

Universidad Nacional Autónoma de México
FACULTAD DE QUIMICA

**"ESTUDIO PRELIMINAR PARA DISEÑO Y FABRICACION
DE EQUIPO PARA PROCESAR ALIMENTOS, EN MEXICO"
(PASTEURIZADORES Y CAMBIADORES DE CALOR)**

T E S I S

Que para obtener el Título de

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

orientación

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

INGENIERO QUIMICO

presentan

MA. ESTHER NIETO ORTIZ

JOAQUIN GARCIA BARRERA

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

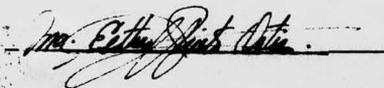
Jurado asignado originalmente segun el tema.

PRESIDENTE	: ENRIQUE GARCIA GALEANO
VOCAL	: JORGE MARTINEZ MONTES
SECRETARIO	: ALEJANDRO GARDUÑO TORRES
1er. SUPLENTE	: GUILLERMO ALCAYDE LACORTE
2º. SUPLENTE	: ALFONSO FRANYUTTI ALTAMIRANO

Sitio donde se desarrolló el tema: FACULTAD DE QUIMICA

Nombre completo y firma de los sustentantes:

MA. ESTHER NIETO ORTIZ.



JOAQUIN GARCIA BARRERA.



Nombre completo y firma del asesor del tema:

ALEJANDRO GARDUÑO TORRES.





FACULTAD DE QUIMICA
DEPTO. DE PASANTES Y
EXAMENES PROFESIONALES.

FORMA C

Universidad Nacional Autónoma de México (AUTORIZACION PARA ESCRIBIR DEFINITIVAMENTE EL TEMA REVISADO)

C. Director Gral. de Servicios Escolares
Universidad Nacional Autónoma de México,
P r e s e n t e .

Me permito comunicar a usted, que el tema de TESIS

Titulado: "ESTUDIO PRELIMINAR PARA DISEÑO Y FABRICACION DE EQUIPO
PARA PROCESAR ALIMENTOS, EN MEXICO (PASTEURIZADORES Y CAMBIADO-
RES DE CALOR)" (TEMA MANCOMUNADO)

que presenta: LA SRITA. MARIA ESTHER NIETO ORTIZ

Pasante de la Carrera de: QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

Fue aceptado por el Jurado nombrado para dicho examen, el cual quedó inte-
grado en la siguiente forma:

Presidente Prof.: ENRIQUE GARCIA GALEANO
V o c a l " : JORGE MARTINEZ MONTES
Secretario " ALEJANDRO GARDUÑO TORRES
1er. Suplente " JOSE FCO. GUERRA RECASENS
2o. Suplente " GUILLERMO ALCAYDE LACORTE

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "
Cd. Universitaria D.F., a 17 de julio de 1979

EL JEFE DEL DEPTO. DE PASANTES
Y EXAMENES PROFESIONALES.

QUIM. JULIO TERAN Z.



FACULTAD DE QUIMICA
DEPTO. DE PASANTES Y
EXAMENES PROFESIONALES.

FORMA C

Universidad Nacional
Autónoma de
México

(AUTORIZACION PARA ESCRIBIR DEFINITIVAMENTE EL TEMA REVISADO)

C. Director Gral. de Servicios Escolares
Universidad Nacional Autónoma de México,
p r e s e n t e .

Me permito comunicar a usted, que el tema de TESIS

titulado: "ESTUDIO PRELIMINAR PARA DISEÑO Y FABRICACION DE EQUIPO
PARA PROCESAR ALIMENTOS, EN MEXICO (PASTEURIZADORES Y CAMBIADO-
RES DE CALOR" (TEMA MANCOMUNADO)

que presenta: EL SR. JOAQUIN GARCIA BARBERA

Pasante de la Carrera de: INGENIERO QUIMICO

Fue aceptado por el Jurado nombrado para dicho examen, el cual quedó inte-
grado en la siguiente forma:

- Presidente Prof.: ENRIQUE GARCIA GALEANO
- V o c a l " : JORGE MARTINEZ MONTES
- Secretario " : ALEJANDRO GARDUÑO TORRES
- 1er. Suplente " : JOSE FCO. GUERRA RECASENS
- 2o. Suplente " : GUILLERMO ALCAYDE LACORTE

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "
Cd. Universitaria D.F., a 17 de julio de 1979

EL JEFE DEL DEPTO. DE PASANTES
Y EXAMENES PROFESIONALES.

QUIM. JULIO TERAN Z.

"Si cada vez que cae un hombre, se sabe levantar, llegará una vez que se levante para no volver a caer jamás".

A MIS PADRES, Con admiración, respeto y profunda gratitud por su gran amor de haberme dado una formación profesional, cuya dedicación y constancia debo lo que soy, deseando -- que la realización de ésta tesis como parte de mi vida profesional sea una pequeña compensación a sus esfuerzos y sacrificios que siguen -- realizando para sus hijos.

A MIS HERMANOS, Con cariño por haberme alentado y brindado su apoyo durante mis estudios.

A JOAQUIN, Con amor y cariño por su esfuerzo, empeño y dedicación.

MA. ESTHER

A MIS PADRES, Con el más profundo-respeto, cariño y agradecimiento-por el apoyo recibido durante toda mi carrera profesional, en gratitud a todos sus sacrificios y a -- quienes debo lo que ahora soy pues-de ellos he recibido todo.

A MIS HERMANOS, Por el apoyo brindo a través de mis estudios.

A MA. ESTHER, Con amor por su -ayuda y comprensión incalcula--ble, sin la cual no habría sido posible la realización de ésta-tesis.

JOAQUIN

A NUESTRA ESCUELA, MAESTROS Y COMPAÑEROS,
Por sus sabios conocimientos que nos brind
aron durante nuestra carrera.

AL ING. ALEJANDRO GARDUÑO, Con ad-
miración, por su valiosa orienta-
ción y cooperación para la realizac
ción de ésta tesis.

A LOS INGS. FRANCISCO Y ANTO-
NIO MONTERO, Por su asesoría-
y ayuda desinteresada.

ESTUDIO PRELIMINAR PARA DISEÑO Y FABRICACION
DE EQUIPO PARA PROCESAR ALIMENTOS EN MEXICO.
(PASTEURIZADORES Y CAMBIADORES DE CALOR)

- I. INTRODUCCION.
 - I.1 Antecedentes.
 - I.2 Justificación del Tema.

- II. GENERALIDADES DEL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTOS EQUIPOS.
 - II.1 Características de Ingeniería, Características - de Flujo y Aspectos Técnicos.
 - II.2 Procedimiento de Construcción.
 - II.3 Métodos de Prueba.
 - II.4 Instalación, Inspección y Limpieza.
 - II.5 Puesta en Marcha.
 - II.6 Usos ó Aplicaciones que se deben cubrir en la -- Industria.
 - Lácteos.
 - Cerveza.
 - Jugos.
 - II.7 Algunas Variables y/o Factores que son Básicos - en el Diseño.
 - II.8 Diseños Propuestos.
 - II.9 Diagrama de Elaboración de los Intercambiadores - de Calor a Placas.

- III. ESTUDIO PARA SU FABRICACION.
 - III.1 Aspectos Económicos (Mercado).
 - III.2 Inversiones.
 - III.3 Máquinas - Herramientas necesarias.
 - III.4 Adiestramiento de Mano de Obra.
 - III.5 Costo de Fabricación.

- IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

- V. ANEXOS.
 - V.1 Cuadros.
 - V.2 Gráficas.

- VI. BIBLIOGRAFIA.

I. INTRODUCCION

I.1.- Antecedentes

I.2.- Justificación del Tema

INTRODUCCION

En esta tesis se pretende analizar y discutir -- las posibilidades que existen para la fabricación de equipos en México del tipo Pasteurizadores e Intercambiadores de Calor, de gran importancia en la mayoría de los procesos en la Industria de la Alimentación.

Es bien sabido que el país se encuentra en una etapa intermedia de desarrollo industrial y muy especialmente en la Industria del Hierro y el Acero; se calcula -- que en unos años más ésta, será autosuficiente; por lo tan to se considera que es de gran importancia que se beneficie a todas las Industrias con ésta expansión y muy especialmente a la Industria de los Alimentos, debido a que la mayoría de los equipos y sus partes son de importación.

Teniendo en cuenta lo anterior se empezará por hacer mención de lo que es la Transferencia de Calor, los principales tipos de Intercambiadores de Calor, así como -- las principales características y aplicaciones de cada uno de ellos en la Industria Alimenticia.

Posteriormente se cubrirán varios aspectos de la Pasteurización siendo una operación que involucra transferencia de calor haciendo mención de sus principales equipos así como las variantes que éstos han sufrido hasta -- nuestros días.

Se debe de tener en cuenta qué mecanismos de --
transferencia de calor, aspectos técnicos, aspectos de di-
seño y otros puntos se tratarán posteriormente en otros ca
pítulos.

JUSTIFICACION DEL TEMA

El objetivo de este trabajo es el de realizar un estudio para determinar la factibilidad de fabricación de algunos equipos para procesar alimentos en México, así como también analizar y discutir dichas posibilidades de fabricación y a su vez de exportación a mercados del exterior.

El motivo que ha llevado a realizar este trabajo, es la necesidad imperiosa de contar con maquinaria propia para aprovechar los recursos del país, muy especialmente en la industria alimenticia, así como disminuir el monto de divisas que el país paga por concepto de compras de equipo y tecnología al extranjero.

Otra de las causas que ha motivado el desarrollo de esta tesis, es ver la posibilidad de creación de nuevas fuentes de trabajo para beneficio del país, tanto en el aspecto humano como en el aspecto tecnológico, además el país requiere que disminuyan los gastos al extranjero por concepto de pagos de tecnología, y finalmente se considera que debe crearse tecnología y así no depender tanto de equipo de importación.

Además, se sabe que la mayor parte de la maquinaria que se utiliza en la Industria de los Alimentos es de importación. Hacer un estudio de todas las ramas de la Industria de los Alimentos sería exhaustivo, por lo cual los autores se han limitado a realizar el estudio sobre una industria que es de gran importancia en el país: la Industria Lechera, la cual cuenta entre sus equipos con los llamados Intercambiadores de Calor y Pasteurizadores, si bien

cabe hacer la aclaración de que, además de esta industria hay otras que emplean los equipos ya mencionados.

Por considerarse a la leche un alimento de primera necesidad en la dieta del ser humano, es necesario que la industria lechera procese grandes volúmenes de este alimento para satisfacer las necesidades de una población creciente en el país. Es por esto que la industria requiere de equipo moderno, que en su gran mayoría resulta ser de muy costosa inversión y por lo tanto, una gran parte del pago por estos equipos sale del país a beneficiar a compañías extranjeras.

Para poder llevar a cabo este estudio se realizaron entrevistas a las principales firmas representantes de estos equipos en México. Se estima que se cuenta con los recursos tanto humanos como materiales para poder fabricar los mencionados equipos, no sin antes resolver algunos problemas, como los de contar con las máquinas-herramientas indispensables y sobre todo contar con un mercado potencial adecuado.

NOMENCLATURA Y UNIDADES:

A	Superficie del área de transferencia de calor; ft^2
a	Coefficiente de proporcionalidad dimensional
c	Calor específico a presión constante; $\text{BTU}/\text{lb } ^\circ\text{F}$
D	Diámetro; ft
g	Aceleración de la gravedad; $4.18 \times 10^8 \text{ ft}/\text{hr}^2$
g_c	Factor de conversión; $4.18 \times 10^8 \text{ (lb masa) (ft)}/$ $\text{(lb fuerza) (hr)}^2$
h	Coefficiente individual de transferencia de calor; $\text{BTU}/(\text{hr) (ft)}^2 \text{ (}^\circ\text{F)}$
k	Conductividad Térmica; $\text{BTU}/\text{hr ft}^2$ (unidad de gradiente de temperatura, $^\circ\text{F}/\text{ft}$; también indicada como $\text{BTU}/\text{hr ft } ^\circ\text{F}$)
k_H	Conductividad Térmica media
L	Longitud de la superficie de transferencia de calor; ft
m, n	Exponentes
N_{Nu}	Número de Nusselt; hD/k ó hL/k
N_{Pr}	Número de Prandtl; c_p/k
N_{Gr}	Número de Grashof; $L^3 \rho^2 \beta g \Delta t / \mu^2$
Q	Cantidad de calor; BTU ; velocidad de transferencia de calor BTU/hr ; Q_t calor total transferido
t/x	Cambio de temperatura por unidad de longitud; $^\circ\text{F}/\text{ft}$
T	Temperatura absoluta
Δt	Diferencia de temperaturas; $^\circ\text{F}$
ΔT_{ln}	Media logarítmica de la diferencia de temperaturas
U	Coefficiente Total de Transferencia de Calor; $\text{BTU}/(\text{hr) (ft)}^2 \text{ (}^\circ\text{F)}$
u	Velocidad; ft/hr
β	Coefficiente volumétrico de expansión térmica; $(^\circ\text{F})^{-1}$

- ϵ Emisividad o Emitancia
 ρ Densidad; lb masa/ft³
 σ Constante de Stefan-Boltzmann; 1.37×10^{-12} cal/cm²
seg °K⁴; 1.73×10^{-9} BTU/ft² hr °K⁴
 μ Viscosidad; lb/(hr) (ft); gr/(cm) (seg); lb/(ft)(seg)

TRANSMISION DE CALOR

Se define la transmisión de calor como un proceso dinámico en el cual se transmite calor desde una sustancia caliente a otra más fría o bien cuando hay dos cuerpos que están a temperatura diferentes al ponerse en contacto, el calor fluye desde el objeto más caliente hacia el más frío.

Un alto porcentaje de las operaciones que se realizan en la Ingeniería Química y en la Ingeniería de los Procesos de Alimentos transcurren con producción o absorción de energía en forma de calor y es por lo tanto una operación de gran importancia la transmisión de calor.

El principio fundamental de un intercambiador de calor, es enfriar un fluido relativamente caliente, mientras que se calienta simultáneamente otro que está más frío, y para lograr este intercambio se hacen circular cada uno por uno de los lados de una pared conductora de poco espesor y de diseño especial, dicha pared puede ser de Acero Inoxidable o de cualquier otro material metálico, la tón de aluminio, titanio, cobre, etc.

Por razones de economía los procesos de calentamiento y enfriamiento necesarios, se pueden realizar en un sistema regenerativo; es decir que en esta operación se trata de recuperar la mayor parte de energía suministrada que entra en juego en la operación.

Es importante hacer mención de los diferentes mecanismos de transferencia de calor que existen:

- a) Conducción
- b) Convección
- c) Radiación

En la práctica pueden ocurrir simultáneamente los tres mecanismos, pero es preferible considerarlos separadamente y combinarlos cuando sea necesario.

CONDUCCION.- Se define como la transmisión de calor desde una parte de un cuerpo a otra parte del mismo, o desde un cuerpo a otro en contacto físico entre sí, sin que se produzca un desplazamiento observable en la materia. Este tipo de mecanismo tiene lugar a escala molecular y se intercambia directamente energía molecular desde la sustancia más caliente a la más fría.

La principal ley que es aplicable a transferencia de calor por conducción es la llamada Ley de Fourier, cuya ecuación en forma diferencial se expresa de la siguiente manera:

$$dQ/d\theta = -k A \frac{dt}{dx}$$

De la ecuación anterior se deduce que:

$$k = dQ/d\theta (1/A) \times 1/(dt/dx)$$

$$k = \text{Kcal/hr} \times 1/\text{m}^2 \times 1/^\circ\text{C/m}$$

$$k = \text{Kcal/m hr } ^\circ\text{C} \quad \text{en unidades métricas}$$

o bien, $k = \text{BTU/ft hr } ^\circ\text{F} \quad \text{en unidades inglesas}$

La constante de proporcionalidad "k" es una propiedad que recibe el nombre de Conductividad Térmica, característica propia del material a través del cual fluye el calor y varía con la temperatura, pero que para pequeños intervalos de temperaturas se considera constante. Para intervalos de temperaturas mayores, la conductividad --

térmica "k" varía linealmente con la temperatura, de acuerdo con la ecuación:

$$k = a + bt$$

por lo tanto a y b son constantes empíricas.

En el apéndice de este trabajo se presentan diversos valores de conductividad térmica k para diferentes materiales.

Para cualquier sustancia, la k puede medirse con la ayuda de la ecuación:

$$dQ/d\theta = -k A dt/dx$$

CONVECCION.- Es la transferencia de calor debida al movimiento de grupos de moléculas de un fluido, desde un punto a otro dentro del mismo. Este movimiento puede ser debido a cambios de densidad o bien por movimiento forzado en el fluido. Este tipo de transferencia de calor se encuentra restringido a líquidos y gases, ya que en los sólidos no es posible el desplazamiento molecular.

La transferencia de calor por convección no se puede predecir matemáticamente, habiendo por ello que reunir resultados experimentales más que teóricos, como es el caso de la transferencia de calor por conducción y radiación.

Se puede hablar de dos tipos de convección:

- a) Convección Natural
- b) Convección Forzada

Convección Natural.- Se presenta en un fluido cuando está en contacto con una superficie más caliente o más fría que él y a medida que este fluido se caliente o enfríe, se tendrá una variación en su densidad y, por efecto de flotamiento la parte del fluido que se ha calentado o enfriado sufrirá un desplazamiento, siendo sustituido por una nueva porción de fluido, con lo que se continúa la transferencia de calor.

La velocidad de convección natural depende de las constantes físicas del fluido, densidad, viscosidad, conductividad térmica, calor específico a presión constante y el coeficiente de expansión; y en algunas ocasiones influyen otros factores como alguna dimensión lineal del sistema (el diámetro o la longitud), la diferencia de temperaturas y muy especialmente la aceleración de la gravedad.

Por experimentos se ha encontrado que la transferencia de calor por convección se puede describir por medio de la combinación de todos los factores anteriores, formando números adimensionales como los siguientes:

$$\text{Número de Nusselt } Nu = h_c D/K$$

$$\text{Número de Prandtl } Pr = c_p \rho / k$$

$$\text{Número de Grashof } Gr = D^3 \rho^2 \beta g \Delta t / \mu^2$$

Todos estos números completados en algunos casos por la relación de longitud L/D.

La ecuación general que se obtiene relacionando estos números es la siguiente:

$$h L / k = a \left(\frac{L^3 \rho^2 g \beta \Delta t}{\mu^2} \frac{c \mu}{k} \right)^m$$

$$Nu = a (N_{Gr} N_{Pr})^m$$

La ecuación más general de la convección natural se escribe con sólo suponer que estas relaciones adimensionales se pueden relacionar por medio de una función especial:

$$(Nu) = K (Pr)^1 (Gr)^m (L/D)^n$$

Para utilizarla en la práctica se han evaluado experimentalmente los valores de K , 1 , m , n en distintas condiciones operatorias.

Convección Forzada.- Es de gran importancia cuando se tiene flujo turbulento. La transferencia se presenta para Número de Reynolds mayores de 2,100.

Este tipo de transferencia de calor es la más comúnmente empleada en los procesos industriales, tiene lugar cuando se forza un fluido a pasar sobre un sólido ocurriendo a la vez transmisión de calor entre el fluido y el sólido. Las velocidades de transmisión de calor son mayores que en el caso de la convección natural; cuanto mayores es la velocidad del fluido mayor es la transmisión de calor.

Los coeficientes de transferencia de calor están influenciados firmemente por los mecanismos de flujo ocurridos durante la transferencia de calor por convección forzada. Intensidad de turbulencia, condiciones de entrada, condiciones tope; son algunos de los factores que se

deben considerar en detalle para predicción de coeficientes.

La ecuación fundamental (ecuación de Nusselt) para la convección forzada, régimen turbulento para fluidos no compresibles es la siguiente:

$$h D / k = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.33}$$

RADIACION.- Se define como la transferencia de calor por medio de ondas electromagnéticas las cuales transmiten el calor entre dos cuerpos que no se encuentran en contacto. La radiación es independiente del medio a través del cual opera y depende sólo de las temperaturas relativas, distribución geométrica y estructuras de los materiales que estén emitiendo o absorbiendo calor.

La fórmula básica de la transferencia de calor por radiación, es la llamada Ley de Stefan-Boltzmann:

$$q = A\sigma T^4$$

Esta ley es solamente aplicable a un radiador perfecto, comunmente conocido como Cuerpo Negro.

Para superficies reales, las cuales no emiten toda la energía que se predice por la ecuación anterior, se tiene solamente una fracción constante de ella, lo cual se expresa mediante la ecuación:

$$q = \epsilon A\sigma T^4$$

Coeficiente Total de Transmisión de Calor.

Es expresado como el número de BTU transferido - por hora, por diferencia de temperatura grado Fahrenheit, - por pie cuadrado de intercambio de calor; este coeficiente está basado en la diferencia total de temperatura. Este - valor es afectado por la viscosidad, densidad, y la limpie - za de la superficie de intercambio de calor, así como la - naturaleza y agitación del medio de intercambio de calor y del producto. Los valores de U en equipos para procesar - alimentos varían desde muy bajos hasta muy altos como - - - 1,200.

$$U = \frac{Q}{A\Delta T}$$

Clasificación de Intercambiadores de Calor.

No existe en la actualidad una clasificación de - los diferentes tipos de Intercambiadores de Calor que sea - aceptada por todos los autores. Los intercambiadores de - calor generalmente usados dentro de la Industria de los - Alimentos (Industria Cervecera, Aceites y Grasas, Jugos, - Industria de Confitería y muy especialmente la Industria - Láctea y sus derivados) son los siguientes:

- (a) Hervidores
- (b) Intercambiadores de Calor tipo Tubular Espe - cial.
- (c) Intercambiadores de Calor tipo Espiral
- (d) Intercambiadores de Calor tipo Superficie Raspada
- (e) Intercambiadores de Calor de Tubos y Cubier - ta.
- (f) Intercambiadores de Calor tipo Placas

(a) Hervidores.- Son apropiados para calentamiento o enfriamiento de todos los tipos de productos alimenticios, pero están limitados a operaciones discontinuas. - Para sistemas continuos de cocimiento, los cuales son convenientemente necesarios, debido al alto volumen de producción de hoy en día, es necesario contar con tipos más sofisticados de equipo de Intercambiadores de Calor.

(b) Intercambiadores de Calor tipo Tubular Especial.- Aquí se incluyen:

i) Unidades de Tubos Dobles y Triples. El medio de calentamiento o enfriamiento fluye a través del interior del tubo, los productos pasan en dirección opuesta.

ii) Unidades de Forma Tubular. En esta forma de unidad, el producto entra al tubo espiralado bajo presión y el medio de calentamiento o enfriamiento rodea al haz de tubos.

Estas unidades pueden manejar líquidos con viscosidad alta y contenido de sólidos sobre el 30-40%, partículas de materia de 1/8 de pulgada de diámetro.

(c) Intercambiadores de Calor tipo Espiral.- Estas unidades con un ensamblado de dos bandas relativamente largas de lámina, acero o de otro metal, forman un par de pasos concéntricos en espiral.

Estas unidades en el procesamiento de alimentos son frecuentemente usadas en pasos intermedios del proceso donde no han sido impuestas restricciones sanitarias al producto.

Manejan pastas ligeras con velocidades tan bajas como 2 pies por segundo o en Número de Reynolds tan bajos como 1,250; como enfriadores de jugos de frutas y otras bebidas, aceite de hígado de pescado; como precalentadores para mosto de cerveza, jugos azucarados brutos y otros productos líquidos.

(d) Intercambiadores de Calor de Superficie Raspada.- Consisten en un eje de aspas rotativas puestas en forma concéntrica, con un tubo enchaquetado y aislado por dentro. El producto es bombeado dentro de una de las terminales del cilindro del intercambiador de calor. La superficie interior del tubo central se raspa mediante el -- auxilio de una o más palas longitudinales, las cuales se encuentran montadas sobre un eje giratorio.

Estos intercambiadores de calor pueden ser usados en calentamientos continuos, enfriamientos, congelación, pasteurización, esterilización, cristalización, emulsificación, aeración, mezclado, caramelización, etc.

(e) Intercambiadores de Calor de Tubos y Cubierta.- Consisten de un haz de tubos paralelos con las terminales extendidas en tubos de láminas, el haz está encerrado en la cubierta cilíndrica. Existen dos tipos básicos de tubos que se pueden usar en un intercambiador de calor, estos son:

i) Tubos Lisos.- Son perfectamente lisos tanto en su interior como en su exterior, con costura o sin costuras.

ii) Tubos de Superficie Extendida.- Se llaman -- así porque tienen una especie de aletas que aumentan la su

perficie de transferencia de calor, esta superficie extendida bien puede ser interna o externa.

(f) Intercambiadores de Calor a Placas.- Este tipo de intercambiadores se montan a base de elementos estandar, los principales son las placas de metal corrugadas -- que se pueden disponer en un bastidor, según las necesidades específicas del servicio a desempeñar. Cada par adyacente de placas forma un canal de circulación, los dos medios circulan por canales alternos; en el mismo bastidor pueden situarse dos o más secciones independientes, separadas por placas de conexión especial.

Las corrugaciones especiales de las placas acanaladas generan un flujo de gran turbulencia. Con ellos se mejora el coeficiente de transmisión de calor y al mismo tiempo resulta económicamente factible utilizar materiales tan caros como el titanio.

Son utilizables en múltiples aplicaciones, para servicio líquido-líquido debido a que la transferencia de calor de los líquidos es alta; estando únicamente sujetos a los límites de presión y temperatura de trabajos propios de este tipo de intercambiadores.

Esto es cierto muy particularmente en la industria de la alimentación, especialmente en la pasteurización y esterilización de bebidas y alimentos, donde hay -- que mantener un mínimo los costos de calentamiento y en -- donde la limpieza periódica de los equipos es una característica esencial para mantener la higiene que actualmente se exige.

Dentro de la industria de los alimentos los pro-

dúctos que pueden manejarse en un intercambiador de calor a placas, se tienen los jarabes de cereales, sacarosa, manteca de cerdo ó aceite, ensaladas de aceite, sebo, aceite de soya, aceites vegetales, miel, jugos de manzana, jugos de fresa, vino y cerveza, café y otros extractos, almidón; leche y mezcla de helados. En ambos procesos son usados los métodos (HTST) Temperaturas Altas-Tiempos Cortos y (UHTST) Ultra Alta Temperatura Tiempos Cortos. De estos métodos se hablará adelante.

Otra aplicación es la recuperación de calor en los casos en que, por existir una diferencia de temperatura muy reducida entre los dos medios, es indispensable un intercambiador de calor eficaz, para realizar el trabajo de una manera económica.

PASTEURIZACION.- La pasteurización fue introducida en los años 1865- 1867, descubierta por el notable científico francés Louis Pasteur, estudiando la preservación del vino y cerveza por medio de un tratamiento térmico (60°C por pocos minutos) con el fin de destruir los microorganismos dañinos presentes, consiguiendo así su estabilidad biológica y dar un buen sabor al producto.

Posteriormente se aplicó el término de pasteurización a la leche con el fin de inactivar primeramente el bacilo tuberculoso, microorganismo patógeno de importancia requiriendo de una temperatura de 63°C durante 6 minutos ó bien elevando la temperatura a 71°C durante 6 u 8 segundos pero teniendo en cuenta los márgenes de seguridad, se estima que el calentamiento debe cumplir las siguientes condiciones: 63°C durante 30 minutos ó 72°C durante 15 ó 20 segundos.

En la figura número (1) se muestra la curva temperatura tiempo para la inactivación de éste bacilo, destruyéndose en las mismas condiciones de temperatura-tiempo la enzima fosfatasa presente en la leche, prueba de seguridad para comprobar si ha sido suficiente el tratamiento térmico dado a la leche durante la pasteurización, ya que corre el riesgo de que ésta enzima se pueda reactivar en determinadas circunstancias y en tal caso la prueba resultaría positiva aunque la leche se hubiera pasteurizado correctamente.

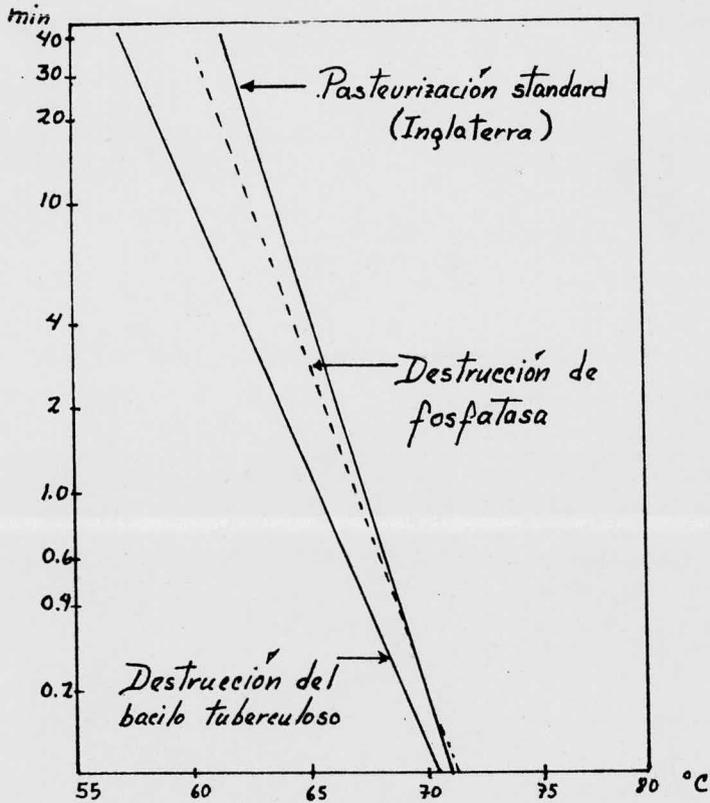
De aquí el objeto de la pasteurización sea: el calentamiento de la leche a una temperatura específica y por un periodo definido, con el fin de destruir casi toda la flora banal y la totalidad de la flora patógena sin alterar sensiblemente la estructura tanto física como química del alimento.

En la pasteurización antigua, conocida también como Método de Sostenimiento (Holding Method) ó bien "Pasteurización Baja" la temperatura específica y el periodo deben de ser de 63°C (145°F) durante 30 minutos, este método se generalizó en los países anglosajones donde concedían importancia a la "línea de crema" llamandose a ésta el tapón de nata que asciende al cuello de las botellas, debido a que no coagula la albúmina ni la globulina y por lo tanto quedan intactos los glóbulos grasos.

Una de las ventajas que presenta éste método es que responde mejor al principio conservador del valor nutritivo de la leche; pero también se presentan desventajas como es el del Efecto Germicida, siendo éste inferior al exigido cuando la leche contiene muchos microorganismos, entendiendose como Efecto Germicida el porcentaje de gérmenes destruidos ó eliminados superando al 99% y el 100% si-

Fig. No. 1

Curva de pasteurización de la leche



Fuente: Earle R.L.

Ingeniería de los Alimentos

Editorial Acribia

(1968) p. 125.

se trata de gérmenes patógenos. Otra de las desventajas es que se pueden crear problemas físicos en la leche.

Existe además el método de Pasteurización Alta - el cual requiere de una temperatura de 72°C (162°F) y un tiempo de 15 ó 20 segundos método llamado HTST, (High-Temperature, Short-Time) pasteurización a temperatura alta en tiempos cortos; el cual permite la pasteurización continua de la leche. Este método también es utilizado en la esterilización de conservas alimenticias en autoclaves de rotación donde el autoclave deberá poseer, un sistema de circulación para que así la temperatura sea uniforme con el fin de que el producto tenga el mismo tratamiento, además éste sistema en autoclaves rotatorios permite la producción estandarizada de los productos alimenticios de alta calidad y con costos de esterilización reducidos.

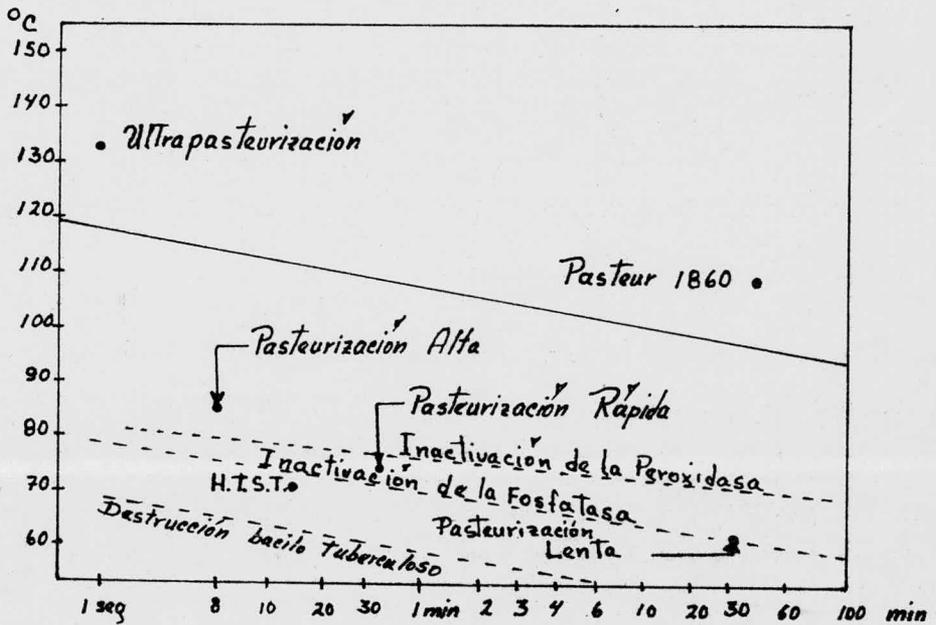
Otro método de pasteurización es el UHT designado también como Ultrapasteurización ó procedimiento de Temperatura Ultra Alta; sistema en el cual se aprovecha totalmente las diferencias de los factores Q_{10} para los microorganismos, siendo éste factor el cociente que expresa el aumento de la velocidad de destrucción microbiana elevando la temperatura 10°C .

En la figura número (2) se muestra la relación temperatura-tiempo de los diferentes métodos de pasteurización antes mencionados.

La pasteurización se lleva a cabo por un bombeo de la leche a través del pasteurizador; este equipo se compone invariablemente de un aparato de calentamiento y otro de enfriamiento complementandose con un Cambiador-Recuperador de Calor (Intercambiador de Calor) . El líquido ca-

Fig. No. 2

Influencia del sistema de calentamiento sobre la leche



Fuente: Spreer Edgar
Lactología Industrial
Editorial Acribia
(1975) p. 81.

liente que circula en sentido inverso al líquido frío cede parte de su calor a éste y así a su vez, se enfría.

De aquí que se tengan pasteurizadores de varios tipos:

1. Pasteurizadores para la Pasteurización Baja.

Constituídos por una cubeta cerrada de doble pared en donde se calienta la leche a 63°C durante 30 minutos, conteniendo un agitador que mueve la leche para activar el intercambio de calor.

2. Pasteurizadores para la Pasteurización Alta.

a) Pasteurizadores Parabólicos. Compuestos de una cubeta de forma parabólica y dentro un agitador vertical adaptado a la forma de la pared, el calentamiento es por vapor.

b) Pasteurizadores de Tambor. Constituídos de una cubeta tronco-cónica y en su interior un tambor rotatorio calentando, el calentamiento es por vapor.

Estos tipos de pasteurizadores actualmente ya están en desuso.

c) Pasteurizadores Tubulares. Las dos formas en que se presentan los tubos son:

i) Tubos Individualmente Enchaquetados. Forman cilindros concéntricos que pueden ser conectados en serie dando una suficiente superficie de intercambio de calor.

ii) Grupo de Tubos Enchaquetados. Aquí muchos

tubos pueden ser rodeados por una chaqueta, usualmente los tubos son montados uno sobre el otro.

