

**PLANTA PARA EL PROCESAMIENTO DE FRUTAS Y VEGETALES  
ENLATADOS**

**ALVARO IVAN BONILLA GARNICA  
MIGUEL ANGEL CASTELLANOS ARENAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.004**

**PLANTA PARA EL PROCESAMIENTO DE FRUTAS Y VEGETALES  
ENLATADOS**

**ALVARO IVAN BONILLA GARNICA  
MIGUEL ANGEL CASTELLANOS ARENAS**

**Trabajo de Grado para optar al título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**ADOLFO LEON ARENAS LANDINEZ  
Ingeniero Mecánico**

**Codirector**

**SAUL CASTELLANOS SUAREZ  
Ingeniero de Alimentos**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO - MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA  
BUCARAMANGA**

**2.004**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Adolfo León Arenas Landinez, Ingeniero mecánico, director del proyecto y, Decano de la facultad de ingenierías físico mecánica, por su enseñanza y colaboración en la realización de este proyecto y vida universitaria.

A Saúl Castellanos Suárez, ingeniero de alimentos, codirector del proyecto por su accesoria y colaboración desinteresada en la realización de este proyecto.

A la universidad industrial de Santander y a la escuela de Ingeniería mecánica por permitirnos crecer como personas y formarnos como profesionales.

A nuestros amigos y compañeros y todas las personas que de alguna manera contribuyeron para la realización de este proyecto.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	1
<b>1. OBJETIVOS.</b>	3
1.1 OBJETIVOS GENERALES.	3
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	
<b>2. PRINCIPIOS GENERALES DE LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS ENLATADOS.</b>	6
2.1 SISTEMAS ACTUALES DE CONSERVACIÓN.	8
2.1.1 Procedimientos físicos.	8
2.1.2 Procedimientos químicos.	15
<b>3. MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS.</b>	18
3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS DE ACUERDO A SUS VALORES DE PH E INFLUENCIA DEL MISMO SOBRE LA RESISTENCIA DE LAS ESPORAS.	19
3.1.1 Clasificación de los alimentos según su acidez.	19
3.2 FUENTES DE LOS MICROORGANISMOS.	23
3.2.1 Suelo.	23
3.2.2 Equipo.	23
3.2.3 Ingredientes.	23
3.3 ORGANISMOS DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS.	24
3.3.1 Clasificación de Bacterias formadoras de Esporas, en	

Referencia a sus requerimientos de O <sub>2</sub> .	24
3.3.2 Bacterias no esporulantes, levaduras y hongos.	26
3.3.3 Organismos que entran al recipiente por fallas en las operaciones del proceso.	26
3.3.4. Microorganismos patógenos.	27
3.3.5. Microorganismos contaminantes.	27
3.4. EFECTO DEL CALOR SOBRE LOS MICROORGANISMOS	28
3.5 EFECTO DEL CALOR SOBRE LAS PROPIEDADES NUTRITIVAS Y ORGANOLÉPTICAS.	34
<b>4. FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA     INSTALACION DE UNA FÁBRICA DE CONSERVAS.</b>	35
4.1 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS.	37
4.1.1 Agua.	38
4.1.2 Cloración.	39
4.1.3 Exigencias de agua.	41
4.1.4 Vapor.	41
4.1.5 Equipos de limpieza.	42
4.1.6 Manejo de la planta.	42
4.1.7 Disposición del local.	42
4.1.8 Transportadores.	44
4.1.9 Secciones.	44
4.1.10 Maquinaria.	46
4.2 CONDICIONES SANITARIAS.	46
4.2.1 Accesos.	46
4.2.2 Edificios.	46
4.2.3 Agua.	47
4.2.4 Materias primas.	47
4.2.5 Equipos.	48

4.2.6 Envases.	49
4.2.7 Residuos.	49
4.3 ORGANIZACIÓN.	50
<b>5. RECIPIENTES PARA LA CONSERVA.</b>	<b>53</b>
5.1 EMPACADO DE ALIMENTOS.	54
5.1.1 Definición de empaque.	55
5.1.2 Funciones del envase.	55
5.1.3 Qué debemos saber para producir un empaque satisfactorio.	56
5.2 RECIPIENTES DE HOJALATA.	57
5.2.1 Composición de la hojalata.	58
5.2.2 Características de la hojalata.	59
5.3 PROPIEDADES DEL ENVASE DE HOJALATA.	64
5.3.1 Por su resistencia.	64
5.3.2 Por su versatilidad.	64
5.3.3 Por su hermeticidad.	65
5.3.4 Por su protección.	65
5.3.5 Por que es irrompible.	65
5.3.6 Por su larga vida en estantería.	65
5.3.7 Porque es liviano.	65
5.3.8 Porque permite todo tipo de proceso de conservación.	66
5.3.9 Porque no puede ser abierto en el punto de venta.	66
5.3.10 Porque es decorativo y diferenciador.	66
5.4 RECOMENDACIONES EN EL MANEJO DE ENVASES.	66
5.4.1 Como comprar los envases.	66
5.4.2 Como se debe manejar los envases.	67
5.4.3 Como se nombran los envases.	68
5.5 CAUSAS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS.	69

5.5.1 Alteraciones de los alimentos enlatados.	70
<b>6. ESTERILIZACIÓN POR EL CALOR.</b>	<b>72</b>
6.1 ESTERILIZACION EN EL ENVASE.	72
6.1.1 Termorresistencia microbiana.	73
6.1.2 Velocidad de penetración de calor.	75
6.1.3 Cálculo del tiempo de esterilización.	79
6.2 PRESIÓN Y ESPACIO DE CABEZA EN LOS ALIMENTOS ENLATADOS.	86
6.2.1 Gas en el espacio de cabeza.	86
6.2.2 El volumen de espacio de cabeza.	86
6.2.3 El vacío en el espacio de cabeza de los alimentos enlatados.	86
6.2.4 Métodos para producir vacío en los alimentos enlatados.	87
6.3 ESTERILIZACIÓN EN AUTOCLAVES.	88
6.3.1 Importancia del procedimiento y equipos apropiados.	89
<b>7. OPERACIONES PARA EL PROCESO DE ENLATADO DE FRUTAS Y VEGETALES.</b>	<b>95</b>
7.1 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES.	95
7.1.1 Recepción.	95
7.1.2 Almacenaje.	95
7.1.3 Selección y clasificación.	96
7.1.4 Lavado.	96
7.1.5 Remojo.	96
7.1.6 Pelado y cortado.	97
7.1.7 Precocido o escaldado.	97
7.1.8 Llenado.	97
7.1.9 Desaireado o evacuado.	98
7.1.10 Cerrado.	99

7.1.11 Esterilización.	99
7.1.12 Enfriado.	100
7.1.13 Almacenaje.	100
7.2 PROCESOS PARA FRUTAS Y VEGETALES.	101
7.2.1 Productos.	101
7.3 TIEMPOS DE ESCALDADO.	101
7.3.1 Frijoles con tocino en salsa.	101
7.3.2 Habichuelas al natural.	103
7.3.3 Arvejas al natural.	103
7.3.4 Tomates enteros pelados.	104
7.3.5 Fresa, pitahaya y uchuva.	105
7.3.6 Duraznos enteros, y Piña en rodajas.	106
7.4 CÁLCULOS DE LOS TIEMPOS DE ESTERILIZACIÓN.	106
7.4.1 Frijoles con tocino.	106
7.4.2 Arvejas y habichuelas al natural.	108
7.4.3 Tomates enteros pelados.	110
7.4.4 Piña y duraznos.	111
7.4.5 Fresas, pitahayas y uchucas.	112
7.5 CONTROLES DEL PROCESO PARA CADA PRODUCTO.	114
7.5.1 Controles del proceso para frijoles enlatados con tocino.	114
7.5.2 Controles del proceso para arvejas al natural.	116
7.5.3 Control de proceso para habichuela al natural.	118
7.5.4 Control del proceso para tomates enteros pelados.	120
7.5.5 Control del proceso para duraznos enteros en almíbar.	123
7.5.6 Control del proceso rodajas de piña en almíbar.	125
7.5.7 Control del proceso para la fresa en almíbar.	127
7.5.8 Control del proceso para pulpa de pitahaya en almíbar.	130
7.5.9 Control del proceso para uchucas en almíbar.	133

<b>8. SELECCIÓN DE EQUIPO.</b>	136
8.1 CALCULO DEL CONSUMO DE VAPOR.	137
8.1.1 Marmita de cocción.	137
8.1.2 Túnel desaireador.	141
8.1.3 Lavadora de latas.	146
8.1.4 Tanque de calefacción de agua.	148
8.1.5 Autoclaves de esterilización.	149
8.1.6 Caldera.	153
8.1.7 Consumo total de vapor en la planta.	154
8.1.9 Red de distribución de vapor.	155
8.1.10 Selección de Tubería.	155
8.1.11 Aislamiento térmico.	165
8.1.12 Tanque de suministro de agua a la caldera.	171
8.1.13 Selección de trampas de vapor.	173
8.2 DISTRIBUCION DE PLANTA.	175
8.3 CONSUMO DE AGUA.	176
8.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	177
8.5 COSTO DE LOS EQUIPOS.	179
<b>9. SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS Y HACCP.</b>	180
9.1 PRINCIPIOS QUE RIGEN LA PLANIFICACIÓN DE UN HACCP.	181
<b>10. CONCLUSIONES.</b>	183
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	185
<b>ANEXOS.</b>	186

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Organigrama de los procedimientos físicos de conservación.	8
Figura 2. Organigrama de los químicos de conservación.	15
Figura 3. Clasificación en la escala de pH.	19
Figura 4. Grafica de supervivencia.	29
Figura 5. Grafica de letalidad térmica.	32
Figura 6. Recipientes de hojalata.	57
Figura 7. Sección transversal de la hojalata.	58
Figura 8. Transmisión de calor en envases.	77
Figura 9. Agitación de envases por inversión.	77
Figura 10. Curva de penetración del calor.	81
Figura 11. Grafica de letalidad térmica.	85
Figura 12. Vapor inyectado dentro del espacio de cabeza.	88
Figura 13. Autoclave horizontal.	94
Figura 14. Autoclave vertical.	94
Figura 15. Principales operaciones de los alimentos enlatados.	95
Figura 16. Esquema general de la marmita.	138
Figura 17. Esquema general del túnel dasaireador.	142
Figura 18. Esquema general de la lavadora de latas.	146
Figura 19. Esquema general del autoclave de esterilización.	149
Figura 20. Líneas de distribución de vapor de la planta.	156
Figura 21. Diagrama del diseño del distribuidor de vapor.	164
Figura 22. Aislamiento térmico en la tubería.	166
Figura 23. Tubería con aislamiento térmico.	167
Figura 24. Esquema general del tanque de caldera.	172
Figura 25. Trampa de vapor con balde invertido y sumergido.	173
Figura 26. Principales características de la trampa de balde invertido.	174
Figura 27. Distribución de planta.	175

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Supervivencia de los microorganismos según la temperatura.	7
Tabla 2. Clasificación de los tipos de conservación según el efecto sobre los microorganismos.	9
Tabla 3. Puntos importantes en el proceso de Congelación.	11
Tabla 4. Clasificación de los alimentos según su acidez.	21
Tabla 5. Clasificación de los alimentos según su acidez.	22
Tabla 6. Termorresistencia de algunos componentes nutritivos y organolépticos de los alimentos.	31
Tabla 7. Tipos de acero.	60
Tabla 8. Tipos de temple de acero simplemente reducido.	61
Tabla 9. Tipos de temple de acero doblemente reducido.	62
Tabla 10. Acabados sobre la hojalata.	64
Tabla 11. Termorresistencia de algunas de las bacterias esporuladas utilizadas para el cálculo de los procesos de esterilización de los alimentos de baja acidez.	74
Tabla 12. Valores $F_1$ correspondientes a diversas temperaturas de tratamiento (inferiores a 121 °C).	81
Tabla 13. Algunos valores de $f_h/U$ y $g$ para $z=10$ y $j_c=0.4-2.0$ .	82
Tabla 14. Velocidades de muerte térmica para un valor de $z=10$ °C.	85
Tabla 15. Requerimientos básicos de los autoclaves.	93
Tabla 16. Tiempo de escaldado para los frijoles con tocino en salsa.	102
Tabla 17. Tiempo de escaldado para la habichuela al natural.	103
Tabla 18. Tiempo de escaldado para la arveja al natural.	104
Tabla 19. Tiempo de escaldado para los tomates enteros pelados.	105
Tabla 20. Tiempo de escaldado para Fresa, pitahaya y uchuva.	105
Tabla 21. Tiempo de escaldado para duraznos enteros y piña en rodajas.	106

Tabla 22. Tiempos de esterilización calculados para los respectivos productos.	114
Tabla 23. Resultado de las iteraciones para la estimación del flujo masíco.	145
Tabla 24. Calor suministrado por lata.	153
Tabla 25. Consumo de vapor en la planta.	154
Tabla 26. Líneas de distribución de vapor.	157
Tabla 27. Condiciones del vapor del proceso.	158
Tabla 28. Diámetros de las tuberías de las líneas de distribución de vapor.	159
Tabla 29. Longitudes equivalentes de conexiones y válvulas en las líneas.	161
Tabla 30. Resumen de calculo de perdidas para las líneas de vapor.	162
Tabla 31. Espesores óptimos de aislante.	166
Tabla 32. Datos para el análisis térmico.	168
Tabla 33. Resumen de calculo de ahorro de energía por aislamiento.	170
Tabla 34. Condensado producido.	172
Tabla 35. Consumo de agua de los principales equipos.	177
Tabla 36. Potencia mínima necesaria para los principales equipos.	178
Tabla 37. Costo total del equipo principal.	179

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Cotizaciones	186
Anexo B. Catálogos de fiberglass y Armstrong	209
Anexo C. Diagramas de flujo de los procesos	233
Anexo D. Tablas y diagramas.	246

## NOMENCLATURA O GLOSARIO

### NOTACIÓN

$B$  = Tiempo de calentamiento en minutos.

$F_h$  = El tiempo que la gráfica de penetración de calor tarda en atravesar un ciclo logarítmico.

$J_h$  = (lag factor).

$I_h$  = Representa la diferencia entre la temperatura del autoclave y la temperatura inicial del producto.

$g$  = Es la diferencia entre la temperatura del autoclave y la temperatura final del producto.

$U$  = Tiempo de muerte térmica a la temperatura del autoclave.

$L$  = Tiempo de subida.

TDT = Tiempo de muerte térmica.

$C_p$  = calor específico en (Kcal/Kg°C) ó (Btu/Lb°F).

$K$  = conductividad térmica en (Btu/pie<sup>2</sup>°F) ó (W/m<sup>2</sup> °C).

$\dot{m}_v$  = Flujo másico en (Kg. /hora).

$V$  = Flujo volumétrico (m<sup>3</sup>/S).

$\dot{Q}_{eva}$  = Calor de evaporación.

$\dot{Q}_{coc}$  = Calor de cocción (Btu/hr).

$\dot{Q}_{per}$  = Perdidas de calor, (Btu/hr).

$\dot{Q}_s$  = Calor suministrado (Btu).

$\dot{Q}_s$  = Calor suministrado por hora (Btu/hr).

$Re$  = Número de Reynolds.

$N_u$  = Numero de nusselt.

$P_r$  = Numero de prandtl.

$h_c$  = Coeficiente de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup>K).

$UA$  = Coeficiente global de transferencia de calor (W/K).

LMTD = Diferencia media logarítmica de la temperatura.

$A_{trans}$  = Área de transferencia de calor. (m<sup>2</sup>)

$t_m$  = Temperatura media. (K ó °C).

$F_o$  = Números de fourier.

$B_i$  = Número de biot.

$\Delta P_{100}$  = Caída de presión en bares para cien metros de tubería.

$\Delta P_{Lt}$  = Caída de presión en bares para la longitud total.

$d$  = Diámetro interno del tubo. (Milímetros.)

$E_{inicial}$  = Espesor inicial de la tubería.

$E_{final}$  = Espesor final de la tubería.

$f$  = Factor de fricción.

$L_t$  = Longitud total (m) =  $\Sigma$  Longitud tubos +  $\Sigma$  Longitud equivalente.

$q_1$  = Velocidad de la transferencia de calor con el medio ambiente por convección por cada metro de tubería sin aislamiento térmico.

$q_2$  = Velocidad de la transferencia de calor con el medio ambiente por convección por cada metro de tubería con aislamiento térmico.

$R_1$  = Radio interno del tubo.

$R_2$  = Radio externo del tubo.

$R_3$  = Radio externo del aislante.

$T_s$  = Temperatura superficial, °F

$V$  = Velocidad media. (m/min).

## LETRAS GRIEGAS

$\Theta_{pih}$  = Temperatura pseudo-inicial del producto.

$\Theta_r$  = Temperatura del autoclave durante la esterilización.

$\Theta_{ih}$  = Temperatura inicial del producto.

$\Theta_{pic}$  = Temperatura pseudo inicial del producto.

$\Theta_{ic}$  = Temperatura inicial del producto al comenzar la fase de enfriamiento.

$\Theta_c$  = Temperatura de enfriamiento del agua.

$\rho_{\text{vapor}}$  = densidad del vapor ( $\text{Kg}/\text{m}^3$ ).

$\eta_{\text{aislante}}$  = Eficiencia del aislante.

$\mu$  = Viscosidad Absoluta (dinámica) en centipoises.

$\alpha$  = Difusividad térmica ( $\text{m}^2/\text{S}$ ).

## INTRODUCCIÓN

La situación actual del país lleva a los profesionales a buscar nuevas alternativas de progreso y generación de empresa como aporte y responsabilidad social, siendo esta la más competitiva en cuanto a tecnología, diseño, selección de equipos, para la implementación de nuevos procesos.

Las exigencias de los consumidores y la cotidianidad dinámica requieren de productos alimenticios, prácticos, nutritivos y fáciles de usar, siendo los enlatados los que cumplen con estas condiciones, puesto que en la región existen diversos productos hortofrutícolas adecuados para envasar tales como; frutas diversas, vegetales, granos, cereales y diversos derivados, es necesario aplicar un proceso térmico que le confiera al producto una vida útil sin exigencias de conservación en frío o almacenamientos especiales.

El primer capítulo de esta dedicado a definir los principales procedimientos de conservación de los alimentos, como son los procedimientos físicos y químicos.

El capítulo tres describe la microbiología que altera los alimentos enlatados y el comportamiento de los microorganismos según el tratamiento térmico y acidez de los alimentos.

El capítulo cuatro enuncia los principales factores que se deben tener en cuenta en la implementación de una fábrica de conservas.

El capítulo cinco contiene información sobre las propiedades y características de los recipientes de hojalata, también se hace referencia a Alteraciones que se pueden presentar en los alimentos enlatados.

El capítulo seis describe el proceso de esterilización de los alimentos enlatados mediante el uso de vapor, explicando los métodos para el cálculo de los tiempos de muerte térmica de los microorganismos o tiempo de esterilización.

En el capítulo siete hace referencia a las principales operaciones para las frutas y vegetales enlatados, también muestra el cálculo de los tiempos de esterilización aplicados a cada uno de los productos y se enuncian los controles para cada una de las operaciones del proceso.

El capítulo ocho se encarga de la selección de la maquinaria principal para la elaboración de los procesos, realizando una distribución de planta y calculando el consumo de vapor, agua, energía eléctrica y gas natural de los principales equipos como lavadora de frutas, marmitas, túnel desaireador, cerradora de latas, lavadora de latas, autoclaves, tanques, caldera, red distribución de vapor y cuarto frío.

El capítulo nueve hace referencia a las buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas de manufactura (BPM), que se deben aplicar tanto a los procesos como a los productos para obtener un enlatado de calidad certificada bajo normas internacionales.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVOS GENERALES**

En desarrollo de la misión de la Universidad Industrial de Santander, de asimilar críticamente y crear conocimiento en los diferentes campos de acción de la ingeniería se propone conocer, analizar, investigar y caracterizar los fundamentos teórico-prácticos para el procesamiento y conservación de alimentos, formulando un proyecto pionero dentro de las líneas de investigación adoptadas por la escuela de ingeniería mecánica, aplicando los principios fundamentales de los elementos mecánicos, fluidos y térmicos para ponerlos al servicio de la humanidad fomentando el desarrollo social y económico de la comunidad y realizando un trabajo interdisciplinario con la Ingeniería de Alimentos.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Elaborar un proyecto de ingeniería básica para una planta de conservas empleando el método de esterilización a vapor teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

Frutas y hortalizas a procesar:

- ❖ Frijoles con tocino en salsa.
- ❖ Alverjas al natural.
- ❖ Habichuelas al natural.
- ❖ Tomates enteros pelados.
- ❖ Duraznos enteros en almíbar.
- ❖ Rodajas de piña en almíbar.
- ❖ Conservas de fresas en almíbar.
- ❖ Pulpa de pitahaya en almíbar.
- ❖ Uchuvas en almíbar.

- Planta de mediana producción con una capacidad de una tonelada por día de materia prima adecuada, según la variedad y tipo de fruta y hortaliza programa en la producción.
- Haciendo un análisis de la presentación (rebanada o entera) y tipo de fruta o variedad se determino que estas se pueden envasar en dos tamaños de envases cilíndrico, con medida para el envase pequeño de 300 X 308 y para el envase mediano de 401 X 411.
- Elaborar el diagrama de flujo para cada producto aplicando los siguientes controles: grados de madurez, grados brix, grados de acidez, pH, control de tamaño y forma, control de temperatura y tiempo de esterilización, control de temperatura y tiempo de escaldado, control de medida de cierre de la lata, control microbiológico del producto terminado.
- Distribución de planta estará conformada por las siguientes áreas:
  - Servicios generales (vapor, agua potable, electricidad, gas).
  - Área de recepción de materia prima.
  - Área de adecuación de materia prima.
  - Área de escaldado o precocido.
  - Área de llenado de envases.
  - Área de desaireado y cerrado.
  - Área de esterilización.
  - Área de enfriamiento.
  - Área de almacenamiento y control.

Teniendo en cuenta que es un proyecto de ingeniería básica el equipo y la maquinaria necesaria para estas áreas será seleccionado:

- Bascula.

- Cuarto frío.
  - Marmita volcable con agitador eléctrico.
  - Túnel desaireador.
  - Maquina cerradora de latas cilíndricas.
  - Lavadora de latas continúa.
  - Autoclave de esterilización.
  - Caldera.
- 
- Aplicar las BPA (buenas practicas agrícolas) de la materia prima, es decir evitar productos contaminados con agroquímicos. De igual criterio aplicar en el proceso la BPM (buenas practicas de manufactura) para el análisis de riesgos y puntos críticos de control en la inocuidad de los alimentos.

## **2. PRINCIPIOS GENERALES DE LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS ENLATADOS**

Cuando el hombre descubrió la necesidad de guardar alimentos para épocas de escasez, fue desarrollando las técnicas para su conservación. La finalidad de la conservación de los alimentos es transformarlos en productos más duraderos, sin que se altere su valor nutritivo.

En general los alimentos son perecederos, por lo que necesitan ciertas condiciones de tratamiento, conservación y manipulación. Su principal causa de deterioro es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). Esto tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos.

Por otra parte, los alimentos alterados pueden resultar muy perjudiciales para la salud del consumidor. La toxina botulínica, producida por una bacteria, *Clostridium botulinum*, en las conservas mal esterilizadas, embutidos y en otros productos, es una de las sustancias más venenosas que se conocen (miles de veces más tóxica que el cianuro). Otras sustancias producidas por el crecimiento de ciertos mohos son potentes agentes cancerígenos. Existen pues razones poderosas para evitar la alteración de los alimentos. A los métodos físicos, como el calentamiento, deshidratación, irradiación o congelación, pueden asociarse métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su crecimiento.

Las técnicas de conservación han permitido que alimentos estacionales sean de consumo permanente.

Los dos factores más importantes en la conservación de alimentos son: temperatura y tiempo.

Tabla 1. Supervivencia de los microorganismos según la temperatura.

100 °C	74 °C	60 °C	8 °C	0 °C
Zona de cocción	<b>Zona de alarma</b>	<b>Zona de peligro</b>	Zona de Enfriamiento	Zona de congelación
Se destruye la mayoría de microorganismos en unos minutos	No hay multiplicación si supervivencia	Gran proliferación bacteriana	No hay multiplicación, el alimento puede estar a esta temperatura breves períodos	No hay multiplicación, pero si supervivencia. Se usa en períodos largos

Nicolás Appert (1750-1840) fue el primer elaborador de latas de conserva, tal como se realizan hoy en día en el hogar. Utilizó el baño maría para conservar alimentos cocinados, guardados en botellas de cristal que luego tapaba con corchos encerados. El descubrimiento de Appert, ideado para la despensa de los ejércitos de Napoleón le valió el reconocimiento del Emperador, pero no fue utilizado por la Grande Armée en la campaña de Rusia, quizás por la fragilidad del envase, o porque, de quedar aire en el interior, tal como sucede en las conservas caseras, el contenido se arruina, pudiendo ser colonizado por las bacterias causantes del botulismo.

Bryan Donkin utilizó botes de hojalata en lugar de cristal. A partir de 1818, las latas de Donkin tenían el aspecto de las actuales, recubiertas por un barniz interior, protector. La carne, las galletas y las harinas conservadas en lata formaron parte de la dieta del rey Jorge III y de la marina británica.

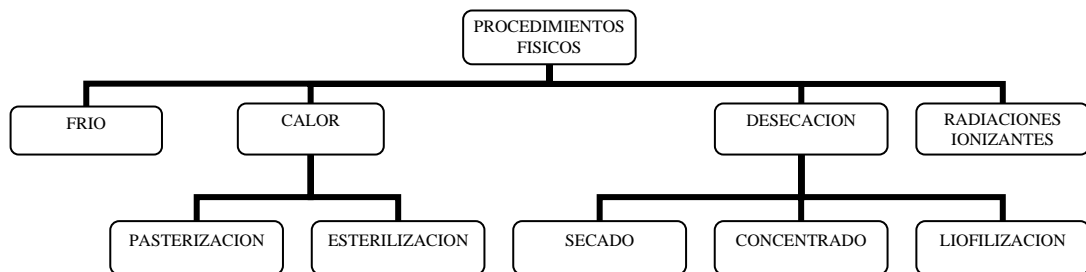
A partir de estas experiencias, y una vez conocidos los procesos microbiológicos que condicionan la esterilización, la evolución de las técnicas de conservación fue rapidísima.

## 2.1 SISTEMAS ACTUALES DE CONSERVACIÓN

Los procedimientos de conservación son muy variados y se clasifican en dos grandes grupos: procedimientos físicos y procedimientos químicos.

### 2.1.1 Procedimientos físicos.

Figura 1. Organigrama de los procedimientos físicos de conservación.



Los diferentes tipos de conservación se agrupan en dos grandes bloques:

- Sistemas de conservación que destruyen los gérmenes (bactericidas).
- Sistemas de conservación que impiden el desarrollo de gérmenes (bacteriostáticos).

Tabla 2. Clasificación de los tipos de conservación según el efecto sobre los microorganismos.

<b><u>Bactericidas</u></b>	<b><u>Bacteriostáticos</u></b>
Ebullición	Refrigeración
Esterilización	Congelación
Pasteurización	Deshidratación
Uperizacion	Adición de sustancias químicas
Ahumado	
Adición de sustancias químicas	
Irradiación	

- **Conservación por el frío.** Consiste en someter los alimentos a la acción de bajas temperaturas, para reducir o eliminar la actividad microbiana y enzimática y para mantener determinadas condiciones físicas y químicas del alimento.

El frío es el procedimiento más seguro de conservación. La congelación previene y detiene la corrupción, conservando los alimentos en buen estado durante largo tiempo.

Tras su cocinado, los alimentos pueden contaminarse por:

- ✓ Contener algunos gérmenes de las materias primas utilizadas y que son resistentes a la cocción.
- ✓ Microorganismos del aire, del manipulador, del recipiente, etc., sobre todo si estos encuentran temperaturas y tiempos idóneos para su reproducción.

Estas dos causas hacen que la rapidez de la aplicación del frío sobre los alimentos ya cocinados, si no van a consumirse enseguida, tiene una importancia vital.

El tiempo de enfriado de los alimentos cocinados es muy variable dependiendo del sistema utilizado, desde minutos a horas.

Los procesos de conservación en frío son:

**Refrigeración:** Mantiene el alimento por debajo de la temperatura de multiplicación bacteriana. (Entre 2 y 5 °C en frigoríficos industriales, y entre 8 y 15°C en frigoríficos domésticos.)

Conserva el alimento sólo a corto plazo, ya que la humedad favorece la proliferación de hongos y bacterias.

**Congelación:** Consiste en someter los alimentos a un enfriamiento muy rápido, a temperaturas del orden de -30°C con el fin de que no se lleguen a formar macrocristales de hielo que romperían la estructura y apariencia del alimento.

El fundamento de la congelación es someter los alimentos a temperaturas iguales o inferiores a las necesarias de mantenimiento, para congelar la mayor parte posible del agua que contienen. Durante el período de conservación, la temperatura se mantendrá uniforme de acuerdo con las exigencias y tolerancias permitidas para cada producto.

Detiene la vida orgánica, ya que enfría el alimento hasta los 20° bajo cero (en congeladores industriales llega hasta 40° bajo cero). Es un buen método, aunque la rapidez en el proceso influirá en la calidad de la congelación.

Tabla 3 .Puntos importantes en el proceso de Congelación.

<p>Condiciones De Los Alimentos</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alimentos muy frescos</li> <li>2. Preparación inmediata e higiénica</li> <li>3. Blanqueo o escaldado de vegetales y frutas</li> </ol>
<p>Cadena De Frío</p>	<p>Conservación del alimento -18°C, -20°C</p> <p>Descongelación</p> <p>Consumo inmediato, no congelar de nuevo</p>
<p>Pérdida De Nutrientes</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Puede haber pérdida de proteínas por congelación o descongelación defectuosas</li> <li>2. Los glúcidos no sufren alteración</li> <li>3. Las grasas se vuelven rancias a corto plazo</li> <li>4. Vitaminas y minerales: no sufren pérdidas por la congelación, pero sí por el escaldado. Las vitaminas C y B se pueden perder por una descongelación incorrecta</li> </ol>
<p>Tiempo De Conservación</p>	<p>Carne..... Hasta 12 meses</p> <p>Hortalizas..... Hasta 12 meses</p> <p>Fruta..... Hasta 10 meses</p> <p>Lácteos..... . Hasta 8 meses</p> <p>Pescado..... Hasta 6 meses</p> <p>Platos cocinados..... Hasta 4 meses</p> <p>Pan..... Hasta 3 meses</p>

- **Conservación por el calor.** Estos procedimientos consisten en someter los alimentos a la acción del calor a temperatura y tiempos suficientes para reducir o eliminar la acción de los microorganismos y enzimas mediante los siguientes métodos:

**Ebullición:** Los alimentos se someten a una temperatura de ebullición que puede oscilar entre 95 a 105°C, por períodos de tiempo variables, con lo que se asegura la destrucción de la mayor parte de la flora microbiana. Su conservación oscila entre 4 y 10 días.

**Esterilización:** Proceso que destruye en los alimentos todas las formas de vida de microorganismos patógenos o no patógenos, a temperaturas adecuadas, aplicadas de una sola vez o por tindalización. (115 -130°C durante 15 - 30 minutos). Si se mantiene envasado el producto la conservación es duradera. El calor destruye las bacterias y crea un vacío parcial que facilita un cierre hermético, impidiendo la recontaminación. Los procesos de esterilización recomendados no están diseñados para matar todos los microorganismos en los alimentos envasados, es decir que las conservas son comercialmente estériles, pero no bacteriológicamente estériles. Algunos microorganismos pueden sobrevivir pero no podrán crecer ni reproducirse en condiciones normales, ni serán perjudiciales para la salud humana.

En un principio consistía en el calentamiento a baño maría o en autoclave de alimentos después de haberlos puesto en recipientes de cristal, como frascos o botellas

En el ámbito industrial alimentario se considera también como esterilización el proceso por el que se destruyen o inactivan la casi totalidad de la flora banal, sometiendo a los alimentos a temperaturas variables, en función del tiempo de tratamiento, de forma que no sufran modificaciones esenciales en su

composición y se asegure su conservación a temperatura adecuada durante un período de tiempo no inferior a 48 horas.

De no alcanzar la temperatura precisa podrían contaminarse y producir botulismo o intoxicación, si se consumen.

**Pasterización:** Es una operación consistente en la destrucción térmica de los microorganismos presentes en determinados alimentos, con el fin de permitir su conservación durante un tiempo limitado.

Cuanto más corto es el proceso, más garantías existen de que se mantengan las propiedades organolépticas de los alimentos así tratados. Después del tratamiento térmico, el producto se enfría con rapidez hasta alcanzar 4 -6°C y, a continuación, se procede a su envasado. Los productos que habitualmente se someten a pasterización son la leche, la nata, la cerveza y los zumos de frutas.

