



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES
CUAUTITLAN

**ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO DE LA INSTALACION DE UNA
MICRO-INDUSTRIA ELABORADORA DE YOGURT**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ALIMENTOS
P R E S E N T A N :
SILVIA ESTELA CARAPIA RUIZ
RICARDO ASCENCIO RODRIGUEZ

DIRECTOR DE TESIS:
ING. FERNANDO MAYA SERVIN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

	Pág.
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	2
I.1. Objetivos	6
II. GENERALIDADES	7
II. 1. Historia	7
II. 2. Definiciones	9
II. 3. Composición de la leche y yogurt	11
II. 4. Valor nutritivo de la leche y el yogurt	18
II. 5. Microbiología y Bioquímica del yogurt	19
III. MARCO DE ESTUDIO.	21
III. 1. Marco geográfico del estudio	21
III. 2. Análisis de la demanda potencial	23
III. 3. Análisis de la oferta	26
III. 4. Importación de leche en polvo y yogurt	31
III. 4.1. Comparación entre oferta y demanda de yogurt	33
III. 5. Comercialización	35
III. 6. Características del producto terminado	36
IV. LOCALIZACION DE LA PLANTA	37
IV. 1. Disponibilidad de servicios	38
IV. 2. Requisitos de una instalación procesadora de yogurt	39
IV. 2. 1. Tamaño de planta	39
V. INGENIERIA DEL PROYECTO.	41
V. 1. Diagrama de bloques	43
V. 2. Descripción del diagrama de bloques	44
V. 3. Descripción del diagrama de flujo	46
V. 4. Descripción del diagrama de distribución de planta	48
V. 5. Descripción de diagrama de distribución de equipos de proceso	50
V. 6. Diagrama de tuberías	50
V. 7. Diagrama eléctrico	51
V. 8. Diagrama de refrigeración	51
VI. SERVICIOS REQUERIDOS EN LA PLANTA	52
VI. 1. Agua y agua tratada	52
VI. 2. Vapor	54
VI. 3. Amoníaco (Refrigeración)	55
VI. 4. Combustible	56
VI. 5. Vacío	57
VI. 6. Electricidad	58
VI. 7. Tuberías	59

VII. CALCULOS	64
VII. 1. Cálculos de proceso	64
VII. 2. Cálculos de servicios	65
VII. 2. 1. Agua tratada	65
VII. 2. 2. Vapor	67
VII. 2. 3. Agua sin tratamiento	69
VII. 2. 4. Refrigeración	70
VII. 2. 4. 1. Cálculo de requerimientos de enfriamiento	73
VII. 2. 4. 2. Cálculo de sistema de refrigeración	76
VII. 2. 5. Combustible	86
VII. 2. 6. Vacío	87
VII. 2. 7. Electricidad	90
VII. 3. Cálculo de tuberías	94
VIII. ESPECIFICACIONES DE EQUIPO	100
IX. ESTUDIO ECONOMICO	102
X. CONCLUSIONES	117
IX. BIBLIOGRAFIA	118
APENDICES	
A. CONTROL DE CALIDAD	122
B. SISTEMA DE LIMPIEZA	126
C. TRATAMIENTO DE AGUA	129
D. REFRIGERACION	133
E. BENEFICIOS	140
F. DISEÑO DE TANQUES	142
G. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	148
H. DIAGRAMAS	151

RESUMEN

El presente trabajo muestra un panorama general de los pasos a seguir para el diseño de una microindustria elaboradora de yogurt.

En la primera parte se da una introducción a lo que es una microindustria, los requisitos que deben llenarse y las facilidades que da el Gobierno para este tipo de empresas.

Se presenta la composición de la leche y yogurt así como su valor nutritivo y los cambios que sufre la leche al transformarse a yogurt.

Después se tiene un estudio de mercado a nivel nacional y del Municipio de Ixtapaluca.

Además contiene la tecnología e ingeniería de proceso de elaboración de yogurt, incluyendo los servicios necesarios para este fin.

En la parte final se tiene la evaluación económica de la instalación de la microindustria elaboradora de yogurt.

En los apéndices se incluye el control de calidad, tratamiento de aguas, tratamiento de aguas residuales, diseño de tanques, limpieza de equipo de proceso, diseño de cámara de refrigeración, beneficios y diagramas de la planta.

I. INTRODUCCION.

La microindustria es toda empresa que se dedica a la fabricación de productos dentro de la Industria de la transformación que ocupe hasta 15 trabajadores, y que cuenta con diversos apoyos y facilidades de acuerdo a la Ley Federal para el Fomento de la Microindustria publicada en el Diario Oficial del 26 de enero de 1988. De la cual se extraen los siguientes puntos.¹

Los requisitos fundamentales para una microindustria son los siguientes:

- a) Empresa formada por mexicanos.
- b) Que se dediquen a la transformación de bienes.
- c) Que ocupen hasta 15 trabajadores.
- d) Cuyas ventas anuales no excedan de los \$300,000,000.00

Además cuenta con los siguientes apoyos:

- a) Fiscales
- b) Financieros
- c) De mercado.

Estos apoyos, se otorgarán a las empresas de la microindustria que presenten las siguientes características:²

- a) Que muestren solvencia en cuanto a seriedad y competencia en el ramo de la actividad que desarrollen.
- b) Que el dueño de los activos participe directamente en las actividades productivas.

1 Ley Federal para el Fomento de la Microindustria publicada en el Diario Oficial del 26 de enero de 1988

2 La empresa y el Empresario. Nacional Financiera. Programa de apoyo Integral a la Microindustria. (PROMICRO), 1991. Pág. 41.

c) Que la actividad productiva represente para él la fuente principal de Ingresos.

d) Que no haya recibido anteriormente créditos preferenciales.

Los beneficios fiscales y de mercado que se obtienen directamente de esta Ley son:³

a) Iniciar operaciones de Inmediato, si son empresas nuevas.

b) Regularización en el caso de una empresa que ya este funcionando.

c) Descuento en el pago del Impuesto sobre la renta.

d) Tasas de interés bajos en préstamos para la adquisición de materias primas, maquinaria y equipo.

e) Facilidad para vender en el Sector Público.

f) Utilización del servicio social de diversas carreras de manera gratuita.

Los tipos de crédito bancario que se le pueden otorgar son:

Crédito de Habilitación.

Servirán para apoyar aquellas operaciones que aumenten su capital de trabajo a fin de incrementar o mantener sus niveles de aprovechamiento de capacidad instalada, producción y venta.

Crédito Refaccionario.

Se otorgarán para financiar operaciones de reemplazo de equipo, para complementación y expansión de la actividad productiva. Con éstos créditos y apoyos se busca dar fortaleza al desarrollo de las empresas familiares y/o artesanales que necesitan ayuda para escalar otro nivel de producción.

3 Manual de trámites de la Empresa. Nacional Financiera. Programa de apoyo Integral a la Microindustria, 1991. Pág. 42.

Situación Lechera

La situación de la producción de leche a nivel Internacional presenta un constante desarrollo, respaldado por las innovaciones tecnológicas, que se generan en un medio con mayores recursos donde los avances se dan, tanto en desarrollo tecnológico de nuevos productos, como aditivos, envases y maquinaria requerida.

"En México existe una demanda insatisfecha de leche debido a diferentes causas, como son: poco ganado para la producción de leche y aunado a esto, el control de precio a que esta sujeta por el Gobierno; dan como resultado una utilidad mínima que no es atractiva para los ganaderos, que optan por canalizar su ganado a otros fines de producción lechera que ofrezcan utilidad satisfactoria".⁴

Así la leche utilizada para elaborar queso, mantequilla y yogurt son de las alternativas que escogen los ganaderos para invertir su producción y así obtener una utilidad adecuada.

El planteamiento de proceso de leche para obtener yogurt, busca no sólo ser una canal para la producción de leche, sino que por sus propiedades nutritivas y su alta digestibilidad, es altamente benéfico su consumo para el organismo humano.

Comparativamente entre la producción de queso, mantequilla y yogurt se observa que en la elaboración de éste último, se presentan ventajas de rendimiento de producto, de utilidad y de alta recuperación de la inversión.

El yogurt es el resultado del desarrollo de determinados gérmenes que modifican a los componentes normales de la leche, los cuales son: *Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus*, que para un mejor resultado deben estar presentes en aproximadamente la misma cantidad. De otra manera el yogurt podría desarrollar defectos de consistencia, sabor y aroma.

La lactosa se transforma parcialmente en ácido láctico y en ciertos leches en

4 La leche y su industrialización. Del Valle María del Carmen, Ciencia y Desarrollo, sep.-oct., 1984, No. 58, año X, pág. 29.

alcohol etílico. Actualmente se añaden al yogurt azúcar y varias combinaciones de frutas, nueces y otros ingredientes.

Esta práctica ha modificado el sabor característico ácido del producto tradicional, logrando con ésto una mejor aceptación del consumidor.

I. 1. OBJETIVOS.

- Proponer una metodología técnica que utilice la producción de leche de los pequeños productores y ejidatarios, planteándose su industrialización, en donde debido a su transformación a yogurt se le estará adicionando un valor agregado como producto final.
Propiciando con esto un mejor aprovechamiento de su producción lechera, ya que se obtienen mayores ingresos en la venta del yogurt que comercializándose únicamente como leche fluida.
- Diseñar una Microindustria elaboradora de yogurt cremoso y presentar el complementario estudio de factibilidad económica.
A nivel artesanal se puede preparar yogurt; cuando se trata de una cantidad más alta, las cuestiones de manejo, tanto de materias primas como de producto terminado, adquieren una complejidad que sólo una instalación diseñada para tal efecto puede resolver.
Y de ese modo tener eficiencia de proceso, una calidad de producto constante y cubriendo todas las normas de higiene requeridas.

II. GENERALIDADES.

II. 1. HISTORIA.

El yogurt tuvo su origen en el Medio Oriente; en el área que ahora conocemos como Turquía.

Además de que otros pueblos de la antigüedad descubrieron los beneficios del yogurt. En los Balcanes, Asia Central y del Sur de Europa, se consumía con frecuencia.

Su origen se remonta a miles de años atrás, cuando un nómada guardó un poco de leche en una bolsa de piel de cabra para alimentarse mientras cruzaba el desierto en camello, tiempo después, cuando el nómada abrió la bolsa, encontró que la leche se había convertido en una crema espesa y ácida, la probó y la consideró agradable a su gusto.

El calor del sol, más las bacterias incubadas en el interior habían producido las condiciones perfectas para la fermentación.

El primer intento de dar una explicación teórica de la composición del yogurt fué hecho por Ilya Metchnikoff, científico ruso, en el año 1908, ya que aisló las bacterias, que supuestamente eran el elemento activo y que actuaban en la fermentación. En el Instituto Pasteur investigaron unos bastoncitos nadando en el cultivo del yogurt y les llamaron *Lactobacillus Bulgaricus*. Mientras esto ocurría, un hombre de negocios llamado, Isacc Carasso deseaba producirlo en España, a partir de cultivos que importaba de Bulgaria y del Instituto Pasteur de Francia. Al principio distribuía su yogurt en farmacias, y en 1929 extendió su negocio a Francia, donde estableció la Compañía Danone; actualmente la compañía esta ubicada en las afueras de París siendo una de las principales productoras de yogurt de Europa Occidental, y con plantas productoras en otros países.

La primera fábrica de yogurt de Estados Unidos había sido instalada en Andover, Massachusetts, por una familia armenia. Era la familia Columbusian, y a su producto lo llamaron Columbo.

Al iniciar la Segunda Guerra Mundial, el hijo de Carasso emigra a Nueva York, e instala una fábrica en el Bronx, Nueva York.

La fábrica producía aproximadamente 200 recipientes de yogurt diariamente, de esta forma en 1942, nace una de las grandes compañías de yogurt, llamada Dannon.

Los norteamericanos estaban acostumbrados a consumir golosinas muy dulces y el sabor ácido no les agradaba, por lo que en 1940 Dannon creó el primer yogurt con sabor a frutas; era una mermelada de fresa en el fondo y yogurt natural encima, conocido como Sundae de Yogurt; esto es porque la fresa y el yogurt no estaba mezclado hasta que el consumidor los incorporaba.

Después elaboraron el yogurt estilo suizo, en donde la fruta ya estaba incorporada en el yogurt; en esta variedad se requieren aditivos para conservar la textura. El estilo elaborado en Estados Unidos también contiene frutas pero a partir de haber agregado una mermelada de sabor sobre el yogurt natural.

En los últimos años el yogurt se ha convertido en uno de los alimentos más difundidos. Y las ventas de Estados Unidos se incrementaron, en 1945 de 9 millones de kilogramos a 210 millones de kilogramos en 1975.

En la década de los sesenta, el yogurt se incorporó ampliamente a la dieta de los estadounidenses, con el surgimiento del movimiento naturista, que marcó el viraje radical hacia los alimentos altamente nutritivos, y probaron que el yogurt tenía buen sabor, especialmente combinado con frutas y mieles.⁵

Debido a los medios de difusión y a la tendencia de consumir productos naturales, que también ha llegado a México, las empresas internacionales de alimentos lo están implantando en el gusto del público.

Y se provee al mercado con presentaciones del yogurt natural, con frutas o miel de abeja y otros con base al yogurt, como helados, paletas y postres; además del yogurt bajo en calorías por la adición de Nutrasweet, (sustituto de azúcar); así como el yogurt para beber.

5 El Milagroso Yogurt. Connie Berman y Susan Katz. Editorial Posada. 11ª Edición. Febrero 1989, págs. 21-30.

II. 2. DEFINICIONES.

La materia prima principal del yogurt, es la leche por lo que empezaremos por definirla.

La leche, ha sido definida de diferentes modos según diversos criterios, higiénico, fisiológico, fisicoquímico, etc.

Una definición según el Congreso de Lechería de Budapest celebrado en 1909.

"La leche es un producto íntegro del ordeño completo y continuado de las reses lecheras, bien alimentadas y limpias sometidas a régimen apropiado y no cansadas, que debe ser recogida con limpieza y no contener calostro (secreciones de la glándula mamaria de la hembra en las primeras 48 horas después del parto)".

En un concepto fisicoquímico Lecoq dice:

"La leche es una emulsión natural perfecta, en la cual los glóbulos grasos están mantenidos en suspensión en un líquido salino azucarado, gracias a la presencia de sustancias proteínicas y minerales en estado coloidal"⁶

En los Estados Unidos admiten la siguiente definición:

"Es la secreción láctea limpia y fresca extraída por ordeño completo por una o varias vacas sanas alimentadas y conservadas cuidadosamente, debiéndose excluir la obtenida 15 días antes y 10 días después del parto y la que contenga menos de 8.5% de extracto seco desengrasado y no alcance 3.25% de grasa"⁶

Al yogurt lo definen de las siguientes maneras:

" El yogurt es un producto fermentado de leche, resultado del crecimiento de *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*, en la leche tibia, caracterizada por un gel liso y viscoso con un delicado sabor".⁷

6 Enciclopedia de la leche. Agenjo Cecilia, 1956. Ed. Carpe, pág. 17.

7 Cheese and Fermented Milk Products. Frank Kosikowki. 1977, Ed. Edwards Brothers, pág. 71.

"Yogurt es el producto obtenido a partir de leche tipificada o desnatada (descremada) que ha sido concentrada a dos terceras partes a la mitad de su volumen normal, por evaporación o por adición de leche en polvo y sembrado con cultivo especial".⁸

⁸ Lactología Industrial. Ing. Edgar Spreer. Editorial Acribia. 1975, pág. 300.

II. 3. COMPOSICION DE LA LECHE Y EL YOGURT.

La leche es probablemente el alimento más balanceado y como el yogurt está hecho a partir de leche, contiene los nutrientes de la leche con mayor digestibilidad.

La leche en general, está compuesta por agua, grasas, proteínas, azúcares y minerales, además de otras sustancias en menor concentración. Los sólidos totales de la leche (grasa y sólidos no grasos), representan entre 10,5 - 15,5 % de su composición total.

Los componentes de la leche se encuentran en diversas concentraciones y varían considerablemente de acuerdo con varios factores: raza de la vaca, alimentación, época del año e incluso la hora en que se ordeña. Esto puede ser observado en el Cuadro II. 3. 1 en el que se muestra la composición de la leche en función de la raza de la vaca.

CUADRO II. 3. 1.
Composición química de la leche de diferentes razas de vacas (%)

RAZA	AGUA	GRASA	PROTEINA	LACTOSA	CENIZAS	SOLIDOS TOTALES
Holstein	88.12	3.44	3.11	4.61	0.71	11.87
Alhíre	87.39	3.93	3.47	4.48	0.73	12.61
Sulza café	87.31	3.97	3.37	4.63	0.72	12.69
Guernsey	86.36	4.50	3.60	4.79	0.75	13.64
Jersey	85.66	5.15	3.70	4.75	0.74	14.34

Fuente: Química de los Alimentos. Salvador Badul Dergal. Editorial Alhambra Mexicana. Primera Edición. 1981, pág. 376.

GRUPOS PRINCIPALES DE MATERIAS PROPIAS DE LA LECHE Y EL YOGURT.

LIPIDOS.

Los triglicéridos son los componentes más importantes de los lípidos de la leche, ya que constituyen aproximadamente el 98% del material extralable con

disolventes no polares.

Dentro de la categoría de los lípidos, también están incluidos los fosfolípidos, los esteroides, los carotenoides y las vitaminas liposolubles A, D, E y K.

Los triglicéridos de la leche, están compuestos de ácidos grasos, donde la concentración y el tipo de éstos en los lípidos, depende directamente de los mismos factores que influyen en la composición de la leche.

Los ácidos grasos con un alto porcentaje como son, el butírico, el palmítico y el oleico. La presencia de los ácidos de pequeño peso molecular, tales como el butírico, el caproico, caprílico y cáprico (de 4, 6, 8 y 10 carbonos respectivamente) son parte esencial de la grasa de la leche.

La composición de los ácidos grasos, esta determinantemente influida por la alimentación que reciben las vacas, ya que cuando sus alimentos contienen altas concentraciones de ácidos insaturados, la grasa de la leche es más insaturada.

La relación de ácidos insaturados y saturados determina su susceptibilidad a las relaciones químicas que afectan el sabor de la leche y de los productos lácteos (oxidación) si hay un alto contenido de ácidos insaturados y por otra parte, los ácidos grasos de cadena corta, son fácilmente hidrolizados por las correspondientes lipasas, lo que produce la rancidez hidrolítica de la grasa láctea.

Los fosfolípidos constituyen una fracción relativamente pequeña pero importante, de los lípidos totales de la leche. Los principales componentes son la fosfatil colina (lecitina) y la cefalina que están presentes en una concentración de aproximadamente 30% cada uno, con respecto a los fosfolípidos totales.

A pesar, de que se encuentra en muy baja concentración, los fosfolípidos son de suma importancia, pues tienen varias funciones biológicas y afectan la estabilidad de la leche, actúan como emulsificantes naturales de los glóbulos de grasa, de manera que los estabilizan en el seno de la leche y por ser ricos en ácidos grasos insaturados, se oxidan con facilidad y producen el sabor oxidado de los productos lácteos.

Las reacciones de oxidación de los lípidos de la leche sin homogenizar se inician

principalmente en los fosfolípidos de la membrana de los glóbulos de grasa.

LACTOSA.

El principal carbohidrato de la leche y está considerado como único, debido a que la cantidad de otros carbohidratos es muy pequeña, los cuales son glucosa, galactosa, sacarosa, cerebrosidos y algunos aminoazúcares derivados de la hexosamina. A pesar de que están en concentraciones muy bajas, pueden ejercer una influencia muy importante en la estabilidad de la leche, sobre todo en aquella que ha sido sujeta a tratamiento térmico.

La lactosa tiene aproximadamente 15% de la dulzura de la sacarosa y contribuye, junto con las sales al sabor global de la leche. En la naturaleza la lactosa sólo se encuentra en las leches y es el disacárido formado por la condensación de una molécula de galactosa y otra de glucosa a través de un enlace glucosídico alfa.

Importancia de la Lactosa.

- 1) Influye en el control de la fermentación y maduración de productos lácteos.
- 2) Contribuye al valor nutritivo de la leche y sus productos.
- 3) Está relacionado con la textura y la solubilidad de ciertos alimentos congelados, como en helados.
- 4) Juega un papel importante en el color y el sabor de productos con altas temperaturas.

PROTEINAS.

Las caseínas y las proteínas del suero, son dos grandes grupos de proteínas de la leche, se encuentran en forma de suspensión coloidal y existen grandes diferencias entre sus estructuras y propiedades químicas.

Ambos grupos se pueden separar, de acuerdo con su solubilidad a ciertos valores de pH en presencia de sales, lo cual nos lleva a diferenciar los dos sistemas de estabilidad de las proteínas de la leche.

El primero es aquel en que las proteínas se encuentran en forma de suspensión

coloidal, debido a una combinación de los mecanismos de carga eléctrica e hidratación y son polipéptidos insolubles en un punto isoelectrico. Estas proteínas tienden a precipitar en presencia de iones divalentes como el calcio y de este tipo, son las caseínas de la leche.

En el segundo sistema, las proteínas están estabilizadas en suspensión coloidal por un mecanismo de hidratación, cuyas fracciones son solubles en un punto isoelectrico, estas proteínas son más lábiles a la desnaturalización por calor y no son tan sensibles a los iones divalentes, como los del primer sistema y las proteínas del suero de la leche pertenecen a esta categoría.

CASEINAS.

Las caseínas son la fracción proteínica más importante de la leche ya que suman hasta el 85% de las proteínas totales, se encuentran en forma de caseinato de calcio y/o fósforo, la estabilidad de las caseínas se altera fácilmente a pH bajos y por presencia de cationes divalentes, algunas enzimas como la pepsina o la renina contribuyen a su coagulación; pero son estables a la mayoría de los tratamientos térmicos empleados.

PROTEINAS DEL SUERO.

Las proteínas del suero de la leche son compactas, globulares, con peso molecular que varía entre 14,000 y 1,000,000 de daltones, son solubles en intervalos de pH muy amplio y en estado nativo no se asocian con las caseínas. En general, son susceptibles al calor y menos al ácido; lo que se debe a que su mecanismo de estabilidad opera por hidratación y no por carga eléctrica.

Estas proteínas contienen aminoácidos azufrados muy lábiles al calor y a las temperaturas de pasteurización, desnaturalizan una fracción de ellas con la consecuente producción de grupos sulfhidrilo muy reactivos; éstos actúan como antioxidantes y por lo tanto, los productos lácteos que hayan recibido un tratamiento térmico son menos propensos a las reacciones de oxidación.

ENZIMAS.

Las enzimas son sustancias fermentativas, o sustancias que son segregadas por algunos microorganismos, que descomponen u oxidan ciertos productos; son destruidas en general a temperaturas de 70 a 100°C. Son catalizadores proteínicos, sustancias albuminoides; y su actividad está determinada por el

medio en que se encuentran, siendo influidas por las condiciones de temperatura y el pH entre otros.

Las enzimas que se encuentran en la leche son:

Lipasa.

Se localiza en el 90% en las micelas. Es responsable de reacciones de rancidez, sobrevive a la pasteurización y puede reactivarse en productos esterilizados.

Proteasa.

Asociada a las micelas. Resistente al calor, actividad de endopeptinasa y se encuentra en bajas concentraciones.

Fosfatasa.

Localizada en la leche, el 80% en la membrana del glóbulo de grasa y el resto en la fase acuosa. Es usada como índice de pasteurización adecuada, puede haber reactivación en productos tratados a altas temperaturas.

Catalasa.

Asociada con la membrana del glóbulo de grasa, con las micelas y con el suero de la leche. Aumenta por los leucocitos y es usada como prueba de detección de mastitis.

Lactoperoxidasa.

Se encuentra en el suero y es la más resistente al calor, usada para detectar tratamientos térmicos muy fuertes en productos lácteos.

Xantinaoxidasa.

Esta asociada con los glóbulos de grasa. Se desconoce su función en la leche, degrada a la flavin-adenina-mononucleótido y riboflavina en la leche.

Las enzimas de mayor importancia comercial son las siguientes:

- a) Fosfata alcalina, que se usa como índice de pasteurización de la leche.
- b) Lipasa, que causa las reacciones de rancidez hidrolítica.
- c) Catalasa, usada como índice de mastitis en la vaca.
- d) Proteasa, que es el causante de la inestabilidad del sistema proteínico en

productos lácteos almacenados por períodos muy largos.

VITAMINAS.

La leche contiene la mayoría de las vitaminas, las liposolubles que se encuentran interaccionando con la fase lípida, mientras que las hidrosolubles se localizan en el suero; la vaca es capaz de sintetizar las vitaminas hidrosolubles y la vitamina E a través de su microflora intestinal.

SALES Y MINERALES.

Las principales sales minerales que suelen estar presentes en la leche son: cloruros, fosfatos y citratos de calcio, magnesio, sodio y potasio; que se encuentran tanto en estado coloidal como en solución. La relación de calcio y fósforo que existe en la leche es la adecuada para una buena asimilación y aprovechamiento de ambos elementos.

La relación de concentraciones de las sales de leche desempeña un papel muy importante en la estabilidad térmica de los productos lácteos, de tal forma que los iones de calcio y magnesio tienden a inestabilizar el sistema proteínico, mientras que los citratos y el fósforo tienden a estabilizarlo.

Aproximadamente el 65% del calcio total de la leche existe en estado coloidal interaccionando con las caseínas, y el resto en forma iónica en solución; existe un equilibrio entre estas formas de calcio que depende del pH y la temperatura a que se encuentre el sistema. A pH ácido hay un desplazamiento del calcio coloidal a soluble, incrementando la inestabilidad de las proteínas, mientras que a temperaturas elevadas se favorece la formación de calcio coloidal.

Otros elementos que se encuentran en la leche son: aluminio, boro, cobre, iodo, zinc, flúor, hierro, manganeso, trazas de arsénico, cobalto y plomo. Las vacas que padecen de mastitis segregan leches con alto contenido de cloruros, por lo que la concentración de estos aniones se han utilizado como índice de sanidad en las vacas.

GASES DISUELTOS.

La leche contiene principalmente anhídrido carbónico, así como cantidades más pequeñas de nitrógeno y oxígeno. Después del ordeño el contenido de la leche en gases disueltos alcanza del 4-5% en volumen y desciende

rápido, el oxígeno puede jugar un papel importante en los fenómenos de oxidación de la leche.

El calentamiento de la leche o su mantenimiento en vacío permiten eliminarlo en gran parte.

II. 4. VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE Y EL YOGURT.

La leche y el yogurt son alimentos de alto valor nutricional, y su importancia esta basada en los siguientes puntos:

a) Son una fuente rica en proteínas de alto valor biológico, siendo esto de una vital importancia, el que sean consumidas durante la fase de crecimiento del ser humano.

Durante la incubación del yogurt, el valor biológico de las proteínas de la leche se incrementa, y puesto que las proteínas de la leche estimulan las secreciones hepáticas e intestinales, el yogurt aumenta estos estímulos al activar la proteína. Además las bacterias convierten la lactosa en ácido láctico, que es un antiséptico para el tracto digestivo.

Otra razón que hace al yogurt superior a la leche es que al aparato digestivo le toma 3 a 4 horas romper los azúcares de la leche, y como el yogurt esta "predigerido" por las bacterias, solo le toma 1 hora asimilarlo al 90%.

También es recomendable para personas que padecen intolerancia a la lactosa; dichas personas adolecen genéticamente de la enzima necesaria para romper el azúcar de la leche y convertirla en ácido láctico, por lo cual no digieren la leche.⁹

b) Son la mejor fuente de calcio en una dieta normal y forma parte importante en el desarrollo de huesos y dientes sanos.

El yogurt puede reforzar la utilización por el organismo de algunos minerales como el calcio y fósforo, haciéndolos más asimilables.

c) Dentro de su composición hay vitaminas como: Vitamina A, Tiamina, Riboflavina, piridoxina, biotina, niacina, ácido pantoténico, Vitamina D, etc. Y estas sustancias intervienen en un gran número de reacciones del metabolismo humano.

Las bacterias del yogurt favorecen la síntesis de vitaminas especialmente el complejo B, que son importantes para combatir la anemia y las deficiencias nutricionales.¹⁰

9 Yogurt, Ciencia y tecnología. A. Y. Tamine. R. K. Robinson, Ed. Acitibia, España, 1991, pág. 318.

10 El Mllagroso yogurt, Connie Beiman y Susan Kats, Ed. Posada, 1989, pág. 38.

II. 5. MICROBIOLOGIA Y BIOQUIMICA DEL YOGURT.

Los microorganismos utilizados en la fermentación de la leche para la obtención del yogurt son los siguientes:

El *Lactobacillus Bulgaricus* es una bacteria láctica homofermentativa que se desarrolla bien entre 45° - 50°C.

El *Streptococcus Thermophilus* se multiplica bien entre 37° - 40°C; pero también se desarrolla a 50 °C, es homofermentativa, termorresistente ya que sobrevive a un calentamiento de 65°C durante 30 min.; es menos acidificante que el anterior.

Ambos gérmenes son microaerófilos y soportan bien los medios ácidos (pH - 4.0 - 4.5), en el yogurt viven en estrecha simbiosis, como han demostrado los investigadores Pette y Lockema. Cuando se cultivan conjuntamente, producen más ácido láctico que cuando crecen aislados.

El *L. Bulgaricus* favorece el desarrollo del *Streptococcus Thermophilus*, por un mecanismo descubierto por los autores antes mencionados.

La acción caseolítica de los *L. Bulgaricus* estimula el desarrollo de los *S. Thermophilus*.

El sabor agrio se debe principalmente al ácido láctico que se produce por la lactosa, la fermentación del citrato en la leche conduce al acetaldehído, diacetilo y ácido acético que son los que dan el aroma.¹¹

Estas bacterias también participan en la viscosidad que presenta el yogurt tras el batido, según las cepas utilizadas, serán las cantidades de mucus elaborados por los *Lactobacillus Bulgaricus*.