En ciertos países como en Bélgica, Holanda y Países Escandinavos son utilizados los Pasteurizadores Tubulares de Serpentín constituidos de una parte pasteurizadora, sección de mantenimiento, refrigeración de agua y una parte recuperadora, todos estos rodeados por una cubeta vertical de acero inoxidable.

d) Pasteurizador de Stassano. Unidad constituida de 3 tubos concéntricos, en el interior de los tubos -- circula agua caliente, la temperatura a la que se calienta la leche es de 73°C - 74°C durante 2 ó 3 segundos la leche circula entre el interior y el segundo tubo, entre el segundo y el primer tubo es circulada el agua caliente y en donde la leche es calentada de ambos lados con agua caliente. Una de las ventajas de este pasteurizador es que la leche conserva sus propiedades, debido al tratamiento térmico que se le dá.

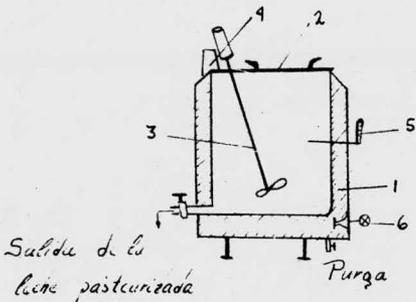
e) Pasteurizadores de Placas. Constituidos de placas onduladas que pueden ser rectangulares ó circulares generalmente verticales y a veces horizontales; son usadas para calefacción, enfriamiento, regeneración y calentamiento.

Los líquidos que se calientan y enfrían fluyen a través de los conductos tortuosos y el espacio que separa cada dos placas es el recorrido que vá a hacer la leche -- durante el proceso, el calefactor que puede ser agua ó vapor vá a circular a contracorriente.

En las siguientes figuras 3, 4 y 5 se muestran los diferentes pasteurizadores antes mencionados.

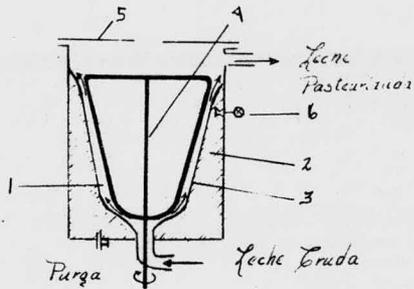
Fig. No. 3

Cubeta de Pasteurización Baja



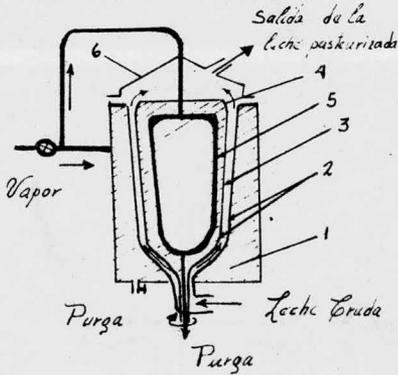
1. Cubierta calentadora
2. tapadera móvil
3. Agitador Rotatorio
4. Soporte del agitador
5. termómetro
6. Inyección de Vapor

Pasteurizador Parabólico.



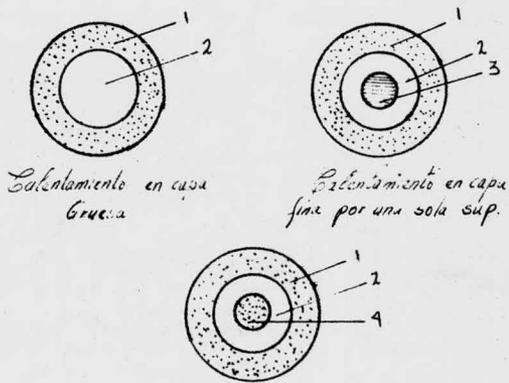
1. Caja de leche pasteurizándose
2. Cubierta calentadora
3. Superficie de Intercambio
4. Agitador rotatorio
5. Caja móvil
6. Inyección de Vapor.

Pasteurizador de tambor



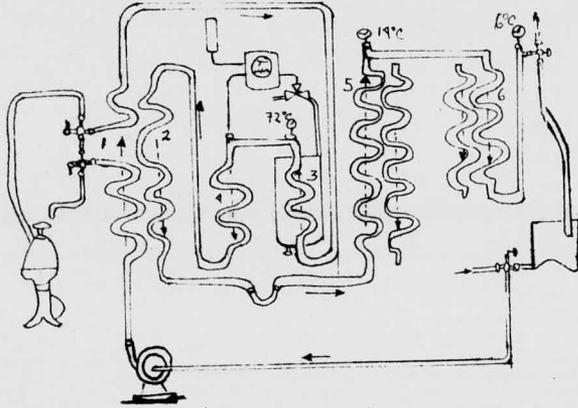
1. Cubierta calentadora
2. Superficie de Intercambio
3. Capa de leche en el momento de su pasteurización
4. tambor calentador rotatorio
5. Conductión de vapor.
6. Tapa móvil

Pasteurizadores Tubulares.



1. Cubierta calentadora
2. Capa de leche
3. Vestido metálico
4. tubo interior calentador

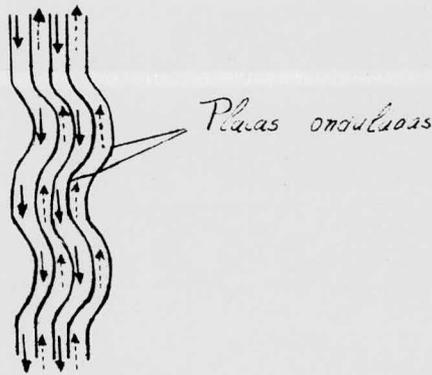
Fig. No. 4



- 1 Cambiador de Calor (Pre-calentador)
- 2 Cambiador de Calor (Refrigerador)
- 3 Pasteurización
- 4 Sección de Mantenimiento
- 5 Refrigerador de Agua
- 6 Refrigerador de Agua (muy fría)

Recorrido de la leche en un esterilizador tubular de Serpentin (tipo Sterk)

Fig. No. 5



Funcionamiento de un Pasteurizador de Placas

Fuente: Veisseyre, R.
 Lactología Técnica
 Editorial Acribia
 (1971) p. 149 a 152, 154, 155.

II. GENERALIDADES DEL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTOS - -
EQUIPOS.

II.1 Características de Ingeniería, Características de -
Flujo y Aspectos Técnicos.

II.2 Procedimiento de Construcción.

II.3 Métodos de Prueba.

II.4 Instalación, Inspección y Limpieza.

II.5 Puesto en Marcha.

II.6 Usos ó Aplicaciones que se deben cubrir en la Indus-
tria.

* Lácteos

- Cervecerías

- Jugos

II.7 Algunas Variables y/o Factores que son básicos en el
Diseño.

II.8 Diseños Propuestos.

II.9 Diagrama de Elaboración de los Intercambiadores de -
Calor a Placas.

GENERALIDADES DEL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTOS EQUIPOS.

Es conveniente recordar que debido a la gran versatilidad y aplicación que presentan los Intercambiadores de Calor a Placas dentro de la Industria de los Alimentos, se ha considerado prudente enfocar todos los estudios y puntos a desarrollar en ésta tesis hacia el mencionado tipo de Intercambiador de Calor.

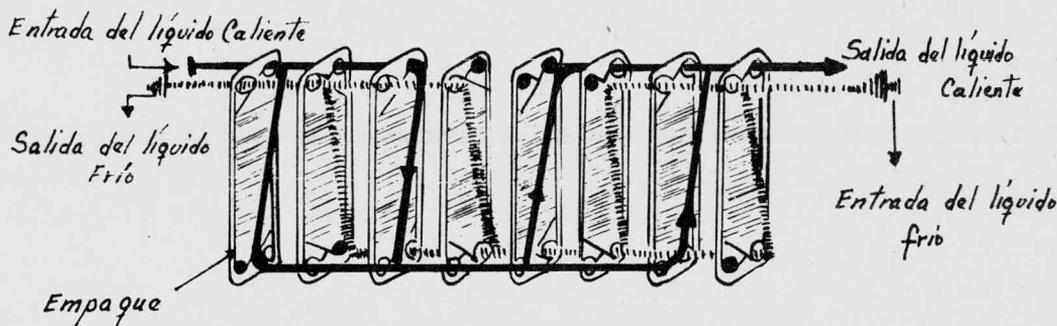
Este capítulo se destinará principalmente a las características de ingeniería que deben de cubrir estos equipos, así como su procedimiento de construcción, métodos de prueba a que son sometidos, así como su instalación, inspección y limpieza.

CARACTERISTICAS DE INGENIERIA

Estos Intercambiadores de Calor a Placas son similares en principio a la placa y marco del filtro prensa, presentan altas eficiencias en su trabajo, y son de simple mantenimiento e inspección. Una de las grandes ventajas de estos equipos es que presentan una gran área de transferencia de calor en un espacio muy reducido.

En la figura número (6) se representa esquemáticamente los fluídos a través del paquete de placas:

Fig. No. 6



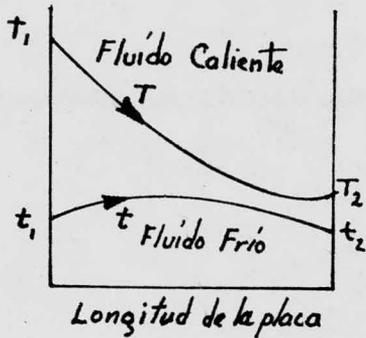
Fuente: Chemical Engineering
 Febrero 23, 1970.
 pag. 91.

Los estrechos espacios entre las placas solo admiten finísimas películas de fluido, la superficie corrugada de las placas conseguida por estampación en prensas especiales aumenta al máximo la superficie de transmisión y produce una considerable turbulencia necesaria para la eficacia en el intercambio de calor. El movimiento de los fluidos es producido por algún medio mecánico externo tal como una bomba ó simplemente facilitando la caída libre del líquido desde la altura necesaria.

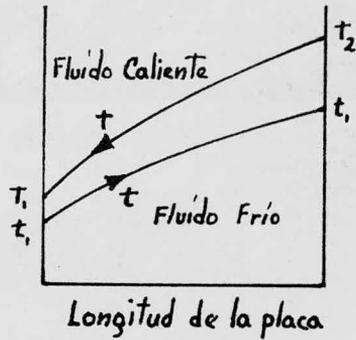
La disposición del flujo en los intercambiadores de placa puede hacerse en corrientes paralelas para ambos fluidos ó en contracorriente; en el primer caso los dos fluidos separados por la pared metálica, fluyen en la misma dirección paralela. Como se muestra en la figura (a).

En el segundo caso es decir, a contracorriente - las direcciones seguidas por los dos fluidos son opuestas, ó sea el fluido caliente es de arriba hacia abajo y el -

frío de abajo hacia arriba. Como se muestra en la figura (b).



(a)



(b)

Generalmente ambos fluidos experimentan variaciones de temperaturas que no son líneas rectas cuando las temperaturas se grafican contra longitudes. Es de mencionarse que la temperatura de un fluido caliente disminuye cediendo calor, mientras que la temperatura de un fluido frío aumenta recibiendo el calor cedido por el fluido caliente.

La figura anterior permite observar que para corrientes paralelas la temperatura de salida del fluido frío calentado nunca podrá ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente enfriado, pues las curvas resultan asintóticas a medida que aumenta la longitud del cambiador por lo contrario, para los fluidos en contracorriente la temperatura de salida del fluido calentado sí puede exceder a la temperatura de salida del fluido caliente enfriado. Circunstancia de singular importancia especialmente en los problemas de recuperación de calor.

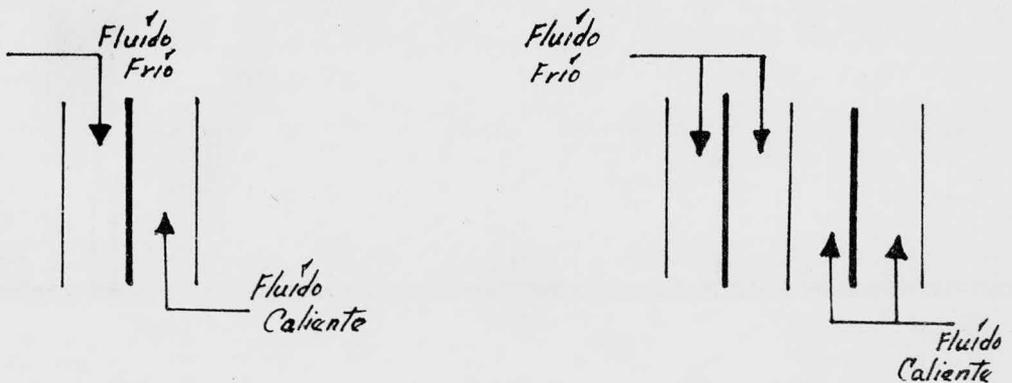
Es más eficaz el cambiador en contracorriente pa

ra la misma cantidad de calor, necesita menos superficie de transmisión que uno en paralelo, por consiguiente es más económico. Por estas razones se intenta siempre que los cambiadores de calor a placas operen en contracorriente.

Como es natural, dentro de la Industria de los Alimentos el problema planteado suele ser el de determinar la superficie necesaria para conseguir un flujo de calor entre dos fluidos cuyos caudales y temperaturas se conocen. Esta superficie de contacto fijará el número de placas para los cambiadores de este tipo.

Sin embargo este cambiador de calor tan simple solo tendría operación práctica para flujos de calor pequeños. Para aplicaciones normales las placas necesitarían una longitud muy grande inadmisibles desde el punto de vista práctico, con la agravante además de que las pérdidas de presión en este caso de un solo camino para cada fluido serían excesivamente altas.

Para el aumento de la superficie de la transmisión de calor en el cambiador se consigue insertando una placa más a cada lado de la central, así cada fluido se mueve por espacios alternos, todos de la misma superficie libre. Ver figura siguiente.



CARACTERISTICAS DE FLUJO

En los intercambiadores de calor a placas se tiene que el flujo de las corrientes caliente y fría alternan en el espacio entre las placas.

La rigidez de la placa es importante, porque una excesiva deflexión reduce el espesor de la capa del líquido entre las placas a un punto donde la caída de presión es intolerable.

La preferencia de utilizar placas de tipo corrugado es que imparte una gran turbulencia al fluido. Además se debe tener en cuenta que en estos equipos la geometría es idéntica para ambos fluidos.

El flujo del líquido entre las capas delgadas de la placa siempre se realiza en contacto con la superficie de transferencia de calor.

Este perfil corrugado de las placas causa turbulencia que constantemente se quiebra hacia abajo y no permite una capa de estancamiento que se quede sobre la superficie de la placa. Además las corrugaciones aseguran una completa distribución de flujo.

Esta turbulencia permite además velocidades extremadamente altas de transferencia de calor, a velocidades comparativamente bajas.

Bajo condiciones normales, el flujo laminar existe en un tubo liso, cuando el número de Reynolds es bajo -

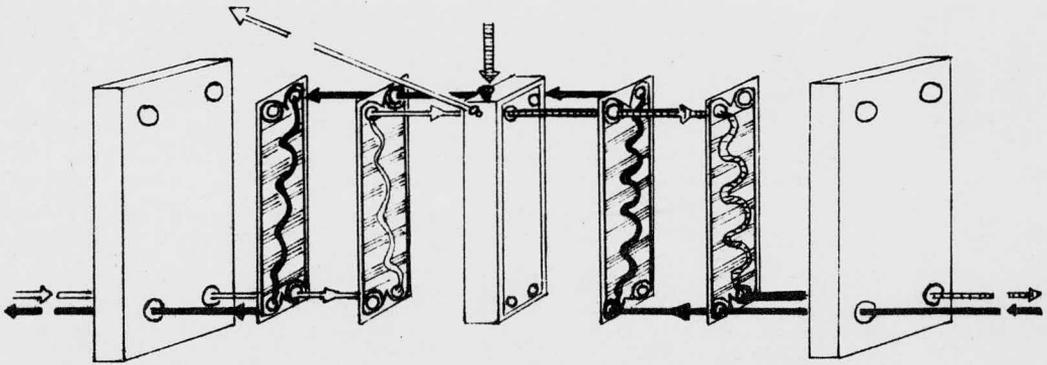
(menor de 2110). El flujo turbulento existe más arriba de éste valor.

En este tipo de intercambiadores de calor es posible lograr flujo turbulento en un número de Reynolds bajos si hay suficientes disturbios en el flujo del fluido.- Esto es por lo que las placas presentan corrugaciones las cuales imparten turbulencia al fluido.

Este tipo de placas aseguran flujo turbulento en números de Reynolds tan bajos como 180.

Los intercambiadores a placas darán siempre coeficientes de transferencia de calor más altos que las unidades de tubos, con el mismo número de Reynolds, además - la caída de presión es muy baja comparada con la que se -- tiene en la misma unidad de tubos con el mismo coeficiente de transferencia de calor.

FLUJO EN LAS PLACAS



- Fluido Caliente
- 1° Fluido Frío
- ▨ 2° Fluido Frío

COMPARACION ENTRE INTERCAMBIADORES DE CALOR

TIPO DE UNIDAD	TURBULENCIA	COEF. DE TRANSFERENCIA DE CALOR CON IGUAL NUMERO DE REYNOLDS.	CAIDA DE PRESION CON IGUAL COEF. DE TRANSFERENCIA DE CALOR.	SUPERFICIE TOTAL
PLACAS	∧	∧	V	V
TUBOS	V	V	∧	∧

Fuente: F.J. Lawry
 PLATE - TYPE HEAT EXCHANGERS
 Chemical Engineering
 June 29, 1959.

Si se tiene: Re < 2,100 el flujo es laminar
 2,100 < Re hay una zona de transición
 Re > 4,000 el flujo es turbulento
 Lo anterior se cumple en tubos lisos.

Fuente: R.L. Earle
 INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS
 Ed. Acríbia 1968.
 p. 53

ASPECTOS TECNICOS

A continuación se presentan los principales aspectos técnicos que cubren estas unidades, así como algunas propiedades físicas y químicas de los diferentes materiales que forman la unidad.

Temperaturas de Operación	300-450°F (dependiendo del tipo de empaque).
Presiones de Trabajo	150 - 300 Psig (10.5 - 21.0 Kg/cm ²)
Cantidad de Flujo (Máxima Nominal)	5,000 g.p.m.
Fluídos	Líquido / Líquido Vapor / Líquido Gas + Vapor / Líquido Líquidos del 5% de sólidos no abrasivos Líquidos con viscosidades de 20,000 c.p.s.

Materiales

	Juntas		Placas
	Neopreno Natural	160°F	Acero Inoxidable
	Nitrilo, Vitón	270°F	(304 y 316)
	Resina Cruda de Butileno	280°F	Bronce alumínico
	Etileno/Propileno, Silicón.	270°F	Titanio
	Estireno	290°F	Otros materiales prensables
	Fibra de asbesto comprimida.	450°F	

Coeficiente de Transmisión de Calor (agua-agua)

$$2,000 - 5,000 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

Calentamiento usando vapor condensado (Solución Acuosa)

$$1,464 - 4,880 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

Enfriamiento usando agua fría (Solución Acuosa)

$$976 - 2,440 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$$

Especificaciones:

Caucho Sintético del tipo Butadieno estireno, es recomendable para tipos de fluidos no grasos, como el zumo de frutas, cerveza, etc. se emplean para presiones máximas de 7 Kg/cm^2 y temperaturas hasta 85°C .

Los del tipo Butilo, con especial aplicación a las disoluciones alcalinas y disolventes orgánicos del tipo cetona.

Elastómeros Fluorados (Vitón), de especial resistencia a aceites minerales y lubricantes, disolventes aromáticos, etc.

La goma de nitrilo, es el material estandar de las juntas, es muy resistente a ácidos débiles ó diluidos, lejía, aceites, grasas etc. Pueden suministrarse calidades llevando marcas de color especial en la parte de arriba del embalaje junto a las "ranuras de fuga", por ejemplo:

butilo
butilo endurecido de resina
goma natural
estireno
neopreno
vitón

amarillo
amarillo, marca doble
blanco
blanco, marca doble
verde
violeta

Area de Transferencia de Calor.

Este equipo proporciona una gran área de transferencia de calor, lo cual puede ser aumentada ó disminuída-conforme se aumentan ó se eliminan placas, de ahí que no - se pueda hablar de un valor específico de área de transferencia de calor.

Características del Acero Inoxidable

304

Composición Química (Manual de Productos del Acero)

C	Mn	Si	P	S	Cr
%	%	%	%	%	%
0.08 max	2.00 max	1.00 max	.040 max	.030 max	18.0/20.0
Ni	Mo	Se	Zr	Ti	Al
%	%	%	%	%	%
8.00/11.00	-	-	-	-	-

Características: Este puede ser trabajado en caliente y - en frío.

Propiedades Físicas.

Densidad a 70°F	0.29 lb/in ³
Calor Específico cal/gm a 212°F	0.12
Resistencia Específica microhm/cm ³	72 ó 28.3/in ³
Magnetismo, templado	No magnético

Conductividad Térmica.

Btu/ft ² /hr/ft/°F	a	212°F	9.4
		392°F	10.3
		572°F	11.0
		752°F	11.8
		932°F	12.5

 Coeficiente de Expansión Térmica

Rangos de Temperatura		Coeficiente x 10 ⁻⁶	
		por °F	por °C
32 - 212°F	0 - 100°C	9.6	17.3
- 600°F	- 316°C	9.9	17.8
-1000°F	- 538°C	10.2	18.4
-1200°F	- 649°C	10.4	18.7
-1800°F	- 982°C	11.2	20.2

Propiedades Tecnológicas

Temperatura de Forjadura	2300-1700°F
Temperatura de Templado	1850-2050°F
Temperatura de Endurecimien <u>to</u> .	Endurecido por trabajo en -- frío.
Rango de Fundición	Sólidos 2600°F ó 1425°C Líquidos 2750°F ó 1508°C
Labrabilidad	Pobre
Soldabilidad	Buena
Escala de temperatura de -- oxidación.	1600°F continuos 1450°F intermitentes
Estirabilidad	Muy buena
Descarga de tensión	400-750°F

Resistencia a la tensión y a la ruptura (M psi)

Temperatura	1,000 hr	100,000 hr
1000°F	-	-
1100°F	38	-
1200°F	15	8.5
1300°F	9	4.0
1400°F	6	3.0
1500°F	3.7	1.5
1600°F	-	-

Características del Acero Inoxidable 316

Composición Química (Manual de Productos del Acero)

C	Mn	Si	P	S	Cr
%	%	%	%	%	%
.10 max	2.00 max	1.00 max	.040 max	.030 max	16.0/18.0
Ni	Mo	Se	Zr	Ti	Al
%	%	%	%	%	%
10.00/14.00	2.00/3.00	-	-	-	-

Características: El tipo 316 con Mo es más resistente a cualquier medio tales como bebidas alcohólicas sulfurosas, etc. y es recomendable a 18:8.

Propiedades Físicas.

Densidad a 70°F	0.288 lb/in ³
Calor Específico cal/gm a 212°F	0.118
Resistencia Específica microhm/cm ³	74 ó 29.2/in ³
Magnetismo, templado	No magnético

Conductividad Térmica

Btu/ft ² /hr/ft/°F a 212°F	9.4
932°F	12.4

Coeficiente de Expansión Térmica

Rangos de Temperatura		Coeficiente x 10 ⁻⁶	
		por °F	por °C
32 - 212°F	0 - 100°C	8.9	16.0
- 600°F	- 316°C	9.0	16.2
- 1000°F	- 538°C	9.7	17.5
- 1200°F	- 649°C	10.3	18.5
- 1500°F	- 816°C	11.1	19.98

 Propiedades Tecnológicas

Temperatura de Forjadura	2100-2300°F
Temperatura de Templado	1850-2050°F
Temperatura de Endurecimien <u>to</u> .	Endurecido por trabajo en -- frío.
Punto de Congelación	2500-2550 ó 1370-1400°C
Labrabilidad	Pobre - Correoso
Soldabilidad	Buena
Escala de temperatura de -- oxidación.	1650°F
Estirabilidad	Buena
Descarga de Tensión	400-750°F

Resistencia a la Tensión y a la Ruptura (M psi)

Temperatura	1,000 hr	100,000 hr
1000°F	-	-
1100°F	33	-
1200°F	25	12.5
1300°F	17	9
1350°F	-	-
1400°F	11	4.2
1500°F	7	1.5
1600°F	4	-
1700°F	-	-
1800°F	1.3	-

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

Estos intercambiadores consisten de un paquete estandar que actúa como superficie de transferencia de calor y un bastidor para soportar las placas formado por una barra riel y dos gruesas placas que sirven de principio y de fin al paquete. El marco del intercambiador de calor de placas es de simple construcción rectangular, la transferencia de calor en las placas es suspendida de la barra aarreadora la cual soporta el peso entero del paquete de placas.

Como el bastidor nunca está en contacto con los fluidos en proceso, no necesita ser construído de materiales resistentes a la corrosión, normalmente son fabricados de acero al carbón y recubiertos con una resina sintética para prevenir la corrosión atmosférica.

Las placas son similares, difieren únicamente en pequeños detalles de diseño, cada fabricante ofrece varios tamaños de placas y espacios, las placas tienen por lo general estrías y nervaduras que producen torbellinos lo que hace que aumente la transferencia de calor y romper continuamente la película del líquido estacionario que tiende a formarse en la superficie de las placas, asegurando una completa distribución del flujo.

Estas placas generalmente están hechas de diferentes grosores y de diferente tipo de material, especialmente en acero inoxidable cuya resistencia admite presiones de trabajo de 10.5 kg/cm^2 hasta 21.0 kg/cm^2 (150-300 psig). El metal a emplear en la construcción de las placas viene acondicionado desde el punto de vista mecánico y económico.

Generalmente hay cuatro orificios ó perforaciones en las esquinas de cada una de las placas de acuerdo a las necesidades, un par de ellos actuando como entrada y salida del líquido que fluye a lo largo de la placa y otro par que conduce el líquido que fluye por la parte adyacente. Cada placa está provista de juntas y todo el paquete de placas está tensado entre el bastidor y la placa de presión.

En la periferia de la placa existe una depresión donde son incertados los empaques ó sellos que sirven para evitar fugas de fluídos y presionar bien el conjunto, punto de consideración importante en éstas unidades ya que la composición de los elastómeros y el adhesivo usado para sellar los empaques requieren de gran control.

Cada fabricante utiliza sus propias formulaciones de hule para material de empaque pero todos los empaques tienen los mismos límites de operación (300 °F y 150-psig); los empaques son generalmente insertados a presión alrededor de la periferia de la placa.

El empaque protege a la unidad de daños mecánicos cuando es abierta para su inspección y limpieza, previniendo también a la placa de ser golpeada por fuera. En algunos diseños el sobrante del empaque alrededor de la placa bordea a ésta, tal que sirve para ambos lados de la placa por lo tanto en una instalación es necesario empaquetar cada una de las placas.

Los empaques son fabricados de modo que presenten gran resistencia química y en los procesos donde se utilicen altas temperaturas, la característica del diseño de los empaques es que garanticen operaciones óptimas a al

tas presiones de operación sobre los 150 psig. El sello es prácticamente doble en las esquinas perforadas impidiendo así intermezclas de los fluídos; en caso de falla del material del sello se forma una fuga hacia el exterior que es fácilmente visible.

Las conexiones de las placas se encuentran en las esquinas, las cuales son necesarias para permitir el paso de la corriente a través de la siguiente sección interior. Para el ensamblado de las placas se debe de tomar en cuenta los siguientes pasos:

1.- Checar que la medida "A" (ver fig. No. 7) corresponda dentro del $\pm 1\%$ con la medida estandar del diseño.

2.- Asegurar que las tuberías no produzcan tensiones ni vibraciones durante la operación de intercambio de calor.

Las presiones en la placa deben de permitir una variación de $\pm 1\%$ de las condiciones máximas y mínimas del diseño.

Se requiere de un espacio para su inspección al igual que de una tuerca neumática para abrir el intercambiador.

3.- Dejar suficiente espacio para que las placas a presión sean removidas.

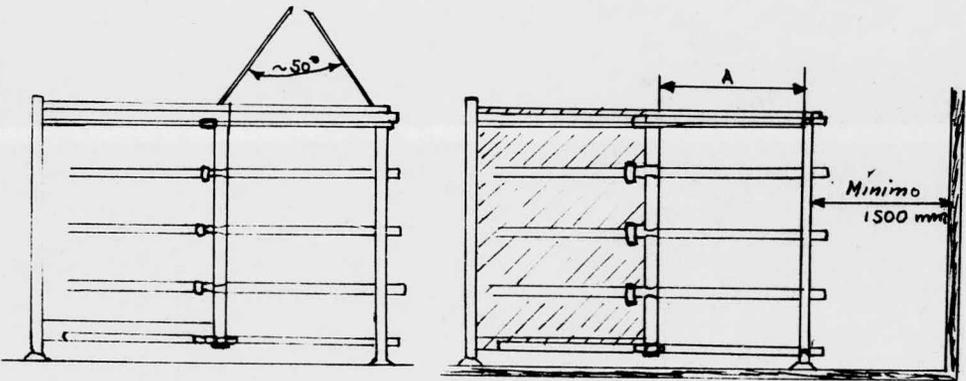
4.- Ajustar el cierre de las válvulas de las tuberías en el intercambiador de calor.

5.- Checar que el sistema cuente con una válvula de venteo.

6.- Suministrar a la unidad con una caja de drenado para el volúmen total del líquido, si el intercambiador es usado para líquidos corrosivos. La caja de drenado deberá tener una salida con un diámetro mínimo de 50 mm -- (2 in).

7.- Otro factor importante es que las placas estén estrechamente espaciadas de 1.5 a 5 mm.

Fig. No. 7



Fuente: Alfa Laval
Instrucciones de ensamblado para
Intercambiadores de Calor a Placas.

Las placas se agrupan en secciones de intercambio de calor regenerativo, calentamiento y enfriamiento. - Cada sección aislada se ordena de forma que los líquidos - fluyan por una ó más placas en paralelo denominandose "Paso", puede haber una serie de varios pasos.

Entendiendose por "Paso" cada uno de los espacios libres a ambos lados de la placa central en donde se movería uno de los dos fluídos; las dos placas laterales - servirán solamente como barreras para los dos fluídos.

MÉTODOS DE PRUEBA

Las pruebas necesarias a las cuales se deben desometer estos equipos después de instalados se pueden agrupar en el siguiente conjunto de puntos que son de vital importancia, lo cual indican si la unidad se encuentra trabajando debidamente:

1.- Que las placas que forman la unidad resistan las presiones de trabajo.

2.- Que los fluídos que intervienen en la operación trabajen a la temperatura y presión de diseño.

3.- Probar que el ajuste entre las placas sea el correcto para que no cause daño posterior a los empaques.

4.- Que los empaques seleccionados para el equipo sean los correctos, según las condiciones de operación (temperatura, presión, etc.). Este problema queda reducido a una cuidadosa selección del tipo de caucho sintético-adequado para cada aplicación.

5.- Que el equipo permita alcanzar valores de transferencia de calor de acuerdo a los tipos de fluídos que se estén trabajando (Coeficientes Altos de Transferencia de Calor).

6.- Que el tiempo de contacto entre el producto y el medio caliente ó frío sea el correcto.

7.- Que las pérdidas de calor sean prácticamen-

te despreciables, esto se debe de considerar ya que sólo - los bordes de las placas están en contacto con la atmósfe- ra.

8.- Comprobar que la mezcla de los dos fluídos sea completamente imposible.

9.- Que la unidad nos proporcione una buena efi- ciencia de trabajo, este punto se puede comprobar por el - grado de aproximación de las temperaturas de ambos fluídos, es decir por las diferencias de temperaturas de salida del producto y la de entrada del medio de calentamiento ó en- friamiento.

10.- Checar que las bombas que alimentan el - - equipo manejen la cantidad de flujo correcto al mismo.

11.- Checar la longitud del paquete de placas - con un calibrador, para un mejor funcionamiento y durabili- dad del equipo.

12.- Verificar que la elevación de presión sea- regulada.

13.- Checar que los grifos de purga funcionen - correctamente.

INSTALACION, INSPECCION Y LIMPIEZA

En la instalación el espacio requerido del equipo debe ser considerado de 18 a 36 pulgadas de espacio que serán suministradas alrededor de la unidad equipada. Normalmente son 5 veces el área del piso para la instalación de la unidad para cada pieza particular del equipo. El equipo deberá estar en un mínimo de 8 pulgadas fuera del piso, montado sobre una base sencilla, con un espacio libre de un mínimo de 18 pulgadas del techo, usando un simple punto de contacto del soporte.

Estas unidades no requieren preparación especial para su instalación, están preparadas para transportarse al lugar en que van a ser instaladas, ya que como todo equipo requieren de condiciones de tubería, algunas unidades son equipadas con patas ajustables que permiten inmediatamente ser niveladas, ó bien las uniones al piso deberán ser minimizadas, de aquí que la unidad está esencialmente libre de vibraciones, no es necesario un cerrojo.

Debido al espacio tan pequeño que ocupan presentan una facilidad de acceso para la limpieza e inspección del equipo.

Para mantener el equipo en buenas condiciones y para evitar interrupciones en el funcionamiento y averías se debe de contar con el personal adecuado y una buena inspección. El encargado debe de tener conocimiento de que el equipo funcione adecuadamente y de que haya un sistema-

adecuado de inspección e información, de manera que los defectos puedan corregirse antes de que ocasionen disturbios.

La inspección y el servicio de rutina deben de seguir un programa planeado de manera que cada parte del equipo reciba la atención adecuada. Son útiles los contratos de conservación con casas especializadas, pero no relevan al encargado y al ingeniero de sus responsabilidades en la inspección y conservación dentro de la instalación.

Aún en ausencia de un contrato, el ingeniero debe llamar al suministrador si alguna parte se comporta de una manera irregular, pero para ello es necesario que se tenga un cuaderno de anotación con las condiciones de trabajo de la planta. De gran importancia para la inspección y cuidado de la planta es la limpieza, ya que en un medioambiente limpio y ordenado para el operador, le ayuda a mantener los estándares de higiene necesarios. Por conveniencia y flexibilidad, el intercambiador es equipado con conexiones movibles, que tanto la entrada y la salida puedan ser limpiables en cualquier punto.

El fin de la limpieza es eliminar todos los residuos de las superficies internas y externas del equipo, para ello se requiere de la eficacia de los operarios que realizan estas operaciones y del adiestramiento que hayan recibido; deben ser inteligentes, ordenados, de aspecto y costumbres limpias y naturalmente dispuestos a éste tipo de trabajo, ya que la calidad de los productos depende de la limpieza de máquinas, aparatos, utensilios y locales.

Debido a que éstas unidades son fáciles de desmontar el equipo se puede limpiar en el lugar por una circulación de la solución limpiadora a altas velocidades, la

unidad es limpiada en el lugar debido al flujo turbulento-causado por el diseño de las placas y por la transferencia de calor tan alta, pero la limpieza en el lugar no es perfecta al menos que los depósitos en las placas sean blandos y la limpieza pueda ser rápida.

Solo el conocimiento exacto de los procesos relacionados con la limpieza y la utilización oportuna de los agentes adecuados aportan resultados más satisfactorios, - por ello es preciso considerar dentro de los muchos factores los puntos siguientes:

1.- Todas las superficies en contacto con el -- alimento deberán ser visibles para su inspección ó fácilmente desmontables.

2.- Demostrar que el procedimiento rutinario de limpieza en el intercambiador elimina la contaminación de bacterias, insectos y suciedad.

3.- El exterior del equipo deberá de ser de fácil limpieza y no retener la suciedad ó agua de lavado.

4.- Disposición del equipo de proceso (intercambiador de calor a placas) para facilidad de acceso, limpieza e inspección.

5.- Todas las placas deberán ser fácilmente -- reemplazables y limpiables.

Dentro de la limpieza es preciso considerar lo siguiente:

a) Naturaleza de la suciedad.- La adherencia -

de las partículas de suciedad a las distintas superficies es muy variable, por un lado de impurezas (polvo, insectos, arena, etc) y por otro lado, debido a los componentes del producto que se vá a procesar.

b) Formas, materiales y naturaleza de las superficies. La diversidad de formas de los objetos exige métodos especiales de la limpieza. Los lugares de acceso difícil, por ejemplo rincones, ángulos, uniones, roscas de tubería, conexiones y aparatos cerrados, requieren una limpieza manual.

