localización de ésta, muchas veces se ve definida por el factor agua. En este caso en particular la planta contará en todo momento con agua suficiente para sus requerimientos, pues se abastecerá del canal anzaldúaz, el cual a su vez tomará el agua del Río Bravo.

El costo total de la inversión, es decir, la inversión fija más el costo de producción, deberán de producir una rentabilidad mínima del 63 % anual, tomando en consideración que cualquier inversionista puede obtener ese rédito, invirtiendo su capital en cédulas hipotecarias, bonos, etc., sin correr riesgo alguno.

La rentabilidad real del 3.3 % está muy por abajo del 63 % mencionado anteriormente, lo que significa que la planta en estudio no es rentable a inversionistas. Este tipo de productos tiende a ser obtenido solo con la ayuda del gobierno federal, quien dando estímulos fiscales y financiamientos a bajas tasas de interés, es posible operar una planta de este tipo.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Kay Herbert Daven Port, Milk Pasteurization, planning, plant, operation and control, world Health organization. E.U.A. 1960.
- 2.- Veisseyre Roger, Lactología técnica; recogida, tratamiento y transportación de la leche en países templados y calientes.
Traducido por Justino Burgos González.
España 1972.
- 3.- Barnard Christopher Stephen, Milk production, London Ilitfe books, 1970.
- 4.- Judkins Henry F., Keener Harry A., La leche; su producción y procesos industriales, México 1962.
- 5.- Farrall Arthur W. Ingeniería para la industria lechera, primera edición en español, editorial Herrero, 1963.
- 6.- Ramos Córdova Mario. Leche; su producción higiénica y control sanitario. Director general de la Asociación Nacional de Productores de Leche Pura A.C. México D.F. 2a. edición. 1969.
- 7.- Revilla R. Aurelio, Tecnología de la leche; procesamiento, manufactura y análisis, 6a. edición, editorial Herrero hermanos, S.A., México 1981.
- 8.- Warner James N. Principios de la Tecnología de Lacteos, AGT editor, S.A. México 1979.
- 9.- Leche pura. Publicación oficial de la Asociación Nacional de Productores de Leche Pura A.C., editorial Agrícola Mexicana. México. Revista bimestral.
- 10.-El lechero. Revista al servicio de la industria lechera de México. México, D.F. Editada por la Asociación Nacional de Productores, Pasteurizadores y Distribuidores de Leche A.C. Revista mensual.
- 11.-Manuales para Educación Agropecuaria. Area; industrias rurales. elaborado por la Cooperación técnica

Internacional de la SEP. Editorial Trillas, primera edición, México 1982.

12.-Perry John Howard, Chemical Engineer Hand book, fifth addition, McGraw Hill Book Company Inc. 1980.

13.-Peters Max S. Klaus D. Timmerhaus, Plant Design and Economics for chemical Enginners, third edition, International Student Edition, McGraw Hill Kogakusha Inc. Tokyo Japan, 1980.

14.-Rase H.F., Barrow M.H. Ingenierfa de Proyectos para Plantas de Proceso. C.E.C.S.A. México, 1981.

15.-CEPAL-UNESCO, Manual de Proyectos de Desarrollo Económicos, editor: Naciones Unidas, México 1958.

SULO LECTURA