Los tiempos y la temperatura de la pasterización dependen del método empleado y del producto envasado, los métodos más comunes son:

- ✓ LTHT = baja temperatura y largo tiempo
- ✓ HTST = alta temperatura y corto tiempo
- ✓ UTST = ultra alta temperatura y corto tiempo

La pasterización conserva los alimentos durante 2 a 4 días. Además para la pasterización hay que tener en cuenta que los alimentos tengan un pH menor de 4,6 (alimentos ácidos), que se realizan por debajo de 100 °C y no requieren presión.

- **Desecación.** Este método se encarga de evitar el crecimiento de microorganismos a temperatura ambiente, mediante la eliminación del agua del alimento o por el aumento de la concentración de sales (sal, azúcar)

del líquido circundante, que provoca la salida del agua de los alimentos, o por el secado y la introducción de sustancias antisépticas.

**Secado:** consiste en la exposición al aire seco y cálido de ciertas frutas, como ciruelas pasas, higos.

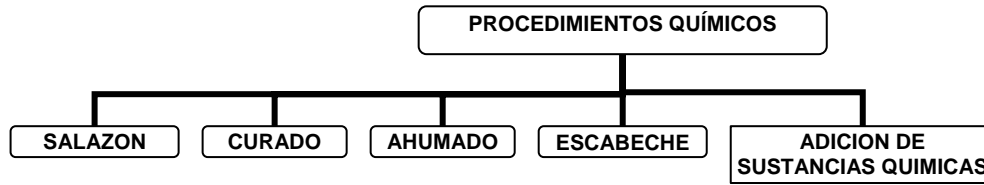
**Concentrados:** Eliminación de parte del agua que contienen los zumos.

**Liofilización:** Es un método de conservación de alimentos en el cual se deseca mediante el vacío, alimentos. Este procedimiento se utiliza sobre todo en la leche infantil, sopas, purés, café, infusiones. Después de una rehidratación, su valor nutritivo y sus cualidades organolépticas son prácticamente las mismas que las del alimento fresco. El alimento liofilizado sólo tiene un 2% de agua.

- **Radiaciones ionizantes.** Una técnica nueva para alargar la duración de muchos alimentos consiste en someterlos a dosis de radiación. Al bombardearlos con una cantidad específica de rayos gamma se destruyen las bacterias, el moho, los insectos y otros parásitos, y además se demora el proceso de maduración y la germinación de las verduras. En algunos países se recomienda la radiación para ciertos tipos de alimentos, tales como el pollo y las gambas (cangrejos, langostas), con el fin de reducir el riesgo de intoxicación. Sin embargo, existen otros países que la prohíben e, incluso, no permiten la importación de alimentos expuestos a un proceso radiactivo.

## 2.1.2 Procedimientos químicos.

Figura 2. Organigrama de los procedimientos químicos de conservación.



- **Salazón.** Consiste en añadir sal en forma sólida o en salmuera al alimento, al aumentar la concentración de sal, el alimento cede su agua, y se frena la actividad bacteriana y enzimática. A su vez, se producen cambios de aroma y sabor. Alimentos preparados con este procedimiento son el bacalao, los arenques, las cecinas, mojarra, etc. Los lugares donde se almacenan estos alimentos deben ser secos y aireados.
- **Curado.** Es un proceso, parecido al anterior, que se realiza con la carne, a la que se añade sal y nitratos para que conserve un color rojo vivo. Alimentos preparados con este procedimiento son el chorizo, las morcillas, jamón serrano, etc.
- **Ahumado.** Los alimentos se someten al humo de madera (haya, encina, abedul) y en este proceso se originan una serie de sustancias químicas con gran poder esterilizante y además, dan un aroma y un sabor típico a los alimentos, es también utilizado en la conservación de carnes y pescado, por exposición de estos productos a la acción del humo de ciertas maneras. El ahumado actúa en base a dos factores: en primer lugar, el calor desarrollado va produciendo una desecación, y en segundo término, el producto se impregna de elementos empíreumáticos del humo, que dan una coloración y un sabor característico a las carnes.

- **Escabeches.** En estos procesos se añade a los alimentos vinagre (ácido acético), cuya acidez impide el desarrollo bacteriano, y especias. También utilizado en la conservación de varias hortalizas, actúa por el ácido acético que contiene, constituyéndose en un tóxico de mayor actividad que la sal para ciertos microbios, pues basta la presencia de un 1% de ácido acético para prevenir la descomposición de muchos productos. Sin embargo se encuentran algunas bacterias que resisten hasta el 11%, generalmente se combina su acción con la de la sal haciendo un tratamiento o un cocimiento en salmuera, para después hacer tratamiento con vinagre.
  
- **Aditivos alimentarios.** Entre ellas destacan los emulsionantes de la margarina, las levaduras químicas de los preparados para hacer bizcochos y los gelificantes utilizados en la mermelada. Los avances en nutrición y tecnología y los cambios en los hábitos de consumo han llevado a un uso cada vez mayor de aditivos alimentarios en los últimos cuarenta años. Así, los consumidores disponen de alimentos de calidad superior y más uniforme, a precios razonables.

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden a los alimentos con diferentes finalidades:

- Mejorar la conservación y preservar sus propiedades iniciales.
- Mantener su valor nutritivo, evitando la degradación de sustancias como las vitaminas.
- Asegurar la textura y consistencia de los alimentos.
- Mejorar su sabor, color y olor.

Dentro de los preservantes químicos están, por ejemplo, el ácido acético (que además le da el sabor al vinagre), el ácido ascórbico, el ácido sórbico, el glicerol, los nitritos y otros. Todos ellos son los que permiten que productos lácteos,

carnes y productos enlatados no produzcan bacterias. A pesar de que con frecuencia se piensa que los aditivos que se incluyen en los alimentos son tóxicos, no todos lo son. De hecho, si no existieran los aditivos, no se podrían fabricar ni consumir varios alimentos. Si no se usaran los preservantes, la carne y los lácteos, por ejemplo, se echarían irremediablemente a perder.

En el mundo moderno es imposible que todos puedan comer los alimentos recién cosechados del huerto o extraídos de la granja. Así que, sin el empleo de unos determinados aditivos, algunos alimentos se estropearían después de uno o dos días de almacenaje debido a de modo que ciertos aditivos nos protegen contra un posible envenenamiento.

### 3. MICROBIOLOGIA DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS

En general, los microorganismos se asocian con grupos particulares de alimentos, estos pueden sobrevivir al tratamiento térmico requerido para el enlatado o bien contaminar el alimento después de dicho tratamiento debido a un mal sellado del envase.

Cuando la contaminación es anterior al tratamiento, es posible predecir el microorganismo responsable si se conocen bien la naturaleza del alimento y las condiciones a las que se ha sometido dicho alimento. Sin embargo, los microorganismos que se introducen por fugas pueden ser muy variados al igual que la composición de los medios de enfriamiento.

Según los requerimientos de calor los microorganismos pueden ser, de menor a mayor exigencia: psicrófilos, mesófilos, termófilos y termodúricos, siendo los dos últimos los que más interesan desde el punto de vista del tratamiento térmico. Los termófilos son capaces de desarrollarse a elevadas temperaturas (55 °C y más), mientras que los termodúricos son capaces de resistir el efecto de las altas temperaturas. Sin embargo, los organismos mesofílicos pueden ser termodúricos debido a sus esporas, al igual que pueden serlo las esporas de las bacterias termofílicas (Desrosier, 1987). A su vez, Cameron y Esty (1926) clasifican a los organismos termófilos en dos grupos: termófilos obligados (crecen a 55 °C, pero no a 37 °C) y termófilos facultativos (crecen a 55 °C y a 37 °C).

Según las necesidades de oxígeno los microorganismos pueden ser: aerobios (requieren la presencia de oxígeno), anaerobios (sólo se desarrollan en ausencia de oxígeno o con baja tensión de oxígeno) y anaerobios facultativos.

### 3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS DE ACUERDO A SUS VALORES DE PH E INFLUENCIA DEL MISMO SOBRE LA RESISTENCIA DE LAS ESPORAS.

La efectividad de los procesos térmicos es afectada profundamente por las condiciones que prevalezcan en el alimento durante su conservación y almacenamiento. La concentración de iones hidrógenos del producto alimenticio es particularmente importante. Los alimentos en condiciones de conservación tienen un pH que varía desde la neutralidad hasta alrededor de 3.0. El efecto inhibitorio de los ácidos sobre los organismos alteradores empieza a ser evidente alrededor de  $\text{pH} = 5,3$  mientras que el *Cl. botulinium* y otros m. o. que envenenan los alimentos, se inhiben a  $\text{pH} = 4,5$ . Por debajo de un pH de 3,7 sólo es probable que crezcan los hongos.

Figura 3. Clasificación en la escala de pH.



**3.1.1 Clasificación de los alimentos según su acidez.** El punto de separación importante, o línea de demarcación como algunos autores le llaman, ocurre a  $\text{pH} = 4,5$ . Por encima de este valor, en los alimentos de poca acidez ( $\text{pH} > 4,5$ ) es necesaria la esterilización, mientras que para los alimentos ácidos ( $3,7 \text{ pH } 4,5$ ) la pasteurización es adecuada. Los alimentos muy ácidos ( $\text{pH} < 3,7$ ) se auto preservan, aunque puede llegar a ser necesario cierto tratamiento térmico suave, a fin de inactivar las enzimas alteradoras.

- **Alimentos alcalinos:** Son todos aquellos de  $\text{pH} > 7.0$ . En general son pocos, se encuentran galletas de soda, productos de pastelería, productos marinos añejos, huevos viejos, aquellos con alta concentración de proteínas en el inicio de la fase de putrefacción. La lejía de maíz machacado es el único alimento enlatado que está normalmente sobre un  $\text{pH} 7.0$ .
  
- **Alimentos bajos en acidez:** Son aquellos que tienen un  $\text{pH}$  cercano al neutro,  $5.0 < \text{pH} < 6.8$ , se les puede llamar alimentos no ácidos, en este grupo se encuentran las carnes en general, pescados, productos lácteos y algunas hortalizas. Dentro de este grupo se encuentran también los alimentos medio-ácidos ( $4.5 < \text{pH} < 5.0$ ), aquellos productos de sopa y espagueti, como también higos y pimentón. Los alimentos con  $\text{pH}$  superiores a 4.5 requieren un tratamiento térmico severo, debido a que a este valor de  $\text{pH}$  se produce el crecimiento de un gran envenenador de alimentos como es el *Clostridium Botulinum*. Todos los alimentos capaces de contener este microorganismo, son procesados asumiendo que éste está presente y debe ser destruido.
  
- **Alimentos ácidos:** Son aquellos entre  $3.7 < \text{pH} < 4.5$ , se encuentra en esta clasificación las frutas tales como naranjas, peras, tomates, duraznos, etc.
  
- **Alimentos altos en acidez:** Son aquellos que se encuentra en rango de  $2.3 < \text{pH} < 3.7$ . tenemos dentro de este grupo: ciruelas, alimentos fermentados, encurtidos, repollo fermentado, algunas carnes, yoghurt, productos encurtidos, en general todos los productos que han sido tratados por fermentación ácida, láctica o acética. Existe también la clasificación de los alimentos de alta acidez que contienen sólidos en suspensión como es el caso de mermeladas y jaleas.

Tabla 4. Clasificación de los alimentos según su acidez.

1. Alimentos no ácidos	pH > 5,3
2. Alimentos poco ácidos	4,5 > pH < 5,3
3. Alimentos ácidos	3,7 > pH < 4,5
4. Alimentos muy ácidos	pH < 3,7

En general, algunos autores clasifican a los alimentos en cuatro grupos fundamentales, los grupos por encima de la línea de separación de 4,5 y dos grupos por debajo de la misma.

El estudio de los microorganismos presentes en los productos alimenticios con valores de pH 4,5, ha llevado a la selección de ciertos tipos de bacterias como microorganismos indicadores. Estos son los más difíciles de matar de forma de esporas de entre todos los tipos de bacterias que pueden ser causa de alteraciones en los alimentos. El microorganismo indicador utilizado con más frecuencia es el *Cl. botulinium*, germen productor de importantes intoxicaciones alimenticias, que elabora una toxina letal. Debido a que éste es peligroso por ser patógeno, se utiliza en su lugar para fines experimentales, una raza seleccionada de un organismo no patógeno conocido como PA 3679(*putrefaci*us anaerobius) (*Cl. sporogenes*) que tiene mayor termo resistencia que el *Cl. botulinium*. Por esta razón, muchos de los procesos de tratamiento térmico de los alimentos se valoran en función del efecto que tienen sobre las esporas de esta especie.

Tabla 5. Clasificación de los alimentos según su acidez (Cameron y Esty, 1940) y grupos de microorganismos causantes de alteraciones en alimentos enlatados.

<b>Grupos según grado de acidez</b>	<b>Rango de pH</b>	<b>Grupos de alimentos</b>	<b>Microorganismos</b>
Grupo 1: poco ácidos	> 5	Productos cárnicos Productos marinos Leche Hortalizas	Aerobios esporulados Anaerobios esporulados Levaduras, mohos y bacterias no esporuladas
Grupo 2: semiácidos	4,5 < pH < 5,0	Mezclas de carne y vegetales Sopas Salsas	
Grupo 3: ácidos	3,7 < pH < 4,5	Tomates Peras Higos Piña Otras frutas	Bacterias esporuladas Bacterias no esporuladas Levaduras Mohos
Grupo 4: muy ácidos	pH < 3,7	Encurtidos Pomelo Zumos cítricos	

Sin embargo, otros plantean que en la práctica una división más realista entre los alimentos ácidos y los altamente ácidos es a pH = 4,0, porque rara vez existirá desarrollo de las esporas de bacterias en alimentos procesados por el

calor con este valor de pH o por debajo del mismo y la clasificación la realizan en tres grupos solamente.

El estudio de los microorganismos presentes en los productos alimenticios con valores de pH 4,5, ha llevado a la selección de ciertos tipos de bacterias como microorganismos indicadores. Estos son los más difíciles de matar de forma de esporas de entre todos los tipos de bacterias que pueden ser causa de alteraciones en los alimentos. El microorganismo indicador utilizado con más frecuencia es el *Cl. botulinum*, germen productor de importantes intoxicaciones alimenticias, que elabora una toxina letal. Debido a que éste es peligroso por ser patógeno, se utiliza en su lugar para fines experimentales, una raza seleccionada de un organismo no patógeno conocido como PA 3679 (putrefaciens anaerobius) (*Cl. sporogenes*) que tiene mayor termo resistencia que el *Cl. botulinum*. Por esta razón, muchos de los procesos de tratamiento térmico de los alimentos se valoran en función del efecto que tienen sobre las esporas de esta especie.

### **3.2 FUENTES DE LOS MICROORGANISMOS**

**3.2.1 Suelo.** Las materias primas tomadas del suelo (vegetales) deben ser adecuadamente lavadas con agua de buena calidad bacteriológica. Los m.o. más abundantes son las bacterias esporuladas Bacillos y Clostridium.

**3.2.2 Equipo.** Es una fuente importante si las prácticas sanitarias y/o diseño son deficientes.

**3.2.3 Ingredientes.** Generalmente están contaminados con bacterias esporuladas mesofílicas y termofílicas, y otros microorganismos, El azúcar y el almidón (ingredientes comunes) no suelen estar contaminados.

### 3.3 ORGANISMOS DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA CONTAMINACIÓN DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS

La contaminación microbiológica de los alimentos enlatados, procesados térmicamente está provocada por los microorganismos que sobreviven este procesamiento o que se introducen por algún espacio del envase, posterior al tratamiento térmico.

Desde el punto de vista del proceso de esterilización, las bacterias formadoras de esporas son los principales microorganismos, excepto en los productos de alta acidez.

En la práctica, se ha encontrado que el pH = 4,0 es una línea divisoria más real que divide entre alimentos ácidos y de alta acidez, porque a veces crecen las bacterias formadoras de esporas en alimentos procesados con pH < 4,0.

La línea divisoria entre alimentos de baja acidez y ácidos se considera a 4,5 porque algunas cepas de *Cl. Botulinium* crecen y producen toxina a pH = 4,6.

#### 2.3.1 Clasificación de Bacterias formadoras de Esporas, en Referencia a sus requerimientos de O<sub>2</sub>.

- **Aerobios obligados (estrictos) - especies de bacilos.** Este grupo incluye especies que requieren O<sub>2</sub> para crecer. Desde el punto de vista de la esterilización, es el grupo menos importante de los tres. Con la tecnología

actual, la mayoría de los alimentos contienen niveles muy bajos de O<sub>2</sub> insuficientes para mantener un crecimiento apreciable.

- **Anaerobios facultativos - especies de bacilos.** Estas bacterias se encuentran entre los microorganismos más importantes desde el punto de vista desde la esterilización de alimentos. Particularmente los bacilos esporulantes termofílicos, en alimentos de baja acidez y ácidos. Algunos producen esporas más termorresistentes que las generadas por la contaminación "flat-sour" ("acidez plana") producen ácido pero poco o nada de gas. Aunque se clasifican como termofílicas, muchas crecen, lentamente a temperaturas cercanas a la del ambiente.
- **Anaerobios estrictos.** (Especies de Clostridium) algunas especies de anaerobios producen esporas que son relativamente resistentes al calor. En base a la contaminación de alimentos enlatados se pueden clasificar en dos grupos: mesofílicos. y termofílicos. Entre los termofílicos los más importantes son microorganismos sacarolíticos que no producen H<sub>2</sub>S. La especie tipo de este grupo es el Clostridium thermosaccharolyticum. Este microorganismo es muy sacarolítico, produce grandes cantidades de gas, principalmente CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub> a partir de una gran variedad de carbohidratos, por lo tanto provocan contaminación del tipo gaseosa. A veces producen un olor butírico (a queso) en los alimentos.

Tienen una gran importancia en la contaminación de alimentos semiácidos (pH 4,5 a 5,0) los que son de tipo poco ácido (flat-sour), su temperatura óptima es de 55 °C, aunque a veces crecen a temperaturas inferiores a 32 °C. Son un problema real a temperatura ≥ 35 °C.

Siguiendo en importancia en alimentos de baja acidez los grupos a considerar son anaerobios, mesofílicos formadores de esporas, debido a su significancia en la salud pública, los microorganismos productores de toxinas, el *C. Botulinium* se podría considerar el de mayor importancia en los microorganismos de este grupo. De los diferentes tipos de *Botulinium* los más importantes son A, B y E. Las esporas de tipo A y B son considerablemente más termorresistentes que las tipo E, y por lo tanto más trascendentes en la esterilización de alimentos enlatados. Pese a esto las esporas de tipo A y B no son tan termorresistentes como las de microorganismos no-tóxicos.

**3.3.2 Bacterias no esporulantes, levaduras y hongos.** Estos no tienen gran importancia en la contaminación de alimentos enlatados de alta acidez ( $\text{pH} < 4,0$ ), asignándoles tratamientos térmicos moderados: pickles, pomelo, jugos cítricos, ruibarbo, frambuesas, etc. Tienen cierta importancia en la contaminación de productos concentrados y edulcorados.

Se considera que los hongos son insignificantes como agentes contaminantes de alimentos enlatados. Una excepción es *Byssochlamys fulva*, organismo importante en la contaminación de fruta enlatada, puede provocar la desintegración completa de la fruta debido a la lisis de la pectina. Puede producir tanto  $\text{CO}_2$  como para hinchar la lata, tiene una cierta resistencia térmica, ya que sobrevive a procesamientos a  $87,8^\circ\text{C}$  durante 10 minutos. Un hongo relacionado el *Byssochlamys nivea* presenta ascosporas mucho menos resistentes que las de las especies *fulva*, ya que no sobreviven 10 minutos a  $82,2^\circ\text{C}$ . El rango de crecimiento óptimo, para la mayoría de estos m.o está entre  $20$  y  $35^\circ\text{C}$ .

**2.3.3 Organismos que entran al recipiente por fallas en las operaciones del proceso.** Pueden entrar a los recipientes con aire o agua contaminados,

generalmente con aire, cuando entran con agua se produce por la operación de enfriamiento o en una etapa posterior, cuando el tarro aún presenta agua en su superficie.

Las mejores defensas contra la contaminación por falla en el envase son:

- ❖ Buenos sellos de latas.
- ❖ Manipulación cuidadosa para prevenir el daño del recipiente.
- ❖ Agua de enfriamiento clorada.
- ❖ Secado rápido de los envases después del enfriado.
- ❖ Equipamiento para manipulación de envases para post-enfriamiento seco y sanitario.

Con este tipo de contaminación se asocian muchas especies de bacterias, generalmente se asocia con una flora mixta: micrococos, bacilos Gram (-) del grupo *Pseudomonas*, *Achromobacter* y levaduras.

#### **3.3.4. Microorganismos patógenos.**

- ***Mycobacterium tuberculosis***. Bacilo no esporulante Gram (+) que provoca tuberculosis (pulmonar, meningitis, a los huesos, etc.). Este bacilo cruza rápidamente la mucosa del tracto alimentario, y desde allí se puede distribuir para llegar prácticamente a todos los órganos del cuerpo.
- ***Salmonellae***. Bacilo no esporulante, Gram (-), que causa salmonelosis en animales y humanos. Actualmente hay aproximadamente 1300 serotipos diferentes identificables de *Salmonella*, pese a que se agrupan, según Erving, en el “concepto de las tres especies: *S. Cholerae-suis*, *S.thyphi* y *S. Enteriditis*”. También producen fiebre tifoidea y paratifoidea. Se ha

determinado que tienen baja termorresistencia, por lo que se hace necesaria una pasteurización suave solamente.

### 3.3.5. Microorganismos contaminantes.

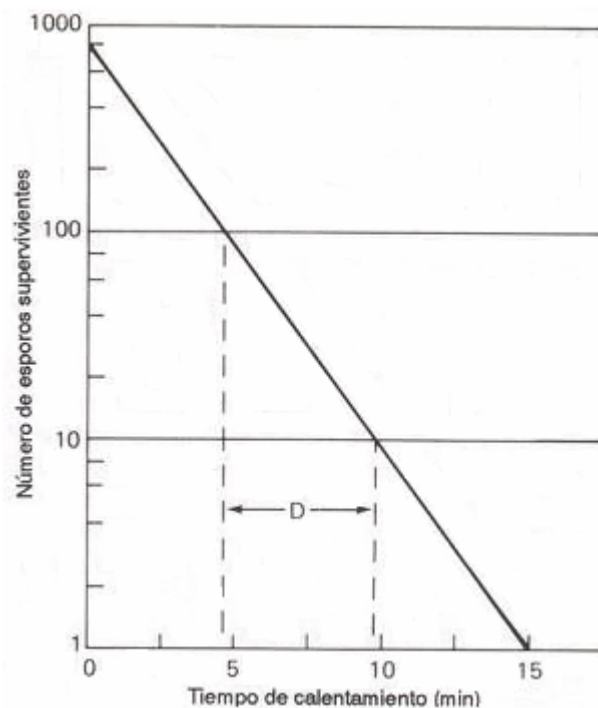
- **Bacterias no esporulantes.** Se considera a aquellas que no son patogénicas ni producen toxina. Virtualmente todos los microorganismos, si se les permite, crecen y contaminan de alguna forma los alimentos.
- **Levaduras.** Presentan escasa resistencia al calor, por lo que no son frecuentes en enlatados sometidos a tratamiento térmico y sí cuando el tratamiento es subtérmico o cuando se producen fugas. Son responsables de la fermentación de salsas ácidas, gelatinas y productos similares cuya conservación depende de los ácidos, el azúcar y la sal.
- **Mohos.** *Byssochlamys fulva* es la especie de mohos de mayor importancia en los alimentos enlatados ácidos. Afecta a frutas enlatadas y embotelladas. Es responsable de la desintegración de la fruta por descomposición del material pectínico. Las latas a veces se abomban debido al desprendimiento de dióxido de carbono. Su temperatura óptima de crecimiento es de 30-37 °C y resulta altamente resistente al calor.

## 3.4. EFECTO DEL CALOR SOBRE LOS MICROORGANISMOS

El efecto conservador de los tratamientos térmicos se debe a la desnaturalización de las proteínas, que destruye la actividad enzimática y metabólica de los microorganismos. La velocidad de destrucción sigue una reacción de primer orden:

Cuando un alimento se calienta a una temperatura suficientemente elevada para la destrucción de los microorganismos se produce a períodos de tiempo fijos, siempre el mismo porcentaje de muertes, independientemente del número de microorganismos inicialmente presente. A este efecto se le conoce como «orden de muerte logarítmica» («logarithmic order of death») y se describe mediante una «gráfica de supervivencia» («death rate curve») (Figura 4). Al tiempo de calentamiento necesario para la destrucción del 90% de los microorganismos presentes (reducción del número de microorganismos por un factor de 10) se le denomina «tiempo de reducción decimal» («decimal reduction time») o «valor D» (En la Figura 4, es de 5 minutos). El *valor D* de las diferentes especies microbianas es distinto (Tabla 6). Un *valor D* elevado indica una gran resistencia al calor (termorresistencia).

Figura 4. Grafica de supervivencia.



Del orden de muerte logarítmica de los microorganismos pueden efectuarse dos deducciones importantes. La primera es que, cuanto mayor es el número de microorganismos presentes en el alimento, más tiempo se tardará en reducir el número de supervivientes a un valor determinado. En la práctica comercial el número de microorganismos varía en cada lote de materia prima y por tanto, resulta difícil calcular el tiempo de tratamiento necesario para cada lote de producción. Por ello, con objeto de asegurar una calidad microbiológica homogénea, se utiliza una combinación de tiempo-temperatura de tratamiento que se preestablece para cada producto en cuestión teniendo en cuenta el sistema de preparación. Y la segunda conclusión que se deduce es que, dado que la destrucción de los microorganismos sigue un orden logarítmico, ni siquiera un tiempo de tratamiento infinito destruirla teóricamente la totalidad de los microorganismos presentes. Por ello, los tratamientos van encaminados a reducir el número de los microorganismos supervivientes a un valor predeterminado. Con esto se llega al concepto de «esterilidad comercial» que se discute posteriormente en el Capítulo 6.

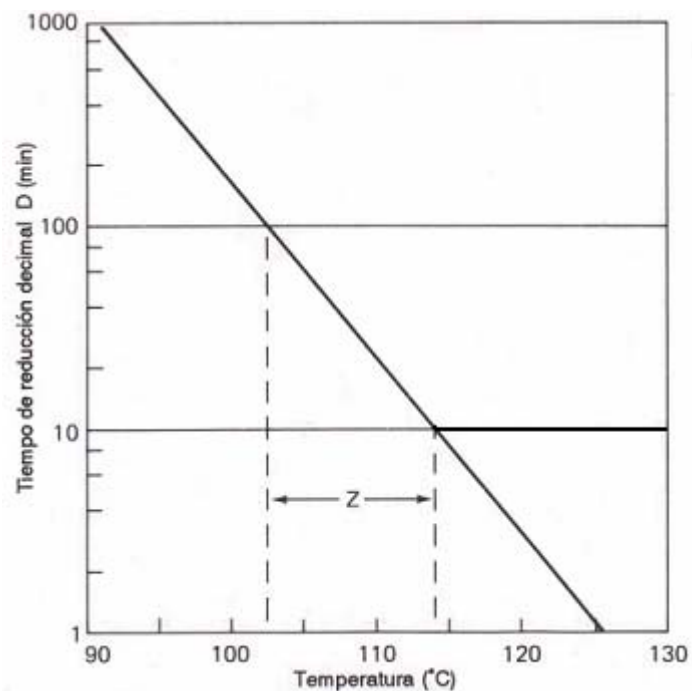
Tabla 6. Termorresistencia de algunos componentes nutritivos y organolépticos de los alimentos comparados con los de algunos microorganismos y enzimas.

Componente	Fuente	pH	z (°C)	D <sub>121</sub> (min)	Rango de temperaturas (°C)
Tiamina	Puré de zanahorias	5,9	25	158	109-149
Tiamina	Puré de guisantes	Natural	27	247	121-138
Tiamina	Puré de oveja	6,2	25	120	109-149
Lisina	Harina de soja	-	21	786	100-127
Clorofila a	Espinacas	6,5	51	13,0	127-149
Clorofila a	Espinacas	Natural	45	34,1	100-130
Clorofila b	Espinacas	5,5	79	14,7	127-149
Clorofila b	Espinacas	Natural	59	48	100-130
Antocianina	Zumo de uva	Natural	23,2	17,8*	20-121
Betanina	Zumo de remolacha	5,0	58,9	46,6*	50-100
Carotenoides	Paprika	Natural	18,9	0,038*	52-65
Peroxidasa	Guisantes	Natural	37,2	3,0	110-138
Peroxidasa	Diversas	-	28-44	-	-
<i>Clostridium botulinum</i>	Diversas	> 4,5	5,5-10	0,1-0,3	104
Diversos esporos tipos A y B					
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	Diversos	> 4,5	7-12	4,0-5,0	110 +

\* valores D a otras temperaturas (no a 121°C)  
 Adaptado de Felliciotti y Esselen (1957), Taira y col. (1966), Gupta y col. (1964), Ponting y col. (1960), Elbe y col. (1974), Adams y Yawger (1961), Esselen y Anderson (1956) y Stumbo (1973).

La destrucción de los microorganismos depende de la temperatura: A temperaturas elevadas mueren más rápidamente. Si se representan los valores  $D_a$  diferentes temperaturas, frente a los distintos tiempos de reducción decimal (TRD) se obtiene una curva (Figura 5) a cuya pendiente se le denomina valor  $z$ , que se define como el número de grados centígrados necesarios para reducir a la décima parte el tiempo de reducción decimal (en la Figura 5 es de 10,5 °C). Los valores  $D$  y  $z$  se utilizan para caracterizar la resistencia frente al calor de un enzima, un determinado microorganismo, o un componente de un alimento (Tabla 6).

Figura 5. Grafica de letalidad térmica (thermal death time curve TDTC).



Existe una gran diversidad de factores que influyen sobre la resistencia térmica de los microorganismos. Si bien no es posible efectuar afirmaciones generales sobre el efecto de una determinada variable sobre la resistencia térmica de los microorganismos, se sabe que, a este respecto, son importantes los siguientes factores:

- ✓ Tipo de microorganismo: Existen importantes diferencias en cuanto a la termorresistencia de las diversas especies y cepas de microorganismos (tabla 6) los esporos son mucho más termorresistentes que las células vegetativas.
- ✓ Las condiciones de incubación durante el crecimiento y la esporulación. Entre ellas influyen:
  - La temperatura (los esporos esporulados a temperaturas más elevadas son más termorresistentes que los esporulados a temperaturas más bajas).

- La edad del cultivo (la termorresistencia del microorganismo depende de la fase de crecimiento de las células vegetativas).
- El medio de cultivo utilizado (las sales minerales y los ácidos grasos influyen sobre la termorresistencia de los esporos).
- ✓ Condiciones durante el tratamiento térmico. Las condiciones más importantes son:
  - El pH del alimento: Las bacterias patógenas y saprofitas son más termorresistentes a pH próximos a la neutralidad. Las levaduras y hongos soportan mejor pH más bajos, pero son menos termorresistentes que los esporos de las bacterias).
  - La actividad de agua de los alimentos influye sobre la termorresistencia de las células vegetativas, además el calor húmedo resulta más eficaz que el calor seco, para la destrucción de los esporos.
  - Composición de los alimentos (las proteínas, las grasas y una concentración elevada de sacarosa en el medio aumentan la termorresistencia de los microorganismos; las bajas concentraciones de cloruro sódico (presentes en muchos alimentos) no ejercen sobre la termorresistencia un efecto significativo; el estado físico del alimento, en especial la presencia de coloides, afecta también a la termorresistencia de las células vegetativas).
  - El medio de cultivo y las condiciones de incubación empleadas para comprobar el efecto del tratamiento térmico afectan también al recuento de supervivientes.

La mayor parte de los enzimas poseen unos *valores D y z* en un rango semejante al de los microorganismos y resultan, por tanto, inactivados durante los tratamientos térmicos normales. Sin embargo, algunos enzimas son muy termorresistentes. Este hecho adquiere una particular importancia en los alimentos ácidos ya que en ellos pueden resultar tan sólo parcialmente

desnaturalizados, dado que estos alimentos, por su bajo pH solamente requieren tratamientos cortos a bajas temperaturas. Los factores que influyen la termorresistencia de los enzimas son muy semejantes a los que se han descrito para los microorganismos.