Las superficies rugosas, de grandes poros, superficies corroídas y la madera, están propensas a la acumulación de suciedad con más facilidad, por eso es recomendable revestir los metales con esmaltes ó materiales plásticos para que ofrezcan una superficie lisa y fácil de limpiar.

c) Aplicación de los detergentes.- Pueden aplicarse manualmente, mediante técnicos de circulación ó por nebulización. La aplicación manual se utiliza solo en equipos discontinuos, recomendandose los cepillos de cerdas de nylon para la aplicación manual de los detergentes. Para las grandes unidades se prefiere la limpieza circulante y la limpieza por nebulización en los tanques, ya que ambas son las más adecuadas y de mejor control, disminuyen do el peligro de lesionar el equipo. Los detergentes deben utilizarse en las concentraciones correctas con las cantidades requeridas pesadas antes de comenzar.

Debe de tenerse cuidado de impedir la aireación de las soluciones durante la circulación que pueda determinar la formación de espuma y la presencia de bolsas de - -

aire y pérdida de detergente.

*d) Componentes utilizados en las fórmulas limpiadoras:

1. Alcalis.

- a) Hidróxido Sódico; tiene buen poder detergente, pobre acción mojan- te gran alcalinidad y actividad germicida.
- b) Carbonato Sódico; posee mala acción detergente, mojan- te, dispersante y emulsionante.
- c) Metasilicato Sódico; excelente detergente con poder mo- jante, excelentes propiedades dispersantes y emulsio- nantes.
- d) Fosfato Trisódico; buen detergente, dispersante y emul- sionante.

2. Agentes Complejantes.

- a) Hexametafosfato Sódico; tiene un valor detergente me- dio, buena fuerza dispersante, no tiene virtualmente - alcalinidad activa ni es muy corrosivo.
- b) Tripolifosfato Sódico; similar al anterior en propie- dades y aplicación.
- c) Pirofosfato Tetrasódico; se ha sustituido principalmen- te por los dos anteriores.
- d) Acido Etilen-diamino Tetra-acético; tiene la ventaja - de la estabilidad del complejo cálcico que es relativa

mente estable a altas temperaturas y en solución alcalina.

3. Inhibidores de la Corrosión.

- a) Metasilicato Sódico; se emplea para impedir el ataque al aluminio por los agentes alcalinos débiles.
- b) Sulfito Sódico; elimina el oxígeno disuelto, que es el principal origen de la corrosión.

4. Desinfectantes.

- a) Hipocloritos; se descomponen muy fácilmente desprendiendo oxígeno tiene una acción decolorante y desinfectante. La lejía de sosa contiene hipoclorito sódico y es la más empleada.
- b) Cloramina T (Sodio p-Toluensulfocloramina); su acción-desinfectante es lenta y persistente. Como los halógenos forman directamente sales con los metales llevan consigo el peligro de la corrosión.

e) Métodos de Limpieza.- Las instalaciones de elevados rendimientos y con procesos automáticos ó semi-automáticos requieren el empleo de sistemas que permitan la limpieza sin necesidad de desmontar la unidad, esto es, en circuito, éste tipo de limpieza se denomina "Cleaning-in-place" (CIP).

El procedimiento CIP de limpieza se basa en la circulación de las soluciones detergentes en circuito cerrado.

La limpieza automática en circuito exige las siguientes condiciones:

- a) Sistema de manejo propio e independiente.
- b) Deben emplearse válvulas que impidan la mezcla del producto con la solución detergente.
- c) La construcción de la instalación debe ser tal que todas sus partes conductoras establezcan contacto con -- las soluciones detergentes.
- d) Todas las partes que sean objeto de la limpieza deben estar construídas de materiales resistentes a la corrosión.

→ f) Calidad del agua empleada.- El agua con -- excesiva cantidad de carbonatos y sulfatos es así mismo -- inadecuada, pues produce fácilmente sedimentos en los lugares y utensilios que se limpian.

Para volver a lavar las máquinas y aparatos limpios y desinfectados, se empleará agua no contaminada según las circunstancias, para así evitar nuevas contaminaciones. Las aguas naturalmente blandas ó reblandecidas -- son mejores que las aguas duras, porque no producirán precipitaciones.

Cuando no sea posible un suministro de agua blanda ó reblandecida debe cuidarse la elección de los materiales y de los métodos adoptados para que puedan disminuir -- los perjuicios debidos a las aguas duras.

En el cuadro siguiente se muestran las ventajas de un intercambiador de calor a placas, en cuanto a su inspección y mantenimiento.

INSPECCION	POR EL LADO DEL PRODUCTO	POR EL LADO DEL MEDIO.
Por ensuciamiento	muy bueno	muy bueno
Fallas de goteo	muy bueno	muy bueno
Corrosión	muy bueno	muy bueno
Limpieza química	muy bueno	muy bueno
Limpieza manual	muy bueno	muy bueno
Reparación	muy bueno	muy bueno

Fuente: M. Pelosi
 HEAT EXCHANGERS
 Food Engineering, February 1972
 p. 81.

PUESTA EN MARCHA

Para realizar el arranque de la unidad se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

Elevación lenta de presión.-. Se hace con el fin de proteger las juntas de goma, la cual deberá elevarse -- lentamente a su valor máximo, por ejemplo regulando los -- grifos en la salida de la bomba.

La presión máxima no deberá ponerse hasta que se haya alcanzado la temperatura normal de trabajo.

Purga de aire.- Inmediatamente después del - - arranque se evacúa el aire a través de los grifos de purga si los hubiera.

Succión de aire.- Si hubiese aire en el aparato esto puede causar un quemado fuerte de las placas disminuyendo la capacidad de conducción de calor e incrementando el riesgo de corrosión.

- Cuando se tienen velocidades de corriente bajas puede acumularse aire en el espacio entre placas cuando el líquido corre hacia abajo produciéndose una cierta caída de presión extra.

El lado de succión de las bombas, los tubos y -- válvulas delante de la entrada de la bomba deberán controlarse minuciosamente y se evitarán posibles fugas. Una manera adecuada de efectuar este control es dejando que circule agua a través del aparato con las bombas y tubos conectados y dejando que el agua salga junto al fondo de un-

recipiente abierto lleno con agua. Las burbujas del aire que se han encontrado en el sistema pueden observarse fácilmente en el recipiente abierto.

Bombas.- Las bombas que alimentan el aparato de placas deben estar provistas de válvulas de regulación. Si estas llegan a proporcionar más presión de la permisible para el aparato de placas deberá montarse una válvula de seguridad. Las bombas no deberán absorber aire.

Tensado de las placas.- Durante la puesta en marcha deberá realizarse el tensado de las placas ya que si se sobrepasa la medida mínima pueden deteriorarse las placas.

Además se debe de ver que el tensado de las placas no deberá ser mayor por el lado de arriba que por el lado de abajo. Es de tomarse en cuenta que a medida que las juntas se van envejeciendo debe ser necesario para evitar fugas que se tenga que efectuar un tensado más fuerte.

Otros puntos importantes a tomarse en cuenta son los siguientes:

a) Asegurarse que la temperatura de entrada y de salida del producto que se pretende enfriar ó calentar sean las correctas.

b) Que la temperatura de entrada y de salida del medio de calentamiento ó enfriamiento sean las correctas.

Que los flujos de ambos fluídos entren al intercambiador de calor con la presión correcta para que no ocasionen desgastes en los empaques.

USOS O APLICACIONES QUE SE DEBEN CUBRIR
EN LA INDUSTRIA DE:
LACTEOS.

Los equipos de acero inoxidable son de gran aplicación y eficiencia debido a que realizan diferentes funciones que son de suma importancia en la Industria Láctea. La leche antes de entrar al enfriador se almacena en un tanque-silo, estos tanques se pueden encontrar con ó sin aislamiento, provistos de un agitador para impedir la separación de la nata de la leche, ya que desequilibraría la composición de ésta teniendo como consecuencia una acidificación más intensa.

Estos equipos realizan primeramente la función de enfriamiento de la leche, posterior de la recepción de los diferentes proveedores, con la finalidad de que la leche esté a una misma temperatura antes de pasar a la descremadora para que posteriormente pase al equipo de pasteurización.

Estos equipos reunirán los requisitos siguientes:

- a) El aparato autorizado llevará una placa con la firma del productor, número de fabricación, horario de rendimiento, tipo, sistema y el símbolo de comprobación.
- b) La leche debe pasar por el aparato en capas delgadas de 3 a 6 milímetros tomando la precaución que la leche no forme espuma.
- c) Asegurar la entrada de la cantidad necesaria de calor para la pasteurización.

d) El aparato deberá estar provisto de un dispositivo de regulación y desviación para permitir el reflujó de la leche mal calentada al recipiente de alimentación.

En éste enfriador se realiza la operación de intercambio de calor utilizando agua como medio de enfriamiento principalmente; posteriormente del enfriamiento de la leche se realiza la pasteurización del producto en la cual interviene un Intercambiador de Calor de Placas que consta de tres secciones:

Sección de Regeneración, Sección de Calentamiento y Sección de Enfriamiento.

En éste equipo se utilizan diferentes medios de intercambio de calor tales como: agua, salmuera y leche cruda.

Ya en la pasteurización la sucesión de las operaciones es la siguiente:

Inicialmente el producto se calienta por regeneración, aquí la leche fría cruda recibe calor de la leche que ya ha sido calentada mantenida a la temperatura máxima del proceso. El vapor, el agua de enfriamiento y las necesidades de refrigeración de la operación dependen del grado de regeneración que se obtenga. La temperatura de la leche cruda de entrada es de 40°F (4.5°C) y la temperatura máxima de calentamiento es hasta 96.8°F (53.8°C), mediante el calor tomado de la leche caliente, abandona la sección de regeneración a 136.8°F (58.3°C).

De manera similar la leche caliente se enfriará por la leche cruda desde 161°F a 64.2°F (71.7°C a 17.9°C).

La leche cruda después de que ha sido calentada por regeneración pasa entonces a la sección de agua caliente, donde se alcanza la temperatura final de 161°F (71.7°C).

La leche entra después a la sección de retención de la temperatura (un tubo externo incluido dentro de la estructura del intercambiador de calor) denominándose así porque fluye en él toda la leche manteniéndose a la temperatura de pasteurización durante 15 segundos, por lo menos. Aquí funciona una válvula que se haya gobernada por un instrumento de control que obedece a la temperatura de la leche que deja la sección de retención. Si ésta temperatura se haya por debajo de la recomendada, el regulador abre una válvula, de manera que la leche se devuelva al tanque alimentador regulador. Posteriormente la leche pasa a la sección de agua fría ó directamente a la sección de enfriamiento final, en donde por medio del agua ó salmuera heladas, se lleva a una temperatura inferior a la de la pasteurización, son muy frecuentes las temperaturas de 10°C, requiriéndose más bajas para otros productos cerca de 5°C.

Los siguientes puntos justifican la necesidad de llevar a cabo este enfriamiento final:

a) Frenar el desarrollo de los gérmenes que resisten la pasteurización.

b) Impide en gran parte las repercusiones de una eventual contaminación posterior de la leche pasteurizada.

c) Una acción más prolongada de la temperatura de pasteurización y refrigeración perjudicarían la composición y propiedades de la leche.

El agua para calentarse se hace circular a una velocidad varias veces superior a la de la leche, esto aumenta la velocidad de transferencia de calor y reduce la diferencia entre la temperatura final de la leche calentada y la temperatura de entrada del agua caliente. Una diferencia pequeña de temperatura facilita controlar la temperatura final de la leche calentada dentro de límites estrechos.

En la sección de agua fría la relación entre el agua fría y la corriente de leche apenas si sobrepasa un 2:1. En la sección de agua ó salmuera heladas la relación varía entre 2:1 y 6:1 y en la sección de regeneración la relación leche-leche es de 1:1.

En uno de los derivados de la leche la Mantequilla estos equipos (intercambiadores de calor a placas) desarrollan una función secundaria ya que sólo proporcionan agua de enfriamiento.

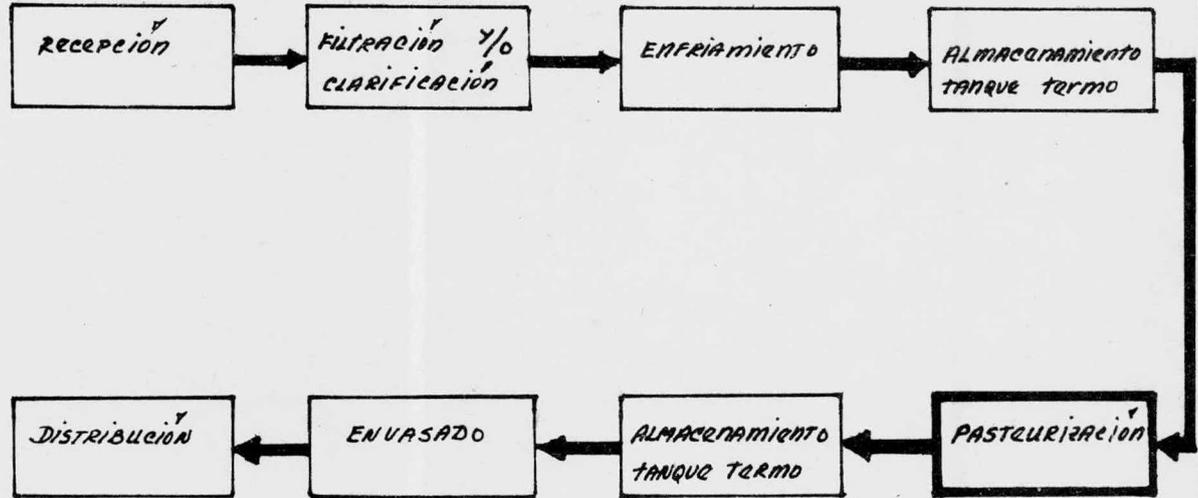
Primeramente para la elaboración de la mantequilla es necesario separar la grasa de los demás componentes de la leche; esto es necesario debido a que es la materia-prima para obtener mantequilla u otros productos a base de crema.

En este proceso se utilizan estos equipos, como enfriadores de agua que posteriormente será utilizada para lavar la mantequilla durante el batido de la misma, generalmente el agua utilizada entra a 22°C y sale a 8°C siendo enfriada con salmuera (CaCl_2 al 10%).

Los batidores generalmente consisten de cilindros horizontales que dan vuelta en su eje horizontal, pro

vistos de paletas internas, para dar la agitación apropiada tipo golpeo. Cuando los granos de la grasa de la mantequilla tienen un tamaño adecuado se descontinúa el batido, se drena el suero de la mantequilla y se agrega agua de la vado.

PROCESO DE PASTEURIZACION DE LECHE
(DIAGRAMA DE BLOQUES)



CERVECERIAS.

Las aplicaciones que cubren estos equipos es el del enfriamiento del mosto en la elaboración de la cerveza.

Para que el mosto descienda su temperatura se -- utilizan los enfriadores de placas que son aparatos que -- trabajan en forma automática ajustando el valor de la temperatura requerida a base de agua previamente enfriada con amoniaco a alta presión, se basan en el principio de equilibrio térmico originando el descenso de temperatura por medio de aire frío, agua, salmuera ó bien otros refrigerantes líquidos ó gaseosos. El cambiador en este caso -- consta de dos secciones:

- a) Mosto - Agua
- b) Mosto - Salmuera

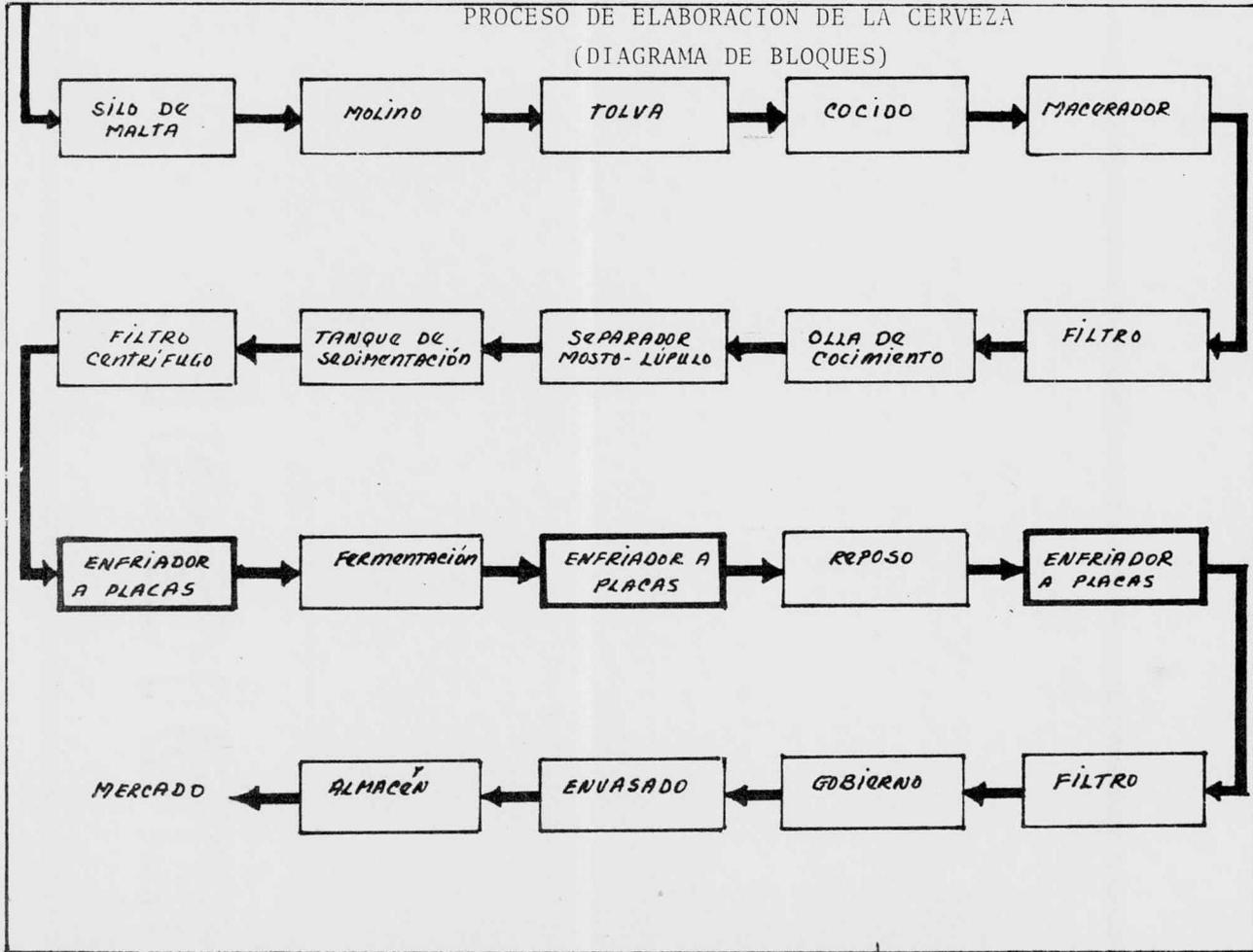
El equipo está provisto de una entrada para el medio de pre-enfriamiento que en este caso es el agua a -- 20°C y una conexión ó paso de esquina que permite que el -- mosto pase a la siguiente sección donde se enfriará con -- salmuera a la temperatura de 8°C (CaCl_2 al 10%), esta unidad tiene varios servicios: Enfriamiento, Calentamiento y Regeneración.

La salmuera pasa a un tanque de almacenamiento -- que tiene un serpentín por el que circula amoniaco que sirve para volver a enfriar ésta salmuera que nuevamente se -- usará para enfriar el mosto.

El mosto a la temperatura de 85°C sale a una temperatura aproximada de 11°C.

Una vez que se ha fermentado el mosto se empieza a bajar la temperatura hasta -0°C , para esto se utiliza un enfriador automático el cual regula la temperatura a -1°C . Este enfriador trabaja con amoníaco a alta presión, después que se ha dejado reposar el líquido en tanques por un determinado tiempo para que alcance su maduración la cerveza (de 25 a 30 días), se pasa nuevamente por un enfriador que la enfría a -2°C para posteriormente pasarla por un filtro y de ahí al mercado.

PROCESO DE ELABORACION DE LA CERVEZA
(DIAGRAMA DE BLOQUES)



JUGOS.

Se pueden procesar diferentes tipos de frutas -- (mango, guayaba, toronja, manzana y otras) con el mismo -- equipo con que se cuenta ya que es el mismo y por lo tanto el equipo usado en ésta industria presenta gran versatilidad.

Aquí los Intercambiadores de Calor a Placas son utilizados como Pasteurizadores llevándose a cabo el método H T S T con calentamientos rápidos del jugo. Entre los principales factores que se deben de tomar en cuenta para la estabilidad del producto está el pH y el tipo de envase en que vá a salir el producto al mercado.

La pasteurización tiene como finalidad eliminar los microorganismos que pueden alterar la calidad del jugo. También es necesario la inactivación de la pectinestearasa, enzima que ocasiona enturbiamiento en el producto (acción coloidal).

Los jugos pueden ser pasteurizados durante una fracción de 1 segundo hasta cerca de 40 segundos. Los jugos cítricos son sensibles al calor, su delicado aroma ó sabor puede perderse ó dañarse por una indebida exposición al calor, de aquí que sean rápidamente pasteurizados.

La temperatura exacta depende del tipo de equipo a usarse y de la velocidad de flujo del jugo.

Se debe hacer notar que cada fruta a procesar -- tiene su propia relación de Temperatura - tiempo de pasteurización por lo tanto no todos los jugos de frutas se pas-

teurizan a una sola temperatura y a un tiempo determinado.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de éstos:

Tipo de Jugo	Temperatura	Tiempo
Jugo de Toronja	205°F (95°C)	10 segundos
Jugo de Naranja	180°F (82.1°C)	30 segundos
Jugo de Limón	180°F (82.1°C)	30 segundos
Jugo de Manzana	170°F - 190°F (76°C) (87°C)	25 - 30 segundos
Jugo de Fresa	175°F (79°C)	30 segundos
Jugo de Uva	180°F (82.1°C)	30 segundos

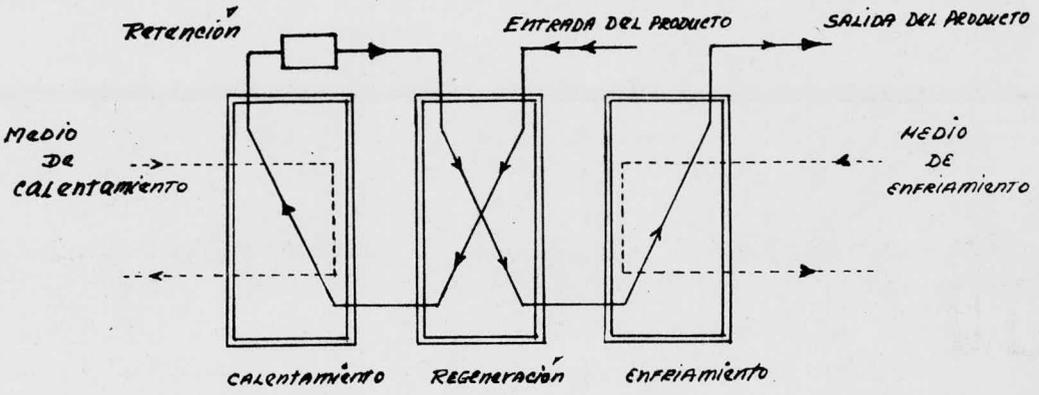
El jugo de uva es muy susceptible al cambio de color y sabor cuando está en contacto con metales muy corrosivos ó cuando está sujeto a calentamientos excesivos, por ejemplo, no puede ser calentado arriba de 190°F (88°C).

Los Intercambiadores de Calor a Placas se utilizan con el objeto de recuperar calor durante el proceso.

El pasteurizador consta de tres secciones:

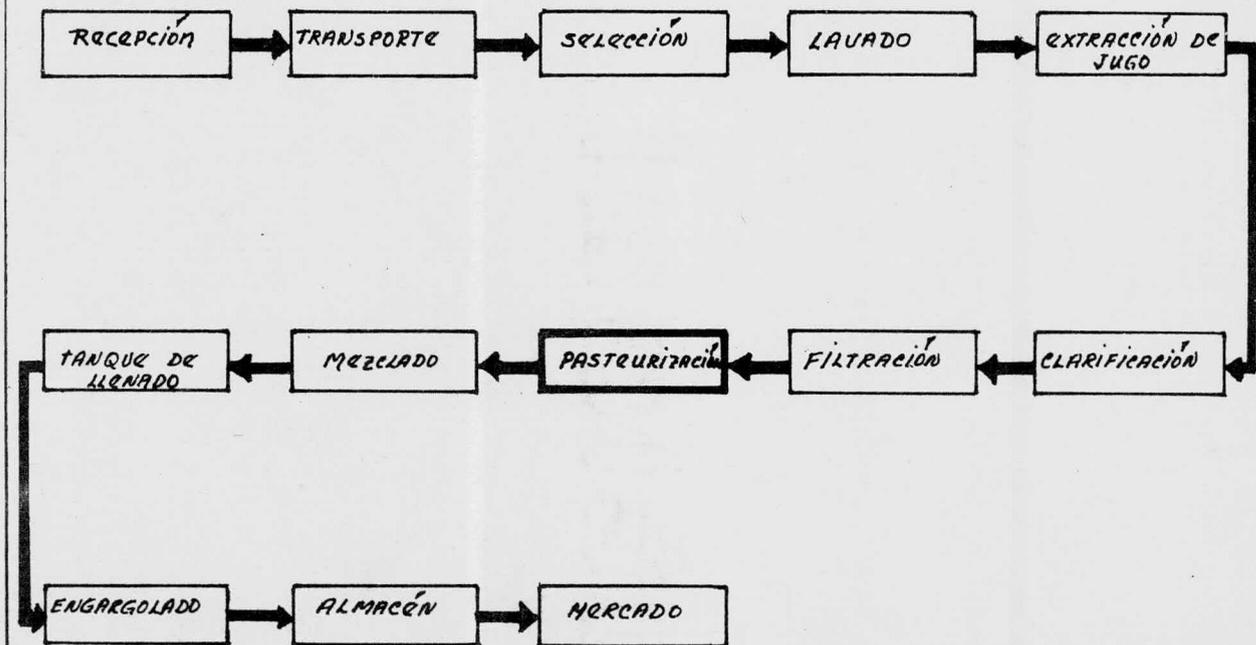
1. Calentamiento
2. Regeneración
3. Enfriamiento

A continuación se muestran las secciones del intercambiador.



Una vez que el jugo alcanza la temperatura y el tiempo de pasteurización adecuados se hace circular por un tubo aislado en cuyo recorrido se emplea cierto tiempo - - (Tiempo de Sostenimiento de la Pasteurización), para así - - posteriormente recircularlo a la sección de Regeneración - - con el fin de transmitir calor al líquido que vá entrando - - y por lo tanto recuperar calor.

PROCESO DE PASTEURIZACION DE JUGOS
(DIAGRAMA DE BLOQUES)



ALGUNAS VARIABLES Y/O FACTORES QUE SON BASICOS EN EL DISEÑO.

En esta sección se tratará de clasificar en 3 -- grupos principales las variables y/o factores que son fundamentales para el diseño y fabricación de los Intercambiadores de Calor a Placas.

- I. Variables y/o Factores del Tipo Sanitario.
- II. Variables y/o Factores del Tipo Materiales de Construcción.
- III. Variables y/o Factores del Tipo Termodinámico.

I.- Variables y/o Factores del Tipo Sanitario.- Este punto se refiere principalmente (ó estará representado) por todas aquéllas "Normas ó Criterios Oficiales" que se deben de cubrir al diseñar y fabricar Maquinaria para Procesar Alimentos, en éste caso todas aquéllas Normas Sanitarias que deben de cubrir los Intercambiadores de Calor a Placas y Pasteurizadores.

A continuación se enumeran algunas de las principales Normas que se deben de tener en cuenta antes de proceder a elaborar ó realizar el diseño de éstos equipos.

1) Solamente el Acero Inoxidable será usado en la construcción de estos equipos (todas las partes que están en contacto con el alimento) para resistir el vapor -- normal, penetración por parásitos, la acción corrosiva de los alimentos, compuestos de limpieza y otros. El Marco será de Acero al Carbón.

2).- La superficie de los materiales en contac-

to con el alimento deberá ser limpiable, resistente a la corrosión, no tóxica, estable, no agrietada, sin picaduras, sin astilladuras es decir, acabado "espejo", y no absorben te bajo condiciones de uso, no impartir olores indeseables (desagradables), color ó sabor al alimento.

3).- Las superficies que no están en contacto con el alimento serán limpiables y de materiales resistentes a la corrosión. Las partes de arriba y las partes adyacentes a la zona del alimento deberán estar revestidas con algún revestimiento no tóxico y resistente a agrietamientos, picaduras y descamación.

4).- El diseño y construcción de tales equipos-excluirá la contaminación del alimento con lubricantes, --combustible, fragmentos de metal, vidrio, agua contaminada ó algunos otros contaminantes. Vapor limpio, agua y aire-del proceso no serán excluidos de éstas consideraciones.

5).- Todas las superfícies en contacto con el alimento las cuales requieren de limpieza manual y/o sanidad serán accesibles ó recambiables. Fácilmente accesible ó fácilmente desmontable en su diseño. El equipo deberá estar ligeramente inclinado para facilitar el drenado.

6).- Todas las esquinas externas y ángulos en la zona del alimento serán selladas, tendrán un igual ó mejor terminado que la superficie estando unidas y serán diseñadas de tal manera que no presenten aristas ni bordes -afilados los cuales pueden ocasionar accidentes peligrosos.

7).- Todas las juntas y costuras en la zona del alimento serán selladas y del tipo sanitario, es decir libres de huecos, agrietamientos (hendiduras), aberturas, salientes y terminales muertas.

8).- Las juntas empaquetadas serán instaladas - de manera que resulten adecuadas a la superficie interior.

9).- Las roscas ó filetes, tornillos y encabezados de remaches, tuercas, salientes de tornillos y pernos al descubierto serán eliminados de las superficies que están en contacto con el alimento.

10).- Las chavetas ó machos, llaves ú otros aparatos de cerrojos serán correctamente aseguradas para eliminar la posibilidad de pérdidas en el alimento.

11).- Todas las Placas incluyendo las de choque ó sostén deberán ser fácilmente removibles como unidad ó - en secciones.

12).- Todas las juntas y costuras donde van las tuberías, termómetros, indicadores de nivel, rotámetros y otras partes funcionales deberán estar bien selladas.

13).- Todas las superficies dentro de la zona - del alimento tendrán una superficie rugosa no mayor de 32-micro pulgadas AA definida por American National Standard, Surface Texture, ANSI B46 - 1, 1962. El terminado del pulido de la lámina se encuentra en ASTM A480 # 2B y el acabado en el ASTM A480 # 4 Placa de Acero Inoxidable, se encontrarían estos requerimientos si la superficie es libre de huecos y hendiduras.

14).- Las superficies que están en contacto con el alimento las cuales durante el curso de fabricación son trabajadas de tal modo que reducen sus características de resistencia a la corrosión, recibirán un tratamiento adicional tal, que sea necesario para reproducir ó devolver a ellas su estado original.

15).- Todos los aparatos no metálicos serán fabricados de material inastillable y resistente al calor. - Donde son bien protegidos suministrándoles aislante con -- elementos sensibles en la zona del alimento. Deberán ser instalados de tal manera que sean visibles y libres de vibración. Los agujeros del drenaje serán suministrados por fuera del área de los alimentos así que la falla de la buena protección será fácilmente aparente. Las porciones de control en contacto con el alimento y aparatos de medición, elementos sensibles, elementos de control final, válvulas y apagadores serán diseñados para prevenir la contaminación del alimento ó zona del alimento. El uso de Mercurio, Bromuros u otros materiales tóxicos en elementos sensibles serán descartados.

16).- Las superficies que no están en contacto con el alimento (equipos) serán diseñados y construídos de tal manera que minimicen la retención de humedad, polvo, - refugio de parásitos y tierra; para fácil inspección, servicios, mantenimiento y limpieza.

17).- Las uniones interiores serán acomodadas - de tal manera que minimicen protuberancias salientes.

18).- Las partes que no están en contacto con el alimento deberán de ser protegidas por una cubierta con el fin de mejorar la sanidad y para prevención de oxidación y corrosión, pero no en superficies que están en contacto con el alimento.

19).- Todas las juntas y costuras serán selladas. Las juntas horizontales pueden ser hechas por láminas recubiertas de material conveniente tal que elimine la tierra pegagosa en las salientes.

20).- Metales del tipo Plomo, Antimonio y Cadmio no deberán ser usados para el diseño y fabricación de estos equipos.

II.- Variables y/o Factores del Tipo Materiales de Construcción.- En este punto se indican en orden de importancia los materiales a considerarse para la elaboración del diseño de los Intercambiadores de Calor a Placas; tanto de las partes que están en contacto con el alimento - - (placas, empaques, tuberías) como las partes que no están en contacto con el alimento (marco, accesorios auxiliares, tornillos, chavetas, tuercas etc).

Dentro de estos materiales a tomarse en cuenta son:

a) El material de fabricación de las Placas.- - El material de las Placas para los Intercambiadores de Calor de éste tipo es de gran importancia debido a que es -- una zona que está en constante contacto con el alimento y en las cuales se lleva la operación de Transferencia de Calor. Estas Placas pueden ser de Acero Inoxidable #304, -- #316.

Los Aceros Inoxidables son básicamente aleaciones de Hierro, Carbón y Cromo con adiciones de otros elementos en proporciones diferentes.

Se debe de tomar en cuenta que cuando un metal - se pone en contacto con una solución líquida, aparece un ataque corrosivo. En muchos casos este ataque puede ser - lento y por lo mismo pasar desapercibido. Pero en otros - casos puede atacar rápidamente y detenerse antes de que el metal esté seriamente afectado, pero lo más peligroso es --

cuando la corrosión destruye por completo el metal. Por lo tanto ningún metal puede evitar el ataque corrosivo por todos los agentes, ya que todos son atacados bajo ciertas condiciones. El Cromo es el elemento principal que imparte la resistencia a la corrosión. Su contenido mínimo es de 11.5%.

Una corrosión muy común es la Corrosión por Contacto que es el de Puntos ó Picaduras, de los Aceros Inoxidables. Esto se presenta cuando las sustancias se adhieren a la superficie metálica del metal que se encuentra bañado por una solución electrolítica, la pasividad del metal debajo de esta sustancia es destruída y no se puede rehacer.

Pasividad: Tratamiento del hierro con un baño de ácido nítrico formando una capa de óxido en la superficie del metal, la cual sirve de protección corrosiva.

El Cromo, Molibdeno y Tungsteno son metales que aleados con Hierro conservan su pasividad y por lo tanto más resistentes a la corrosión, especialmente al de los ácidos oxidantes. La presencia de radicales ácidos como sulfatos, cloratos ó ácido láctico y el acético aumentan la intensidad del ataque corrosivo, especialmente en aceros inoxidables con bajo contenido de Cromo y Molibdeno.

La corrosión por contacto se reduce empleando los tipos de Aceros Inoxidables que son más resistentes a la corrosión (como se dijo anteriormente) y diseñando los equipos en forma correcta para tal propósito.

Se considera que la resistencia a la corrosión de un acero inoxidable es satisfactoria si la velocidad --

del ataque es menor de 0.10 mm/año.

Los aceros inoxidables tienen la propiedad de -- que resisten el ataque a altas temperaturas, por ejemplo- 700°C y 1100°C dependiendo del tipo del acero.

Estos aceros están compuestos generalmente de -- Fierro, Cromo de 12 a 30%, Níquel de 0.0 a 22% y menos can- tidad de Carbono, Columbio, Cobre, Molibdeno, Selenio, Tan- talio y Titanio.

Existen tres grupos de aleaciones de acero inoxi- dable:

- 1) Aceros Inoxidablees Martensíticos.
- 2) Aceros Inoxidablees Ferríticos.
- 3) Aceros Inoxidablees Austeníticos.