La formación del gel que constituye el yogurt es el resultado de las siguientes modificaciones físicas y químicas de la leche:

a) Los iniciadores bacterianos del yogurt, metabolizan la lactosa presente en la

11 Lactología Técnica. Dr. Roger Veisseysre. Editorial Activa. Zaragoza España. 1972, págs. 231-233.

leche para cubrir sus necesidades energéticas, dando lugar a la formación de ácido y de otros compuestos importantes.

- b) La producción gradual de ácido láctico comienza a desestabilizar los complejos de caseína-proteínas del lactosuero, desnaturalizadas por solubilización del fosfato de calcio y de los citratos.
- c) Los agregados de micelas de caseína y/o micelas aisladas se van asociando y coalescen parcialmente a medida que el pH se aproxima a su punto isoelectrónico, es decir, 4.6 - 4.7.
- d) Es probable que la interacción de Lactoalbúmina y Lactoglobulina con la K-caseína a través de los grupos SH, con la formación de puentes disulfuro proteja parcialmente a las micelas frente a una compleja desestabilización o ruptura, por lo que la red del gel o matriz queda formada por una estructura regular que atrapa en su interior al resto de los componentes de la mezcla base, incluyendo la fase acuosa.¹²

12 Yogurt, ciencia y tecnología. A. Y. Tamime; R. K. Robinson. Editorial Acirbia, S.A. 1991, págs. 46, 47.

III. MARCO DE ESTUDIO.

Siendo el Estado de México un importante productor de leche, que en los últimos 10 años, se ha ubicado entre los cinco primeros lugares, pero que en 1984 a la fecha, ha reflejado la tendencia nacional de caída de la producción lechera, con un ligero repunte en 1990 y 1991.

Y como ya se ha mencionado, este trabajo busca dar apoyo al productor ejidatario y al pequeño productor, teniéndose un planteamiento para la región y de algún modo cooperar para que la producción lechera no siga decreciendo. Ya que se tiene que la importación de leche en polvo tiene un comportamiento inverso a la producción de leche fluida del país. Y así propiciar un punto de crecimiento económico, que mejore las condiciones de ingreso de la región en donde se establecerá la planta.

El mercado propicio para el yogur, es el Distrito Federal, tanto por su población establecida, como por su población flotante, siendo esta última de 6.82 millones de habitantes; dando un total aproximado de 15.05 millones de habitantes.

III. 1. MARCO GEOGRAFICO DEL ESTUDIO.

El lugar donde se llevará a cabo este estudio de factibilidad, será en el Estado de México (Subdelegación III, Distrito Agrícola III., Texcoco SARH). El cual esta constituido por los siguientes municipios. (Mapa III.1.1).

1. Chicoloapan
2. Ixtapaluca
3. Chalco
4. Cocotitlán
5. Tlalmanalco
6. Temamatla
7. Tenango del Aire
8. Ayapango
9. Amecameca
10. Juchitepec
11. Ozumba
12. Atlautla
13. Ecatzingo
14. Tepetitlaxpa.

Los límites de la mencionada zona de estudio son, al norte el municipio de Texcoco, al noreste Chimalhuacán y los Reyes la Paz, al oeste se tiene el D.F., al sur con el estado de Morelos y al este con el estado de Puebla.



III. 2. ANALISIS DE LA DEMANDA POTENCIAL.

Para estimar la demanda potencial, se consideró a la población total en la República Mexicana, la cual se obtuvo de los Censos Nacionales de la Población de 1970, 1980 y resultados preliminares del censo de 1990; siendo estos datos complementados por información obtenida de la Cámara de Productores de Alimentos Elaborados con leche. Considerándose a la población urbana y específicamente la del D.F., para colocar la producción de yogurt.

Esto es sin considerar, la población flotante, que arriba de los Municipios que rodean al D.F., como son Tlalnepantla, Naucalpan, Ecatepec, Los Reyes la Paz y otros; que casi duplican a la población del D.F., dando un total de población en el área metropolitana de 15'047,685 habitantes.¹³

CUADRO III. 2. 1.
Población total de la República Mexicana.

AÑO	POBLACION DE LA REPUBLICA MEXICANA. (hab)	POBLACION URBANA (hab)	POBLACION DEL D.F. (hab)
1970	48 225 238	28 308 556	7 213 611
1975	57 175 410	35 336 947	8 072 477
1980	66 846 833	44 299 729	8 831 079
1985	73 633 252	45 524 946	9 990 738
1990	81 140 922	48 684 553	8 235 744
1995	90 091 054	55 712 943	9 424 705
1996	91 736 878	56 731 744	9 597 051

Fuente: IX y X Censo General de Población y Vivienda 1970, 1980 y Resultados Preliminares del XI Censo Gral. de Población y Vivienda 1990.

Además de considerar el crecimiento de población, el otro factor que influye

13 Resultados definitivos, tabulados básicos, área metropolitana XI Censo General de Población y Vivienda, 1990 INEGI, pág. 3.

para estimar la demanda, es el criterio de la FAO, que recomienda el consumo de 0.5 Lt. de lácteos por habitante por día¹⁴, para así tener una dieta mínima balanceada. En donde la aportación del yogurt estimamos es de 0.157 Lt.¹⁵ al total de 0.5 Lt. recomendados a consumir por día, esto se acuerdo al National Dairy Council.

Y se considera que el yogurt no es exclusivo de un estrato social y edad específica.

Como se observa en el cuadro III.2.1 de la población, en el D.F. se tiene el 16.9% (1990) de la población urbana del país, de ahí que el estudio se enfoque a instalar la planta lo más cerca a este centro urbano ya que es ahí donde se concentran los consumidores sensibles y acostumbrados al yogurt y por lo tanto es el mercado más importante a ser satisfecho.

CUADRO III. 2. 2.
Población potencialmente consumidora de yogurt.

AÑO	POBLACION (hab) D.F.	POBLACION MAYOR DE 12 AÑOS	POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA
1970	7 213 611	4 529 374	2 230 986
1980	8 831 079	6 173 145	3 312 581
1990	8 235 744	6 217 435	2 884 807

Fuente: IX Y X Censo General de Población y Vivienda 1970, 1980 y Resultados Preliminares del XI Censo Gral. de Población y Vivienda 1990.

Donde el valor que se debe tomar para considerar la demanda de yogurt, es la población con más de 12 años y económicamente activa. Algo que es importante comentar, es que en México se tiene la siguiente situación en el consumo de leche *de la leche consumida, el 65% es correspondiente a

14 La leche y los productos lácteos, en la nutrición humana. Kon, S. K. Estudios de nutrición F.A.O. No. 27 Roma 1972, pág. 12

15 National Dairy Council, Folleto de información nutricional, Rosemont IL, USA, 1991.

adultos y no a niños como sería la ideal¹⁷

En base al cuadro III. 2. 2, y con los criterios planteados, a continuación se tiene la demanda de yogurt por año en el D.F.

Estimando que el consumo es dos veces por semana, así la demanda de yogurt, se obtiene; considerando la población económicamente activa por 0.157 Lt de yogurt al día, dos veces por semana, durante cincuenta y dos semanas. De acuerdo a este criterio se obtiene el siguiente cuadro de demanda de yogurt en el D.F.

CUADRO II. 2. 3.
Demanda de yogurt en el D.F.

AÑO	POBLACION (Hab) D.F. Económicamente Activa	Lts Yogurt/año
1970	2 230 986	36 427 540
1975	2 771 784	45 257 690
1980	3 312 581	54 087 823
1985	3 853 379	62 917 973
1990	2 884 807	47 103 129
1995	3 279 703	53 550 990
1996	3 339 678	54 530 262

Fuente: IX y X Censo General de Población y Vivienda 1970, 1980 y Resultados Preliminares del XI Censo Gral. de Población y Vivienda 1990.

17 La leche y su industrialización. María del Carmen del Valle Rivera. Ciencia y Desarrollo. Sept. - oct. 1984 N° 58 Año X, pág. 30.

III. 3. ANALISIS DE LA OFERTA.

Producción de leche a nivel Nacional.

La leche es obtenida en todos y cada uno de los estados que componen el país, aunque la aportación de cada uno de ellos, al total de la producción es variable, destacándose por su alta producción los estados de Veracruz, Jalisco, Guanajuato y México. Cuadro III. 3. 1.

CUADRO III. 3. 1.

Producción Lechera de las diez entidades federativas más productoras por año. (milés de Lts)

ENTIDAD	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Cochula	292,856	314,068	296,704	293,255	316,129	325,038
Chiapas	200,480	232,828	176,191	179,380	193,371	214,428
Chihuahua	415,183	539,233	340,271	344,812	371,707	368,231
Guanajuato	434,930	425,315	452,000	453,224	488,575	655,846
Jalisco	1,016,000	1,021,628	964,426	909,248	1,044,850	1,106,730
México	588,658	448,308	616,247	379,213	408,792	389,972
Puebla	263,836	237,336	129,518	273,546	294,883	338,045
Querétaro	136,763	125,099	430,723	125,538	135,330	164,523
Veracruz	545,230	485,303	2,340,743	495,463	534,109	584,772
Los otros 22 Estados	2,286,390	2,310,838	2,340,743	2,274,774	2,449,906	2,631,434
% del Total	35.87	37.27	36.63	36.55	36.53	35.45
TOTAL	6,373,406	6,200,960	6,390,786	6,222,914	6,706,000	7,139,000
ENTIDAD	1992	1993	1994	1995	1996	
Cochula	327,329	337,312	347,296	357,263	367,266	
Chiapas	215,939	222,626	229,111	235,686	242,265	
Chihuahua	370,827	382,137	393,448	404,739	416,071	
Guanajuato	559,764	576,836	593,910	610,956	628,061	
Jalisco	1,114,532	1,148,525	1,182,821	1,216,459	1,250,519	
México	292,721	404,699	416,678	428,636	440,637	
Michoacán	576,013	593,581	611,180	628,690	646,293	
Puebla	338,414	348,735	359,067	369,361	379,703	
Querétaro	155,612	162,758	165,104	169,842	174,597	
Veracruz	588,895	606,856	624,818	642,750	660,747	
Los otros 22 estados	2,549,286	2,626,873	2,704,469	2,782,306	2,859,633	
% del Total	35.46	35.46	35.46	35.46	35.46	
TOTAL	7,189,311	7,408,437	7,627,562	7,846,607	8,065,812	

FUENTE:
Anuario
Estadístico de
los E.U.M. 1988
1990. INEGI
Subsecretaría
de Fomento
SARH Sar.
Objetivo de
datos básicos
a abril 1991.

FUENTE: Proyección de
producción Lechera en base a
datos históricos.

Se observa en el cuadro III. 3. 1. que los datos reportados, son producción de leche de ganado estabulado y no estabulado; aunque es la leche producida bajo condiciones higiénicas y calidad controlada, sin fluctuaciones en su producción la deseable y con menos problemas de contaminación para la elaboración del yogurt.

Se observa un lento crecimiento con una baja muy fuerte en los años de 1983, 1984 y definitivamente una tendencia a la baja hasta 1989 teniéndose un ligero repunte en 1990 y 1991, dándose esta situación por el control de precios de leche fluida, hace que no sea rentable la producción según los costos de insumos de los productores, y muchas vacas lecheras sean mandadas al mercado de la carne y la producción se canalice a la elaboración de derivados lácteos.

La proyección de la leche se basa en el supuesto de que las condiciones actuales no se van a modificar, y por lo tanto no se tienen altos porcentajes de incremento (6.06% de crecimiento anual).

Por lo que se tiene que la producción nacional se mantendrá más o menos constante, con mínimo porcentaje de crecimiento; pero con una demanda interna muy alta, satisfecha con un alto porcentaje de importaciones de leche en polvo.

Producción a Nivel Regional.

La leche es obtenida en todos y cada uno de los municipios que componen la subregión, aunque la aportación de cada uno de ellos, al total de la producción es variable, destacándose por su alta producción los municipios de Chalco y de Ixtapaluca como se observa en el siguiente cuadro III. 3. 2

Por lo mencionado, el Municipio de Ixtapaluca es el más viable para la instalación de la planta elaboradora de yogurt; ya que se observa un desarrollo agropecuario y no un desarrollo urbano, como ocurre con el Municipio de Chalco. Ambos municipios pertenecen a la subdelegación III, Distrito Agrícola III, Texcoco, de acuerdo a clasificación de la SARH.

CUADRO III. 3. 2.

Municipios de la Subdelegación III, Distrito Agrícola III, Texcoco, SARH y su respectiva aportación en porcentaje al total de la producción lechera. En base al año 1985.

MUNICIPIO	%
1. Ayapango	0.17
2. Chilcocolapan	0.33
3. Ixtapaluca	15.48
4. Chalco	15.7
5. Cocotlilán	0.08
6. Tlalmanalco	0.29
7. Temamatla	0.07
8. Tenango del aire	0.05
9. Juchitepec	0.10
10. Amecameca	0.68
11. Tepetlilpa	0.033
12. Atlautla	0.15
13. Ecatzingo	0.10
14. Ozumba	0.23

Fuente: Distrito de Desarrollo Rural III, Texcoco SARH, 1992

CUADRO III. 3. 3.

Producción lechera de la Subdelegación III, Distrito Agrícola III, Texcoco SARH y producción estimada para el Municipio de Ixtapaluca.

AÑO	DISTRITO AGRICOLA III TEXCOCO MILES DE LITROS	IXTAPALUCA MILES DE LTS.
1981	213,122.0	37,684.0
1982	251,327.0	38,956.0
1983	244,969.0	37,970.0

AÑO	DISTRITO AGRICOLA III TEXCOCO MILES DE LITROS	IXTAPALUCA MILES DE LTS.
1984	213,983.0	33,167.0
1985	152,259.0	23,600.0
1986	118,878.0	18,426.0
1987	105,885.0	16,412.0
1988	101,764.0	15,773.0
1989	95,107.0	14,742.0
1990	70,586.0	10,940.0
1991	73,833.0	11,444.0
1992	74,350.0	11,524.0
1993	76,581.0	11,870.0
1994	78,848.0	12,221.0
1995	81,111.0	12,572.0
1996	83,374.0	12,923.0

Fuente: Distrito de Desarrollo Rural III, Texcoco SARH, 1992.

La producción en Distrito Agrícola III de Texcoco ha disminuido en forma paralela que la producción nacional y así como ella, presenta un repunte en el año de 1991. Con respecto a la producción en el municipio de Ixtapaluca en el año 1991 se cuenta con un 30% de la producción de leche que se producía en el año de 1981. Del volumen producido en 1992 y en los años subsiguientes, se se utilizará al año 864,000 Lt., para la producción de yogurt, suponiendo que trabajemos al 100% durante 288 días al año.

El mencionado volumen en porcentaje corresponde a un 7.5% de la producción total de Ixtapaluca en el año de 1991, por manejar pequeños volúmenes por día (3,000 Lts/día) aseguramos el suministro de materia prima de la planta de yogurt.

Producción de yogurt.

Del total de la producción de leche, además de homogeneizarse, pasteurizarse

y ultrapasteurizarse como leche fluida, un alto porcentaje se comercializa como leche cruda (bronca) y en la elaboración de derivados lácteos. Y con respecto al yogurt vemos que presenta una tendencia de crecimiento, lo que se puede apreciar más claramente en el cuadro III. 3. 4.

CUADRO III. 3. 4.
Producción Nacional de yogurt por año.

AÑO	PRODUCCION DE YOGURT Ton / año	MILLONES DE LTS / AÑO
1980	14,460.0	13.347
1985	30,199.0	27.874
1990	47,206.0	43.572
1995	63,588.0	58.693
1996	66,810.0	61.667

Fuente: Instituto Nacional de la Leche S.A.R.H.; CEPAEL, Cámara de Productos Alimenticios Elaborados con Leche, Estudio de 1985.

Examinando el cuadro III. 3. 4 en donde se tienen la producción de yogurt, se observa que existe un ritmo de crecimiento constante y recordando la producción de leche, la cual solo ha tenido un ligero repunte en el año de 1991, cuando se había mantenido casi constante desde el año de 1986, por lo que se percibe que el aspecto económico, es un importante estímulo para que la producción de leche fluida se canalice a la elaboración de yogurt.

Independientemente del consumo de leche de producción nacional, se tiene también, un consumo de leche en polvo ya que es materia prima requerida en la producción de yogurt.

III. 4. IMPORTACIONES DE LECHE EN POLVO Y YOGURT.

IMPORTACIONES DE LECHE EN POLVO.

Precisamente por la demanda de leche, es necesario importar elevados volúmenes de leche en polvo, la leche en polvo es importada en forma exclusiva por CONASUPO (1991), que la distribuye a Instituciones Oficiales y empresas privadas; en 1988 del total del volumen importado 49.9% se entregó a entidades públicas y 34.6% a grandes empresas elaboradoras de leche en polvo, evaporadas, maternizadas, etc., y 15% a las Industrias productoras de dulces, chocolates, helados, margarinas, quesos y otros derivados.

Para que las Industrias puedan adquirir leche en polvo importada deben asegurar que en la elaboración de sus mercancías, el 30% del lácteo en polvo es de origen nacional.

En el cuadro III. 4. 1 se observa la tendencia en las importaciones de leche en polvo, y que tiene un incremento muy acelerado debido al crecimiento de la demanda, por no poder ser satisfecha con la producción nacional.

CUADRO III. 4. 1.
Importaciones de leche en polvo.

AÑO	IMPORTACION DE LECHE EN POLVO (MILES DE TONELADAS)
1985	161.5
1986	171.0
1987	178.3
1988	182.7
1989	239.3
1990	287.8

Fuente: S.A.R.H. Dirección General de desarrollo Pecuario. Estudio elaborado por el Depto. de Desarrollo Pecuario, 1991.

La importancia de observar el desarrollo en las importaciones de leche en

polvo, es debido a la utilización de la misma en la elaboración de yogurt, así como otros derivados lácteos, y con respecto al yogurt se utiliza para incrementar los sólidos totales, y así asegurar una buena calidad del producto.

La ventaja de la leche en polvo respecto a la leche fresca, es que tiene una larga vida de anaquel, además de que su almacenamiento utiliza poco espacio, por lo que es un producto altamente comercializable, que puede ser utilizado cuando la leche fresca no es posible conseguir o no cumple los requisitos de calidad y así no parar la producción de lácteos en una planta particular, o como en el caso anteriormente mencionado, ser una de las materias primas a utilizar en la elaboración de diferentes productos.

IMPORTACION DEL YOGURT.

Como se ha comentado la tendencia a consumir yogurt, se ha visto incrementada en los últimos años, lo que ha propiciado que el consumo del mismo ha superado a la oferta del yogurt nacional y debido a esta situación, desde el año de 1988 a la fecha se han venido reportando un incremento en las importaciones de yogurt, y que en 1990 es un volumen significativo.

Observando del Cuadro III. 3. 4 la producción de yogurt del año 1990 y la importación del mismo, cuadro III. 4. 2, del mismo año, se tiene que la importación reportada representa un 21% de la producción nacional, de donde se deduce que hay déficit en la producción nacional de yogurt.

CUADRO III. 4. 2.
Importación de yogurt.

AÑO	IMPORTACION DE YOGURT (MILES DE LITROS)
1988	37.4
1989	689.5
1990	9,588.5
1991	3,477.24*

Fuente: S.A.R.H. Dirección General de Desarrollo Pecuario.*Hasta mayo de 1991.
Estudio elaborado por el Depto. de Desarrollo Pecuario, 1991.

III. 4. 1. Comparación entre oferta y demanda de yogurt.

Se considera la producción nacional de yogurt, ya que son los datos, con una trayectoria histórica constante, y no se consideran aún a las importaciones, ya que aunque importantes no se tiene un desarrollo constante que permita plantear su comportamiento futuro.

Con respecto a la demanda, sólo se considera la población del D.F. que es nuestra área de comercialización. Ya que considerar la demanda a nivel nacional estaría bastante desproporcionada con respecto a la producción nacional.

Comparando los datos de producción nacional de yogurt, con la demanda de yogurt en el D.F., se observa que la producción nacional es apenas suficiente para satisfacer, tan sólo la demanda de yogurt en el D.F., y con mayor razón, no es capaz de satisfacer la demanda nacional de yogurt.

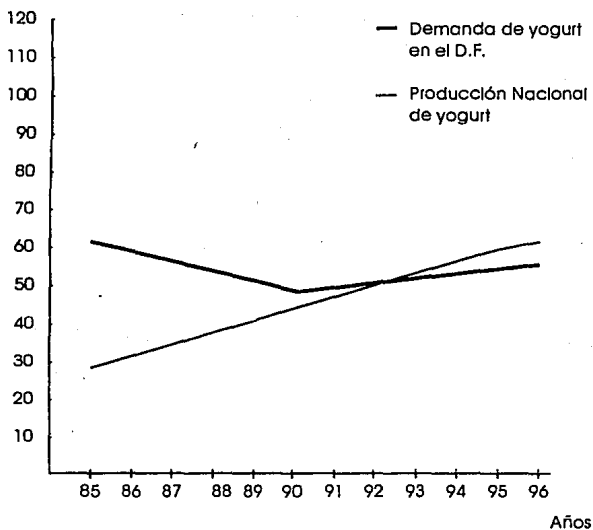
Nosotros tendremos una participación en la producción comercializada en el D.F., para satisfacer al menos un porcentaje de la demanda de yogurt en el D.F.

Con un volumen de 864,000 Lt de yogurt al año (3000 Lt/día considerando 288 días de producción), se pueden satisfacer los requerimientos de 52 915 habitantes, esto es si se manejan los criterios de consumo planteados.

GRAFICA III. 4.1.

Comparación de oferta y demanda de yogurt.

Millones de Lt.
de yogurt



Fuente: Datos del cuadro III. 3. 4. para producción de yogurt y del cuadro II. 2. 3. para la demanda del yogurt.

III. 5. COMERCIALIZACION.

El producto que pretendemos elaborar es yogurt cremoso de sabores diferentes, que se envasará en cubetas para distribuirlo a granel; ya que eso significa penetrar en el mercado y constituye la base para lograr una identificación por parte del consumidor.

Se distribuirá a:

- Hoteles
- Restaurantes
- Cremerías
- Comedores Industriales

quedando como puntos de venta futuros, los hospitales y autoservicios.

Lo anterior está en función de nuestro volumen de producción, conocimiento de rutas de distribución, prefiriéndose la venta al contado.

Por lo que se cubrirán los mercados inicialmente planteados, ya que para atender hospitales (I.M.S.S., I.S.S.S.T.E.) y tiendas de autoservicio se requieren volúmenes muy fuertes de producción, así como una ayuda en la penetración en el gusto del consumidor (publicidad), además de que se requieren créditos de 30, 60 y 90 días.

III. 6. CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO TERMINADO, YOGURT CON FRUTA.

	%
Humedad	73.0 - 79.0
Grasa	1.0 - 3.0*
Acidez	0.8 - 0.95
Proteína	4.8 - 5.2
Lactosa	3.2 - 4.8
Carbohidratos totales	14.0 - 18.0
pH	4.2 - 4.5

La consistencia del yogurt debe ser cremosa y espesa con textura característica y brillante, de contornos lisos al corte, sin separación de suero.

*En 1975 en Food Standards Committee (Comité de Estándares Alimentarios) recomendó que la reglamentación del yogurt debe considerar las siguientes normas: "Yogurt" min 3.5% de grasa; "Yogurt parcialmente descremado" 1.0-2.0% de grasa; "Yogurt descremado" máx 0.3 % de grasa.¹⁸

18 Análisis químico de los alimentos de Pearson, Harold Egan, Ronald S. Kirk, Ronald Sawyer. Compañía Editorial Continental, S.A. DE C.V., México. 1987. Pág. 480.

IV. LOCALIZACION DE LA PLANTA.

Son catorce municipios, los que comprenden el Distrito Agrícola III, Texcoco. Todos tienen comunicación por carretera y otros medios, tanto con la capital de la República como con el municipio de Ixtapaluca, el que debido a su desarrollo económico como social, es el más viable, para la instalación de la planta elaboradora de yogurt.

IXTAPALUCA

Area territorial: 226.72 Km²

Límite: Limita con el Municipio de Texcoco, Chicoloapan y Los Reyes la Paz, al norte con el estado de Puebla, al Sureste, con Chalco y Tlamanalco al Sur, y con el Distrito Federal al Oeste.

Datos demográficos.

Población total (1990) = 137,357 hab.

Densidad de población = 605 hab/Km²

Población económicamente activa = 42%

Geografía.

La superficie es fundamentalmente llana, propicia para la agricultura de temporal. El municipio tiene una altura media de 2,550 metros sobre el nivel del mar.

La superficie de la localidad cuenta con tres arroyos; Cajones, Potrero y Palo hueco, cuyas aguas estan destinadas fundamentalmente a la agricultura en pequeña escala ya que su caudal no es muy grande.

Se caracteriza por un clima semifrío, subhúmedo con lluvias en verano, una precipitación en el mes más seco de 40 mm., y ligeras lluvias invernales.

La temperatura media anual es de 15°C con una máxima de 31°C y una mínima de 6°C, la precipitación promedio anual es de 800 mm. En los meses de octubre a noviembre se registran heladas. Tiene con una humedad relativa

mínima de 48%.¹⁹

IV. 1. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS.

Comunicaciones.

La carretera federal de cuota #150, autopista México Puebla, atraviesa el Distrito por su parte lateral, un ramal de carretera federal #115, pasa a todo lo largo del del Distrito Agrícola III. Además de ésta, parten tres carreteras estatales, a las poblaciones de San Martín, Mixquic y Tlahuac, estas dos últimas en el Distrito Federal.

El D. A. III es atravesado por los F.F.C.C. de México-Cd. Sahagún. Contando con servicios de correo, telégrafos y teléfono.

Energía Eléctrica.

Existe en el Distrito una subestación de la Compañía de Luz y Fuerza, la que recibe la corriente de 85 KW y baja su tensión a 23 KW, siendo esta línea la que surte de energía a las Industrias de la zona.

Combustible.

El suministro de combustible a la planta puede ser satisfecho, ya que se encuentran, puntos de distribución de gasolina y diesel a 5 Km de distancia por vía carretera.

Recursos Hidráulicos.

El suministro de agua, tanto para uso doméstico como industrial se realiza mediante la explotación de cuatro pozos, los que en conjunto dan un volumen de 10,800 m³/día.

¹⁹ Monografía de Chalco. S.A.R.H.

IV. 2. REQUISITOS DE UNA INSTALACIÓN PROCESADORA DE YOGURT.

- 1.- Contar con la producción suficiente y constante de leche para no tener retrasos en la producción.
- 2.- Instalaciones racionalmente proyectadas, bien equipadas, dotadas de los servicios necesarios, capaces de elaborar eficientemente el producto y envasarlo asépticamente.
- 3.- Contar con un personal capacitado, en los diferentes departamentos (Producción, Control de Calidad, Administración, etc.) así como contar con una dirección competente.
- 4.- Una adecuada inspección técnica y de laboratorio, tanto en las instalaciones como en el proceso y producto terminado. Y así aprobar cualquier inspección de las Autoridades Sanitarias.
- 5.- Un buen sistema de distribución del producto.

IV. 2. 1. TAMAÑO DE LA PLANTA.

Se parte de la experiencia de la producción artesanal de yogurt, en donde se procesan 1,500 Lts. de leche por día.

Para un nivel Microindustrial se propone un volumen a procesar de 3,000 Lts/día. Dicho volumen es para que sea posible su captación.

Se plantea trabajar con 1,500 Lt. por turno y dos lotes de incubación por cada uno, para procesar dicho volumen de leche.

Se tiene la siguiente clasificación para las plantas procesadoras de leche dada por la F.A.O.²⁰

1) Plantas pequeñas, son aquellas que manejan volúmenes no mayores de 20,000 Lt/día.

²⁰ Proyecto, Instalación, Funcionamiento y Determinación Analítica. Publicación de la F.A.O., O.N.U. Roma Italia 1954. Págs. 33 y 50.

2) Plantas medianas, son las que están en el rango e 25,000 a 50,000 Lt./día.

3) Plantas grandes, son las plantas que manejan volúmenes de más de 50,000 Lt./día.

Ya que la planta maneja un volumen de leche para una producción muy pequeña, ésta tiene las características de una Microindustria.

V. INGENIERIA DEL PROYECTO.

La Ingeniería del proyecto consiste en seleccionar y establecer el proceso de elaboración de yogurt así como plantear las especificaciones de los equipos requeridos y la preparación de los diagramas requeridos para la instalación de la planta.

a) Diagrama de Bloques del proceso

Presenta las diferentes operaciones a que se somete la leche, describiendo cada operación hasta la obtención del producto final.

b) Diagrama de flujo.

Representación esquemática de equipos, relacionando corrientes, lo cual sirve de base para los balances de materia y energía con respecto al fluido de proceso.

c) Diagrama de distribución de planta.

En este se ubican las áreas que ocupan los servicios, almacenes, oficinas y área de proceso en la planta.

d) Diagrama de distribución de equipo de proceso y servicios denominado Plot-Plant, se muestran los diferentes equipos ubicados en sus respectivas áreas.

e) Diagrama de tuberías.

Muestra las tuberías de proceso y de servicios con un Isométrico, en el cual muestra con detalle las conexiones a los equipos.

f) Cálculo de Servicios.

De acuerdo a los Balances de Materia y Energía se obtendrán los requerimientos de vapor, agua y refrigeración.

g) Selección de equipo de proceso y servicios.

Ya con las diferentes capacidades a manejar del producto y sus servicios, se elige el equipo requerido para cada operación.

h) Cálculo de tuberías de proceso y servicios.