El conocimiento previo de la termorresistencia de los enzimas y/o los microorganismos presentes en un determinado alimento sirve para calcular los parámetros del tratamiento térmico requerido para su destrucción. En la práctica, el cálculo para el tratamiento térmico adecuado de un determinado alimento, se basa en la termorresistencia del enzima o microorganismo más probablemente presente en el mismo, asumiendo que este tratamiento será también capaz de destruir a otras especies menos termorresistentes. En el Capítulo 5 se describen los métodos para el cálculo del tiempo de tratamiento adecuado.

### **3.5 EFECTO DEL CALOR SOBRE LAS PROPIEDADES NUTRITIVAS Y ORGANOLÉPTICAS.**

La destrucción por el calor de muchas vitaminas, pigmentos y compuestos aromáticos, se comporta de forma semejante a la de los microorganismos, que sigue una reacción de primer orden. En la Tabla 6 se muestran los *valores D* y *z* correspondientes a algunas vitaminas y pigmentos. Por lo general, estos valores son más elevados que los correspondientes a enzimas y microorganismos y es por ello que las características nutritivas y organolépticas de los alimentos soportan mejor los tratamientos más cortos a temperaturas más elevadas. Ello permite, por tanto, optimizar un tratamiento eligiendo una combinación de tiempo/temperatura (con la misma capacidad destructora para microorganismos y enzimas) que mejore la retención del valor nutritivo y las características organolépticas del alimento. En este concepto se basan algunas operaciones, como son, el escaldado, la esterilización, y la pasteurización.

#### **4. FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA EN LA INSTALACION DE UNA FÁBRICA DE CONSERVAS**

El primer punto de vista que hay que tener en cuenta es el capital disponible para abordar la implantación de la industria, la instalación de ésta requiere un capital bastante elevado, y en muchos casos la falta de disponibilidad ha llevado al fracaso. Por lo tanto, si bien sería preferible construir una planta completa dentro de los recursos disponibles, es mejor comenzar con un pequeño establecimiento que permita su ampliación gradual, evitando así una carga desmedida en los primeros tiempos.

Debemos calcular no sólo el capital fijo necesario para local y maquinaria, sino también el indispensable para la compra de materia prima, pago de mano de obra y demás gastos accesorios.

El capital necesario es imposible de fijar exactamente, dado que el mismo estará afectado a una serie de factores que se deberán estudiar en la zona que se trate y en la época de instalación, como son: costo del local (alquiler o construcción), costo de la materia prima, transporte de la misma, mano de obra disponible y su costo, tiempo de utilización de la fábrica según los renglones que se van a producir, costo de la maquinaria (fabricada en el país, importada o adquirida de segunda mano), etc.

Otro punto de capital importancia es la situación de la fábrica. En relación con ella debemos considerar la capacidad de producción de la zona elegida, no sólo en cantidad, sino en calidad de frutos y hortalizas, dado que es preciso disponer de materia prima en cantidad suficiente y de buena calidad para hacer rentable el negocio. De ser posible, se buscará un lugar que esté cerca de los centros de

producción y con buenos medios de comunicación y transporte, a fin de que dentro de las veinticuatro horas de cosechado el producto haya sido elaborado, para evitar alteraciones del mismo y, como consecuencia, mala calidad.

En relación con este punto, debemos tener en cuenta también que, durante la época de trabajo intenso, la fábrica requiere un número elevado de obreros y obreras, por lo cual tampoco es conveniente alejarse de los centros poblados que pueden suministrar el material humano. En el caso de instalación de la fábrica en lugares alejados, asentados dentro de la zona agrícola, sería necesario contar con residencias para los obreros, que pueden ser suministradas gratuitamente o alquiladas a un precio reducido, a fin de poder contar con mano de obra estable.

Es indudable que en la actualidad, disponiendo en general de vías de tránsito excelentes y de medios de comunicación rápidos, el problema se soluciona más fácilmente, pues la fábrica se puede situar cerca de los centros poblados, facilitando la obtención de mano de obra, y los productos pueden ser transportados, aun de grandes distancias, en un lapso de tiempo muy breve.

En cuanto al transporte, es necesario que el producto sea cargado en las horas de menor calor, es decir, por la mañana temprano o en las últimas horas de la tarde, evitando así que la maduración prosiga y que aumente rápidamente la actividad microbiana (mohos, bacterias, etc.) y diastástica, en detrimento de la conservación y la buena calidad del producto elaborado.

Dentro de la situación de la fábrica, hay que considerar asimismo el punto de vista sanitario, recordando que es preciso disponer de instalaciones adecuadas para eliminar las aguas sucias y todos los residuos vegetales que pueden ser foco de infecciones.

También conviene situar la instalación en lugares alejados de olores desagradables, humo y hollín, buscando más bien zonas atractivas que llamen la atención y denuncien por su aspecto la calidad de los productos allí elaborados.

#### **4.1 CONSIDERACIONES ECONÓMICAS**

Dentro de éstas, deberemos considerar, al implantar la industria, el tiempo de trabajo que tendremos en el correr del año, de acuerdo con la disponibilidad de materia prima. Es indudable que el costo de producción será menor cuanto mayor sea la variedad de productos que trabajemos, de manera que podamos mantener nuestra fábrica en plena labor durante un lapso de tiempo lo más largo posible.

Por lo tanto, deberemos estudiar dentro de cada zona las posibilidades de conseguir materia prima en los distintos meses del año, de acuerdo con la época de producción de cada especie o variedad, lo que indudablemente variará en los distintos países.

Dentro de cada especie, deberemos determinar la época de comienzo de la zafra (cosecha) y la de máxima producción, o puede suceder que tengamos en algunos casos dos épocas de producción.

Otro punto que precisa considerar es el mercado consumidor, el cual deberá estar relativamente cerca de la zona de producción para no gravar al producto con gastos importantes de flete, en especial para las calidades económicas.

En cuanto a la comercialización del producto, está puede ser hecha de tres maneras:

1. Directamente por el elaborador con su propia marca.
2. Con su marca, por medio de un presentante o distribuidor que se encargue

de la colocación del producto en plaza.

3. Elaborando solamente y vendiendo la producción con marcas distintas, propiedad de cada distribuidor.

Dentro de estas tres formas, es indudable que la mejor es la comercialización bajo su propia marca, pues permite una mayor expansión del negocio, una vez que la misma se haya impuesto definitivamente en el mercado.

**4.1.1 Agua.** El agua está en íntimo contacto con la mayoría de los alimentos durante todo el proceso de elaboración. Su uso podemos concretarlo en que:

- Es usada para lavar la materia prima.
- Sirve como vehículo del producto en muchas partes del proceso.
- Es elemento usado en varios procesos, tal como remojado, blanqueado, precalentado, etc.
- Entra en la preparación de jarabes y salmueras.

Las condiciones que debe reunir el agua para la preparación de la conserva, son medidas en base a dos aspectos generales de la calidad de la misma:

- El contenido bacteriano, que nos indica la posibilidad de usarla para el consumo humano e influye sobre las exigencias de la planta.
- Su composición, respecto a las impurezas orgánicas e inorgánicas, que afectan su uso en la limpieza, y aun también las características físicas del alimento conservado.

El agua debe ser (potable), lo que significa que no debe contener ninguna bacteria capaz de causar enfermedades intestinales, y que ha de ser completamente satisfactoria para beber, es decir libre de olores y sabores indeseables.

Evaporada por ebullición, no debe dar un residuo Superior a 0,5 g por litro. No debe contener cantidad apreciable de fosfatos, nitritos, amoníaco, algas y hongos, ni bacterias patógenas, al paso que las bacterias triviales no deben pasar de 150 colonias por cm.<sup>3</sup>.

No debe contener metales pesados, especialmente hierro, porque éste forma con las sustancias tánicas, tanato férrico negro que oscurece los vegetales y les da mal aspecto.

El residuo debe ser blanco y, calentado fuertemente, no debe ennegrecer, pues esto es Signo de presencia de sustancias orgánicas.

La reacción debe ser neutra, y el contenido de sales de calcio y de magnesio, bajo, para evitar incrustaciones en los aparatos, y a veces sabor amargo, comunicado por la última de las sales cuando se encuentra en cantidades superiores a 0,04 g por litro. Se proibirán asimismo las aguas con sulfatos.

En cualquier caso, antes de utilizar el agua se Someterá a un análisis prolijo, lo mismo en los casos en que se compruebe alguna anormalidad, que pudiera provenir de este origen.

En lo que se refiere al tenor microbiano, si bien se puede argumentar que en el proceso Appert los productos son sometidos a temperaturas capaces de destruir todos los microorganismos patógenos, solamente se debe usar en la elaboración de alimentos conservados en agua de bajo contenido microbiano.

Por otra parte, es obvio que si el lavado y la limpieza tienen como objetivo reducir el contenido microbiano, el agua debe contener pocos microorganismos.

**4.1.2 Cloración.** El método más usado actualmente para asegurar la pureza y el bajo contenido bacteriano del agua en la industria conservera, es la cloración. Su uso se ha extendido grandemente dado que contribuye a una mejor sanidad de la planta en varias formas.

- Reduce el contenido bacteriano en la planta y el producto.
- Elimina el depósito de materiales orgánicos y el desarrollo de microorganismos.
- Previene el desarrollo de olores provenientes de la materia orgánica.
- La materia prima es afectada favorablemente.
- Reduce la corrosión del equipo.

Se debe destacar que no es conveniente su uso para la preparación de jarabes, pues se comprobó que en aguas doradas de 5 a 10 p.p.m. se producen gustos desagradables en varios productos. La cloración se puede hacer en dos formas:

- ✓ Cloración marginal. Se llama así cuando se usa cloro suficiente para satisfacer parcialmente la demanda total de dicho elemento en el agua tratada. Se alcanza cuando quedan en el agua remanentes temporarios de cloro de algo menos de 0,5 p.p.m. y sirve para destruir microorganismos del tipo coli, cuando su número no es excesivo.
- ✓ Cloración a fondo. Consiste en la adición de cloro en cantidades más que suficientes, para satisfacer la total demanda de cloro en el agua tratada. Es preferido este sistema al marginal, pues mantiene residuos de cloro permanentemente libres.

En las operaciones de preparación se mantiene el agua con 2 a 5 p.p.m. de cloro libre a la salida. En la limpieza se aumenta el contenido de 10 a 20 p.p.m. o más alto.

Este tipo de cloración se puede realizar de dos maneras:

- En forma de gas cloro. Aunque es la más cara por el costo inicial del equipo, es la preferida.
- A base de soluciones de hipoclorito. Si bien el equipo es barato, en cambio los hipocloritos son considerablemente más caros que el gas como fuente de cloro.

**4.1.3 Exigencias de agua.** Las exigencias de agua en una fábrica dependen en gran parte del volumen de producción y de las exigencias particulares de los distintos productos elaborados. Sin embargo, difieren también de acuerdo a los métodos de elaboración y a los equipos utilizados.

Así cuando se trata de frutas peladas con lejía de sosa se necesita gran cantidad de agua para su ulterior lavado, siendo preciso en todos los casos disponer de agua a presión, a fin de que en el lavado sean eliminadas no sólo la tierra, sino todas las demás substancias extrañas.

Para dar una idea del caudal necesario diremos que Según Cruess en una fábrica de California de tomates y duraznos se gastan diariamente unos 4.500 litros de agua por tonelada de fruta.

**4.1.4 Vapor.** Es importante también tener en cuenta que en una fábrica de conservas se necesitan grandes cantidades de vapor para las distintas operaciones, calentar agua, tratamientos de los productos con vapor esterilización de dichos productos y maquinaria, etc. Por lo tanto, se deberá disponer de buenos generadores de vapor, que, de ser posible, serán dos para poder efectuar limpiezas periódicas en ellos sin interrumpir el trabajo y al mismo tiempo prevenir posibles accidentes que pudieran acarrear inconvenientes en la labor.

**4.1.5 Equipos de limpieza.** Siendo fundamental en una conservería la higiene, para asegurar la calidad y el buen éxito del trabajo, es también de gran importancia tener buenos equipos de limpieza, con los cuales diariamente se puede proceder, después de terminar el trabajo, al aseo completo y lo más prolijo posible de todo el local, de instalaciones y maquinarias.

Es importante asimismo, de ser posible, tener un equipo para efectuar la limpieza de los cajones de materia prima que llegan a la fábrica. En efecto, éstos retienen restos de frutas, zumos de las mismas, tomates, etcétera, que dan lugar a fermentaciones y desarrollo de mohos, produciendo posteriormente infecciones en los materiales allí envasados y aumentando correlativamente los riesgos de alteraciones no sólo en el producto fresco, sino en el mismo elaborado.

Por eso muchas fábricas tienen equipos que lavan y secan los cajones antes de devolvérselos al agricultor.

**4.1.6 Manejo de la planta.** Para mantener un elevado tipo de calidad es necesario contar con la ayuda de un director o jefe de industria que domine la técnica de elaboración, que tenga nociones de mecánica de conserva, que sepa dirigir a sus subordinados y que a la vez posea gran energía y entusiasmo.

Este director, a su vez, deberá contar con ayudantes o capataces competentes en las diferentes secciones, que tengan experiencia y estén familiarizados con las distintas operaciones y maquinarias, los que tendrán a su cargo la vigilancia directa del trabajo de los obreros.

**4.1.7 Disposición del local.** Es importante tener en cuenta varios factores en la disposición de los locales, a fin de facilitar el trabajo de la fábrica.

En primer lugar es conveniente planear la fábrica en un solo piso, pues de esta manera se facilita:

- El trabajo de vigilancia y dirección.
- El uso de sistemas de conducción y transporte dentro de la fábrica.
- Reducción del costo y sistematización del manejo de los materiales.

Los pisos de la fábrica deberán ser contruidos con materiales impermeables a fin de facilitar el lavado y secado, por lo menos una vez al día. En ese sentido, lo mejor es el piso de cemento armado, pero haciéndolo todo en un solo paño, para evitar que las zorras y transportadores rompan y desintegren el piso en las juntas de las distintas secciones.

En lo que respecta a los niveles, se les dará un desnivel de un centímetro por metro, cuidando de que todos los pisos no queden a más de 6 m del drenaje, a fin de facilitar el escurrimiento de las aguas. Las canaletas de desagüe serán también bastante anchas para evitar obstrucciones por residuos que puedan caer en ellas.

En cuanto a los techos, deberán ser altos para asegurar una buena ventilación, en especial teniendo en cuenta que durante el trabajo hay una gran cantidad de vapor liberado en las distintas operaciones, pudiéndose aumentar la eliminación de la humedad con ventiladores.

Es conveniente, a fin de asegurar la buena conservación de la limpieza y sanidad interior, tener una correcta iluminación, construyendo las paredes con suficientes aberturas de luz o utilizando ladrillos de vidrio. De esta manera se obtendrá una buena iluminación diurna, lo que redunda en un mejor trabajo y un mayor rendimiento de los obreros.

Asimismo se deberán pintar las paredes con pintura blanca lavable, la que tiene tres ventajas:

- Aumenta la iluminación natural.
- Permite descubrir fácilmente los lugares sucios.
- Hace posible su lavado.

Si se hiciera necesario efectuar trabajo nocturno, conviene disponer a este efecto de una iluminación bien potente, prefiriendo la iluminación por tubos, que es más económica, más eficaz y no daña tanto la vista.

**4.1.8 Transportadores.** El manipuleo de la materia prima puede efectuarse rápida y sistemáticamente, reduciendo al mismo tiempo el costo de producción con el uso de transportadores.

Estos pueden ser usados en casi todas las operaciones, desde la entrada de la materia prima en fábrica, ósea: transporte de fruta cortada y descaroada (deshuesada) a los peladores. De éstos a la lavadora de allí a las mesas sanitarias, donde llegaran los tarros vacíos por rieles especiales; una vez llenados los tarros, a las maquinas de cobertura, de allí a la preesterilización, luego a la cerradora y, por último, a la esterilización y al enfriado.

**4.1.9 Secciones.** Dentro de una fabrica de conservas, debemos considerar fundamentalmente tres secciones: 1. recibo (recepción) de materia prima; 2. Local de elaboración y 3. Esterilización.

La sala de recibo deberá ser amplia y estar colocada estratégicamente, con una buena plataforma de maniobras para permitir el acceso fácil de los vehículos y su rápida descarga. En esta sección deberá tenerse una báscula suficientemente grande, según la importancia del movimiento, para poder comprobar rápidamente el peso de la materia prima que entra en la fábrica. Este local

conviene que esté contiguo, pero separado de la planta de elaboración, para evitar que influya en él el calor propio de esta última, produciendo un aceleramiento en el proceso de maduración de la fruta.

El local de elaboración esta situado entre el de recibo y el de esterilización, debiendo hallarse provisto de buenos pisos y abundante agua para todas las operaciones y, además, para mantener una higiene perfecta dentro de él. En este local estarán dispuestas mesas de clasificación, cortado, descorazadoras, tamañadoras, peladoras, lavadoras, blanqueadoras y, llenadoras.

Podemos considerar como una sección aparte, dentro de ésta, la preparación de jarabes y salmueras, la cual deberá estar colocada en un nivel superior y, de ser posible, aislada con tejido fino, para evitar el acceso de moscas y otros insectos. Tenemos luego la sala de esterilización, donde se efectúa la preesterilización o exhausting, el cerrado y por último la esterilización enfriamiento de la lata.

Dado que tenemos aquí un ambiente muy húmedo por el continuo escape de vapor, es mejor que este local esté separado de la sala de elaboración, aunque contiguo a ella.

Otras secciones accesorias, pero no menos importantes, son: 1. la sala de calderas, que generalmente se sitúa en un local aparte del edificio principal; 2. depósito de envases vacíos y llenos, que deberá estar algo alejado de la sala de elaboración y esterilización, para evitar que el ambiente húmedo pueda arruinar los envases, y dentro del cual podemos destinar un sitio para el etiquetado de las latas; 3. cámaras frigoríficas para conservar la materia prima que, durante la máxima producción, puede llegarnos en cantidades superiores a nuestra capacidad de elaboración. Este material, si no es almacenado en condiciones, sufre alteraciones que se traducen en pérdidas, por lo que es conveniente almacenarlo en cámaras frías.

El problema puede ser solucionado almacenando la fruta en los frigoríficos comerciales, pero esto se hace costoso y además engorroso, pues hay que considerar el transporte del material desde la fábrica al frigorífico y viceversa, por lo que de ser posible, es conveniente que la fábrica tenga su propia planta frigorífica, que puede dar origen así mismo a negocios accesorios. Por último, como secciones de importancia secundaria, tendríamos: laboratorio, oficinas y baños.

**4.1.10 Maquinaria.** Esta parte deberá ser especialmente considerada, tratando de adquirir la mejor maquinaria en casas especializadas a ese efecto. Dentro de la eficacia, perfección y rapidez, deberá mirarse la parte de sencillez, a la vez que los menores gastos de atención, a fin de reducir los costos de producción.

Sobre este punto, no sólo se deben consultar los catálogos de maquinaria, sino, muy especialmente, visitar fábricas de conservas y asesorarse con los directores y capataces acerca de las ventajas e inconvenientes de las distintas máquinas.

## **4.2 CONDICIONES SANITARIAS**

Es importante mantener en la planta un estado sanitario adecuado para obtener productos de buena calidad.

**4.2.1 Accesos.** Los caminos de acceso a la fábrica deberán ser bien mantenidos, cuidando el buen drenaje de los mismos, y evitando que se acumulen suciedades y desechos que puedan dar lugar a infecciones.

**4.2.2 Edificios.** Deben tener:

- Buena iluminación.
- Buena ventilación para la eliminación de vapores, evitando el desarrollo de mohos y deterioro de las estructuras de madera y pinturas.
- Todas sus partes serán pintadas con colores claros y mantenidas limpias.

- Los pisos tendrán buenos declives para el escurrimiento de las aguas y el mantenimiento de la limpieza.
- En los lugares donde hubiese humedad o agua se colocarán rejillas portátiles para proteger a los obreros.
- Las aberturas deberán ser protegidas contra las moscas e insectos con rejillas metálicas.
- Los depósitos de materias primas serán a prueba de roedores y periódicamente se deberá realizar una campaña contra los mismos.
- Se deberá tener un local separado para la preparación de salmueras y jarabes debidamente protegido contra insectos y roedores.
- Se tendrá otro local separado para los elementos de limpieza, venenos contra insectos y roedores para evitar accidentes por equivocaciones.

#### **4.2.3 Agua.**

- Se dispondrá de un amplio abastecimiento de agua potable para todos los trabajos y usos de la planta.
- Los pozos y tanques deberán estar perfectamente protegidos Para evitar contaminación exterior (lluvias, insectos, roedores, pájaros, etc.)
- La potabilidad del agua deberá ser inspeccionada periódicamente.

#### **4.2.4 Materias primas.**

- Toda la materia prima deberá ser lavada, seleccionada e inspeccionada antes de su elaboración.
- No deberá ser usada ninguna materia prima con defectos graves que no puedan ser eliminados.
- El azúcar, la sal, harina y otros ingredientes deberán ser conservados y manipulados de manera que se eviten contaminaciones. Aquellos ingredientes que pueden ser atacados por insectos, deberán ser inspeccionados al ser adquiridos.
- Las bolsas de azúcar, sal y harina y los envases de otros ingredientes

deberán ser limpiados antes de volcar su contenido.

- No se usará ningún material que caiga al suelo, excepto los de gran tamaño como tomates, zanahorias, etc., que deberán ser lavados e inspeccionados nuevamente.

#### **4.2.5 Equipos.**

- Toda la maquinaria deberá ser reparada antes de la zafra y mantenida en buenas condiciones durante la misma.
- Todo el equipo deberá ser limpiado al finalizar la jornada para prevenir infecciones. En especial se pondrá la máxima atención en los depósitos de materia prima donde normalmente se acumulan residuos indeseables.
- Se dispondrá de un amplio abastecimiento de vapor, agua, cepillos, etc., para la limpieza del equipo.
- Se usarán de preferencia cañerías cortas, fácilmente desmontables, para efectuar su limpieza con eficacia. Las cañerías permanentes deberán permitir la recirculación de soluciones para su limpieza.
- Todos los utensilios como tachos, baldes, cucharones, etc., usados para productos alimenticios deberán ser mantenidos perfectamente limpios.
- Todos los pasillos y escaleras que estén situados sobre el equipo de productos alimenticios, deberán estar protegidos para evitar contaminaciones.
- Todos los tanques y otros equipos abiertos deberán ser cubiertos para protegerlos de infecciones.
- Los tanques y tolvas bajo el nivel del suelo deberán ser protegidos con brocales de unos 20 cm. de altura.
- Todos los cojinetes, etc., capaces de gotear aceite o grasa sobre el equipo, deberán ser provistos de recipientes de goteo que se vaciaran periódicamente. Asimismo se eliminarán los excesos de grasa de los engrasadores.
- El equipo usado para lavado, blanqueado, etc., deberá ser pro visto de una

corriente continua de agua fresca y un desagüe.

- Las salmueras y jarabes usados para productos no ácidos, no deberán ser conservados de un día para otro. Estos equipos serán vaciados al terminar la jornada.
- Los instrumentos de madera en contacto con alimentos, se mantendrán con la superficie lisa y lo más secos posible para facilitar su limpieza, de ser posible deberán ser sustituidos por metálicos.
- En las compras de equipos, fabricación o reparación de los mismos, se tendrá muy en cuenta su facilidad de limpieza.
- Los tanques elevados deberán estar equipados con sistemas que faciliten su limpieza.
- Los equipos como llenadores, blanqueadores, mezcladoras, etc., deberán ser mantenidos fríos cuando no se usan, para prevenir el desarrollo de bacterias termófilas.

#### **4.2.6 Envases.**

- Los envases vacíos deben ser perfectamente limpiados inmediatamente antes de ser llenados.
- Deben ser conservados de manera que se prevenga su infección por suciedad, insectos, roedores, etc.
- Los transportadores de envases también se mantendrán limpios para impedir que contaminen a los mismos.
- Los envases no se usarán para ningún uso que no sea el exclusivo que tienen.

#### **4.2.7 Residuos.**

- Los residuos sólidos y líquidos, deberán ser eliminados de la planta y sus alrededores lo más rápidamente posible.
- Serán recogidos en puntos apropiados en recipientes que se usarán exclusivamente para eso y que se mantendrán limpios.

- Los residuos que no se utilicen como alimento o fertilizante, serán retirados de manera que no produzcan olores, ni faciliten el desarrollo de insectos y roedores.
- El ensilado de arveja o maíz será montado sobre el piso de hormigón o silos con drenaje, para recoger los líquidos en pozos cubiertos que eviten malos olores.
- Los líquidos serán filtrados antes de su ulterior tratamiento.
- Si fuera necesario, temporalmente, conservar productos hinchados o con otros defectos, se hará en locales aparte protegidos contra insectos y roedores.

#### **4.3 ORGANIZACIÓN.**

Una de las claves de éxito dentro de toda fábrica es organizar y sistematizar el trabajo a fin de aumentar la eficacia al máximo. Para ello es necesario estudiar cuidadosamente, dentro de cada tipo de fábrica, las distintas operaciones y elaborar un plan de acción con anterioridad a la zafra de trabajo, el cual será ejecutado en las distintas secciones por los capataces respectivos, bajo la vigilancia del director técnico.

En primer lugar, la fábrica deberá contar con un experto conocedor de los distintos cultivos que interesan a aquélla y que al mismo tiempo tenga habilidad para tratar con el productor, consiguiendo de él la mejor calidad y el envío del producto en los momentos necesarios para la fábrica, de manera que ésta trabaje siempre a la máxima capacidad, sin peligro de tener un superabastecimiento.

Con respecto a las compras, deberán hacerse mejor por contrato, con anterioridad a la época de la cosecha. El comprador, después de estudiar las condiciones del cultivo y las probabilidades de la cosecha, y comprara ya sea en el mismo predio, o ya puesta directamente en fábrica. En esta forma, la fábrica,

salvo en casos especiales, como son accidentes climáticos, etc., puede tener ya una idea aproximada de la cantidad de materia prima de que podrá disponer.

Una vez en fábrica, el capataz de la sección de recibo deberá, al recibir la fruta, determinar su calidad para el uso a que se le destina, retirando muestras de cada carga de fruta u hortaliza, para lo cual será necesario que conozca bien las variedades y las distintas clasificaciones que se establecen en las mismas, para pagar de acuerdo con ellas. Sobre esto hay variación en las distintas fábricas, pues mientras unas hacen tres clasificaciones, otras hacen solamente dos.

Es importante, a fin de poder contar con clientes de confianza Y seguros, que esta clasificación se efectúe con toda honradez, evitando suspicacias del productor que pudiera dificultarnos posteriormente la obtención de materia prima.

En la sección de elaboración, deberemos contar, como ya dijimos con la supervisión del director, quien será secundado por capataces conocedores del trabajo en sus menores detalles, y capaces de efectuar ellos mismos, directamente, las distintas operaciones, oficiando así de instrucciones.

En cuanto a la esterilización, deberá ser dirigida por un hombre de gran experiencia y que sepa combinar los tiempos y temperaturas de esterilización, en relación con la calidad de la materia prima, tamaño madurez etc.

Si la esterilización es insuficiente, tendremos grandes pérdidas por alteraciones y fermentaciones de los productos elaborados. Por el contrario, si ha sido demasiado prolongada, el producto queda blando y en muchos casos desagregado. Por lo tanto, esta operación es la más delicada de todo el proceso, y el encargado de la misma lleva la más grande responsabilidad de la fábrica.

Otro punto importante es la preparación de los jarabes y salmueras, que deberá ser hecha con cuidado y conociendo muy bien la calidad de los azúcares y las sales utilizadas en ella.

Por último, es indispensable, para evitar fracasos en el negocio y cerrando el ciclo completo del proceso, contar con una excelente organización de ventas, que se encargue de obtener buena colocación de los productos, respaldada así mismo por una adecuada propaganda comercial.

## 5. RECIPIENTES PARA LA CONSERVA

El hombre tiene muchos competidores en la utilización de los alimentos que él produce, tales como: animales (roedores, insectos y microorganismos), que causan pérdidas, en varios estudios de producción, cultivo, cosecha, procesamiento, almacenamiento, transporte y venta de los alimentos. Si un microorganismo se desarrolla en el alimento, se inicia el proceso de deterioro, tales como putrefacción, fermentación o crecimiento de mohos. Los cuales, principalmente las bacterias y hongos, pueden afectar los alimentos y dejar sus toxinas u otras sustancias indeseables, causando enfermedades y hasta la muerte. En ese caso el empaque o envase previene del deterioro, asegurando así el consumo del producto.

El uso de empaques tenía mucho que ver con el concepto de supervivencia, pero en el medio moderno no sólo es supervivencia sino también disponibilidad del producto durante todo el año, independientemente de la estación de cosecha o producción.

En las sociedades modernas, la industria de alimentos es un gran usuario de empaques. Si nosotros tratamos de sacar un balance de la forma en la cual la tecnología del empaque se ha introducido en el mundo moderno, es evidente que el empaque pesa grandemente en forma positiva, verificándose avances en la higiene y almacenamiento de los alimentos, aparte de eso el empaque ha servido y servirá para reducir las pérdidas y hacer un eficiente negocio. Para lograr todo esto se podría aconsejar a los campesinos en un rápido y efectivo transporte de los productos a la planta de procesamiento y empaque para salvaguardar su calidad y cantidad, además, todos los desperdicios son dejados en el campo y las ciudades son mantenidas libres de ellos, que por otro lado requerirían ser incinerados o eliminados.

El costo del embalaje o envase es usualmente mínimo, comparado con el valor del producto que está siendo protegido. Si el envase o embalaje permite que el producto sea distribuido al consumidor en una forma útil y que no se rompa, dañe o inutilice a lo largo del camino, entonces la investigación en el embalaje es dinero bien gastado.

Un envase o empaque de alimentos es una estructura diseñada para contener un producto alimenticio en orden a: (a) Hacer más fácil y seguro su transporte., (b) Proteger al producto de la contaminación o pérdida., (c) Proteger al producto del daño y degradación., (d) Proveer una conveniente distribución del producto.

## **5.1 EMPACADO DE ALIMENTOS**

El papel económico que representa el envase en el mundo moderno es de primer orden y no como muchos lo consideran como una operación secundaria, el envase tiene diversas funciones que detallaremos más adelante, entre ellas están las alteraciones que pueden sufrir un alimento o un producto cualquiera si no se toman en cuenta ciertos criterios.

La industria del envase y del embalaje moderno se desarrolló después de la segunda guerra mundial y cuenta desde hace años con un número de personas empleadas, o indirectamente en el campo. No se puede efectuar una distinción entre los países desarrollados y subdesarrollados ya que existen países en vías de desarrollo en que la industria del envasado se halla muy adelantada y países industrializados donde se presentan grandes lagunas. La exportación de productos es una necesidad económica para los países de América Latina que buscan exportar cada vez más y a mayor distancia, esto implica envasar.

Escoger un buen empaque envuelve un gran número de consideraciones. Para muchos productos alimenticios hay un sólo objetivo, el empaque debe dar las condiciones óptimas de protección para mantener el producto encerrado en

buenas condiciones para su anticipada vida en almacenamiento. También se debe considerar algunas decisiones que son subjetivas. El empaque debe ser de tamaño y forma correcta, y su diseño debe atraer la atención del comprador. El desarrollo y el diseño del empaque ha hecho posible ofrecer al consumidor una gran variedad de productos alimenticios los cuales puede escoger con entera confianza.

En las sociedades modernas, la industria de alimentos es un gran usuario de empaques a nivel del consumidor. Si nosotros tratamos de sacar un balance de la forma en la cual la tecnología del empackado se ha introducido en el mundo moderno, es evidente que en el avance en la higiene y almacenamiento de los alimentos los empaques pesan grandemente en forma positiva.

**5.1.1 Definición de empaque.** Así, en lo fundamental, el empaque contiene, protege, preserva e informa. En algunos casos éste provee dos funciones que son las de venta y conveniencia. En un mundo donde la calidad del producto es alta en muchas formas, casi la única diferencia entre los productos es el tipo de empackado, y sólo el empackado influye en la operación de venta.

#### **5.1.2 Funciones del envase.**

- Contener, un envase no permite que el producto se pierda, por permeabilidad, o por vía de salida del mismo, aísla al producto del medio donde se encuentra y facilita su transporte.
- Proteger, protege al producto alimenticio de la contaminación evitando el daño o degradación permitiendo así que se encuentre en buenas condiciones físicas, químicas y organolépticas por un tiempo determinado.

Estas dos funciones están orientadas o forman parte de otra que es suministrar al consumidor un alimento de igual calidad a la de los productos frescos o recién preparados.

Adicionalmente surgen otras funciones con ayuda de impresión y decoración exterior (etiquetas).

- Comunicar, identificar el contenido tanto en cantidad, como en un tipo e instruye al consumidor cómo debe preparar el producto en el caso de que su uso no sea inmediato.
- Diferenciar, identifica al fabricante, su marca y calidad. Se aprecia por los beneficios en el mercadeo; todos sus similares tienen una forma parecida, sin embargo los consumidores y lo induce a la compra. Actualmente han tomado mayor importancia estas dos funciones por la tendencia actual a la distribución por autoservicios; que hace que el producto se venda por sí mismo.