Dentro de los tres grupos antes mencionados el - que presenta mayor importancia es el grupo Austenítico ya- que dentro de éste se encuentran los tipos 304 y 316 los - cuales son los más adecuados para la fabricación de equipo para procesar alimentos.

Los aceros de éste grupo son muy resistentes a - la corrosión, contienen Cromo (16-26%), Níquel (6-22%) y - de Carbón (0.08%). Presentan resistencia a la tensión de- cerca de 85,000 lb/pulg² pero pueden incrementarse hasta - 300,000 lb/pulg², son firmes y dúctiles. No pueden ser en- ducidos por tratamiento térmico pero sí al ser labrados- en frío.

El tipo 304 y 304L son bajos en contenido de Car- bón. El tipo 316, 316L y 317, con 2.5 a 3.5% de Molibdeno son los más resistentes a la corrosión.



El Níquel incrementa la resistencia a la corrosión, el Cromo y el Selenio suministran dureza, resistencia abrasiva, resistencia a la corrosión y resistencia a la oxidación, el Molibdeno suministra fuerza a temperaturas elevadas.

De los tipos de acero antes mencionados (304, -- 304L, 316, 316L y 317) el que presenta mayores ventajas para la construcción de las placas es el grado 316 tipo Austenítico.

A continuación se mencionan éstas ventajas; no presenta corrosión por picaduras, es muy resistente a la corrosión a altas temperaturas (buena hasta los 900°C), no presenta contaminación metálica de los productos, y son recomendados por: American Society for Testing and Materials (A.S.T.M.), The American National Iron and Steel (A.N.S.I.) The American Iron and Steel Institute (A.I.S.I.).

b) El material de fabricación de los Empaques. Dentro de todos los tipos de empaque existentes, los más recomendados y los más utilizados en la Industria de los Alimentos son los siguientes:

- 1) Nitrilo (BUNA N).
- 2) Resinas de Butilo.
- 3) Asbesto Comprimido (Asbesto Blanco y Asbesto Azúl).

La preferencia de estos tres tipos de empaques es debido a su buen comportamiento de temperaturas altas de operación, propiedades antioxidantes y la más importante es que no imparten sabor al producto ó que el producto no ataque al empaque. El empaque debe ser inerte a ácidos, disolventes, colorantes, deben estar hechos para resistir-

vapor saturado y sobresaturado, aire, gas, aceites, ácidos, solventes y muchos otros materiales químicos.

Como precaución no se deben de exponer directamente los empaques a la luz solar.

El pegamento más recomendable para éstos tipos de empaque es a base de resinas epoxi.

c) El material de fabricación del Marco.- En el marco en el cual van sujetos el paquete ó paquetes de láminas de acero inoxidable, debe hacerse notar que por su costeabilidad y por ser la parte que no está en contacto con el alimento es de Acero al Carbón que es de menor costo que el acero inoxidable, éste es atacado por varios agentes, dentro de estos agentes se pueden mencionar ácidos oxidantes, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido clorhídrico.

Al marco se le debe de aplicar una película de pintura plástica que presenta las siguientes características; que sea fácil de pigmentar, que sea impermeable al agua, que ofrezca resistencia a la luz, al envejecimiento, a la suciedad y a la descomposición, que presente buena resistencia a la corrosión, a los agentes químicos y al roce.

El polvo de zinc, proporciona propiedades anticorrosivas, es decir, evitan que los metales sean atacados por la humedad, oxígeno ó las sustancias ácidas del aire.- Las pinturas que contienen éste tipo de polvo se denominan "Pinturas Anticorrosivas".

d) El material de fabricación de las Piezas.- Dependiendo del lugar del equipo donde se han de poner las

piezas que están en contacto con el producto deberán ser de acero inoxidable 316 y todas aquellas partes que no están en contacto con el producto (tornillos, tuercas, rondanas, etc.) por ser de acero común es recomendable que se cubran con una capa espesa de pintura, esto es con el objeto de que no impartan manchas de óxido a las partes de acero inoxidable dando la apariencia de que éste se está oxidando.

e) Instrumentos.- La unidad deberá de contar con instrumentos auxiliares que registren la cantidad de fluído que se está procesando así como temperatura y presiones de trabajo, esto se logra mejor contando con un "Panel de Controles". Todo lo anterior es con el fin de contar con una máxima seguridad en la unidad.

Dentro de éstos instrumentos se mencionan los siguientes:

Indicadores de Presión.- Estos instrumentos se colocan en diversos puntos del equipo, son útiles para registrar las presiones del producto, medio de calentamiento y/o enfriamiento ó aire. Se recomienda que estos sean indicadores de diafragma en acero inoxidable.

Válvula de Desviación de Flujo.- Se exige que todo equipo de Pasteurización se halle provisto de un mecanismo que pueda rechazar ó devolver el producto para un nuevo procesado de todo el producto que no haya sido calentado suficientemente. Este mecanismo es generalmente situado (válvula) en la salida de la sección de calentamiento que simultáneamente cierre la circulación hacia adelante del flujo y abra la conducción del producto desviado cuando la temperatura baja según lo indica el termoregulador registrador.

Control de Temperatura.- Los factores más importantes para un buen control de temperatura son las velocidades con que fluyen el producto y el medio de calentamiento y/o enfriamiento que deben de ser constantes.

Termostato.- Regula la temperatura del producto en proceso y la temperatura del medio de calentamiento y/o enfriamiento.

Termómetro Registradores ó Termógrafos.- Registran permanentemente la temperatura del producto caliente ó frío. Los instrumentos de registro y de control separados.

f) Tuberías y Bombas.- Las tuberías que alimentan al intercambiador de calor deben ser de acero inoxidable acabado sanitario.

Así como también deben de tomarse en cuenta los siguientes puntos:

- i) La selección de los empaques será basada sobre las recomendaciones del fabricante para el tipo de alimento y uso.
- ii) Las superficies deberán estar libres de grietas, hoyos, y toda soldadura deberá ser lisa y uniforme.
- iii) Las tuberías sanitarias tendrán un acabado del #4 ó -- igual al #1 D.
- iv) Estas tuberías, accesorios y conexiones serán de un -- diámetro grande que permitan la limpieza facilmente.
- v) Todas las superficies interiores serán lisas, conti- - nuas, libres de hoyos, filetes y que las costuras no - sean ásperas.

- vi) Para la inspección de las tuberías es necesario utilizar el sistema C.I.P. Estas tuberías deberán ser desmontables para su limpieza e inspección.
- vii) Todas las juntas permanentes del metal de la tubería y el de las placas de entrada deberán ser continuas y libres de grietas o superficies rugosas.
- viii) Todas las juntas deberán agruparse o empacarse por si mismas para formar una junta sanitaria.
- ix) Estas tuberías serán instaladas con un mínimo de 8 - pulgadas arriba del piso para suministrar su limpieza.
- x) Toda la tubería será instalada para ser autodrenable. Una inclinación mínima de 8 pulg/pie deberá ser suministrada.

Bombas.- Las bombas se clasifican en dos grupos.

a) Bombas de Desplazamiento Positivo.- Tienen como característica principal la de mover una cantidad de fluído definida por unidad de movimiento.

b) Bombas Centrífugas.- Su característica principal es que pueden mover una cantidad de fluído variable con una velocidad de rotación constante, variando el incremento de presión.

Dentro de la Industria de los Alimentos y principalmente en la Industria Lechera se utilizan las bombas de tipo "Centrífugo".

A continuación se mencionan algunas características que deberán cubrir éstas bombas:

- i) Este tipo de bombas deberá ser fácilmente removible para su limpieza e inspección incluyendo todas aquellas partes que están en contacto con el producto.
- ii) Sus accesorios del tipo "Sanitario" deberán ser usados sobre el cabezal y las conexiones de las tuberías.
- iii) El rotor impulsor, el ensamble de las válvulas deberán ser fácilmente desmontables para su limpieza e inspección.
- iv) Las bombas deberán ser autodrenables.
- v) La superficie exterior deberá ser de fácil limpieza.
- vi) Estas serán instaladas separadas de la pared y de otros equipos para permitir su desmantelamiento y limpieza.
- vii) Estas bombas al instalarse sobre el piso deberán tener una base sólida.

II.- Variables y/o Factores del Tipo Termodinámico.- En éste punto se indican todas aquellas características ó factores que presenta el producto ó el medio de enfriamiento ó calentamiento que son de suma importancia en el diseño de la unidad y que sin ellos sería imposible hablar de la transferencia de calor.

Por lo tanto todas las propiedades de los fluidos que a continuación se indican son necesarias para llevar a cabo el cálculo del intercambiador de calor a placas:

Fluido Producto $T_1, T_2, W, C, \rho, \mu, k, \Delta p$

Fluido Frío ó Caliente: $t_1, t_2, w, c, \rho, \mu, k, \Delta p$

DISEÑOS PROPUESTOS

En este punto a desarrollar se hablará principalmente de dos tipos de placas que pueden fabricarse para -- ser usadas en estos equipos y que por ser la parte que está en contacto con el producto a procesarse representa la parte fundamental del equipo.

Se hará un breve análisis de las ventajas y desventajas que presentan cada una de ellas para ser utilizadas en la Industria de los Alimentos.

Después de haberse analizado los dos tipos de -- placas a diseñarse se seleccionará aquella que presente -- las mejores ventajas y posteriormente servirá de base para hacer el estudio de la factibilidad de éstos intercambiadores, tomándose en cuenta máquinas-herramientas necesarias, adiestramiento de mano de obra, costo de fabricación del -- equipo, así como su inversión.

Para el diseño de las placas es necesario tomar en cuenta factores del tipo económico, de eficiencia, de -- resistencia de materiales y sencillez con el objeto primordial de realizar un diseño aceptable para el equipo.

Es necesario que estos equipos se diseñen de -- acuerdo a Normas Nacionales e Internacionales de Equipo para Procesamiento de Alimentos.

1.- Placas diseñadas con Barras sobrepuestas -- unidas por medio de soldadura a alta frecuencia.

2.- Placas diseñadas para hacerse a Troquel.

El primer tipo de placas presenta gran sencillez en cuanto a su diseño. Son de Acero Inoxidable y sobre ellas van soldadas barras de diferente forma y posición. Esto presenta simplicidad en el diseño pero a su vez presenta varias desventajas al ser utilizadas en la Industria de los Alimentos.

A continuación se mencionan éstas desventajas.

a) Debido a que la superficie que deberá estar en contacto con los alimentos debe ser del tipo sanitario (tipo espejo sin prosidades, pulida convenientemente etc.), es probable que éste requerimiento no sea cubierto satisfactoriamente al hacerse las placas.

b) En las unidades de la placa con las barras (ambas de acero inoxidable) se puede correr el riesgo de que éstas no queden bien soldadas ocasionando porosidades ó grietas lo cual sería suficiente para provocar focos de contaminación perjudicando el producto.

c) En el manejo de fluídos con pH ácidos, grandes turbulencias, presión y temperaturas de proceso altas; las barras que se encuentran soldadas a la placa tenderían a desprenderse de la misma provocando que los alimentos se estanquen en las porosidades así como también creandose puntos de contaminación.

2.- Con respecto al diseño de las placas para hacerse en Troquel se menciona lo siguiente:

a) Debido a su diseño corrugado proporcionan turbulencia a los fluídos y rompen continuamente la película del líquido estacionario que tiende a formarse en las superficies de las placas.

b) No presenta peligro de desoldarse ya que en toda la superficie de la placa no hay ninguna parte soldada que se encuentre en contacto con los fluídos a manejarse.

c) El peligro de contaminación del producto se ve disminuido grandemente.

d) Su inspección y limpieza se realiza con mayor facilidad que las del tipo soldado.

Por los puntos analizados anteriormente se llega a la conclusión que el tipo de placa a diseñarse debido al conjunto de ventajas que presenta es la denominada "Placa-Troquelada".

Teniendo en cuenta lo anterior, los puntos a desarrollarse se enfocarán única y exclusivamente a los "Intercambiadores de Calor con Placas Troqueladas".

Después de haberse efectuado la selección de la placa en los Intercambiadores de Calor, es necesario que se complemente a través de planos y dibujos en donde se describirán las principales características del equipo.

El equipo a proponerse consta principalmente de los siguiente:

1) MARCO.- Se encuentra en la parte de enfrente de toda la unidad. Sirve de apoyo a todo el equipo.

2) PLACAS DE SOSTENIMIENTO.- Se encuentran en los extremos de la parte medular del equipo. Sirven como sostenimiento al paquete de placas.

3) EJES DE SOSTEN DE PLACAS.- Se encuentran lo calizados en la parte superior e inferior del paquete de - placas. Sirven como guías de las placas.

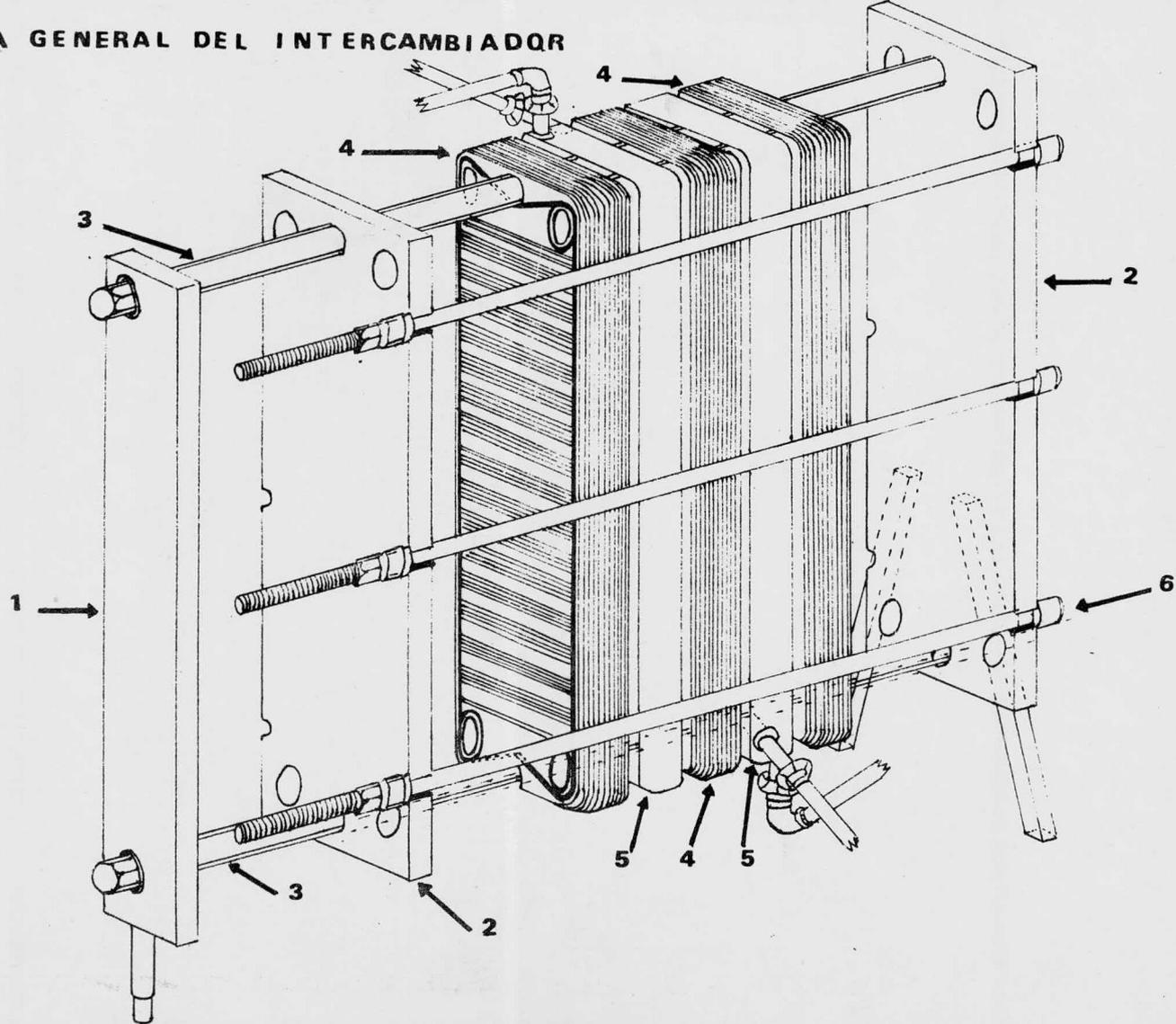
4) PLACAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.- Se en - - cuentran formando la parte medular del equipo, con sus res pectivos empaques. Sirven como la parte principal de la - transferencia de calor.

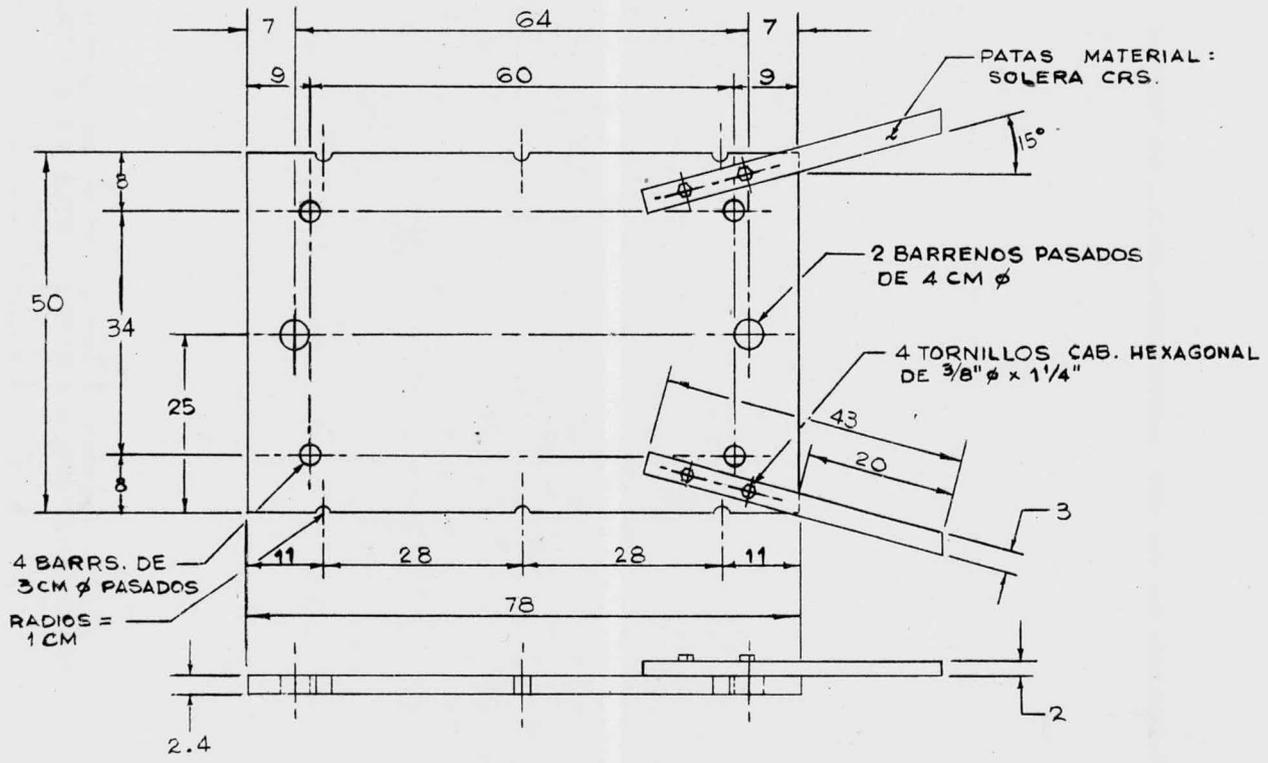
5) PLACAS DESVIADORAS DE FLUJO.- Se encuentran localizadas entre un determinado número de placas y otro, - dependiendo del número de pasos que sean requeridos en el - equipo. Sirven también para separar las secciones del in - tercambiador.

6) PERNOS TENSORES.- Están colocados a los la - dos de las placas que permitirán ajustar adecuadamente la - presión de las mismas.

A continuación se presentan los dibujos necesaa - rios para el diseño y construcción del equipo, dando los - detalles y arreglos del mismo.

VISTA GENERAL DEL INTERCAMBIADOR





4 BARRS. DE
3 CM Ø PASADOS
RADIOS =
1 CM

PATAS MATERIAL:
SOLERA CRS.

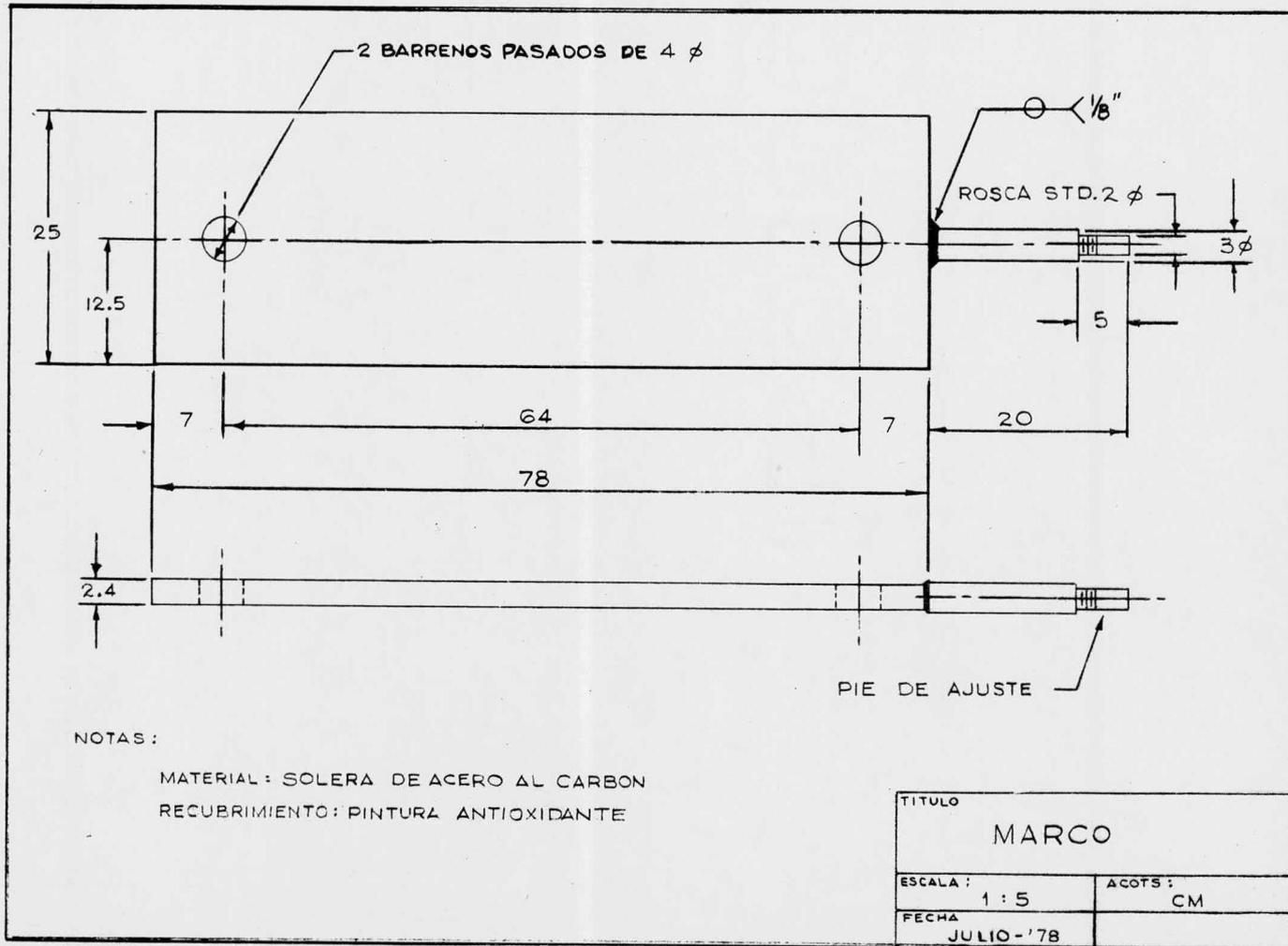
2 BARRENOS PASADOS
DE 4 CM Ø

4 TORNILLOS CAB. HEXAGONAL
DE 3/8" Ø x 1/4"

NOTAS:

MATERIAL: ACERO AL CARBON
RECUBRIMIENTO: PINTURA ANTIOXIDANTE

TITULO	
PLACA SOSTEN	
ESCALA	ACOTS
1:75	CM
FECHA	
JULIO 1978	



4 BARRENOS PASADOS DE 5 CM Ø

3

BARRENO PASADO DE 4 CM Ø

EMPAQUE

60

R = 4 (TIPICO)

21

40

42

R = 2

3

0.5

70

15°

0.5

0.75

2.25

2.6

1.9

0.91

2.6

10.6

3.4

3.4

NOTAS:

TOTAL RANURAS : 16

PROFUNDIDAD : 0.75 CM

MATERIAL ; LAMINA SS 316 CALIBRE No.16

EMPAQUE : NITRILCO

TITULO

PLACA DE INTERCAMBIO DE CALOR

ESCALA

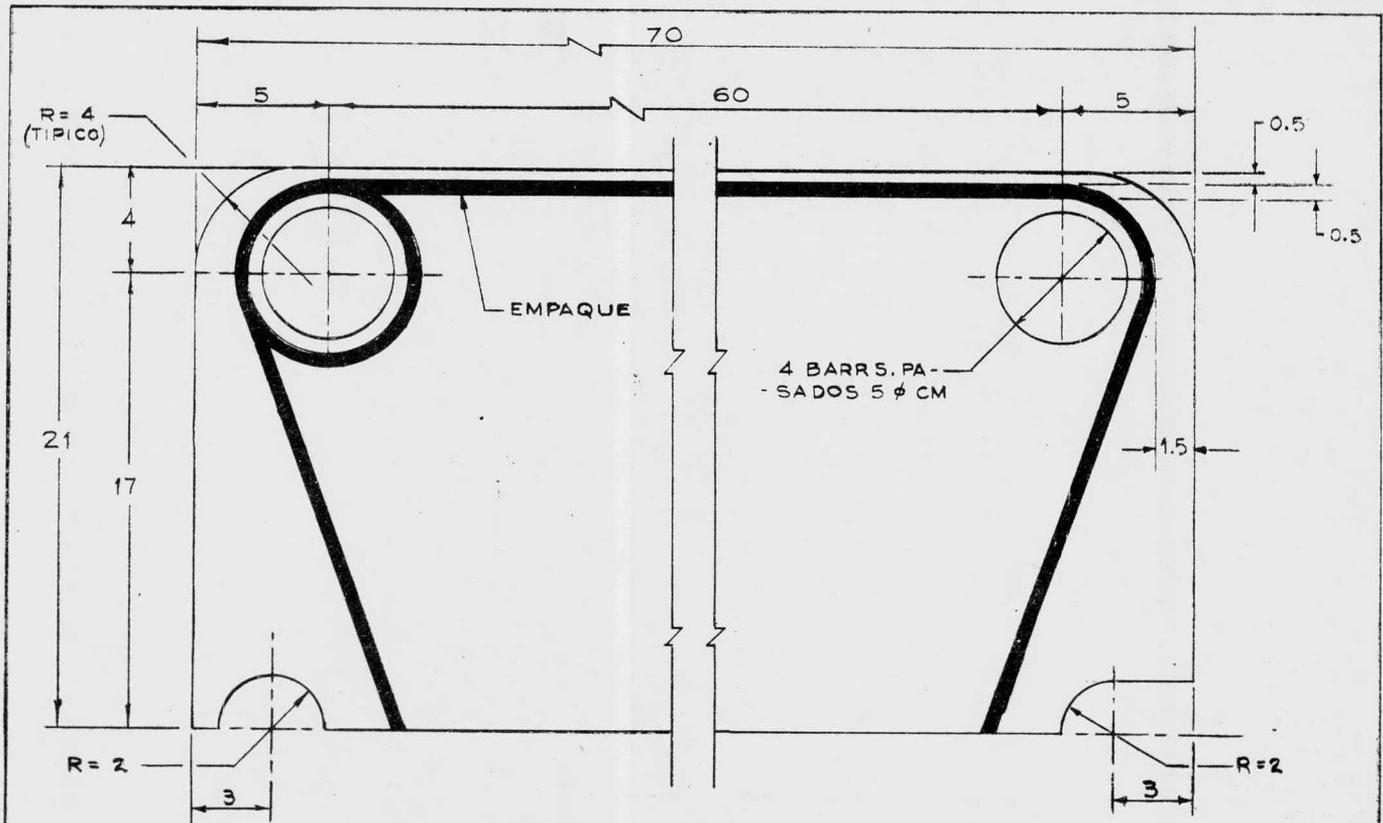
1:5

ACOTS:

CM

FECHA:

JUL-78'

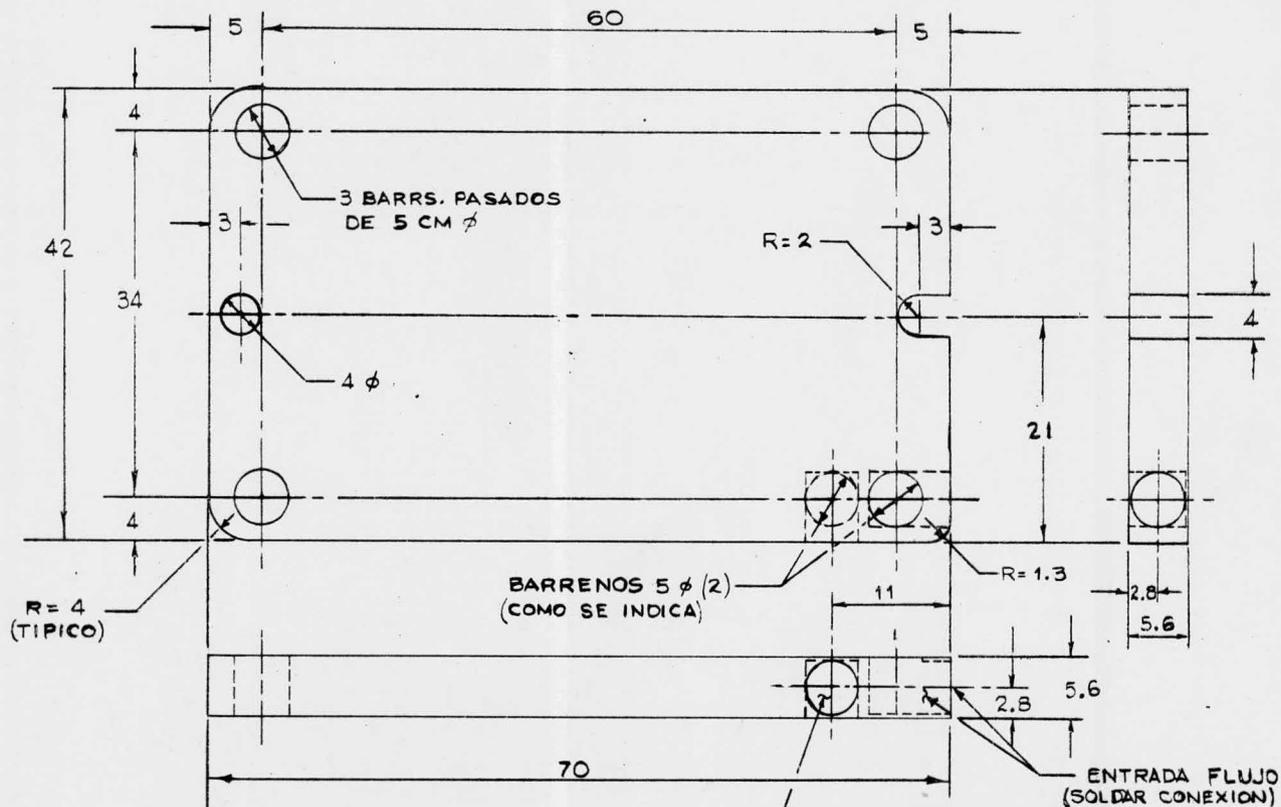


93

NOTAS:

MATERIAL: Ac. INOXIDABLE TIPO 316 LAMINA CAL. No. 16
 EMPAQUE: NITRILO (HACER CAVIDAD EN PLACA DE 0.15 x 0.5)

TITULO	
DETALLE DE PLACA INTERCAMBIO DE CALOR	
ESCALA	ACOTS
1:2	CM
FECHA	
JULIO-'78	



NOTA:

MATERIAL : Ac. INOXIDABLE TIPO 316
 CONEXIONES : Ac. INOX. 316 C-10
 ACABADO : SANITARIO

SALIDA
 (SOLDAR CONEXION
 CLAMP 2" ϕ)

TITULO

PLACA DESVIADORA
 DE FLUJO

ESCALA

1:5

ACOTS

CM

FECHA

JULIO-78

EXPLICACION DEL DIAGRAMA DE ELABORACION DE LOS INTERCAMBIADORES DE CALOR A PLACAS.

Este Diagrama muestra los pasos a seguir para la elaboración de éstos equipos.

1.- Primeramente se tendrá la Recepción de Materiales la cual consiste, en la inspección ó revisión de la materia prima que se haya solicitado por medio del Departamento de Compras. Posterior a la recepción de ésta materia su distribución se dividirá en dos caminos: uno de ellos es el referente a los pasos que deberá seguir la lámina de acero inoxidable y que se considera como la parte medular. Esta lámina deberá ser proporcionada en rollos para aprovecharse al máximo. El segundo camino es el que siguen todas aquellas materias primas que servirán para realizar todas las partes secundarias del equipo considerando aquellas que no están en contacto directo con el alimento, pero que a su vez se requiere que sean de precisión (Torneado y Fresado de piezas a la medida deseada).

2.- Una vez recibida e inspeccionada la materia prima pasará a la sección de Corte y Dobleces en donde se cortará la lámina a las dimensiones deseadas según especificaciones de diseño. Se requiere para ésto de una cizalla y de una dobladora de metal.

3.- Una vez teniendo las placas cortadas a la medida deseada se pasa a la parte de troquelado de la placa, la cual se realiza por medio de un juego de troqueles especialmente diseñados y construídos para realizar el estampado en la placa de acero inoxidable. Para llevar a cabo el estampado de las placas se requiere de una prensa hi

dráulica de cuatro columnas en donde irán colocados los -- juegos de troqueles.

4.- Después del troquelado de las placas, éstas deberán ser esmeriladas, para eliminar los filos que hayan quedado después del corte y posteriormente realizar el pulido adecuado y cuidadoso de la placa. Contandose para estas operaciones con bancos de trabajo y herramientas auxiliares.