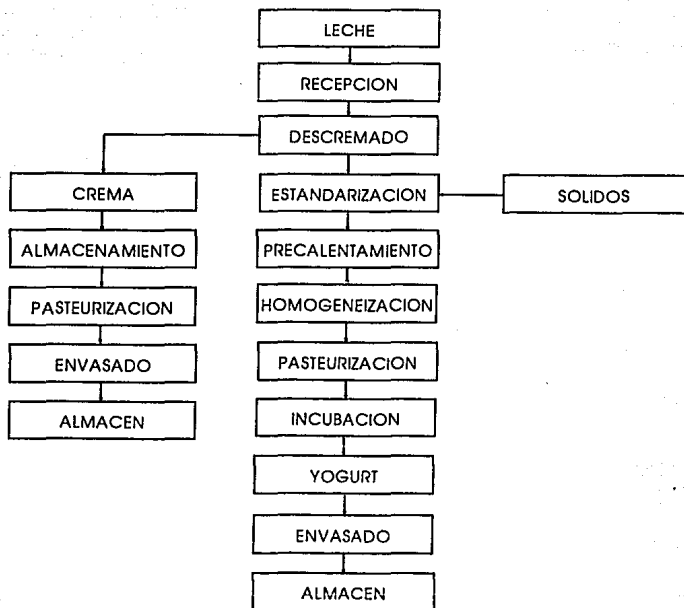
Con los flujos a manejar y el tipo de fluido se especifica la tubería requerida, tanto en su cédula como en su diámetro y material de construcción.

- l) **Diagramas eléctricos.**
Diagrama unifilar en el cual se representa la simbología de instalaciones eléctricas de la planta.
Diagrama de distribución de cargas, Incluye los motores a utilizar en el proceso.

- j) **Diagrama de refrigeración.**
Representación de los equipos, tuberías y válvulas del sistema de refrigeración.

V. 1. DIAGRAMA DE BLOQUES.

ELABORACION DE YOGURT



V. 2. DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE BLOQUES.

La recepción de la leche se hará en botes de acero inoxidable, en su recolección se hará un control de calidad, para evitar que se acepten leches contaminadas, con infecciones o leches adulteradas.

Si la leche es aceptada se pasará al tanque de recibo. Después la leche se bombea al filtro, cuya función principal es eliminar el material extraño a la leche, de tamaño grande, como pelo, o algún pedazo de pastura, a temperatura ambiente.

La leche es estandarizada aproximadamente a 3% de grasa. A la salida del descremador se encuentra un tubo de retorno de nata, que devuelve parte de ésta a la máquina.

Pasados algunos minutos se establece el equilibrio del contenido de grasa de leche.

Ya teniendo la crema separada, se procederá a su pasteurización a 63°C durante 30 min., la que posteriormente se enfriará a 45°C para ir finalmente a almacenarse, y mantenerse a una temperatura de 4°C hasta su salida.

Ya estandarizada la leche se bombeará a un tanque mezclador, donde se adicionará la leche en polvo (2%), con el objetivo de incrementar los sólidos totales, los cuales ayudarán a darle un mejor cuerpo y textura al producto final. Este tanque mezclador cuenta con un agitador, para ayudar a la disolución de la leche en polvo.

Después la leche es precalentada a 30°C, para posteriormente pasar al homogeneizador, esta es una bomba de desplazamiento positivo de tipo pistón, que impulsa la leche a través de una válvula especial para romper los glóbulos de grasa en partículas más pequeñas, que permanecen en suspensión en lugar de ascender para formar la capa de nata, al reducir los glóbulos de grasa se rompe la película proteica y así cambia la estructura química de la leche, propiciando además la incorporación de la leche en polvo.

La leche homogeneizada es sensible a las enzimas digestivas por lo que se digiere más fácilmente que la leche no homogeneizada.

Posteriormente pasa al pasteurizador, donde se mantendrá a 63°C por 30 min.,

que es la temperatura a la cual se asegura la destrucción del *Mycobacterium tuberculosis*, después se enfría a 45°C para pasarla al tanque de Incubación, que se encuentra aislado para mantener esta temperatura durante la incubación de 3 hr.

De 43° - 45 °C es la temperatura óptima de desarrollo del *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*, en este tanque se incubará con un cultivo madre que contiene *S. Thermophilus* y *L. Bulgaricus* en relación 1:1 adicionando al tanque un 2% del inoculo, simultaneamente se adicionará la mermelada en una proporción de 15% en peso.

La Incubación se lleva a cabo a temperatura de 43° - 45°C, en los tanques aislados para conservar esta temperatura y se encuentran tapados por término de 3 horas aproximadamente, en este tiempo se desarrolla una acidez de 0.8 a 0.9 % expresado como ácido láctico.

Se tendrán dos tanques de incubación para que inmediatamente que termine una incubación se lave y se llene de nuevo para poder procesar la leche en dos turnos.

El envasado se hará directamente a la salida del tanque de incubación en las mejores condiciones de higiene.

El envasado se hará a granel en cubetas de plástico, (polietileno) de 20 Kg. de capacidad, que posteriormente se almacenará en una cámara de refrigeración, el envasado de la crema también se hará en cubetas de plástico (polietileno) de 3 Kg. de capacidad.

En caso de tener que parar el proceso se podrá mantener la leche en el tanque de recibo en donde se almacenarán los 3000 litros de leche que se va a procesar en el día, se mantendrá la temperatura de 4°C, y que cuando se haya arreglado el desperfecto se precalentará la leche a temperatura de 20°C antes de entrar al descremado siguiendo posteriormente, la secuencia normal de trabajo.

V. 3. DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE FLUJO.

El diagrama de flujo contempla balances de materia y energía en cada operación a que es sometida la leche y se indican las diferentes características de la leche como la densidad, viscosidad, capacidad calorífica, gasto, así como caída de presión, temperatura y sólidos totales.

CUADRO VI. 3. 1.

Descripción de régimen continuo o batch, en el proceso del yogurt.

OPERACION	BATCH	CONTINUO	GASTO (Kg/h)
RECEPCION DE LECHE	-	✓	1 031.0
FILTRACION	-	✓	1 031.0
DESCREMADO	-	✓	984.14
ESTANDARIZADO	-	✓	791.01
PRECALENTADO	-	✓	791.01
HOMOGENEIZADO	-	✓	791.01
PASTEURIZADO	✓	-	791.01
INCUBACION	✓	-	927.86
ENVASADO DE YOGURT	✓	-	927.86
ALMACENAMIENTO DE YOGURT	✓	-	927.86
PASTEURIZACION DE CREMA	✓	-	141.00
ENFRIAMIENTO DE CREMA	✓	-	141.00

Fuente: Diagrama de flujo de elaboración de yogurt.

Los balances de materia y energía se realizaron de acuerdo al diagrama de proceso, con las siguientes ecuaciones.

Cálculos de balance de materia y energía.

El balance de materia se realizó en la descremadora, adición de leche en polvo, inoculo y mermelada.

Ecuación básica de balance de materia

$$A = B + C$$

Ecuación de balance por componente.

$$Ax_a = Bx_b + Cx_c$$

En donde:

A. Leche entera x_a - Porcentaje de grasa en corriente A.

B. Leche descremada x_b - Porcentaje de grasa en corriente B.

C. Crema x_c - Porcentaje de grasa en corriente C.

El balance de energía fue aplicado a las siguientes operaciones:

- a) Enflamiento.
- b) Pre calentamiento.
- c) Pasteurización: Leche y Crema.
- d) Enflamiento: Leche y Crema.

Ecuación básica de energía

$$Q = m C_p \Delta T$$

En donde:

Q - Cálculo absorbido o cedido por el fluido [Kj/h]

m - Flujo másico [Kg/h]

C_p - Capacidad calorífica del fluido [Kj/Kg°K]

ΔT - Diferencia de temperatura [°K]

Ver apéndice H.

V. 4. DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PLANTA.

Area de servicios.

En el área de servicios se considera el tamaño de los diferentes equipos de servicio como: caldera, banco de hielo, tratamiento de agua, que se encuentra en la planta baja del área de servicios; en la planta alta se encuentran el condensador, tanque de agua, tanque de diesel, compresor y equipo de vacío. Las dimensiones de cada una de las áreas de servicios es de 4.0 m x 9.0 m.

Ver apéndice H.

Area de proceso.

Esta área se obtuvo en base a los requerimientos de espacio en la distribución de equipos que se utilizan en el proceso, dejando como mínimo un espacio de 1.0 m, entre equipos, planteándose pasillos para el adecuado desenvolvimiento de las actividades de los diferentes departamentos que componen la planta.

El área de proceso tiene las dimensiones de 9.0 m x 9.0 m.

Area de mantenimiento.

En el área de mantenimiento se tiene herramientas y mobiliario, esta área tiene las dimensiones de 3.0 m x 4.5 m.

Area de laboratorio.

El laboratorio se encuentra a un lado del área de proceso para no perder mucho tiempo en la evaluación de la materia prima y evaluar el proceso de elaboración de yogurt; así como la evaluación del producto terminado.

Area de almacenamiento de materia prima.

En el área de materia prima se tomo en cuenta el lugar que ocuparán la leche en polvo, mermelada, cubetas, etiquetas, azúcar, sus dimensiones son 9.0 m x 3.0 m.

Area de comedor.

El comedor se encuentra en la parte de arriba del departamento de mantenimiento y tiene suficiente espacio para que consuman sus alimentos los operarios del turno; además se considera que hay estufa, fregadero y dos mesas.

Las dimensiones del comedor son de 4.0 m x 4.0 m.

Area de oficinas.

En las oficinas que estan arriba del laboratorio se lleva el control de la produccion, ventas y administracion de la planta. Sus dimensiones son de 5.0 m x 3.0 m.

Area de sanitarios.

Los baños se encuentran a un lado del almacen de producto terminado. Se cuenta con regaderas, inodoros, lavabos y lockers para cada baño. las dimensiones son de 4.0 m x 3.0 m.

Area de cámara de refrigeración de producto terminado.

La cámara de refrigeración cuenta con la capacidad para contener el yogurt y la crema, siendo las dimensiones de 5.0 m x 4.0 m, suficiente para contener:

3 711.44 Kg de yogurt (186 cubetas de 20 Kg c/u)

141.00 Kg de crema (47 cubetas de 3 Kg c/u)

Area total de la planta: 20.0 m x 21.0 m = 420.0 m²

V. 5. DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE EQUIPOS DE PROCESO.

En el diagrama se muestra la ubicación de los diferentes equipos y servicios en el área de proceso. Ver apéndice H.

Para realizar esto se tomó en cuenta las dimensiones de los diferentes equipos que se describen en el cuadro siguiente. Y se tomó un espacio entre pasillos de 1.5 m y de 1.0 m entre equipo y equipo.

CUADRO V. 5. 1.
Dimensiones de Equipo de Proceso. [metros]

EQUIPO	LARGO	ANCHO	ALTURA	DIAMETRO	PROVEEDOR
TANQUE DE RECIBO	1.20	1.0	1.0	-	I.P.S.A.
FILTRO	0.74	0.76	1.40	-	PURITY
DESCREMADORA	1.67	0.92	1.42	-	ALFA LAVAL
TANQUE DE CREMA	-	-	0.90	0.5	I.P.S.A.
TANQUE DE ENFRIAMIENTO	-	-	2.60	1.30	I.P.S.A.
TANQUE DE PASTEURIZACION	-	-	1.63	0.813	I.P.S.A.
HOMOGENEIZADOR	1.05	1.0	1.25	-	ALFA LAVAL
TANQUE DE INCUBACION	-	-	1.7	0.84	I.P.S.A.

Fuente: Especificaciones de proveedores.

V. 6. Diagrama de tuberías.

En este diagrama se representan los ramales de tuberías de servicios a los diferentes equipos de proceso de elaboración de yogurt, así como las tuberías que manejan la leche para alimentar cada equipo de proceso; en este diagrama también se contemplan los accesorios de las tuberías, como válvulas, tes, codos, etc.

Para determinar los diámetros de las tuberías se tomó en cuenta los flujos a manejar, las caídas de presión, etc.

El material de las tuberías se determinó tomando el fluido a manejar.

En el diagrama también aparecen los códigos de las tuberías del proceso y de servicios.

Ver apéndice H.

V. 7. Diagramas eléctricos: unificar y de cargas.

En el primer diagrama se observan las diferentes conexiones de los equipos de proceso a un pequeño tablero de control.

La corriente eléctrica será suministrada directamente de la Comisión Federal de Electricidad con un voltaje de 220 V.

En el diagrama de cargas se observan las potencias de motores de las bombas, de los equipos de proceso y de servicios utilizados en la planta.

Ver apéndice H.

V. 8. Diagrama de refrigeración.

En este diagrama se observa de manera global, a los diferentes equipos involucrados en el sistema planteado de refrigeración industrial. Se observa tanto el banco de hielo como la cámara de conservación y sus conexiones a la red de tuberías, válvulas. Así como diámetros de tubería y las especificaciones generales de los diferentes equipos.

VI. SERVICIOS REQUERIDOS EN LA PLANTA.

Los equipos que existen en una planta que procesa alimentos y en general en una planta química, se clasifican como equipos de proceso y equipos de servicio.

Los equipos de proceso son aquellos en los cuales se lleva a cabo los cambios necesarios de las propiedades físicas y químicas en el procesamiento de un producto.

Los equipos de servicios son aquellos que proporcionan los medios para la operación de los equipos de proceso.

SERVICIOS.

- 1.- Agua Tratada.
- 2.- Vapor
- 3.- Amoniaco.
- 4.- Combustible.
- 5.- Vacío.
- 6.- Electricidad.

Los servicios son tan importantes como el proceso mismo.

Los balances de materia y energía del proceso nos darán la información requerida para el cálculo de los servicios y servirán de base para la selección de equipos.

Existe otro tipo de servicios que son importantes para la planta de proceso; pero que están en segundo plano en el funcionamiento de la misma como son: mantenimiento, sistema contra incendios, etc.

VI. 1. Agua y Agua Tratada.

AGUA.

Es uno de los servicios principales de una planta procesadora de alimentos, ya que es indispensable, tanto para el proceso como para la limpieza de la planta.

AGUA TRATADA.

Es agua cruda a la cual se le ha eliminado la dureza, al pasarla por una resina de intercambio iónico, este método se le conoce como ablandamiento de agua.

La dureza del agua es una característica, debida principalmente a su contenido de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio, estas sales al depositarse en los equipos y tuberías hacen que se incrusten produciendo efectos perjudiciales en los procesos industriales, un ejemplo de esto es la disminución de la eficiencia de las calderas y disminución de la eficiencia de las calderas y disminución de la transferencia de calor en el pasteurizador.

El agua a utilizarse en una planta elaboradora de yogurt debe someterse a un tratamiento previo, el agua que se recibe en la planta es agua de suministro Municipal, la cual ha sido sometida a deaireación y separación de materia orgánica, pero no ha sido tratada para eliminar la dureza.

"Para eliminar la dureza de agua se utilizan ablandadores a base de Intercambio de Iones. Conforme el agua pasa a través de material de base, de estas unidades, los iones de calcio y magnesio del agua son retenidos por el material que deja escapar, a cambio de iones de sodio. El material se regenera con soluciones de NaCl al 10% o menos concentración".²¹

El material base en los ablandadores de Intercambio iónico puede ser sintético o natural, algunos de estos materiales se denominan zeolitas o zeolitas de intercambio básico.

21 Manual de Tratamiento de agua. Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. Ed. Limusa. Pág. 67.

VI. 2. Vapor.

El vapor se ha definido, como agua con altos valores de calor latente y entropía.²²

- a) Vapor húmedo, en el cual hay gotas de agua presentes.
- b) Vapor saturado seco, que se forma cuando toda el agua posible se evapora con un suministro de calor dado.
- c) Vapor sobrecalentado, que es vapor seco al cual se le añade más calor.

El medio más conveniente para los requerimientos de calor y en este caso para el equipo de pasteurización es el vapor saturado.

La mayor parte de las operaciones de calefacción en la industria de los productos lácteos, emplean vapor a presiones que van de los 4 a 12 Kg/cm².

La caldera y las tuberías de vapor deben ser capaces de tolerar altas presiones, por lo que respecto a las tuberías que conducen el vapor, se recomienda la utilización de un espesor de cédula 80.

El vapor de agua es el medio de calentamiento más económico en el rango de 121°C a 204°C.

A la temperatura de 400°C el vapor de agua es incosteable, de ahí que se usen sustitutos como los líquidos térmicos (Difenil óxido, Therminol 66).

22 Principios de la tecnología de Lácteos, Warner James N., AGT Editor 1979. Pág. 91.

VI. 3.- Amoníaco. (refrigeración).

Para el sistema de refrigeración se utilizará el amoníaco.

El amoníaco es el único refrigerante fuera del grupo de fluorocarburos que se usan bastante en la actualidad, es tóxico, inflamable y explosivo bajo ciertas condiciones, sus excelentes propiedades térmicas lo hacen ser un refrigerante ideal, para plantas de hielo, emparadoras así como almacenes de producto terminado.²³

Su manejo, si es realizado por personal experimentado, su naturaleza tóxica y explosiva, se minimiza y es de poca consecuencia.

El amoníaco es fácil de conseguir y es el más barato comparativamente con los refrigerantes fluorocarbonados, que son los más comúnmente usados.

Estos dos hechos junto con su estabilidad química, afinidad con el agua y no miscibilidad con el aceite, hacen al amoníaco un refrigerante ideal para ser usado en sistemas muy grandes donde la toxicidad no es un factor importante.

Otra característica de amoníaco es su acción corrosiva, por lo que debe evitarse utilizar tubería de cobre, por lo que se recomienda utilizar tubería de acero al carbono.

La refrigeración es un caso particular de transferencia térmica e incluye la producción y utilización de temperaturas inferiores a la temperatura ambiente mediante la utilización de diferentes refrigerantes. (F-12 diclorofluorometano - CHCl_2F ; R-717 amoníaco NH_3) De acuerdo a las características antes mencionadas, nosotros seleccionamos al NH_3 en el sistema de Refrigeración.

23 Mycom, Refrigeración, principios, diseño, aplicaciones, Mayokawa de México, S.A. Pág. 47.

VI. 4. Combustible.

DIESEL.

El combustible es la sustancia capaz de combinarse con el oxígeno desarrollando calor. Los combustibles empleados como fuentes de calor deben reunir las siguientes condiciones generales.

- 1) Encontrar disponibles, en abundancia y a buen precio.
- 2) Arder con facilidad y dejar pocas cenizas.
- 3) No desprender productos de combustión perjudiciales para las personas, los quemadores, las calderas u otras partes metálicas de las máquinas.
- 4) Poseer elevado poder calorífico.

El diesel es un combustible líquido natural derivado del petróleo intermedio entre el gasoil y el mazut. La temperatura a que se destila el diesel esta en el rango de 180°C y 300°C correspondiendo ésta a los aceites medios que son los subproductos de la destilación del petróleo.

La Asociación de Ensayo de Materiales (ASTM), ha clasificado el diesel como combustible derivado del petróleo N° 2, el cual es destilado para propósitos generales, calentamiento doméstico y para usarse en calderas y hornos que no requieren de combustible N° 1 (el cual es usado en máquinas que requieren una combustión más eficiente).²⁴

²⁴ Chemical Engineer's Handbook. Perry and Chilton. Ed. Mc Graw Hill. 1973, pág. 9-8.

VI. 5. Vacío.

El vacío esta considerado como la ausencia completa de materia (aire).

El vacío total es irrealizable. Con medios muy potentes se puede extraer el aire de una pequeña cámara hasta llegar a 10^{-7} mmHg. y aún en dicha cámara habrá millones de moléculas de aire por cm^3 .

El vacío se obtiene con bombas neumáticas de émbolos rotatorios, centrífugas y turbosopladores.

Los diferentes niveles de vacío están en función del tipo de servicio en el cual van a ser utilizados, por ejemplo.²⁵

- a) Evaporación para concentración de jugo de naranja.
Se requiere un vacío de 1" - 0.4" de Hg.
- b) Destilación para obtención de productos químicos.
Se requiere un vacío de 4" - 2" de Hg.
- c) Deaeración para separar aromas indeseables, en productos como leche y jugos; se requiere un vacío de 4" - 2" de Hg.
- d) Para transporte de productos en polvos secos.
Se requiere un vacío de 10" - 4" de Hg.

En nuestro caso el vacío se utilizará en deaeración para separar aromas indeseables que contiene la leche.

²⁵ Chemical Engineer's Handbook, Perry and Chilton, Ed. Mac Graw Hill, 1973, pág. 6-33.

VI. 6. Electricidad.

La potencia eléctrica es una forma importante de energía para la industria procesadora de alimentos; para el alumbrado, los motores, y demás instalaciones que requieren de energía eléctrica.

Hay dos clases de energía eléctrica; la corriente alterna (CA) y corriente directa (CD); la corriente alterna invierte su dirección o flujo. La velocidad con que se alterna el flujo en México es de 60 ciclos/seg. aún cuando algunos otros países es de 50 ciclos/seg.

La corriente directa fluye continuamente en una dirección. La corriente eléctrica se mide de diferentes maneras con referencia a su potencial, flujo y resistencia; las unidades más comunes son: el vatio, amperlo y voltio.²⁶

En corriente continua se tienen los siguientes rangos de voltaje: 50 V, 125 V, 250 V, 500 V, y en corriente alterna 127 V en una fase; 220 V, 440 V, en 2 y 3 fases; en 3 fases y en tensiones superiores a 1000 V son consideradas como alta tensión; en las instalaciones eléctricas, además se tienen otros rangos de voltaje con tensiones como 2200 V, 4160 V, 13800 V, etc.

La energía eléctrica tiene la posibilidad de ser transformada fácilmente en cualquier otra forma de energía con un rendimiento satisfactorio, transporte limpio, cómodo y económico, por líneas aéreas a grandes distancias. Posibilidad ilimitada de dividirla y usarla tanto en forma de corrientes muy fuertes como en ínfimas corrientes de los dispositivos electrónicos. Su único inconveniente es el no presentar un medio cómodo de almacenarla. Prácticamente se explota la energía hidráulica de los saltos y ríos; y la energía térmica que desprende la combustión de la hulla, principalmente para su generación.

Esta planta, debido a su consumo de electricidad, recibirá de la compañía suministradora la energía eléctrica, con un voltaje de 220, 3 fases.

26 El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales Harper, Gilberto E. Editorial Limusa, 1987, pág. 183

VI. 7. Tuberías.

La tubería es un conjunto hueco, cilíndrico que sirve para el transporte de fluidos, líquidos, gases, materiales pulverulentos, etc. Y su conexión puede ser bridada, roscada, soldada, etc. Las tuberías se fabrican en longitudes que varían de 4.88 m a 6.70 m.

Siendo común la longitud de 6.40 m, el material de fabricación de las tuberías esta de acuerdo con el uso o aplicación de la misma, así existen determinados materiales de fabricación para determinado sistema.

Los sistemas más importantes para tuberías son:

- 1.- Tubería para agua.
- 2.- Tubería de vapor.
- 3.- Tuberías para combustibles.
- 4.- Tubería para producto de proceso.
- 5.- Tubería para líquidos corrosivos.
- 6.- Tubería para líquidos refrigerantes.
- 7.- Tubería para mezclas aire-sólidos, etc.

Los materiales con los cuales se fabrican las tuberías son:

- a) Acero al carbón.
- b) Acero inoxidable.
- c) Hierro fundido.
- d) Cobre.
- e) PVC.
- f) Vidrio reforzado.
- g) Cemento, etc.

Se menciona brevemente a los diferentes accesorios que complementan a un sistema de tuberías.

Válvulas.

Son los dispositivos de la tuberías, que conectados a ellas permite interrumpir o regular el fluido que circula por la tubería.

El tipo de acción que ha de realizar la válvula y las características del fluido son

los elementos básicos a la hora de especificar válvula, por lo que se refiere al tipo de obturador y los materiales a utilizar en las diversas partes de la misma y de un modo particular para las partes internas que realizan el cierre. Las válvulas se pueden clasificar en forma general como sigue:

- 1.- De compuerta, trabaja totalmente abiertas o cerradas.
- 2.- De globo, permiten una regulación del caudal.
- 3.- De alivio y seguridad, desfogan el exceso de presión.
- 4.- De control, para un exacto control a alta presión.
- 5.- Macho, para servicio general de cierre y apertura.
- 6.- De bola, es un tipo de retentora, pero más eficiente.
- 7.- De retención o check, para cuando se desea flujo unidireccional.

Bridas.

Son elementos de unión que permiten conectar las tuberías a las válvulas, accesorios y unir tramos de tubos entre sí.

Codos y Tes.

Los codos son accesorios que facilitan la instalación de tubería en los cambios de dirección, ya que sin ellos, solamente se lograría por flexión de la misma tubería.

Otro accesorio indispensable y que tiene un parecido con la letra "T" por lo que es conocida con el nombre de "Te".

Por la forma de esta conexión, esta sirve para construir ramales de un sistema principal, cuando las condiciones así lo requieren.

Reducciones.

En el diseño de tuberías constantemente se presenta el caso, de hacer cambios en el diámetro de una misma línea, usándose el accesorio llamado reducción, para hacer la conexión entre las tuberías de distintas dimensiones.

Tapones.

Cuando es necesario obturar el paso de un fluido por las tuberías de algún tramo de esta, se usan los tapones cachucha, los tapones macho y las bridas ciegas tienen el mismo objeto que los tapones.

Soportes, guías y apoyos.

Un sistema de tuberías puede describirse, como una estructura irregular en el espacio, pero debido a sus proporciones esbeltas ésta no puede autotransportarse o guiarse. También influyen las temperaturas de operación o la presión, ya que pueden generar esfuerzos apreciables que reduzcan la resistencia del material, de tal manera que se requiere de ayuda estructural. Por otro lado se deberá proteger equipos delicados, controlar vibraciones, resistir vientos, sismos, impactos o limitar movimiento a la línea y espaciamiento adecuado de los anclajes, del sistema de tuberías.

Estandares y normas de tuberías.

Las normas de tuberías aprobadas por la Asociación Americana de Estandares, comprende la mayoría de las normas que rigen el diseño de los sistemas de tuberías, válvulas y accesorios. La mayor parte de estos estandares están respaldados por la Sociedad Americana de Normas (ASME), la Sociedad Americana de Obras Hidráulicas (AWWA), y la Sociedad de Ensayo de Materiales (ASTM).²⁷

VI. 7. 1.- Secuencia de cálculo de tuberías.

de Reynolds.- Número adimensional que nos indica la naturaleza del fluido en un ducto. (Es una relación entre la fuerza de inercia y la fuerza de la viscosidad)

Para líquidos;

$$\#Re = d v \rho / \mu$$

Fluidos compresibles:

$$\#Re = 354 W / d \mu$$

Donde:

d - Diámetro de la tubería.

v - Velocidad del fluido

ρ - Densidad del fluido

μ - Viscosidad del fluido.

W - Flujo másico.

27 Diseño de tuberías para plantas de proceso, Rose Howard F. Editorial Blume, año 1973, pág.3

Si el $\#Re \leq 2000$ se considera Flujo Laminar.

$2000 \leq \#Re \leq 4000$ Se considera Flujo de Transición.

$\#Re > 4000$ Se considera flujo Turbulento.

2.- Relación e/D .- Número adimensional que esta en función del tipo de tubería, y que nos indica la rugosidad relativa de esta. Da el tamaño de la imperfecciones de la tubería en cm/cm.

3.- f - Denominado coeficiente de fricción y que esta graficado en el diagrama de Moody. Y cuando el flujo es laminar $f=64/\#Re$ y si es turbulento se utiliza el Diagrama de Moody. Se entra a la gráfica con el $\#Re$, se interseca con la curva del e/D correspondiente, encontrándose el valor de f a la izquierda de la mencionada gráfica.

4.- Ecuación de Bernoulli.- Su representación matemática es la siguiente:

$$Wf = 144(P_2 - P_1)/\delta + [V_2^2 - V_1^2/2\alpha g] + [Z_2 - Z_1] g/g_c + H_{fs} \text{ ————— (Sistema Inglés)}$$

$$Wf = P_2 - P_1/\delta g + [V_2^2 - V_1^2/2\alpha g] + [Z_2 - Z_1] g/g_c + H_{fs} \text{ — (Sistema Internacional)}^{28}$$

Donde cada uno de los términos representa una energía por masa.

Que de un modo global indica la diferencia de presión, cambio de velocidad y de altura, además de pérdidas por fricción entre dos puntos.

El término Wf es la sumatoria de las mencionadas energías, cuyo valor es la energía que se requiere suministrar para satisfacer los requerimientos del sistema.

Alguna parte de la energía se convierte en calor debido a la fricción, pero se ha supuesto que el sistema permanece a temperatura constante.

Por tanto se supone que este calor se pierde por radiación.

Por último, el valor de α el cual es un factor adimensional, para flujo en régimen turbulento es de 1.0 y para régimen laminar es de 0.5

Potencia al freno.- Es la potencia absorbida por la bomba en su eje, y la ecuación que representa a la Potencia al freno (brake Horse Power) es la siguiente:

28 Flujo de fluidos, Crane, Editorial Mc Graw Hill, 1988. Pág. 1-6.

$$\text{BHp} = q W_f \text{ Pesp.} / 3960 n \text{ ——— Sist. Ingles}$$

Siendo en el Sistema Métrico, equivalente a la anterior:

$$\text{CV} = Q W_f \text{ Pesp.} / 75 n$$

Donde los diferentes términos significan:

		S. Inglés	S. Métrico.
Q	Gasto	gal/min	Lt/seg
W_f	Trabajo requerido	ft-Lbf/Lb _m	m-Kgf/Kgm
Pesp	Peso específico	Adimensional	adimensional
n	Eficiencia de la bomba	0.4 - 0.85	0.4 - 0.85

VII. CALCULOS.

VII. 1. Cálculos de Proceso.

CUADRO VII. 1
Aplicación del balance de materia en la elaboración de yogurt.

CONCEPTO	GASTO [Kg/h]	DENSIDAD [Kg/m ³]	% GRASA	% S. TOTALES
Leche entera	1 031.00	1 031.0	4.0	13.10
L. descremada	984.14	1 034.0	3.0	12.10
L. estandarizada	791.01*	1 038.0	2.94	13.47
Yogurt	927.86*	1 083.0	2.51	24.23
Crema	141.00*	930.0	25.00	31.68

*Batch de 30 min. Fuente: Datos obtenidos de cálculos

CUADRO VII. 2.
Aplicación del balance de energía en la elaboración de yogurt.