**5.1.3 Qué debemos saber para producir un empaque satisfactorio.** Para el diseño de un empaque debemos considerar los factores por los cuales el producto puede ser dañado mecánicamente; o deteriorado bajo influencia dinámica y considerar éstos en relación con los peligros que encontrará durante el transporte, almacenaje y distribución. Tenemos que considerar los problemas de mercadeo, aspecto del producto, atractivo de venta, e inclusive el uso posterior del envase que le da el usuario.

Estos no son los únicos problemas, para un producto nuevo y en el caso de los antiguos es más recomendable reproducir las antiguas características del empaque.

Consideraciones que deben ser tomadas en cuenta:

- A) Acerca del producto
- B) Acerca de los peligros en el transporte
- C) Acerca del mercadeo
- D) Acerca de los materiales de empaçado y formas, maquinarias y costos de mano de obra

## 5.2 RECIPIENTES DE HOJALATA

El envase de hojalata lo patentó Durand en Inglaterra en 1810 y ha venido perfeccionándose desde ese entonces no sólo en tamaños, construcción y especificaciones, sino también en equipos para su fabricación. En cuanto a equipos de calentamiento de los envases, sólo hasta 1874 fue posible el perfeccionamiento de un recipiente cerrado que usara vapor a presión en forma segura, cuando un conservero de Filadelfia, Estados Unidos patentó el autoclave. En los últimos años se ha dedicado especial atención al diseño de procesos y equipos que garanticen un tratamiento térmico seguro y una buena calidad del producto.

Figura 6. Recipientes de hojalata.



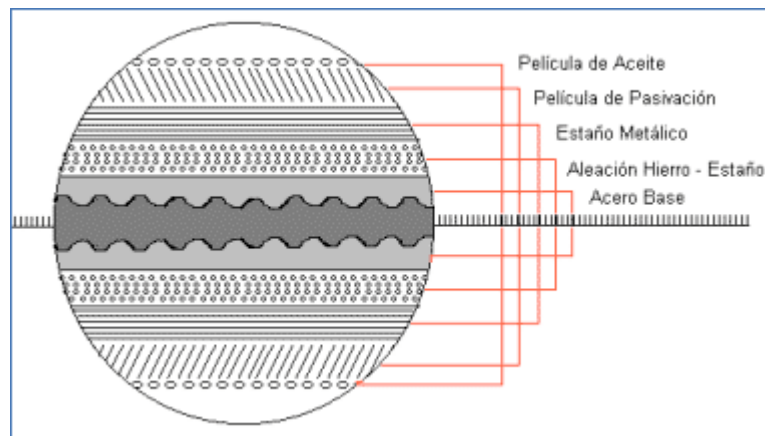
La hojalata es un material heterogéneo de estructura estratificada, cuya base está constituida por una Lámina de acero dulce de bajo carbono, recubierta por

ambas caras con una capa de estaño y que se utiliza en la fabricación de envases y partes para envases que deben reunir ciertas propiedades según el producto que contengan.

**5.2.1 Composición de la hojalata.** La hojalata está constituida por cinco capas, cada una de las cuales tiene diferente función:

- **Acero base:** proporciona rigidez al material, debido a su espesor y resistencia mecánica. Su composición química le da propiedades especiales de resistencia a la corrosión.
- **Aleación hierro-estaño:** constituida por el compuesto intermetálico Fe-Sn<sub>2</sub>. Por sus características electroquímicas, actúa como barrera contra la corrosión. Para su efectivo comportamiento, más que la cantidad, es importante su continuidad.

Figura 7. Sección transversal de la hojalata.



- **Estaño metálico:** el estaño tiene innumerables ventajas, las cuales han hecho de éste, el elemento más importante en la protección del acero usado para envases; en muchos alimentos actúa como simple barrera contra la

corrosión, ayuda a la soldabilidad, es una excelente base para litografiar y aplicar lacas. Con alimentos desestañadores actúa como elemento de sacrificio.

- **Película de pasivación:** permite, según su naturaleza, mejorar la resistencia de la hojalata a la sulfuración, a la oxidación y la herrumbre. Acondiciona, también, la adherencia de los barnices, tintas, lacas, etcétera.
- **Película de aceite:** protege la lámina de la humedad del aire y facilita su manejo. Es aplicada por un aceitador electrostático en ambas caras de la hoja.

**5.2.2 Características de la hojalata.** Las características de la hojalata están muy definidas y pueden medirse. Entre los factores más importantes se destacan los siguientes:

- **Tipo de acero.** El acero utilizado para la fabricación de la hojalata puede ser producido por los sistemas de colada continua o por lingoteras. De acuerdo con su composición química los tipos de acero más usados son los mostrados en la tabla 7.

Tabla 7. Tipos de acero.\*

Tipo de acero	Características
D	Acero apagado con aluminio (desoxidado). Es utilizado en embutidos profundos (envases de dos piezas, cuellos de aerosol, etcétera) o en aquellos procesos, en los cuales las arrugas de Luders son propensas a aparecer en el mecanizado.
L	Contiene bajas cantidades de elementos metaloides y residuales, tales como: Cu, Ni, Cr, Mo. Es usado para mejorar la resistencia a la corrosión interna de envases para ciertos productos alimenticios.
MR	Contiene bajos porcentajes de elementos residuales y una buena resistencia a la corrosión. Es el más común en el mercado y utilizado para propósitos generales, incluyendo los envases.

\*Según especificaciones de PRODENVASES CROWN.

- **Espesor.** El espesor de la hojalata está definido en los estándares convencionales como aquel que se encuentra en el rango de 0.15 mm a 0.50 mm en simple reducción y de 0.14 mm a 0.29 mm para la lámina de acero doblemente reducida. En el sistema métrico, el espesor se reporta en mm. En algunas partes del mundo se sigue utilizando el sistema inglés, el cual tiene como base la unidad conocida como caja base (CB), cuya área es equivalente a 112 láminas de 20 x 14 pulgadas.

Área CB 112 x 20 x 14 pulg. 31,360 pulg.<sup>2</sup>

Cuando la hojalata se vende en términos de caja base, el espesor es conocido como sustancia o peso base, el cual se define como las libras que pesa una caja base. La equivalencia entre lb/CB y mm está dada por la expresión.

Lb. /CB 349.85551 x espesor (mm)

- **Temple.** El acero base para la hojalata se clasifica según su temple el cual es un índice característico de las propiedades mecánicas del material.

A continuación, se muestran los diferentes grados de temple para láminas de acero simplemente reducida y doblemente reducida, así como sus aplicaciones.

Tabla 8. Tipos de temple de acero simplemente reducido.\*

<b>Designación</b>	<b>Dureza Rockwell 30 T deseada</b>	<b>Aplicación</b>
T1	46-52	Cuellos, boquillas, espitas, juguetes, fondos de envases de cinco galones para aceite y otros usos que impliquen embutidos profundos.
T2	50-56	Envases cuadrados pequeños, para pescado (ovales) y carnes saladas; anillos y otros usos con embutidos moderados.
T2 ½	52-58	Coronas, tapones de envases para pintura y otras aplicaciones en las cuales se requieran embutidos y durezas moderadas.
T3	54-60	Cuerpos de envases para aceite de cinco galones, envases grandes y otras aplicaciones que requieran un apropiado grado de dureza.
T4-CA (1)	58-64	Cuerpos y fondos de envases en los cuales se requiera una resistencia relativamente alta y tapas corona.
T5-CA (1)	58-64	Cuerpos y fondos de envases que requieran combinación de dureza alta, resistencia y buena disposición para dejarse formar.
T6-CA (1)	67-73	Cuerpos, fondos y tapas de envases con alta rigidez.

\*Según especificaciones de PRODENVASES CROWN.

Tabla 9. Tipos de temple de acero doblemente reducido

Designación	Dureza Rockwell 30 T deseada	Aplicación
DR 8 (2)	70-76	Cuerpos y fondos de envases de diámetros pequeños que requieran alta resistencia.
DR 9 (2)	73-79	Cuerpos y fondos de envases de diámetros grandes que requieran alta resistencia.
DR 9 M (2)	74-80	Cuerpos y fondos de envases de diámetros grandes que requieran alta resistencia.
DR 10 (2)	77-83	Cuerpos y fondos de envases que requieran alta resistencia

\*Según especificaciones de PRODENVASES CROWN.

(1) El sufijo CA significa recocido continuo.

(2) DR: metal base producido por el proceso de doble reducción en frío; ofrece mayor rigidez y resistencia que el metal base convencional y por lo tanto proporciona la misma resistencia en secciones más delgadas. Por estas ventajas pueden fabricarse más envases por unidad de peso de hojalata. Las características superficiales, distribución de los espesores y características químicas son comparables a aquellas del acero convencional.

- **Recubrimiento de estaño.** Hasta hace muy poco existían grandes limitaciones para los diferentes tipos de recubrimientos de estaño. Pero debido a investigaciones realizadas tanto por los productores de hojalata como por los usuarios de la misma, tendientes a rebajar costos, se pasó de recubrimientos de estaño de 5.6 g/m<sup>2</sup> a recubrimientos mínimos de 0.275 g/m<sup>2</sup>. Lo anterior trajo notables innovaciones en los procesos de fabricación de la hojalata y de los envases.

Las unidades más usadas para expresar el recubrimiento de estaño son g/m<sup>2</sup> y lb. /CB. A continuación se muestran los tipos de recubrimientos más comunes y

comerciales, así como los tipos diferencial y especial, con sus respectivas equivalencias.

Gracias a las bondades de la película hierro-estaño fue posible pensar en la fabricación de hojalata de bajo estañado (L.T.S. o lighty tincoated steel), que son materiales con una bajísima película de estaño y alta pasivación. La película de estaño puede ser o no ser completamente aleada, siendo la primera la que mejores resultados ha dado en el mercado.

Este tipo de hojalata tiene iguales o mejores comportamientos que la lámina cromada (tin free steel) y que la hojalata de recubrimiento normal (2.8/2.8 g/m<sup>2</sup>) cuando se usa lacado.

En Colombia se produce L.T.S. desde 1981 lo que representa grandes ahorros en la fabricación de envases debido a su bajo costo y alta versatilidad, de acuerdo con la norma ICONTEC y las normas internacionales.

- **Acabado.** El acabado es una característica física de la materia prima. A continuación se pueden observar los diferentes tipos de acabado sobre hojalata, sus principales usos y características. Además se presentan los rangos de rugosidad de los diferentes tipos de acero - lámina negra o black plate - utilizada para la fabricación de hojalata

Tabla 10. Acabados sobre la hojalata.

<b>Tipo</b>	<b>Principales usos</b>	<b>Características</b>
ESPEJO* (BRIGHT)	Envases para uso general	Acabado con estaño fundido, con brillo lustroso
MATE (MATTE)	Tapas corona	Acabado opaco, sin brillo, con estaño electrolíticamente depositado sin fundir sobre la lámina de acero de acabado mate.
PLATA (SILVER)	Envases para uso diverso, tapas corona.	Acabado con estaño fundido producido por un tratamiento especial dado al metal base.
BRILLANTE (STONE)	Envases para uso general	Acabado con estaño fundido, producido sobre el metal base, con una ligera apariencia opaca. Resistente al rayado durante la litografía o la fabricación.

\*Según especificaciones de PRODENVASES CROWN.

### 5.3 PROPIEDADES DEL ENVASE DE HOJALATA

#### 5.3.1 Por su resistencia.

- A altas diferencias de presiones (interna vs. externa) durante varios años.
- A altas y bajas temperaturas
- A la humedad del medio
- A golpes y maltrato durante su transporte y manejo

#### 5.3.2 Por su versatilidad.

- Puede contener todo tipos de productos, e incluso tóxicos, químicos y ácidos, sin destruir la hojalata
- Puede contener los productos en cualquier estado, sólido, líquido y gaseoso.
- Permiten empacar productos que serian poco atractivos en un envase transparente.
- Puede adquirirse con el exterior brillante (para etiquetas) o con el exterior impreso
- Puede adquirirse con diferentes sistemas de apertura.

### **5.3.3 Por su hermeticidad.**

- Garantiza un sellado hermético, eliminando los riesgos de contaminación, pérdida de vacío y de filtraciones.

### **5.3.4 Por su protección.**

- Conserva todas las propiedades organolépticas del producto durante todo el tiempo que el envase permanezca sellado.
- No altera el sabor, olor o color del producto envasado.
- No permite el deterioro físico del producto causado por la luz.
- Protege al producto de la humedad.
- Protege el producto del ataque de insectos, roedores, etc.

### **5.3.5 Por que es irrompible.**

- El envase de hojalata no se quiebra ni se rompe, eliminando el riesgo de perder la totalidad del producto que contiene.

### **5.3.6 Por su larga vida en estantería.**

- El producto en el envase sellado se conserva intacto durante largos periodos.
- No se requiere preservativos para prolongar la conservación de los alimentos, ya que esta se logra con el proceso de envasado al vacío y la esterilización.
- Preserva el valor nutricional del producto empacado.

### **5.3.7 Porque es liviano.**

- Es de fácil manipulación y almacenamiento.
- Tiene bajos costos de transporte.

### **5.3.8 Porque permite todo tipo de proceso de conservación.**

- Pasteurización.
- Vacío manual o automático.

- Llenado en caliente.
- Esterilización (autoclave) choques térmicos.
- Intercambio de gases.

### **5.3.9 Porque no puede ser abierto en el punto de venta.**

- Garantiza al envasador que sus productos se conservaran perfectamente en el punto de venta, sin perjuicio de su marca y del nombre de su compañía ante el consumidor final.
- Evita al envasador el riesgo de ser retirado del punto de venta por altas devoluciones de envases abiertos y productos dañados.
- En productos empacados al vacío evidencia si ya se ha iniciado el proceso de descomposición, al soplar el envase.

### **5.3.10 Porque es decorativo y diferenciador.**

- El envase puede ser bellamente impreso facilitando la autoventa del producto.
- Brinda al envasador una excelente oportunidad para diferenciar sus productos y publicitar su marca y su compañía.

## **5.4 RECOMENDACIONES EN EL MANEJO DE ENVASES**

**5.4.1 Como comprar los envases.** A la hora de hacer un pedido, o de seleccionar un envase debe tener en cuenta los siguientes factores: el producto que se desea envasar, el proceso de llenado y sellado que se utilizara, los procesos a los que será sometido el envase, el medio al que estar expuesto el envase (de transporte, ambiente, etc.).

Los envases se fabrican de acuerdo al producto que contendrá y a los procesos a los que será sometido. Por eso es absolutamente necesario que el comprador suministre esta información lo mas exacta y completa posible al proveedor.

**5.4.2 Como se debe manejar los envases.** Son muchos los factores que solos o combinados pueden en cualquier momento causar o iniciar un proceso de corrosión en los envases. La vigilancia constante y las buenas prácticas son la clave para lograr un éxito total contra la corrosión. Por eso se recomienda:

- No almacenar a altas temperaturas: Exposiciones prolongadas por encima de los 24 °C, causan un desarrollo temprano de abombamiento por hidrogeno, perforaciones y perdida del peso del recubrimiento de estaño de los envases. Por esto debe tenerse especial cuidado con la temperatura de las latas en el momento de empacarse en las cajas, al igual que con el método de arrume de estas en las bodegas. La oxidación no ocurre si la temperatura de las latas es igual o mayor a la atmósfera reinante, si la primera es menor la oxidación puede ocurrir dependiendo de la diferencia de temperatura, esta también puede presentarse durante el transporte de las latas frías por áreas calidas.
- No almacene en lugares de alta humedad relativa: La humedad de la superficie del envase podría empezar la formación de oxidación durante el almacenamiento. La introducción de vapor en bodegas, provenientes de tanques de salmuera, agua caliente, baños, autoclaves, revés de aire acondicionados, etc. Incrementan la humedad relativa y pueden también afectar la temperatura de la atmósfera.
- La oxidación también puede resultar de la exposición de los envases a atmósferas como los vapores de vinagre en una planta de conservas, una atmósfera con bióxido de azufre (  $SO_2$  ) pude originarse en una bodega donde se guarden alimentos conservados en esta sustancia.

- Evite empacar en cajas plásticas: Cuando se usan cajas plásticas o cajas resistentes a la humedad, se aumenta el riesgo de oxidación externa de los envases, ya que si se guardan muy fríos o húmedos la evaporación del agua será muy lenta.
- Tenga especial cuidado en las zonas costeras, son las de mayor riesgo de oxidación: Los envases localizados en bodega cerca de las zonas costeras o transportados por barco, están principalmente sujetos a oxidación externa por la acción corrosiva de la sal en forma de rocío que viene del mar. Para proteger a los envases de la sal y de la alta humedad del aire, es deseable almacenarlos en cajas herméticas. Las bodegas cerca al mar deberán ser construidas y ventiladas de tal manera que un mínimo de corriente de aire marino llegue a las áreas de almacenamiento.

**5.4.3 Como se nombran los envases.** El nombre de cualquier envase lo componen tres variables: su tamaño, su interior y su exterior.

- **Tamaño.** Definido por sus dimensiones y o su capacidad así:
  - Por las dimensiones del diámetro y la altura respectivamente.  
Generalmente utilizado para nombrar los envases para conservas y los envases para aerosol.  
Ejemplo: Envase 307X409= (3+7/16) pulg. De diámetro por (4+9/16) pulg. De altura.
  - Por la capacidad.  
Generalmente utilizado para los envases industriales. Ejemplo: 1 galón, ¼ de galón, 4 litros, 2 litros, 5 galones.
- **Interior.** Se refiere al tipo de recubrimiento que debe llevar el interior del envase. El tipo de recubrimiento depende directamente del producto que se envasará, solo así se protegerá el envase adecuadamente de la corrosión.

- **Exterior:** Puede ser de dos clases: Brillante, Cuando el envase es de color lámina o dorado (para etiquetar). Litografiado, Cuando el envase es impreso a uno más colores.

## 5.5 CAUSAS DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS

- ✓ Cuando la descomposición bacteriana es incipiente en el alimento, la bacteria crece antes de procesarse el alimento, debido a que generalmente, una vez sellado el envase transcurre un tiempo antes de ser pasteurizado o esterilizado.
- ✓ Cuando se presenta una contaminación del alimento debido a filtraciones en el envase, si este está mal soldado, grafado o sellado, puede provocar filtraciones de oxígeno o agua. La entrada de oxígeno ocasiona el crecimiento y reproducción de microorganismos que descompondrán el alimento. Así mismo si el agua utilizada para el procesamiento de la conserva estaba contaminada, al entrar al envase altera el alimento.
- ✓ Por un proceso de llenado inadecuado, ya sea porque se dejó muy poco o un excesivo espacio de cabeza entre la superficie del alimento y el nivel de sellado.
- ✓ Por un proceso de calentamiento inadecuado (pasteurización o esterilización), ya sea por:
  - La temperatura no es lo suficientemente alta para destruir a los microorganismos más resistentes.
  - El tiempo de exposición no es lo suficientemente largo.
  - El equipo no se encuentra en buenas condiciones.
  - El personal no está bien entrenado.
  - El cálculo del proceso de esterilización no fue el adecuado.

- Demasiada contaminación inicial de las materias primas e ingredientes.
- Malas prácticas de manufactura durante el proceso.

### **5.5.1 Alteraciones de los alimentos enlatados. Según las causas, las descomposiciones pueden ser.**

**Abombamiento Físico.** El abombamiento físico se provoca durante la esterilización por las siguientes condiciones:

- Presencia de una cantidad excesiva de aire en el bote al momento del cierre. El aire contribuye al aumento de la presión interna, que provoca la deformación del bote.
- Llenado excesivo de la lata.
- Esterilización a una presión demasiado elevada, que provoca la excesiva dilatación térmica del contenido.
- Imbibición de agua por el producto, que provoca un aumento del volumen del contenido.

**Abombamiento Biológico.** Este abombamiento es causado por el gas producido por microorganismos. El producto que presenta esa forma de abombamiento es peligroso para el consumidor.

Este desperfecto puede ser provocado por los siguientes factores:

- La presencia de aire en la autoclave, que impide una buena distribución del vapor y de la temperatura.
- Mal funcionamiento del termómetro.
- Llenado excesivo de las latas, por lo cual la distribución de la temperatura en el envase es menor.
- Contaminación excesiva de las materias primas utilizadas.

- Recontaminación del producto por el agua de enfriamiento a través de un cierre incorrecto del bote.

**Abombamiento Químico.** Se presenta como resultado de la producción de gas (generalmente H<sub>2</sub>) debido a la acción del contenido de la lata sobre el estaño, o debido a la liberación de CO<sub>2</sub> por la descomposición química de melazas, jarabes, extractos de malta, etc.

El abombamiento químico es favorecido por uno o más de los siguientes factores:

- Acidez del contenido.
- Utilización de latas no barnizadas.
- Temperaturas elevadas de almacenaje.
- Escasa expulsión del aire durante la preesterilización.
- Presencia de compuestos sulfurados o fosfatados.
- Utilización de latas con defectos.

## 6. ESTERILIZACIÓN POR EL CALOR

La esterilización por el calor es aquella operación unitaria en la que los alimentos son calentados a una temperatura suficientemente elevada y durante un tiempo suficientemente largo, como para destruir en los mismos la actividad microbiana y enzimática. Los alimentos, estabilizados por este sistema poseen una vida útil superior a seis meses. La esterilización de alimentos envasados provoca cambios sustanciales en su valor nutritivo y características organolépticas (olor, sabor, textura, aroma). Las mejoras en los procesos tecnológicos de esterilización van encaminadas, por tanto, a reducir efectos no deseados sobre los componentes nutritivos y las características organolépticas de los alimentos, bien sea reduciendo el tiempo de tratamiento de los productos envasados o esterilizándolos a granel en sistemas asépticos. En el Capítulo 3 se describe la teoría de la termodestrucción de los microorganismos y el efecto del calor sobre los nutrientes y componentes responsables de sus características organolépticas. En este capítulo se describe la influencia ejercida por la termorresistencia microbiana en el diseño de los procesos y las instalaciones de esterilización. Se tratará en primer lugar de las instalaciones de esterilización de productos envasados.

### 6.1 ESTERILIZACION EN EL ENVASE.

El tiempo de esterilización de un alimento depende de:

- La termorresistencia de los microorganismos y enzimas eventualmente presentes,
- Los parámetros de la esterilización,
- El pH del alimento,
- El tamaño del envase,
- El estado físico del alimento.

Para determinar el tiempo de tratamiento de un alimento es necesario conocer la termorresistencia, tanto de los microorganismos, como de los enzimas presentes en el mismo, así como la velocidad de penetración de calor. En el Capítulo 3 se describen los factores que influyen la termorresistencia de los microorganismos y enzimas y sus *valores D* y *Z*.

**6.1.1 Termorresistencia microbiana.** De entre los microorganismos patógenos esporulados eventualmente presentes en los alimentos de baja acidez ( $\text{pH} > 4,5$ ) el *Clostridium botulinum* es el más peligroso. Este microorganismo, que es capaz de crecer en condiciones de anaerobiosis en envases cerrados, eliminando al medio una exotoxina muy potente. Por ello, los procesos de esterilización se diseñan para que, como mínimo, sean capaces de su destrucción. Por lo general, como los alimentos pueden contener además otras bacterias más termorresistentes, se someten por lo menos a este tratamiento mínimo. (Tabla 11). En los alimentos moderadamente ácidos ( $\text{pH} 4,5-3,7$ ), para calcular los tiempos y temperaturas de tratamiento se emplean otros microorganismos (por ejemplo: mohos y levaduras) o enzimas termorresistentes. El objetivo de la esterilización en los alimentos ácidos ( $\text{pH} 3,7$ ) consiste en inactivar sus enzimas y es por ello que en estos alimentos los tratamientos de esterilización aplicados son más suaves (pasteurización).

Como la termodestrucción de los microorganismos sigue un curso logarítmico (Capítulo 3) la esterilidad total es imposible de alcanzar, aunque el tiempo de tratamiento se prolongue al infinito. Sin embargo, a partir de su termorresistencia y de la temperatura y tiempo de tratamiento, si puede calcularse la probabilidad de supervivencia en un envase de un único microorganismo. Ello nos lleva al concepto de esterilidad comercial, que es el riesgo de alteración que el industrial está dispuesto asumir. Así, por ejemplo, el proceso de esterilización capaz de reducir el número de microorganismos 8 reducciones decimales (un proceso equivalente a  $8D$ ) aplicado a un producto

que contuviera 105 esporos/envase reduciría el número de microorganismos en cada uno de ellos a  $10^{-3}$ , o lo que es lo mismo, un microorganismo por cada 1.000 envases. La estabilidad significa, por tanto, que la gran mayoría de los envases son estériles pero que existe, no obstante, la probabilidad de que en algunos de ellos, algún microorganismo no patógeno sobreviva al tratamiento.

Tabla 11. Termorresistencia de algunas de las bacterias esporuladas utilizadas para el cálculo de los procesos de esterilización de los alimentos de baja acidez.

Microorganismos	Valor z	Valor $D_{121}$ (min)	Alimentos típicos
<b>Termófilos (33-55°C)</b>			
<i>Bacillus stearothermophilus</i>	10	4,0	Verduras, leche
<i>Clostridium thermosaccharolyticum</i>	7,2-10	3,0-4,0	Verduras
<b>Mesófilos (10-40°C)</b>			
<i>Clostridium sporogenes</i>	8,8-11,1	0,8-1,5	Carnes
<i>Bacillus subtilis</i>	4,1-7,2	0,5-0,76	Productos lácteos
<i>C. botulinum</i> toxinas A y B	5,5	0,1-1,3	Alimentos de baja acidez
<b>Psicrófilos (-5-1,5°C)</b>			
<i>C. botulinum</i> toxina E	10	3,0 (60°C)	Alimentos de baja acidez

Adoptado de Lund (1975), Brennan y col. (1976) y Licciardello y col. (1967)

La probabilidad de supervivencia se halla determinada por el tipo de microorganismo eventualmente presente en la materia prima. Aquellos alimentos en los que existe riesgo de contaminación por *C. botulinum* se someten a procesos de esterilización equivalentes a  $12 D$ , pero estos procesos, aplicados a alimentos que contuvieran microorganismos más termorresistentes (Tabla 11) resultarían excesivos y provocarían una pérdida de calidad innecesaria. Por ello, con objeto de compaginar el número de envases alterados y la calidad nutritiva y organoléptica del alimento, en la práctica, se aplican procesos equivalentes a  $5D-8D$ , con los que, dada la inferior termorresistencia

de *C. botulinium*, su probabilidad de supervivencia es semejante a la que se obtendría con procesos equivalentes a 12 D.

Para que estos procesos produzcan los efectos esperados, la carga microbiana inicial del producto debe mantenerse lo más baja posible, mediante las adecuadas medidas de higiene durante su manejo y preparación, y en algunos alimentos, escaldándolos. Cualquier fallo en estos procesos incrementaría la tasa de contaminación inicial y como la destrucción es logarítmica, aumentaría el número de envases alterados. En las conservas, antes de mandar el producto al mercado, una determinada proporción de ellos se selecciona al azar y se incuba, para comprobar que el riesgo de alteración admitido no se supera.

Para poder ajustar el tiempo de tratamiento necesario para alcanzar la «esterilidad comercial» será preciso también disponer de los datos de penetración de calor en el envase durante el tratamiento térmico.

**6.1.2 Velocidad de penetración de calor.** El calor se transmite desde el vapor al agua a presión, a través del envase, hasta el alimento. Por lo general el coeficiente de transmisión de calor superficial es muy elevado y no constituye, por tanto, un factor limitante en la transferencia de calor. Los siguientes factores influyen de forma importante en la velocidad de penetración de calor al alimento:

**Tipo de producto:** Los productos líquidos o particulados (por ejemplo: Guisantes en salmuera) en los que se establecen corrientes de convección natural, se calientan más rápidamente que los alimentos sólidos (pastas a base de carne) en los que el calor se transmite por conducción (Figura 8). En los alimentos que se calientan por conducción el factor limitante lo constituye la baja conductividad térmica del propio alimento.

**Tamaño del envase:** La penetración del calor hasta el centro del envase es más rápida en los envases de menor tamaño.

**Agitación del envase:** En los alimentos viscosos o semisólidos (por ejemplo: Frijoles o salsa de tomate) la velocidad y calentamiento producida por las corrientes naturales de convección se puede aumentar invirtiendo el envase (Figura 9) y en menor grado, sometiéndolo a una agitación axial. Por ello, en estos envases la penetración del calor es más rápida.

**Temperatura de la autoclave:** Un mayor salto térmico entre el alimento y el medio de calentamiento hace que la penetración del calor sea más rápida.

**Forma del envase:** los envases más altos favorecen el calentamiento de aquellos alimentos en los que la transmisión del calor se produce esencialmente por convección.

**Tipo de envase:** la conductividad térmica de los materiales es muy distinta a la de los envases metálicos es más elevada que la de los de vidrio o plástico.

Figura 8. Transmisión de calor en envases (a) por conducción (b) por convección.

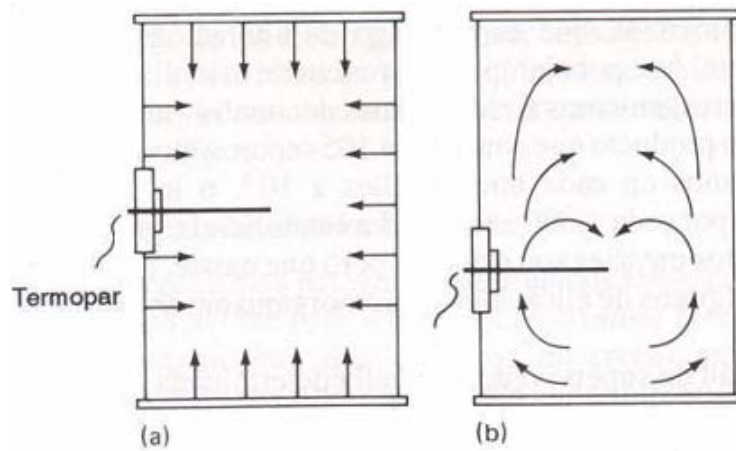
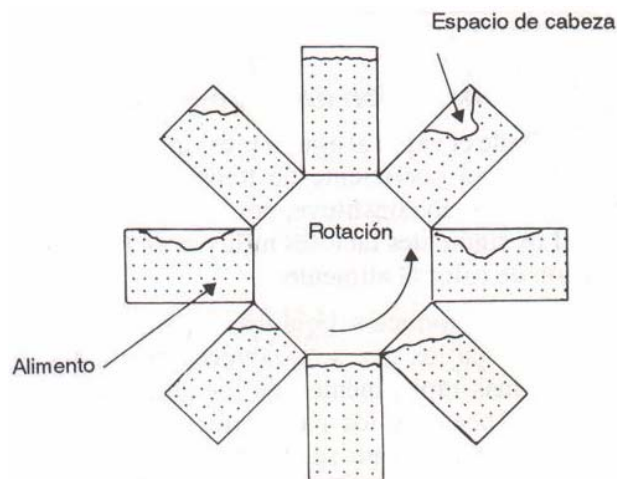


Figura 9. Agitación de envases por inversión.



La velocidad de penetración del calor se mide colocando un termopar en el centro térmico del envase (punto más frío) y registrando la temperatura a lo largo del proceso (se asume que el resto de los puntos de envase reciben más calor y que, por lo tanto, el proceso es suficiente). En los sistemas de esterilización continuos se utilizan registradores de temperatura miniaturizados cuyo termopar se coloca también en el punto más frío del envase.

En los envases cilíndricos el centro térmico de aquellos alimentos que se calientan por conducción se encuentra aproximadamente en el centro

geométrico y en los que se calientan por convección (Figura 8), en un punto situado en el eje geométrico longitudinal, a un tercio de su altura. Sin embargo, en los alimentos que se calientan por convección, la situación exacta de este punto varía de acuerdo con el alimento y debe por tanto determinarse experimentalmente. En la Figura 10 se muestra una gráfica de penetración de calor típica. En aquellos alimentos en los que el calentamiento se produce inicialmente por convección y después por conducción, (por ejemplo: alimentos muy almidonosos, en los que se produce la transición de sólido a pasta) la gráfica de penetración de calor presenta un cambio brusco en su trayectoria.