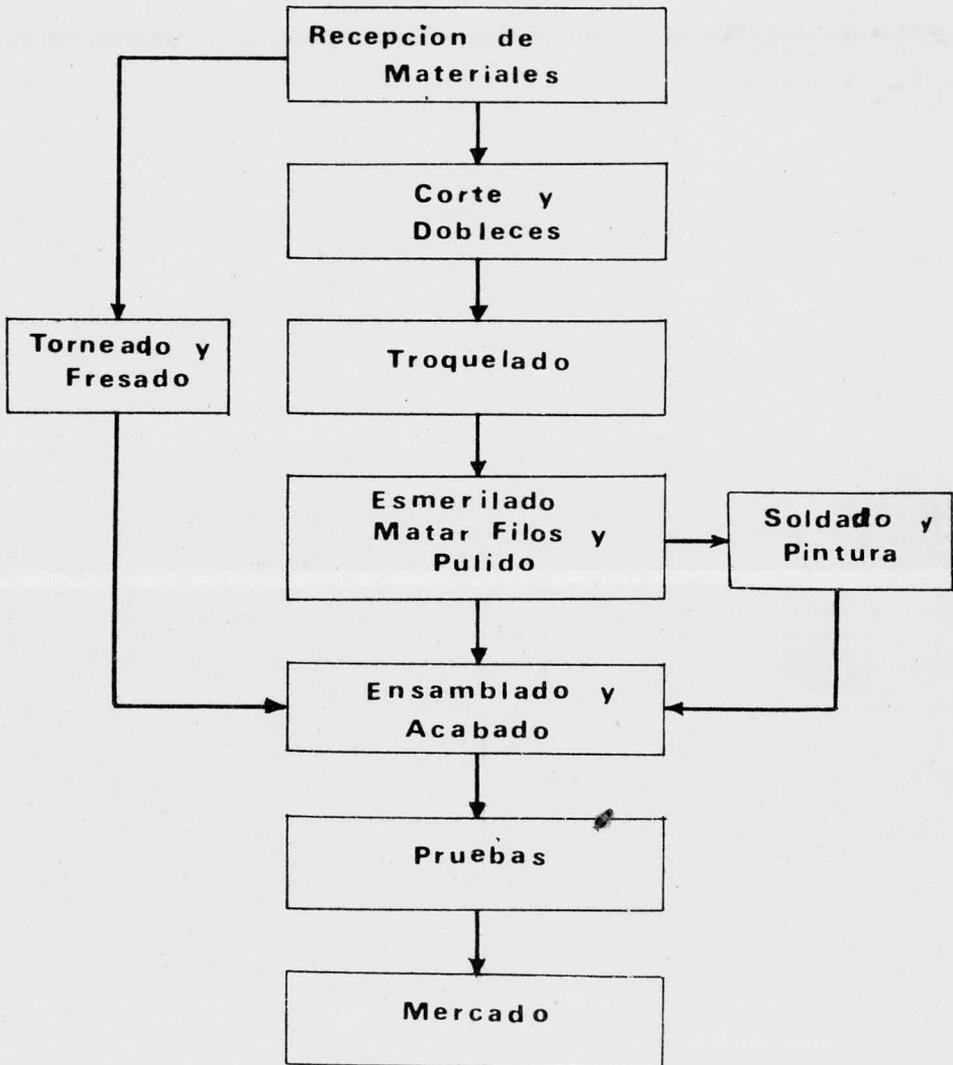
5.- Conjuntamente es recomendable que exista la sección de Soldado y Pintura de las partes que lo requieran. En estas secciones se deberá de tener el mayor cuidado ya que se trabajará con productos volátiles como es el caso de gases para soldar, solventes volátiles, etc. Es conveniente recordar que ésta sección deberá estar dividida para evitar riesgos, contandose con una extracción de aire adecuada.

6.- El siguiente paso es el Ensamblado y Acabado del Equipo, en éste punto se considera la terminación propiamente dicha del equipo ya que por un lado la placa troquelada, pulida y barrenada, así como todas aquellas partes componentes del equipo (marco, placas de sostén, y piezas de torneado y fresado), por otro lado las partes que debieron ser soldadas y/o pintadas con pintura anticorrosiva como también la colocación de todos los empaques en las placas de acero inoxidable para el intercambiador de calor. Estos empaques se adhieren al extremo de la placa por medio de pegamento con el mayor cuidado posible, procurando no estropear la placa ni las otras partes del equipo para tener un acabado que reúna las condiciones adecuadas para ser sacado al mercado y ser competitivo.

7.- Posteriormente al Ensamblado y Acabado del equipo, éste deberá ser sometido a pruebas. Estas pruebas se pueden dividir en dos tipos. Pruebas de tipo Estático y/o de resistencia del material. Pruebas de tipo Dinámico.

Una de las principales pruebas que pueden realizarse es la de someter al equipo a pruebas de presión y -- ver que no haya fugas en el mismo. Podría someterse el -- equipo a pruebas de flujo y checar temperaturas de trabajo, pero para ello es necesario contar con instalaciones adecuadas, es decir líneas de vapor, aire, agua de enfriamiento, etc. y por lo tanto se podría controlar mejor el funcionamiento del equipo antes de salir al mercado.

**DIAGRAMA DE ELABORACION DE LOS
INTERCAMBIADORES DE CALOR A PLACAS**



III. ESTUDIO PARA SU FABRICACION.

III.1 Aspectos Económicos (Mercado)

III.2 Inversiones

III.3 Máquinas - Herramientas necesarias

III.4 Adiestramiento de Mano de Obra.

III.5 Costos de Fabricación.

ESTUDIO PARA LA FABRICACION

Este capítulo se refiere a la fabricación de los equipos Intercambiadores de Calor a Placas, y se analizará la factibilidad de fabricación en México.

En el desarrollo del capítulo se tomaron en cuenta los elementos económicos (Inversiones, Máquinas - Herramientas, Adiestramiento de Mano de Obra y Costos de Fabricación).

Además se consideraron algunos de los factores que son básicos en el diseño de éstos equipos, así como sus principales usos ó aplicaciones que deben cubrir en la Industria de Lácteos, Cervecería y Jugos.

ASPECTOS ECONOMICOS.

Los Intercambiadores de Calor a Placas no son elaborados en el país, lo que representa una fuga de divisas para México.

Los datos que a continuación se presentan fueron obtenidos de los Anuarios Estadísticos del Comercio Exte-

rior de la Secretaria de Comercio, así como del I.M.C.E.

Estos equipos se encuentran bajo la Subpartida - "A" refiriéndose ésta a Aparatos ó Dispositivos, aunque se calienten eléctricamente, para el tratamiento de materias - por medio de operaciones que impliquen un cambio de temperatura.

A continuación se mencionan las fracciones arancelarias correspondientes a éstos equipos (Intercambiadores de Calor a Placas), así como el valor total de importación de los mismos correspondiente a cada año a partir de 1968 hasta 1975.

- A.- 84 17A 002 Pasteurizadores u otras precalentadoras ó-
preenfriadoras de la Industria Láctea.
- B.- 84 17A 017 Pasteurizadores excepto lo comprendido en-
la fracción 84 17A 002.
- C.- 84 17A 025 Intercambiadores de temperatura, Tubular ó
de Placas reconocibles para refrigeración.

AÑO	(A) VALOR \$	AÑO	(B) VALOR \$
1968	2,696,494	1968	8,907,236
1969	3,836,762	1969	3,684,407
1970	5,926,826	1970	2,208,271
1971	10,639,561	1971	7,160,619
1972	6,201,427	1972	6,197,520
1973	6,893,246	1973	11,238,345
1974	4,818,272	1974	7,414,392
1975	7,823,253	1975	4,704,187

AÑO	(C) VALOR \$	AÑO	(D) VALOR TOTAL\$
1968	-	1968	11,603,730
1969	-	1969	7,521,169
1970	896,662	1970	9,031,759
1971	685,792	1971	18,485,972
1972	781,018	1972	13,179,965
1973	3,251,766	1973	21,383,357
1974	2,143,626	1974	14,376,290
1975	2,882,560	1975	15,410,000

$$D = A + B + C$$

La siguiente gráfica muestra el valor total de -
 éstos equipos, a partir de 1968 hasta 1975, la cual la for-
 man la suma de las fracciones arancelarias:

$$D = A + B + C$$

A = 84 17A 002

B = 84 17A 017

C = 84 17A 025

D = Valor Total de Importación.

La sección a rayas muestra el porcentaje en cos-
 to del equipo que es utilizado sólo en la Industria Láctea.

Datos de la Industria Láctea

AÑO	%
1968	23.23
1969	51.01
1970	65.62
1971	57.55
1972	47.05
1973	32.23
1974	33.51
1975	50.76

MILLONES

\$

20

10

1968

1969

1970

1971

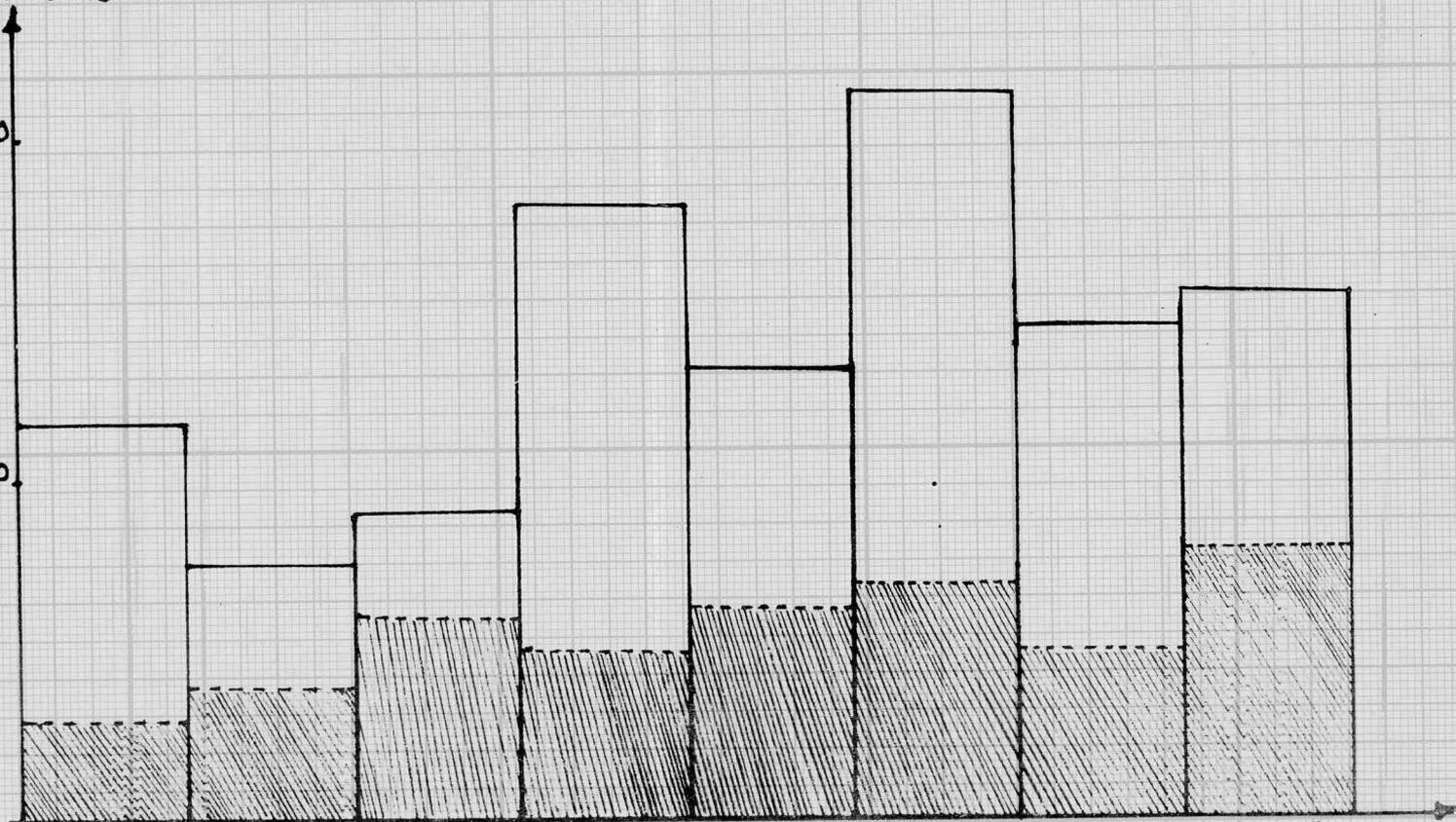
1972

1973

1974

1975

Año



INVERSIONES

COSTOS DEL TERRENO Y EDIFICIO

Terreno 1000 m ²	\$	400,000.00
Contrucción del Edificio:		
Limpieza, Trazo y Nivelación de Terreno - 1000 m ²	\$	20,000.00
Cimentación 55 m ³	\$	60,500.00
Estructuras Metálicas 7 piezas.	\$	150,000.00
Estructuras de Concreto 22 m ³	\$	25,200.00
Cubiertas 1000 m ²	\$	350,000.00
Muros 1080 m ²	\$	216,000.00
Pisos 1125 m ²	\$	180,000.00
Instalación Eléctrica de Alumbrado y Fuerza	\$	230,000.00
Instalación Hidráulica y Sanitaria (lote)	\$	100,000.00
Obras Exteriores 500 m ²	\$	70,000.00
TOTAL.		<u>1'801,700.00</u>

MAQUINAS - HERRAMIENTAS NECESARIAS

Se mencionan a continuación las principales Máquinas Herramientas necesarias para la fabricación de los Intercambiadores de Calor a Placas, así como las principales características de cada una de ellas y costo de las mismas.

1 Báscula Marca REVUELTA, con chapa de acero, para una capacidad de 1 tonelada, con plataforma de 730 x 975 mm, -- con una sensibilidad de 100 gramos.. .	\$	13,100.00
1 Cizalla ó Guillotina Marca CHICAGO, <u>ca</u> libre 16 en lámina y 20 en acero inoxidable, tipo manual de 1 1/2 H.P. con 60 golpes por minuto, peso aproximado-1540 kilogramos.	\$	156,560.00
1 Prensa Hidráulica tipo "4 Columnas", - Marca M.M. de accionamiento automático, con una fuerza de avance de 200 toneladas, fuerza de retroceso de 70 toneladas, con unidad hidráulica en la cual se localizará todo el sistema hidráulico de accionamiento montada en el bastidor superior de la prensa, con una presión máxima de trabajo de 1750 psi, con motor eléctrico de 40 H.P., 440/220 volts, 60/50 ciclos.	\$	1'420,000.00
1 Juego de Troqueles (Hembra-Macho) compuesto de tres herramientas, Marca M.M.	\$	625,570.00

1	Esmeril de Piso Marca BLACK & DECKER, - con motor de 2 H.P., con una piedra de 12 X 1 1/2 pulgadas y base..	\$	12,121.00
1	Esmeril Portatil Marca BLACK & DECKER,- de 3750 r.p.m., 12 amperes, peso neto- 8.6 kilogramos.	\$	5,750.00
2	Tornillos de Banco Giratorio Marca TI- SA tipo industrial, con apertura y cie rre de tornillo de 6 X 6 pulgadas. - - (c/u \$ 1,550.00).	\$	3,100.00
1	Torno Horizontal Universal Marca ROMI, de 3 metros de longitud, con motor de 6/12 H.P. de 1500 r.p.m. de corriente- trifásica, incluye un sistema refrige- rante con bomba y motor con un volteo- de bancada de 650 mm, con un volteo de carro de 450 mm y un volteo de escote- de 880 mm, con un juego de aditamentos para conos.	\$	505,732.50
1	Taladro de Columan Marca FORADIA, de 3 pulgadas de diámetro de 12 velocidades de 35 a 1460 r.p.m., con un motor de - 3.5 H.P..	\$	337,582.50
1	Fresadora Universal # 3 Marca CORREA,- con superficie de mesa de 1400 mm x -- 340 mm, recorrido longitudinal automá- tico de 1100 mm, recorrido transversal automático de 300 mm, recorrido verti- cal automático de 500 mm con motor de- 7.5 H.P., sus accesorios son: equipo - de refrigeración, motobomba de refrige- ración de 0.15 H.P., eje portafresas,- brazo para sujeción del cabezal, juego- de llaves. Peso neto 3350 kilogramos..	\$	690,030.00

1 Planta para Soldar Marca EUTECTIC con equipo Argón, manual de 300 emperes.	\$	70,000.00
1 Compresora de Aire Marca KELLOG, con tanque de almacenamiento de 1000 litros, con un desplazamiento de aire de 173 pie ³ /minuto (4890 litros/minuto) y un motor de 50 H.P..	\$	226,800.00
1 Pulidora Marca BLACK & DECKER, de 1550 a 2300 r.p.m., de 7.5 amperes (Alta) y 6.5 amperes (Baja), con juego de bonetes de 10 piezas (c/u \$59.00) con respaldo. Peso aproximado 4.88 kilogramos.	\$	4,710.00
1 Grúa ó Polipasto de Cadena Manual Marca ENDOR-STALL, con motor de 2 1/2 H.P. con tres metros de altura de elevación, con 4 toneladas máxima de carga.	\$	49,566.00
1 Transformador de Distribución Marca -- CONTINENTAL ELECTRIC de 125 KVA, 3 fases, 60 ciclos, 6000 volts en el primario y 220/440 volts en el secundario..	\$	59,220.00
COSTOS DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS.	\$	4'179,842.00
Costo de Equipo Auxiliar de las Máquinas-Herramientas (Se considera un 6% sobre los Costos de Máquinas-Herramientas).	\$	250,790.52
COSTO TOTAL DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS - MAS AUXILIARES.	\$	4'430,632.52
Más el 4% de I.I.M..		177,225.30
TOTAL DE COSTOS DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS Y AUXILIARES MAS EL 4% DE I.I.M.		4'607,857.82

Costos de Instalación de Máquinas-Herramientas (Se considera el 18% del costo total de Máquinas-Herramientas).	\$	752,371.56
TOTAL	\$	5'360,229.38

Como auxiliares de las Máquinas-Herramientas se incluyen los siguientes:

Afiladora de brocas, desde 3.2 hasta 9.6 mm. Arco para segueta. Autocles (juego de herramientas en medidas milimétricas y fracciones de pulgada.

Brocas para metales de acero alta velocidad.

Calibradores (Pie de Rey con Vernier, Pie de Rey con carátula Mauser, para lámina, de ángulo, de altura, de profundidad tipo Vernier). Cintas métricas (Flexómetros) de 2 y 3 mts de largo. Cintas métricas de acero de 10 a 50 mts.

Dados ó peines para roscar tornillos ó tubos. Desarmadores de todos tipos (para tuerca hexagonal, de punta plana, etc.) Desarmadores eléctricos portátiles. Discos abrasivos reforzados (para desbastar metales). Discos de lija para metales. Discos de hule para respaldo en: Lijas, pulidoras, etc.

Escuadras de precisión. Esmeriles eléctricos portátiles. Equipo para pintura, portatil (pistola con recipiente, mangueras y conexiones). Extensiones eléctricas para taller con contacto, portafoco de 20 mts. Extractores hidráulicos universales (para aplicaciones industriales).

Llaves ajustables ó pericos varias medidas. Llaves de combinación de estrías por un extremo y españolas - por el otro.

Manguera para compresoras y equipos de pintura.-
Manerales Machuelos.

Pinzas. Piedras de esmeril para metales no ferrosos y para usos generales (abrasivos y lijas).

Seguetas mecánicas para corte de metales.

Tarrajas para tornillo. Tenazas para cortar - - alambre, birlos, pernos etc., (para trabajo mediano y trabajo pesado) Tijeras para lámina, para cortes curvos, cortes irregulares y cortes rectos. Topes angulares fijos para fijación de piezas. Topes para escala. Tornillos de - banco, giratorios, tipo industrial sin mordazas para tubo.

Yunques (varios tamaños).

ADiestramiento DE MANO DE OBRA

Para poder llevar a cabo la fabricación de estos equipos en México, es necesario contar con una mano de obra altamente calificada para que los equipos tengan gran aceptación y proporcionen un servicio adecuado tanto en México como en el extranjero, contando para ello con gente capaz y con un gran sentido de responsabilidad ya que para lograr el acabado "Sanitario" de las placas donde se lleva a cabo la operación de transferencia de calor, se necesita tener un gran conocimiento del esmerilado y pulido del acero inoxidable, ya que sino se tiene ésta destreza se arruinará completamente la lámina de acero inoxidable y esto -- por consecuencia traería un gran desperdicio de la materia prima, tomando en cuenta que se debe de tener un precio -- competitivo en el mercado nacional y/o extranjero.

Estos equipos exigen gran cuidado en cuanto a su ensamblado (una correcta colocación del empaque y todos -- aquellos accesorios propios del equipo) por lo tanto éste adiestramiento no se reduce a las personas que trabajan -- las láminas de acero inoxidable sino también a todos aquellos obreros que tienen que ver en el transcurso de la fabricación del equipo, así que también estos deberán tener un alto sentido de responsabilidad.

A continuación se señala el personal mínimo requerido para la fabricación de estos equipos, no sale sobrando recordar que el personal debe ser altamente calificado.

1 Operador de máquinas de troquelado en trabajos de metal.	\$/mes	4,740.00
2 Ayudantes de máquinas de troquelado - en trabajos de metal (\$c/u 120.00). . .	\$/mes	7,200.00
1 Oficial Prensista.	\$/mes	4,890.00
1 Ayudante de prensista.	\$/mes	3,600.00
1 Oficial Mecánico Tornero.	\$/mes	5,100.00
1 Ayudante mecánico tornero.	\$/mes	3,600.00
1 Operador de Taladro de Columna.	\$/mes	4,740.00
1 Oficial Mecánico Fresador.	\$/mes	5,310.00
1 Ayudante de operador de taladro.	\$/mes	3,600.00
1 Ayudante de oficial mecánico fresador	\$/mes	3,600.00
1 Soldador con Soplete ó Arco eléctrico	\$/mes	5,190.00
1 Ayudante de soldador con soplete ó ar co eléctrico.	\$/mes	3,600.00
1 Oficial Pintor de Construcciones en - General.	\$/mes	5,010.00
1 Ayudante de oficial de pintor.	\$/mes	3,600.00
1 Oficial de Pulido - Emerilado.	\$/mes	4,950.00
1 Ayudante de pulido - esmerilado.	\$/mes	3,600.00
1 Oficial de Pailería.	\$/mes	5,400.00
1 Ayudante de pailería.	\$/mes	3,600.00
1 Oficial de Ensamblado de Equipo.	\$/mes	5,100.00
1 Ayudante de ensamblado de equipo.	\$/mes	3,600.00
TOTAL.	\$/mes	90,030.00
TOTAL (Incluyendo 30% de prestaciones).	\$/año	1'404,468.00

Esta lista corresponde a los salarios mínimos -- profesionales publicados por la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos y corresponden a la zona 74 Distrito Federal Area Metropolitana para el año 1978.

A continuación se menciona el personal mínimo necesario para la administración de la planta.

MANO DE OBRA INDIRECTA DE PRODUCCION.

1 Supervisor de Producción.	\$/mes	8,500.00	
1 Oficial Mecánico Electricista	\$/mes	7,000.00	
1 Ayudante de mecánico electricista.. . . .	\$/mes	3,600.00	
1 Dibujante Técnico.	\$/mes	<u>6,000.00</u>	
Total (Incluyendo 30% de prestaciones).	\$/año		391,560.00

MANO DE OBRA INDIRECTA.

1 Administrador General o Gerente.	\$/mes	18,000.00	
1 Contador General.	\$/mes	12,500.00	
1 Secretaria.	\$/mes	4,920.00	
1 Encargado de Bodega y/o Almacén.	\$/mes	4,740.00	
1 Chofer de Camión de Carga Repartidor.	\$/mes	5,430.00	
1 Mozo.	\$/mes	3,600.00	
1 Velador.	\$/mes	<u>4,650.00</u>	
Total (Incluye 30% de prestaciones)..	\$/año		839,904.00

Fuente: Publicación de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos correspondientes a la zona 74 Distrito Federal Area Metropolitana para el año de 1978.

Información Directa del Ingeniero Francisco Montero. Poli-Ingenieros, S.A.

Breve Explicación de el Plano del Taller.

El taller deberá de contar con dos tipos de estructura, metálica y de concreto, así como también de una cimentación especial que sirva como base para los equipos que se van a utilizar.

La cubierta del taller será de un material práctico, ligero y a su vez resistente a la intemperie por lo tanto de los materiales que mejor cubre éstos requerimientos es la lámina de asbesto acanalada la cual es fácil de instalar, además el techo deberá de llevar láminas de plástico transparente que permitan la entrada de la luz natural favoreciendose la iluminación en el taller. El taller contará con una altura suficientemente grande para poder realizar todos los movimientos de materiales y equipo con gran facilidad.

El taller tendrá una instalación eléctrica tanto de distribución como de fuerza que cubran las necesidades de cada una de las maquinarias, además ésta instalación debe de contar con ramales que permitan la distribución en todo el local, así como también de un interruptor y un tablero general de distribución. Es importante señalar que ésta instalación debe de hacerse en forma visual para la fácil localización de fallas eléctricas. Además se contará con una instalación de tubería de agua tanto hidráulica como sanitaria.

El piso deberá estar hecho de cemento con pequeños desniveles que permitan el desagüe, es preciso que presente pequeños acanalamientos para dar seguridad al andar.

Es importante mencionar que el taller cuente con

una entrada y salida de aire natural para propio bienestar de los que ahí laboran. Es necesario señalar que existen dentro del taller ciertas áreas de trabajo que necesitan muros divisorios y de protección con el fin de no afectar ó perjudicar las demás áreas de trabajo (cuarto de soldadura, cuarto de pintura).

El taller contará con sanitarios para el personal obrero colocados en una área adecuada.

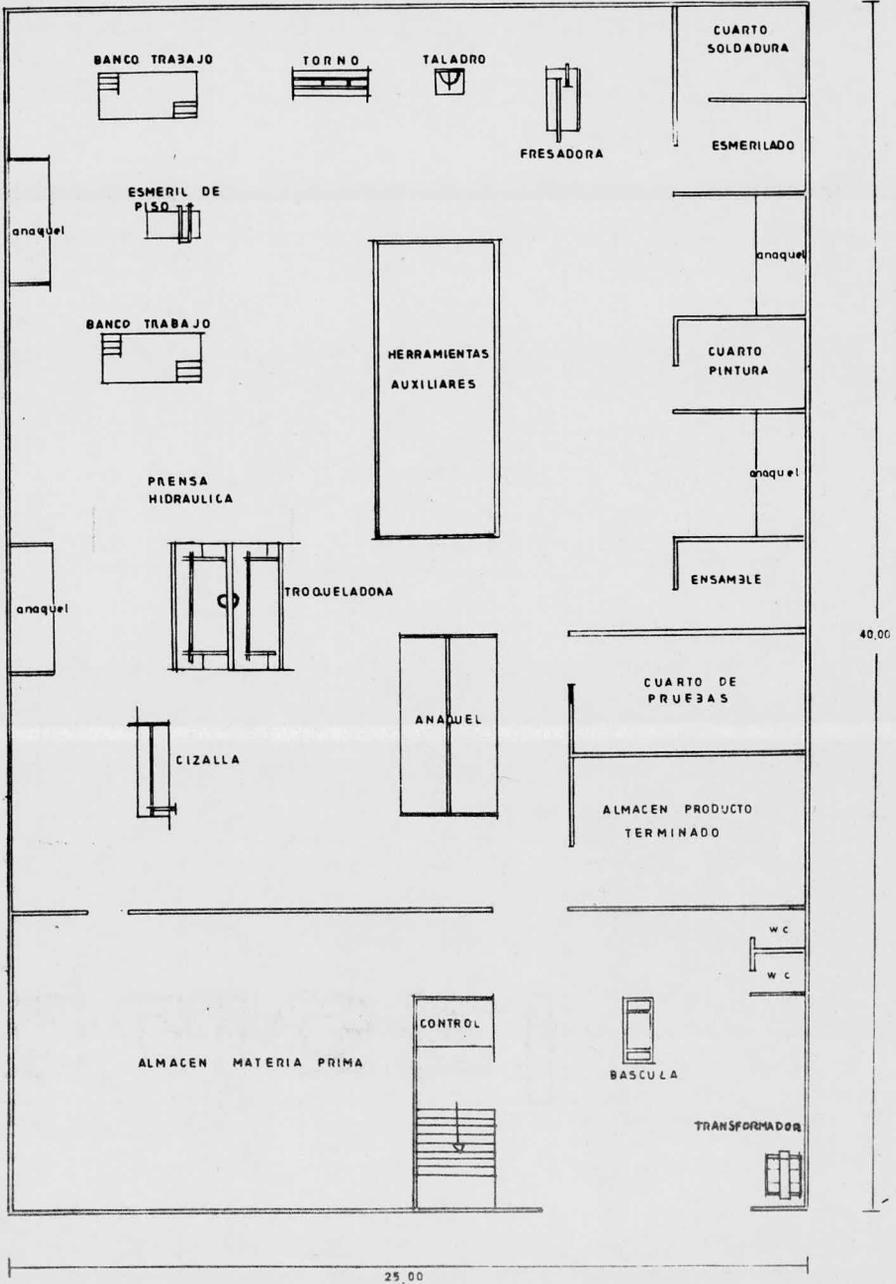
El taller contará con un cuarto de pruebas en el cual se someterá al equipo a pruebas de tipo estático la cual permitirá probar la resistencia de los materiales de que está hecho el equipo, así como su comportamiento bajo las condiciones de diseño. Se debe de tener en cuenta que éstos equipos se pueden someter a otras pruebas, pero que debido a las características que presenta éste taller solamente es posible la prueba de tipo estático, ya que de otra forma se deberá contar con caldera que suministre vapor, torre de enfriamiento de agua que permita utilizar agua a bajas temperaturas, tuberías y conexiones especiales que sirvan como auxiliares en la prueba de estos equipos.

En el taller habrá una caseta de control para la entrada y salida de materiales y equipo.

En la parte alta del taller correspondiente a la bodega se encuentran instaladas las oficinas para el personal administrativo, contando con un ventanal hacia el taller para facilitar la supervisión de la fabricación de los equipos, incluyendo manejo de materiales, ensamblado de partes auxiliares y acabado de éstos.

En todo el taller, incluyendo oficinas administrativas se deberá contar con letreros de seguridad, así como equipo contra incendios.

VISTA DE CONJUNTO DEL TALLER



Los siguientes datos y precios de Materia Prima que se presentan y que son utilizados en la fabricación de los Intercambiadores de Calor a Placas son basados en las siguientes consideraciones:

- (+) Una Placa Completa de acero al carbón de 4.0 m x 0.75 m x 0.024 m con un costo de \$22,800.00. De ésta placa salen 10 placas que servirán para el marco y para placas de sostenimiento, cortadas a la medida del diseño propuesto. De éste número de placas se ocuparán para cada equipo una para el marco y dos para placas de sostenimiento.
- (++) Un Rollo de Lámina de acero inoxidable para placas de intercambio de calor de 100 m x 0.91 m calibre 18 con un costo de \$103,147.00. De éste rollo salen aproximadamente 284 placas cortadas a la medida del diseño propuesto.
- (+++) Una Placa Completa de acero al carbón de 4.0m x 0.75m x 0.056 m con un costo de \$38,700.00. De ésta placa salen 9 placas que servirán para las placas desviadoras de flujo. De éste número de placas se ocuparán para cada equipo dos placas.

Se debe recordar que las dimensiones anotadas anteriormente no son las del diseño, sino que corresponden a placas enteras. Las dimensiones del diseño y costos por unidad se encuentran en la siguiente lista de materiales.

Por lo escrito, el costo de fabricación se verá afectado por incisos anteriores.

LISTA DE MATERIALES, PARTES, ACCESORIOS Y SUS COSTOS

CANTIDAD	DESCRIPCION	MATERIAL	MEDIDA (cm)	PRECIO POR UNIDAD (\$)	PRECIO (\$)
(+) 1	Placa p/ Marco	Acero al Carbón	78 x 25 x 2.4	1,520.00	1,520.00
(+) 2	Placas de Sostenimiento.	Acero al Carbón	78 x 50 x 2.4	3,040.00	6,080.00
1	Pie de Ajuste	Acero Inoxidable		400.00	400.00
2	Ejes de Sostén de Placas.	Acero Inoxidable 316	Ø 4 cm	2,000.00	4,000.00
6	Pernos Tensores	Acero al Carbón	Ø 2 cm	450.00	2,700.00
(++) 50	Placas p/ Inter _c ambio de Calor.	Acero Inoxidable 316	70 x 42 x 0.5	365.00	18,150.00
52	Empaques	Nitrilo	67 x 41 x 0.5	600.00	31,200.00
(+++) 2	Placas Desviado _r as de Flujo.	Acero al Carbón	70 x 42 x 5.6	4,300.00	8,600.00
5	Termómetros de Carátula.		0 - 150°C	420.00	2,100.00
1	Manómetro		Hasta 10 kg/cm ²	290.00	290.00

CANTIDAD	DESCRIPCION	MATERIAL	MEDIDA	PRECIO POR UNIDAD (\$)	PRECIO (\$)
1	Válvula de Seguridad.	Acero Inoxidable 304	10 atmósferas	4,450.00	4,450.00
12	Válvulas de Mariposa.	Acero Inoxidable 304	Ø 5 cm Calibre 16	2,895.00	34,740.00
12	Codos de 90°	Acero Inoxidable 304	Ø 5 cm	510.00	6,120.00
	Soldadura	Inoxidable		450.00 /kg	450.00
1	Pintura Anticorrosiva.			130.00 /lt	130.00
				GASTOS	120,930.00
	Tubería, conexiones, bridas, tornillos, tuercas, rondanas, abrazaderas, etc.	Acero Inoxidable 304 y/o 316	(+)		5% sobre gastos - de material.
					<u>6,047.00</u>
					126,977.00
				Más el 4% de I.I.M.	<u>5,079.00</u>
				TOTAL	132,056.00

121

(+) Para ser torneadas a la dimensión deseada.

REQUERIMIENTOS ESTIMATIVOS DE PRODUCCION

CAPACIDAD ANUAL: Operación: 1 Turno, 300 días -
por año - 20 Equipos.

NECESIDADES DE CAPITAL.

Capital Fijo:

(\$)

- Maquinaria y Equipo (1)	5'360,229.00
- Edificio (2)	1'401,700.00
- Terreno 1000 m ² a \$400.00 m ² (2)	<u>400,000.00</u>
	7'161,929.00

Capital de Trabajo:

- Efectivo (20 días de costos y gastos)	615,766.00
- Inventario de Abastecimientos (10% s. abastecimientos) (3)	264,112.00
- Gastos de Instalación (cancelería, -- oficinas, etc.)	150,000.00
- Gastos Pre-operativos y de arranque (gastos materiales para constituir la sociedad, sueldos, honorarios de organización, asesoría legal, etc.)	<u>500,000.00</u>
	1'529,878.00
- Imprevistos (10% s. necesidades de capital de trabajo).	<u>158,193.00</u>
	1'688,071.00

CAPITAL TOTAL (Capital Fijo + Capital de Trabajo).

8'850,000.00

COSTO DE PRODUCCION Y VENTAS

Anual

- Mano de Obra Directa (incluye prestaciones 30%).	1'404,468.00
- Mano de Obra Indirecta (incluye prestaciones 30%).	391,560.00
- Materias Primas y Materiales.	<u>2'641,120.00</u>
	4'437,148.00

Costos Indirectos:

- Depreciación de Maquinaria y Equipo - (35%).	1'876,080.00
- Depreciación de Edificio. (5%)	70,085.00
- Amortización de Gastos Pre-operativos (10%).	50,000.00
- Seguros (0.5% s. maquinaria, equipo y edificio 0.6% s. inventario de abastecimientos).	34,765.00
- Mantenimiento (10% del costo de maquinaria y equipo).	536,023.00
- Servicios (agua, luz, combustible, -- etc.).	-
10% s. Costo Primo = Mano de Obra Directa + Materias Primas.	<u>404,559.00</u>
	7'971,512.00
 SUB - TOTAL	 7'408,660.00

- Imprevistos (5% s. Costos de Producción Ventas y Costos Indirectos).	<u>370,433.00</u>
TOTAL	7'779,093.00

GASTOS DE OPERACION

- Mano de Obra Indirecta (incluye prestaciones 30%).	839,904.00
- Luz, Telefonos, Telex, Correo, etc.	30,000.00
- I.S.I.M. (4%)	560,000.00
- Mantenimiento y Servicios de Oficinas.	10,000.00
- Amortización de Gastos de Instalación (5%).	7,500.00
- Otros	10,000.00
TOTAL	1'457,404.00

ESTADO DE COSTOS Y UTILIDADES

- Ventas 20 Equipos a \$700,000.00 cada uno. Precio estimativo en relación al precio que tiene en el mercado actual, según precio de firmas extranjeras.	14'000,000.00
- Costo de Ventas.	7'779,093.00
- Utilidad Bruta.	6'220,907.00
- Gastos de Operación.	1'457,404.00
- Utilidad antes de impuesto sobre la renta (I.S.R.)	4'763,503.00
- I.S.R. (42%)	2'000,671.00
- Participación de Utilidades a los trabajadores (4).	
UTILIDAD NETA	2'762,832.00

CALCULO DE RENTABILIDAD.