OPERACION	MASA Kg/h	Cp Kj/Kg°K	Temp. Ent. °K	Temp. Sal. °K	Q Kj/h
ENFRIAMIENTO I	1 031.00	3.850	293.15	277.15	63 509.60
PRECALENT. I*	984.14	3.974	277.15	293.15	62 575.56
PRECALENT. II*	791.01	4.245	293.15	303.15	33 578.37
PASTEURIZACION*	791.01	4.245	303.15	336.15	110 808.64
ENFRIAMIENTO II*	791.01	4.245	336.15	318.15	60 441.07
Aplicación del balance de energía en la crema					
PASTEURIZACION*	141.0	3.932	293.15	336.15	23 839.72
ENFRIAMIENTO*	141.0	3.932	336.15	318.15	9 979.42

* Batch de 30 min. Fuente: Datos obtenidos de cálculos

Enfriamiento I y Pre calentamiento I se llevarán a cabo si existe algún problema en la línea de proceso de elaboración de yogurt, se procederá a enfriar la leche en el tanque de recibo.

Los 141.0 Kg de crema son los obtenidos por día de trabajo.

VII. 2. Cálculo de Servicios.

VII. 2. 1. Agua Tratada.

Este servicio se utiliza como agente de transferencia de calor, ya sea como medio de calentamiento o de enfriamiento.

Esta agua tiene las características de dureza de 4-8 ppm; en función de los diferentes balances de energía nosotros obtuvimos las cantidades de agua requerida con el siguiente cálculo.

Se partió de una Q [Calor] (KJ/h) requerido para el enfriamiento y un Q para el calentamiento, ver cuadro VII. 2., y de acuerdo con la ecuación:

$$Q = m C_p \Delta T$$

Despejando m

$$m = \frac{Q}{C_p \Delta T}$$

En donde:

C_p . Capacidad calorífica del agua [KJ/Kg°K]

ΔT . Temp. de salida - Temp. de entrada del agua [°K]

Q . Calor necesario a ceder o absorber [KJ/h]

m . Flujo másico requerido de agua [Kg/h]

El agua utilizada en los diferentes equipos es tratada para evitar incrustaciones en los equipos y tuberías. Ver apéndice C.

En la siguiente tabla aparecen los valores utilizados de agua en los diferentes equipos.:

CUADRO VII. 2. 1.
UTILIZACION DE AGUA EN LA PLANTA

AGUA PARA ELABORAR EL YOGURT								
OPERACION	Q Kj/h	Kj/min	Temp. Ent. °K	Temp. Sal. °K	m H ₂ O Fría Kg/h Kg/min		m H ₂ O Cal. Kg/hr Kg/min	
Enfriamiento I	63 509.6	1 058.5	275.15	280.15	3 013.2	50.22	-	-
Precal. I	62 575.56	1 042.93	339.15	319.15	-	-	746.72	12.44
Precal. II*	33 578.37	1 119.28	339.15	319.15	-	-	320.55	10.68
Pasteurización*	110 808.64	3 693.62	363.15	339.15	-	-	1 097.2	36.57
Enfriam. II*	60 441.07	2 014.70	275.15	280.15	2 869.0	95.6	-	-
AGUA PARA PROCESAR CREMA								
Pasteurización*	23 839.72	794.65	363.15	339.15	-	-	236.05	7.87
Enfriam.*	9 979.42	166.32	275.15	280.15	473.52	15.78	-	-

Fuente: Datos obtenidos de cálculos.

*Batch = 30 min.

Cp. H₂O [275.15°K] = 4.215 Kj/°K

Cp. H₂O [363.15°K] = 4.208 Kj/Kg°K

Valor de agua fría = 161.6 Kg/min = 9 696.0 Kg/h

Valor de Agua Caliente = 44.44 Kg/min = 2 666.4 Kg/h

Total de Agua de proceso = 12 362.4 Kg/h

VII. 2. 2. VAPOR

Para calcular la cantidad que se requiere del mismo, se debe identificar los puntos de consumo de vapor, en este caso la pasteurización de la leche y la crema, teniendo que las cantidades de energía suministrada por el vapor se obtiene aplicando la ecuación básica de energía, antes mencionada.

En donde:

- Q. - Energía para calentar.
(Pasteurización de leche o crema).
- m. - Masa de leche o crema
- Cp - Capacidad Calorífica de leche o crema
- ΔT - Diferencia de temperatura.
(T° past. - T° ent.)

$$Q = m C_p \Delta T.$$

CUADRO VII. 2. 2. 1.
Cálculo de la energía requerida para pasteurizar.

m Kg/Batch	Cp Kj/Kg°K	T° past. °K	T° ent. °K	Q *Kj/Batch
LECHE				
791.01	4.245	336.15	303.15	110 808.64
CREMA				
141.0	3.932	336.15	293.15	23 839.72

Fuente: Datos obtenidos de cálculos

*BATCH de 30 min. Se tendrán 4 batch para leche en 2 turnos y 1 batch para crema. El Pasteurizador es un equipo, que maneja mezcla líquido-vapor saturado, inyectado a la chaqueta del tanque; esto es para tener un control constante de la temperatura y evitar una importante desnaturalización de la leche debido a la localización del calentamiento en un sólo punto.

De ahí que se requiera saber la cantidad de agua a calentar para después alimentarla al pasteurizador.

Para determinar la cantidad de agua que se requiere para pasteurizar se vuelve a utilizar la ecuación básica de energía:

$$Q = m C_p \Delta T \quad \text{despejando ahora la masa.}$$

$$m = Q / C_p \Delta T \quad \text{de donde se obtiene lo siguiente:}$$

CUADRO VII. 2. 2. 2.
Cálculo del agua de calentamiento para el pasteurizador.

Q KJ/min	Cp H ₂ O KJ/Kg °K	T° sal. H ₂ O °K	T° ent. H ₂ O °K	m H ₂ O *Kg/min
LECHE				
3 693.62	4.208	339.15	363.15	36.57
CREMA				
794.65	4.208	339.15	363.15	7.87

Fuente: Datos obtenidos de cálculos, ver cuadro VII. 2. 1.

Ahora bien cuánto vapor es necesario para calentar agua en las pasteurizaciones.

Balace de energía

$$Q = m H_2O C_p^* \Delta T = m C_p \Delta T + \lambda m$$

Donde:

- Q. Cantidad de calor para calentar el agua [KJ/h]
- m H₂O. Cantidad de agua a calentar [Kg/h]
- Cp*. Capacidad Calorífica del agua [KJ/Kg °K]
- T. Diferencia de temperaturas [°K]
- m. Masa de vapor
- λ. Diferencia de entalpías de la fase líquida a la gaseosa del agua, cambio de fase 2 114.82 KJ/Kg a Presión absoluta²⁹, a 4 Kg/m², vapor saturado.
- Cp. Capacidad calorífica del vapor [KJ/Kg °K]

De la ecuación anterior se despeja la masa de vapor dando los siguientes

²⁹ Principios de la Tecnología de Lácteos. James V Warner. AGT Editor S.A. 1979. Pág. 145.

resultados.

Masa de vapor [Kg/Batch]	Batch de 30 min.
44.83	Pasteurización de Leche
9.65	Pasteurización de crema.
Valor máximo de vapor.- 44.83 Kg/Batch.	

La caldera trabajará 1 hr antes, para proveernos el vapor requerido para un Batch de pasteurización. Manejándose al día 5 Batches, de 0.5 horas cada uno.

El agua que sale del pasteurizador de leche se utilizará para realizar los precalentamientos requeridos en el proceso.

VII. 2. 3 Agua sin tratar.

El sistema de distribución de agua para el servicio de la planta, se inicia a partir de la cisterna, la cual recibe el agua "cruda" de la red municipal, pasando al tanque elevado, para de ahí distribuirse, tanto a la zona de tratamiento de agua, como al resto de la planta.

Así tomando en cuenta los diferentes consumos de agua cruda, los cuales se pueden observar en el siguiente cuadro.

CUADRO VII. 2. 3.
Consumo de agua cruda en la planta.

Consumo en:	m ³ /día
Oficinas, comedor, baños ^(a)	0.84
Limpieza ^(b)	1.50
Reposición de agua de proceso (Del agua total tratada el 20%)	2.47
Para generación de vapor (Considerando 4.5 hr. de trabajo)	0.40
Total	5.21

Fuente: Datos obtenidos de cálculos, donde (a)³⁰ y (b)³¹

30 Diseño de Instalaciones Industriales. Stephan Konz. Editorial Limusa. Kansas Satate University. 1991. Pág. 337.

31 Yogurt, Ciencia y Tecnología. A. Y. Tamime. R. K. Robinson. Editorial Acribla S.A. Zaragoza (España). 1991, pág. 196.

La cisterna tendrá la capacidad de manejar el agua requerida en dos turnos de 8 horas; siendo el volumen necesario de $5.21 \text{ m}^3/\text{h}$, con un margen de seguridad de 10%, por lo que se tendrá $5.73 \text{ m}^3 \approx 5.8 \text{ m}^3$.

La cisterna estará abajo del nivel del piso y sus dimensiones son: 2.9 m largo x 2.0 m ancho x 1.0 m altura.

El agua para limpieza y para reposición de agua de proceso se tomará directamente de la cisterna.

El tanque elevado estará recibiendo agua de la cisterna y tendrá una capacidad de 1 día del agua requerida para oficinas.

VII. 2. 4.- REFRIGERACION.

El sistema de refrigeración se determinó en base a los requerimientos de calor a absorber por el agua fría requerida para el enfriamiento de leche, crema y cámara de refrigeración de producto terminado.

En el cálculo del sistema de refrigeración se consideró el siguiente procedimiento:

Para el cálculo de la temperatura de evaporación del Banco de Hielo se tiene la siguiente ecuación:

$$T_{0BH} = T_a - \Delta T$$

T_{0BH} = Temperatura de evaporación del Banco de Hielo.

T_a = Temperatura de agua fría requerida para proceso.

ΔT = Diferencia de temperatura de evaporación menos temperatura de agua fría³¹.

Para la temperatura de evaporación de la Cámara de refrigeración se tiene la siguiente ecuación:

$$T_o = T_c - \Delta T$$

T_o = Temperatura de evaporación de la cámara de refrigeración.

T_c = Temperatura de la Cámara de refrigeración.

ΔT = Diferencia de temperatura de cámara menos temperatura de rocío.

T_r = Temperatura de rocío f (H.R. y temperatura de cámara).
H.R. = Es la Humedad Relativa media del Municipio de Ixtapaluca.

Con la temperatura de bulbo seco y el cruce con la Humedad relativa y deslizándose horizontalmente hasta la saturación se lee la temperatura de rocío, en la carta psicrométrica.

Para el cálculo de la Temperatura de condensación se usa la siguiente ecuación:

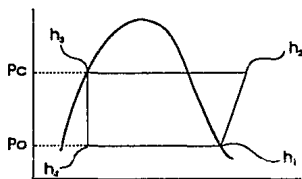
$$T_{cond} = \bar{T}_{amb} + \Delta T$$

T_{cond} = Temperatura de condensación.

\bar{T}_{amb} = Temperatura del mes más caliente en el Municipio de Ixtapaluca.

ΔT = Ya que la temperatura en el condensador deberá ser mayor que la temperatura ambiente, para que pueda efectuarse la transferencia de calor. Por lo que se considera un incremento de 10°C por encima de la temperatura ambiente.³²

Ciclo de Refrigeración.



En lo que se refiere al subenfriamiento se toma 10° lo más recomendable en la práctica, esto puede efectuarse en varias partes del sistema; en la tubería del sistema que va del condensador al recipiente de líquido; en el mismo recipiente de líquido mientras se encuentra almacenado el líquido refrigerante.

Con respecto al sobrecalentamiento se toma 10° normalmente, pero se deberá evitar en lo posible, aislando las tuberías en la zona de succión.

32 Tratado práctico de refrigeración automática. Alarcón Creus, J. Ed. Marcombo, 1984. Pág. 105.

Los datos de Presión, entalpía y volumen específico se tomaron de tablas de NH_3 .

Con temperatura de condensación se obtiene; Presión de condensación y entalpía de líquido saturado.

Con temperatura de Evaporación se obtiene; Presión de evaporación, entalpía y volumen específico de vapor saturado.

Ecuaciones para el cálculo del Sistema de Refrigeración.

En donde:

$$q_0 = h_1 - h_4$$

q_0 .- Producción frigorífica específica que es la cantidad de calor absorbido por unidad de peso del NH_3 (Kj/Kg).

$$G = \frac{Q_0}{q_0}$$

h_1 .- Entalpía de vapor saturado (Kj/hr).

$$V = G v$$

h_4 .- Entalpía de mezcla líquido vapor, es igual a h_3 con 10° de subenfriamiento.

$$\Delta T_r = h_2 - \frac{h_1}{\mu}$$

G .- Caudal de peso del NH_3 que se utiliza en el sistema por hora (Kg/hr)

$$\Delta T = \Delta T_r G$$

Q_0 .- Potencia frigorífica, es la cantidad de calor absorbido en un tiempo determinado (Kj/hr).

$$K_i = \frac{Q_0}{\Delta T}$$

V .- Caudal de volumen desplazado por el compresor (m^3/hr)

$$N_i = \frac{Q_0}{K_i}$$

v .- Volumen específico de vapor saturado (m^3/Kg).

$$N_t = \frac{N_i}{\mu} \mu_e$$

ΔT_r .- Equivalente específico del trabajo de compresión, cantidad de trabajo en Kj que hay que aplicar en el compresor por cada Kg de NH_3 (Kj/Kg).

$$\epsilon = \frac{Q}{\Delta T}$$

ΔT .- Equivalente total de trabajo de compresión expresado en (Kj/hr).

$$\varepsilon_0 = \frac{T_0}{T - T_0}$$

$$\mu = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} < 1$$

K_i .- Cantidad que absorbe la instalación por cada Kw-hr aplicado.

N_i .- Potencia mecánica requerida, para el funcionamiento del compresor.

N_t .- Potencia total, que involucra pérdidas por fricción y pérdidas por energía eléctrica.

ε .- Coeficiente de trabajo, los KJ eliminados por cada hora de trabajo total de compresión.

ε_0 .- Coeficiente de rendimiento del trabajo del compresor, se expresa como correlación de temperaturas en donde éste disminuye a medida que se incrementa el diferencial de temperaturas que se da entre la temperatura de evaporación y la temperatura de condensación.

μ .- Rendimiento económico, es la relación que existe entre el coeficiente frigorífico real y el coeficiente frigorífico referido al ciclo de Carnot, siendo adimensional.

Esto se realizó para el sistema de refrigeración que contempla las cargas térmicas de los siguientes puntos:

- a) Banco de hielo.
- b) Cámara de refrigeración.

VII. 2. 4. 1. Cálculo de requerimientos de enfriamiento.

Como se mencionó anteriormente el sistema, se diseñó en base a los requerimientos de calor a absorber por, el agua fría y cámara de refrigeración del producto terminado.

El enfriamiento del agua de proceso se hará en el banco de hielo de acuerdo al requerimiento de cada operación de enfriamiento y su tiempo de utilización lo cual se observa en los cuadros VII. 2. 4. 1. 1 y VII. 2. 4. 1. 2.

CUADRO VII. 2. 4. 1. 1.
Cálculos de requerimiento de agua fría.

OPERACION	Q Kj/hr	TEMP. DE ENT. °K	TEMP. DE SAL. °K	M H ₂ O Kg/hr
Enfriador de leche	63 509.6	275.15	280.15	3 013.2
Enf. de leche pasteurizada	60 441.07	275.15	280.15	2 868.0
Enf. de crema pasteurizada	9 979.42	275.15	280.15	473.52

Fuente: Datos obtenidos de cálculos

Carga térmica del agua fría, requerida para el proceso

Para asegurar el abastecimiento de agua fría, se tiene un banco de hielo cuya capacidad esta en base a los requerimientos de los equipos que la utilizan; esta agua será tratada y se tendrá un porcentaje de recuperación del 80% para ser utilizada nuevamente.

CUADRO VII. 2. 4. 1. 2.
Requerimientos de hielo.

OPERACION	Q Kj/hr	Q Kj/min	Tiempo Requerido (min)	Kj Requerido
Enfriamiento de leche I	63 509.60	1 058.50	180	190 530.0
Enf. leche pasteurizada	60 441.07	2 014.70	120	241 764.0
Enf. crema pasteurizada	9 979.42	332.65	30	9 979.5
				442 273.5 Kj

Fuente: Datos obtenidos de cálculos

Se consideran 8 hr para la formación de hielo requerido que corresponde a $442\ 273.5\ \text{Kj} / 8\ \text{hr} = 55\ 284.2\ \text{Kj/hr}$

En la carga térmica de la cámara de almacenamiento, se consideran los puntos enunciados en el cuadro VII. 2. 4. 1. 3, obteniéndose una carga térmica por día.

Dicha cámara tiene la capacidad para manejar 3 711.44 Kg de yogurt y 141.0 Kg de crema a una temperatura de almacenamiento de 4°C.

CUADRO VII. 2. 4. 1. 3.
Carga Térmica de Cámara de Almacenamiento.

CONCEPTO	TEMP. ENT °K	TEMP. SAL. °K	Cp KJ/Kg°K	M Kg	Q Kj/día
Cubetas para crema	318.15	277.15	1.8828	23.5	1 814.10
Cubetas para yogurt	318.15	277.15	1.8828	186.0	14 358.23
Yogurt	318.15	277.15	3.800	3711.44	578 244.35
Crema	318.15	277.15	3.932	141.0	22 730.90
Techo y paredes	-	-	-	-	85 346.40*
Tarimas	318.15	277.15	0.4914	24.0	483.54
Ocupantes	-	-	-	-	3 542.64*
Motores	-	-	-	-	58 556.55*
Iluminación	-	-	-	-	1 152.00*
Cambios de aire	-	-	-	-	49 570.24*
					815 798.95

*Fuente: Los cálculos se encuentran en el Apéndice D

El peso de las cubetas para yogurt es de 1.00 Kg y se necesitan 186 cubetas, para la crema se necesitan 47 cubetas cuyo peso es de 0.250 Kg por cubeta. Se necesitan 8 tarimas, 7 tarimas para yogurt con 27 cubetas cada una y una tarima para la crema.

Q = 815 798.95 Kj/día. Para la selección del difusor se considera un funcionamiento de 20 horas, con 4 horas de descarche y se requiere una unidad modelo BR-288 YORK-RECOLD, con una capacidad de 50 960 Kj/hr. Ya que se requiere que maneje 40 790 Kj/hr.

Para el cálculo del compresor el cual trabajará 16 horas al día, se considera lo siguiente:

$$Q = 815 798.95 \text{ Kj/día} \times \text{día}/16 \text{ hr} = 50 987.43 \text{ Kj/hr.}$$

VII. 2. 4. 2. Cálculo del sistema de refrigeración.

El requerimiento de frío se concreta en dos puntos:

Agua fría para enfriamiento, la cual será suministrada por un banco de hielo. Y la conservación del producto en una atmósfera de (2° a 4 °C). Siendo la carga de 112 873.03 KJ/hr a ser manejada por el sistema de refrigeración, lo que se desglosa a continuación:

	Kj/hr
Banco de hielo	55 284.20
Cámara de almacenamiento	50 987.43
Subtotal	106 276.63
5% Seguridad	5 313.83
Carga Térmica Total	111 590.46 (8.81 T.R.)

Con respecto a la temperatura de evaporación tenemos 2 equipos de evaporación:

a) Cámara de almacenamiento

$$T_0 = 4^{\circ}\text{C} - [4^{\circ}\text{C} - (-3.7^{\circ}\text{C})] = -3.7^{\circ}\text{C}$$

Temperatura de evaporación en la cámara de refrigeración

b) Temperatura de evaporación del banco de hielo

$$T_{0BH} = 2^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C} = -6^{\circ}\text{C}$$

Se eligió la temperatura de $T_0 = -6.6^{\circ}\text{C}$ (20°F) de acuerdo a tablas de selección de refrigeración.

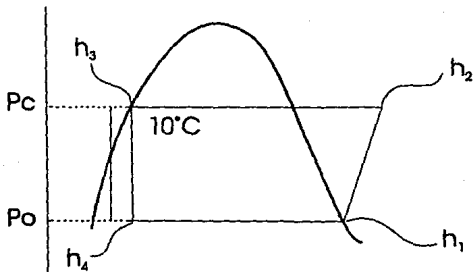
Esta temperatura es la más baja de evaporación para diseñar el sistema de refrigeración, ya que la otra temperatura como es más alta se puede regular en el sistema.

Con respecto a la temperatura de condensación, se tiene:

$$T_{\text{cond}} = 30^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C}$$

Obteniéndose de diagrama de amoníaco y su respectivas tablas lo siguiente

Q	T ₀	T _c	P ₀	P _c
KJ/hr	266.55°K	313.15°K	333.53 KN/m ²	1 554 KN/m ²
111 590.46	(-6.6°C)	(40°C)	3.401 Kg/m ²	15.84 Kg/cm ²



Las presiones son absolutas.

h_4 - Líquido saturado con 10° de subenfriamiento estimado, el cual se lleva a cabo en el recipiente del líquido y tuberías antes de entrar al evaporador.

$$h_1 = 400 \text{ Kcal/Kg} = 1674.72 \text{ KJ/Kg}$$

$$h_2 = 456 \text{ Kcal/Kg} = 1909.20 \text{ KJ/Kg}$$

$$h_3 = h_4 = 134 \text{ Kcal/Kg} = 560.66 \text{ KJ/Kg}$$

Utilizando las ecuaciones planteadas en VII. 2. 4:

$$1.- q_0 = h_1 - h_4$$

$$q_0 = (1674.72 \text{ KJ/Kg} - 561.03 \text{ KJ/Kg})$$

$$q_0 = 1113.69 \text{ KJ/Kg}$$

$$2.- Q_0 = 8.81 \text{ T.R.} (111590.46 \text{ KJ/hr})$$

$$3.- G = Q_0 / q_0 = \frac{111590.46 \text{ KJ/hr}}{1113.69 \text{ KJ/Kg}} = 100.20 \text{ Kg/hr}$$

$$4.- v_1 \Big|_{\substack{\text{presión baja} \\ @ 333.53 \text{ KN/m}^2}} = 0.368 \text{ m}^3/\text{Kg}$$

Sustituyendo el valor anterior en la ecuación:

$$V = (100.20 \text{ Kg/hr}) (0.368 \text{ m}^3/\text{Kg})$$

$$V = 36.87 \text{ m}^3/\text{hr de gas NH}_3$$

Este es el valor de volumen que teóricamente debe ser manejado por el pistón, para evitar choques entre el pistón y las válvulas, se plantean un rendimiento volumétrico real:

$$\lambda_{\text{real}}^{33} = 0.88$$

$$V = \frac{G}{\lambda_{\text{real}}} = 41.90 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Con la consideración de λ_{real} se tiene que para el Q_0 inicialmente planteado, se requiere manejar $41.90 \text{ m}^3/\text{hr}$ de NH_3 .

El trabajo de compresión necesario para ese volumen de gas, considerando que el vapor va al compresor como vapor saturado a la temperatura y presión de succión.

$$5.- \Delta \tau = h_2 - h_1$$

$$\Delta \tau = 1909.20 \text{ KJ/Kg} - 1674.72 \text{ KJ/Kg}$$

$$\Delta \tau = 234.48 \text{ KJ/Kg Trabajo de compresión.}$$

Y aquí se debe considerar el factor de rendimiento de compresión de acuerdo a la relación de presión $P/P_0 = 1554.36 / 333.53 = 4.04$. Con este valor de la relación de compresión, se entra a la gráfica³² y se obtiene $\mu = 0.77$

$$\Delta \tau_{\text{real}} = \frac{h_2 - h_1}{\mu} = \frac{234.48 \text{ KJ/Kg}}{0.77} = 304.52 \text{ KJ/Kg}$$

Se requiere ahora tener el trabajo total de compresión.

$$6.- \Delta T = \Delta \tau_{\text{real}} G$$

$$= (304.52 \text{ KJ/Kg}) (100.20 \text{ Kg/hr})$$

$$= 30512.90 \text{ KJ/hr}$$

33 Manual de refrigeración, principios, diseño y aplicación. Mycon. Mayekawa de México, S.A. Año 1990. Pág. 72.

Se obtiene ahora la potencia frigorífica específica requerida (Kw - hr) por cada KJ manejado.

$$\begin{aligned} 7.- \quad K_i &= q_0 / \Delta T_{\text{real}} \times 3600 \\ &= \frac{1113.69 \text{ KJ/Kg}}{304.52 \text{ KJ/Kg}} \times 3600 \\ &= 13165.914 \text{ KJ/Kw-hr} \end{aligned}$$

Ahora bien la potencia del compresor se da por:

$$\begin{aligned} 8.- \quad N_i &= \frac{Q_0}{K_i} = \frac{111590.46 \text{ KJ/hr}}{13165.91 \text{ KJ/kw-hr}} \\ &= 8.47 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Ahora considerando las siguientes eficiencias.³⁴

μ_m = mecánica = 0.85

μ_e = eléctrica = 1.10

μ_i = Indica o de compresión = 0.77

$$9.- \quad N_i = \frac{N_i}{\mu_m} \mu_e = \frac{8.47 \text{ Kw}}{0.85} (1.10) = 10.96 \text{ Kw} \times \frac{1 \text{ Hp}}{0.745 \text{ Kw}} = 14.71 \text{ Hp}$$

Ahora se debe obtener el coeficiente de trabajo el que nos indica los KJ eliminados por cada Kw de fuerza motriz utilizada.

$$10.- \quad \varepsilon = \frac{Q_0}{\Delta T} = \frac{111590.46 \text{ KJ/hr}}{30512.90 \text{ KJ/hr}} = 3.657$$

Relación que nos indica los KJ eliminados por energía suministrada.

$$11.- \quad \varepsilon_c = \frac{T_0}{T - T_0} = \frac{266.55 \text{ }^\circ\text{K}}{(313.15 - 266.55) \text{ }^\circ\text{K}} = 5.720$$

34 Manual de refrigeración, principios, diseño y aplicación : Mayekawa de México, S.A. de C.V. pág. 73.

Obteniéndose la relación de $\frac{1}{\epsilon_c}$, se sabe que tanto se acerca al comportamiento real al Ciclo de Carnot.

Rendimiento económico de la instalación.

$$12.- \mu = \frac{3.657}{5.720} = 0.6393 = 0.64$$

Condensador.

El calor de condensación, se expresa como la suma de calor de enfriamiento y el calor que genera el motor, y se calculó con la siguiente ecuación:

$$Q_c = Q_0 + Q_{\text{motor}}$$

$$Q_{\text{motor}} = 10.96 \text{ Kw} \times \frac{3600 \text{ KJ}}{\text{Kwhr}} = 39\,456.0 \text{ KJ/hr}$$

$$Q_c = 111\,590.46 \text{ KJ/hr} + 39\,456.0 \text{ KJ/hr}$$

$Q_c = 151\,046.46 \text{ KJ/hr} = 11.93 \text{ T.R.}$ este resultado se tiene que corregir por temperatura, de acuerdo a la tabla R 18B³⁵. Así $151\,046.46 (1.05) = 158,598.78 \text{ KJ/hr} (12.53 \text{ T.R.})$

Ahora para obtener el área del condensador, la cual será suficiente para disipar el calor, se obtiene con:

$$Q_c = A U \Delta T$$

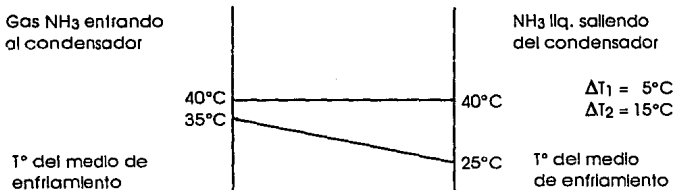


Tabla 7.1 del Manual de Mayekawa.

$$U^{(36)} = 300 \text{ Kcal} / \text{m}^2 \text{hr}^\circ\text{C} \times 4.1868 \text{ KJ/Kcal} = 1256.04 \text{ KJ/m}^2 \text{hr}^\circ\text{K}$$

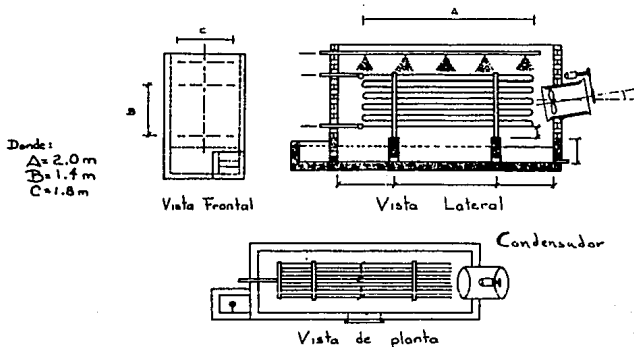
$$Q_c = A U \Delta T \quad \text{despejando tenemos } A = \frac{Q_c}{U \Delta T} = 158598.78 / 1256.04 \times 9.1$$

$$= 13.87 \text{ m}^2 \times 1.2 = 16.64 \text{ m}^2$$

Se utilizamos tubo de 1 1/4" de diámetro ced. 40, sin costura.

$$\text{Se tiene entonces: } 16.64 \text{ m}^2 / 0.1324 \text{ m}^2/\text{m} = 125.7 \text{ m} \approx 126 \text{ m}$$

Se plantea un arreglo en el que se tienen serpentines, de un largo de 2 m por 10 secciones verticales por hilera, dando un total de 20 m por hilera requiriéndose en total 7 hileras, planteándose lo siguiente:



Evaporador.

El evaporador es del tipo inundado y maneja el refrigerante líquido en gran cantidad propiciando que esté humedecida toda la superficie interior del tubo, teniéndose una mejor transferencia de calor.