Para comparar la eficacia de distintos procesos de esterilización se utiliza el *valor F*; que representa la combinación de tiempo/temperatura recibida por el alimento. El *valor F* se representa con un subíndice que indica la temperatura del autoclave durante el tratamiento y el *valor z* del microorganismo contra el que el tratamiento va dirigido. Así, por ejemplo, un proceso de esterilización a 115°C calculado para un microorganismo con un *valor z* de 10°C se representarla de esta forma:  $F_{115}^{10}$

El *valor F* representa también el tiempo durante el que es preciso someter una población microbiana a una temperatura determinada para provocar una reducción en el número de microorganismos por un múltiplo equivalente al *valor D*. Se calcula de esta forma:

$$F = D(\log n_1 - \log n_2) \quad (6.1)$$

En la anterior expresión  $n_1$  representa la tasa inicial de microorganismos y  $n_2$  el número de microorganismos que quedan tras el tratamiento.

Se utiliza también un *valor F* de referencia, *valor F<sub>0</sub>*, que corresponde a una temperatura de tratamiento de 121°C para un microorganismo con un *valor z* de

100°C. Los *valores*  $F_0$  típicos son: para verduras en salmuera 3-6 minutos, para sopas 4-5 minutos y para carnes en salsa 12-15 minutos.

**5.1.3 Cálculo del tiempo de esterilización.** En las siguientes secciones se describen dos métodos para el cálculo de los tiempos de esterilización. Estos métodos han sido descritos con detalle por Stumbo (1973) y por Ball y Olson (1957) quienes han descrito también un método basado en la utilización de nomogramas.

**Método de la fórmula.** Este método permite el cálculo rápido del tiempo de esterilización para distintas temperaturas de tratamiento y tamaños de envases, pero para ello es preciso asumir las características del proceso de calentamiento. El método hace uso de la siguiente fórmula.

$$B = f_h \log \left( \frac{j_h I_h}{g} \right) \quad (6.2)$$

En ella,  $B$  (*minutos*) representa el tiempo de calentamiento,  $f_h$  (*minutos*) el tiempo que la gráfica de penetración de calor tarda en atravesar un ciclo logarítmico y  $j_h$  (*lag factor*) que se halla por extrapolación en la curva de calentamiento para hallar la temperatura pseudo-inicial del producto que es  $\theta_{pih}$  (Figura 10).

$$j_h = \frac{\theta_r - \theta_{pih}}{\theta_r - \theta_{ih}} \quad (6.3)$$

En la anterior expresión  $I_h = (\theta_r - \theta_{ih})^\circ C$  representa la diferencia entre la temperatura del autoclave y la temperatura inicial del producto,  $g$  es la diferencia entre la temperatura del autoclave y la temperatura final del

producto,  $\theta_r$  la temperatura del autoclave durante la esterilización y  $\theta_{ih}$  temperatura inicial del producto.

A excepción de  $g$ , el resto de los datos se obtienen de la gráfica de penetración de calor (Figura 10). El valor de  $g$  depende de los siguientes factores:

- ✓ El tiempo de muerte térmica del microorganismo para el que se calcula el proceso,
- ✓ La pendiente  $f_h$  de la gráfica de calentamiento,
- ✓ El valor  $z$  del microorganismo en cuestión,
- ✓ La diferencia entre la temperatura del autoclave y la del agua de enfriamiento.

Ball (1923), con objeto de tomar en cuenta estas variables comparaba el valor  $F$  a la temperatura del autoclave (denominado  $F_1$ ) con un valor  $F$  de referencia, equivalente a 1 minuto a 121°C (denominado  $F$ ). El tiempo de muerte térmica a la temperatura del autoclave se describe por el símbolo  $U$  y su relación con el valor de referencia  $F$  y el valor  $F_1$  es la siguiente:

$$U = FF_1 \quad (6.4)$$

Cuando el valor de referencia  $F$  se conoce, puede calcularse  $U$  hallando el valor correspondiente de  $F_1$  (en las tablas) (Tabla 12). El valor de  $g$  puede entonces calcularse a partir de  $f_h/u$  y de las tablas de  $g$  (tabla 13).

Tabla 12. Valores  $F_1$  correspondientes a diversas temperaturas de tratamiento (inferiores a 121 °C).

121- $\theta$ (°C)	Valor z					
	4,4°C	6,7°C	8,9°C	10°C	11,1°C	12°C
5,6	17,78	6,813	4,217	3,594	3,162	2,848
6,1	23,71	8,254	4,870	4,084	3,548	3,162
6,7	31,62	10,00	5,623	4,642	3,981	3,511
7,2	42,17	12,12	6,494	5,275	4,467	3,899
7,8	56,23	14,68	7,499	5,995	5,012	4,329
8,3	74,99	17,78	8,660	6,813	5,623	4,806
8,9	100,0	21,54	10,00	7,743	6,310	5,337
9,4	133,4	26,10	11,55	8,799	7,079	5,926
10,0	177,8	31,62	13,34	10,00	7,943	6,579
10,6	237,1	38,31	15,40	11,36	8,913	7,305

Adaptado de Stumbo (1973)

Figura 10. Curva de penetración del calor.

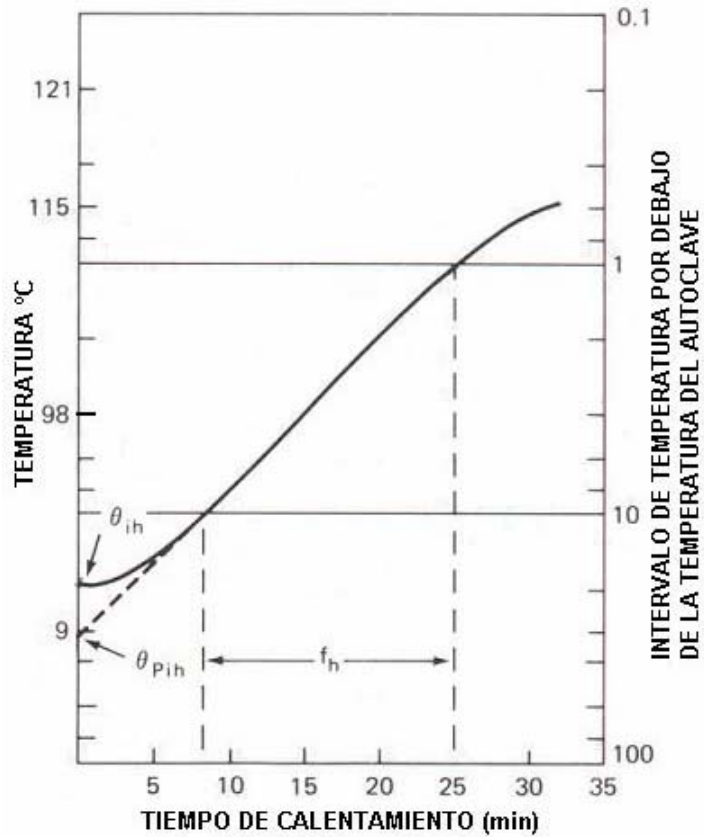


Tabla 13. Algunos valores de  $f_i/U$  y  $g$  para  $z=10$  y  $j_c=0.4-2.0$ .

$f_i/U$	Valores de $g$ para los siguientes valores $j_c$					
	0.40	0.80	1.00	1.40	1.80	2.00
0.10	0.0082	0.00948	0.00102	0.00114	0.00120	0.00133
0.20	0.0164	0.0189	0.0202	0.0228	0.0240	0.0266
0.30	0.0246	0.0284	0.0303	0.0342	0.0361	0.0399
0.40	0.0328	0.0379	0.0408	0.0456	0.0481	0.0532
0.50	0.0411	0.0474	0.0506	0.0570	0.0602	0.0665
0.60	0.0870	0.102	0.109	0.123	0.138	0.145
0.70	0.150	0.176	0.189	0.215	0.241	0.255
0.80	0.226	0.267	0.287	0.328	0.369	0.390
0.90	0.313	0.371	0.400	0.548	0.516	0.545
1.00	0.408	0.485	0.523	0.600	0.676	0.715
2.00	1.53	1.8	1.93	2.21	2.48	2.61
3.00	2.63	3.05	3.26	3.68	4.10	4.31
4.00	3.61	4.14	4.41	4.94	5.48	5.75
5.00	4.44	5.08	5.40	6.03	6.67	6.99
10.00	7.17	8.24	8.78	9.86	10.93	11.47
20.00	9.83	11.55	12.4	14.11	14.97	16.68
30.00	11.5	13.6	14.6	16.8	18.9	19.9
40.00	12.8	15.1	16.3	18.7	21.1	22.3
50.00	13.8	16.4	17.7	20.3	22.8	24.1
100.00	17.6	20.8	22.3	25.4	28.5	30.1

Existe todavía otro factor que influye sobre el valor de  $g$  el que se menciona más arriba en el punto 4 (la diferencia entre la temperatura del autoclave y la del agua de enfriamiento). En los alimentos enfriados por conducción, existe un periodo de demora («lag») que es el tiempo transcurrido hasta que el agua de enfriamiento comienza a enfriar el producto. Este periodo supone un calentamiento adicional que el alimento recibe desde que se cierra el flujo de

vapor. Por ello, es preciso también incluir un factor de intervalo de enfriamiento («cooling lag»). A este factor se le define como el tiempo que transcurre hasta que la curva de enfriamiento atraviesa un ciclo logarítmico y es análogo al factor de intervalo de calentamiento («heating lag factor»)  $j_c$ . Para hallar la temperatura pseudo inicial del producto  $\theta_{pic}$  al iniciarse el periodo de enfriamiento, la porción de enfriamiento de la curva de penetración de calor se extrapola de forma semejante a como se hizo para la obtención del valor  $\theta_{pic}$  valor  $j_c$  se calcula de la siguiente forma:

$$j_c = \frac{\theta_c - \theta_{pic}}{\theta_c - \theta_{ic}} \quad (6.5)$$

En esta expresión  $\theta_c$  ( $^{\circ}C$ ) representa la temperatura de enfriamiento del agua y  $\theta_{ic}$  ( $^{\circ}C$ ) La temperatura inicial del producto al comenzar la fase de enfriamiento.

Utilizando la Tabla 13 el valor de  $g$  se halla a partir del correspondiente valor  $j_c$ .

En los autoclaves discontinuos tan sólo durante el 40% del tiempo transcurrido para que el autoclave alcance la temperatura de tratamiento (tiempo de subida  $l$ ) se halla el producto a una temperatura con cierta capacidad letal. En estos casos el tiempo de tratamiento se obtiene a partir del tiempo  $B$  debidamente ajustado:

$$TiempoDeTratamiento = B - 0.4l \quad (6.6)$$

En aquellos alimentos con una gráfica de penetración de calor discontinua, las fórmulas a utilizar para estos cálculos son más complejas.

**Método general (método gráfico).** Mediante distintas combinaciones de tiempo de tratamiento/temperatura pueden obtenerse efectos letales idénticos. La curva de muerte térmica (TDT) (Figura 5) se puede representar mediante la siguiente ecuación:

$$TDT = 10^{(121-\theta)/Z} \quad (6.7)$$

En ella,  $\theta(^{\circ}C)$  representa la temperatura de calentamiento. Así, por ejemplo, si el producto se trata a  $115^{\circ}C$  y la mayor parte de los microorganismos termorresistentes poseen un *valor*  $Z$  de  $10^{\circ}C$ ,

$$TDT = 10^{(121-115)/10} = 3.9 \text{ min}$$

Es decir, 3,9 minutos a  $115^{\circ}C$  poseen un efecto letal equivalente a un minuto de calentamiento a  $121^{\circ}C$ .

El concepto inverso al de «tiempo de muerte térmica» (TDT) es el de «velocidad letal (lethal rate)». Un proceso de esterilización caracterizado por un valor de  $F_0 = 1$ , (es decir, 1 minuto de calentamiento a  $121^{\circ}C$ ) se dice que tiene una capacidad de esterilización equivalente a la unidad (unit sterility). Así, por tanto, la velocidad de muerte indica aquella fracción de la unidad de esterilización que se alcanza por el calentamiento durante un minuto a la temperatura del tratamiento ( $1/3,9 = 0,251$  en el ejemplo anterior). Como la velocidad de muerte depende del valor  $z$  del microorganismo para la que el proceso ha sido calculado y de la temperatura del producto, existen tablas en las que la velocidad de muerte puede obtenerse directamente. La Tabla 14 es para un valor de  $z$  de 10, que es el de la mayor parte de los esporos termorresistentes.

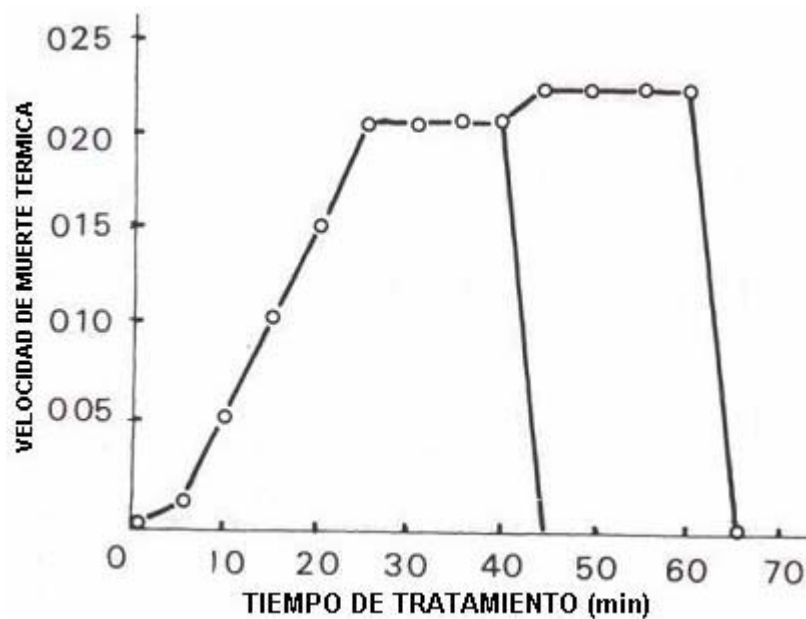
Las velocidades de muerte térmica se pueden hallar a partir de la gráfica de penetración de calor, bien sea construyendo la gráfica de tiempo de muerte térmica (TDT) y tomando su inverso (a partir de la Figura 5) a determinada temperatura, o bien a partir de la correspondiente tabla de velocidad de muerte térmica (Tabla 14). Seguidamente, las velocidades de muerte térmica se representan en función del tiempo de tratamiento (Figura 11) y se mide el área comprendida bajo la curva contando los cuadritos, o mediante un planímetro.

Tabla 14. Velocidades de muerte térmica para un valor de  $z=10^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Velocidad de muerte térmica ( $\text{min}^{-n}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Velocidad de muerte térmica ( $\text{min}$ )
90	0,001	108	0,049
92	0,001	110	0,077
94	0,002	112	0,123
96	0,003	114	0,195
98	0,005	116	0,308
100	0,008	118	0,489
102	0,012	120	0,774
104	0,019	122	1,277
106	0,031	124	1,945

\* A  $121^{\circ}\text{C}$  para 1 minuto  $\theta_1$   
Adaptado de Stumbo (1973)

Figura 11. Grafica de letalidad térmica.



En aquellos alimentos que se calientan por convección, la grafica de valor letal se emplea para determinar aquel punto durante el proceso en el que debe detenerse el calentamiento. Para ello se traza una línea paralela a la pendiente de enfriamiento de la gráfica, de forma que el área incluida bajo la misma sea equivalente a la letalidad que se pretende alcanzar.

## **6.2 PRESIÓN Y ESPACIO DE CABEZA EN LOS ALIMENTOS ENLATADOS**

El volumen sin llenar contenido en los recipientes herméticos, conocido usualmente como espacio de cabeza, es la parte más importante del contenido del recipiente.

Existen tres variables que hay que tratar en el espacio de cabeza: (1) el tipo y concentración de gas relativo en el espacio de cabeza, (2) el volumen del espacio de cabeza y (3) el vacío (o condición de presión) en el espacio de cabeza. En la industria de los alimentos enlatados generalmente establecen límites para estas tres variables.

**6.2.1 Gas en el espacio de cabeza.** En la mayoría de los alimentos enlatados la presencia de gas en el espacio de cabeza no es más que aire y vapor de agua. En algunos alimentos especiales el aire presente en el espacio de cabeza se puede bombear afuera, introduciendo un gas inerte como el nitrógeno, remplazando al aire.

**6.2.2 El volumen de espacio de cabeza.** Generalmente se asume que el espacio de cabeza no debe exceder el 10% de la capacidad total del recipiente, dado que el 90% se dispone para el producto. El volumen del espacio de cabeza puede afectar el proceso térmico por ejemplo: Los alimentos enlatados cuando se llenan y sellan en frío sin dejar espacio de cabeza puede suceder que la lata se hinche o abombe, de igual manera si el espacio de cabeza es demasiado grande

se puede presentar un sellado imperfecto del recipiente. El volumen del espacio de cabeza se puede controlar utilizando una maquina llenadora, la cual se encarga de dosificar el volumen del producto dentro de cada recipiente.

**6.2.3 El vacío en el espacio de cabeza de los alimentos enlatados.** "vacío " es el termino empleado para nombrar las condiciones de presión dentro de un recipiente hermético y es una medida del área en el cual el aire ha sido eliminado del recipiente. A cero vacío indica que la presión dentro del espacio de cabeza es igual a la atmósfera de presión; un vacío de 30 pulgadas de mercurio o 1 atm. indica que todo el gas ha sido removido del recipiente. Un manómetro de vacío mide la diferencia entre la presión atmosférica y la presión del recipiente, esta es usualmente calibrada para leerla en pulgadas de mercurio.

Diversos efectos deseables se le han atribuidos al vacío, pero hoy en día la industria del enlatado reconoce solo tres propiedades del vacío en los recipientes esterilizados los cuales son:

1. reducir la cantidad de oxígeno en el recipiente.
2. proporcionar una forma cóncava en la superficie del contenido del alimento dentro de la lata cuando el producto se encuentra una posición normal.
3. el vacío previene la distorsión o alteración de los alimentos tanto enlatados como en recipientes de vidrios.

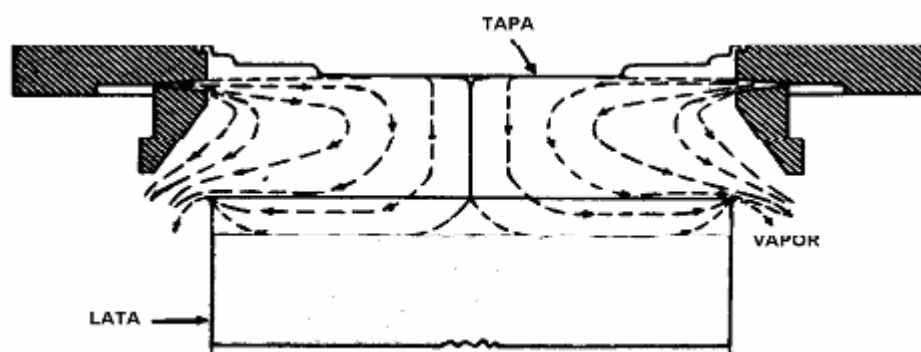
Cuando hay un vacío demasiado alto, no es muy aconsejable en los productos alimenticios, ya que puede causar perdida en la apariencia de estos haciéndolos poco atractivos.

**6.2.4 Métodos para producir vacío en los alimentos enlatados.** Existen tres métodos para producir vacío en los alimentos enlatados, estos son:

- Túnel de vapor o envasado en caliente. El contenido del recipiente está calentado a una temperatura de 71 °C a 82 °C, previo al cerrado del recipiente. La contracción del contenido del recipiente después del sellado produce el vacío.
- Mecánicamente. Una porción del aire contenido en el espacio de cabeza del recipiente es bombeada afuera del recipiente por medio de una bomba de gas.
- Desplazamiento del aire en el espacio de cabeza por medio del vapor. El vapor es inyectado dentro del espacio de cabeza, el cual en el recipiente desplaza al aire fuera de él, el recipiente es sellado inmediatamente, el vacío se produce cuando el vapor en el espacio de cabeza se condensa ver figura 6.5.

El efecto de la temperatura o el volumen del espacio de cabeza son de importancia secundaria cuando el vacío se produce por el método mecánico, sin embargo el espacio de cabeza es muy importante en los métodos de los túneles de vapor y desplazamiento por vapor.

Figura 12. Vapor inyectado dentro del espacio de cabeza para obtener vacío.



### 6.3 ESTERILIZACIÓN EN AUTOCLAVES

El objetivo de la esterilización es el producir una condición de esterilidad comercial en los alimentos enlatados, esto significa llevar a cabo una aplicación de calor la cual permite a los alimentos quedar libres de microorganismos cumpliendo con los requerimientos de salud pública.

Este proceso no ha sido diseñado para exterminar todos los microorganismos en los alimentos enlatados, en otras palabras, los alimentos enlatados son comercialmente estériles pero no bacteriológicamente estériles.

Los detalles de esta importante operación en el éxito del enlatado de alimentos levemente ácidos, ha sido una materia de mucha investigación para laboratorios conectados con la industria del enlatado.

Básicamente el estudio se ha realizado sobre las necesidades del crecimiento del *Clostridium botulinum*, esto ha encontrado la línea de división entre los productos ácidos de aproximadamente pH 4.6 en los cuales los microorganismos podrían crecer y aquellos en los cuales no podrán crecer. Este punto es muy importante porque para productos con altos niveles de pH mas o menos 4.6 deben ser procesados bajo presiones y temperaturas por encima de 100 °C, en este orden se asegura la destrucción de las esporas, mientras que los productos con pH menor a 4.6 puede ser asegura el procesamiento con 100 °C.

Por su importancia se hablara sobre procesos para enlatados de alimentos levemente ácidos en recipientes metálicos.

**5.3.1 Importancia del procedimiento y equipos apropiados.** Una adecuada supervisión del equipo y del proceso son esenciales para asegurar un procedimiento exitoso. Cerciorándose que todas las latas les sean suministradas la cantidad de calor requerido para prevenir la descomposición, el control

cuidadoso de la temperatura y los tiempos son esenciales. El procesamiento para enlatar alimentos es determinado por pruebas hechas con latas en vapor (libres de aire) a una temperatura específica controlada.

- **Autoclaves de esterilización.**

**Tipos.** Los procesos para el tratamiento de enlatados en sistemas de vapor saturado (libre de aire), discontinuo o por lotes y no agitado, de autoclaves verticales y horizontales.

**Operación y partes de los autoclaves.** Para la instalación y operación de autoclaves, aquí se tienen los requerimientos mínimos para la instalación y el procesamiento de alimentos de baja acidez.

- 1. Presión de vapor.** Debe ser la del vapor saturado a la temperatura del proceso de esterilización.
- 2. Flujo de vapor.** La línea que entrega el vapor a un grupo de autoclaves debe ser de un diámetro suficientemente grande que provea vapor para un mayor número de autoclaves.
- 3. Vapor de entrada.** De cada autoclave debe ser tal que provea suficiente vapor para llenarlo en un tiempo razonable, puede entrar más arriba del fondo, pero debe entrar al final o, al opuesto de la ventilación.
- 4. Controlador de vapor.** Cada autoclave debe tener un equipo de control automático de vapor para mantener la temperatura específica de esterilización según el producto. Este puede funcionar por si mismo y puede ser tan pequeño que se ubique en la entrada de vapor durante el periodo de carga.

**5. Diseminador de vapor.** El diseminador es una construcción perforada de la línea de ingreso de vapor al autoclave y no debe ser mayor que la línea de entrada. Los dispersadores son necesarios en todas las instalaciones excepto en las autoclaves verticales ventiladas en el fondo donde el vapor entra en la parte superior del autoclave. En autoclaves horizontales la tubería perforada debe extenderse a lo largo del fondo de la autoclave y las perforaciones deberán ubicarse en los 90 ° más superiores de este tubo. Para una mejor distribución el vapor debe entrar en el centro del fondo de la autoclave. Para autoclaves de más o menos 20 pies de largo es deseable tener dos entradas conectadas al dispersor localizado a un  $\frac{1}{4}$  de la distancia de cada terminal. En autoclaves verticales el tubo perforado usualmente tiene perforaciones a lo largo del lado superior del tubo.

Para asegurar una adecuada distribución del vapor, el número de perforaciones debe ser tal que el área de sección de la perforación es igual a  $1\frac{1}{2}$  a 2 veces el área de sección cruzada de la línea de entrada de vapor.

**6. By pass de vapor.** Un by pass de vapor para el control de válvulas es deseable para hacer posible una operación manual del autoclave en el evento de una falla del control de válvula y también para ingresar rápidamente vapor durante el periodo de carga cuando el vapor es usualmente demandado en la mayor cantidad que el control de la válvula sea capaz de manipular el by pass de vapor debe ser del mismo tamaño que el tubo que conduce el vapor al autoclave. Por seguridad el operador no debe abandonar el autoclave mientras el by pass este abierto.

**7. Válvula de seguridad.** Son necesarias para prevenir los excesos de presión en los autoclaves y la capacidad de alivio y tamaño de las válvulas de

seguridad, varia según el fabricante, tales especificaciones deben ser concretadas para las condiciones específicas de operación.

**8. Respiraderos.** Son grandes aberturas controladas por válvulas usadas para la eliminación de aire. Ellos deben ser instalados de manera que el aire pueda ser removido del autoclave tiempo antes que el proceso comience. Las ventilas deben ser controladas por compuertas o válvulas las cuales deben ser de total apertura para permitir una rápida descarga de aire del autoclave durante el periodo de ventilación.

Las ventilas y todas las líneas externas deben ser cortas y tan libres como sea posible de obstrucciones las cuales retardan una rápida descarga de aire. Todas las líneas deben descargar a la atmósfera tan cerca al autoclave como sea posible. No deben ser conectados directamente al sistema de drenaje, si el desfogue es usado como respiradero debe tener una válvula alivio en la línea antes de conectar al drenaje.

Esto se requiere para prevenir la caída en la presión durante la ventilación. La ventila debe ser localizada en el extremo opuesto de donde el vapor ingresa, el inicio del proceso no debe comenzar hasta que el autoclave ha sido adecuadamente ventilado y la temperatura ha sido alcanzada.

- Descripción del proceso en el autoclave. En este proceso los alimentos a ser esterilizados son primero llenados y sellados herméticamente en recipientes rígidos, flexibles y semirrígidos, tal como latas metálicas, frascos de vidrio, luego los recipientes son colocados en canastillas que se colocan dentro del autoclave.

Cada uno de los autoclaves es llenado de recipientes para ser esterilizados, las puertas del autoclave son cerradas y aseguradas, el aire es reemplazado por

vapor caliente a presión, consiguiendo una temperatura alrededor del punto de ebullición atmosférico del agua. Una temperatura común para la esterilización de alimentos enlatados 121 °C (250 °F), y como aproximadamente se adiciona una atmósfera de presión interna. Después los recipientes son expuestos a la temperatura de esterilización por un tiempo suficiente el cual se consigue un nivel de esterilización, el vapor es cerrado, y es introducida agua fría para realizar el enfriamiento de los recipientes y reducir su presión, de este modo se finaliza el proceso. Una vez que la presión de la autoclave vuelve a ser la presión atmosférica, las puertas pueden abrirse y viene el proceso de remoción de los recipientes, el lavado y el etiquetado y almacenaje.

Como se espera, en un tiempo considerable de trabajo es repetidamente cargado y descargado el autoclave. Después de cada carga del autoclave o batch de latas en las que ha sido completado el ciclo de la esterilización. Esto se conoce como un batch del autoclave el cual puede empezar para una labor muy intensiva una larga escala de producción. En plantas modernas de conservas de alimentos esta produce grandes volúmenes de alimentos enlatados operados con gran eficiencia pero usando sistemas de autoclaves continuos.

Tabla 15. Requerimientos Básicos De Los Autoclaves.

A - Línea de agua.	N - Termómetro.
B - Línea de vapor.	O - Difusor de agua.
C - Control de temperatura.	P - Válvula de seguridad.
D - Línea de rebose.	Q - Válvula de venteo.
E - Línea de drenaje.	R - Manómetro de presión.
E <sub>1</sub> - Filtros.	S - Control de aire de entrada.
F - Válvula cheque (check).	T - Control de presión.
G - Línea desde el tanque de agua caliente.	U - Línea de aire.
H - Línea de succión y manifold.	V - Para instrumentos de control de presión.
I - Bomba circulante.	W - Para instrumentos de control de temperatura.
J - Petcocks.	X - Tuercas de mariposa.
K - Línea de recirculación.	Y - Apoyo de la canasta.
L - Distribuidor de vapor.	Z <sub>1</sub> - Orificio de flujo constante.
M - Bulbo controlador de la temperatura.	

Figura 13. Autoclave horizontal.

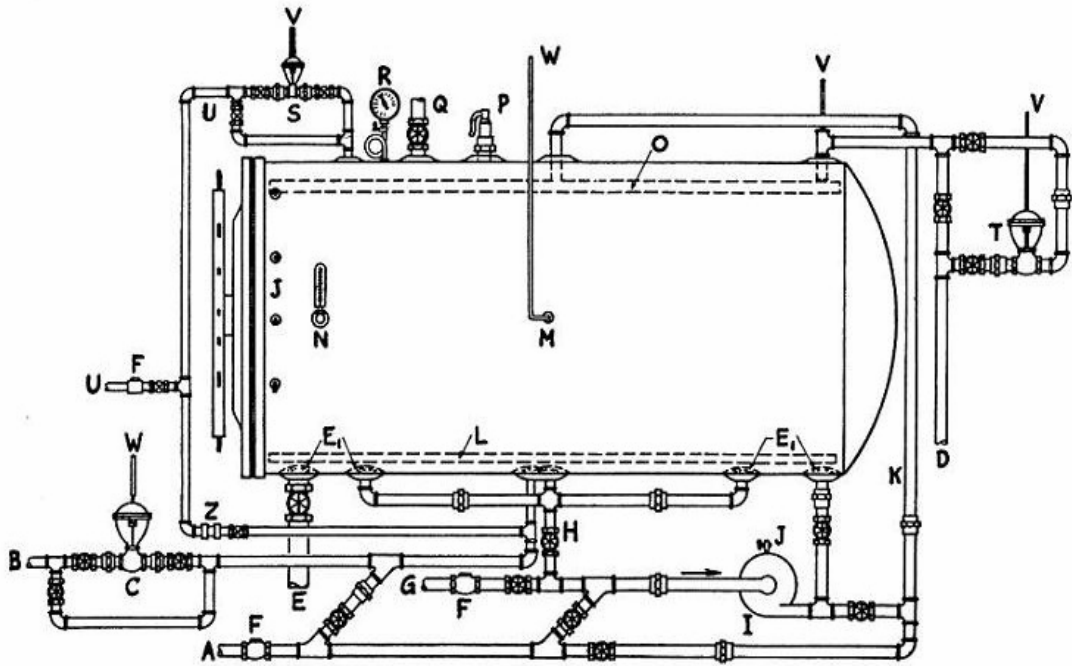
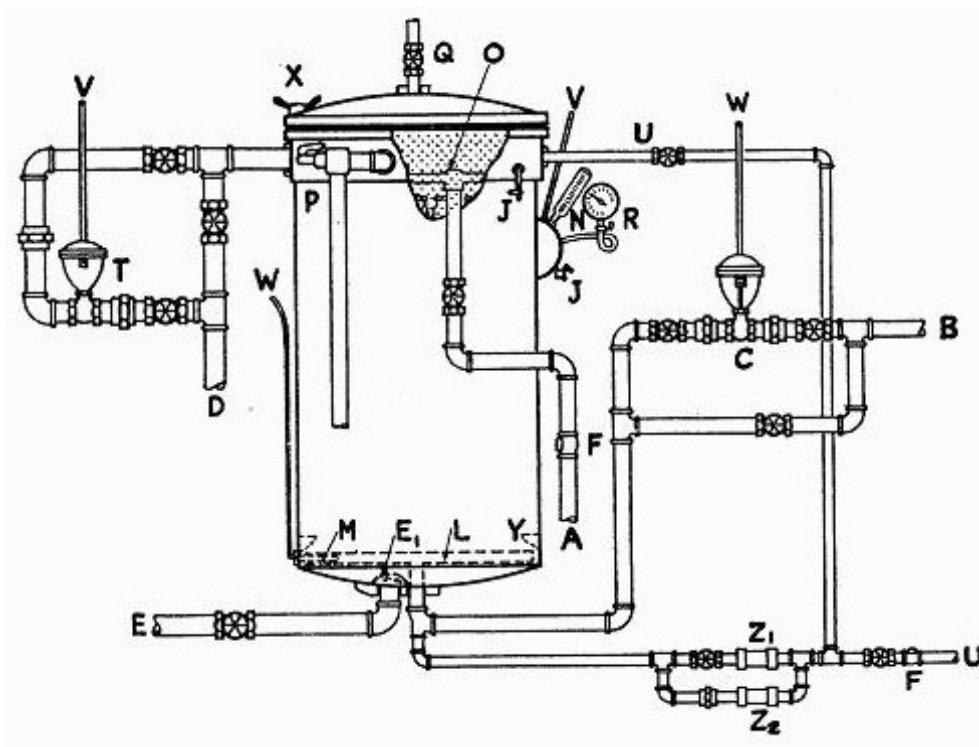


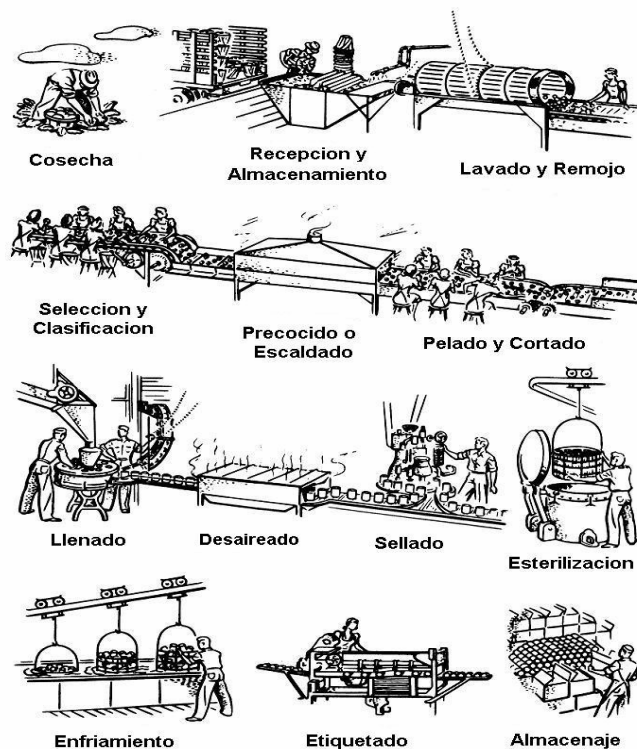
Figura 14. Autoclave vertical.