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{\text{UTILIDAD}}{\text{INVERSION}}$$

$$\text{RENTABILIDAD} = \frac{2'762,832}{8'850,000} = 31.22\%$$

Esta Rentabilidad es mayor que la que ofrece una Institución Bancaria en el país (18.00 % Anual).

PLAZO DE RECUPERACION

$$\text{RECUPERACION} = \frac{\text{INVERSION}}{\text{UTILIDAD}}$$

$$\text{RECUPERACION} = \frac{8'850,000}{2'762,832} = 3.2 \text{ Años}$$

Este Plazo de Recuperación se encuentra dentro - del tiempo razonable de toda inversión (5 años máximo).

- (1) Los costos de la Maquinaria y Equipo fueron obtenidos por cotizaciones directas de:

LEON WEILL, S.A.

TECNICOS ARGOSTAL, S.A.

MAQUINAS MEXICANAS, S.A.

MEXICANA DE TROQUELES, S.A.

COMERCIAL KNEELAND, S.A.

BASCULAS ESHER, S.A.

Obtenidos durante el año de 1978.

- (2) La cotización sobre la construcción del taller se hizo en base a su localización, éste se localiza al - - Oriente de la Ciudad de México en una zona que dé ciertas facilidades para obtener exención de algunos im-- puestos, pero que a su vez se encuentra cerca de la - principal zona de tráfico comercial del país que es - la zona Metropolitana, contando para ello con buenas-vías de comunicación tanto para los proveedores de materia prima como para la venta de éstos equipos, así- como también para el personal que labore en el taller.
- (3) Los abastecimientos comprenden la Materia Prima, lista antes dada, las cotizaciones son de los siguientes distribuidores:
- ACEROS INOXIDABLES, S.A.
 DISTRIBUIDORA METALICA, S.A.
 METALES NAVALOS, S.A.
 ESCAL - MEX, S.A. (EMPAQUES)
 H.Y.L.S.A. DE MEXICO
 PURITY, S.A.
 SYLPYL, S.A. (PLASTICOS LIQUIDOS)
 INFORMACION DIRECTA DE POLI - INGENIEROS, S.A. Y MAPISA (Ings. Francisco y Antonio Montero).
 Obtenidos durante el año de 1978.
- (4) No hay Reparto de Utilidades para los trabajadores, - porque la Ley Federal del Trabajo exceptúa de ésta -- obligación a las empresas que se dedican a la elaboración de Nuevos Productos (Artículo 126).
Artículo 126. Quedan exceptuadas de la obligación de repartir utilidades:
- I. Las empresas de nueva creación, durante el primer año de funcionamiento.

- II. Las empresas de nueva creación, dedicadas a la elaboración de un producto nuevo, durante los dos primeros años de funcionamiento. La determinación de la novedad del producto se ajustará a lo que dispongan las leyes para fomento de industrias nuevas.

Ley para el fomento de Industrias Nuevas y Necesarias.

Artículo 12. Sólo las empresas a que se refiere el artículo 126 de la Ley Federal del Trabajo y aquellas que comprendan la resolución que expida la Secretaría del Trabajo y Previsión Social con fundamento en la fracción VI del artículo antes mencionado, quedarán exentas de participar utilidades a sus trabajadores. Cuando estos sujetos dejen de estar exentos de la obligación de participar utilidades entre sus trabajadores, deberán determinar su utilidad de conformidad con lo establecido en esta Resolución.

(Artículo 12 de Resolución del 14 de Octubre de 1974 de la Comisión Nacional para la Participación de los Trabajadores en las utilidades de las empresas).

COSTOS FIJOS:

	(\$)
Depreciación y Amortización	2'003,665.00
Mano de Obra Indirecta	1'231,464.00
Seguros	34,765.00
Imprevistos Administración (30%)	<u>111,129.00</u>
	3'381,023.00

COSTOS VARIABLES:

Abastecimientos	2'641,120.00
Servicios y Mantenimiento	990,582.00
Mano de Obra Directa	1'404,468.00
Impuestos	2'560,671.00
Imprevistos Producción (70%)	<u>259,303.00</u>
	7'856,144.00

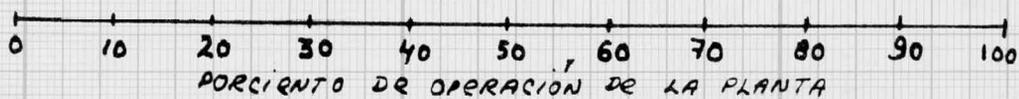
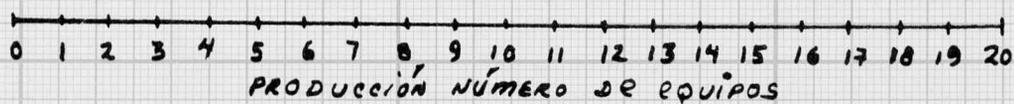
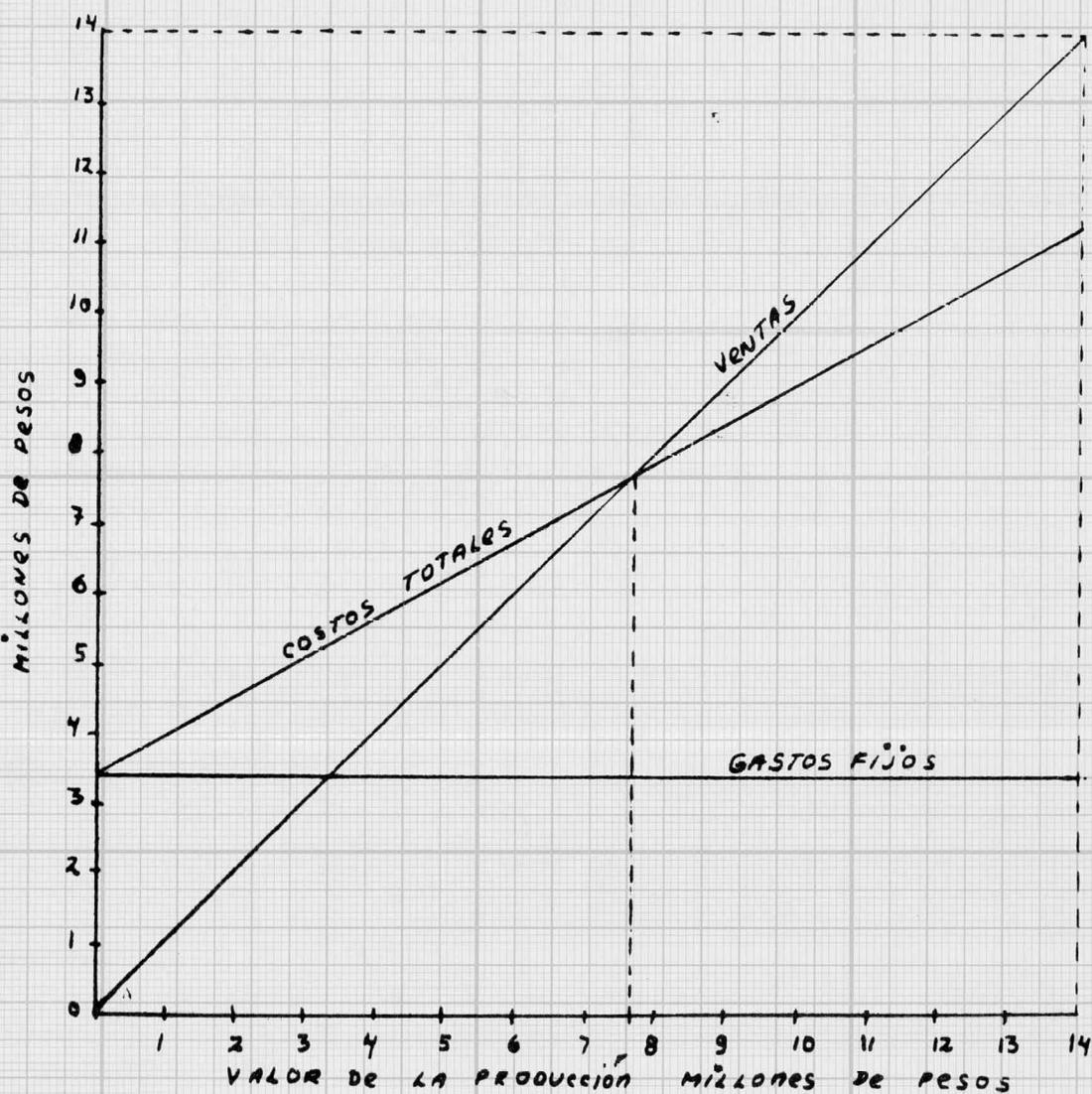
COSTOS TOTALES:

11'237,167.00

VENTAS:

14'000,000.00

DIAGRAMA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO



C A P I T U L O I V

DISCUSION Y CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

Por el estudio realizado y los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

1.- La Inversión Total para ésta planta asciende a. \$ 8'850,000.00.

2.- Es conveniente instalar una planta para la fabricación de éstos equipos ya que todas las máquinas-herramientas no solo se utilizarían para la fabricación de éstos equipos, sino también se aprovecharían para la fabricación de otros equipos tales como: Cortadoras, Seleccionadoras, Tanques de Almacenamiento, Marmitas, etc.

3.- Estos equipos presentan gran utilidad y eficiencia así como facilidad para su montaje, inspección, --limpieza y el espacio tan reducido que llegan a ocupar con respecto a otros equipos.

4.- Una comparación entre el Intercambiador de Calor a Placas y el de Tubos es la siguiente:

Placas presenta **mayor** Coeficiente de Transferencia de Calor con **igual** Número de Reynolds que el de **Tubos**.

Placas presenta **menor** Caída de Presión con **igual** Coeficiente de Transferencia de Calor que el de **Tubos**.

Placas presenta **mayor** Turbulencias a **menor** Número de Reynolds que el de **Tubos**.

5.- Existe un Mercado bastante amplio para estos equipos ya que no solo se utilizan en la Industria Alimenticia sino también en la Industria Química en general.

6.- Con la fabricación de éstos equipos se fomentaría el avance de la Tecnología del país así como a su vez se fomentaría e incrementaría la fabricación de equipos para la Industria Alimenticia de acuerdo a Normas de Sanidad y de Calidad para satisfacer las exigencias del Mercado tanto Nacional como Extranjero.

7.- Respecto a la parte Económica se obtendría una buena rentabilidad tomando en cuenta solamente el aspecto de fabricación de los Intercambiadores de Calor, - además ésta se vería aumentada si se amplía la diversidad de equipos a fabricar.

Rentabilidad = 31.22%

Plazo de Recuperación = 3.2 años

8.- Desde el punto de vista Nacional se evitaría la introducción al país de éstos equipos lo cual ocasiona actualmente una fuga de divisas por concepto de Importaciones.

9.- Se debe de tomar en cuenta la calidad del agua de enfriamiento ó de calentamiento que se utilice en el equipo, por lo que es recomendable que antes de que pase ésta agua al Intercambiador sea sometida a un tratamiento para eliminarle su dureza y alcalinidad ya que de ésta forma se evitarán incrustaciones en la placa logrando así que el equipo trabaje a mayor eficiencia.

10.- Se puede disminuir la caída de presión al agrupar correctamente las placas, es decir, formando serie

de pasos. El espacio libre entre placa y placa por donde circulan los fluídos debe de ser el correcto ya que de - - otra forma se forzaría al líquido a que circule en su totalidad entre las placas y se obtendrían caídas de presión - altas.

11.- Estos equipos deberán fabricarse de acuerdo a Normas Internacionales de Sanidad y de Calidad en materiales para que el equipo sea aceptado en el país y en - el extranjero.

12.- Todas las soldaduras deberán estar perfectamente esmeriladas y pulidas tanto interiormente como exteriormente para evitar puntos de contaminación que dañen a los alimentos posteriormente.

13.- De acuerdo a la Secretaría de Patrimonio - y Fomento Industrial este tipo de industrias se concideran prioritarias para fines de la expedición de Certificados - de Promoción Fiscal, como consecuencia de que se incluye - dentro de la Categoría I que se establece en el acuerdo de la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial publicado el día 9 de marzo de 1979.

1.2 BIENES DE CAPITAL

1.2.1. MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA PRODUCCION DE ALI--
MENTOS.

1.2.1.1. Fabricación de Maquinaria y Equipo para la in--
dustrialización de productos alimenticios.

1.2.7. MAQUINARIA Y EQUIPO INDUSTRIAL DIVERSO.

1.2.7.10. Fabricación de Calderas industriales e Intercam
biadores de Calor.

Referencia: Revista, MERCADO DE VALORES
semanario de NACIONAL FINANCIERA, S.A.
número 11, marzo 12 de 1979.

OBSERVACIONES: El Capítulo de Inversiones se verá afectado por un 15% de aumento como mínimo debido a que las cotizaciones de: terreno y edificio, maquinas-herramientas, salarios mínimos profesionales de mano de obra directa e indirecta y costos de materia prima fueron obtenidos durante el año de 1978. Los incrementos en costos se reflejarían en un aumento del precio de venta, manteniendo con esto la **rentabilidad** del proyecto.

C A P I T U L O V

ANEXOS

V.1 CUADROS

V.2 GRAFICAS

PROPIEDADES FISICAS DE LA LECHE
Y SUS DERIVADOS.

COMPOSICION VITAMINICA DE LA LECHE (a)
 por 100 g.
 LECHE DE VACA COMPLETA

	CRUDA	PASTEURIZADA (c) HTST	PASTEURIZADA (c)		CONCENTRADA (f)		EN POLVO	HUMANA
			en botellas	UHT (d)	sin azúcar.	con azúcar		
Vitamina A, U.I. (e)	150	150	150	150	375	375	1.150	160
Vitamina D, U.I.	2	2	2	2	5	5	15	1.5
Vitamina E, µg	80							500
Tiamina (B ₁), µg	45	42(7)	30(35)	42(7)	67(40)	103(10)	310(10)	15
Riboflavina (B ₂), µg	150	150	150	150	375	375	1.150	40
Acido pantoténico, µg	350	350	350	350	875	875	2.700	200
Acido nicotínico (PP), µg	100	100	100	100	250	250	760	170
Biotina, µg	1.5	1.5	1.5	1.5	3.4(10)	3.4(10)	10(10)	0.4
Vitamina B ₆ , µg	35	35	18(50)	35	35(60)	88	265	10
Vitamina B ₁₂ , µg	0.3	0.3	(90 a 100)	0.24(20)	0.10(90)	0.53(30)	1.6(30)	0.1
Vitamina C, µg	2.000	1.800(10)	1.00(50)	1.800(10)	2.00(60)	4.300(15)	13.00(20)	4.000

(a) Según S.K. Kon (excepto la leche humana y la vitamina E).

(b) Pérdidas durante el tratamiento, sin tener en cuenta el eventual efecto de la luz durante la conservación.

(c) 72°C, 15 segundos.

(d) 130-140°C durante menos de un segundo.

(e) U.I.: unidad internacional; para la vitamina A, 1 U.I. corresponde a 0.3 µg de axeroftol o 0.6 µg de caroteno; para la vitamina D, 1 U.I. = 0.025 µg.

(f) Nivel de concentración x 2.5.

FUENTE: Charles Alais
 CIENCIA DE LA LECHE
 C.E.C.S.A. 1970
 p. 170.

EFECTO DE LA PASTEURIZACION SOBRE LA μ DE LA LECHE

REFERENCIA	TEMPERATURA	VISCOSIDAD
Evenson y Ferris (1924)	95° - 104°F (35° - 40°C) por 30 minutos.	131.6+
	145.6°-149°F (62°-65°C) por 30 minutos	130.4
	167°- 176°F (75° - 80°C) por 30 minutos	140.6
Pynson y Dable (1938)	No calentada	2.204++
	145°F (61.7°C) por 30 minutos	2.102
	160°F (71.1°C) por 5 minutos	2.041
	180°F (82.2°C) por 0 minutos	2.061
Supplee (1936)	55°F (12.8°C) momenta- neamente	26.4+++
	85°F (29.4°C) momenta- neamente	23.7
	120°F (48.9°C) momenta- neamente	22.9
	150°F (65.6°C) momenta- neamente	22.3
	165°F (73.9°C) momenta- neamente	23.1

(+) Tiempo de flujo en segundos a 68°F (20.0°C)

(++) Centipoises

(+++) Viscosímetro Saybolt, segundos/100 g

FUENTE: Carl W. Hall and G. Malcolm Trout
MILK PASTEURIZATION
AVI 1968
p. 31

DETERMINACION COLORIMETRICA DEL pH DE LA LECHE

Indicadores de pH	Coloraciones observadas por reflexión		
	pH 6.4 y más bajo (leche - ácida)	pH 6.6-6.8 (leche fresca normal)	pH 6.9 y más alto (leche alcalina)
Púrpura de bromocresol: (solución acuosa 0.2%)	gris, luego amarillo verdoso	gris azulado	azul, luego violeta
Azú de bromotimol: (solución al 0.5% en alcohol de 60°)	amarillo	verde amarillento	verde azulado
Alizarinsulfonato de Na: (solución saturada en alcohol de 68°)	rosa, luego amarillo obscuro	lila	rojo obscuro violeta

VALORES DEL pH Y DE LA ACIDEZ

pH		ACIDEZ (+)	
		Dornic (D)	S. H.
6.6-6.8	Leche fresca normal de vaca	16-19	7-8.5
6.9 y más	Leches de tipo "alcalino": leches patológicas (leches de mamitis), leches del final de lactación, algunas leches de retención, leches fuertemente "aguadas"	15 y menos	6.5 y menos
6.5-6.6	Leches ligeramente ácidas: leches del principio de lactación, calostro, leches transportadas en masa.	19-20	8.5-10
6.4	Leche que no soporta la esterilización a -- 110°C	unos 20	
6.3	Leche que no soporta la cocción a 100°	unos 22	
6.1	Leche que no soporta la pasteurización a - 72°	unos 24 y más	
5.2	Leche que comienza a flocular a temperatura ordinaria	55-60	25-27
6.5	Lactosuero fresco de quesería	9-13	5-6
4.5	Cultivo de estreptococos lácticos, al máximo.	120	54
3.9	Cultivo de lactobacilos lácticos, al máximo	250	90

(+) Orden creciente.

FUENTE: Charles Alais
CIENCIA DE LA LECHE
C.E.C.S.A. 1970
P. 191, 194.

CALOR ESPECIFICO DE DERIVADOS DE LA LECHE

PRODUCTO	CALOR ESPECIFICO Kcal/kg°C
Agua ⁺⁺	1.00
Nata (20%) ⁺⁺	0.84
Leche sin Descremar ⁺⁺⁺	0.955
Leche Entera: ⁺	
a 0°C	0.92
a 15°C ^{+,++}	0.94
a 40°C	0.95
a 60°C	0.92
Leche Descremada: ⁺	
a 0°C	0.94
a 15°C ^{+,++}	0.945
a 40°C	0.95
a 60°C	0.96
Crema con 30% de Grasa: ⁺	
a 0°C	0.67
a 15°C	0.98
a 40°C	0.85
a 60°C	0.86
Mantequilla con 60% de Grasa: ⁺	
a 0°C	0.56
a 15°C	1.05
a 40°C	0.72
a 60°C	0.74
Mantequilla: ⁺	
a 0°C	0.56
a 15°C ^{+,++}	0.55
a 40°C	0.56
a 60°C	0.58
Lactosuero: ⁺	
a 0°C	0.98
a 15°C	0.976
a 40°C	0.974
a 60°C	0.97

FUENTE: Charles Alais (+)
 CIENCIA DE LA LECHE
 C.E.C.S.A. 1970
 p. 184
 R. Plank
 EL EMPLEO DEL FRIO EN LA INDUSTRIA DE LA ALIMENTACION
 Reverté 1963
 p. 365.

E. Spreer (++)
 LACTOLOGIA INDUSTRIAL
 Acribia 1975
 p. 24

PROPIEDADES FISICAS DE DERIVADOS DE LA LECHE

PRODUCTO	CALOR ESPECIFICO		CONTENIDO H ₂ O (%)	PUNTO DE CONGELACION °F
	Antes de Congelación	Después de Congelación		
	Btu / lb °F			
Mantequilla ó				
Requesón ^{+,++}	0.64	0.34	15.0	30.0
Crema ^{+,++}	0.85	0.40	55.0	28.0
Helados ^{+,+++}	0.78	0.45	58.0-66.0	27.0
Leche ^{+,+++}	0.93	0.49	87.0	31.0
Queso Americano ^{+,++}	0.64	0.36	65.0	17.0
Queso Camembert ⁺⁺	0.70	0.40	60.0	18.0
Queso Limburgo ⁺⁺	0.70	0.40	60.0	19.0
Queso Roquefort ⁺⁺	0.65	0.32	55.0	3.0
Queso Suizo ⁺⁺	0.64	0.36	55.0	15.0

FUENTE: G.H. Reed (+)
REFRIGERACION (MANUAL PRACTICO PARA APRENDICES)
Acibia 1976
p. 148

Roy J. Dossat (++)
PRINCIPIOS DE REFRIGERACION
C.E.C.S.A. 1977
Tabla 10-13

R.L. Earle (+++)
INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS
Acibia 1968
p. 324

VALORES DE VISCOSIDAD

PRODUCTO	TEMPERATURA		VISCOSIDAD (centipoise)
	°F	°C	
Agua	52	0	1.795
Agua	70	21	0.984
Agua	120	49	0.554
Leche	68	20	2.12
Leche con 20% de Crema	57	3	6.20
Leche con 50% de Crema	57	3	13.78
Leche Entera:			
	32	0	4.28
	41	5	3.254
	50	10	2.809
	59	15	2.463
	68	20	2.127
	77	25	1.857
	86	30	1.64
Leche Desnatada:			
	32	0	1.37
	41	5	3.96
	50	10	2.47
	68	20	1.79
	77	25	1.54
	86	30	1.33
	95	35	1.17
	104	40	1.04
	113	45	0.93
	122	50	0.85
	131	55	0.77
	140	60	0.71
	149	65	0.66
	158	70	0.62
	167	75	0.59
	176	80	0.57

FUENTE: Carl W. Hall and G. Malcolm Trout
MILK PASTEURIZATION
AVI 1968
p. 86 y 87.

VALORES DE PESO ESPECIFICO

PRODUCTO		PESO ESPECIFICO kg/litro
Leche sin Descremar	(15°C) ⁺	1.051 - 1.054
Leche Completa	(20°C) ⁺⁺	1.029 - 1.052
Leche Desnatada	(15°C) ⁺	1.054
Suero de Mantequilla (calentado)	(20°C) ⁺⁺	1.0214
Suero de Mantequilla (bátido)	(20°C) ⁺⁺	1.0228
Suero	(20°C) ⁺⁺	1.025 - 1.027
Suero de Manteca	(15°C) ⁺	1.053
Suero de Requesón	(15°C) ⁺	1.028
Nata 10% de Grasa	(15°C) ⁺	1.0243
Nata 20% de Grasa	(15°C) ⁺	1.0129
Nata 30% de Grasa	(15°C) ⁺	1.0017
Nata 40% de Grasa	(15°C) ⁺	0.9908
Nata 50% de Grasa	(15°C) ⁺	0.9801
Grasa de Leche	(15°C) ⁺	0.9310
Punto de Ebullición ⁺		+100.2 °C
Punto de Congelación ⁺		- 0.555 °C

FUENTE: E. Spreer (++)
LACTOLOGIA INDUSTRIAL
Acribia
p.20

R. Plank (+)
EL EMPLEO DEL FRIO EN LA INDUS-
TRIA DE LA ALIMENTACION.
Reverté 1963
p. 363.

PRODUCTO	TEMPERATURA °F	CONDUCTIVIDAD TERMICA Btu/ h ft ² °F/ft	% H ₂ O
Leche Condensada	80	0.31	80
Leche Concentrada, 2.5% de grasa inicial	68	0.292	-
Leche Desnatada	34.7	0.311	-
Leche en Polvo	102.0	0.242	42
Margarina	44	0.135	-
Mantequilla	40	0.114	15

FUENTE: Charm E. Stanley
FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING
AVI 1971
p. 599.

FORMULAS:

- 1.- Fórmula de FLEISCHMANN Y ROEDER. (+)

$$E_S = 1.311 C_g + 2.738 \frac{100 (\rho - 1)}{\rho}$$

- 2.- Fórmula de FLEISCHMANN. (++)

$$E_S = 1.2 G + 2665 \frac{D - 1}{D}$$

- 3.- Fórmula de HALENKE Y MOSLINGER. (+)

$$E_S = 0.25 (5 C_g + d)$$

- 4.- Fórmula de RICHMOND. (++)

$$E_S = 1.2 G + \left[\frac{1.000 (D - 1)}{4} + 0.14 \right] \times 10$$

- 5.- Fórmula para la DENSIDAD. (+)

$$\rho = d 1000 + 1$$

- 6.- GRADO DORNIC (°D). (++)

1°D = 1 mg de ácido láctico en 10 c.c. de leche, ó sea 0.1 g/ligro, ó 0.01 % de -- ácido láctico.

- 7.- GRADO SOXHLET-HENKEL (S.H.). (++)

$$1°SH = 2.25° Dornic.$$

De donde:

E_S = Extracto seco de la leche en %

G, C_g = Contenido graso de la leche en %

D = Densidad a 15°C en g/ml

ρ = Densidad a 20°C en g/ml.

d = Grados del lactodensímetro a 20°C

FUENTE: E. Spreer (+)

LACTOLOGIA INDUSTRIAL

Acribia 1975

p. 20, 21

Charles Alais (++)

CIENCIA DE LA LECHE

C.E.C.S.A. 1970

p. 191, 192.

PROPIEDADES FISICAS DE LA
CERVEZA (MOSTO)

ANALISIS DE UNA CERVEZA

Gravedad específica	1.0121
Sacarómetro, ‰	3.10
Alcohol por peso, ‰	3.63
Alcohol por volúmen, ‰	4.60
Extracto real, ‰	4.73
Azúcares reductores, ‰	1.160
Grado de Azúcar en el mosto, ‰	71.30
Grado de atenuación (grado real de fermentación), ‰	60.00
pH	4.35
Aire, cc	1.20
Nitrógeno, cc	1.01
Oxígeno, cc	0.19
Oxígeno-aire, ‰	15.80
CO ₂ , ‰ por peso	0.460
Acidez, ‰	0.135
Eritrodextrinas (reacción con yodo)	0.0
Amilodextrinas (reacción con yodo)	0.0
Dextrinas, ‰	2.73
Hierro, ppm	0.175
Prueba de tiempo, seg.	290.0
Tensión Superficial, dinas	46.0
Actividad Superficial	0.367
CaSO ₄ , ppm	256.0
NaCl, ppm	153.0
Densidad de espuma	20.40
Taninos, ppm	55.40
Viscosidad	1.057
SO ₂ , ppm	13.20
Cenizas, ‰	0.148
Diacetil, ppm	0.210
Cobre, ppm	0.245

continúa.

Carbohidratos, %

glucosa	0.001
fructosa	Trazas
sacarosa	Trazas
maltosa	0.10
maltotriosa	0.20
maltotetrosa	0.45
sacáridos más altos	3.04
total de sacáridos	3.83

Proteínas, %

total de proteína	0.299
alto peso molecular	0.071
medio peso molecular	0.100
bajo peso molecular	0.0951
N no proteico	0.0290
altos/total	23.30
medios/total	33.20
bajos/total	31.60
no protéicos/total	9.6

Calorías

168.30

FUENTE: Kirk - Othmer

ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL TECHNOLOGY

The Interscience Encyclopedia, Inc. New York

Vol. 2

pag. 208.

RELACION ENTRE EL PESO ESPECIFICO Y EL CONTENIDO EN ALCOHOL DE LA CERVEZA.

Peso específico a 15.5°C.	Tanto por ciento en alcohol.	Peso específico a 15.5°C.	Tanto por ciento en alcohol.
0.9955	2.54	0.9918	4.75
0.9954	2.60	0.9917	4.81
0.9953	2.65	0.9916	4.87
0.9952	2.71	0.9915	4.94
0.9951	2.76	0.9914	5.00
0.9950	2.82	0.9913	5.06
0.9949	2.87	0.9912	5.12
0.9948	2.93	0.9911	5.19
0.9947	3.00	0.9910	5.25
0.9946	3.06	0.9909	5.31
0.9945	3.12	0.9908	5.37
0.9944	3.18	0.9907	5.44
0.9943	3.24	0.9906	5.50
0.9942	3.29	0.9905	5.56
0.9941	3.35	0.9904	5.62
0.9940	3.41	0.9903	5.69
0.9939	3.47	0.9902	5.75
0.9938	3.53	0.9901	5.81
0.9937	3.59	0.9900	5.87
0.9936	3.65	0.9899	5.94
0.9935	3.71	0.9898	6.00
0.9934	3.77	0.9897	6.07
0.9933	3.82	0.9896	6.14
0.9932	3.88	0.9895	6.21
0.9931	3.94	0.9894	6.29
0.9930	4.00	0.9893	6.36
0.9929	4.06	0.9892	6.43
0.9928	4.12	0.9891	6.50
0.9927	4.19	0.9890	6.57

0.9926	4.25	0.9889	6.64
0.9925	4.31	0.9888	6.71
0.9924	4.37	0.9887	6.79
0.9923	4.44	0.9886	6.86
0.9922	4.50	0.9885	6.93
0.9921	4.56	0.9884	7.00
0.9920	4.52	0.9883	7.07
0.9919	4.69	0.9882	7.13
0.9981	7.20	0.9859	8.71
0.9880	7.27	0.9858	8.79
0.9879	7.33	0.9857	8.86
0.9878	7.40	0.9856	8.93
0.9877	7.46	0.9855	9.00
0.9876	7.53	0.9854	9.07
0.9875	7.60	0.9853	9.14
0.9874	7.66	0.9852	9.21
0.9873	7.73	0.9851	9.29
0.9872	7.80	0.9850	9.36
0.9871	7.86	0.9849	9.43
0.9870	7.93	0.9848	9.50
0.9869	8.00	0.9847	9.57
0.9868	8.07	0.9846	9.64
0.9867	8.14	0.9845	9.71
0.9866	8.21	0.9844	9.79
0.9865	8.29	0.9843	9.86
0.9864	8.36	0.9842	9.93
0.9863	8.43	0.9841	10.00
0.9862	8.50		
0.9861	8.57		
0.9860	8.64		

FUENTE: J. Ferrán Lamich
 CEBADA Y CERVEZA
 Editorial Aedos
 p. 235.

NORMAS FISICO-QUIMICAS. (QUE RIGEN EL CONTROL DE LA CERVEZA, DENTRO DE LA S.S.A.) TOMADAS DEL MANUAL DE BEBIDAS ALCOHOLICAS, DEL LABORATORIO NACIONAL DE LA S.S.A.

	Mínimo	Máximo
Grado Alcohólico Real	2.48	4.00
Peso Específico 20%	1.009	1.018
Extracto Seco %	4.1	5.8
Proteínas % (N total x 6.25)	0.25	0.40
Acidez Total (Acido Láctico)	0.14	0.19
Azúcares Reductores % (Maltosa)	1.07	1.79
Cenizas %	0.0	0.20
CO ₂ %	0.16	0.50

Estas Normas las establece la Secretaría de Comercio en combinación con la S.S.A. y Compañías Productoras.

PROPIEDADES FISICAS DEL MOSTO DE CERVEZA

	TEMPERATURA	
	57°C	19°C
Densidad Kg/l	1.035	1.040
Viscosidad Kg/m h	2.77	5.66
Calor Específico Kcal/Kg °C	0.92	0.91
Conductividad Térmica $\frac{\text{Kcal}}{\text{h m}^2 \frac{\text{°C}}{\text{m}}}$	0.507	0.468

FUENTE: Jorge Octavio Carbajal García.
CALCULO DE UN SISTEMA DE EN--
FRIAMIENTO DEL MOSTO EN LA ELA
BORACION DE LA CERVEZA.
Tesis 1974 ESIQIE.

ANALISIS TIPICO DE MALTAS PILSEN Y MUNICH

	Pilsen	Munich
Humedad, %	3.5	2.5
Extracto molido fino materia seca	80.0	79.5
Extracto molido grueso materia seca	78.7	78.9
Apariencia del mosto	Brillante	Claro
Turbiedad (índice nefalómetro)	20.0	40.0
Proteína total en el malta, %	9.9	9.8
Proteína no coagulable, %	2.95	3.8

RELACION DE LAS ENZIMAS Y TEMPERATURAS CON SUS
PUNTOS OPTIMOS DE ACTIVIDAD A DIFERENTES pH.

Enzimas	pH óptimo	Temperatura óptima °C
Alfa-dextrina amilasa	5.7	65
Beta-sacarógen-amilasa	4.7	55
Proteinasa	4.3	50
Peptidasa I	7.8	40 - 45
Peptidasa II	8.6	40 - 45
Citasa (polienzima)	5.0	35 - 45
Phitasa	5.2	60

pH en el mosto sin lúpulo	pH en el mosto con lúpulo	pH en la cerveza
5.79	5.49	4.40
5.84	5.50	4.11
5.93	5.50	3.96

FUENTE: J. Ferrán Lamich
CEBADA Y CERVEZA
Editorial Aedos
p. 170, 173, 191.

RELACION ENTRE EL PESO ESPECIFICO Y EL CONTENIDO DE
EXTRACTO EN EL MOSTO DE LA CERVEZA.

PESO ESPECIFICO DEL MOSTO A 17.5°C	GRAMOS DE EX TRACTO ₃ EN -- 100 cm ³ . (volúmen).
1.0210	5.440
1.0220	5.700
1.0230	5.959
1.0240	6.219
1.0250	6.478
1.0260	6.738
1.0270	6.998
1.0280	7.259
1.0290	7.519
1.0300	7.780
1.0310	8.039
1.0312	8.092
1.0314	8.145
1.0316	8.197
1.0318	8.249
1.0320	8.301
1.0322	8.353
1.0324	8.405
1.0326	8.457
1.0328	8.509
1.0330	8.561
1.0332	8.613
1.0334	8.665
1.0336	8.717
1.0338	8.769
1.0340	8.821
1.0342	8.874
1.0344	8.926
1.0346	8.978
1.0348	9.030
1.0350	9.083
1.0352	9.135
1.0354	9.187

FUENTE: J. Ferrán Lamich
CEBADA Y CERVEZA
Editorial Aedos
p. 241.

PROPIEDADES FISICAS
DE JUGOS.

RESUMEN DE PRODUCCION DEL JUGO Y SOLIDOS SOLUBLES DE LAS VARIETADES
DE LOS CITRICOS EN VARIAS AREAS DE CRECIMIENTO EN EL MUNDO.