El calor a ser removido se hará en este equipo y la carga es de:

$$Q_0 = 55\,284.20 \text{ KJ/hr.} \times 1.05 \text{ (margen de seguridad)} = 58\,048.41 \text{ KJ/hr (4.58 T.R.)}$$

Utilizando $Q = U A \Delta T$

$$U = 35.0 \text{ Btu/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}^{(37)} \times \frac{1 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}}{0.2048 \text{ Btu/hr ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} = 170.90 \text{ Kcal/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$U = 715.52 \text{ KJ/hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}$$

$$\Delta T = 6.7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Despejando el área y sustituyendo los valores anteriores en la ecuación se tiene:

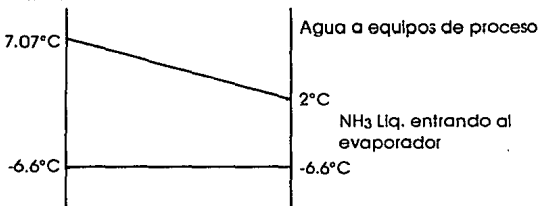
$$\text{Area} = \frac{58,048.41}{715.52 \times 6.7} = 12.11 \text{ m}^2$$

Agua de retorno

Gas NH₃ saliendo
del evaporador

$$\Delta T = 0.07$$

$$\Delta T = 10.94$$



El tubo será de 1¼" cédula 40, por lo que se tiene:

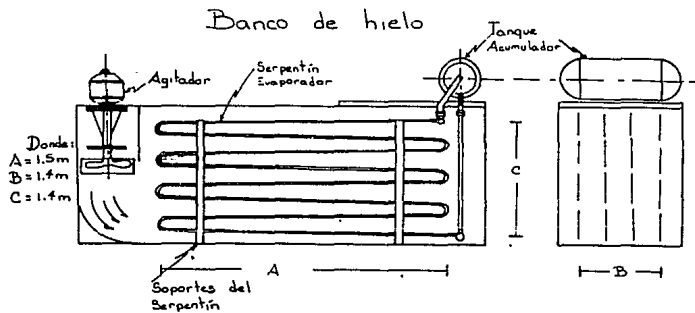
$$0.434 \text{ ft}^2/\text{ft} \times \frac{1 \text{ m}^2}{10.76 \text{ ft}^2} \times \frac{3.281 \text{ ft}}{1 \text{ m}} = 12.11 \text{ m}^2 / 0.1324 \text{ m}^2/\text{m} = 91.46 \text{ m de } 1 \frac{1}{4}''$$

@ 92.0 m

Se plantea que cada serpentín tenga a lo largo 1.5 m con 8 piezas por hilera requiriéndose manejar 8 hileras o secciones, siendo las dimensiones

37 Chemical Engineer's Hand Book. Perry and Chilton. Mc Graw Hill 1973. Tabla 10-13 serpentines inmersos en líquidos.

aproximadas las siguientes:



Compresor.

Para la selección del compresor se considera la carga térmica a manejar de 8.81 T.R. y de acuerdo a la temperatura de condensación y la temperatura de evaporación, entramos a la tabla de selección de compresores Mycon.

Seleccionándose de acuerdo a temperatura de condensación de 40 °C y temperatura de evaporación de -6.6 °C, un compresor para manejar NH₃ modelo 95NV-2A el cual puede manejar la capacidad de 9.0 T.R.

De diseño se requiere que el compresor maneje 41.90 m³/hr.

En la tabla de selección del compresor a 800 r.p.m. maneja 51.7 m³/hr esta cantidad es más que suficiente para cubrir los m³/hr que requerimos en nuestro sistema de refrigeración.

Con respecto a los BHps, requeridos para el funcionamiento del compresor, nuestro requerimiento de diseño es de 10.96 BHps y buscando el valor de BHps en tablas, se encontró el valor de 11.58 BHps; lo cual coincide con nuestros requerimientos, ya que considerando las eficiencias de transmisión, por banda, de compresión y eléctrica, el valor que nosotros requerimos en cuanto a Hps es de 14.71 Hp, por lo que se seleccionó un motor de 15 Hp, funcionando 16 horas al día.

Temperatura de descarga del compresor.

$$T_d = T_0 \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{n-1}{n}}$$

$$P_0 = 333.53 \text{ KN/m}^2$$

$$P = 1\,554.36 \text{ KN/m}^2$$

$$n = 1.312$$

$$T_0 = 266.55 \text{ }^\circ\text{K}$$

Sustituyendo los valores anteriores en la ecuación se tiene una temperatura de descarga de:

$$T_d = 384.46 \text{ }^\circ\text{K} = 111.32 \text{ }^\circ\text{C}$$

Siendo:

$$T \text{ crítica de NH}_3 = 132.4 \text{ }^\circ\text{C}$$

Aún cuando la temperatura es alta no llega a rebasar la temperatura crítica del NH₃; pero sí es una temperatura que nos indica que la temperatura de evaporación no debe ser disminuida; por ejemplo a -20 °C, porque se llegaría a una temperatura más alta de descarga (144.2°C= T_d), que la temperatura crítica, y sería altamente ineficiente el sistema, ya que hay una relación estrecha, entre temperatura de evaporación a manejar y su respectiva temperatura de descarga.

Recipiente de líquido.

Este equipo se diseña para contener una vez el volumen del evaporador, para así tener la capacidad de almacenamiento que se requiera en las reparaciones o paros del sistema.³⁸

El recipiente podrá almacenar el volumen de NH₃ utilizado como líquido condensado.

El volumen del evaporador es obtenido con la longitud del serpentín por su

³⁸ Manual de refrigeración, principios, diseño y aplicaciones. Mayekawa de México, S.A. 1990, pág. 131.

diámetro interno, tubería de 1 1/4" de diámetro, cédula 40.

$$92.0 \text{ m} (0.00097 \text{ m}^2) = 0.08924 \text{ m}^3 \times 1.0 = 0.08924 \text{ m}^3 (1.2) = 0.11 \text{ m}^3$$

Margen de seguridad = 1.2

Para sacar las dimensiones del recipiente de líquido se considera lo siguiente:

$L = 5 D$ y se utiliza la siguiente ecuación:

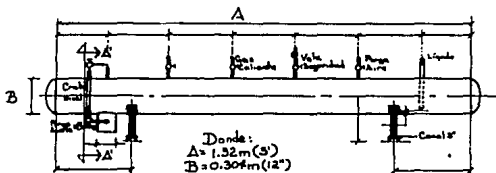
$$V = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 L$$

$$D = (0.110 \times 4 / \pi \times 5)^{1/3}$$

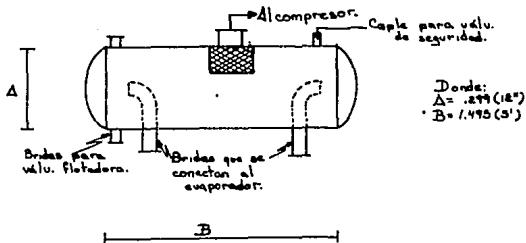
$$D = 0.304 \text{ m} = 11.97'' \approx 12''$$

$$L = 1.52 \text{ m} = 4.98' \approx 5'$$

Recipiente de Amoníaco Líquido



Tanque Acumulador



Acumulador.

Es un recipiente separador de la fase gaseosa del NH_3 , de su fase líquida, puede ser vertical pero en este caso se utiliza un recipiente horizontal y se encuentra conectado al evaporador.

Se plantea un recipiente acumulador de acuerdo a su tiempo de residencia y del flujo de NH_3 , considerando que es líquido, el que se retendrá y el gas será succionado por el compresor.

Así tenemos $41.9 \text{ m}^3/\text{hr}$ en estado gaseoso, que por su densidad da los siguientes valores: La densidad del gas y del líquido están a la temperatura (-6.6°C).

$$41.9 \text{ m}^3/\text{hr} \times 2.717 \text{ Kg/m}^3 = 113.8423 \text{ Kg/hr de NH}_3$$

(densidad del gas)

$$\text{Que al condensarse nos da: } 113.8423 \text{ Kg/hr} / 648.31 \text{ Kg/m}^3 = 0.17 \text{ m}^3/\text{hr}$$

(densidad del líquido)

Y se tiene un $t_r = 10 \text{ min}$ ³⁹

$$0.17 \text{ m}^3/\text{hr} \times 1 \text{ hr}/60 \text{ min} \times 10 \text{ min} = 0.028 \text{ m}^3 \times 1.2 = 0.0336 \text{ m}^3$$

Y se plantea un $L/D = 5$

De donde utilizando la siguiente ecuación:

$$V = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 5D$$

$$D = (0.0336 \times 4 / 5\pi)^{1/3}$$

$$D = 0.299 \text{ m} \quad = \quad 11.77'' \quad \approx \quad 12''$$

$$L = 1.495 \text{ m} \quad = \quad 4.9' \quad \approx \quad 5'$$

VII. 2. 5. COMBUSTIBLE.

El combustible seleccionado es el Diesel para ser utilizado en la caldera.

³⁹ Diseño de equipo. Facultad de Química. Cuaderno de Posgrado # 9, UNAM. Pág. 155.

Características del Diesel.

A 20°C su densidad es de : 861.0 Kg/m³

y μ es igual a : 32- 50 seg Saybol - Universal.

Siendo su poder calorífico bruto de : 10 700 Kcal/Kg = 44 769 KJ/Kg⁴⁰

En base a la pasteurización de leche que es el valor máximo de vapor que se utiliza en la planta se tiene.

Vapor de agua para pasteurizar la leche = 44.83 Kg/Batch

De donde tenemos el calor por Batch de 30 min = 110 808.64 KJ/batch

$Q = 110\ 808.64\ \text{KJ/hr} \times 1.10 = 121\ 890.0\ \text{KJ/hr}$

$Q = \text{masa de combustible} \times \text{Poder calorífico del combustible.}$

Despejando m se tiene:

$m = Q/\text{Poder calorífico.}$

$m = 121\ 890.0\ \text{KJ/hr} / 44\ 769\ \text{KJ/Kg} = 2.73\ \text{Kg/hr}$
masa de combustible

Volumen de combustible = 2.73 Kg/hr / 861 Kg/m³ = 0.0032 m³/hr

Finalmente se tiene;

Volumen de combustible = 3.2 Lt/hr

VII. 2. 6. VACIO.

El vacío es requerido para extraer de la leche aromas y gases que se encuentran en ella (O₂, N₂, CO₂, NH₃, volátiles extraños debido al tipo de alimentación o manejo en el establo, donde absorbe aromas). Los que están

40 Manual de Datos Técnicos. Selmecc. 1985, pág. 75.

en cantidades muy pequeñas que en la literatura se engloban como componentes menores.

Alfa Laval plantea los siguientes equipos para deodorizar o deaerar a determinado flujo de leche, lo que nos es útil para plantear un equipo acorde a nuestros requerimientos.

CUADRO VII. 2. 6. 1.
Modelos de deaeradores de Alfa Laval.

MODELO	H mt	mt	VOLUMEN DEL RECIPIENTE m ³	GASTO VOLUMETRICO A MANEJAR
DC-500	2.135	0.5	0.42	8 000 Lt/hr (8 m ³)
DC-750	2.235	0.75	0.99	20 000 Lt/hr (20 m ³)
DC-1000	2.700	1.0	2.12	40 000 Lt/hr (40 m ³)

FUENTE: Hojas de especificaciones de Alfa Laval.

Existe una relación volumen de fluido por volumen de recipiente.

CUADRO VII. 2. 6. 2.
Relación de volumen de fluido por volumen de recipiente.

MODELO	Q/V m ³ /hr/m ³
DC-500	19.04
DC-750	20.20
DC-1000	18.87

FUENTE: Hojas de especificaciones de Alfa Laval.

Relación promedio $Q/V = 19.37 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^3$

Así, si manejamos $1.0 \text{ m}^3/\text{hr}$ con el factor anterior obtenemos:

$1.0 \text{ m}^3/\text{hr} + 19.37 \text{ m}^3/\text{hr}/\text{m}^3 = 0.052 \text{ m}^3$ (volumen del recipiente requerido)

Volumen del recipiente = $0.052 \text{ m}^3 \times 1.20 \%$

Dimensiones del recipiente = 0.063 m^3 el cual es el Volumen del diseño.

Despejando de la ecuación siguiente:

$$V = \frac{(D)^2 \cdot 3D}{4} \quad \text{donde } 3D = L$$

$$D = 0.298 \text{ m} \approx 0.30 \text{ m}$$

$$L = 0.90 \text{ m}$$

Más el volumen de tuberías, ya que son 14 m de longitud con un diámetro de $\frac{3}{8}$ " ced. 40. Este volumen es de 0.0611 ft^3 .

Ahora bien utilizando la ecuación del Chemical Process Machinery, la que nos indica el volumen de aire a extraer y que es la siguiente:

$$V_1 = V_1 + V_2 \quad \therefore \quad V_2 = \frac{C \times F}{K \times M} \quad V_1 = \frac{B \times I \times W}{P \times E} \quad 41$$

Donde:

V_1 - Desplazamiento de la bomba en ft^3/min .

B - Factor de gas usado.

W - Lb del gas que se escapa del sistema por min. a 70°F .

P - Presión abs. en Lb/in^2 .

E - Eficiencia volumétrica (81.5% a 73%)

V_2 - Desplazamiento de la bomba en ft^3/min .

C - Capacidad del sistema en ft^3 .

F - Constante que depende del vacío requerido y obtenido en la tabla 75.

K - Factor que depende de las condiciones de transferencia de calor del sistema y cuyo valor está entre 0.9-1.3.

M - Tiempo en que la bomba baja a la presión requerida (min)

Sustituyendo nuestros valores se llene lo siguiente:

V_2 - Valor buscado.

- C = $2.2252 \text{ ft}^3 + 0.0611 \text{ ft}^3 = 2.2863 \text{ ft}^3 = 0.0647 \text{ m}^3$
 F - 0.19 de acuerdo a 4" de Hg. y tabla 75.
 K - 0.9
 M - Se tomó 0.5 min.
 V₁ - Valor buscado.
 B - Aire (0.370).
 T - 534.8 °R.
 W - 0.0375 Lb.
 P - 12.7 Lb/in².
 E - 0.73

Obteniéndose:

$$\begin{aligned}
 V_2 &= 0.965 \text{ ft}^3/\text{min} (1.20) = 1.16 \text{ Ft}^3/\text{min}. \\
 V_1 &= 0.79 \text{ ft}^3/\text{min} (1.20) = 0.948 \text{ ft}^3/\text{min}. \\
 V_t &= V_1 + V_2 \\
 V_t &= 2.108 \text{ ft}^3/\text{min}.
 \end{aligned}$$

Para obtener la potencia teórica, se usa la siguiente ecuación:

$$H_p = 0.0154 Q_1 p_1 X$$

donde:

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= \text{Gasto (ft}^3/\text{min)} \\
 p_1 &= \text{Presión de la entrada (Lb/in}^2 \text{ abs.)} \\
 X &= \text{Factor de tabla 6-1 del Perry}
 \end{aligned}$$

Sustituyendo se tiene:

$$\begin{aligned}
 H_p &= 0.0154 (2.108 \text{ ft}^3/\text{min}) (12.7 \text{ Lb/in}^2) (0.7586) \\
 H_p &= 0.3130
 \end{aligned}$$

VII. 2. 7. ELECTRICIDAD.

En la utilización de electricidad, se tienen dos consumos, uno por parte de los motores requeridos, para el funcionamiento de los diferentes equipos también denominado fuerza y el segundo por el alumbrado requerido en la planta.

Fuerza.

Con respecto a la carga de fuerza, se obtuvieron por diseño, su requerimiento de energía y se considera una eficiencia eléctrica de 0.95⁽⁴²⁾ y una eficiencia

en transmisiones de 0.90⁽⁴³⁾, en lo que corresponde a la máxima eficiencia mecánica ésta ya ha sido considerada.

Los motores restantes se obtuvieron de catálogos del fabricante.

Equipo	Motor	BHp	Hpreq	Hp	Tiempo de funcionamiento [hr]	Kw-hr consumidos
Bomba de leche cruda	M1	0.011	0.012*	1/4	3.0	0.56
Bomba de leche cruda	M2	0.029	0.030*	1/4	3.0	0.56
Descremadora	M3	-	-	7.5	3.0	16.79
Agitador de crema	M4	-	-	1/2	1.0	0.37
Agitador de leche estandar	M5	-	-	3/4	0.5	0.28
Bomba de leche estandarizada	M6	0.038	0.040*	1/4	2.0	0.37
Homogenizadora	M7	-	-	15.0	2.0	22.38
Agitador de leche past.	M8	-	-	1/2	2.0	0.75
Bomba de leche pasteurizada	M9	0.080	0.084*	1/4	1.0	0.19
Bomba de agua caliente	M10	0.886	0.933*	1½	2.5	2.80
Bomba de agua fría	M11	0.660	0.695*	1.0	2.5	1.87
Agitador de agua fría	M12	-	-	3/4	18.0	10.07
Ventilador de caldera	M13	-	-	1/4	3.5	0.65

42 Procesos de Ing. Química, G. D. Ulrich. Editorial Interamericana 1986, pág. 93

43 Catálogo de cálculo y selección de bandas industriales, Citta. 1990, pág. 8.

Equipo	Motor	BHp	HPreq	Hp	Tiempo de funcionamiento [hr]	Kw-hr consumidos
Bomba de agua de caldera	M14	-	-	3.0	3.5	7.83
Bomba diesel	M15	0.033	0.035*	1/4	1.0	0.19
Bomba suministro diario diesel	M16	-	-	1/4	3.5	0.65
Bomba de agua tratada	M17	0.057	0.060*	1/4	2.0	0.37
Bomba de salmuera	M18	-	-	1/4	2.0	0.37
Bomba de agua del condensador	M19	-	-	1/2	18.0	6.71
Ventilador del condensador	M20	-	-	1/2	18.0	6.71
Compresor	M21	11.5	14.88	15.0	16.0	179.04
Bomba de vacío	M22	0.313	0.366	3/4	3.0	1.68
Bomba de agua cruda	M23	0.201	0.212*	3/4	3.0	1.68
Difusor de cámara	M24	-	-	3/4	18.0	10.07

*En estos motores sólo se consideró la eficiencia eléctrica y la eficiencia por transmisiones se consideró sin pérdidas, por ser acoplamiento directo.

Fuerza y su consumo total de $\frac{Kw-hr}{día} = 272.94$

En relación a la carga eléctrica, requerida por alumbrado, se utilizó de la tabla 3.1 del "El ABC de las Instalaciones eléctricas industriales"⁴⁴ el valor de 20 watts/m² para Edificios Industriales. Y de acuerdo a las dimensiones de la planta, que son 21 m de largo por 20 m de ancho, se tienen 420 m² por lo que se requieren 8,400.0 watts (8.4 Kw) por día, y cada día se utiliza por 16 hr

44 El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales, Harper Gliberto E. Editorial Limusa, 1987. Pág. 191.

consumiéndose 134.4 Kw-hr/día.

De donde la energía total requerida por día es de:
 $407.34 \text{ Kw-hr} \times 1.2 = 488.81 \text{ Kw-hr/día.}$

VII. 3. CALCULO DE TUBERIAS.

1. En la selección de tuberías se tiene que tomar en cuenta, inicialmente la naturaleza del material a manejar para así escoger la tubería más adecuada (acero al carbono, PVC, acero inoxidable, cobre, etc.).

Posteriormente se procede a la estimación del diámetro requerido, para manejar el gasto respectivo; y que se obtiene manejando la siguiente relación:

$$G = v A \quad \therefore \quad A = G/v$$

En donde:

A.- Es el área; se busca en el Crane [Apéndice B-17], con el diámetro de tubería respectivo. Si el valor encontrado es menor, nos vamos al inmediato superior.

v.- Velocidad en la tubería, es unidad de longitud por tiempo; se obtiene en tablas de velocidad recomendada.⁴⁵

G.- Es la velocidad volumétrica por unidad de tiempo.

Así los elementos que definen mecánicamente a una tubería son:

- 1) Presión y Temperatura de diseño.
- 2) Diámetro nominal.
- 3) Espesor de la pared.
- 4) Material de construcción.
- 5) Método de fabricación.

1. Por lo que se refiere a la presión y temperatura de diseño, anotamos lo siguiente:

La aplicación de la presión de diseño, para determinación de características

⁴⁵ La velocidad recomendada de acuerdo al fluido a manejar. Equipos para la Industria Química y Alimentaria. J. Baquero. Ed. Alhambra. pág. 374.

mecánicas de la línea, se realizará desde la fuente originaria de la presión, hasta la última válvula que comunique a otros equipos.

Cuando en una tubería puedan circular alternativamente fluidos diferentes, se elijan como valores de diseño, los que generen la situación de esfuerzo más severa.

Por lo que respecta a la temperatura de diseño, esta es la temperatura a la que puede llegar el fluido trabajando con las condiciones del proceso más críticas. En ocasiones se dispondrá solamente de la temperatura de proceso del fluido que pasa por una línea, careciéndose del dato relativo a la temperatura crítica o de diseño. En este caso es normal tomar como temperatura de diseño la de proceso más 30°C.

2. Diámetro nominal, con esta denominación se expresa el diámetro convencional que no representa una dimensión física.

3.- El espesor de la pared de un tubo viene dado por el número (espesor expresado en mm o milésimas de pulgada), pero también en la nomenclatura americana hay otras indicaciones convencionales, como es la cédula (schedule), Sch 10, 30, 40, 80, 100, 120, 140 o Sch Std, XS extra fuerte, XXS doble extra fuerte, que está en cada caso asociados a los espesores numéricos.

Las diferentes normas (DIN alemana, ASTM de E.U.), contienen formas de cálculo del espesor de una tubería, en función del diámetro, material y condiciones de operación.

Trabajando con normas americanas, la ANSI, da las siguientes fórmulas de cálculo del espesor de una tubería, para el caso de estar dimensionando redes de tuberías de plantas químicas, el espesor mínimo de pared debido a la presión interna dada por:

$$t = \left(\frac{P D}{SE} + C \right) M$$

Teniendo en cuenta la tolerancia de fabricación y el sobreespesor de corrosión.

En donde:

t. Espesor mínimo de la tubería en plg, incluyendo 12.5% de tolerancia de fabricación.

P. Presión interna de diseño en psig.

D. Diámetro exterior de la tubería en plg.

SE. Tensión máxima admitida por el material a la temperatura de proyecto y considerando si existe, la de soldadura, en psig.

M. Tolerancia de fabricación (1.125 para tubos de acero).

C. Tolerancia de corrosión, más la profundidad de roscado, en casos de tubos roscados, todo expresado en plg. (En corrosión moderada 0.125).

4. Por lo que se refiere a materiales en las plantas químicas y siguiendo las normas americanas, los materiales utilizados en la construcción de tuberías y accesorios son incluidas en las series ASTM y API.

5. Para su aplicación Industrial las tuberías se fabrican de diferentes calidades de aceros aleados o inoxidables, cuando se necesitan por condiciones de corrosividad de los productos circulantes, condiciones de temperatura y presión o bien por el mantenimiento de condiciones adecuadas, como puede suceder en ciertas Industrias alimentarias, químicas y farmacéuticas.

Desde el punto de vista de la fabricación las tuberías pueden ser:

a) Sin soldadura (Seamless - SMCs)

b) Soldadura por resistencia eléctrica. (ERW)

c) De fundición.

Secuencia de cálculo de L_{eq} . (longitud equivalente en tuberías), para la obtención del BHP.

Primero es necesario saber las características del producto (densidad, gasto, viscosidad), posteriormente se analiza el circuito planteado en la tubería en cuestión y se cuantifican los codos, Tes, válvulas, etc., para así obtener la longitud equivalente. Lo siguiente es tomar en cuenta la velocidad recomendada para el fluido.

Y ya con los valores de diámetro de tubería, densidad, velocidad y viscosidad

se introducen a la ecuación del N° de Reynolds, y se entra a la gráfica del Crane⁴⁶ (apéndice A-24) hasta interceptar con el valor de e/D el cual se obtuvo, con el diámetro y material de tubería Crane⁴⁶ (apéndice A-23); y ya con el valor de e/D y el N° de Reynolds antes mencionado, se ubica el valor del factor de fricción.

Después ya contando con los anteriores valores, se resuelve la ecuación de Bernoulli y se obtiene el valor de Wf (m Kgf/Kgm, Ft Lbf/Lbm), siendo finalmente introducido este valor en la ecuación de BHP (Potencia teórica al freno), indicando este valor la potencia de la bomba, que se requiere en esa línea.

Las caídas de presión se calculan con las siguientes ecuaciones:

Para líquidos con flujo turbulento:

$$\Delta P_{100} = 225 \frac{f \rho Q^2}{d^5}$$

Donde:

Q.- Gasto del fluido. Lt/min.

d.- Diámetro Interior. mm.

ρ .- Densidad del fluido. Kg/m³

ΔP_{100} .- Pérdida de presión por cada 100 m.

f.- Factor de fricción de Darcy.

Para fluidos compresibles:

$$\Delta P_{100} = 62,530 \frac{f W^2 \bar{V}}{d^5}$$

Donde:

W.- Gasto del fluido. Kg/hr.

46 Flujo de fluidos, Crane, Mc. Graw Hill. 1988, pág. 3-15 y 3-43.

f.- Factor de fricción de Darcy.

\bar{V} .- Volúmen específico del fluido. m^3/Kg .

d.- Diámetro Interior. mm.

ΔP_{100} .- Pérdida de presión por cada 100 m.

De acuerdo a los datos planteados, se obtiene la caída de presión, en las diferentes tuberías conforme al fluido ,que se este manejando.⁴⁶

CUADRO VII. 3. 1.
Líneas de proceso y de servicios.

FLUIDO	CORRIENTE	Qdiseño m ³ /hr	V flujo m/seg	Tubería nom (Int) pulg. (mm)	Cédula	ΔP_{acc} Kg/cm ²	ΔP_{total} Wf α Kg/cm ²	BHp	HP	
LECHE CRUDA	1,2	1.2	0.55	1 (28)	10 S	0.020	4.70	0.470	0.030	1/4
LECHE CRUDA	3, 4, 5, 6	1.2	0.55	1 (28)	10 S	0.700	11.23	1.123	0.074	1/4
L. ENRIQUECIDA	10, 11, 12, 13	1.83	0.83	1 (28)	10 S	0.069	5.14	0.514	0.051	1/4
L. PASTEURIZADA	14, 15	3.66	1.70	1 (28)	10 S	0.320	4.70	0.470	0.093	1/4
CREMA	7	0.051	0.10	1 (28)	10 S	-	-	-	-	-
AGUA CRUDA	-	2.76	1.37	1 (27)	40	0.622	12.23	1.223	0.177	3/4
AGUA TRATADA	-	1.8	1.45	3/4 (20.9)	40	0.285	6.30	0.630	0.060	1/4
AGUA FRIA	-	11.64	1.04	2 1/2 (63)	40	0.834	10.74	1.074	0.652	1
AGUA CALIENTE	-	3.2	1.44	1 (27)	40	0.940	54.29	5.429	0.907	1 1/2
DIESEL	-	1.08	0.87	3/4 (20.9)	40	0.216	9.52	0.952	0.046	1/4
VACIO	-	4.30	12.96	3/8 (10.7)	80	0.087	-	0.161	-	-
VAPOR	-	39.36	13.20	1 1/4 (32.5)	80	0.255	-	0.262	-	-
NH ₃ (gas alta presión)	-	50.28	16.82	1 1/4 (32.5)	80	0.034	-	0.526	-	-

NOTAS: *nom = Diámetro nominal [pulg]

int = Diámetro Interior [m]

$\alpha = K_G \text{ m/Kg}_{masa}$

CODIGO DE TUBERIA

LECHE CRUDA	1*-L-AIS1304-101	AGUA SIN TRATAR	1*-A1-ASTM A53-201	DIESEL-3/4"-D-ASTM53-205
L. ESTANDARIZADA	1*-Le-AIS1304-102	AGUA TRATADA	3/4"-A1-ASTM A53-202	VACIO-3/8"-Va-ASTM53-206
L. PASTEURIZADA	1*-Lp-AIS1304-103	AGUA FRIA	2"-A1-ASTM A53-203	VAPOR-1 1/2"-V-ASTM53-207
CREMA	1*-C-AIS1304-104	AGUA CALIENTE	1"-Ac-ASTM A53-204	NH ₃ -1 1/4"-Nvs-ASTM53-208

VIII. ESPECIFICACIONES DE EQUIPO

El cuadro de especificaciones y de selección de equipo de proceso y servicios se elaboró de acuerdo a los requerimientos de cada operación, tomando en cuenta los balances de materia y energía, del capítulo VII.

En lo que se refiere a los equipos de servicios se tomo en cuenta la demanda de agua, agua tratada, agua caliente, vapor, agua fría, etc.

Con las cantidades determinadas se procedió a consultar especificaciones de diferentes proveedores y se seleccionó el que se apegaba a nuestras necesidades.

En la tabla siguiente se observan las dimensiones principales de diseño (resultados de materia y energía) y la capacidad de los diferentes equipos seleccionados

CUADRO VIII. 1.

OPERACIONES	EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	DIMENSION PRINCIPAL DE DISEÑO	PROVEEDOR
EQUIPO DE PROCESO				
RECEPCION	TANQUE ENCHAQUETADO	3.6 m ³	3.0 m ³	I.P.S.A.
DEAERACION	DESGASIFICADOR	1 200 Lt/h	1 000 L/h	ALFA LAVAL
FILTRACION	FILTRO	1 200 Lt/h	1 000 L/h	PURITY
BALANCEO	TANQUE ACERO INOX.	1 830 Lt/h	1 525 Lt/h	I.P.S.A.
PRECALENTADOR	INTERCAMBIADOR DE	1 200 Lt/h	1 000 Lt/h	I.P.S.A.
DESCREMADO	DESCREMADOR	1 500 Lt/h	1 000 Lt/h	ALFA LAVAL
PASTEURIZACION DE CREMA	TANQUE ENCHAQUETADO	182 Lt/batch	152 Lt/batch	I.P.S.A.
HOMOGENEIZACION	HOMOGENEIZADOR	1 500 Lt/h	1 000 L/h	ALFA LAVAL
PASTEURIZACION DE LECHE	TANQUE ENCHAQUETADO	900 Lt/batch	762 L/batch	I.P.S.A.
INCUBACION	TANQUE ENCHAQUETADO	1 032 Lt/batch	856 L/batch	I.P.S.A.