## 7. OPERACIONES PARA EL PROCESO DE ENLATADO DE FRUTAS Y VEGETALES.

### 7.1 DESCRIPCION DE LAS OPERACIONES

Figura 15. Principales operaciones de los alimentos enlatados.



**7.1.1 Recepción.** Se realiza con la finalidad de controlar el peso y examinar que las materias primas que llegan a la planta estén sanas, limpias y en buenas condiciones para procesarse. Es muy importante que todos los productos que muestran señales de descomposición sean desechados en ese momento.

**7.1.2 Almacenaje.** La mayoría de las frutas se procesan el mismo día que se reciben. Sin embargo, pueden ocurrir demoras antes que las materias primas sean transformadas haciéndose necesario un almacenaje preliminar en cuartos

fríos de conservación, el cual debe hacerse en las mejores condiciones y por el tiempo más breve posible.

Conviene recordar que los vegetales y frutas frescas continúan su proceso de maduración, y que también hay pérdida de agua por causa de reacciones físicas y químicas.

**7.1.3 Selección y clasificación.** La selección da una uniformidad más grande al producto terminado y estandariza ciertos pasos en el proceso de enlatado. Esto da la posibilidad al consumidor de distintos tamaños y diversos precios de acuerdo al tamaño.

**7.1.4 Lavado.** Es una operación esencial en el reenvasado. El lavado reduce el revestimiento mucilaginoso y la tierra que llevan adheridos considerados fuentes principales de la contaminación bacteriana.

Para la operación de lavado se requiere de una abundante cantidad de agua potable corriente y limpia. Si el producto es lavado en tanques, el agua deberá cambiarse frecuentemente, hasta estar seguro que el producto sea sacado del agua en vez de dejarlo en ella mientras escurre.

En las grandes fábricas es hecho por medio de agitación, consiste en transportar el producto a través de una corriente rápida de agua. Se puede usar aire comprimido para agitar el agua.

**7.1.5 Remojo.** Es un tratamiento importante en procesamiento de raciones, esta operación permite, un suavizamiento del revestimiento del grano, eliminación de olores y sabores característicos; termina de eliminar restos de tierra y disminución de carga microbiana, hinchamiento del grano y consecuentemente incremento del peso. En lo posible, el agua deberá ser cambiada cada dos horas

y ésta será limpia; no se usará agua recirculante o utilizada en otros procesos, para evitar la contaminación.

**7.1.6 Pelado y cortado.** El pelado consiste en la remoción de la corteza o cubierta exterior de algunas frutas o vegetales. Es muy importante que la operación del pelado sea ejecutada eficientemente para prevenir excesiva pérdida de producto útil. Todas las piezas u hojas, caso que la tuvieran deberán eliminarse porque puede influir en la descomposición y además darán al producto una apariencia pobre.

**7.1.7 Precocido o escaldado.** Tratándose de raciones secas el precocimiento constituye una operación fundamental del proceso. El precocido es un escaldado, pero en condiciones más intensas y su principal objetivo es ablandar por completo el grano de suministro, llegándose inclusive al rompimiento del revestimiento del producto.

La característica de esta operación es una prolongada cocción de 40 a 50 minutos a temperaturas cercanas a la de ebullición del agua dependiendo del tipo de alimento. La precocción se puede efectuar en agua potable, salmuera, agua de mar o vapor directo. También menciona que son importantes regular las condiciones de la precocción, puesto que influyen en el rendimiento y la calidad organoléptica del producto. Un tratamiento excesivo tiende a reducir el rendimiento, mientras que la precocción insuficiente no permitiría alcanzar el objetivo del tratamiento.

**7.1.8 Llenado.** Es conveniente llevar a acabo el llenado de los envases inmediatamente después de la preparación del producto para evitar su recontaminación y favorecer la temperatura de cerrado.

Las latas se llenan vaciando en los envases el producto, con su agente líquido de cobertura regado sobre aquel. Este deberá ser agregado en caliente para favorecer la salida del aire atascado en la base de la lata.

El llenado puede realizarse a mano o con máquinas. La elección del método dependerá de los productos a procesar. En las fábricas pequeñas normalmente llevan a cabo esta operación a mano pero, tratándose de productos delicados aún en las grandes fábricas, se emplea el llenado a mano, como es el caso de los espárragos. Frijoles y maíz pueden ser envasados utilizando la lata como cucharón y sumergiéndolo en el producto preparado con una mano, mientras con la otra se acomoda el producto.

Los envases metálicos y los de vidrio se lavan con agua y jabón, se enjuagan y se les transporta boca abajo para que escurran y deben permanecer invertidos hasta justo el momento de utilizarlos, a fin de evitar la recontaminación.

- Líquido De Cobertura. Se emplean salmueras, jarabes, caldos, aceites u otros ingredientes similares. El líquido de cubierta (o de llenado) cumple varias funciones y entre ellas, agrega sabor al producto, favorece la transferencia de calor, desaloja el aire atascado en el alimento, evitando la corrosión de la lata.

**7.1.9 Desaireado o evacuado de aire.** Es un método para producir vacío en los alimentos enlatados necesario por las siguientes razones:

- El evacuado elimina el oxígeno y otros gases que de estar presente, reaccionarán con el alimento y afectarían grandemente la calidad, el valor nutritivo y la duración en el mercado.
- Disminuye la posibilidad de fugas al producirse el estiramiento de la lata originado por la expansión del alimento y del aire residual durante el calentamiento.

- Creación de un vacío cuando la lata se ha enfriado y el vapor de agua interno se ha condensado.
- Preservación del contenido de vitamina C en alimentos que la posean.
- El evacuado eleva la temperatura del producto en la lata hasta la temperatura inicial del proceso.

El objetivo fundamental, es la eliminación del aire disuelto en el producto y la formación de un vacío ulterior dentro del envase.

**7.1.10 Cerrado.** Un cierre hermético bien hecho constituye un factor de seguridad importante para impedir la descomposición, corrosión y procura una larga vida a la conserva.

Industrialmente, el cierre de latas se lleva a cabo en dos pasos en máquinas automáticas de doble costura. Con estas máquinas, el envase, la tapadera y el mandril están estacionarios, los que giran, son los rodillos alrededor del envase.

El primer paso sirve para dar la forma debida a enrollar juntas las orillas de la tapa de la lata, con las de la lata misma. El segundo paso, es aplanar el borde del primer rollo producido en la lata por la primera operación. La costura se ejecuta mediante rollos perfectamente pulidos, de dimensiones exactas.

**7.1.11 Esterilización.** Esta operación es una, o tal vez la más importante en un proceso de enlatado, tratándose de alimentos con un pH de 4.5, es decir poco ácido, requieren un tratamiento térmico a presión superior a los 100°C y más propiamente entre 115°C y 121°C, en aparatos denominados retortas o autoclave.

La esterilización tiene por objeto causar la muerte por calor, de aquellos microorganismos presentes en la conserva y capaces de originar el deterioro del producto en almacenaje a condiciones normales de consumo.

El proceso de esterilización básicamente comprende tres etapas:

- Iniciación, o sea el tiempo requerido para llevar la temperatura.
- De espera, o sea el tiempo que la retorta se mantiene a la temperatura de procesamiento.
- De enfriado.

**7.1.12 Enfriado.** Las latas deben enfriarse lo más rápidamente posible al final del proceso de esterilización a fin de lograr la uniformidad del proceso y conservar la calidad del producto. Haciendo esto se evita el sobrecocinado del producto dañando su sabor, la distensión de las juntas y si demora el enfriamiento se estimula el desarrollo de esporas resistentes al calor y el moho.

El enfriamiento para envases con capacidades mayores a 300 gramos se recomienda que sea hecho a presión y dentro de la autoclave. Este puede hacerse mediante el uso de vapor y agua o mediante el uso del aire y agua.

Cuando el producto alimenticio se acerca a la temperatura de la retorta, la presión interna desarrollada al calentar se equilibra parcialmente con la presión del vapor de agua que rodea a los envases. Sin embargo, durante el periodo de calentamiento el alimento está a una presión menor que la retorta, por lo que los envases están siendo comprimidos, mientras que durante la esterilización y el enfriamiento el alimento está a presión mayor que la de la retorta por lo que los envases están experimentando tracción.

**7.1.13 Almacenaje.** Durante este periodo es importante regular la temperatura y humedad de la bodega, pues tienen un efecto definitivo en la conserva.

Si la temperatura sube, se deteriora la conserva y contextura del producto, debido a la continuación de reacciones químicas. Además al subir la temperatura, el vapor dentro de la lata disminuye, produciendo inflaciones y abultamientos de gas hidrógeno. Finalmente la bacteria que no se destruyó durante el proceso tiende a desarrollarse con el calor.

La temperatura en el almacén debe estar entre 10°C y 20°C con el fin de prevenir el deterioro. La humedad en el local de almacenaje debe mantenerse a un nivel bajo con el objeto de evitar el enmohecimiento de las tapas o latas. Se usarán estibas a fin que las cajas de conservas no entren en contacto con el suelo.

## **7.2 PROCESOS PARA FRUTAS Y VEGETALES**

### **7.2.1 Productos.**

- Frijoles con tocino en salsa.
- Alverjas al natural.
- Habichuelas al natural.
- Tomates enteros pelados.
- Duraznos enteros en almíbar.
- Rodajas de piña en almíbar.
- Conservas de fresas en almíbar.
- Pulpa de pitahaya en almíbar.
- Uchuvas en almíbar.

## **7.3 TIEMPOS DE ESCALDADO**

### **7.3.1 Frijoles con tocino en salsa.**

Para de dos toneladas de fríjol seco, se realiza primero lo siguiente:

Se colocan en remojo para que adsorban el treinta por ciento de agua aproximadamente, entonces tendríamos 2600 Kg. de fríjol mas agua.

Teniendo en cuenta que la marmita tiene de capacidad 455 litros pero para los frijoles se debe utilizar solo las tres cuartas partes de su capacidad.

Para 2600 Kg. de frijol remojado hay que preparar 780 litros de salsa. A cada marmita se le deben agregar doscientos kilogramos de frijol remojado más 60 litros de salsa, esto quiere decir que se necesitan 14 Bach entre las dos marmitas para procesar toda esta cantidad de frijol.

Para esta cantidad de materia prima y conociendo el volumen del recipiente donde se va a envasar, se puede calcular el número de latas aproximado:

$$V_{401 \times 411} = 995 \text{ cm}^3, \text{ menos el } 5\% \text{ de espacio de cabeza, entonces: } V_{\text{llenado}} = 945 \text{ cm}^3$$

$$\text{El número de latas a llenar sería: } N^{\circ} \text{ Latas} = \frac{3380}{0.945} = 3577 \text{ latas}$$

Tabla 16. Tiempo de escaldado para los frijoles con tocino en salsa.

N° Bach	Marmitas en operación	Capacidad por marmita (litros)	Tiempo de funcionamiento (min.)
1	2	390	55
2	2	260	40
3	2	260	40
4	2	260	40
5	2	260	40
6	2	260	40
7	2	260	40
8	1	260	40
<b>TOTAL</b>		<b>3380</b>	<b>335</b>

### 7.3.2 Habichuelas al natural.

Para 3 toneladas de habichuela, tenemos los siguientes datos:

3900 litros de habichuelas mas salmuera (3 ton. + 30 % de salmuera)

Tabla 17. Tiempo de escaldado para la habichuela al natural.

N° Bach	Marmitas en operación	Capacidad por marmita (litros)	Tiempo de funcionamiento (min.)
1	2	350	20
2	2	350	20
3	2	350	20
4	2	350	20
5	2	350	20
6	1	400	20
<b>TOTAL</b>		<b>3900</b>	<b>120</b>

Para esta cantidad de materia prima y conociendo el volumen del recipiente donde se va a envasar, se puede calcular el número de latas aproximado:

$$V_{401 \times 411} = 995 \text{ cm}^3, \text{ menos el 5 \% de espacio de cabeza, entonces: } V_{\text{llenado}} = 945 \text{ cm}^3$$

$$\text{El numero de latas a llenar seria: } N^{\circ} \text{ Latas} = \frac{3900}{0.945} = 4128 \text{ latas}$$

### 7.3.3 Arvejas al natural.

Para 3 toneladas de arveja, tenemos los siguientes datos:

3900 litros de arvejas mas salmuera (3 ton. + 30 % de salmuera)

Para esta cantidad de materia prima y conociendo el volumen del recipiente donde se va a envasar, se puede calcular el número de latas aproximado:

$$V_{401 \times 411} = 995 \text{ cm}^3, \text{ menos el 5 \% de espacio de cabeza, entonces: } V_{\text{llenado}} = 945 \text{ cm}^3$$

El numero de latas a llenar seria:  $N^{\circ} \text{Latas} = \frac{3900}{0.945} = 4128 \text{latas}$

Tabla 18. Tiempo de escaldado para la arveja al natural.

N° Bach	Marmitas en operación	Capacidad por marmita (litros)	Tiempo de funcionamiento (min.)
1	2	400	20
2	2	400	20
3	2	400	20
4	2	400	20
5	2	700	20
<b>TOTAL</b>		<b>3900</b>	<b>100</b>

### 7.3.4 Tomates enteros pelados.

Para 3 toneladas de tomate, tenemos los siguientes datos:

3300 litros de tomate mas salmuera (3 ton. + 10 % de salmuera)

Para esta cantidad de materia prima y conociendo el volumen del recipiente donde se va a envasar, se puede calcular el número de latas aproximado:

$V_{401 \times 411} = 995 \text{cm}^3$ , menos el 5 % de espacio de cabeza, entonces:  $V_{llenado} = 945 \text{cm}^3$

El numero de latas a llenar seria:  $N^{\circ} \text{Latas} = \frac{3300}{0.945} = 3492 \text{latas}$

Tabla 19. Tiempo de escaldado para los tomates enteros pelados.

Nº Bach	Marmitas en operación	Capacidad por marmita (litros)	Tiempo de funcionamiento (min.)
1	2	410	15
2	2	410	15
3	2	410	15
4	2	410	15
<b>TOTAL</b>		<b>3300</b>	<b>60</b>

### 7.3.5 Fresa, pitahaya y uchuva.

Para 1 tonelada de cada uno de estos productos adecuado y listo para su preparación.

En la marmita se utiliza en este producto solamente para preparar el líquido de cobertura, que es el 10 % de materia prima. Son 150 litros de líquido de cobertura a 35 grados brix.

Para esta cantidad de materia prima y conociendo el volumen del recipiente donde se va a envasar, se puede calcular el número de latas aproximado:

$$V_{300 \times 908} = 405 \text{ cm}^3, \text{ menos el } 5\% \text{ de espacio de cabeza, entonces: } V_{\text{llenado}} = 385 \text{ cm}^3$$

$$\text{El número de latas a llenar sería: } N^{\circ} \text{ Latas} = \frac{1100}{0.385} = 2857 \text{ latas}$$

Tabla 20. Tiempo de escaldado para Fresa, pitahaya y uchuva.

Nº Bach	Marmitas en operación	Capacidad por marmita (litros)	Tiempo de funcionamiento (min.)
1	1	150	15
<b>TOTAL</b>		<b>150</b>	<b>15</b>

### 7.3.6 Duraznos enteros, y Piña en rodajas.

Para 2 toneladas de piña y duraznos adecuados y listos para su preparación.

En la marmita se utiliza en este producto solamente para preparar el líquido de cobertura, que es el 15 % de materia prima. Son 300 litros de líquido de cobertura a 35 grados brix.

Para esta cantidad de materia prima y conociendo el volumen del recipiente donde se va a envasar, se puede calcular el número de latas aproximado:

$$V_{401 \times 411} = 995 \text{ cm}^3, \text{ menos el } 5\% \text{ de espacio de cabeza, entonces: } V_{\text{llenado}} = 945 \text{ cm}^3$$

$$\text{El número de latas a llenar sería: } N^{\circ} \text{ Latas} = \frac{2300}{0.945} = 2434 \text{ latas}$$

Tabla 21. Tiempo de escaldado para duraznos enteros y piña en rodajas.

N° Bach	Marmitas en operación	Capacidad por marmita (litros)	Tiempo de funcionamiento (min.)
1	1	300	30
<b>TOTAL</b>		<b>300</b>	<b>30</b>

## 7.4 CÁLCULOS DE LOS TIEMPOS DE ESTERILIZACIÓN

Para el cálculo de esterilización se empleará el método de la fórmula descrito en el capítulo seis. En el cual los productos se van a esterilizar a una temperatura de 115 °C, utilizando para el proceso un valor de:

$$F^{10}_{121,1} = 7 \text{ min.}$$

**7.4.1 Frijoles con tocino.** Los frijoles con tocino son un alimento de baja acidez. A partir de los datos de la gráfica de penetración del calor, (ver anexo C) se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\theta_{ih} = 75^{\circ}C$$

$$\theta_c = 38^{\circ}C$$

$$\theta_{ic} = 115^{\circ}C$$

$$\theta_{pic} = 110^{\circ}C$$

$$\theta_{pih} = 68^{\circ}C$$

$$\theta_r = 115^{\circ}C$$

$$f_h = 20 \text{ min}$$

El autoclave tardo 7 minutos en alcanzar la temperatura de esterilización.

De la ecuación (5.3)

$$j_h = \frac{115 - 68}{115 - 75} = 1.175$$

$$I_h = 115 - 75 = 40^{\circ}C$$

De la tabla 5.2 (para  $121.1 - \theta_r = 6,1$  y  $z = 10^{\circ}C$ ),

$$F_1 = 4,084$$

De la ecuación (6,4) se obtiene,

$$U = 7 \times 4,084 = 28,59$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{20}{28,59} = 0,7$$

De la ecuación 6.5 se obtiene,

$$j_c = \frac{38-110}{38-115} = 0,9$$

De la tabla 13, interpolando ( $f_h/U = 0,7$ ,  $j_c = 0.9$ ), obtenemos  $g = 0,182$

(Es decir el centro térmico alcanza  $114,81^\circ\text{C}$ ). A partir de la ecuación (6.2), se obtiene,

$$B = 20x \log\left(\frac{1,1175x40}{0,182}\right) = 48.24 \text{ min.}$$

A partir de la ecuación (6.6) se calcula el tiempo de esterilización de la siguiente forma:

$$\text{tiempo de esterilización} = 48,24 - (0,4x7) = 45 \text{ min.}$$

**7.4.2 Arvejas y habichuelas al natural.** De los datos de la gráfica de penetración del calor:

$$\theta_{ih} = 75^\circ\text{C}$$

$$\theta_c = 38^\circ\text{C}$$

$$\theta_{ic} = 115^\circ\text{C}$$

$$\theta_{pic} = 110^\circ\text{C}$$

$$\theta_{pih} = 55^\circ\text{C}$$

$$\theta_r = 115^\circ\text{C}$$

$$f_h = 9 \text{ min.}$$

El autoclave tardo 7 minutos en alcanzar la temperatura de esterilización.

De la ecuación (6.3)

$$j_h = \frac{115-55}{115-75} = 1,5$$

$$I_h = 115 - 75 = 40^\circ C$$

De la tabla 12 (para  $121.1 - \theta_r = 6,1$  y  $z = 10^\circ C$ ),

$$F_1 = 4,084$$

De la ecuación (6,4) se obtiene,

$$U = 7 \times 4,084 = 28,59$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{9}{28,59} = 0,3$$

De la ecuación 6.5 se obtiene,

$$j_c = \frac{38 - 110}{38 - 115} = 0,9$$

De la tabla 13, interpolando ( $f_h/U = 0,3$ ,  $j_c = 0,9$ ), obtenemos  $g = 0,0293$

A partir de la ecuación (6.2), se obtiene,

$$B = 9 \log \left( \frac{1,5 \times 40}{0,0293} \right) = 29,8 \text{ min.}$$

A partir de la ecuación (6.6) se calcula el tiempo de esterilización de la siguiente forma:

$$\text{tiempo de esterilización} = 29,8 - (0,4 \times 7) = 27 \text{ min.}$$

**7.4.3 Tomates en salsa.** De los datos de la gráfica de penetración del calor:

$$\theta_{ih} = 75^{\circ}C$$

$$\theta_c = 38^{\circ}C$$

$$\theta_{ic} = 115^{\circ}C$$

$$\theta_{pic} = 110^{\circ}C$$

$$\theta_{pjh} = 27^{\circ}C$$

$$\theta_r = 115^{\circ}C$$

$$f_h = 7 \text{ min.}$$

El autoclave tardo 7 minutos en alcanzar la temperatura de esterilización.

De la ecuación (6.3)

$$j_h = \frac{115 - 27}{115 - 75} = 2,2$$

$$I_h = 115 - 75 = 40^{\circ}C$$

De la tabla 12 (para  $121.1 - \theta_r = 6,1$  y  $z = 10^{\circ}C$ ),

$$F_1 = 4,084$$

De la ecuación (6,4) se obtiene,

$$U = 7 \times 4,084 = 28,59$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{7}{28,59} = 0,25$$

De la ecuación 6.5 se obtiene,

$$j_c = \frac{38 - 110}{38 - 115} = 0,9$$

De la tabla 13, interpolando ( $f_h/U = 0,25$ ,  $j_c = 0,9$ ), obtenemos  $g = 0,0244$

A partir de la ecuación (6.2), se obtiene,

$$B = 7x \log\left(\frac{2,2x40}{0,0244}\right) = 25 \text{ min.}$$

A partir de la ecuación (6.6) se calcula el tiempo de esterilización de la siguiente forma:

$$\text{tiempo de esterilización} = 25 - (0,4x7) = 22 \text{ min.}$$

**7.4.4 Piña y duraznos.** De los datos de la gráfica de penetración del calor:

$$\theta_{ih} = 75^\circ C$$

$$\theta_c = 38^\circ C$$

$$\theta_{ic} = 115^\circ C$$

$$\theta_{pic} = 110^\circ C$$

$$\theta_{pih} = 25^\circ C$$

$$\theta_r = 115^\circ C$$

$$f_h = 5 \text{ min}$$

El autoclave tardo 7 minutos en alcanzar la temperatura de esterilización.

De la ecuación (6.3)

$$j_h = \frac{115 - 25}{115 - 75} = 2,25$$

$$I_h = 115 - 75 = 40^\circ C$$

De la tabla 12 (para  $121.1 - \theta_r = 6,1$  y  $z = 10^\circ C$ ),

$$F_1 = 4,084$$

De la ecuación (6,4) se obtiene,

$$U = 7 \times 4,084 = 28,59$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{5}{28,59} = 0,18$$

De la ecuación 6.5 se obtiene,

$$j_c = \frac{38 - 110}{38 - 115} = 0,9$$

De la tabla 13, interpolando ( $f_h/U = 0,18, j_c = 0,9$ ), obtenemos  $g = 0,01760$

A partir de la ecuación (6.2), se obtiene,

$$B = 5 \log \left( \frac{2,25 \times 40}{0,01760} \right) = 19 \text{ min.}$$

A partir de la ecuación (6.6) se calcula el tiempo de esterilización de la siguiente forma:

$$\text{tiempo de esterilización} = 19 - (0,4 \times 7) = 16 \text{ min.}$$

**7.4.5 Fresas, pitahayas y uchuvas.** De los datos de la gráfica de penetración del calor:

$$\theta_{ih} = 75^\circ C$$

$$\theta_c = 38^\circ C$$

$$\theta_{ic} = 115^\circ C$$

$$\theta_{pic} = 110^\circ C$$

$$\theta_{pih} = 25^\circ C$$

$$\theta_r = 115^\circ C$$

$$f_h = 4 \text{ min}$$

El autoclave tardo 7 minutos en alcanzar la temperatura de esterilización.

De la ecuación (6.3)

$$j_h = \frac{115 - 25}{115 - 75} = 2,25$$

$$I_h = 115 - 75 = 40^\circ C$$

De la tabla 12 (para  $121.1 - \theta_r = 6,1$  y  $z = 10^\circ C$ ),

$$F_1 = 4,084$$

De la ecuación (6,4) se obtiene,

$$U = 7 \times 4,084 = 28,59$$

$$\frac{f_h}{U} = \frac{4}{28,59} = 0,14$$

De la ecuación 6.5 se obtiene,

$$j_c = \frac{38 - 110}{38 - 115} = 0,9$$

De la tabla 13, interpolando ( $f_h/U = 0,14$ ,  $j_c = 0,9$ ), obtenemos  $g = 0,01373$

A partir de la ecuación (6.2), se obtiene,

$$B = 4 \log \left( \frac{2,25 \times 40}{0,01373} \right) = 15 \text{ min.}$$

A partir de la ecuación (6.6) se calcula el tiempo de esterilización de la siguiente forma:

$$\text{tiempo de esterilización} = 15 - (0,4 \times 7) = 12 \text{ min.}$$

Tabla 22. Tiempos de esterilización calculados para los respectivos productos.

Producto	Tamaño De Recipiente (pulg.)	Tiempo De Esterilización (min.)
Fresas	300X308	12
Pitahaya	300X308	12
Uchuvas	300X308	12
Duraznos	401X411	16
Piña	401X411	16
Tomates	401X411	22
Arvejas	401X411	27
Habichuelas	401X411	27
Frijoles	401X411	45

## 7.5 CONTROLES DEL PROCESO PARA CADA PRODUCTO

### 7.5.1 Controles del proceso para frijoles enlatados con tocino.

Etapas	Equipos	Controles
<b>Recepción De Materia Prima.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bascula electrónica.</li> <li>• Carretillas.</li> <li>• Sonda para toma de muestras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesada de materia prima.</li> <li>• Grado de madurez.</li> <li>• Inspección de calidad.</li> <li>• Porcentaje de humedad.</li> </ul>
<b>Tamizado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamiz vibratorio.</li> <li>• Cajas plásticas no ranuradas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado de tamizado.</li> <li>• Rendimiento y averías.</li> </ul>
<b>Lavado Y Desinfección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua a presión por inmersión.</li> <li>• Cajas plásticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo</li> <li>• Temperatura del agua</li> <li>• Dosis de desinfectante.</li> </ul>
<b>Hidratación En Agua (Remojo).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanques de acero inoxidable o fibra de vidrio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del agua.</li> <li>• Tiempo.</li> <li>• Ph del agua.</li> <li>• Recambio del agua.</li> </ul>
<b>Precocción.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita con accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo.</li> <li>• temperatura.</li> <li>• Presión.</li> <li>• Recambio del agua.</li> <li>• Consistencia del grano.</li> </ul>

<b>Cocción Y Adición De Ingredientes.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gramera de control de peso.</li> <li>• Marmita a vapor con agitador eléctrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificación de ingredientes.</li> <li>• Forma de adición.</li> <li>• Homogenización.</li> <li>• Consistencia del grano.</li> <li>• Tiempo.</li> <li>• Temperatura.</li> <li>• Pruebas organolépticas.</li> </ul>
<b>Transporte Manual A La Dosificadota.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes de acero inoxidable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tiempo</li> </ul>
<b>Dosificado Y Llenado De Latas Con El Líquido De Cobertura.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificador.</li> <li>• Alimentador de latas (banda transportadora de latas vacías).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de dosificación.</li> <li>• Peso de dosificación.</li> <li>• Velocidad de dosificación.</li> <li>• Velocidad de alimentación de las latas.</li> </ul>
<b>Transporte De Latas Llenas Al Túnel De Vapor. (Exhausting).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Túnel de vapor.</li> <li>• Alimentador de latas llenas.</li> <li>• Alimentador de vapor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión del vapor.</li> <li>• Tiempo de recorrido.</li> <li>• Temperatura del producto.</li> <li>• Velocidad del recorrido.</li> </ul>
<b>Cerrado O Sellado De Latas Llenas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina cerradoras de latas cilíndricas (matriz 401X411).</li> <li>• Alimentador de tapas.</li> <li>• Alimentador de latas llenas.</li> <li>• Codificador de latas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del sellado.</li> <li>• Medidas estándares del sellado, ganchos de tapa y cuerpo.</li> <li>• Velocidad del sellado.</li> <li>• Temperatura.</li> </ul>
<b>Lavado De Latas Llenas Y Selladas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina continua lavadora de latas.</li> <li>• Accesorios: cepillos, agua caliente, detergente.</li> <li>• Alimentador de latas llenas y selladas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del agua.</li> <li>• Tipo de detergente (líquido no corrosivo).</li> <li>• Tipo de cepillos.</li> <li>• Velocidad del lavado.</li> </ul>
<b>Transporte De Latas Llenas Y Selladas Al Autoclave.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banda transportadora sinfín de cangilones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad del transportador.</li> </ul>
<b>Esterilización.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de vapor.</li> <li>• Presión del vapor.</li> <li>• Temperatura.</li> <li>• Nivel de llenado.</li> <li>• Temperatura del agua de llenado.</li> <li>• Válvulas de seguridad.</li> <li>• Válvulas de drenaje del agua.</li> <li>• Carta de registro de tiempo de esterilización por Bach.</li> </ul>

<b>Enfriamiento.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba centrífuga de agua potable.</li> <li>• Válvulas de control de entrada y salida de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de entrada y salida de agua.</li> <li>• Tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Autoclave.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banda transportadora.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas, montacargas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abolladuras y defectos de cierre.</li> </ul>
<b>Transporte De Latas Térmicas A La Bodega De Enfriamiento Y Cuarentena.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega de cuarentena.</li> <li>• Estibas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad relativa.</li> <li>• Tiempo de cuarentena.</li> <li>• Temperatura.</li> <li>• Codificación.</li> </ul>
<b>Transporte De Las Latas A La Sala De Revisión Limpieza, Etiquetado Y Empacado En La Caja Master.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas.</li> <li>• Maquina etiquetadora.</li> <li>• Accesorios de limpieza y secado.</li> <li>• Flejadora, sunchadora.</li> <li>• Cajas de cartón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Averías y fugas.</li> <li>• Estándares de sellado.</li> <li>• Defectos de sellado.</li> <li>• Calidad del producto terminado.</li> </ul>
<b>Transporte De Las Latas Terminadas Al Almacén De Producto Terminado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estibas.</li> <li>• Montacargas.</li> <li>• Bodega para el producto terminado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo y control de calidad del producto terminado.</li> <li>• Microbiológico.</li> <li>• Fisicoquímico.</li> <li>• Organoléptico.</li> </ul>