Región	Area	Varietales	Contenido de Jugo (%)	Total Contenido Sólidos - Solubles (%)	Rendimiento Sólidos Solubles (kg/MT) ¹	Referencia	
Este de Asia	China	Hwang Kuo	53	10.0	55.0	Hu 1950	
		Punjab, Pakistán			40.5	Singh 1955	
	Shizuoka, Japón	Miyagawa-Unshu	64	10.9	69.8	Kakiuchi 1970	
		Hayashi-Unshu	61	10.6	64.6	Kakiuchi 1970	
		Fukuhara	50	11.0	55.0	Izumi 1974	
Mediterráneo	Valencia, España	Salustiana	46	9.4	45.2	Primo 1969	
		Washington	41	11.5	47.2	Primo 1969	
		Cadenera	48	11.0	52.8	Primo 1969	
	Catania, Italia	Moro	44	10.1	44.4	Pennisi 1970	
		Sanguinello	39	12.9	50.5	Pennisi 1970	
		Tarocco	38	11.6	44.1	Pennisi 1970	
		Ovale Calabrese	40	11.2	44.8	Pennisi 1970	
		Valencia	41	12.3	50.4	Pennisi 1970	
		Washington	26	13.0	35.8	Pennisi 1970	
	Rehovoth, Israel	Shamouti	41	9.8	40.1	Mandel 1950	
	Norte de América.	Orlando, Florida.	Hamlin	56	11.3	65.2	Anon 1972-73
			Piña	57	13.1	74.7	Anon 1972-73
Valencia			59	12.7	74.9	Anon 1972-73	
Washington			55	10.7	64.4	1	
Cadenera			53	11.6	61.5	1	
Verna			60	13.0	78.0	1	
Maltaise Sanguine			55	13.6	74.8	1	
Valle Central, California		Valencia	45	11.5	51.7	Tucker y Reuther 1967	
		Washington	43	12.0	51.6	Jones y Emberton 1967	
		Weslaco, Texas	Valencia	55	12.3	67.7	Reuther 1969
	Marrs	56	12.5	70.0	Olson 1963		
	Hamlin	58	10.3	57.7	Olson 1963		
Hemisferio Sur	Campinas, Sao Paulo	Valencia	49	12.6	61.8	Van Niekerk 1974	
		Hamlin	49	11.2	54.3	Van Niekerk 1974	
	Nelspruit, Africa del Sur	Washington	26	9.3	24.1	Van Noort 1969	
	Pera	Valencia	54	8.9	48.0	Marloth 1964	
			52	10.3	53.6	Marloth 1964	
	Dareton, N.S.W. Australia	Lane's	45	16.5	74.3	2	
		Washington	43	11.3	48.6	Kefford 1952	

(1) Fecha sin publicar por P.C. Reece, USDA, Orlando, Florida

(2) Fecha sin publicar por M.C. Stannard, N.S.W. Departamento de Agricultura, Sydney, N.S.W., Australia

kg/MT = Kilogramos por millones de toneladas métricas.

FUENTE: Nagy, Shaw, Veldhuis
CITRUS SCIENCE AND TECHNOLOGY
AVI vol. 2 1977
p. 118, 119.

RANGO DE LA COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS EN LOS CITRICOS DE
FLORIDA Y OTRAS SEMILLAS ACEITOSAS

Componentes Acidos (%)						
Tipo de Semilla	Palmítico	Palmitoléico	Esteárico	Oléico	Linoléico	Linoléico
Naranjas	26 - 31	0.1	3 - 5	24 - 28	35 - 37	2 - 4
Toronjas	26 - 36	0.1 - 0.3	1 - 4	18 - 25	32 - 40	3 - 6
Mandarinas	22 - 30	0.1 - 1.0	2 - 5	20 - 25	37 - 45	3 - 5
Limonas	20 - 24	0.1 - 0.3	2 - 4	26 - 31	31 - 38	8 - 12
Limas	24 - 29	0.1 - 0.5	3 - 5	20 - 22	37 - 40	6 - 11
Algodón	20 - 23	-	1 - 3	23 - 35	42 - 54	-

FUENTE: Nagy, Shaw, Veldhuis
CITRUS SCIENCE AND TECHNOLOGY
AVI vol. 2 1977
p. 306.

CONTENIDO DE CALCIO DE FRUTAS CITRICAS Y JUGOS

Producto Cítrico	Contenido de Calcio (mg/100 g)
Naranja (porción comestible)	40 - 30
Jugo de Naranja	10 - 11
Toronja (segmento enlatado)	13
Jugo de Toronja	9
Jugo de Limón	7
Jugo de Lima	9

CONTENIDO DE ACIDO FOLICO DE VARIOS JUGOS

Jugo	Acido Fólico (mcg/100 ml)
Jugo Fresco de Naranja	34
Jugo de Naranja Concentrado y Reconstituído	50
Jugo Fresco de Toronja	8
Jugo Fresco de Mandarina	21
Jugo de Naranja Enlatado	35

FUENTE: Nagy, Shaw, Veldhuis
 CITRUS SCIENCE AND TECHNOLOGY
 AVI vol. 2 1977
 p. 418, 419.

COMPOSICION DE JUGO DE LIMON

Constituyente	Número de Muestras	Contenido por 100 g		
		Rango		Promedio
Proteína (N total x 6.25)	11	0.3 - 0.7	g	0.4 g
Grasa	-	0.0 - 0.11	g	Trazas
Sólidos solubles, total (°Brix)	93	8.3 -14.1	g	10.0 g
Acido total, como anhídrido cítrico	129	4.94- 8.32	g	5.97 g
Total de azúcar, como invertida	13	0.00- 1.74	g	0.72 g
Azúcar no reducida	7	0.02- 0.26	g	0.14 g
Cenizas totales	5	0.25- 0.40	g	0.35 g
Cálcio	2	4.5 -10.4	mg	7 mg
Fósforo	2	9.3 -11.2	mg	10 mg
Fierro	2	0.19- 0.92	mg	0.6 mg
Caroteno	2	0.003- 0.005	mg	0.004mg
Tiamina (B-1)	2	0.011- 0.028	mg	0.020mg
Riboflamina (B-2)	2	0.011- 0.018	mg	0.015mg
Niacina	5	0.090- 0.275	mg	0.19 mg
Acido Ascórbico (vitamina C)	13	23.6 -32.7	mg	29 mg
pH	20	1.7 - 3.2	-	-
Calorías	-	24 -33	-	- - -

FUENTE: Nagy, Shaw, Veldhuis
 CITRUS SCIENCE AND TECHNOLOGY
 AVI vol. 2 1977
 p. 283.

RELACION ENTRE GRAVEDAD ESPECIFICA Y SOLIDOS DE
PULPA DE TOMATE Y CONCENTRADO DE TOMATE .

SOLIDOS TOTALES, %		GRAVEDAD ESPECIFICA A 68°F
6.0	Pulpa de Tomate	1.025
10.8		1.045
12.0	Puré de Tomate	1.050
14.2		1.060
16.5		1.070
25.0	Pasta de Tomate	1.107
26.0		1.112
28.0		1.120
30.0		1.129
32.0		1.138

FUENTE: Joslyn y Heid
FOOD PROCESSING OPERATIONS
AVI vol. 3
p. 310
1964.

PROPIEDADES FISICAS DE
MISCELANEOS.

VISCOSIDAD CINEMATICA DE ALIMENTOS LIQUIDOS

Líquidos	Sp. Gr. a 60 °F	Viscosidad Cinemática en Centistokes ⁺	a°F
Agua	1.0	1.15	60
		0.55	150
Leche	1.02 a 1.05	1.15	68
Aceites Animales			
Manteca de Cerdo	0.96	62.1	100
		54.5	150
Accite de Cerdo	0.912 a 0.925	41 a 47.5	100
		25.4 a 27.1	150
Accites Vegetales			
Accites de Cereales	0.924	28.7	150
		8.59	
Accite de Oliva	0.912 a 0.918	92.11	68 ⁺
		45.2	100
		24.1	150
Accite de Cacahuate	0.920	42.0	100
		25.4	150
Azúcar, Jarábes, Melasas, etc.			212
Jarábe de Cereales	1.4 a 1.47	1,100 a 110,000	100
		324.7 a 13,200	150
Melasas "C"	1.46 a 1.47	2,650 a 5,500	100
Soluciones de Sacarosa (Jarábes de Sacarosa)			
60° Brix	1.29	49.7	70
		18.7	100
70° Brix	1.35	364.0	70
		86.6	100

FUENTE: Joslyn y Hied
 FOOD PROCESSING OPERATIONS
 p. 411
 AVI vol. 3
 R.L. Earle (+)
 INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS
 Acribia 1968
 p. 55.

(+) Centistokes = Centipoise
 /sp. Gr. (Gravedad Específica).

CALORES ESPECIFICOS .

PRODUCTO	Sobre el punto de Congelación		Bajo el punto de Congelación	
	Btu/lb°F			
Manzana	0.89 ⁺	, 0.87 ⁺⁺	0.45 ⁺	, 0.45 ⁺⁺
Chabacano	0.92 ⁺		0.50 ⁺	
Aguacate	0.91 ⁺		0.49 ⁺	
Plátano	0.80 ⁺⁺	, +++	0.42 ⁺⁺	, +++
Puré de Plátano	0.87 ⁺⁺⁺⁺		-	
Fresas, Cerezas, etc.	0.87 ⁺⁺	, +++	0.45 ⁺⁺	, +++
Arándaros	0.91		0.47 ⁺	
Dátiles Curados	0.36 ⁺⁺		0.26 ⁺⁺	
Frutas Secas	0.50 ⁺⁺⁺⁺			
Higos y Dátiles Frescos	0.82 ⁺⁺		0.43 ⁺⁺	
Uva (Oriental y Americana)	0.90 ⁺	, 0.86 ⁺⁺	0.61 ⁺	, 0.44 ⁺⁺
Uva (Vinífera California)	0.85 ⁺	, 0.86 ⁺⁺	0.59 ⁺	, 0.44 ⁺⁺
Uva Seca	0.47 ⁺⁺⁺⁺		-	
Toronja	0.91 ⁺	, ++, 0.92 ⁺⁺⁺⁺	0.49 ⁺	, 0.46 ⁺⁺ , -
Limonos	0.91 ⁺	, 0.92 ⁺⁺	0.49 ⁺	, 0.46 ⁺⁺
Naranja	0.91 ⁺	, 0.90 ⁺⁺	0.44 ⁺	, 0.46 ⁺⁺
Durazno	0.91 ⁺		0.41	
Pera	0.91 ⁺	, 0.86 ⁺⁺	0.49 ⁺	, 0.45 ⁺⁺
Piña	0.90 ⁺	, 0.88 ⁺⁺	0.50 ⁺	, 0.45 ⁺⁺
Ciruelas Frescas	0.88 ^{+,++}		0.48 ⁺	, 0.45 ⁺⁺
Membrillo	0.90 ⁺	, 0.88 ⁺⁺	0.49 ⁺	, 0.45 ⁺⁺
Espárragos	0.94 ^{++,+++}		0.48 ^{++,+++}	
Ejote	0.87 ⁺		0.47 ⁺	
Frijol	0.91 ⁺⁺		0.47 ⁺⁺	
Betabel	0.90 ⁺		0.48 ⁺	
Col de Bruselas	0.91 ⁺	, 0.94 ⁺⁺⁺	0.49 ⁺	, 0.47 ⁺⁺⁺
Zanahoria (sin rama)	0.93 ⁺		0.45 ⁺	
Zanahoria (con rama)	0.86 ^{+,+++}		0.45 ^{+,+++}	
Coliflor	0.93 ^{++,+++}		0.47 ^{++,+++}	
Apio	0.91 ⁺	, 0.95 ^{++,+++}	0.46 ⁺	, 0.48 ^{++,+++}
Calabacita	0.93 ⁺	, 0.97 ⁺⁺⁺	0.48 ⁺	, 0.49 ⁺⁺⁺
Melón, Sandía, etc.	0.91 ⁺	, 0.97 ⁺⁺	0.46 ⁺	, 0.48 ⁺⁺
Chirivia	0.86 ⁺	, 0.84 ⁺⁺	0.44 ⁺	, 0.46 ⁺⁺
Chícharo	0.82 ⁺		0.45 ⁺	
Patatas	0.86 ⁺		0.47 ⁺	
Espinaca	0.94 ⁺⁺		0.48 ⁺⁺	
Camote	0.86 ⁺		0.42 ⁺	

continúa

Tomate	0.92 ⁺	, 0.95 ⁺⁺	0.46 ⁺	, 0.48 ⁺⁺
Cerveza	1.00 ⁺	, 0.92 ⁺⁺	-	
Chocolate	0.56 ⁺		0.50 ⁺	
Huevo	0.85 ⁺	, 0.76 ⁺⁺	0.45 ⁺	, 0.40 ⁺⁺
Yema de Huevo	0.22 ⁺⁺		0.21 ⁺⁺	
Azúcar de Maple	0.24 ⁺	, 0.50 ⁺⁺⁺⁺	0.21 ⁺	, -
Jarabe de Maple	0.49 ⁺		0.51 ⁺	
Nueces Peladas	0.50 ⁺		0.24 ⁺	
Alcachófas	0.87 ⁺⁺	, 0.95 ⁺⁺⁺⁺	0.45 ⁺⁺	,
Limas	0.75 ⁺⁺		0.40 ⁺⁺	
Moras Negras	0.88 ⁺⁺		0.46 ⁺⁺	
Moras Azules	0.86 ⁺⁺		0.45 ⁺⁺	
Pepino	0.97 ⁺⁺		0.49 ⁺⁺	
Grosella	0.88 ⁺⁺		0.45 ⁺⁺	
Miel	0.35 ⁺⁺		0.26 ⁺⁺	
Champiñón	0.95 ⁺⁺		0.47 ⁺⁺	
Aceituna Fresca	0.80 ⁺⁺		0.42 ⁺⁺	
Papaya	0.90 ⁺⁺		0.46 ⁺⁺	
Melocotón	0.90 ⁺⁺		0.46 ⁺⁺	
Frambuesa Negra	0.84 ⁺⁺		0.44 ⁺⁺	
Frambuesa Roja	0.87 ⁺⁺		0.45 ⁺⁺	
Bellota de Verano	0.96 ⁺⁺		-	
Bellota de Invierno	0.91 ⁺⁺		-	
Papas Cocidas	0.87 ⁺⁺⁺⁺		-	
Papas Dulces	0.75 ⁺⁺		0.40 ⁺⁺	
Levadura	0.77 ⁺⁺		0.41 ⁺⁺	
Mafz, Cereal, etc.	0.79 ⁺⁺		0.42 ⁺⁺	
Macarrón	0.45 ⁺⁺⁺⁺		-	
Cebada Perla	0.68 ⁺⁺⁺⁺		-	
Arroz	0.44 ⁺⁺⁺⁺		-	
Remolacha	0.86 ⁺⁺⁺		0.47 ⁺⁺⁺	
Zarzamora	0.88 ⁺⁺⁺		0.46 ⁺⁺⁺	
Mandarina	0.90 ⁺⁺		0.46 ⁺⁺	
Carne de Vaca Fresca	0.84 ⁺⁺		0.43 ⁺⁺	
Carne de Cordero	0.76 ⁺⁺		0.51 ⁺⁺	
Carne de Puerco	0.54 ⁺⁺	, 0.68 ⁺⁺⁺	0.32 ⁺⁺	, 0.38 ⁺⁺⁺
Ternera	0.84 ⁺⁺	, 0.77 ⁺⁺⁺⁺	0.51 ⁺⁺	
Hígado Fresco	0.72 ⁺⁺⁺		0.40 ⁺⁺⁺	
Salchichas Frescas	0.89 ⁺⁺⁺		0.56 ⁺⁺⁺	
Pescado Fresco	0.80 ⁺	, 0.86 ⁺⁺⁺⁺	0.40 ⁺	

FUENTE: Roy J. Dossat (+)
 PRINCIPIOS DE REFRIGERACION
 C.E.C.S.A. 1977
 Tabla 10-10, 10-11, 10-12, 10-13.

Joslyn y Heid (++)
 FOOD PROCESSING OPERATIONS
 AVI vol. 1
 p. 392 a 395

G.H. Reed (+++)
 REFRIGERACION (MANUAL PRACTICO PARA APRENDICES)
 Acribia 1976
 p. 148.

Charm Stanley (++++)
 FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING
 AVI 1971
 p. 599, 600, 601.

DATOS TERMICOS DE ALGUNOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS

	Punto de congelación		Calor específico	
	°F	°C	Por encima de congelación Kcal/kg °C	Por debajo de congelación Kcal/kg °C
Frutas:				
Manzanas	28	-2	0.86	0.45
Plátanos	28	-2	0.80	0.42
Toronjas	28	-2	0.91	0.46
Melocotón	29	-2	0.90	0.46
Piña	29	-2	0.88	0.45
Sandías	29	-2	0.97	0.48
Legumbres:				
Espárragos	30	-1	0.94	0.48
Judías	30	-1	0.91	0.47
Col	31	-1	0.94	0.47
Zanahoria	30	-1	0.86	0.45
Maíz	29	-1	0.80	0.43
Guisantes	30	-1	0.79	0.42
Tomates	30	-1	0.95	0.48
Carne:				
Bacon	-	-	0.50	0.30
Vaca	29	-2	0.77	0.40
Pescado	28	-2	0.76	0.40
Cordero	28	-2	0.76	0.40
Puerco	28	-2	0.68	0.38
Ternera	29	-2	0.71	0.40
Varios:				
Cerveza	28	-2	1.00	0.48
Pan	-	-	0.70	0.34
Huevos	27	-3	0.76	0.40

FUENTE: R.L. Earle
 INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS
 Acribia 1968
 p. 323, 324.

CONDUCTIVIDAD TERMICA Y OTRAS PROPIEDADES DE VARIOS
ALIMENTOS.

Alimentos	%H ₂ O	Conductividad Térmica (Btu/hr pie ² °F/pie)	DENSIDAD (lb/pie ³)	TEMPERA TURA. °F
Compota de Manzana	-	0.400	-	72.5
Purée de Plátano	-	0.400	-	60.0
Maíz (grano amarillo)	0.91	0.0812	47.1	70.0
Pescado (congelado)	-	0.011	-	-10
Perca (congelado)	-	0.016	-	-10
Pescado fresco	-	0.249	-	32
Grosellas (congeladas)	-	0.016	36	11
Toronja	89.0	0.23	-	>32
Miel	12.6	0.29	-	36
Jugos:				
Manzana	87.4	0.323	-	68
Pera	84.7	0.318	-	86
Cordero (congelado)	-	0.65	-	44
Avena	8.7	0.037	-	-
Aceite de cacahuate	-	0.097	-	39
Naranjas	61.2	0.249	-	86.5
Jugo de Naranja (congelado)	-	1.38	0.63	0.0
Puerco	75.1	0.75	-	6.2

Papas	-	0.63	61	9.0
Purée de	-	0.73	56	20.0
Zanahoria				
Salmón	67.0	0.75	-	-13.0
Salchicha	65	0.239	-	76.0
húmeda				
Calabaza	-	0.29	-	32.0
Fresas	-	0.65	-	-
	-	0.39	-	10.0
Pavo	74	0.968	-	-13.0
Carne de	75	0.75	-	14.8
Tenera				
Agua	100	0.368	-	50.0
Trigo	-	0.094	-	86.0

FUENTE: Charm Stanley
 FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING
 AVI 1971
 p. 599.

VALORES DE CONDUCTIVIDAD TERMICA PARA CARNES Y
GRASAS DE REPORTES PUBLICADOS .

MATERIAL	TEMPERATURA (°C)	CONDUCTIVIDAD
		$\frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ (seg)}} \times 10^5$ (°C/cm)
Hardy y Soderstrom 1938		
Músculo de la carne de vaca	-	0.47
Grasa de la carne de vaca	-	0.49
Awberry y Griffiths 1933		
Carne de vaca	bajo	3.8
Carne de caballo (fibras perpendi- culares al flujo de calor)	30	1.05
Carne de ballena (70% de H ₂ O)	18	0.52
Cherneeva 1956		
Carne de vaca (grasa), 74.5% de - H ₂ O (fibras perpendiculares al -- flujo de calor)	0	1.14
	- 5	2.22
	-10	2.86
	-20	3.42
Carne de vaca (magra), 78.5% de - H ₂ O (fibras perpendiculares al -- flujo de calor).	0	1.14
	- 5	2.53
	-10	3.22
	-20	3.75
Grasa de la carne de vaca 7% de - H ₂ O.	0	0.487
	- 5	0.506
	-10	0.542
	-20	0.606
Carne de puerco 76.8% de H ₂ O (fi- bras perpendiculares al flujo de- calor)	0	1.14
	- 5	1.83
	-10	2.36
	-20	3.08

	0	0.444
	- 5	0.542
	-10	0.606
	-20	0.695
Lapshin 1954		
Grasa de la carne de res		
2.0% de H ₂ O	20	0.222
15.6% de H ₂ O	20	0.430
29.5% de H ₂ O	20	0.825
Lagoni y Merton 1956		
Suero de Manteca		
0.3% de H ₂ O, 0.1% Aire	-	0.39
16.9% de H ₂ O, 6.5% Aire	-	0.47
14.5% de H ₂ O, 0.1% Aire	-	0.48
15.3% de H ₂ O, 10.0% Aire	-	0.42
Khatchaturov 1958		
Pescado (promedio para bacalao, carpa perca, etc.)	0	1.03
	-10	2.91
	-20	3.27
Jason y Long 1955		
Pescado (bacalao)	1	1.30
	-10	3.96
	-20	4.40
Smith 1956		
Arenques (empaquetados)	-19	1.9
Filetes de Bacalao (empaquetados)	-19	2.8
Carne de Ballena 0.5% de grasa	-12	3.06

FUENTE: Stanley E. Charm
 FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING
 AVI 1971
 p. 598.

PORCENTAJE DE AGUA EN LOS ALIMENTOS

Producto	§ H ₂ O
Manzana	75 - 85 ^{+, ++, +++, +++++}
Chabacano	85.4 ^{++, +++}
Aguacate	94 ⁺⁺ , 65.4 ⁺⁺⁺
Plátano	75.0 ^{++, +++, +++++}
Fresas, Cerezas, etc.	84 ⁺⁺ , 89.9 ⁺⁺⁺
Fresas Congeladas	72.0 ⁺⁺⁺
Arándaros	88.0 ^{++, +++, +++++}
Dátiles	18.0 ⁺⁺
Frutas Secas	30.0 ^{+, ++}
Frutas Frescas	75 - 92 ⁺
Higos y Dátiles Frescos	90.0 ⁺⁺
Uva Seca	24.5 ⁺
Uva Oriental	77.0 ⁺⁺
Uva Americana	81.9 ⁺⁺⁺
Uva (vinífera California)	79.0 ⁺⁺
Toronja	88.0 ⁺⁺ , 88.8 ^{+++ , +++++}
Limón	88.0 ⁺⁺ , 89.3 ⁺⁺⁺
Naranja	81.0 ⁺⁺ , 87.2 ⁺⁺⁺
Durazno	90.0 ⁺⁺⁺
Pera	84.0 ⁺⁺ , 82.7 ⁺⁺⁺
Piña	88.0 ⁺⁺ , 85.3 ^{+++ , +++++}
Ciruela Fresca	75.0 - 80.0 ^{+, ++} , 85.7 ⁺⁺⁺
Ciruela Seca	28.0 - 35.0 ⁺
Higo Seco	24.0 ⁺⁺⁺
Higo Fresco	78.0 ⁺⁺⁺
Membrillo	85.0 ^{++, +++, +++++}
Espárragos	93.0 ^{+++ , +++++} , 94.0 ⁺⁺
Ejote	83.0 ⁺⁺
Frijol	68.5 ⁺⁺ , 88.9 ⁺⁺⁺
Betabel	90.0 ⁺⁺
Col Blanca Fresca	90.0 - 92.0 ^{+, +++++} , 86.6 ⁺⁺⁺
Zanahoria	86.0 - 90.0 ^{+, +++, +++++}
Coliflor	92.5 ⁺⁺ , 91.7 ⁺⁺⁺
Apio	93.3 ⁺⁺⁺ , 94.5 ⁺⁺
Elote	75.5 ⁺⁺
Calabacita	95.5 ⁺⁺ , 90.0 ⁺⁺⁺
Lechuga	89.0 ⁺⁺ , 94.8 ⁺⁺⁺

Melón	89.0 ⁺⁺
Sandía	92.1 ⁺⁺⁺ , ⁺⁺⁺⁺
Chiríbia	83.0 ⁺⁺ , 78.6 ⁺⁺⁺
Chícharo	80.0 ⁺⁺
Papas	75.0 ⁺ , 78.5 ⁺⁺
Papas Dulces	68.5 ⁺⁺⁺
Espinaca	85.0 - 90.0 ^{+,++} , 92.7 ⁺⁺⁺
Camote	78.0 ⁺⁺
Tomate	95.0 ⁺⁺ , ⁺⁺⁺
Nabo	89.5 ⁺⁺ , 90.9 ⁺⁺⁺
Cerveza	92.0 ⁺⁺ , ⁺⁺⁺⁺ , 90.2 ⁺⁺⁺
Chocolate	0.5 ⁺⁺
Huevo	74.2 ⁺⁺
Clara de Huevo	87.0 ⁺
Yema de Huevo	48.0 ⁺
Yema de Huevo Seco	3.0 ⁺⁺⁺
Azúcar de Maple	5.0 ⁺⁺
Jarabe de Maple	36.0 ⁺⁺
Nueces Peladas	3.0 - 10 ^{++,+++}
Alcachófas	90.0 ⁺ , 83.7 ⁺⁺⁺
Limas	66.5 ⁺⁺⁺
Moras Negras (Frescas)	84.0 - 90.0 ^{+,+++}
Moras Azules	82.3 ⁺⁺⁺
Moras Secas	30.0 ⁺
Pepino	97.0 ⁺ , 96.1 ⁺⁺⁺
Cereza	83.0 ⁺⁺⁺
Hongos Frescos	90.0 ⁺
Hongos Secos	30.0 ⁺
Canela	92.0 ⁺
Grosella	84.7 ⁺⁺⁺
Miel	18.0 ⁺⁺⁺
Champiñón	91.1 ⁺⁺⁺
Aceituna Fresca	75.2 ⁺⁺⁺
Papaya	90.8 ⁺⁺⁺
Melocotón	86.9 ⁺⁺⁺ , ⁺⁺⁺⁺
Frambuesa Negra	80.6 ⁺⁺⁺
Frambuesa Roja	84.1 ⁺⁺⁺
Ruibarbo	94.9 ⁺⁺⁺
Salsifí	79.1 ⁺⁺⁺
Rábano	73.4 ⁺⁺⁺
Bellota de Verano	95.0 ⁺⁺⁺
Bellota de Invierno	88.6 ⁺⁺⁺
Levadura	70.9 ⁺⁺⁺

Mafz, Cereal	73.9 ⁺⁺⁺ , 76.0 ⁺⁺⁺⁺
Macarrón	12.5 - 13.5 ⁺
Arroz	10.5 - 13.5 ⁺
Guisantes	74.0 ⁺⁺⁺⁺
Mandarina	87.3 ⁺⁺⁺
Tocino	50.0 ⁺
Carne de Vaca Fresca	62.0 - 77.0 ⁺⁺⁺ , ⁺⁺⁺⁺
Carne de Res	51.0 ⁺
Carne de Cordero	60.0 - 70.0 ⁺⁺⁺ , ⁺⁺⁺⁺
Carne de Puerco (grasa)	39.0 ⁺ , 35.0 - 42.0 ⁺⁺⁺
Carne de Puerco	57.0 ⁺ , 60.0 ⁺⁺⁺
Ternera	63.0 ⁺ , ⁺⁺⁺⁺ , 70.0 - 80.0 ⁺⁺⁺
Salchicha	72.0 ⁺
Pescado Fresco	70.0 ⁺⁺⁺⁺ , 62.0 - 85.0 ⁺⁺⁺

FUENTE: Charm Stanley (+)
 FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING
 AVI 1971
 p. 600

Roy J. Dossat (++)
 PRINCIPIOS DE REFRIGERACION
 C.E.C.S.A. 1977
 Tabla 10-10, 10-11, 10-12, 10-13.

Joslyn y Heid (+++)
 FOOD PROCESSING OPERATIONS
 AVI vol. 1
 p. 392 a 395

R.L. Earle (++++)
 INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS
 Acribia 1968
 p. 323, 324.

FORMULAS:

A continuación se presentan algunas fórmulas que sirven para calcular propiedades físicas en los alimentos, estas propiedades se pueden estimar si se conoce el porcentaje de agua en los alimentos.

Estas ecuaciones son muy simplificadas, por lo que deben utilizarse con precaución particularmente en la región comprendida entre 0°C y -18°C.

(a) Calor específico = $(p/100) + 0.2 (100-p)/100$ kcal/kg°C
por encima de la congelación.

$$= (0.5 p/100) + 0.2 (100-p)/100$$

Kcal/kg °C por debajo de la congelación.

(b) Calor latente = $80p/100$ Kcal/kg

(c) Conductividad térmica

por debajo de congelación = $(2.1p/100) + 0.22 (100-p)$
/100 Kcal/m h °C

por encima de congelación = $(0.48p/100) + 0.22 (100-p)$
/100 Kcal/m h °C

De donde: "p" = porcentaje de agua en los alimentos

FUENTE: R.L. Earle
INGENIERIA DE LOS ALIMENTOS
Acribia. 1968
p. 324.

COEFICIENTES TOTALES DE TRANSFERENCIA DE
CALOR "U"

COEFICIENTE TOTAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR "U"
 (VALORES APROXIMADOS)
 (Btu/pie² h °F)

PRODUCTO	PANEL EN RELIEVE	PLACAS	TORNILLO TRANSPORTADOR (INDIRECTO)	SUPERFICIE RASPADA	CUBIERTA Y TUBO
CALENTAMIENTO USANDO VAPOR CONDENSADO					
Solución acuosa	100 - 200	-	200 - 300	200 - 500	250 - 750
Mezcla de frutas y vegetales	-	-	75 - 100	-	-
Frutas golpeadas	-	-	70	-	-
ENFRIAMIENTO USANDO AGUA FRIA					
Solución acuosa	30 - 100	200 - 500	100 - 200	500 - 1150	150 - 300
Mezcla de frutas y vegetales	-	200 - 500	40 - 60	-	-

Para aplicaciones típicas se tiene un valor de "U" = 600 - 750 Btu/pie² h °F y un valor máximo es "U" = 900 Btu/ pie² h °F. Estos valores son posibles al aumentar el número de placas en el intercambiador.

FUENTE: Joslyn y Heid
 FOOD PROCESSING OPERATIONS
 AVI vol. 3
 p. 237, 254.

VALORES DE "U"

M. CALENTADO	SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO	MEDIO	U
			$\frac{\text{Kilocalorías}}{\text{m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}}$
Melaza	cobre	vapor	240 - 1200
Ac. Grasos	cobre	vapor	490
Leche	Fundición revestida de vidrio	vapor	490 - 2400
Jarabe de Frutas			
Agitado	" " "	vapor	70
Jarabe de Frutas			
no Agitado	" " "	vapor	150 - 440
Solución de Azúcar	Acero	vapor	490 - 3300

FUENTE: F.O. Webb
 INGENIERIA BIOQUIMICA
 Edit. Acríbia.

VALORES DE "U" EN DIFERENTES TIPOS DE CALENTADORES

Pasteurizador por Gravedad: $U = 150 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 Calentadores y Enfriadores a Contracorriente: $U = 200 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 Enfriadores de Superficie: $U = 175 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 Hervidor Enchaquetado sin Agitamiento: $U = 200 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 " " con " : $U = 300 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 " " " Evaporador : $U = 500 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 Tina con Serpentin, calentamiento y en
 friamiento: $U = 200 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 Disco Calentador de Leche: $U = 200 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 Pasteurizador Flash: $U = 600 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$
 Concentrador Atmosférico: $U = 1500 \text{ Btu/pie}^2 \text{ h } ^\circ\text{F}$

FUENTE: Milk Pasteurization
 HALL Y TROUT
 AVI 1968
 pag. 84.

VALORES APROXIMADOS DE LOS COEFICIENTES
 TOTALES PARA DISEÑO, " U_D ".

INTERCAMBIADORES		
Fluido caliente	Fluido frío	U_D total
Agua	Agua	250-500 ⁺
Soluciones acuosas	Soluciones acuosas	250-500 ⁺
Sustancias orgánicas Ligeras	Sustancias orgánicas Ligeras	40-75
Sustancias orgánicas medias	Sustancias orgánicas medias	20-60
Sustancias orgánicas pesadas	Sustancias orgánicas pesadas	10-40
Sustancias orgánicas pesadas	Sustancias orgánicas ligeras	30-60
Sustancias orgánicas ligeras	Sustancias orgánicas pesadas	10-40

Las sustancias orgánicas ligeras son fluidos con viscosidades menores de 0.5 centipoise.

Las sustancias orgánicas medias tienen viscosidades de 0.5 a 1.0-centipoise.

Sustancias orgánicas pesadas tienen viscosidades mayores de 1.0-centipoise.

(+) Factor de obstrucción 0.001

FUENTE: Donald Q. Kern.

PROCESOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

C.E.C.S.A.

p. 945

PROPIEDADES DE LOS METALES Y EMPAQUES

PROPIEDADES DE METALES Y ALEACIONES

Material	Composición Elemental, % de -- Elementos Esenciales.	Forma y Condición.	Resistencia al Punto Cedente. (0.2% Compensamiento). 1000 lb/pulgada ²	Resistencia a la Tensión. 1000 lb/pulgada ²	Elongación en 2 pulgadas, %	Endurecimiento.
Acero al Carbono.	Fe, Mn 0.45, Si 0.25, C 0.20	Recocido ó	38	65	30	130
		Laminado en	42	68	32	135
		Caliente.	62	90	25	179
Acero Inoxidable 304	Fe, Cr 19, Ni 9.0 C 0.08 máximo	Recocido ó	30	85	62	160
		Laminado en Frío	>160	>185		>400
Acero Inoxidable 304 L	Fe, Cr 19, Ni 10,, C 0.03 máximo	Recocido ó	30	80	60	150
		Laminado en Frío	95	125	25	277
Acero Inoxidable 316	Fe, Cr 18, Ni 11, Mo 2.5, C 0.10 máx	Recocido ó	30	90	50	165
		Laminado en Frío	>120	>150		275
Acero Inoxidable 316 L	Fe, Cr 17, Ni 12, C 0.03 máximo, Mo. 2.0	Recocido ó	30	80	60	150
		Laminado en Frío	60	90	45	190

continúa

Material	Densidad lb/pulgada ³ .	Gravedad Específica.	Punto de Fusión - °F	Calor Espe- cífico. (32-212°F) Btu/lb °F	Coefficiente Expansión Térmica (32-212 °F) x 10 ⁻⁶ pul- gadas pulgada °F	Conductivi- Térmica (32-212°F) Btu/pie ² - hr °F	Resistencia Eléctrica (68°F) ohms
Acero al Car- bón.	0.284	7.86	2760	0.107	6.7	360	60
Acero Inoxi- dable 304	0.29	8.02	2550 a 2650	0.12	9.6	113	435
Acero Inoxi- dable 304 L	0.29	8.02	2550 a 2650	0.12	9.6	113	435
Acero Inoxi- dable 316	0.29	8.02	2500 a 2550	0.12	8.9	113	445
Acero Inoxi- dable 316 L	0.29	8.02	2500 a 2550	0.12	8.9	113	445

FUENTE: Perry y Chilton
CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK
Mc Graw - Hill
p. 23-38, 23-39.