OPERACIONES	EQUIPO	CAPACIDAD DEL EQUIPO	DIMENSION PRINCIPAL DE DISEÑO	PROVEEDOR
EQUIPOS AUXILIARES				
ALMACENAMIENTO	CISTERNA	1.8 m ³	5.21 m ³	
ALMACENAMIENTO	TANQUE ELEVADO	1.56 m ³	1.3 m ³	I.P.S.A.
AGUA TRATADA CALIENTE	TANQUE	3.64 m ³	3.03 m ³	I.P.S.A.
TRATAMIENTO DE AGUA	ZEOLITAS	148.0 m ³	64.0 Lt.	INDUSTRIAS MASS.
SALMUERA		12.0 m ³	10.0 Lt/h	I.P.S.A.
AGUA TRATADA FRIA	TANQUE	10.8 m ³	9.0 m ³	I.P.S.A.
ENFRIAMIENTO	BANCO DE HIELO	60 818.12 KJ/h	55 289.0 KJ/h	TECFRISA
VAPOR GENERACION DE VAPOR	CALDERA	156.5 Kg	54.5 Kg	CALDERAS LEON
COMBUSTIBLE DIARIO	TANQUE	0.12 m ³	0.10 m ³	I.P.S.A.
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	TANQUE	0.461 m ³	0.38 m ³	I.P.S.A.
ALMACENAMIENTO LIQ. NH ₃	TANQUE	0.648 m ³	0.54 m ³	I.P.S.A.
ACUMULADOR NH ₃	TANQUE	0.047 m ³	0.40 m ³	I.P.S.A.
VACIO	BOMBA DE VACIO	9.34 m ³ /h	3.58 m ³ /h	LUBOSA

Fuente: Datos obtenidos de cálculos y datos de proveedores.

IX. ESTUDIO ECONOMICO.

La evaluación de proyectos además de ser técnicamente planteado, se requiere que sea estudiado a nivel económico. En donde se revisan costos del proyecto, los cuales tienen relación con la utilidad de la instalación de la microindustria.

Tomando como base los aspectos relativos al tamaño de planta y de acuerdo con los resultados del estudio técnico, se procede a evaluar los requerimientos de inversión de los siguientes puntos:⁴⁷

- 1) Costo del equipo comprado y transportado al lugar donde se ubica la microindustria.
- 2) Costo del equipo instalado y funcionando en la microindustria (1) x 1.43.
- 3) Tubería de proceso 30 a 60% del punto (2).
- 4) Instrumentación 5 a 16% del punto (2).
- 5) Preparación de terreno y Obra civil, 20 a 60% del punto (2).
- 6) Servicios auxiliares (gasto complementario a lo ya considerado en servicios) 20 a 50% del punto (2).
- 7) Tuberías exteriores 0 a 5% del punto (2).
- 8) Costos totales de la planta física del punto (2) al (7), esto es igual al Sub-Total.
- 9) Ingeniería y construcción 20 a 35% del punto (8).
- 10) Imprevistos 10 a 20% del punto (8).
- 11) Factor de tamaño 15 a 35% del punto (8)
- 12) Gasto de prueba 10% del punto (8).

⁴⁷ Ingeniería de Procesos. Jose Giral; Francisco Barnés. Editorial Mexicana, S.A. 2ª Edición. 1979. Pág. 139.

13) La suma de los puntos del (8 al 12) nos dan la inversión Total o Capital fijo.

1) Costos de equipo puesto en planta. (Junio, 1991)

EQUIPO	\$
TANQUE DE RECIBO	5 148 000.00
TANQUE DE ENFRIAMIENTO	15 537 600.00
TANQUE DE CREMA	2 106 000.00
TANQUE DE PASTEURIZACION	6 130 800.00
TANQUES DE INCUBACION	18 645 120.00
TANQUE ELEVADO	691 254.00
TANQUES DE COMBUSTIBLE	936 174.00
TANQUE MEZCLADOR	1 200 000.00
DEAREADOR	1 158 300.00
HOMOGENEIZADOR	18 000 000.00
DESCREMADORA	20 000 000.00
FILTRO	2 500 000.00
BOMBAS	7 200 000.00
AGITADORES	2 500 000.00
CALDERA	25 000 000.00
BANCO DE HIELO	28 000 000.00
CAMARA DE REFRIGERACION	11 000 000.00
EVAPORADOR	4 000 000.00
VACIO	3 200 000.00
TRATAMIENTO DE AGUA (suavización)	18 000 000.00
FLETE (4 viajes para transporte de equipo)	8 000 000.00
	<hr/>
	196 953 145.00

Sustituyendo en la metodología planteada, tenemos:

2) (1) x 1.43	281 643 145.00
3) (2) x 30%	126 739 416.00
4) (2) x 10.5%	29 572 530.00
5) (2) x 40%	112 657 258.00
6) (2) x 35%	98 575 101.00
7) (2) x 2.5%	7 041 078.00
7') COSTO DEL TERRENO	140 000 000.00
8) SUMA DE (2) a (7')	796 228 529.00

9) (8) x 27.5%	218 962 846.00
10) (8) x 15%	119 434 279.00
11) (8) x 25%	199 057 132.00
12) (8) x 10%	79 622 853.00
INVERSION TOTAL	1 413 305 639.00

Fuente: Datos obtenidos de cálculos.

Como podemos ver es una alta inversión, para los productores, pequeños y ejidatarios, quienes organizados como Microindustria no cuentan con tal capacidad económica. De ahí que se plantea realizar los gastos mínimos necesarios, para la instalación de la planta, que son los siguientes:

a) Equipo de proceso considerando fletes y ya instalado.	281 643 145.00
b) Servicios auxiliares (acondicionamiento, material eléctrico, conduit, alambre, etc.)	98 575 101.00
c) Tubería requerida	84 492 944.00
Sub-Total	464 711 190.00
d) Instalación de Laboratorio (10 % del Sub total)	46 471 112.00
e) Gastos de prueba y optimización (5% del Sub total)	23 235 560.00
Inversión total (sin considerar imprevistos)	534 417 862.00

Los imprevistos serán absorbidos por los microindustriales y regularmente este apartado es un 10% de la inversión total.

f) Imprevistos	53 441 786.00
g) Inversión fija Total	587 859 648.00

Al ser una Microindustria, el capital con el que contaría sería apenas suficiente, por lo que se plantea inicialmente, la renta de un local de 500 m², con los servicios necesarios y oficinas.

La renta de esta nave industrial es de \$ 6 000 000.00 por mes.

Después de haberse planteado el presupuesto requerido para el proyecto, contemplando la inversión total en equipo y renta del local, se procede a la

formulación de los diferentes costos requeridos, los que mostrarán finalmente la situación futura en la que se encontrará la empresa de acuerdo con lo que se plantea realizar.

Quedaría para un planteamiento futuro, la construcción de una nave adecuada, en cuanto a dimensiones y diseño requerido, para la planta de yogurt.

CUADRO IX. 1.
GASTOS SOBRE LA BASE DE PROCESAMIENTO DE 3,000 Lt. DE LECHE
PARA LA ELABORACION DE YOGURT.

Base: Costos a junio 1991.

I. Costos Variables.

CONCEPTO	PRECIOS	CONSUMO DIARIO	COSTOS POR DIA	COSTOS POR AÑO
a) Leche entera	\$ 1,300.00/Lt	3,000.00 Lt	\$ 3 900 000.00	\$ 1 123 200 000.00
Leche en polvo	\$ 8 000.00/Kg	62.04 Kg	\$ 496 320.00	\$ 142 940 160.00
Inóculo	\$ 2 800.00/Kg	63.28 Kg	\$ 177 184.00	\$ 51 028 992.00
Mermelada	\$ 3 500.00	484.12 Kg	\$ 1 694 420.00	\$ 487 992 960.00
Costo de Materia Prima		\$ 1 805 162 112.00	(1)	
b) Gastos de				
Gasolina	\$ 1 800.00/Lt	40.00 Lt	\$ 144 000.00	\$ 41 472 000.00
c) Diesel	\$ 605.00/Lt	11.20 Lt	\$ 6 776.00	\$ 1 951 488.00
d) Electricidad	\$ 391.518/Kw-h	488.81 Kw-h	\$ 191 378.00	\$ 55 116 839.00
e) Amonlaco	\$ 2 900.00/Kg	1.33 Kg	\$ 3 880.00	\$ 1 117 498.00
f) Agua de proceso	\$ 2 354.05/m ³	5.21 m ³	\$ 12 264.60	\$ 3 532 205.00
g) Empaque	\$ 3 000.00/cubeta	24.0 cubeta	\$ 22 000.00	\$ 20 736 000.00
Habrá rotación de cubetas.				
h) Tratamiento				
de agua	\$ 500.00/Kg	1.77 Kg	\$ 885.00	\$ 254 880.00
Costos de Producción		\$ 124 180 910.00	(2)	
Total de Costos Variables = (1) + (2) = \$ 1 929 343 022.00				

Continuación Cuadro IX. 1.

II. Costos Fijos.

l) Mano de obra:

6 operadores	\$ 192 000.00	\$ 70 080 000.00
2 choferes	\$ 48 000.00	\$ 17 520 000.00
1 mecánico	\$ 50 000.00	\$ 18 250 000.00
2 Supervisores	\$ 140 000.00	\$ 51 100 000.00
1 Administrador	\$ 100 000.00	\$ 36 500 000.00
Seguro Social 13% sobre los sueldos.		\$ 25 148 500.00
Total de sueldos	\$ 218 598 500.00 (3)	

j) Mantenimiento de equipo y transporte

3% sobre inversión total para equipo.	\$ 5 905 597.00
20% sobre costos para unidades de transporte	\$ 12 000 000.00

k) Lubrificantes e insumos de aseo, 1% sobre inversión total para equipo

\$ 1 969 532.00

l) Dos camionetas

\$ 60 000 000.00

m) Impuestos sobre capital de trabajo

\$ 58 785 965.00

(1% sobre inversión fija total)

\$ 58 785 965.00

n) Seguros (1% sobre inversión fija total)

\$ 17 225 325.00

o) Renta del local

\$ 72 000 000.00

Total \$ 286 672 384.00 (4)

Total de Costos Fijos (3) + (4) = \$ 505 270 884.00

COSTO DEL YOGURT.

Para fines de obtener el costo unitario y la rentabilidad se calcularán los costos de producción y de operación por año. (288 días por año). Ver cuadro X. 1.

Con los datos anteriores se procede a realizar el estudio económico del proyecto.

Volumen a procesar en un año 864 000 Lt. de leche.

$$\begin{aligned}\text{Costo unitario del producto} &= \frac{\text{Costos fijos} + \text{Costos variables}}{\text{Volumen a procesar en un año}} \\ &= \frac{505\,270\,884.0 + 1\,929\,343\,022.00}{864\,000 \text{ Lt.}} \\ &= \frac{2\,434\,613\,906.0}{864\,000 \text{ Lt.}} = 2\,817.84/\text{Lt.}\end{aligned}$$

Costo unitario del litro de yogurt en el mercado* \$ 6 000.00 (Junio, 1991)

Costo de venta = Costo Unitario x Factor de Ganancia.

$$= 2\,817.84 \times 1.5 = \$ 4\,227.0/\text{Lt.}$$

[El precio se basa en lo que el cliente esta dispuesto a pagar por el producto]⁴⁸

Ingreso Anual o Ventas Netas = Volumen a procesar x Precio de venta.

Utilidad Bruta = Ventas Netas - (Costos Fijos + Costos variables)

Utilidad de operación = Utilidad bruta - (Costos Generales + Costos Financieros)

Utilidad neta = Utilidad de operación - (I.S.R. 35% de la utilidad de operación + R.U.T. 10% de la utilidad de operación)

Flujo neto de efectivo = Utilidad neta + Depreciación - Pago a principal

48 Manual de Ingeniería de Producción Industrial, Maynard H.B. Ed. Reverté, 1982, pág. 9-8.

Rentabilidad sobre el

$$\text{Capital Invertido} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inversión fija total} + \text{Capital de trabajo}}$$

Ver cuadro IX, 5.

Fuentes de Financiamiento.

En ocasiones para iniciar, ampliar o modernizar la operación de una empresa, resulta necesario complementar los recursos propios, con los de un tercero (Institución de crédito).

Todo crédito se otorga por un plazo determinado y a veces se establece un período de gracia, hasta el total del pago del capital proporcionado, más los intereses generados.

El microindustrial cuenta con las siguientes alternativas de financiamiento:

- a) El programa de apoyo integral a la microindustria (PROMICRO)⁴⁹
- b) El programa para la micro y pequeña empresa (PROMYP).

Así mismo, el otorgamiento de crédito requiere que el solicitante posea recursos financieros, en forma individual o asociado; al menos en cierto porcentaje o parte del monto total de la inversión requerida.

La tasa de interés que maneja PROMICRO es la tasa vigente de CETES menos tres puntos; esto es a diciembre del 91; CETES a 28 días su tasa es 17.27%, menos los tres puntos = 14.27% de interés anual sobre el capital que sea considerado.

Teniendo en cuenta lo anterior, el crédito pedido es por: \$ 350 millones de pesos, quedando el plan de amortización como sigue:

Inversión fija total : \$ 587 859 648.00

49 PROMICRO, NAFINSA. Desarrollo de la microempresa. 1991, pág. 103.

Financiamiento : 59.5%

Monto del crédito : \$ 350 000 000.00

Plazo : 9 años con 1 de gracia

Tasa de Interés : 14.27%

Los pagos serán cantidades iguales al final de cada uno de los años, y para hacer este cálculo, independientemente de que hay otras ecuaciones se empleó la siguiente:

$$A = P \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

Donde: A - Pago anual igual que se hace cada fin de año.

P - Cantidad otorgada en el presente.

i - Interés cargado al préstamo.

n - Años requeridos para cubrir el préstamo.

Como parte del estudio económico, se tiene que presentar la siguiente información,⁵⁰ la que se requiere cuando es necesario conocer el comportamiento económico de una planta.

a) Tabla de depreciación.- Indica el capital que se permite acumular, para reposición de equipo y transportes de la planta y se maneja, a diez años.

b) Capital de trabajo.- Es el capital con que hay que contar para que la empresa emplee a funcionar, aparte del capital que se tiene como inversión total.

c) Financiamiento (Tabla de pago de la deuda).- Amortización del capital que se ha requerido a una institución de crédito, manejándose un plazo de nueve años y un año de gracia.

50 PROMICRO, NAFINSA. Contabilidad de la empresa. 1991, págs. 11, 21, 62 y 65.

d) Estado de resultados.- Muestra el comportamiento de la empresa en diferentes períodos, como consecuencia de sus operaciones. En nuestro caso se considera el pago de la deuda (financiamiento) para la obtención de una utilidad neta. En esta parte los costos generales, engloban los siguientes puntos:

- 1) Costos de administración (10% de ventas netas).
- 2) Distribución y venta (5% de costos de fabricación).⁵¹

e) Balance General.- Se plantea por un lado sus recursos totales y por el otro sus deudas a la fecha indicada. Y se tiene el Balance General inicial, ya que es muy importante observar la situación económica en el inicio de operaciones.

f) Punto de equilibrio.- Esta es una relación de costos fijos, variables y beneficios que son una importante referencia que se debe considerar, ya que nos indica el momento en el que no hay pérdidas y que a partir de éste punto se generan utilidades.

CUADRO IX. 3.

DEPRECIACION.⁵²

TABLA DE DEPRECIACION.

Concepto	Inversión Inicial	Tasa anual de depreciación (%)	Depreciación por año
Equipo de proceso en planta	196 953 145.00	10	19 695 314.00
Vehículos de transporte	60 000 000.00	20	12 000 000.00
Equipo de laboratorio	19 695 325.00	10	1 969 532.00
Gastos de instalación	84 689 897.00	10	8 468 989.00
Gastos de prueba	46 471 112.00	5	2 323 556.00
			Depreciación total: 44 457 391.00

Fuente: Datos obtenidos de cálculos.

51 Formulación y evaluación técnico-económico de proyectos industriales. Ing. Soto Rodríguez Humberto. Ed. Centro Nacional de Enseñanza Técnica, México 1978, pág. 193.

52 PROMICRO, NAFINSA. Contabilidad de la empresa. 1991, págs. 62 y 65.

CUADRO IX. 4.

PAGO DE DEUDA⁵²

TABLA DE PAGO DE LA DEUDA O AMORTIZACION DEL FINANCIAMIENTO.

Año	Intereses	Pago al fin de año	Pago a principal	Deuda después del pago
(Millones de pesos)				
1992	-	-	-	350.000
1993	49.945	71.400	21.455	328.545
1994	46.883	71.400	24.517	304.028
1995	43.385	71.400	28.015	276.013
1996	39.387	71.400	32.013	244.000
1997	34.819	71.400	36.581	207.419
1998	29.599	71.400	41.801	165.618
1999	23.633	71.400	47.767	117.851
2000	16.817	71.400	54.583	63.268
2001	9.028	71.400	63.268	-
			350.000	

Fuente: Datos obtenidos de cálculos.

CUADRO IX. 5.
PRESUPUESTOS DE CAPITAL DE TRABAJO.⁵³

CONCEPTO	1992	1993	1994	1995	1996
(Millones de pesos)					
-Activo circulante	1 096.8	1 399.0	1 852.6	2 198.9	2 610.1
Caja y bancos ^a	301.0	357.3	424.1	503.4	597.5
Cuentas por cobrar ^b	326.9	485.0	767.7	911.2	1 081.6
Inventarios	-	-	-	-	-
Materia prima ^c	188.0	223.2	264.9	314.4	373.2
Productos en proceso ^d	210.7	250.1	296.6	352.4	418.3
Producto terminado ^e	70.2	83.4	99.0	117.5	139.5
- Pasivo circulante	188.0	223.2	264.9	314.4	373.2
Cuentas por pagar ^f	188.2	223.2	264.9	314.4	373.2
- Capital de trabajo	908.8	1 175.8	1 587.7	1 884.5	2 236.9

Costos base de junio, 1991, considerándose una inflación de 18.7% anual.

Bases de cálculo:

a (30 días del costo de producción)

b (30 días del valor de ventas)

c (30 días del costo de materia prima y otros materiales)

d (21 días del costo directo de producción)

e (7 días del costo directo de producción)

f (30 días del costo de materia prima y otros materiales)

⁵³ Evaluación de proyectos. Baca Urbina Gabriel, Ed. Mc Graw Hill, 1990. Pág. 201.

CUADRO IX. 5.
ESTADO DE RESULTADOS CON FINANCIAMIENTO.

Concepto	92	93	94	95	96
Relación de capacidad	60%	75%	100%	100%	100%
Precio de venta	5 017.00	5 955.00	7 068.00	8 390.00	9 959.00
(Millones de pesos)					
Ventas netas	2 600.81	3 858.84	6 106.75	7 248.96	8 604.58
Costos Fijos	599.76	711.92	845.04	1 003.06	1 190.63
Costos Variables	1 374.08	2 038.79	3 226.72	3 830.11	4 546.34
Costos de fabricación	1 973.84	2 750.71	4 071.76	4 833.17	5 736.97
Utilidad bruta	626.97	1 108.13	2 034.99	2 415.79	2 867.61
Costos generales	358.77	523.41	814.26	966.56	1 147.31
Costos financieros	-	49.94	46.88	43.38	39.39
Utilidad de operación	268.20	534.78	1 173.85	1 405.85	1 680.91
I.S.R. + R.U.T. (45% de U. de O.)	120.69	240.65	528.23	632.63	756.41
Utilidad neta	147.51	294.13	650.62	773.22	924.50
Depreciación	44.46	44.86	44.86	44.86	44.86
Pago a principal	-	21.45	24.52	28.01	32.01
Fiujo neto de efectivo	191.97	317.54	670.96	790.07	937.35
Rentabilidad (%)	9.85	16.68	29.90	31.27	32.73

Nota: El presente Estado es tomando en cuenta una inflación de 18.7% anual y los precios de junio 1991. CEESP.

Fuente: PROMICRO NAFINSA. La Contabilidad en la empresa. 1991. pág. 21

CUADRO IX. 7.
BALANCE GENERAL INICIAL.⁵⁴ (Año 1992)

Activos		Pasivos	
(Millones de pesos)			
-Activo circulante		-Pasivo circulante	
Caja y bancos	301.031	Cuentas por pagar	188.038
Inventarios	-		
Cuentas por cobrar	326.916	-Pasivo Fijo	
Total de activo circulante	627.947	Crédito	350.000
Activo Fijo			
Activos tangibles	511.182	Total de pasivo	538.038
Activos Intangibles	23.235	Índice circulante	1.170
Imprevistos	53.442	Aportaciones de accionistas	677.762
Total de activo	587.859		
Total de activos	1 215.806	Total de pasivo + Capital	1 215.806

Costos base oct. 1991 y una inflación de 18.7% anual. CEESP

Un indicador económico que es útil, para evaluar el nivel de ventas necesarias para operar sin pérdidas, lo constituye el punto de equilibrio. Se tienen dos variantes, el Operativo y el Financiero.

Punto de Equilibrio Operativo.

Indica el nivel de ventas a realizar para cubrir los costos de operación de la empresa sin tener pérdidas. Utilizando la siguiente ecuación:

⁵⁴ PROMICRO, NAFINSA. La contabilidad en la empresa, 1991, pág. 11.

$$PEO = \frac{\text{Costos fijos sin costos financieros}}{1 - (\text{Costos variables/Ventas netas})}$$

Punto de Equilibrio Financiero.

Es el nivel de operación durante un período dado, en el que la empresa genera ingresos suficientes para cubrir además de los costos de operación, los intereses derivados de préstamos obtenidos por una Institución de Crédito operando sin pérdidas. Siendo su ecuación la siguiente:

$$PEF = \frac{\text{Costos fijos} + \text{Costos Financieros}}{1 - (\text{Costos variables/Ventas netas})}$$

CUADRO IX. 6.
Punto de Equilibrio.
Tabla de punto de equilibrio operativo y financiero⁵⁵.

AÑO	1992	1993	1994	1995	1996
	(Millones de pesos)				
Costos fijos	599.76	711.92	845.04	1 003.06	1 190.63
Costos variables	1 374.08	2 038.79	3 226.72	3 830.11	4 546.34
Ventas netas	2 600.81	3 858.84	6 106.75	7 248.96	8 604.58
Punto de equilibrio operativo	1 271.56	1 509.40	1 791.80	2 126.78	2 524.46
Costos financieros	-	49.94	46.88	43.38	39.39
Punto de equilibrio financiero	1 271.56	1 615.28	1 891.21	2 218.76	2 607.98

55 PROMICRO, NAFINSA. Desarrollo de la microindustria. 1991, pág. 111.

De acuerdo al cuadro IX. 3 (Tabla de depreciación), se tiene el valor de \$44'457,391.00, como cantidad a depreciarse anualmente y la que se utilizó en el Estado de Resultados para la obtención del Flujo Neto de Efectivo.

Observando el cuadro IX. 4 (Tabla de amortización), tenemos como ya se a indicado un año de gracia y a partir de 1993 hasta el 2001, se tiene una cantidad anual a pagar de \$ 71'400,000.00. Este valor se maneja en el Estado de Resultados para su consideración y así obtener el Flujo Neto de Efectivo y más adelante para la obtención del Punto de equilibrio.

Con respecto al cuadro IX. 5 (Presupuesto de capital de trabajo), se tiene el capital en función de ciertas bases de cálculo y cuyos valores son requeridos en el Estado de Resultados para la obtención de la Rentabilidad de la planta.

En el cuadro IX. 6 (Estado de Resultados), se tiene lo que es más importante para los asociados en la instalación de ésta microindustria. Se observa un resumen de los diferentes costos para la elaboración del producto, así como los impuestos a pagar y la utilidad neta. Observándose finalmente la rentabilidad, lo que hará o no redituable a esta inversión. Y se observa que sólo hasta el 2º año se tiene una rentabilidad razonable de 16.68%.

En el cuadro IX. 7 (Balance General Inicial), tenemos como punto más relevante la aportación de los asociados, la cual va a ser de \$ 677'762,000.00 para poder iniciar el proyecto.

Hay muchos tipos de índices y sólo mencionaremos uno de ellos que comúnmente se conoce como prueba del ácido o índice circulante.

$$\begin{aligned} \text{Índice circulante} &= \frac{\text{Activo circulante}}{\text{Pasivo circulante}} > 1 \\ \text{Índice circulante} &= \frac{\$ 627'947,000.00}{\$ 538'038,000.00} = 1.17 \end{aligned}$$

Lo cual nos indica que se tiene solvencia para las diferentes obligaciones económicas.

Con respecto al cuadro IX. 8 (Punto de Equilibrio), se tiene por ejemplo que en el año de 1992 se necesita vender \$ 1,271'560,000.00, lo que corresponde a un volumen de producción de 253,451 Lt. de yogurt al año, para poder operar sin tener pérdidas.

X. CONCLUSIONES

- La razón principal del presente estudio es ser un planteamiento concreto, tanto para los pequeños productores como para los productores ejidales, que son los que menor volumen de leche obtienen. Y así propiciar el mejor aprovechamiento de su producción lechera, obteniendo mayores ingresos en la venta del yogurt que vendiendo únicamente la leche.
- Este trabajo aunque se plantea en un lugar específico, puede ser utilizado en cualquier región productora de leche del país. Particularizando de acuerdo a las condiciones de la zona, en donde va a ser instalada la planta.
- Con respecto a la cuestión técnica, se plantea la utilización de tecnología muy sencilla pero necesaria para la cantidad de leche a procesar.
- Revisando la parte económica, se observa que es rentable la instalación de la planta, siendo la inversión inicial accesible, a los pequeños productores organizados como Microindustria.
- Con respecto a la capacidad de la planta, lo ideal sería que, esta iniciara al 100%, pero la práctica nos indica que las plantas operan a un porcentaje diferente, de su capacidad instalada. Así que inicialmente la planta trabajará a un 60% de su capacidad instalada, y sólo hasta el tercer año se tiene a la planta al 100% de su capacidad.
- Este ritmo de producción es debido a que es necesario, paulatinamente entrar en el mercado y que el producto sea aceptado, para posteriormente ser plenamente identificado, pero a partir del segundo año se tiene una rentabilidad lo suficientemente confiable como para ser decisiva en la discusión de su instalación.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Agenjo Cecilia; Enciclopedia de la leche.
Ed. Carpe, 1956.
- 2.- Baca Urbina Gabriel. Evaluación de proyectos.
Ed. Mac Graw Hill, 1990.
- 3.- Badui Dergal Salvador; Química de los alimentos.
Ed. Alhambra Mexicana, 1ª edición, 1981.
- 4.- Baquero Franco J.; Equipos para la Industria Química y Alimentaria.
Ed. Alhambra, 1985.
- 5.- Berman Connie, Katz Susan; El milagroso Yogurt.
Ed. Posada, 11ª edición, 1989.
- 6.- Crane Co. Div.; Flujo de fluidos.
Ed. Mc Graw Hill, 1988.
- 7.- Del Valle María del Carmen; La leche y su industrialización.
Ciencia y Desarrollo, sept.-oct. N°58, Año X, 1984.
- 8.- Departamento de Sanidad del estado de Nueva York; Manual de
tratamiento de aguas. Ed. Limusa, 1984.
- 9.- Departamento de Desarrollo Pecuario; Estudio elaborado por el Depto. de
Desarrollo. SARH, 1991.
- 10.- Diario Oficial del 26 de enero de 1988; Ley Federal para el Fomento de la
Microindustria.
- 11.- Distrito de Desarrollo Rural Número III. Texcoco. SARH 1992.
- 12.- División de estudios de postgrado; Diseño de equipo.
Facultad de química, UNAM, Vol. 1 #9, 1983.
- 13.- Dossat Roy T.; Principios de Refrigeración.
Ed. CECSA, 10ª reimpresión, 1991.

- 14.- Egan Harold; Análisis Químico de los alimentos de Pearson. Ed. CECSA, 1988.
- 15.- FAO; Proyecto, Instalación, Funcionamiento y Determinación Analítica. ONU, Roma, Italia, 1959.
- 16.- Geankoplis Cristie J.; Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. Ed. CECSA, México, 1982.
- 17.- Giral Jose, Barnes Francisco; Ingeniería de procesos. Ed. Alhambra Mexicana, 2ª edición, 1979.
- 18.- Harper Gilberto E.; El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales. Ed. Limusa, 1987.
- 19.- INEGI; IX y X Censo General de Población y Vivienda, 1970 y 1980 y resultados preliminares del XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. SPP.
- 20.- INEGI; Resultados definitivos tabulados Básicos, área metropolitana. IX Censo General de Población y vivienda 1990. SPP.
- 21.- Kon S. K., La leche y los productos lácteos en la nutrición humana, Nº 27 FAO, Roma, 1972.
- 22.- Konz Stephan; Diseño de Instalaciones Industriales. Ed. Limusa, 1991.
- 23.- Kosjowski Frank; Cheese and Fermented Milk Products. 2nd. edition, Ed. Edward Brothers Inc., Michigan, USA, 1977.
- 24.- Lage Soto S.C.; Panorama sistemático de las aplicaciones de la tecnología de bajas temperaturas a los alimentos. PAUL, UNAM, 1989.
- 25.- Maynard H. B.; Manual de la Ingeniería de Producción Industrial. Tomo II, Ed. Reverté, 1982.
- 26.- Mayekawa de México, S.A. de C.V.; Mycom, Refrigeración, Principios, Diseño, Aplicaciones, 1990.
- 27.- Maguesy Eugene F.; Manual de recipientes a presión, Diseño y Cálculo. Ed.

Limusa 1ª edición, 1989.