### 7.5.2 Controles del proceso para arvejas al natural.

<b>Etapas</b>	<b>Equipos</b>	<b>Controles</b>
<b>Recepción De Materia Prima.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bascula electrónica.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Cuarto frío.</li> <li>• Carretillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesada de materia prima.</li> <li>• Grado de madurez.</li> <li>• Inspección de calidad.</li> </ul>
<b>Desgranado Manual.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas de trabajo.</li> <li>• Canastillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de calidad.</li> <li>• Tamaño y forma.</li> <li>• Rendimiento.</li> </ul>
<b>Tamizado Y Clasificación Por Tamaño.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamices de plásticos estandarizados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño de la arveja.</li> <li>• Rendimiento del grado de clasificación.</li> </ul>
<b>Lavado Y Desinfección De La Arveja.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de inmersión.</li> <li>• Bomba de agua.</li> <li>• Compresor de aire.</li> <li>• Transportador de cangilones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo</li> <li>• Temperatura del agua</li> <li>• Concentración de la solución desinfectante.</li> <li>• Frecuencia de recambio de agua.</li> </ul>
<b>Escaldado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita a vapor.</li> <li>• Recipientes de acero inoxidable.</li> <li>• Tamices para drenado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura.</li> <li>• Tiempo.</li> <li>• Presión de vapor.</li> <li>• Grado de escaldado.</li> </ul>
<b>Preparación Del Líquido De Cobertura.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita con accesorios.</li> <li>• Gramera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificación de ingredientes.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dilución de ingredientes.</li> <li>• Tiempo y temperatura.</li> </ul>
<b>Llenado Manual De Latas Con Habichuela Escaldada.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes de llenado.</li> <li>• Granera de control de peso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso de drenado.</li> <li>• Peso de escurrido.</li> <li>• Volumen de llenado.</li> </ul>
<b>Dosificado Y Llenado De Latas Con El Líquido De Cobertura.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificador.</li> <li>• Alimentador de latas (banda transportadora de latas vacías).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de dosificación.</li> <li>• Peso de dosificación.</li> <li>• Velocidad de dosificación.</li> <li>• Velocidad de alimentación de las latas.</li> </ul>
<b>Transporte De Latas Llenas Al Túnel De Vapor. (Exhausting).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Túnel de vapor.</li> <li>• Alimentador de latas llenas.</li> <li>• Alimentador de vapor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión del vapor.</li> <li>• Tiempo de recorrido.</li> <li>• Temperatura del producto.</li> <li>• Velocidad del recorrido.</li> </ul>
<b>Cerrado O Sellado De Latas Llenas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina cerradoras de latas cilíndricas (matriz 401X411).</li> <li>• Alimentador de tapas.</li> <li>• Alimentador de latas llenas.</li> <li>• Codificador de latas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del sellado.</li> <li>• Medidas estándares del sellado, ganchos de tapa y cuerpo.</li> <li>• Velocidad del sellado.</li> <li>• Temperatura.</li> </ul>
<b>Lavado De Latas Llenas Y Selladas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina continua lavadora de latas.</li> <li>• Accesorios: cepillos, agua caliente, detergente.</li> <li>• Alimentador de latas llenas y selladas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del agua.</li> <li>• Tipo de detergente (líquido no corrosivo).</li> <li>• Tipo de cepillos.</li> <li>• Velocidad del lavado.</li> </ul>
<b>Transporte De Latas Llenas Y Selladas Al Autoclave.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banda transportadora sinfín de cangilones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad del transportador.</li> </ul>
<b>Proceso De Esterilización.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de vapor.</li> <li>• Presión del vapor.</li> <li>• Temperatura.</li> <li>• Nivel de llenado.</li> <li>• Temperatura del agua de llenado.</li> <li>• Válvulas de seguridad.</li> <li>• Válvulas de drenaje del agua.</li> <li>• Carta de registro de tiempo de esterilización por Bach.</li> </ul>
<b>Proceso De Enfriamiento De Latas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba centrífuga de agua potable.</li> <li>• Válvulas de control de entrada y salida de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de entrada y salida de agua.</li> <li>• Tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Autoclave.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banda transportadora.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas, montacargas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abolladuras y defectos de cierre.</li> </ul>

<b>Transporte De Latas Térmicas A La Bodega De Enfriamiento Y Cuarentena.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega de cuarentena.</li> <li>• Estibas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad relativa.</li> <li>• Tiempo de cuarentena.</li> <li>• Temperatura.</li> <li>• Codificación.</li> </ul>
<b>Transporte De Las Latas A La Sala De Revisión Limpieza, Etiquetado Y Empacado En La Caja Master.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas.</li> <li>• Maquina etiquetadora.</li> <li>• Accesorios de limpieza y secado.</li> <li>• Flejadora, sunchadora.</li> <li>• Cajas de cartón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Averías y fugas.</li> <li>• Estándares de sellado.</li> <li>• Defectos de sellado.</li> <li>• Calidad del producto terminado.</li> </ul>
<b>Transporte De Las Latas Terminadas Al Almacén De Producto Terminado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estibas.</li> <li>• Montacargas.</li> <li>• Bodega para el producto terminado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo y control de calidad del producto terminado.</li> <li>• Microbiológico.</li> <li>• Fisicoquímico.</li> <li>• Organoléptico.</li> </ul>

### 7.5.3 Diagrama de proceso para habichuela al natural.

<b>Etapas</b>	<b>Equipos</b>	<b>Controles</b>
<b>Recepción De Materia Prima.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bascula electrónica.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Cuarto frío.</li> <li>• Carretillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesada de materia prima.</li> <li>• Grado de madurez.</li> <li>• Inspección de calidad.</li> </ul>
<b>Selección Y Clasificación.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa con banda transportadora.</li> <li>• Canastillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de calidad.</li> <li>• Tamaño y forma.</li> <li>• Grado de madurez.</li> <li>• Defectos morfofisiologicos y morfogenticos</li> </ul>
<b>Lavado Y Desinfección De La Habichuela.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de inmersión.</li> <li>• Bomba de agua.</li> <li>• Compresor de aire.</li> <li>• Transportador de cangilones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo</li> <li>• Temperatura del agua</li> <li>• Concentración de la solución desinfectante.</li> <li>• Frecuencia de recambio de agua.</li> </ul>
<b>Corte, Desfibrado Y Despuntado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa de trabajo.</li> <li>• Banda transportadora.</li> <li>• Tablas de propileno.</li> <li>• Canastillas y cuchillos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de calidad.</li> <li>• Tipo y forma de corte.</li> </ul>
<b>Escaldado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita a vapor.</li> <li>• Recipientes de acero inoxidable.</li> <li>• Tamices para drenado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura.</li> <li>• Tiempo.</li> <li>• Presión de vapor.</li> <li>• Grado de escaldado.</li> </ul>
<b>Preparación Del Líquido De Cobertura.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita con accesorios.</li> <li>• Gramera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificación de ingredientes.</li> <li>• Dilución de ingredientes.</li> <li>• Tiempo y temperatura.</li> </ul>

<b>Llenado Manual De Latas Con Habichuela Escaldada.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes de llenado.</li> <li>• Granera de control de peso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso de drenado.</li> <li>• Peso de escurrido.</li> <li>• Volumen de llenado.</li> </ul>
<b>Dosificado Y Llenado De Latas Con El Líquido De Cobertura.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificador.</li> <li>• Alimentador de latas (banda transportadora de latas vacías).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de dosificación.</li> <li>• Peso de dosificación.</li> <li>• Velocidad de dosificación.</li> <li>• Velocidad de alimentación de las latas.</li> </ul>
<b>Transporte De Latas Llenas Al Túnel De Vapor. (Exhausting).</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Túnel de vapor.</li> <li>• Alimentador de latas llenas.</li> <li>• Alimentador de vapor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión del vapor.</li> <li>• Tiempo de recorrido.</li> <li>• Temperatura del producto.</li> <li>• Velocidad del recorrido.</li> </ul>
<b>Cerrado O Sellado De Latas Llenas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina cerradoras de latas cilíndricas (matriz 401X411).</li> <li>• Alimentador de tapas.</li> <li>• Alimentador de latas llenas.</li> <li>• Codificador de latas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del sellado.</li> <li>• Medidas estándares del sellado, ganchos de tapa y cuerpo.</li> <li>• Velocidad del sellado.</li> <li>• Temperatura.</li> </ul>
<b>Lavado De Latas Llenas Y Selladas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina continua lavadora de latas.</li> <li>• Accesorios: cepillos, agua caliente, detergente.</li> <li>• Alimentador de latas llenas y selladas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del agua.</li> <li>• Tipo de detergente (liquido no corrosivo).</li> <li>• Tipo de cepillos.</li> <li>• Velocidad del lavado.</li> </ul>
<b>Transporte De Latas Llenas Y Selladas Al Autoclave.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banda transportadora sinfín de cangilones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad del transportador.</li> </ul>
<b>Proceso De Esterilización.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flujo de vapor.</li> <li>• Presión del vapor.</li> <li>• Temperatura.</li> <li>• Nivel de llenado.</li> <li>• Temperatura del agua de llenado.</li> <li>• Válvulas de seguridad.</li> <li>• Válvulas de drenaje del agua.</li> <li>• Carta de registro de tiempo de esterilización por Bach.</li> </ul>
<b>Proceso De Enfriamiento De Latas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bomba centrifuga de agua potable.</li> <li>• Válvulas de control de entrada y salida de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de entrada y salida de agua.</li> <li>• Tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Autoclave.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Banda transportadora.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas, montacargas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abolladuras y defectos de cierre.</li> </ul>

<b>Transporte De Latas Térmicas A La Bodega De Enfriamiento Y Cuarentena.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega de cuarentena.</li> <li>• Estibas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedad relativa.</li> <li>• Tiempo de cuarentena.</li> <li>• Temperatura.</li> <li>• Codificación.</li> </ul>
<b>Transporte De Las Latas A La Sala De Revisión Limpieza, Etiquetado Y Empacado En La Caja Master.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas.</li> <li>• Maquina etiquetadora.</li> <li>• Accesorios de limpieza y secado.</li> <li>• Flejadora, sunchadora.</li> <li>• Cajas de cartón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Averías y fugas.</li> <li>• Estándares de sellado.</li> <li>• Defectos de sellado.</li> <li>• Calidad del producto terminado.</li> </ul>
<b>Transporte De Las Latas Terminadas Al Almacén De Producto Terminado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estibas.</li> <li>• Montacargas.</li> <li>• Bodega para el producto terminado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestreo y control de calidad del producto terminado.</li> <li>• Microbiológico.</li> <li>• Físicoquímico.</li> <li>• Organoléptico.</li> </ul>

#### 7.5.4 Control del proceso para tomates enteros pelados.

Etapas	Materiales	Acciones
<b>Manejo Post-Cosecha Del Tomate.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canastillas adecuadas para recolección.</li> <li>• Guantes.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Tabla de colores.</li> <li>• Anillos de medición.</li> <li>• Calibrador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar el tomate.</li> <li>• Seleccionar la variedad en el lugar de recolección.</li> <li>• Tomar grados brix, contenido de pulpa y porcentaje de agua.</li> </ul>
<b>Recepción Y Pesado En Planta.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bascula electrónica.</li> <li>• Canastillas.</li> <li>• Carretillas.</li> <li>• Kit de muestreo.</li> <li>• Pinzas.</li> <li>• Cuchillas.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Peachimetro.</li> <li>• Material y equipo de control de calidad.</li> <li>• Tablas estándares para medición de grados brix y color, grado de madurez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de muestreo para lotes y sublotos de tomates.</li> <li>• Registro de pesos y medidas.</li> <li>• Análisis de muestras y registros de datos.</li> <li>• Aceptación de producto apto para procesar</li> </ul>
<b>Selección Y Clasificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa de trabajo con banda central transportadora.</li> <li>• Tanques de recepción con transportador de cangilones.</li> <li>• Lámparas de luz de neon adecuadas.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Guantes especiales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar tomate maduro apto para el proceso de acuerdo a los estándares establecidos.</li> <li>• Clasificar el tomate por: grado de madurez, grados brix, ph, color, olor, sabor.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablas estándares para tamaño, forma y color por grado de madurez.</li> </ul>	
<b>Lavado Y Desinfectado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de lavado con transportador de cangilones.</li> <li>• Solución desinfectante de hipoclorito de sodio.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Reloj de control.</li> <li>• Bombas para agua potable.</li> <li>• Filtros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfectar el tomate en solución autorizada y grado de concentración.</li> <li>• Controlar el tiempo y temperatura.</li> </ul>
<b>Escaldar El Tomate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque para escaldado a vapor, con transportador de malla en acero inoxidable.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Manómetro.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Reloj de control.</li> <li>• Solución de ácido cítrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportar el tomate lavado al tanque escaldador.</li> <li>• Controlar la temperatura y el tiempo de escaldado, así como también el nivel de desprendimiento de la cutícula.</li> </ul>
<b>Separar Piel O Cutícula Y Drenar.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manómetro y termómetro.</li> <li>• Canastillas de acero y rejilla para drenar.</li> <li>• Carretillas.</li> <li>• Bascula.</li> <li>• Reloj de control.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Pinzas.</li> <li>• Guantes.</li> <li>• Cubetas de acero inoxidable.</li> <li>• Cilindros.</li> <li>• Solución antioxidante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez escaldado el tomate se procede a separar la piel en forma manual y obtener el tomate entero.</li> <li>• Sumergir el tomate en solución antioxidante.</li> <li>• Tomar muestras y medir ph, acidez, y grados brix.</li> <li>• Inspeccionar el nivel de pelado.</li> <li>• Drenar bien el tomate pelado.</li> <li>• Controlar el tiempo.</li> </ul>
<b>Envasado Y Adición De Ingredientes.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes dosificadores para llenar latas.</li> <li>• Cubetas de acero inoxidable.</li> <li>• Latas cilíndrica de 401X411.</li> <li>• Mesa de acero inoxidable con banda central transportadora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportar el tomate pelado a la mesa de llenado.</li> <li>• Llenar los envases.</li> <li>• Controlar el nivel de llenado el tiempo y la temperatura.</li> <li>• Controlar el peso escurrido sólido.</li> <li>• Adicionar solución de sal, pimienta, ajo, y cebolla.</li> </ul>
<b>Evacuación Del Aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Exhausting o túnel de vapor.</li> <li>• Bandas transportadoras.</li> <li>• Termómetros y</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuar el aire contenido en las latas llenas por medio del vapor en el exhauster.</li> <li>• Controlar el tiempo de</li> </ul>

	manómetros.	recorrido.
<b>Cerrado O Sellado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina cerradora de latas cilíndricas.</li> <li>• Calibradores.</li> <li>• Micrómetros.</li> <li>• Tabla de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del sellado mediante el cierre: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. operación de engargolado, superpegación del gancho de la tapa y cuerpo.</li> <li>2. operación idéntica a la anterior.</li> </ol> </li> <li>• Aplicar las medidas estándares para esta lata.</li> </ul>
<b>Lavado De Las Latas Selladas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavador de latas continuo.</li> <li>• Bomba y filtro para recirculación del agua.</li> <li>• Solución de detergente no corrosivo.</li> <li>• Enjuague con agua limpia caliente.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar tiempos de lavado, temperatura y presión del vapor.</li> <li>• Evitar abolladuras en la manipulación y transporte.</li> <li>• Controlar el tipo de detergente.</li> </ul>
<b>Esterilización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportador continuo y/o discontinuo.</li> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Válvulas de evacuación automáticas.</li> <li>• Termómetros, manómetros.</li> <li>• Termocuplas.</li> <li>• Cartas o diagramas de tiempos de esterilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura de esterilización.</li> <li>• Registrar los tiempos iniciales y finales.</li> <li>• Calibrar las termocuplas.</li> <li>• Controlar con las fichas cada Bach o lote de esterilización.</li> </ul>
<b>Enfriamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua potable.</li> <li>• Tanque de reserva de agua.</li> <li>• Bomba.</li> <li>• Tubería de entrada y salida.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• terminada la esterilización se aplica el enfriamiento de las latas esterilizadas con agua a temperatura ambiente.</li> <li>• control del tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Bach Del Autoclave Y Secado De Las Latas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rampa de descarga.</li> <li>• transportador.</li> <li>• túnel de aire.</li> <li>• compresor y accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar el autoclave.</li> <li>• Transportar al secador.</li> <li>• Secar las latas en el túnel de aire.</li> </ul>
<b>Empacado Al Granel Y Cuarentena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Códigos y fichas de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacar al granel y dejar en cuarentena, una vez cumplido el tiempo se realizan las tomas de muestras y análisis de laboratorio</li> </ul>
<b>Revisión Y Etiquetado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas.</li> <li>• Etiquetadoras.</li> <li>• Gomas autoadhesivas.</li> <li>• Lanillas y estopas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inspección de latas esterilizadas.</li> <li>• control de etiquetas</li> </ul>

<b>Almacenaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Cajas de cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del llenado y codificado de cajas.</li> <li>• Codificación por lotes de producción</li> </ul>
-------------------	--	--

### 7.5.5 Control del proceso para duraznos enteros en almíbar.

Etapas	Materiales	Acciones
<b>Recepción Y Pesado De Duraznos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carretillas</li> <li>• Bascula electrónica</li> <li>• Brixometro</li> <li>• Canastillas plásticas</li> <li>• Anillos de medición.</li> <li>• Tabla de colores.</li> <li>• Laboratorio de control de calidad.</li> <li>• Penetrometro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de muestras e inspección visual.</li> <li>• Medición de los grados brix.</li> <li>• Medir forma y diámetro.</li> <li>• Registrar el peso.</li> <li>• Evaluar la consistencia.</li> </ul>
<b>Selección Y Clasificación.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas de trabajo.</li> <li>• Banda transportadora.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Lámparas adecuadas.</li> <li>• Tanque de descarga de canastillas con banda transportadora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación por tamaño y forma.</li> <li>• Tamaño y forma.</li> <li>• Grado de madurez.</li> <li>• Defectos.</li> <li>• Separar la materia prima dañada.</li> <li>• Pesar y registrar.</li> </ul>
<b>Lavar Y Desinfectar.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de lavado con solución desinfectante.</li> <li>• Hipoclorito de sodio.</li> <li>• Cepilladora.</li> <li>• Bombas para agua potable.</li> <li>• Filtros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección.</li> <li>• Preparación del nivel de concentración del desinfectante.</li> <li>• Controlar el tiempo de lavado.</li> <li>• Control de la presión del agua.</li> <li>• Nivel de cepillado.</li> </ul>
<b>Pelado Químico Con Soda.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita o tanque acondicionado para pelado con soda cáustica.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Agitador.</li> <li>• Alimentador y descargador de duraznos (continuo y/o discontinuo).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación y desinfección de la soda.</li> <li>• Control del tiempo, de temperatura, del grado de pelado, y del grado de agitación.</li> </ul>
<b>Lavado Con Agua Fría.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de lavado continuo con agua fría.</li> <li>• Cepillos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la temperatura del agua.</li> <li>• Control de la agitación.</li> <li>• Control del cepillado.</li> <li>• Control del tiempo de lavado.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque con solución de ácido cítrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar la solución de ácido cítrico.</li> </ul>

<p align="center"><b>Neutralización Del Durazno Pelado Con Soda.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termómetro.</li> <li>• Balanza.</li> <li>• Agitador.</li> <li>• Puntero calibrado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diluir y agitar.</li> <li>• Controlar el tiempo de neutralización.</li> <li>• Controlara la temperatura.</li> <li>• Medir el ph.</li> </ul>
<p align="center"><b>Envasar Y Adicionar Jarabe.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza.</li> <li>• Marmita con agitador eléctrico.</li> <li>• Bomba sanitaria.</li> <li>• Tanque de solución de jarabe.</li> <li>• Dosificadora de jarabe.</li> <li>• Envases cilíndricos de 2 1/2.</li> <li>• Pinzas.</li> <li>• Jarras para llenar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar y medir ingredientes: azúcar, ácido cítrico y volumen agua.</li> <li>• Calentar y homogeneizar la solución.</li> <li>• Medir los grados brix</li> <li>• Adicionar jarabe caliente a 85°C a cada envase con la dosificadora.</li> <li>• Controlar el nivel de llenado.</li> </ul>
<p align="center"><b>Evacuación Del Aire.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Exhausting o túnel de vapor.</li> <li>• Bandas transportadoras.</li> <li>• Termómetros y manómetros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuar el aire contenido en las latas llenas por medio del vapor en el exhauster.</li> <li>• Controlar el tiempo de recorrido.</li> </ul>
<p align="center"><b>Cerrado O Sellado.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina cerradora de latas cilíndricas matriz 401X411.</li> <li>• Calibradores.</li> <li>• Micrómetros.</li> <li>• Tabla de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del sellado mediante el cierre: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. operación de engargolado, superpegacion del gancho de la tapa y cuerpo.</li> <li>2. operación idéntica a la anterior.</li> </ol> </li> <li>• Aplicar las medidas estándares para esta lata.</li> </ul>
<p align="center"><b>Lavado De Las Latas Selladas.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavador de latas continuo.</li> <li>• Bomba y filtro para recirculación del agua.</li> <li>• Solución de detergente no corrosivo.</li> <li>• Enjuague con agua limpia caliente.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar tiempos de lavado, temperatura y presión del vapor.</li> <li>• Evitar abolladuras en la manipulación y transporte.</li> <li>• Controlar el tipo de detergente.</li> </ul>
<p align="center"><b>Esterilización.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportador continuo y/o discontinuo.</li> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Válvulas de evacuación automáticas.</li> <li>• Termómetros, manómetros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura de esterilización.</li> <li>• Registrar los tiempos iniciales y finales.</li> <li>• Calibrar las termocuplas.</li> <li>• Controlar con las fichas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termocuplas.</li> <li>• Cartas o diagramas de tiempos de esterilización.</li> </ul>	cada bach o lote de esterilización.
<b>Enfriamiento.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua potable.</li> <li>• Tanque de reserva de agua.</li> <li>• Bomba.</li> <li>• Tubería de entrada y salida.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminada la esterilización se aplica el enfriamiento de las latas esterilizadas con agua a temperatura ambiente.</li> <li>• Control del tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Bach Del Autoclave Y Secado De Las Latas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampa de descarga.</li> <li>• Transportador.</li> <li>• Túnel de aire.</li> <li>• Compresor y accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar el autoclave.</li> <li>• Transportar al secador.</li> <li>• Secar las latas en el túnel de aire.</li> </ul>
<b>Empacado Al Granel Y Cuarentena.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Códigos y fichas de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacar al granel y dejar en cuarentena, una vez cumplido el tiempo se realizan las tomas de muestras y análisis de laboratorio</li> </ul>
<b>Revisión Y Etiquetado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas.</li> <li>• Etiquetadoras.</li> <li>• Gomas autoadhesivas.</li> <li>• Lanillas y estopas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de latas esterilizadas.</li> <li>• Control de etiquetas</li> </ul>
<b>Almacenaje.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Cajas de cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del llenado y codificado de cajas.</li> <li>• Codificación por lotes de producción</li> </ul>

### 7.5.6 Control del proceso rodajas de piña en almíbar.

<b>Etapas</b>	<b>Materiales</b>	<b>Acciones</b>
<b>Recepción De La Piña.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carretillas.</li> <li>• Bascula industrial.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección visual.</li> <li>• Toma de muestras.</li> <li>• Medición de grados brix.</li> <li>• Medidas de tamaños y pesos.</li> <li>• Medición de acidez y ph.</li> </ul>
<b>Selección, Clasificación Lavado Y Desinfección.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas de trabajo.</li> <li>• Banda transportadora.</li> <li>• Tanques con transportador continuo para desinfección.</li> <li>• Desinfectantes.</li> <li>• Cepillos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación por tamaño y forma.</li> <li>• Selección de la piña defectuosa, golpeada y sobre madurada.</li> <li>• Desinfectar con cloro en solución (100 ppm).</li> <li>• Cepillado.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cilindradora.</li> <li>• Troqueladora.</li> <li>• Descorazonadora.</li> <li>• Tanque con agua de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separar corona y base.</li> <li>• Separar con cilindro cáscara y corazones.</li> <li>• Tratamiento de cilindros</li> </ul>

<p><b>Troquelar Y Cortar En Rodajas.</b></p>	<p>solución de ácido cítrico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortadora de rodajas.</li> <li>• Anillos de medidas estándares.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Bascula electrónica</li> </ul>	<p>de piñas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte en rodajas.</li> <li>• Tratamiento con solución de ácido cítrico.</li> <li>• Control del tiempo y temperatura.</li> <li>• Medir diámetro y espesor de la rueda de piña de acuerdo al tamaño de la lata.</li> <li>• Separar desperdicios de corana, bases, corazones y cáscaras.</li> <li>• Tratamiento y elaboración de subproductos a partir de desperdicios.</li> </ul>
<p><b>Envasar Y Adicionar Jarabe.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza.</li> <li>• Marmita con agitador eléctrico.</li> <li>• Bomba sanitaria.</li> <li>• Tanque de solución de jarabe.</li> <li>• Dosificadora de jarabe.</li> <li>• Envases cilíndricos de 2 1/2.</li> <li>• Pinzas.</li> <li>• Jarras para llenar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pesar y medir ingredientes: azúcar, ácido cítrico y volumen agua.</li> <li>• Calentar y homogeneizar la solución.</li> <li>• Medir los grados brix</li> <li>• Adicionar jarabe caliente a 85° C a cada envase con la dosificadora.</li> <li>• Controlar el nivel de llenado.</li> </ul>
<p><b>Evacuación Del Aire.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Exhausting o túnel de vapor.</li> <li>• Bandas transportadoras.</li> <li>• Termómetros y manómetros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuar el aire contenido en las latas llenas por medio del vapor en el exhauster.</li> <li>• Controlar el tiempo de recorrido.</li> </ul>
<p><b>Cerrado O Sellado.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina cerradora de latas cilíndricas, matriz 401X411.</li> <li>• Calibradores.</li> <li>• Micrómetros.</li> <li>• Tabla de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del sellado mediante el cierre: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. operación de engargolado, superpegacion del gancho de la tapa y cuerpo.</li> <li>2. operación idéntica a la anterior.</li> </ol> </li> <li>• Aplicar las medidas estándares para esta lata.</li> </ul>
<p><b>Lavado De Las Latas Selladas.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavador de latas continuo.</li> <li>• Bomba y filtro para recirculación del agua.</li> <li>• Solución de detergente no corrosivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar tiempos de lavado, temperatura y presión del vapor.</li> <li>• Evitar abolladuras en la manipulación y transporte.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enjuague con agua limpia caliente.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tipo de detergente.</li> </ul>
<b>Esterilización.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportador continuo y/o discontinuo.</li> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Válvulas de evacuación automáticas.</li> <li>• Termómetros, manómetros.</li> <li>• Termocuplas.</li> <li>• Cartas o diagramas de tiempos de esterilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura de esterilización.</li> <li>• Registrar los tiempos iniciales y finales.</li> <li>• Calibrar las termocuplas.</li> <li>• Controlar con las fichas cada bach o lote de esterilización.</li> </ul>
<b>Enfriamiento.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua potable.</li> <li>• Tanque de reserva de agua.</li> <li>• Bomba.</li> <li>• Tubería de entrada y salida.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminada la esterilización se aplica el enfriamiento de las latas esterilizadas con agua a temperatura ambiente.</li> <li>• Control del tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Bach Del Autoclave Y Secado De Las Latas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampa de descarga.</li> <li>• Transportador.</li> <li>• Túnel de aire.</li> <li>• Compresor y accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar el autoclave.</li> <li>• Transportar al secador.</li> <li>• Secar las latas en el túnel de aire.</li> </ul>
<b>Empacado Al Granel Y Cuarentena.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Códigos y fichas de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacar al granel y dejar en cuarentena, una vez cumplido el tiempo se realizan las tomas de Muestras y análisis de laboratorio</li> </ul>
<b>Revisión Y Etiquetado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas.</li> <li>• Etiquetadoras.</li> <li>• Gomas autoadhesivas.</li> <li>• Lanillas y estopas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de latas esterilizadas.</li> <li>• Control de etiquetas</li> </ul>
<b>Almacenaje.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Cajas de cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del llenado y codificado de cajas.</li> <li>• Codificación por lotes de producción</li> </ul>

### 7.5.7 Control del proceso para la fresa en almíbar.

Etapas	Materiales	Acciones
<b>Manejo Post-Cosecha De La Fresa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canastillas adecuadas para recolección.</li> <li>• Guantes.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Tabla de colores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar fruta.</li> <li>• Seleccionar la fruta en el lugar de recolección.</li> <li>• Tomar grados brix en la fresa madura.</li> </ul>

<p align="center"><b>Recepción Y Pesado De Fresas En Planta.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bascula electrónica.</li> <li>• Canastillas.</li> <li>• Carretillas.</li> <li>• Kit de muestreo.</li> <li>• Pinzas.</li> <li>• Cuchillas.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Peachimetro.</li> <li>• Material y equipo de control de calidad.</li> <li>• Tablas estándares para medición de grados brix y color, grado de madurez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de muestreo para lotes y sublotos de frutas.</li> <li>• Registro de pesos y medidas.</li> <li>• Análisis de muestras y registros de datos.</li> <li>• Aceptación de producto apto para procesar</li> </ul>
<p align="center"><b>Selección Y Clasificación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mesa de trabajo con banda central transportadora.</li> <li>• Tanques de recepción con transportador de cangilones.</li> <li>• Lámparas de luz de neon adecuadas.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Guantes especiales.</li> <li>• Tablas estándares para tamaño, forma y color por grado de madurez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar fruta madura acta para el proceso de acuerdo a los estándares establecidos.</li> <li>• Clasificar la fresa por: grado de madurez, grados brix, ph, color, olor, sabor.</li> </ul>
<p align="center"><b>Lavado Y Desinfectado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de lavado con transportador de cangilones.</li> <li>• Solución desinfectante.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Reloj de control.</li> <li>• Bombas para agua potable.</li> <li>• Filtros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfectar la fresa en solución autorizada y grado de concentración.</li> <li>• Controlar el tiempo y temperatura.</li> </ul>
<p align="center"><b>Tratamiento Con Ácido Cítrico.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de lavado con transportador de cangilones.</li> <li>• Solución de ácido cítrico.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Agua potable.</li> <li>• Reloj de laboratorio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inmersión de la fresa en solución de ácido cítrico (1 gr. / litro de agua).</li> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura.</li> </ul>
<p align="center"><b>Preescaldar La Fresa Y Adicionar Azúcar Y Colorante.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita a vapor.</li> <li>• Manómetro y termómetro.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Carretillas.</li> <li>• Bascula.</li> <li>• Azúcar refinado.</li> <li>• Color rojo fresa grado alimenticio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportar la fresa pesada a la marmita.</li> <li>• Adicionar el azúcar pesado.</li> <li>• Calentar a baja temperatura.</li> <li>• Adicionar el colorante previamente diluido en agua.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reloj de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura.</li> </ul>
<b>Separar La Fresa Preescaldada Y Drenar El Exceso De Jarabe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canastillas de rejilla en acero inoxidable.</li> <li>• Cilindros de acero inoxidable para jarabe.</li> <li>• Carretillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez que todo el azúcar se halla diluido en la propia agua de la fresa, se procede hacer la separación de la fresa del jarabe el cual se emplea para otros usos.</li> <li>• Controlar el tiempo en esta operación.</li> </ul>
<b>Envasado Y Llenado De Latas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recipientes dosificadores tipo espátulas.</li> <li>• Cubetas de acero inoxidable.</li> <li>• Latas cilíndricas de 300X308.</li> <li>• Mesa de acero inoxidable con banda central transportadora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportar la fresa preescaldada a la mesa de llenado.</li> <li>• Llenar los envases.</li> <li>• Controlar el nivel de llenado el tiempo y la temperatura.</li> <li>• Controlar la relación sólido (fresa), con la cantidad de jarabe de acuerdo a normas.</li> </ul>
<b>Evacuación Del Aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Exhausting o túnel de vapor.</li> <li>• Bandas transportadoras.</li> <li>• Termómetros y manómetros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuar el aire contenido en las latas llenas por medio del vapor en el exhauster.</li> <li>• Controlar el tiempo de recorrido.</li> </ul>
<b>Cerrado O Sellado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máquina cerradora de latas cilíndricas.</li> <li>• Calibradores.</li> <li>• Micrómetros.</li> <li>• Tabla de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del sellado mediante el cierre: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. operación de engargolado, superpegacion del gancho de la tapa y cuerpo.</li> <li>2. operación idéntica a la anterior.</li> </ol> </li> <li>• Aplicar las medidas estándares para esta lata.</li> </ul>
<b>Lavado De Las Latas Selladas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavador de latas continuo.</li> <li>• Bomba y filtro para recirculación del agua.</li> <li>• Solución de detergente no corrosivo.</li> <li>• Enjuague con agua limpia caliente.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar tiempos de lavado, temperatura y presión del vapor.</li> <li>• Evitar abolladuras en la manipulación y transporte.</li> <li>• Controlar el tipo de detergente.</li> </ul>