Material	Temperatura Máxima de Servicio °F	Propiedades Importantes
Hule Natural	225	Es resistente a ácidos minerales diluidos, álcali y sales, pero medios oxidantes, aceites, benceno, y cetonas lo atacan. Su uso depende principalmente de la temperatura de operación. Algunos hules no pueden ser usados sobre 300°F. Sus principales ventajas de los empaques de hule natural son su alta resistencia e impermeabilidad al agua. El rango de temperaturas aprovechables del hule natural es comparativamente estrecho, entre 65 a 225°F. Presenta alta resistencia a una compresión dada y muy buenas características con flujo frío. El hule natural está limitado por su mala resistencia a altas temperaturas, quebradizo a bajas temperaturas. El hule por adición de 25% de azufre se vuelve sólido y fuerte.
Hule Neopreno	250	Excelentes propiedades mecánicas. Buena resistencia a compuestos no aromáticos, petróleo, grasas y aceites. Es resistente al ataque de ozono, luz solar, aceites. Buena resistencia a agua y álcali. Regular resistencia a ácidos. El rango de temperaturas aprovechables es -50 a 250°F.
Estireno Butadieno. (BUNA S).	250	Presenta propiedades muy similares a las del hule natural. Es de los que mejor se adaptan para empaques. Presenta mejor resistencia que los empaques de hule natural y es el que mejor se adapta para aplicaciones húmedas o mojadas. Estos pueden ser usados sobre un rango de temperatura de -70 a 250°F. Presentan regular resistencia a los ácidos y álcalis. Inconveniente con gasolina, aceites y solventes.
Butilo	300	Presenta propiedades muy similares a las del hule natural y empaques de Estireno-Butadieno. Su rango de temperatura aprovechable es de -65 a 300°F. Presenta muy buena resistencia al agua, álcalis y ácidos minerales diluidos. Mala resistencia a aceites, gasolina, algunos solventes.
Nitrilo (BUNA N)	300	Los empaques de hule nitrilo están hechos de un copolímero de acrilonitrilo y butadieno. Su rango de temperatura es similar al del hule natural, -65 a 300°F. Tiene buena resistencia a ácidos, álcali. La resistencia de los empaques de hule nitrilo a ácidos y álcalis va desde un rango mediano a bueno, dependiendo de la concentración usada. Tiene buena resistencia al agua.
Vitón Fluoro ⁺ elastómero	450	Combina excelente resistencia química. Estos empaques pueden ser usados a temperaturas cercanas a los 500°F. Presenta buenas propiedades mecánicas y son altamente resistentes al ozono.
Clorosulfona ⁺ to de Polietileno (Hipalón).	250	Son empaques que tienen excelente resistencia a oxidaciones químicas, ozono, e intemperie. Los empaques de Hipalón tienen buenas propiedades mecánicas pero no tienen una buena resistencia al calor. Estos pueden ser usados continuamente a 250°F e intermitentemente a 350°F. Resistencia relativamente buena a aceites. Buenas propiedades mecánicas.
Politrifluoro etileno Teflón.	500	Es el plástico comercial más resistente químicamente hoy en día. Este termoplástico es prácticamente no afectado por todos los álcalis y ácidos excepto gases de flúor y cloro a elevadas temperaturas. Se puede decir que presenta la mejor resistencia química que todos los materiales de empaque.
Asbestos: ⁺ Asbesto Comprimido con hule. Asbesto reforzado. Asbesto-Vitón fluoraelastómero. Asbestos-Neopreno. Asbesto-TFE, etc.	Arriba de los 450	Un gran número de combinaciones son posibles. Sus propiedades varían dependiendo del material a usarse. En general se puede decir que presentan buena resistencia al calor, resistencia química y resistencia mecánica, resistencia al agua, salmuera, aceites, soluciones alcali, etc. Una de las principales ventajas que presenta es que no imparte sabor ni olor al producto.

FUENTE: Perry y Chilton
CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK
Mc. Graw-Hill
Sección: 23-60, 23-61, 23-66, 23-67, 23-68.

William J. Mead, P.E. (+)
ENCYCLOPEDIA OF CHEMICAL PROCESS EQUIPMENT
Reinhold Publishing Corporation, New York
p. 461, 462.
1964.

GRAFICAS

VALORES DE "pH" DE ALIMENTOS SELECTOS

Valor de pH

2.3	Jugo de Limón (2.3), Salsa de Arándaro (2.3)
3.0	Ruibarbo (3.1)
	Compota de Manzana (3.4), Cerezas (3.4)
	Fresas (3.0 - 3.9)
	Duraznos (3.7), Jugo de Naranja (3.7)
	Chabacanos (3.8)
4.0	
	Col Roja (4.2), Peras (4.2)
	Tomates (4.3)
	Cebollas (4.4)
4.6	Ravioles (4.6)
	Pimientos (4.7)
5.0	Espagueti en salsa de Tomate (4.9)
	Zanahorias (5.2)
	Ejotes verdes (5.3), Frijoles con Puerco (5.3)
	Espárragos (5.5), Papas (5.5)
6.0	
	Limas (5.9), Tunas (5.9), Tamales (5.9)
	Bacalao (6.0), Sardina (6.0), Carne de vaca (6.0)
	Carne de puerco (6.1), Leche evaporada (6.1)
	Salchichas (6.2), Pollo (6.2)
	Maíz (6.3)
	Salmón (6.4)
7.0	
	Cangrejo (6.8), Leche (6.8)
	Olivos Maduros (6.9)

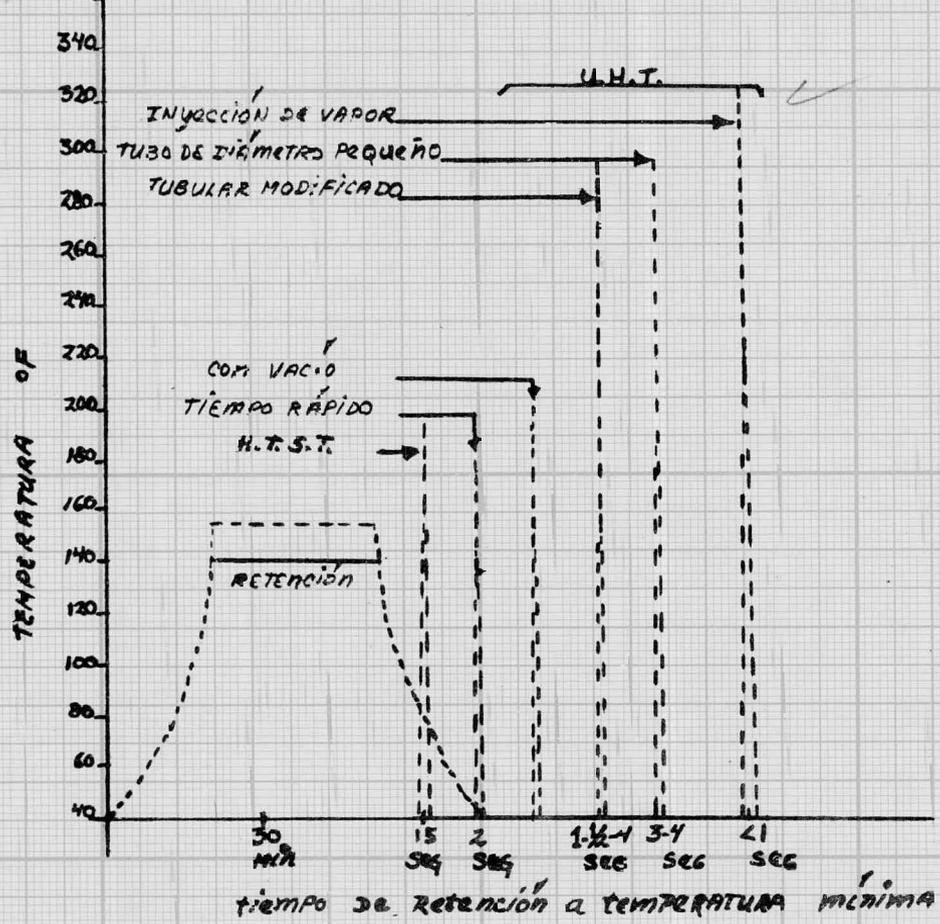
FUENTE: Nagy, Shaw, Veldhuis

CITRUS, SCIENCE AND TECHNOLOGY.

Vol. II

AVI

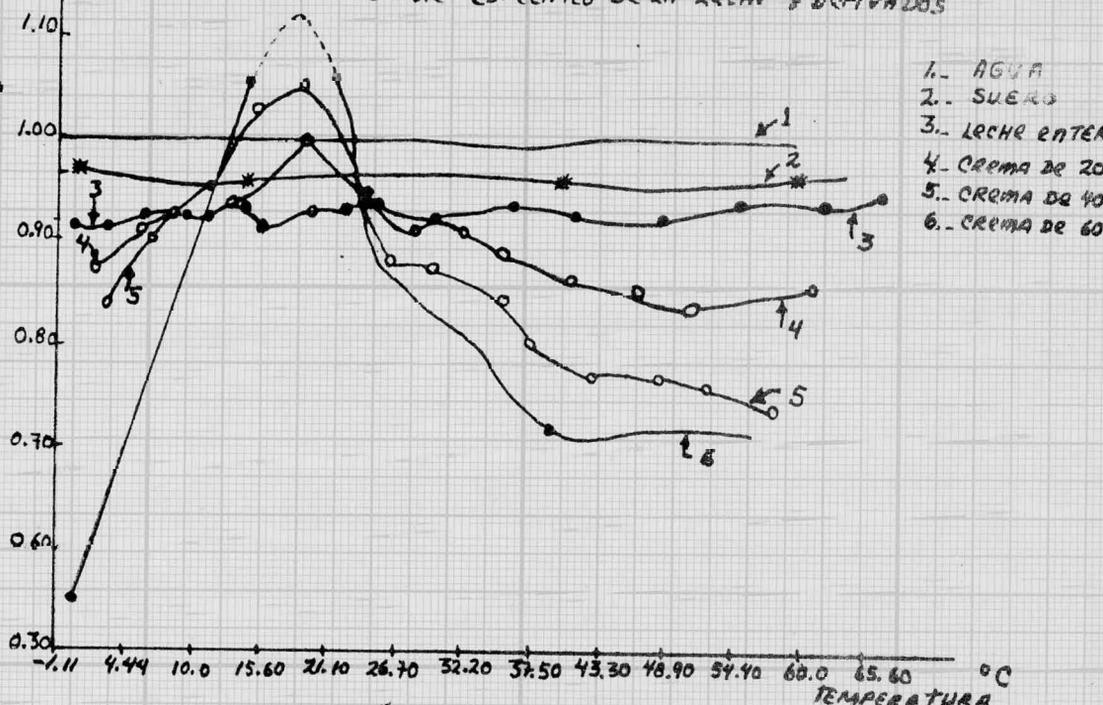
1977.



tiempo de Retención a temperatura máxima

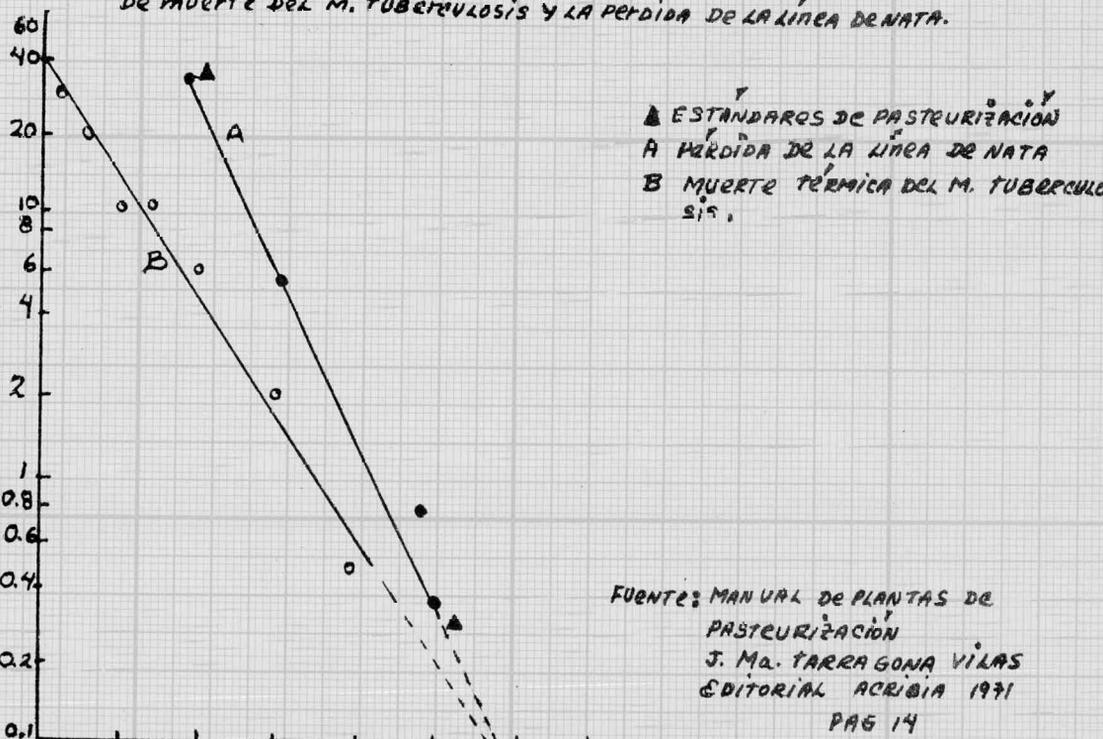
FUENTE : MILK PASTEURIZATION
 CARL W. HALL, PH.D.
 G. MALCOLM TROUTH
 EDITORIAL AVI
 PAG. 51 1968

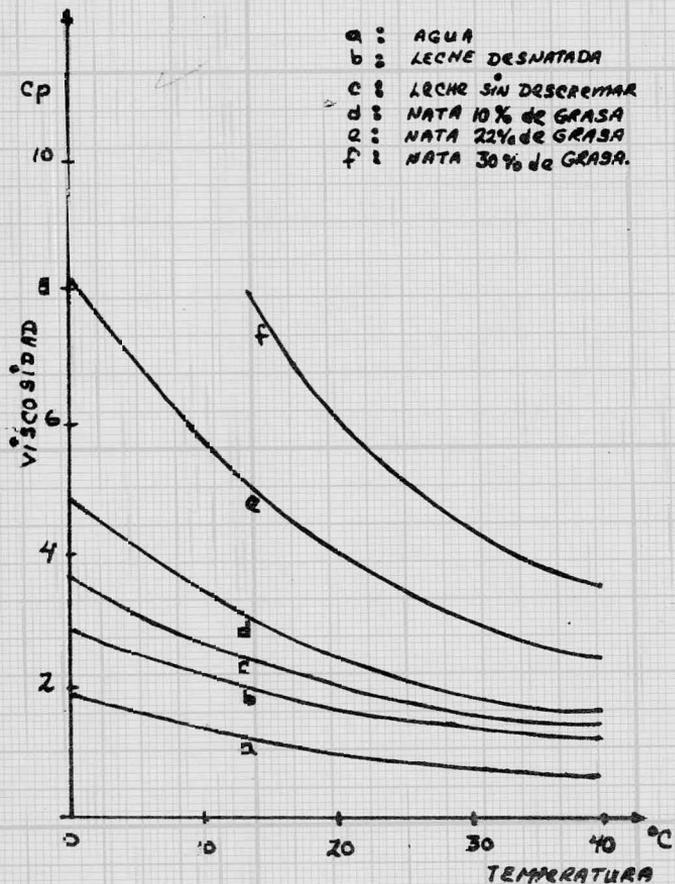
CAJUK ESPECIFICO DE LA LECHE Y DERIVADOS



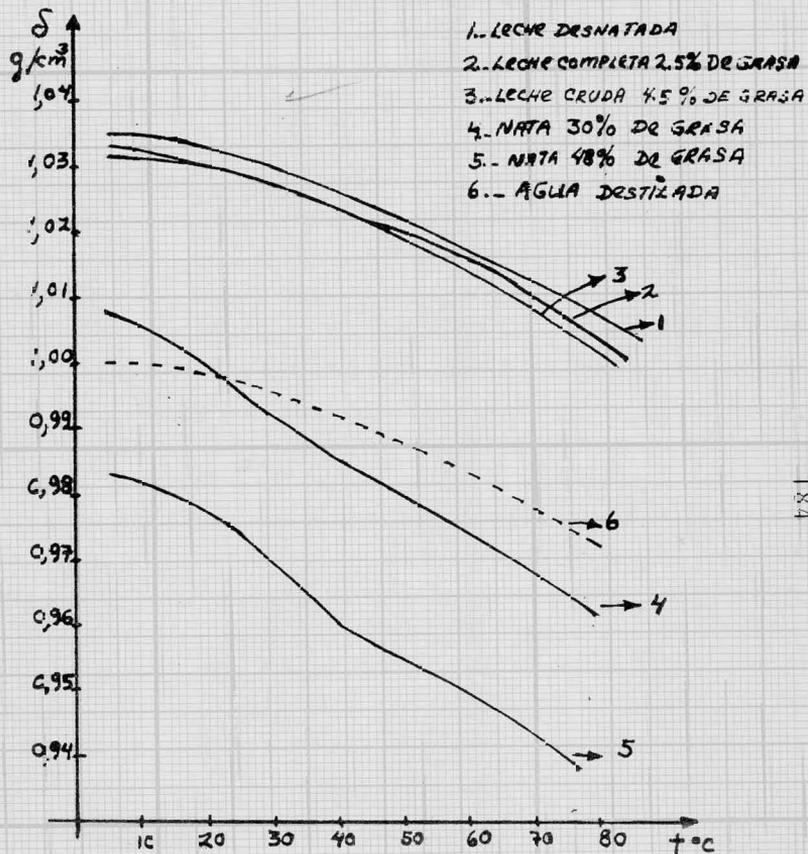
FUENTE: APLICACION DE TECNICA MODERNA PARA PASTEURIZAR, ESTERILIZAR Y HOMOGENEIZAR LECHE EN UNA PLANTA TIPO, PARA EJIDO. TESIS F. ALVAR 1975

COMPARACION DE LOS ESTANDARES BRITANICOS DE PASTEURIZACION CON LOS PUNTOS DE MUERTE DEL M. TUBERCULOSIS Y LA PERDIDA DE LA LINEA DE NATA.



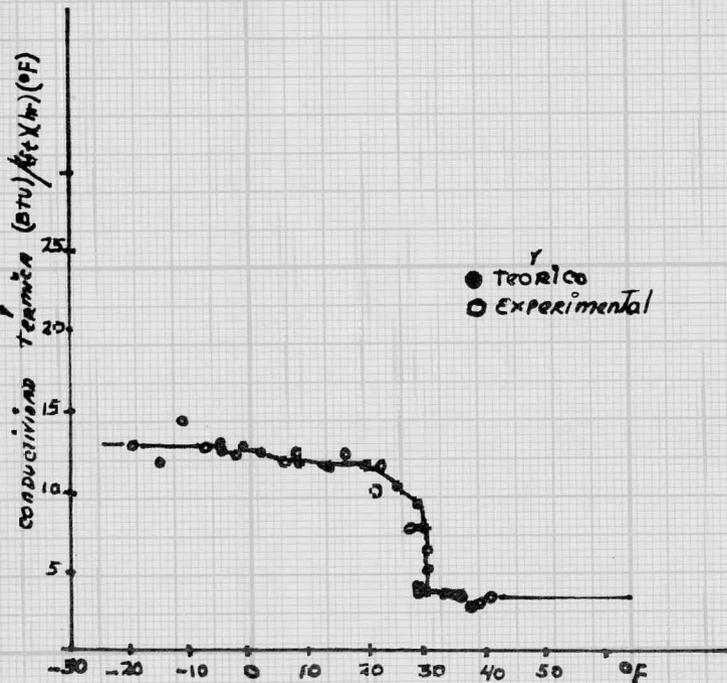


FUENTE : EL EMPLEO DEL FRÍO EN LA INDUSTRIA DE LA ALIMENTACION
 R. PLANK
 EDITORIAL REVERTÉ 1963
 PAG. 363



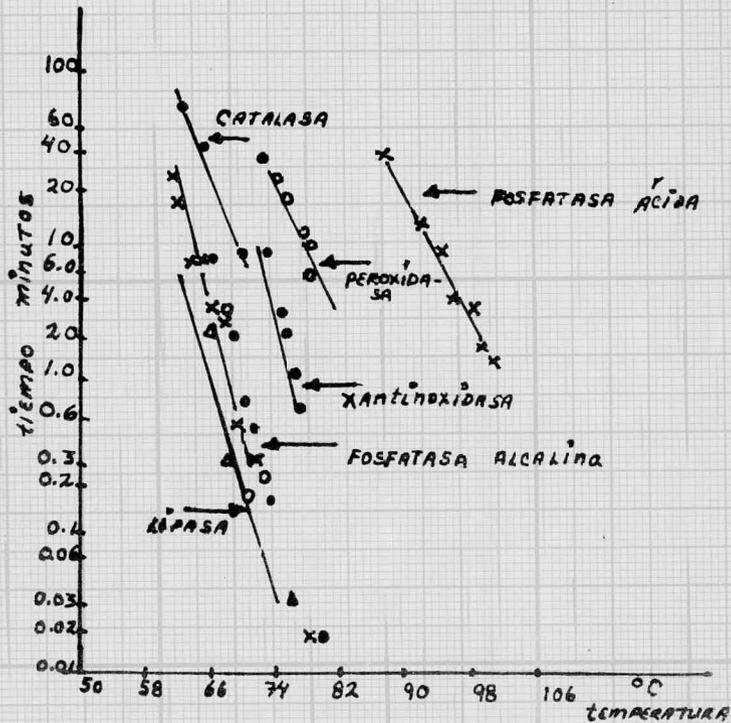
FUENTE : LACTOLOGIA INDUSTRIAL
 SPRUE EDGAR
 EDITORIAL ACRIBIA 1975
 PAG. 20

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA DEL MUSELO DE PESCADO
 COMO UNA FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA



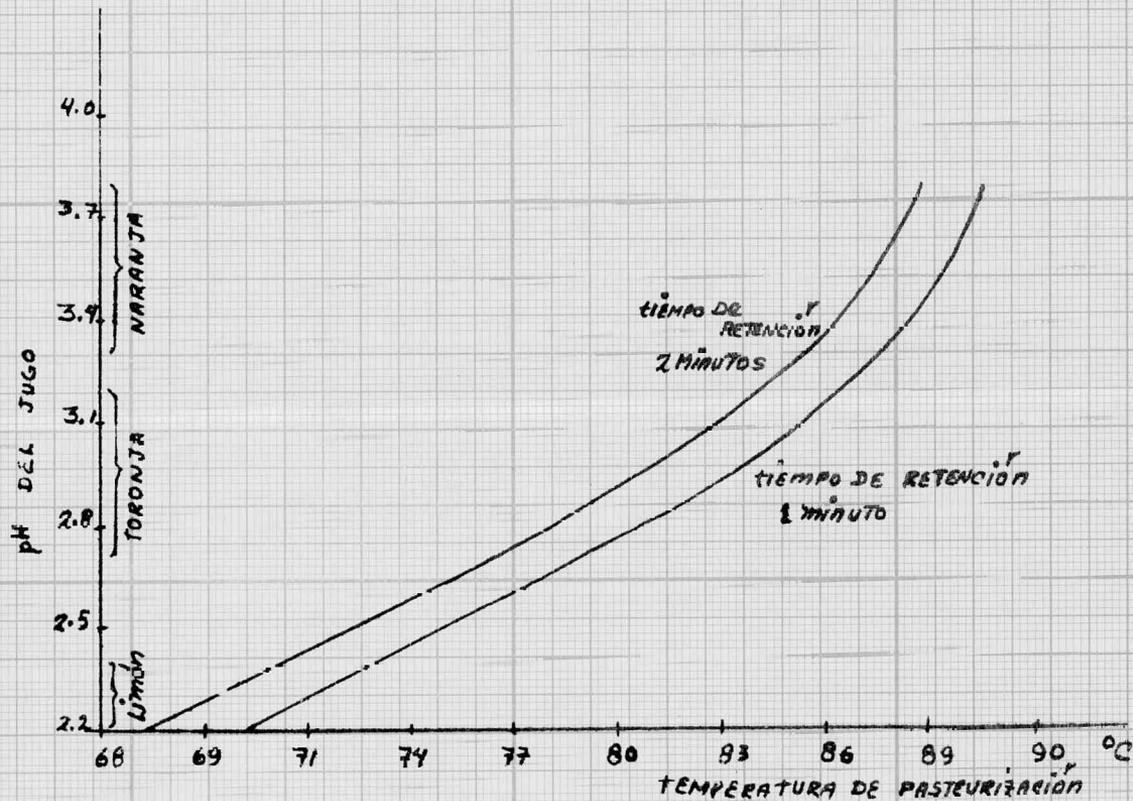
FUENTES: FUNDAMENTALS OF FOOD ENGINEERING
 STANLEY E. CHARM.
 EDITORIAL AUI 1971
 PAG 8 234

RELACIONES TEMPERATURA - TIEMPO PARA LA
 INACTIVACIÓN DE LAS ENZIMAS DE LA LECHE.



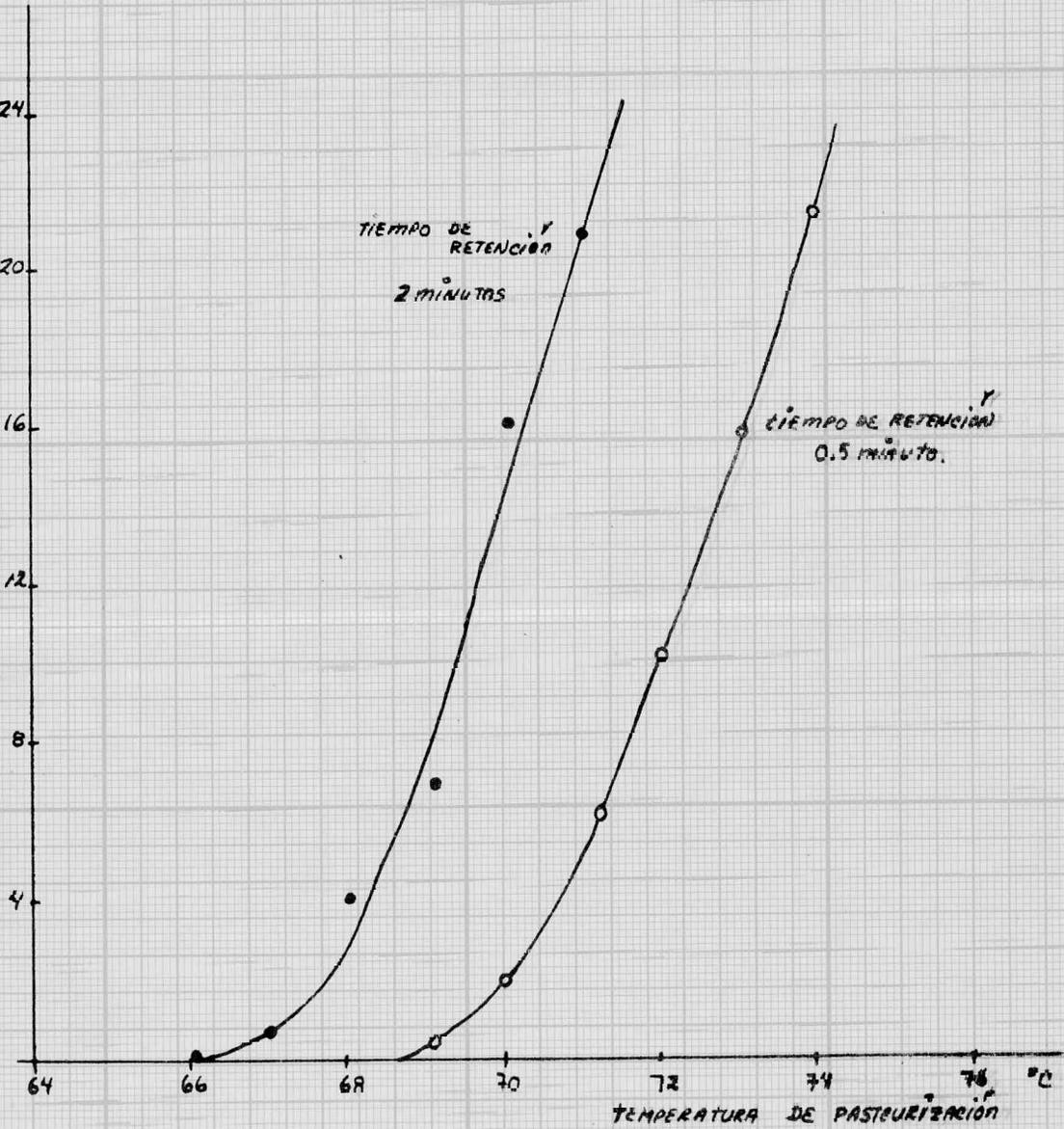
FUENTE: LACTOLEGIA INDUSTRIAL
 E. SPREER
 EDITORIAL ACRIBIA 1975
 PAG. 15

DIRECCIÓN DE LAS CURVAS, REPRESENTANDO LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS DE TEMPERATURA PARA SUMINISTRAR SATISFATORIAMENTE LA INACTIVACIÓN DE LAS ENZIMAS PÉCTICAS EN LA FUERZA NATURAL DE JUGOS CÍTRICOS.



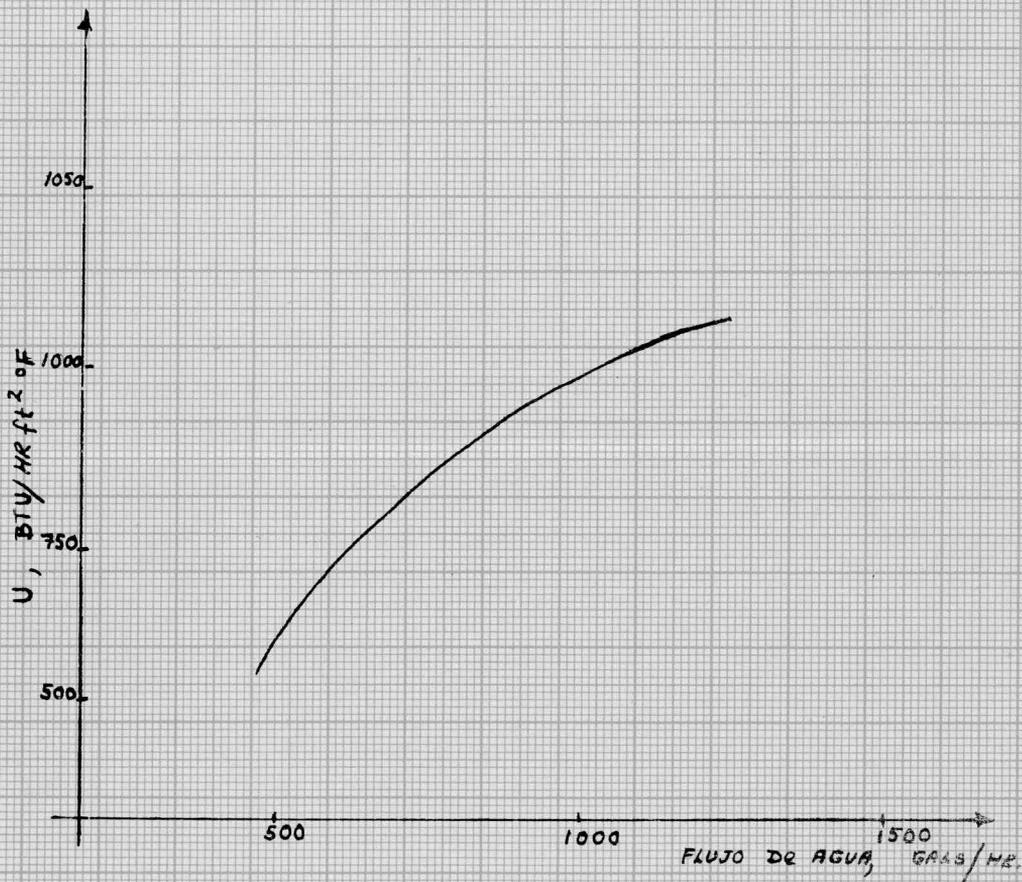
FUENTE: STEVEN MAGY, PHILIP E. SHAW, MATTHEW K. VELDHUIS
 CITRUS SCIENCE AND TECHNOLOGY
 AVI VOLUMEN 2 1977
 PAG. 270

EL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE PASTEURIZACIÓN SOBRE LA Y
 INACTIVACIÓN DE LAS ENZIMAS PECTICAS EN EL JUGO DE LIMÓN



FUENTE: B. NAGY, SHAW, VELDHAUIS
 CITRUS SCIENCE AND TECHNOLOGY
 AVI VOLUMEN 2 1971
 PAG 271

VALORES DE "U" DE 4.6 ft² DE AREA CON IGUAL
FLUJO DE AGUA CALIENTE Y AGUA FRÍA.



FUENTE: MILK PASTEURIZATION
CARL W. HALL, Ph.D.
G. MALCOLM TROUT, Ph.D.
EDITORIAL, AVI
PAG 90

BIBLIOGRAFIA

1. Carl W. Hall and G. Malcom Trout.
Milk Pasteurization
The AVI Publishing Company, Inc.
1968.
2. Charles Alais
Ciencia de la Leche
C.E.C.S.A.
1970.
3. Charm E. Stanley
Fundamentals of Food Engineering
AVI
1971.
4. Earle R.L.
Ingeniería de los Alimentos
Acribia
1968.
5. Frank C. Vilbrandt, Charles E. Dryden
Ingeniería Química del Diseño de Plantas Industriales
Grijalbo
1963.
6. F.O. Webb
Ingeniería Bioquímica
Acribia
1971.

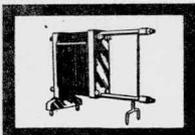
7. G. Istrati
Manual de los Aceros Inoxidables
Alsina
1967.
8. G.H. Reed
Refrigeración. Manual Práctico para Aprendices
Acribia
1976.
9. J. Ferrán Lamich
Cebada y Cerveza
Aedos
1959.
10. Joslyn and Heid
Food Processing Operations
Vol. 1 y 3
AVI
1964.
11. J. Ma. Tarragona Vilas
Manual de Plantas de Pasteurización
Acribia
1971.
12. Kern, D.Q.
Procesos de Transferencia de Calor
Mc. Graw-Hill Book. Company Inc. Nueva York
1971.

13. Mc. Cabe / Smith
Operaciones Básicas de Ingeniería Química
Vol. I
Reverté, S.A.
1973.
14. NAFINSA-ONUUDI
México, Estrategia para desarrollar la Industria de -
Bienes de Capital. Proyecto Conjunto de Bienes de Ca-
pital.
1977.
15. NAFINSA
Importancia de los Bienes de Capital en el Desarrollo
Industrial de México.
16. Nagy, Shaw, Veldhuis
Citrus, Science and Technology
Vol. II
AVI
1977.
17. Perry and Chilton
Chemical Engineers Handbook
5th Edition
Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. Japón
1973.
18. Roy J. Dossat
Principios de Refrigeración
C.E.C.S.A.
1977.

19. R. Plank
Empleo del Frío en la Industria de la Alimentación
Reverté, S.A.
1963.
20. Spreer Edgar
Lactología Industrial
Acribia
1975.
21. Veisseyre R.
Lactología Técnica
Acribia
1971.
22. Charles F. Niven Jr.
Encyclopedia of Science and Technology
Vol. IX
Mc. Graw-Hill.
23. Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo Americana
Hijos de J. Espasa Editores, Barcelona.
Tomo 42.
24. Kirk - Othner
Encyclopedia of Chemical Technology
The Interscience Encyclopedia, Inc. New York
Vol. II, III y XIII
2a. Edición.
25. William J. Mead, P.E.
Encyclopedia of Chemical Process Equipment
Reinhold Publishing Corporation, New York
1964.

26. Alfa Laval Folletos
The Alfa Laval/de Laval Group

27. EL MERCADO DE VALORES
semanario de NACIONAL FINANCIERA, S.A.
número 11, marzo 12 de 1979.



Constructor		Suministrador		
Cliente		Información facilitada por		
Dirección		Dirección Telegráfica		
Ciudad		Teléfono		
Nación		Fecha		
1. Líquido/s a tratar		2. Tratamiento deseado		
		<input type="checkbox"/> Calentamiento <input type="checkbox"/> Pasterización a °C <input type="checkbox"/> Enfriamiento Tiempo de pasterización requerido Seg. <input type="checkbox"/> Recuperación de calor Regeneración <input type="checkbox"/> Sí (..... %) <input type="checkbox"/> No		
3. Datos sobre el proceso				
Características	Líquido a tratar	Agente refrigerante y/o calorífico disponible		
		Vapor	Agua	Otros Agentes
Caudal del líquido l/h		—		
Temperatura entrada °C			*	*
Temperatura salida °C		—		*
Presión máx. de trabajo kg/cm ²				
Pérdida de carga en el intercambiador kg/cm ²		—		
Peso específico kg/dm ³		—		
Viscosidad a °C cSt		—		
a °C cSt		—		
Calor específico kcal/°C		—		
Conductividad térmica kcal/m °Ch		—		
4. Material necesario para las placas		5. Demandas adicionales		
<input type="checkbox"/> Acero inoxidable, 18 Cr—9 Ni <input type="checkbox"/> Acero inoxidable, 18 Cr—11 Ni—2,7 Mo <input type="checkbox"/> Otro Material				



Impreso en los talleres de
EDITORIAL QUETZALCOATL, S.A.
Paseo de la Facultades No. 37.
Tels: 548-61-80 y 548-58-56
México 20, D.F.