- 28.- National Dairy Council. folleto de información nutricional, Rosemont, IL, 1991.
- 29.- Partha Dasgupta, Amartya Sen, Pautas para la evaluación de proyectos. Serie formulación y evaluación de proyectos N° 2, ONU Viena, 1972.
- 30.- Perry and Chilton; Chemical Engineer's Handbook. 5ª edición, Ed. Mc Graw Hill, 1973.
- 31.- Programa de apoyo integral a la Microindustria; La empresa y el empresario. Nacional Financiera, 1991.
- 32.- Programa de apoyo integral a la Microindustria; Manual de trámites de la empresa. Nacional Financiera, 1991.
- 33.- Programa de apoyo integral a la microindustria. Producción y costos. Nacional Financiera 1991.
- 34.- Programa de apoyo integral a la microindustria. La contabilidad en la empresa. Nacional Financiera 1991.
- 35.- Quintero Ramírez Rodolfo, Ingeniería Bioquímica. Teoría y aplicación. Ed. Alhambra Mexicana, 1ª edición, 1981.
- 36.- Rose Howard F.; Diseño de tuberías para plantas de proceso. Ed. Blume, Madrid, España, 1973.
- 37.- Revilla Aurelio; Tecnología de la leche. Ed. Herrero Hermanos, México, 1985.
- 38.- Riegel Emil Raymond; Chemical Process Machinery. Ed. Reimhold, 1953.
- 39.- SARH; Monografía de Chalco. 1982.
- 40.- SARH-CEPAEL; Estudio de productos lácteos. 1985.
- 41.- Selmecc; Manual de datos técnicos.

Equipos Industriales S.A., 13ª edición, 1985.

- 42.- SEDUE; Gaceta Ecológica.
Vol. 1, #2, 1990.
- 43.- Soto Rodríguez Humberto. Formulación y evaluación técnico-económica de proyectos Industriales. Ed. Centro Nacional de Enseñanza Técnica Industrial, 1978.
- 44.- Spreer Edgar; Lactología Industrial.
Ed. Acríbia, 1985.
- 45.- Subsecretaría de Planeación, INEGI; Sistema objetivo de datos básicos, Anuario estadístico de los E.U. Mexicanos 1988-1990. SARH, 1991.
- 46.- Tamine A. Y., Robinson R. K.; Yogurt, Ciencia y Tecnología.
Ed. Acríbia, Zaragoza, España, 1991.
- 47.- Ulrich Gael D. Procesos de Ingeniería Química.
Ed. Nueva Editorial Interamericana, S.A de C.V., México 1986.
- 48.- Velsseyre Roger; Lactología Técnica.
Ed. Acríbia, Zaragoza, España, 1972.
- 49.- Warner James N.; Principios de tecnología de lácteos.
AGT Editor, S.A., 1979.

APENDICE A.

CONTROL DE CALIDAD.

La calidad de un producto se puede definir en función de un gran número de criterios incluyendo, sus características físicas, químicas, microbiológicas, nutricionales y organolépticas, que repercuten directamente en la aceptación por los consumidores. La calidad puede juzgarse mediante distintas pruebas de diferente grado de objetividad que se utilizan para garantizar un buen producto y debe de cumplir con lo siguiente:

- a) Que sea apto para consumo humano y cumpla las especificaciones legales fijadas por las autoridades sanitarias.
- b) Sea capaz de conservar sus características sin alterarse durante un período de tiempo determinado.
- c) Que presente las características organolépticas óptimas que pueden lograrse sin alterarse las condiciones de fabricación.

El control de lo anterior, requiere exámenes de laboratorio, que en nuestro caso serán, esenciales para poder obtener una buena calidad del producto, teniendo en cuenta que la calidad depende de las materias primas empleadas, la higiene y la limpieza de la planta.

Dando prioridad al Control de Calidad se puede lograr la aceptación del producto, manteniendo parámetros sencillos como el tiempo de incubación o la acidez del producto.

Los análisis que se llevarán a cabo en la planta son los siguientes:

- I. Pruebas de aceptación de leche
- II. Pruebas de Control de Calidad en leche
- III. Pruebas especiales para aceptar la leche.
- IV. Pruebas de Control de Calidad de yogurt.

CUADRO A. 1

Pruebas que se realizarán a la leche destinada a la elaboración de yogurt.

DETERMINACION	IMPORTANCIA	METODO	FUNDAMENTO	PROCEDIMIENTO
Contaminantes (I)	Pueden proceder de la alimentación, por ejemplo consumo de ajos, o puede ser de enzimas proteolíticas o lipolíticas o de origen microbiano, responsables de sabor y aroma extraño	Análisis Organoléptico.	Percepción de los sentidos del gusto, vista y olfato.	En los establos donde se captará se destapa cada cántaro y se huele la leche y se degusta.
Acidez (II)	La acidez normal de la leche que es debida al contenido de fosfatos, proteína, citratos y CO ₂ , y no al ácido láctico producido por microorganismos que han contaminado a la leche	Químico Titulación	Cada ml de NaOH, 0.1N neutraliza 1 ml de ácido Láctico, de solución al 0.1N. Gramos de Acido Láctico por litro (g/l) = $[V \times N \times 0.090 / S]$ Mléquivalente de Acido Láctico = 0.090.	Pipetear 9 ml de leche, introduciría en un matraz erlenmeyer, adicionar 3 gotas de fenoftaleína al 1%, titular con NaOH 0.1N. La titulación termina con vire a rosa.
% Grasa (II)	Para la elaboración de yogurt entero. Además es la causa de sabor desagradable, su determinación detecta adulteración por adición de agua. Valor Mín. 32g/l de grasa propia de la leche.	Químico Gerber	Al mezclar H ₂ SO ₄ , con leche en una proporción adecuada se hidroliza la proteína, rompiéndose la emulsión, y la grasa sube libremente, y al apicarse una fza. centrifuga la grasa se acumula en el cuello de la botella, debido a la temperatura que alcanza y la diferencia de gravedad específica entre grasa y solución.	En un butirómetro se colocan 9.5ml de H ₂ SO ₄ , se añade 11 ml de leche y 1 a 2 ml de alcohol isoamílico; se tapa y se agita vigorosamente se centrifuga a 1000 RPM x 3 a 5 min. y después se lee en la columna de grasa en el butirómetro, el % de grasa en la leche.

Continuación Cuadro A. 1.

DETERMINACIÓN	IMPORTANCIA	METODO	FUNDAMENTO	PROCEDIMIENTO
Antibióticos (III)	Para evitar la inhibición de los cultivos.	Microbiológico	Por su efecto Inhibidor sobre el cultivo de bacterias sensibles se detectan.	La muestra de leche se calienta a 95°C para inactivar sustancias inhibidoras y se enfría. El cultivo de <i>S. Thermophilus</i> , el indicador de púrpura de bromocresol y nutrientes apropiados se adicionan con una esfera. Por incubación a 45°C por 4h se produce ácido en leche libre de antibióticos lo cual vuelve amarillo al indicador. En presencia de antibiótico, el indicador permanece azul.
Extracto Seco (II)	Ajustar la concentración de enriquecimiento de leche	Gravimétrico	Pérdida de peso.	La muestra previamente neutralizada con hidróxido de estroncio 0.1N se deseca y el valor obtenido de extracto seco se le resta 0.0048g por ml de solución neutralizante añadida.
Reducción de colorantes	Reconoce las leches anormales, ya sea calostro o de ubres enfermas, como también falta de entriamiento de la leche.	Microbiológico	Se basa en el cambio de color que imparte el indicador; el tiempo que tarda depende del número de bacterias, de su consumo de oxígeno y multiplicación de dichas bacterias.	Hacer una solución del colorante, disolviendo una pastilla de resazurina en 200 cc de agua destilada. Medir un cc del colorante en un tubo de ensayo estéril, al cual se le agrega 10 cc de leche a probar. Mezclar e incubar por una hora a 37°C. La muestra se observará cada hora y se clasificará de acuerdo con el color resultante al final.
<p>Resultados:</p> <p>Grado Nº 1. Excelente ---- No hay cambio de color.</p> <p>Grado Nº 1. Buena ---- Color azul a púrpura claro</p> <p>Grado Nº 2. Regular ---- Púrpura claro o rosado.</p> <p>Grado Nº 3. Mala ---- Rosada pero no decolorada.</p> <p>Grado Nº 4. Pésima ---- Blanca.</p>				

Fuente: Tecnología de la leche. Aurello Revilla. Ed. Herrero Hermanos, Sucesores S.A. México 1985, pág 143, Análisis Químico de los alimentos de Pearson. Harol Egan. Ronald S. Kirk. Ed. CECSA. 1988, pág. 448.

CUADRO A.2.
Pruebas que se realizarán al yogurt.

DETERMINACION	IMPORTANCIA	METODO	FUNDAMENTO	PROCEDIMIENTO
Extracto Seco (IV)	Para comprobar si se ha efectuado correctamente el enriquecimiento y asegurar una buena calidad	Gravimétrico	Pérdida de peso	La muestra previamente neutralizada con hidróxido de estroncio 0.1N. se deseca y el valor obtenido de extracto seco se le resta 0.0048 g por ml de solución neutralizante añadida..
% Grasa (IV)	Para asegurar el cumplimiento de las especificaciones legales y establecer la denominación del producto como yogurt entero (min. 3-5% de grasa), yogurt semidescremado (1.0-2.0%) y yogurt descremado (máx. 0.3% de grasa)	Químico Gerber	Ver cuadro A.1	Tomar 11.3 gr. de yogurt.
Acidez (IV)	Su determinación nos indica el punto final de la fermentación. 0.7 - 0.90% Ac. Láctico.	Químico Titulación	Ver cuadro A. 1	
pH (IV)	Nos indica directamente el desarrollo microbiano del yogurt. pH- 4.4 - 4.5	Químico	La acidez o la alcalinidad de una sustancia depende de su concentración de iones de hidrógeno positivos [H ⁺] ácido; hidrógenos negativos [OH ⁻] alcalino.	Verter la muestra en un vaso, conectar el electrodo en la muestra, tomar la temperatura encender el potenciómetro y determinar la lectura.
Viscosidad	Es una medida incorrecta de la consistencia del gel del yogurt y nos permite comprobar la calidad del yogurt	Físico	La propiedad de los fluidos en los cuales el roce de unas moléculas con otras opone una resistencia al movimiento uniforme de la masa.	Verter la muestra en un vaso e introducir la aguja indicada en el seno de la muestra y encender el viscosímetro. Siempre en las mismas condiciones de evaluación.
Aspecto, Cuerpo, Textura, Cuerpo, Aroma y Sabor	Su determinación nos indica que tan aceptable será el yogurt para el consumidor	Organoléptico.	Por medio del sentido del gusto, olfato y vista se apreciarán las características del yogurt.	Tomar una muestra del yogurt terminado y degustarlo.

Fuente: Idem Cuadro A. 1. Pág 115 y Pág. 448 respectivamente.

APENDICE B.

SISTEMA DE LIMPIEZA.

Limpieza y Saneamiento de la planta elaboradora de Yogurt.

La industria de lácteos reconoce dos tipos generales de tratamiento de los equipos para obtener productos higiénicos:

- a) Limpieza; tratamiento físico y químico.
- b) Sanitización; adición de vapor y agentes químicos.

La limpieza física se ocupa de los materiales u objetos y de concentraciones de suciedad en su superficie. Así el material de residuo depositado, puede ser eliminado por medio del cepillado o por acción turbulenta de líquidos.

La limpieza química es complementaria a la limpieza física ya que la eliminación de residuos es acelerada por la adición de detergentes, humectantes y otros agentes químicos.

La sanitización tiene por objeto la eliminación de microorganismos viables, que pudieran contaminar al producto durante el proceso, y ésto se logra con la utilización de:

- a) Vapor
- b) Cloro
- c) Iodo
- d) Agentes cuaternarios de NH_3 .

Durante las pasadas dos décadas, ha habido avances en la limpieza y sanitización de equipos de proceso y se ha pasado del antiguo método de limpieza manual, que utilizaba a la fuerza física para la remoción de restos contaminantes de los equipos.

Actualmente se utiliza en la industria el sistema denominado CIP (Clean In place).

En donde se tienen resultados satisfactorios si se cumplen los siguientes puntos:

- a) Ingeniería adecuada.

- b) Adecuados procedimientos de limpieza y sanitización, aplicados bajo un control adecuado.

Un sistema CIP, consiste en:

- a) Diferentes circuitos de limpieza.
- b) Un tanque de soluciones.
- c) Una bomba.

Los diferentes circuitos se interconectan, separando a las tuberías y uniéndolas al tanque de soluciones de la bomba.

Se recomienda que la velocidad de flujo de soluciones sea 1.5 veces mayor que el flujo de leche y aproximadamente las caídas de presión se incrementen por un factor de 2.25 veces la presión manejada con el producto.

El CIP envuelve un mínimo de seis etapas.

- a) Preenjuague.
- b) Lavado ácido.
- c) Enjuague intermedio.
- d) Lavado básico.
- e) Enjuague
- f) Sanitización.

Con este sistema se disminuye el tiempo de limpieza y no se daña el equipo y a no ser necesario desarmarlo para su limpieza.

Nosotros planteamos la utilización del sistema de limpieza manual, debido a que nuestros equipos así lo requieren.

El sistema de limpieza manual esta constituido por tres etapas, y se lleva a cabo de acuerdo a la siguiente secuencia:

- 1) Enjuagado en agua corriente para eliminar la mayor parte de suciedad.
- 2) Poner inicialmente una solución de NaOH, y dejar en remojo para reblandecer la suciedad.
- 3) Pasar una solución de cloro y se procede al tallado del material a limpiar.

4) Enjuagar con agua, y a continuación pasar agua caliente a 77°C, y dejar durante 1 minuto.

5) Escurrir el material y secarlo cuidadosamente.

Los cepillos, esponjas y demás utensilios utilizados en la limpieza deben desinfectarse por calor o inmersión en una solución con 200 ppm de cloro o 400 ppm de amonio cuaternario, al menos por 10 minutos.

APENDICE C.

TRATAMIENTO DE AGUA.

El agua que se utilizará para equipos de proceso será de pozo el cual cuenta con una dureza promedio de 500 ppm.

La dureza está determinada por la concentración de calcio (Ca) y magnesio (Mg) que en contacto con el calor formaran incrustaciones en la superficie de calderas y tuberías, en estas capas de Ca y Mg se pueden desarrollar microorganismos.

El procedimiento para ablandar el agua será el de intercambio iónico, que consiste en filtrar el agua a través de una arena especial llamada zeolita; que remueve del agua los iones de Ca y Mg y los reemplaza por iones de Na que no causan dureza.

Cuando la zeolita ha perdido el Na, no tiene capacidad para ablandar el agua y debe ser regenerada.

Cálculo del volumen de zeolita para tratar el agua de proceso.

El agua que se necesita tratar es la reposición y la utilizada para el vapor y es de $1.5 \text{ m}^3/\text{hr}$

Se tomará un 20% de seguridad quedando, $1.8 \text{ m}^3/\text{hr}$

- Y se utilizaran resinas sintéticas de una capacidad para eliminar la dureza de 20-60 Kg. de dureza / m^3 .

- Espesor de resina 0.60-1.80 m

- Flujo descendente $0.12\text{-}0.20 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$.

Las calderas permiten de 4 -8 ppm = mg/Li.

Para determinar el volumen de resina se tomaron los siguientes datos:

Capacidad de la resina $40 \text{ Kg}/\text{m}^3$.

Espesor de la resina 0.6 m.

El agua de pozo tiene 500 mg/Lt de dureza = 0.5 Kg/m³.

Las resinas dejan el agua suavizada con 0 ppm de carbonatos, éste valor de dureza, provoca que los costos de operación sean altos, para disminuir ésto, se mezclará agua suavizada con agua cruda, la cual tiene 500 mg de dureza/Lt en proporción adecuada, para que al final se tenga, agua con dureza de 8 mg de dureza/Lt.

Cálculo de la cantidad de agua cruda a agregar al agua suavizada para obtener dureza de 8 mg/Lt.

Dureza de agua cruda = 500 mg/Lt.
Dureza del agua suavizada = 0 mg/Lt.
Volumen de agua deseada = 1.8 m³/hr.
x = proporción de agua cruda.

8 mg/Lt = (500 mg/Lt) x + 0 mg/Lt (1-x)
_ _ x = 8/500 = 0.016 proporción de agua cruda en la mezcla.

Volumen de agua cruda en la mezcla
1.8 m³/hr (0.016) = 0.0288 m³/hr.

Volumen de resina requerida:
Kg de dureza a quitar/hr = capacidad de la resina.

Agua a tratar: 1.8 m³/hr - 0.0288 m³/hr = 1.7712 m³/hr.
Dureza a quitar: 1.7712 m³ x (0.5 Kg de dureza/m³) = 0.8856 kg de dureza a quitar.

Volumen de resina: 0.8856 Kg de dureza/40 Kg/m³ = 0.022 m³

Para saber el área de la resina se tiene:

Volumen = $\pi r^2 h$ = área h

Despejando el área:

Area = volumen / h = 0.022 m³/0.60 m = 0.037 m²

despejando radio.

$$\text{radio} = [\text{área} / \pi]^{0.5} = [0.037 \text{ m}^2 / \pi]^{0.5} = 0.109 \text{ m}$$

$$\text{Diámetro} = 0.218 \text{ m}$$

Para sostener la zeolita en el tanque de ablandamiento de agua se necesita grava con un espesor aproximado de 0.30 m.

- La velocidad de flujo que necesita es de $0.42 \text{ m}^3/\text{min}$.

- El tanque para el tratamiento de agua tiene las siguientes dimensiones:

$$\begin{aligned} \text{Altura} &= 0.30 \text{ m de grava} + 0.60 \text{ zeolita} + 0.50 \text{ m de agua} \\ &= 1.40 \text{ m} + 20\% \text{ de margen de seguridad} = 1.68 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\text{Diámetro} = 0.22 \text{ m.}$$

$$\text{Volumen} = \pi r^2 (1.68 \text{ m}) = 0.064 \text{ m}^3$$

Para regenerar la zeolita se necesita de 2 - 3.5 Kg de NaCl por Kg de dureza removida.

Si removemos 0.8856 Kg de dureza x 2 Kg de NaCl = 1.7712 Kg de NaCl; la renovación de la resina se hará cada 24 hr.

El procesamiento de suavización es el siguiente:

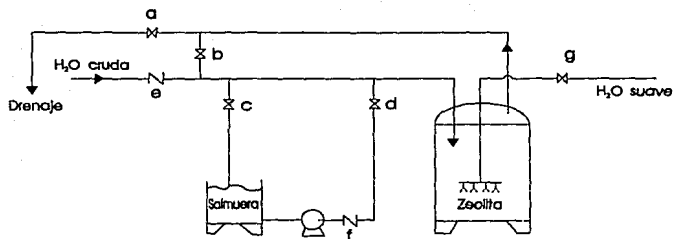
1.- El agua pasa por la línea, manteniendo la válvula **a**, **b** y **c**, cerradas y el agua entra al tanque de zeolita en donde por intercambio iónico disminuye su dureza y sale del tanque por la válvula **d**, observar diagrama C.

2.- La regeneración de la zeolita se hace con NaCl por lo que se cierra la válvula **g** y se abre **b**, **c** y **d**; se cierra la válvula **a**, para regenerar una circulación de salmuera que se introduce al suavizador por efecto de inyección.

3.- El retrolavado es la eliminación de NaCl, de todo el sistema.

Se contará con un dosificador para el agua cruda, y el agua suavizada.

Para la solución de NaCl se contará con un tanque el cual tendrá los 1.7712 Kg de NaCl, siendo el volumen del tanque de 10 Lt.



SISTEMA DE SUAVIZACION.
Diagrama C.

Fuente: Manual de tratamiento de aguas. Depto. de Sanidad del Estado de Nueva York. Ed. Limusa, 1984. Pág. 105.

APENDICE D

Refrigeración.

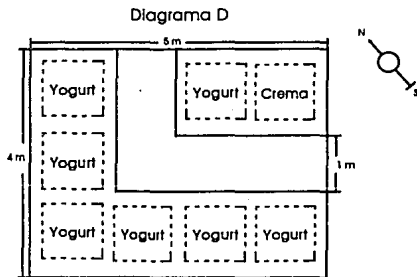
Cámara de refrigeración.

El dimensionamiento de la cámara de refrigeración se realizó en base a la producción de un día de trabajo tomando en cuenta el embalaje del producto y su adecuado estibamiento dentro de la cámara, así como un pasillo.

El producto terminado se encuentra en cubetas de plástico de capacidad de 20 Kg para el yogurt y 3 Kg para la crema.

La producción de un turno es de 3 711.44 Kg de yogurt y 141.0 Kg. de crema, éste producto se colocará en la cámara de la manera siguiente:

Dimensionamiento de la cámara y arreglo.



En el diagrama D se encuentran las dimensiones de la cámara que es de 4 m x 5 m x 2.5 m de altura; esta dividida en tres áreas que son:

- I. Área de crema que ocupa un área de 1 m^2 , ya que cada tarima mide (1 m x 1 m) y se requiere de una tarima-
- II. Pasillo; el pasillo es de 1 m de ancho.
- III. Área de yogurt; ocupa un área de 7 m^2 donde cada tarima mide 1 m^2 y se

requieren 7 tarimas.

El producto se estiba para el yogurt en 27 cubetas por tarima en arreglo de 3 x 3 x 3; y para la crema se requieren 47 cubetas en un arreglo de 4 x 4 x 3, en una tarima.

Para la altura de la cámara de refrigeración se considera lo siguiente:

Concepto	Altura (m)
Cubetas apiladas	1.10
Espacio para el evaporador	1.40
Altura total	2.50

Para obtener las temperaturas requeridas para el cálculo de carga térmica de paredes, se usaron las siguientes ecuaciones:

$$T_d = 0.4 T_{mm} + 0.6 T_{max}$$

En donde:

T_{mm} = Temp. promedio de temperaturas máximas del mes más caliente.
(28.1°C)

T_{max} = Temp. máxima del mes más caliente. (31.51°C)

T_d = Temperatura exterior de la cámara. (30°C)

$$T_{plso} = T_d \cdot T_{int. \text{ cámara}} / 2$$

$$T_{pasllo} = T_d \times 0.55$$

T° muros este = T_d + corrección por radiación solar	(Y esta en función del
T° muros oeste = T_d + " " " "	color, material y
T° muros norte = T_d + " " " "	orientación de la
T° muros sur = T_d + " " " "	cámara).

- Cálculo de Q_0 "Potencia frigorífica" correspondiente a paredes techo y piso.

CUADRO D. 1.

Temperatura de diseño de paredes.

	T° de diseño		Diferencia de Temp.	Factor de corrección*	T° de diseño de pared
	Ext.	Int.			
Pared Norte	30.0°C	4°C	26.0	0	26
Pared Sur	30.0°C	4°C	26.0	1.1	27.1
Pared Oeste	30.0°C	4°C	26.0	2.2	28.2
Pared Este	16.5°C	4°C	12.5	1.1	13.6
Techo Plano	30.0°C	4°C	26.0	5.0	31.0
Piso	17.0°C	4°C	13.0	0	13

* Considerando que se tiene un acabado con pintura blanca.
Principios de refrigeración, Dossat Roy T.

La temperatura de diseño de pared se utilizó para determinar el espesor del aislante.

El cálculo del espesor del aislante se hizo con las siguientes ecuaciones:

$$Q = U A \Delta T \quad (1)$$

Se considera la siguiente relación:

$$Q/A^{(55)} = 11.63 \text{ W/m}^2$$

$$\text{donde: } U = \frac{1}{V_{hi} + X_{r}/k_n \dots V_{ho}}$$

En donde:

Q.- Cantidad de calor transferido KJ/h

U.- Coeficiente de transmisión de calor $\text{W/m}^2\text{°K}$

ΔT .- Diferencia de temperaturas.

Se tomo la diferencia de temperaturas que se encuentra en el cuadro anterior.

hi.- coeficiente convectivo de película de pared interior.

ho.- coeficiente convectivo de película de pared exterior.

X.- Espesor de aislante.

k.- Conductividad térmica del aislante.

hi y ho se consideran despreciables por ser un valor muy pequeño.

Unicamente en esta parte de refrigeración se harán los cálculos en Watts por encontrarse los valores de coeficientes y conductividad térmica en estas unidades.

La ecuación de U por resistencias queda de la siguiente forma:

$$U = 1/x/k = U = k/x \quad (2)$$

De la ecuación (1) despejamos U y considerando el valor de Q/A:

$$U = 11.63 \text{ W/m}^2 / \Delta T \quad (3)$$

Sustituyendo (3) en (2)

$$x = \Delta T k / 11.63$$

El aislante que se usa es el Poliuretano en espuma, por su baja conductividad térmica y su fácil adquisición en el mercado.

El valor de "k" para el poliuretano espumado es 0.02596 W/m²K el valor de ΔT que se utiliza es la diferencia de temperaturas, temperatura de diseño para cada pared, y la temperatura en el interior de la cámara, que se tienen en el cuadro D. 1.

En la tabla siguiente se tiene el espesor del aislante y la cantidad de calor transmitido por paredes.

CUADRO D. 2.
Espesor de aislante y calor transmitido por paredes.

	Espesor de Aislante		Area de muros m ²	Q (Watts)
	In	m		
Pared Norte	2.28	0.058	12.5	145.3
Pared Sur	2.40	0.061	12.5	145.3
Pared Oeste	2.48	0.063	10.0	116.2
Pared Este	1.18	0.030	10.0	116.2
Techo plano	2.72	0.069	20.0	232.4
Piso	1.14	0.029	20.0	232.4
Total				987.8 Watts (85 346.4 KJ/día.)

Fuente: Datos obtenidos de cálculos.

- Cantidad de calor transmitido por ocupantes.

Serán dos personas las que entrarán a mover y estibar los envases.

Equivalente Calorífico por ocupante = 885.66 KJ/hr

Q de personas = Q por persona x N° de personas.

$$Q = 885.66 \text{ KJ/hr} \times 2 = 1\,771.32 \text{ KJ/h} \times 2 \text{ hr/día}$$

$$Q = 3\,542.64 \text{ KJ/día}$$

- Calor por motores.

Calor equivalente por motores: 3 903.77 KJ/Hp

$$Q_m = 0.75 \text{ Hp} \times 20 \text{ hr/día} \times 3\,903.77 \text{ KJ/Hp}$$

$$Q_m = 58\,556.55 \text{ KJ/día}$$

- Calor por Iluminación.

Suponemos 4 watts/m² y el área de la cámara es de 20 m².

$$Q \text{ Iluminación} = 20 \text{ m}^2 \times 4 \text{ Watts/m}^2 = 160 \text{ Watts}$$

$$Q \text{ Iluminación} = 160 \text{ Watts} = 576 \text{ KJ/hr} \times 2 \frac{\text{hr}}{\text{día}} = 1152 \text{ KJ/día}$$

- Calor transmitido por cambios de aire.
Tenemos que las condiciones exteriores son:
Temp. de bulbo seco = 303.15 °K (30°C)
Humedad relativa = 48%
Condiciones interiores:
Temp. de bulbo seco = 277.15 °K (4°C)
Humedad relativa = 85%

Utilizando la carta psicrométrica, obtenemos los siguientes valores:
he = Entalpía de saturación 48% de humedad = 96.72 KJ/Kg aire seco
hi = Entalpía de saturación 85% humedad = 32.66 KJ/Kg aire seco
ve = Volumen = 0.88 m³/Kg de aire seco (141.1 ft³/lb)
vi = Volumen = 0.79 m³/Kg de aire seco (12.64 ft³/lb)
 \bar{v} = Volumen promedio = 0.84 m³/Kg de aire seco.

Para obtener el número de cambios de aire se tiene un volumen interior de cámara de 50 m³.

Numero de cambios de aire = 13 (Dossat Tabla 10-8a, pág. 209)

Q por cambios de aire =
cambios de aire x volumen de la cámara x (he-hi) / volumen.

$$Q = 13 \text{ cam. de aire } (50 \text{ m}^3) [(96.72 - 32.66) / 0.84] = 49,570.24 \text{ KJ/día}$$

- Calor total de la cámara, Independientemente de las cargas por el producto y su embalaje:

$$Q_{\text{cámara}} = 198167.83 \text{ KJ/día.}$$

Aislamiento de tanques y tuberías.

Se requiere aislamiento para así minimizar el escape de energía al exterior de tanques o de tuberías, por lo que se utiliza la ecuación de escape económico de energía, obteniéndose el espesor requerido. Y sólo en vapor y agua caliente se consideró un espesor primero y luego se obtuvo el flujo de calor por área.

Ecuación utilizada:

$$Q/A^{(56)} = 11.63 \text{ W/m}^2 = \Delta T k / x \therefore x = \Delta T k / 11.63$$

Siendo: $k_{\text{poliuretano espumado}} = 0.02596 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $k_{\text{fibra de vidrio}} = 0.05490 \text{ W/m}^2\text{K}$

CUADRO D. 3.
 Aislamiento de tanques y tuberías.

	Espesor		T °C	Material Aislante	Areas m ²	Q kJ/h
	In	m				
Tanque de enfriamiento	2.3	0.058	26	Poliuretano espumado	8.170	341.8
Tanque de incubación	2.8	0.034	15	Fibra de vidrio	4.490	187.83
Tanque de crema	2.8	0.034	15	Fibra de vidrio	1.413	59.109
Tanque de agua fría	2.48	0.063	28	Poliuretano espumado		
Tanque de agua cal.	11.2	0.284	60	Fibra de vidrio	11.0	460.15
Tubería de agua fría	2.48	0.063	28	Poliuretano espumado	6.61	276.51
Tubería de agua cal.	4.0	0.102	60	Fibra de vidrio	4.2	175.70
Tubería de vapor	4.0	0.102	121	Fibra de vidrio	2.32	97.05

Fuente: Datos obtenidos de cálculos.

APENDICE E

BENEFICIOS.

BENEFICIOS INDIRECTOS.

La microindustria que se plantea en este trabajo, es generadora de una actividad económica, importante en sí, aunque de volúmenes modestos.

Es de tomarse en cuenta que aunque es una instalación pequeña y ocupar pocos empleados, se cumple uno de los objetivos de toda planta industrial, que es la de mejorar las condiciones económicas de la población en donde se ha instalado.

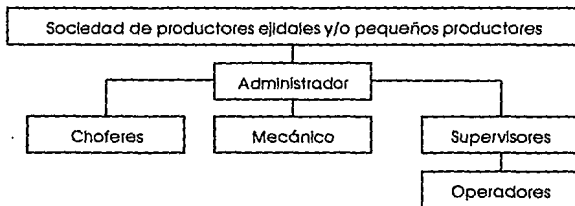
Además como se ha comentado, la planta microindustrial, consume diesel, agua del sistema municipal, electricidad, etc. Por lo que genera un poder adicional de compra en la región, lo que repercute en un aumento en el consumo de la misma.

Al captar la leche de esta región, se está motivando a los productores ejidales y pequeños productores a organizarse, para un mejor desarrollo social.

Y como también se pagan impuestos, estos se adicionan al esfuerzo por mejorar las condiciones de vida de la zona, ya que se tienen instalaciones de drenaje, mayor electrificación, mantenimiento y más carreteras, etc.

BENEFICIOS DIRECTOS.

CUADRO E. 1.
Organigrama de la Microindustria elaboradora de Yogurt.



El número total de empleados es de 12, desde operadores hasta el administrador, gente que es suficiente para el funcionamiento de esta planta. (Ver cuadro E1)

Así, de acuerdo al estudio económico se tiene el egreso por sueldos, además de los diferentes gastos que se realizan en la región por el consumo de los diferentes servicios, requeridos para el funcionamiento de la planta y por último los impuestos generados, correspondientes al volumen de producción por año. (Ver cuadro E. 2)⁵⁷

CUADRO E. 2.
Aportación económica de la MicroIndustria a la región.

Concepto	1992	1993	1994	1995	1996
(Millones de pesos)					
Sueldos	218.60	259.48	308.00	365.60	433.96
Gastos (agua, diesel, etc.)	124.18	147.40	174.96	207.68	296.52
Impuestos	120.69	240.65	528.23	632.63	756.41
Total	463.47	647.53	1 011.19	1 205.91	1 486.89

Fuente: Datos obtenidos del Estudio Económico.

⁵⁷ Pautas para la evaluación de proyectos. Serie formulación y evaluación de proyectos N°2. Partha Dasgupta, Amartya Sen. ONU, Viena 1972, págs. 41 y 70.

APENDICE F

DISEÑO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

Un tanque de almacenamiento, parte de una figura simple geométrica, como un cilindro, esfera o elipse; pero también puede ser una figura compuesta, como un cilindro con tapas en forma de cono, etc.

Por lo que para determinar el volumen, cada elemento geométrico, debe ser calculado por separado; tomando en cuenta que se tienen los siguientes tipos de tapa y cuya selección esta de acuerdo a la presión de operación o un caso específico:

CUADRO F. 1.
Criterios de selección para tapas de tanques de almacenamiento.

TIPOS DE TAPAS	CRITERIOS DE SELECCION
Torlsféricas	Bajas presiones
Elípticas	Bajas y medias presiones
Semiesféricas	Altas presiones, grandes espesores mayores de 2 3/8" o materiales especiales
Cónicas	Recipientes atmosféricos
Planas	Recipientes atmosféricos

Fuente: Equipos para la Industria Química y Alimentaria, J. Baquero, V. Lorente. Editorial Alhambra. Primera edición 1985. Pág. 190.

La utilización de tanques es para mantener al fluido en un punto previo al procesamiento o para su envasado.

En esta planta en particular, los tanques que se utilizan no están con presión interna, por lo que son atmosféricos, a excepción de los tanques encaquetados y los tanques acumulador y recipiente de líquido del Sistema de refrigeración de la planta los cuales son recipientes a presión (Ver cuadro F. 2).

La forma cilíndrica, con tapas cónicas es la más comúnmente utilizada en la industria de Lácteos, tanto para almacenamiento, balanceo y servicios.

El diseño preliminar de un tanque de balanceo se puede realizar considerando los siguientes puntos:

- a) Es necesario tener el flujo a manejar [Kg/hr]
- b) Densidad del fluido, para pasar el flujo másico a flujo volumétrico [Kg/m³]
- c) Tiempo de residencia y así obtener el volumen requerido del recipiente, donde a la cantidad obtenida se le agregará un 20% de margen de seguridad, ya que los recipientes nunca se llenan al 100%, siempre debe existir ese margen mencionado.

Ya que el nivel máximo recomendable de llenado, de un recipiente tanto horizontal como vertical, es de 90%, pudiéndose manejar un margen de 80 - 90% de llenado de los recipientes.

[Recipientes horizontales $H = 0.85 D$ y Recipientes verticales $H = 0.7 L$].

Lo cual esta en función del nivel máximo de líquido, y si se instala alarma por alto nivel, y cual es el punto de alimentación.⁵⁸

d) Se debe considerar la relación L/D (longitud/diámetro) de los tanques dentro del siguiente rango.

$$1 \leq L/D \leq 5$$

e) Tomar en cuenta las características del fluido, el cual puede ser corrosivo, volátil, alimenticio, etc. Para así hacer una adecuada selección del material de construcción, ya sea acero al carbono, acero inoxidable, plástico o fibra de vidrio.

f) También se debe considerar la temperatura, ya que muchas veces, si se está cerca del punto de ebullición, el líquido puede evaporarse y si no se tiene un

⁵⁸ Diseño de equipo (Dimensionamiento de recipientes). Facultad de Química. Departamento de apoyo a programas tecnológicos. Vol. 1 N° 9 Diciembre 1983. Pág. 155

venteo adecuado o un techo móvil, puede llegar a crearse presión en el recipiente.

A continuación se tiene un ejemplo de diseño de un tanque de almacenamiento:

Secuencia de cálculo de diseño de tanques.

Tanque de almacenamiento de combustible.

Material a almacenar: Diesel

a) Capacidad a manejar: 2.7552 Kg/hr

b) Densidad: 861 Kg/m³

Por lo tanto:

$$2.7552 \text{ Kg/hr} / 861 \text{ Kg/m}^3 = 0.0032 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Ya teniendo el flujo volumétrico, se tiene que se trabajan:

4 hr (240 min) al día quedando:

$$0.0032 \text{ m}^3/\text{hr} \times 4 \text{ hr (día)} = 0.0128 \text{ m}^3/\text{día}$$

c) Tiempo de residencia: 30 días, así el volumen que se tiene es
 $0.0128 \text{ m}^3/\text{día} (30 \text{ días}) = 0.384 \text{ m}^3/\text{día} \times 1.20$ (margen de seguridad)=
 0.461 m^3 de volumen a almacenar

d) Se debe cumplir la relación $1 \leq L/D \leq 5$

$$\text{Volumen} = 0.461 \text{ m}^3$$

Siendo la relación seleccionada de 2

$$\text{o sea } L/D = 2 \therefore 2D = L$$

Se sabe que

$$D = 2r \quad \therefore \quad L = 2(2r)$$

$$L = 4r$$

Obteniendo el volumen total del tanque:

Volumen total del cuerpo + Volumen de la tapa.

(que en este caso no se considera por ser planas)

De acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V = \pi r^2 L$$

$$V = \pi r^2 (4r)$$

$$V = \pi r^3 \cdot 4 \quad \text{despejando el radio:}$$

$$r = \sqrt[3]{V/\pi \cdot 4}$$

$$r = 0.3323 \text{ m}$$

Siendo entonces las dimensiones del tanque:

$$D = 2r = 0.67 \text{ m} \quad \text{y} \quad L = 4r = 1.34 \text{ m}$$

e) Como es un fluido no corrosivo y que no requiere de un manejo sanitario, el material de construcción será acero al carbono.

f) La temperatura será la ambiente ($15^\circ\text{C} = 288.15^\circ\text{K}$), y por lo tanto no se tienen condiciones especiales.

Para calcular el espesor de los tanques atmosféricos es necesario considerar que los cuerpos son de forma rectangular y utilizar la siguiente ecuación: Esta ecuación es para pequeños tanques atmosféricos.

$$t = 2.45 L \sqrt{\frac{\alpha H 0.036 G}{S}} + C \quad (1)$$

C - 0.0625 = Margen de corrosión.

L - Longitud del tanque (plg.)

α - factor H/L (ver gráfica pág. 183 Manual de recipientes a presión)⁵⁹

H - Altura del tanque (plg)

S - Valor de esfuerzo de la placa (Lb/plg²)

G - Gravedad específica del líquido

t - Espesor de placa requerido en pulgadas.

⁵⁹ Manual de recipientes a presión. Diseño y Cálculo. Eugene F. Megyesy. Editorial Limusa. Primera edición 1989. Págs. 22 y 183.

CUADRO F. 2.
Dimensiones de los tanques requeridos en esta instalación.

TANQUES	e plg	V m ³	L/D	DIMENSIONES	MATERIAL DE CONSTRUCCION
ATMOSFERICOS:					
ELEVADO DE AGUA S/TRATAR	1/8"	1.55	2	D=0.98 m L=1.96 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
SALMUERA	1/8"	0.012	2	D=0.20 m L = 0.40 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
TRATAMIENTO DE AGUAS DURAS	1/8"	0.148	5	D=0.336 m L=1.68 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
ALMACENAMIENTO COMBUSTIBLE	3/32"	0.461	2	D=0.67 m L=1.34 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
BALANCEO	3/16"	1.83	1.5	D=1.16 m L=1.74 m	ACERO INOXIDABLE SA-240 gr. 304
*PASTEURIZACION DE CREMA	1/8	0.812	1.8	D=0.5 m L=0.9 m	ACERO INOXIDABLE SA-240 gr. 304
*PASTEURIZACION DE LECHE	3/16"	0.90	2	D=0.813 m L=1.63 m	ACERO INOXIDABLE SA-240 gr. 304
INCUBACION	3/16"	1.032	2	D=0.88 m L=1.76 m	ACERO INOXIDABLE SA-240 gr. 304
AGUA CALIENTE	1/2"	3.64	2	D=1.32 m L=2.65 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
RECIBO	5/16"	3.6	2	D=1.30 m L=2.60 m	ACERO INOXIDABLE SA-240 gr. 304
AGUA FRIA	1/8"	10.8	1.35	D=2.0 m L=2.7 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
COMBUSTIBLE DIARIO	3/16"	0.12	2	D=0.424 m L=0.848 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
A PRESION:					
*ACUMULADOR DE AMONIACO	1/4"	0.033	5	D=0.299 m L=1.495 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C
*ALMACENAMIENTO DE LIQUIDO NH ₃	3/8"	0.110	4	D=0.304 m L=1.520 m	ACERO AL CARBONO A-285 gr. C

e = espesor de la placa requerida en pulgadas,

* espesor calculado con la ecuación (2)

Fuente: Datos obtenidos de cálculo.

Para los recipientes a presión, se considera la siguiente ecuación:

$$t = \frac{P R}{S E + 0,4P} + C \quad (2)$$

C - 0.0625 margen de corrosión.

P - Presión de diseño (Lb/plg²)

R - Radio exterior (plg)

S - Valor de esfuerzo de material (Lb/plg²). Tablas del Perry:

6-57 Acero al carbono A-285 gr. C

6-59 Acero inox. SA-240 gr. 304

E - Eficiencia de soldadura

t - Espesor de placa requerida (plg)

APENDICE G.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Las Industrias generan desechos líquidos con diferente grado de contaminación, por lo que se deben estudiar las diferentes sustancias que las componen, de acuerdo a las normas establecidas por la SEDUE, antes de ser descargadas al sistema de drenaje.

Entre los contaminantes, que pueden contener el agua de desecho industrial se tienen:

a) **Materia orgánica biodegradable.** La demanda de oxígeno para la descomposición de estos materiales se satisface con el oxígeno disuelto en el agua en que se descargaron, mismo que es necesario para el mantenimiento de la flora y de la fauna.

b) **Otros compuestos (nitratos, amoníaco, fosfatos).**

Por ser el nitrógeno y el fósforo elementos esenciales para la vida un exceso de ellos causa un proceso de nitrificación que intensifica la producción de formas de vida improductivas (algas, lirios de agua) que consumen nutrientes con una rapidez mayor que las especies productivas (peces y plankton) y llevan al sistema a una rápida extinción.

c) **Elementos tóxicos.** Pequeñas concentraciones de plomo, cadmio y mercurio que son letales.

d) **Derivados del petróleo, solventes.**

e) **Otros insecticidas, fierro, cloro, detergentes, etc.**

Para poder eliminar cada uno de éstos contaminantes es necesario emplear un método específico, que depende de la calidad del agua que debe tratarse.

Dentro de los diferentes parámetros de medición, hay tres que principalmente evalúa SEDUE y son los siguientes:

DBO.- Es la demanda biológica de oxígeno requerida durante la oxidación de materia orgánica e inorgánica, por un cultivo aeróbico bacteriano. Este parámetro mide los efectos combinados de las sustancias putrescibles en

solución.

DBO₅.- Este parámetro (el que se utiliza comunmente), mide la cantidad de oxígeno disuelto en una muestra de agua, antes y después de 5 días de incubación a 20°C.

Sólidos suspendidos totales.- Es todo material visible que contiene el agua que al tiempo de muestreo no esta disuelto y que puede eliminarse por filtración.

pH.- Es la expresión de la concentración de los iones hidrógeno.

Así de acuerdo a la norma técnica ecológica, NTE-CCA-009/88, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes, en las descargas de aguas residuales, provenientes de la industria elaboradora de leche y sus derivados y son los que se establecen en la siguiente tabla:

TABLA G. 1.
Descargas de aguas residuales de la Industria lechera.

PARAMETROS	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES	
	PROMEDIO DIARIO	PROMEDIO INSTANTANEO
pH (unidades de pH)	6 - 9	6 - 9
Sólidos suspendidos totales (mg/Lt)	100	120
Demanda Biológica de oxígeno (mg/Lt)	100	120

FUENTE: Gaceta Ecológica. Vol. I N° 2. Agosto de 1989. Secretaría de desarrollo Urbano y Ecología.

Los desechos de la Industria procesadora de leche y derivados proceden principalmente del agua de lavado, del área de recepción, de equipo, tuberías, zona de proceso y de las fugas de juntas de tuberías mal ajustadas.

La DBO de los desechos de las plantas es alta y entra rapidamente en fermentación ácida. Eldridge indica que la DBO₅ para el suero, mantequilla, leche desnatada y leche entera, varía de 32,000 hasta 102,500 mg/Lt.

A continuación se tienen de modo general la serie de etapas que son

requeridas para un adecuado tratamiento de aguas residuales.

Tratamiento primario

Para detener la fermentación ácida, se añade cal en una cantidad a determinar.

Con respecto a los sólidos suspendidos en las aguas de desecho, éstos se pueden separar por filtración.

Tratamiento secundario.

En esta etapa se elimina la materia orgánica disuelta en el agua, y la oxidación biológica por medio de microorganismos en condiciones aeróbicas y en algunos casos anaeróbicas.

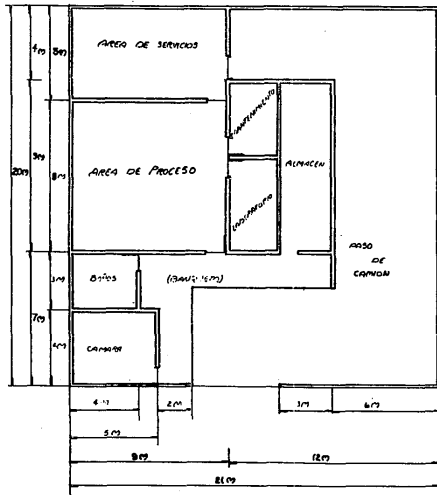
Para lograr lo anterior se utiliza uno de los siguientes puntos:

- a) Lagunas de oxidación.
- b) Filtros biológicos.
- c) Lodos activados.

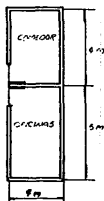
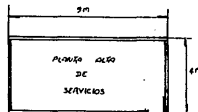
Este tratamiento es eficaz si se elige de acuerdo a un análisis más profundo, para así obtener la calidad de agua deseada.

APENDICE H.

DIAGRAMAS.

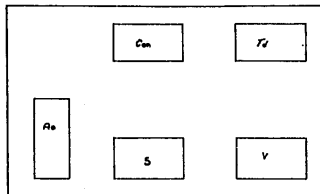
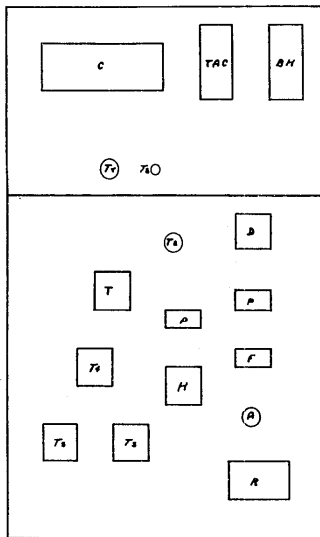


PLANTA ALTA
DE MANTENIMIENTO
Y LABORATORIO



CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EN IXTAPALUCA, MEX.	
ALTIMETRIA S.N.M.	2250 m
TEMPERATURA DE DA.	30°C
TEMPERATURA DE SA.	22°C
HUMEDAD RELATIVA	48%
DIRECCION Y VELOCIDAD DE LOS VIENTOS DOMINANTES:	
VELOCIDAD	5.8 Km/Hr.
DIRECCION	SUR-NORTE

FES CUAJUILTLAN LINAM			
INSTALACION DE MICRO-INDUSTRIA ELABORADORA DE YOGURT			
DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE PLANTA			
ESTADO: SIERRA LEONIA MEXICO	ACADÉMICOS: 16-2 Jun	PROYECTO #: 582	PROYECTO: R

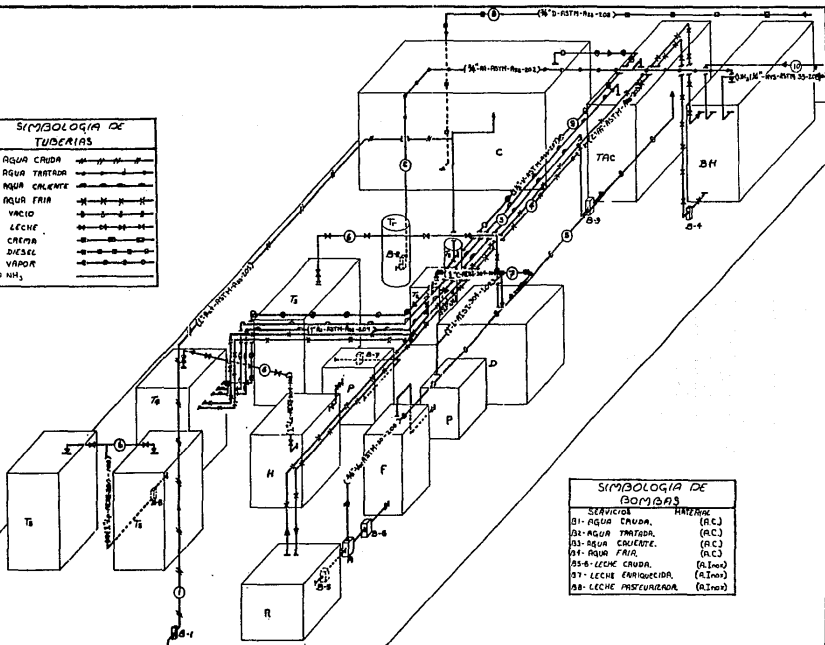


SIMBOLOGIA DE SERVICIOS AUXILIARES	
C- CALDERA	Co-CONDENSADOR.
TAC- TANQUE DE AGUA CALIENTE.	Td- TANQUE DE DIESEL.
BH- BANCO DE HIELO.	A6- TANQUE DE AGUA.
T- TANQUE DE TRATAMIENTO DE AGUA.	S- COMPRESOR.
Ts- TANQUE DE SALMERA.	V- SOPLADOR.

OBSERVACIONES:
f- SIMBOLOGIA DE EQUIPO DE PROCESO, VER PLANO SA-1.

FES CUAUTITLAN UNAM.			
INSTALACION DE MICRO-INDUSTRIA ELABORADORA DE YOGHURT			
DISTRIBUCION DE EQUIPO DE PROCESO Y SERVICIOS			
DESIGNO: 1980-01-20	ACTIVIDADES: —	DESIGNO N°: SA-3	PROYECTO: A

SIMBOLOGIA DE TUBERIAS	
1 AGUA CALDA	→
2 AGUA TRATADA	→
3 AGUA CALIENTE	→
4 AGUA FRIA	→
5 VACIO	→
6 LECHE	→
7 CREMA	→
8 DIESEL	→
9 VAPOR	→
10 NH ₃	→



SIMBOLOGIA DE BOMBAS	
SERVICIO	TIPO
B1-AGUA CALDA	(R.C.)
B2-AGUA TRATADA	(R.C.)
B3-AGUA CALIENTE	(R.C.)
B4-AGUA FRIA	(R.C.)
B5-LECHE CALDA	(A.Iron)
B7-LECHE ENRIQUECIDA	(A.Iron)
B8-LECHE PASTEURIZADA	(A.Iron)

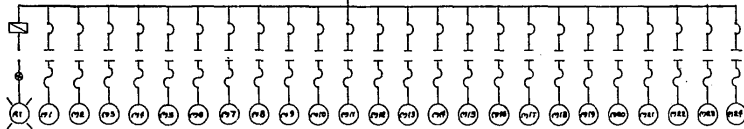
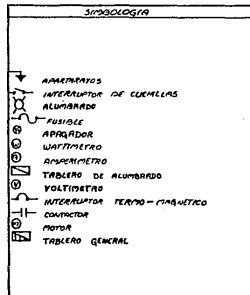
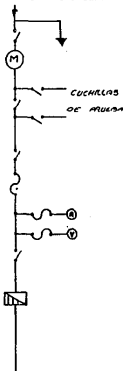
OBSERVACIONES

1: Simbología de equipos de proceso, ver plano SA-1 a SA-3
 2: Simbología de equipos de servicios, plano SA-3
 3: El código tuberías es de la tabla de líneas de proceso y servicios
 4: R.C.: Refero al código R. Instalaciones Instalables

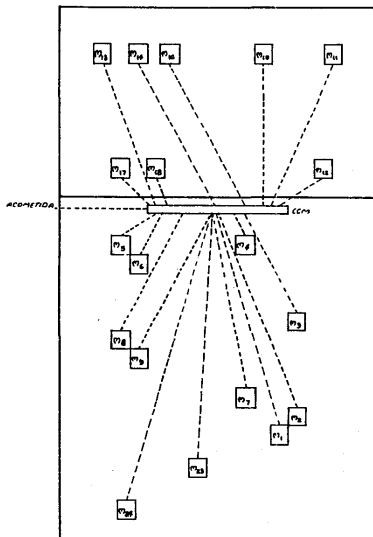
FES CUAUTITLAN LNAAM		
INSTALACION DE MICRO-INDUSTRIA ELABORADORA DE YOGHURT		
ISOMETRICO DE TUBERIAS		
DISEÑO: BOLSA F. CARRAS EZEQUIEL HERRERA	ACOTACIONES: —	PROYECTO: SR-4 A

DESCRIPCION DE MOTORES	
M 1	ALUMBRADO DE LA AUBRA
M 1	BOMBA DE LECHE CRUDA
M 2	BOMBA DE LECHE CRUDA
M 3	DESCARMIADORA
M 4	AGITADOR DE CREMA
M 5	AGITADOR DE LECHE ESTERERIZADA
M 6	BOMBA DE LECHE ESTERERIZADA
M 7	HOMOGENIZADORA
M 8	AGITADOR DE LECHE PASTEURIZADA
M 9	BOMBA DE LECHE PASTEURIZADA
M 10	BOMBA DE AGUA CALIENTE
M 11	BOMBA DE AGUA FRIA
M 12	AGITADOR DE AGUA FRIA
M 13	VENTILADOR DE CALDERA
M 14	BOMBA DE AGUA DE CALDERA
M 15	BOMBA DE DIESEL
M 16	BOMBA ADMINISTRATIVO DIARIO DIESEL
M 17	BOMBA DE AGUA YNTRADA
M 18	BOMBA DE SALSOLICA
M 19	BOMBA DE AGUA DEL CONDENSADOR
M 20	VENTILADOR DEL CONDENSADOR
M 21	COMPRESOR
M 22	BOMBA DE VACIO
M 23	BOMBA DE AGUA CRUDA
M 24	DIFFUSOR DE CAMARA

CONEXION DIA. SUPLENSTRADORA 3 FASES-220V.



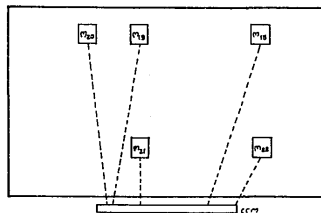
FES CUALTITLAN LINAM.			
INSTALACION DE MICRO-INDUSTRIA			
LABORADORA DE YOGHURT			
DIAGRAMA UNIFILAR			
DISEÑO: Silvia C. Campun Ricardo Acevedo	ACOMODACIONES: —	DIBUJO Nº: 59-5	PROYECTO: A



VOLTAJE: 220 VOLTS
 TIPO CABLE: 1/2"

OBSERVACIONES:
 CODIGO DE MOTORES: YER 548

PLANTA 02/01



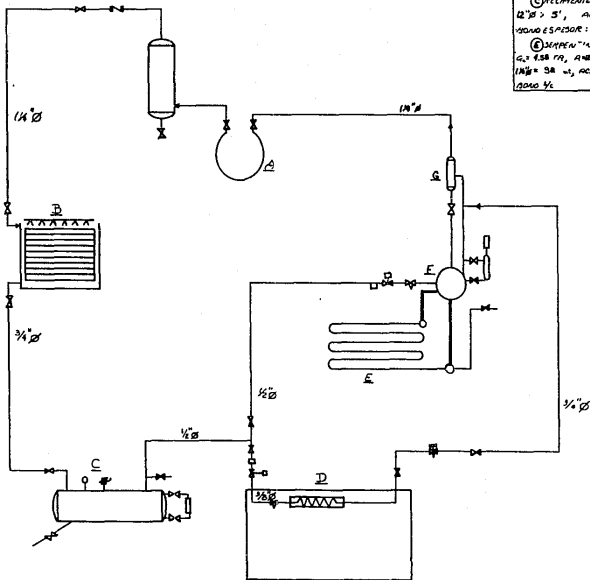
MOTOR	CAPACIDAD	INTERVALO AMP	ELEMENTO TERMICO	DIAMETRO DEL CABLE	TIPO DE ARRANCADOR	ARMONIAO AEMH
M01	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	TENSION COMPLETA	00
M02	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	✓	00
M03	7.5 H.P.	29.0	36.25	10	TENSION REDUCIDA	1
M04	1/2 H.P.	2.7	3.37	12	TENSION COMPLETA	00
M05	3/4 H.P.	3.8	4.75	12	✓	00
M06	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	✓	00
M07	1/2 H.P.	29.0	68.75	8	TENSION REDUCIDA	2
M08	1/2 H.P.	2.7	3.37	12	TENSION COMPLETA	00
M09	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	✓	00
M10	1 1/2 H.P.	6.6	7.5	12	✓	00
M11	1.0 H.P.	4.7	5.87	12	✓	00
M12	3/4 H.P.	3.8	4.75	12	✓	00
M13	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	✓	00
M14	3.0 H.P.	12.0	15.25	12	TENSION REDUCIDA	00
M15	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	TENSION COMPLETA	00
M16	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	✓	00
M17	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	✓	00
M18	1/2 H.P.	1.6	2.0	12	✓	00
M19	1/2 H.P.	2.7	3.37	12	✓	00
M20	1/2 H.P.	2.7	3.37	12	✓	00
M21	1.5 H.P.	29.0	68.75	8	TENSION REDUCIDA	2
M22	3/4 H.P.	3.8	4.75	12	TENSION COMPLETA	00
M23	3/4 H.P.	3.8	4.75	12	✓	00
M24	3/4 H.P.	3.8	4.75	12	✓	00

FES CUAUTITLAN L.I.A.M.
 INSTALACION DE MICRO-INDUSTRIA
 ELABORADORA DE YOGHURT
 DIAGRAMA DE DISTRIBUCION
 DE CARGAS

ESCALA: 1:1000
 ACABADOS: SENA E COMUNICACION
 DIBUJO N°: SA-6
 PROYECTO: A

SIMBOLOGIA DE EQUIPOS

<p>Ⓐ COMPRESOR: MITSUBISHI NH-2 A, 800 RPM, 18 HP Q = 8.81 T/R, $V_{in} = 36.7 \frac{m^3}{HR}$</p>	<p>Ⓒ CONDENSADOR Q = 11.93 T/R. ($Q_c + Q_m$) 11 M.88 m, METALINO (MS) = 185 m.c. ACERO AL CARBONO.</p>
<p>Ⓑ TUBO DE CARGA 12" x 5', ACERO AL CARBONO 2000 ESPESOR: $\frac{3}{8}$"</p>	<p>Ⓓ OLFUSOR: Q. D. 2.5" MODELO 2A-88 YORK BRASS</p>
<p>Ⓔ MANTENIMIENTO EMPAQUADO Q. D. 2.5" T.R., 4 M.88 m, METALINO 18" x 3' m, ACERO AL CARBONO 2000 1/2</p>	<p>Ⓕ FRIGORIFERO ACUMULADOR 12" x 3' ACERO AL CARBONO 2000 1/2</p>
	<p>Ⓖ TRAMPAS DE LUBRICO</p>



SIMBOLOGIA DE VALVULAS

Ⓐ	VALVULA DE MARCHA
Ⓑ	DE EXPANSION
Ⓒ	CHECK
Ⓓ	SEGURIDAD
Ⓔ	SOLENOIDE
Ⓕ	REBOCADOR
Ⓖ	MECANISMO FLOTADOR

LES LACTEAS LINA

INDUSTRIA LACTEAS INDUSTRIAL
 FABRICACION DE YOGURT

DISEÑO DE FLUIDO DE REFRIGERACION

DISEÑO:	AUTORES:	FECHA:	PROFESOR:
DAVID	---	2017	A