<b>Esterilización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportador continuo y/o discontinuo.</li> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Válvulas de evacuación automáticas.</li> <li>• Termómetros, manómetros.</li> <li>• Termocuplas.</li> <li>• Cartas o diagramas de tiempos de esterilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura de esterilización.</li> <li>• Registrar los tiempos iniciales y finales.</li> <li>• Calibrar las termocuplas.</li> <li>• Controlar con las fichas cada Bach o lote de esterilización.</li> </ul>
<b>Enfriamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua potable.</li> <li>• Tanque de reserva de agua.</li> <li>• Bomba.</li> <li>• Tubería de entrada y salida.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminada la esterilización se aplica el enfriamiento de las latas esterilizadas con agua a temperatura ambiente.</li> <li>• Control del tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Bach Del Autoclave Y Secado De Las Latas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampa de descarga.</li> <li>• Transportador.</li> <li>• Túnel de aire.</li> <li>• Compresor y accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar el autoclave.</li> <li>• Transportar al secador.</li> <li>• Secar las latas en el túnel de aire.</li> </ul>
<b>Empacado Al Granel Y Cuarentena.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Códigos y fichas de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacar al granel y dejar en cuarentena, una vez cumplido el tiempo se realizan las tomas de muestras y análisis de laboratorio</li> </ul>
<b>Revisión Y Etiquetado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas.</li> <li>• Etiquetadoras.</li> <li>• Gomas autoadhesivas.</li> <li>• Lanillas y estopas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de latas esterilizadas.</li> <li>• Control de etiquetas</li> </ul>
<b>Almacenaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Cajas de cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del llenado y codificado de cajas.</li> <li>• Codificación por lotes de producción</li> </ul>

### 7.5.8 Control del proceso para pulpa de pitahaya en almíbar.

Etapas	Materiales	Acciones
<b>Manejo Post-Cosecha De La Pitahaya</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expertos en manejo postcosecha.</li> <li>• kit de muestreo y control de calidad portátil.</li> <li>• Tablas y patrones estándares de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acciones de campo para manejo del cultivo y la producción, cosecha, transporte y almacenamiento de la fruta.</li> </ul>

<p align="center"><b>Recepción En Planta De Lotes De Fruta (Pitahaya)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bascula electrónica.</li> <li>• Canastillas.</li> <li>• Carretillas.</li> <li>• Kit de muestreo.</li> <li>• Pinzas.</li> <li>• Cuchillas.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Peachimetro.</li> <li>• Material y equipo de control de calidad.</li> <li>• Tablas estándares para medición de grados brix y color, grado de madurez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de muestreo para lotes y sublotos de frutas.</li> <li>• Registro de pesos y medidas.</li> <li>• Análisis de muestras y registros de datos.</li> <li>• Aceptación de producto apto para procesar</li> </ul>
<p align="center"><b>Lavado Y Desinfectado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de lavado con solución desinfectante.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Bombas para agua potable.</li> <li>• Filtros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfectar la pitahaya en solución autorizada y grado de concentración.</li> <li>• Controlar del tiempo y temperatura.</li> </ul>
<p align="center"><b>Selección Y Clasificación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa de trabajo con banda central transportadora.</li> <li>• Tanques de recepción con transportador de cangilones.</li> <li>• Lámparas de luz de neon adecuadas.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Guantes especiales.</li> <li>• Tablas estándares para tamaño, forma y color por grado de madurez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar fruta madura acta para el proceso de acuerdo a los estándares establecidos.</li> <li>• Clasificar la pitahaya por: grado de madurez, grados brix, ph, color, olor, sabor.</li> </ul>
<p align="center"><b>Corte Y Pelado De La Fruta</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas de trabajo.</li> <li>• Tablas de teflón.</li> <li>• Cuchillas.</li> <li>• Pinzas.</li> <li>• Cucharillas extractoras.</li> <li>• Guantes.</li> <li>• Recipientes de acero inoxidable.</li> <li>• Tablas estándares para la calidad del producto.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Bascula electrónica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelar y cortar la fruta de acuerdo a lo establecido.</li> <li>• Separar la cáscara.</li> <li>• Depositar la fruta pelada en recipientes con solución de ácido cítrico.</li> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura.</li> <li>• Registrar el peso de la pulpa y su rendimiento.</li> </ul>
<p align="center"><b>Tratamiento De Los Trozos De Pulpa O Porción Comestibles.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido cítrico.</li> <li>• Recipientes.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Reloj.</li> <li>• Cloruro de calcio en solución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adición de ácido cítrico en solución.</li> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pinzas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llenar los envases.</li> </ul>

<p align="center"><b>Envasado Y Llenado De Latas Con Los Trozos Y Adición De Jarabe Caliente.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificadores.</li> <li>• Latas de 300X308.</li> <li>• Azúcar, glucosa, estabilizante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adicionar el jarabe caliente a 55 ° C y 40 ° brix.</li> <li>• Controlar el nivel de llenado del recipiente.</li> <li>• Controlar la relación sólido líquido de acuerdo al peso declarado.</li> </ul>
<p align="center"><b>Evacuación Del Aire</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Exhausting o túnel de vapor.</li> <li>• Bandas transportadoras.</li> <li>• Termómetros y manómetros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuar el aire contenido en las latas llenas por medio del vapor en el exhauster.</li> <li>• Controlar el tiempo de recorrido.</li> </ul>
<p align="center"><b>Cerrado O Sellado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina cerradora de latas cilíndricas.</li> <li>• Calibradores.</li> <li>• Micrómetros.</li> <li>• Tabla de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del sellado mediante el cierre: <ul style="list-style-type: none"> <li>1. operación de engargolado, superpegacion del gancho de la tapa y cuerpo.</li> <li>2. operación idéntica a la anterior.</li> </ul> </li> <li>• Aplicar las medidas estándares para esta lata.</li> </ul>
<p align="center"><b>Lavado De Las Latas Selladas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavador de latas continuo.</li> <li>• Bomba y filtro para recirculación del agua.</li> <li>• Solución de detergente no corrosivo.</li> <li>• Enjuague con agua limpia caliente.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar tiempos de lavado, temperatura y presión del vapor.</li> <li>• Evitar abolladuras en la manipulación y transporte.</li> <li>• Controlar el tipo de detergente.</li> </ul>
<p align="center"><b>Esterilización</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportador continuo y/o discontinuo.</li> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Válvulas de evacuación automáticas.</li> <li>• Termómetros, manómetros.</li> <li>• Termocuplas.</li> <li>• Cartas o diagramas de tiempos de esterilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura de esterilización.</li> <li>• Registrar los tiempos iniciales y finales.</li> <li>• Calibrar las termocuplas.</li> <li>• Controlar con las fichas cada bach o lote de esterilización.</li> </ul>
<p align="center"><b>Enfriamiento</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua potable.</li> <li>• Tanque de reserva de agua.</li> <li>• Bomba.</li> <li>• Tubería de entrada y salida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminada la esterilización se aplica el enfriamiento de las latas esterilizadas con agua a temperatura ambiente.</li> <li>• Control del tiempo.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Termómetro.</li> </ul>	
<b>Descarga Del Bach Del Autoclave Y Secado De Las Latas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampa de descarga.</li> <li>• Transportador.</li> <li>• Túnel de aire.</li> <li>• Compresor y accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar la autoclave.</li> <li>• Transportar al secador.</li> <li>• Secar las latas en el túnel de aire.</li> </ul>
<b>Empacado Al Granel Y Cuarentena</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Códigos y fichas de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacar al granel y dejar en cuarentena, una vez cumplido el tiempo se realizan las tomas de muestras y análisis de laboratorio</li> </ul>
<b>Revisión Y Etiquetado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas.</li> <li>• Etiquetadoras.</li> <li>• Gomas autoadhesivas.</li> <li>• Lanillas y estopas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de latas esterilizadas.</li> <li>• Control de etiquetas</li> </ul>
<b>Almacenaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Cajas de cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del llenado y codificado de cajas.</li> <li>• Codificación por lotes</li> </ul>

### 7.5.9 Control del proceso para uchuvas en almíbar.

Etapas	Materiales	Acciones
<b>Recepción Y Pesado De Uchuvas Sin Pelar.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carretillas.</li> <li>• Bascula electrónica.</li> <li>• Brixometro.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Patrón de medición.</li> <li>• Tabla de colores.</li> <li>• Bolsas plásticas.</li> <li>• Tabla de color estándar.</li> <li>• Laboratorio de control de calidad.</li> <li>• Penetrometro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de los lotes y sublotos. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toma de muestras.</li> <li>• Medir el grado de madurez.</li> <li>• Medir la acidez y el ph.</li> <li>• Determinar el % de rechazo de materia prima no apta para el proceso.</li> <li>• Medición de los grados brix.</li> <li>• Registrar el peso.</li> <li>• Evaluar la consistencia.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Pelado Y Separación De La Envoltura. Seleccionar Y Clasificar.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesas de trabajo.</li> <li>• Banda transportadora.</li> <li>• Canastillas plásticas.</li> <li>• Balanza electrónica.</li> <li>• Lámparas adecuadas.</li> <li>• Mallas calibradas para medidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de calidad, del grado de madurez, y de la uniformidad.</li> <li>• Seleccionar y clasificar uchuvas aptas para el proceso.</li> <li>• Separa la envoltura.</li> <li>• Determinar rendimientos.</li> <li>• Registrar pesos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque de lavado con solución desinfectante.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desinfectar la uchuva en solución autorizada y grado de concentración.</li> <li>• Controlar del tiempo y</li> </ul>

<b>Lavar Y Desinfectar.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bombas para agua potable.</li> <li>• Filtros.</li> </ul>	<p>temperatura.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drenar la uchuva tratada.</li> </ul>
<b>Preescaldado En Solución De Ácido Cítrico.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita a vapor.</li> <li>• Canastillas de rejilla.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Manómetro.</li> <li>• Línea de vapor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepara solución de ácido cítrico 0.7 gr. /litro.</li> <li>• Preescaldar por 3 minutos a 65° C.</li> <li>• Drenar y sumergir en agua fría.</li> </ul>
<b>Escaldar La Uchuva En Jarabe De Azúcar Y Dejar En Reposo Para La Absorción De Almíbar.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita.</li> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Manómetro.</li> <li>• Tanque de acero inoxidable.</li> <li>• Canastillas.</li> <li>• Bascula.</li> <li>• Bombas sanitarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prepara solución de jarabe a 40°brix.</li> <li>• Calentar solución a 65° C.</li> <li>• Escaldar por 3 minutos a 65° C.</li> <li>• Establecer la relación de uchuvas a jarabe de azúcar.</li> <li>• Retirar el producto de la marmita y dejar en reposo por 24 horas.</li> </ul>
<b>Drenar Y Llenar Latas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marmita.</li> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Termómetro.</li> <li>• Manómetro.</li> <li>• Recipientes para llenado manual de las latas con uchuvas.</li> <li>• Recipientes para llenado de liquido (jarabe de cobertura).</li> <li>• Mesas con banda transportadora conectada al túnel de vapor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drenar las uchuvas.</li> <li>• Llenar las latas con solo sólidos (uchuvas).</li> <li>• Calentar jarabe calibrado a 35° brix.</li> <li>• Adicionar jarabe a 65° brix.</li> <li>• Transportar las latas llenas al túnel de vapor para evacuar aire.</li> </ul>
<b>Evacuación Del Aire.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Línea de vapor.</li> <li>• Exhausting o túnel de vapor.</li> <li>• Bandas transportadoras.</li> <li>• Termómetros y manómetros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuar el aire contenido en las latas llenas por medio del vapor en el exhauster.</li> <li>• Controlar el tiempo de recorrido.</li> </ul>
<b>Cerrado O Sellado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maquina cerradora de latas cilíndricas, matriz 300X308.</li> <li>• Calibradores.</li> <li>• Micrómetros.</li> <li>• Tabla de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del sellado mediante el cierre: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. operación de engargolado, superpegacion del gancho de la tapa y cuerpo.</li> <li>2. operación idéntica a la anterior.</li> </ol> </li> <li>• Aplicar las medidas estándares para esta lata.</li> </ul>
<b>Lavado De Las Latas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavador de latas continuo.</li> <li>• Bomba y filtro para recirculación del agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar tiempos de lavado, temperatura y presión del vapor.</li> <li>• Evitar abolladuras en la</li> </ul>

<b>Selladas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de detergente no corrosivo.</li> <li>• Enjuague con agua limpia caliente.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<p>manipulación y transporte.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tipo de detergente.</li> </ul>
<b>Esterilización.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportador continuo y/o discontinuo.</li> <li>• Autoclave vertical.</li> <li>• Válvulas de evacuación automáticas.</li> <li>• Termómetros, manómetros.</li> <li>• Termocuplas.</li> <li>• Cartas o diagramas de tiempos de esterilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el tiempo y la temperatura de esterilización.</li> <li>• Registrar los tiempos iniciales y finales.</li> <li>• Calibrar las termocuplas.</li> <li>• Controlar con las fichas cada batch o lote de esterilización.</li> </ul>
<b>Enfriamiento.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua potable.</li> <li>• Tanque de reserva de agua.</li> <li>• Bomba.</li> <li>• Tubería de entrada y salida.</li> <li>• Termómetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminada la esterilización se aplica el enfriamiento de las latas esterilizadas con agua a temperatura ambiente.</li> <li>• Control del tiempo.</li> </ul>
<b>Descarga Del Batch Del Autoclave Y Secado De Las Latas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampa de descarga.</li> <li>• Transportador.</li> <li>• Túnel de aire.</li> <li>• Compresor y accesorios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descargar el autoclave.</li> <li>• Transportar al secador.</li> <li>• Secar las latas en el túnel de aire.</li> </ul>
<b>Empacado Al Granel Y Cuarentena.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Canastillas metálicas.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Códigos y fichas de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empacar al granel y dejar en cuarentena, una vez cumplido el tiempo se realizan las tomas de muestras y análisis de laboratorio</li> </ul>
<b>Revisión Y Etiquetado.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiquetas.</li> <li>• Etiquetadoras.</li> <li>• Gomas autoadhesivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de latas esterilizadas.</li> <li>• Control de etiquetas</li> </ul>
<b>Almacenaje.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodega.</li> <li>• Estibas.</li> <li>• Cajas de cartón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del llenado y codificado de cajas.</li> <li>• Codificación por lotes.</li> </ul>

## 8. SELECCIÓN DE EQUIPO

Para la selección del equipo, se tuvo en cuenta solo el equipo principal o necesario para poder montar la línea de procesamiento de frutas y vegetales enlatados, entre los cuales tenemos:

- Báscula de pesaje.
- Mesas de selección.
- Lavadora de frutas.
- Marmitas a vapor.
- Bandas transportadoras.
- Túnel desaireador.
- Cerradora de latas.
- Lavadora de latas.
- Autoclave de esterilización.
- Tanque de agua caliente
- Caldera.

También existe un equipo secundario el cual depende del tipo de fruta y variedad, que se desee procesar dependiendo de la programación de la producción, entre estos equipos tenemos:

- Cuarto frío.
- Cuchillos.
- Carretillas.
- Canastillas.
- Calibradores de frutas.
- Guantes.

- Tamices de plásticos
- Tanque de inmersión.
- Granera.
- Estibas
- Montacargas.
- Maquina etiquetadora.
- Equipo de laboratorio: peachimetro, penetrometro, refractómetro y termómetro.

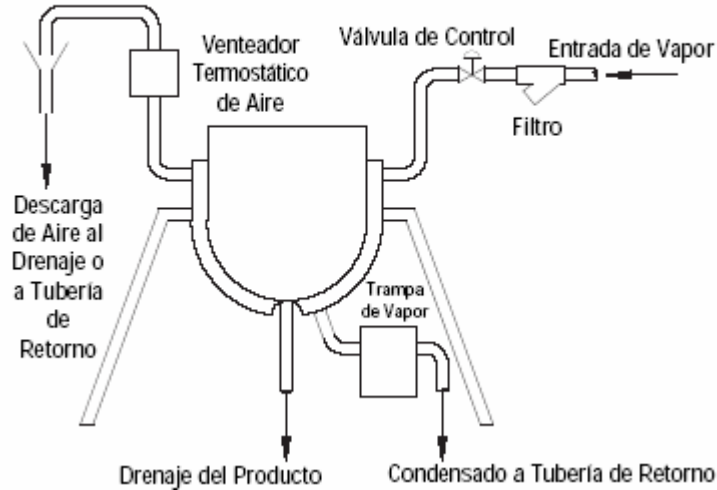
## 8.1 CALCULO DEL CONSUMO DE VAPOR

Para el cálculo del consumo del vapor en la planta se tomaran en cuenta los equipos que emplean el vapor para realizar las diferentes operaciones durante el proceso, ver figura 20, teniendo en cuenta esto, los equipos son los siguientes: marmitas de cocción, túnel desaireador, lavadora de latas, autoclaves de esterilización, tanque de agua caliente. Una vez calculado el consumo de vapor de cada uno de ellos se procederá a seleccionar la caldera correspondiente.

**8.1.1 Marmita de cocción.** Se selecciono de acuerdo al volumen de producción (dos toneladas por día de materia prima), dos equipos de 130 galones de capacidad, cada uno con su respectivo sistema de agitación. Para esta capacidad se selecciona la marmita fabricada por **TECNIK LTDA** referencia **AM 250** tipo basculante con sistema de agitación. (VER ANEXO A).

De los datos suministrados por el fabricante tenemos las siguientes dimensiones:

Figura 16. Esquema general de la marmita



Diámetro interno  $D_{int} = 920 \text{ mm} = 3 \text{ pies}$

Altura =  $750 \text{ mm} = 2.46 \text{ pies}$

Datos del agitador:

Largo =  $368 \text{ mm}$

Altura =  $113 \text{ mm}$

Revoluciones  $N = 30 \text{ rpm}$

Para determinar el consumo de vapor se tomarán los datos para el proceso de los frijoles con tocino ya que este son los más críticos en cuanto a consumo de vapor, teniendo en cuenta que son los que más tiempo de cocción requieren (40 minutos a  $88 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Propiedades de los frijoles (ver referencia comercial and industrial refrigeration ANEXO D).

$$\rho = (1.05 \text{ gr} / \text{cm}^3) = 65.62 \text{ lb} / \text{pie}^3$$

$$C_p = (0.92 \text{ Kcal} / \text{Kg}^\circ\text{C}) = 5.4 \times 10^{-2} \text{ Btu} / \text{Lb}^\circ\text{F}$$

$$\mu = (0.55Cp) = 1.331 \text{ lb} / \text{pie} * \text{hr}$$

$$K = 0.38 \text{ Btu} / \text{pie}^2 * ^\circ F$$

Entalpía de vaporización a 190 °F  $h_{fg} = 846.8 \text{ Btu/lb}$

Para el cálculo se debe asumir que la marmita se llena las tres cuartas partes de su capacidad, además que durante su operación un 10% de la mezcla se evapora como vapor de agua, las pérdidas a través de las paredes de la marmita se desprecian debido a que esta se encuentra aislada con lana de vidrio.

La cantidad de vapor requerida para evaporar el 10% de la mezcla y compensar las pérdidas por radiación y convección se calcula:

- Volumen de la mezcla  $V = (\pi * D^2 * h) / 4 = (\pi * 3^2 * 1.85) / 4 = 13 \text{ pies}^3$

Se considera que el agitador tiene un volumen reducido que no afecta el volumen de la mezcla.

- Peso de mezcla  $m = \rho * V = 65.62 \frac{\text{Lb}}{\text{Pie}^3} * 13 \text{ pie}^3 = 858 \text{ lb}$

- Masa de agua evaporada =  $851 * 0.1 = 85.8 \text{ lb}$

- Calor necesario para evaporación  $Q_{ev} = 85.8 \text{ lb} * 846.8 \frac{\text{Btu}}{\text{Lb}} = 72655 \text{ Btu}$  y es equivalente al 90%

- Calor necesario para la cocción en una hora

$$\dot{Q}_{coc} = (72655 * 3 / 2) / 0.9 = 121092 \text{ Btu} / \text{hr}$$

- Para la determinación del coeficiente de transferencia  $U_c$ , primero se calcula  $R_e = (L^2 * N * \rho) / \mu = (1.2^2 * 1800 \text{ rph} * 65.62 \text{ lb} / \text{pie}^3) / (1.33 \text{ lb} / \text{pie} * \text{hr}) = 596348$

- Para este valor de  $R_e$  se calcula  $J_{ch}$  en la grafica 76 de la referencia Operaciones En La Industria De Alimentos ver anexo D.  $J_{ch} = 2600$

- Por medio de la ecuación.

$$h_c = J_{ch} * (k / D_c) * (Cp * \mu / k)^{1/3} * (\mu / \mu_w)^{0.14} = 2600 * (0.38 / 3) * (5.57 * 10^{-2} * 1.331 / 0.38)^{1/3} * 1$$

$$h_c = 191 \text{ Btu} / \text{pie}^2 * \text{°F} * \text{hr}$$

- Para el vapor de agua  $h_{io}$  puede tomarse  $1500 \text{ Btu} / \text{pie}^2 * \text{°F} * \text{hr}$  por lo tanto:  $U_c = (h_c * h_{io}) / (h_c + h_{io}) = (191 * 1500) / (191 + 1500) = 169.42 \text{ Btu} / \text{pie}^2 * \text{°F} * \text{hr}$

- Tomando de factor de incrustación  $R_i = 0.005$ , por lo tanto el coeficiente de incrustación  $h_i = (1 / 0.005) = 200$

- Por lo tanto el coeficiente total de diseño

- Asumiendo que el área de transferencia de calor es la que esta en contacto con la mezcla.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} + \pi * D * h = \frac{\pi * 3^2}{4} + \pi * 3 * 1.85 = 24.5 \text{ pie}^2$$

- Por medio de la ecuación del calor  $Q = U * A * \Delta T$ , determinamos:

$$\Delta T = \frac{Q}{U * A} = \frac{121092}{91.72 * 24.5} = 48.8^{\circ} F$$

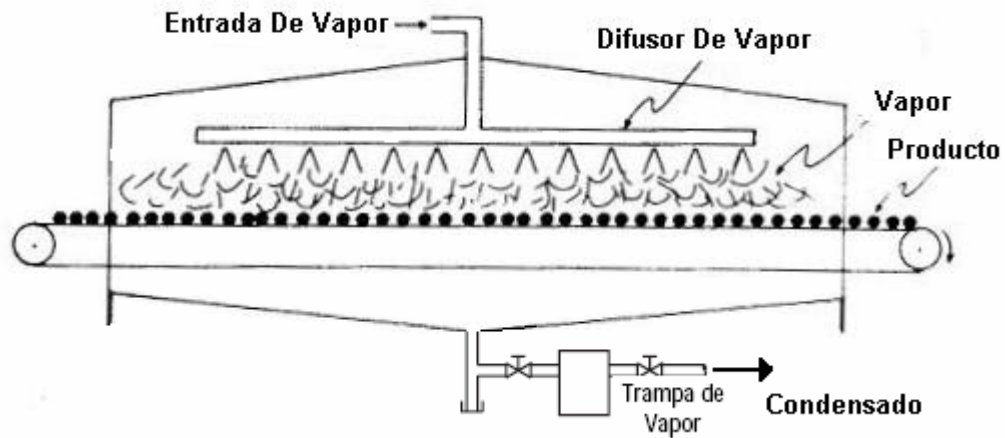
- Ya que la mezcla se encuentra a 190 °F la temperatura del vapor en la camisa será de  $T_c = 190 + 48.8 = 239^{\circ} F$ , (115 °C)
- La cantidad de vapor puede calcularse estableciendo la entalpía de vaporización a 115 °C o 239 °F  $h_{fg} = 952.2 Btu / lb$ .
- Además las pérdidas de calor al ambiente se consideran despreciables, entonces tenemos,  $\dot{Q}_v = \dot{Q}_{per} + \dot{Q}_{coc}$  y si  $\dot{Q}_{per} = 0$  y  $Q_v = \frac{\dot{m}}{h_{fg}}$

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_{coc}}{h_{fg}} = \frac{121052 Btu / hr}{952.2 Btu / lb} = 127 lb / hr$$

En una hora dos marmitas requieren un  $\dot{m} = 254 lb / hr$  aplicando un factor de seguridad del 20% vendríamos entonces un  $\dot{m} = 305 lb / hr$ .

**8.1.2 Túnel desaireador.** Se selecciono de acuerdo a la rata de latas que tienen que pasar a través de la cerradora para que el proceso sea continuo y no se produzcan cuellos de botella. Para este flujo de latas se selecciona un túnel fabricado por **AROTEC LTDA** referencia **TEX400**. (VER ANEXO A).

Figura 17. Esquema general del túnel dasaireador



De los datos suministrados por el fabricante tenemos las siguientes dimensiones:

Ancho = 350 mm

Altura = 900 mm

Longitud = 3000 mm

Tubería de aspersion de en acero inoxidable SAE 304 de 1/2" de diámetro.

Para el cálculo del consumo de vapor del túnel, se considera el proceso de los frijoles con tocino, debido a que son los que mas consumen vapor, para esto tenemos en cuenta lo siguiente, que el producto entra a una temperatura de aproximadamente 70 °C y sale de este a unos 78 °C, además deben de pasar de 80 latas por minuto a través de este.

- Para una lata tenemos que

$$Q_s = m * C_p * \Delta T = 65.62 \frac{lb}{pie^3} * 3.513 \times 10^{-2} pie^3 * 5.57 \times 10^{-2} \frac{Btu}{lb^{\circ}F} * (78^{\circ}C - 70^{\circ}C) * 1.8^{\circ}F$$

$$Q_s = 1.84 Btu$$

- Para 80 latas por minuto  $\dot{Q}_s = 80 \frac{\text{latas}}{\text{min}} * 1.84 \text{Btu} = 147.582 \frac{\text{Btu}}{\text{min}}$
- Para una hora de producción  $\dot{Q}_s = 147.582 \frac{\text{Btu}}{\text{min}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} = 8855 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$

Para el calculo del consumo de vapor, sabemos sale vapor por los aspersores a 115 °C, cediendo calor a las latas, quedando a una temperatura que debemos suponer.

- Suponiendo que el vapor queda a una temperatura de 110 °C, entonces:

$$t_m = \frac{115 - 110}{2} = 112.5^\circ \text{C} (385\text{K}) \text{ Propiedades del vapor a esta temperatura:}$$

$$\rho = 0.693 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad C_p = 20212 \frac{\text{J}}{\text{kg} * \text{K}} \quad \mu = 12.78 \times 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{m} * \text{s}}$$

$$K = 0.38 \text{Btu} / \text{pie}^2 * ^\circ \text{F}$$

- Conocido el calor, y las propiedades del vapor despejamos el  $\dot{m}_v$

$$\dot{Q}_s = \dot{m}_v * C_p * \Delta T$$

$$\dot{m}_v = \dot{Q}_s / C_p * \Delta T = \frac{8855 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}}{201264 \frac{1}{\text{Kg} * \text{K}} * 1 \frac{1\text{KJ}}{1000\text{J}} * \frac{1\text{Btu}}{1.055\text{KJ}} * \frac{1\text{Kg}}{2.2\text{Lb}} * 5^\circ \text{C} * 1.8^\circ \text{F}}$$

$$\dot{m}_v = 4.02 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} = 5.59 * 10^{-4} \frac{\text{Kg}}{\text{sg}}$$

- Flujo volumétrico por lata.

$$\dot{V} = \frac{5.59 * 10^{-4} \text{ Kg/sg}}{0.693 \text{ Kg/m}^3} = 8.075 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{sg}}$$

- Velocidad del flujo de los tubos.

$$V = \frac{\dot{V}}{A} = \frac{8.075 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sg}}{\frac{\pi(0.010922)^2}{4} \text{ m}^2} = 8.61 \frac{\text{m}}{\text{sg}}$$

- Reynolds sobre un cilindro de longitud 0.1190 m.

$$R_e = \frac{\rho * V * L}{\mu}$$

$$R_e = \frac{0.693 \text{ Kg/m}^3 * 8.61 \text{ m/sg} * 0.1190 \text{ m}}{12.78 * 10^{-6} \text{ Kg/m} * \text{sg}} = 55558.75$$

- De la tabla 4.10 de la Mills, (VER ANEXO D).  $\bar{N}_U = 0.664 * R_e^{1/2} * P_r^{1/3}$

$$\bar{N}_U = 0.664 * (55558.75)^{1/2} * (0.98)^{1/3} = 155.54$$

- Coeficiente de transferencia de calor.  $h_c = \bar{N}_U * K / L$

$$h_c = \frac{155.54 * 0.026 \text{ W/m} * \text{K}}{0.1190 \text{ m}} = 33.98 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

- Coeficiente global de transferencia de calor.

$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{2\pi L} \left( \frac{1}{r_L h_c} + \frac{\ln(r_2/r_1)}{K} \right) = \frac{1}{2\pi * 0.1190} \left( \frac{1}{0.0515 * 33.98} + \frac{\ln(0.0515/0.0495)}{420} \right)$$

$$UA = 1.3 \text{ W/K}$$

- Cálculo del LMTD.  $LMTD = \frac{(115 - 70) - (110 - 78)}{\ln(115 - 70)/(110 - 78)} = 38.3^\circ C = 68.94^\circ F$

- Calor suministrado, para una lata.

$$\dot{Q}_s = UALMTD = 1.3W/K * 38.3 = 47.79W = 169.8Btu / hr$$

- Para el flujo total de latas en 1 hora tiene un calor suministrado.

$$\dot{Q}_T = 13591Btu / hr \neq 8855Btu / hr$$

- Para la temperatura supuesta de 110 °C el calor suministrado es mayor que el calor adquirido por las latas por lo tanto, se supone una nueva temperatura de salida del vapor, los resultados de estas iteraciones se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 23. Resultado de las iteraciones para la estimación del flujo másico.

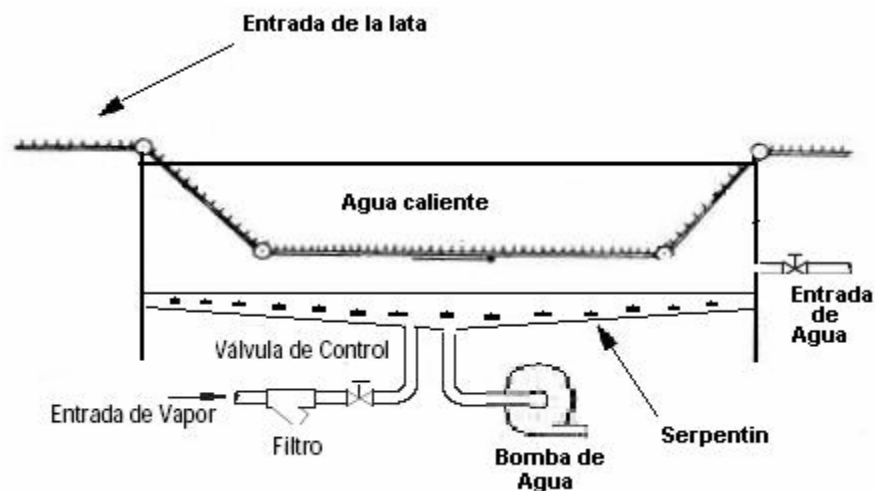
$T_2$ (Supuesta) [°C]	LMTD	UA	$\dot{Q}_{lata}$ [Btu / hr]	$\dot{Q}_{Total}$ [Btu / hr]
100	32.13	0.7481	82.042	6563.36
105	35.23	0.9184	110.42	8834
110	38.3	1.3	169.8	13591
113	39.79	2.066	280.6	22448

- Por lo tanto se toma  $T_2$  de aproximadamente 105 °C, como temperatura final del vapor, después del proceso.

- Flujo total de vapor en una hora de proceso,  $\dot{m}_v = \frac{\dot{Q}_T}{C_p * \Delta T} = 160 \frac{lb}{hr}$ , aplicando un factor de seguridad del 20% vendríamos entonces un  $\dot{m} = 192 lb / hr$

**8.1.3 Lavadora de latas.** Se selecciono de acuerdo a la rata de latas que tienen que pasar a través de la cerradora para que el proceso sea continuo y no se produzcan cuellos de botella. Para este flujo de latas se selecciona un túnel fabricado por COMEK LTDA. (VER ANEXO A).

Figura 18. Esquema general de la lavadora de latas



De los datos suministrados por el fabricante tenemos las siguientes dimensiones:

Altura = 0.80 m.

Ancho = 0.80 m.

Largo = 1.50 m.

Banda transportadora de cangilones.

- El calor suministrado por el vapor.

$$\dot{Q}_v = \dot{m}C_pT_2 - \dot{m}C_pT_1 + \dot{Q}_{per} \qquad \dot{Q}_{per} = hA(T_s - T_\infty)$$

- Suponiendo una temperatura del ambiente y del agua de:

$$\text{Aire} = 35^\circ\text{C} = 308\text{ K}$$

$$\text{Agua} = 70^\circ\text{C} = 343\text{ K}$$

- Suponiendo una temperatura media de película.  $T_m = \frac{308 + 343}{2} = 323\text{ K}$

- Determinando el área de transferencia de calor para las pérdidas al ambiente.

$$A_{Trans} = (0.8 * 1.5) * 3 + (0.8 * 0.8) * 2 = 4.88\text{ m}^2$$

- Por lo tanto para el cálculo del calor de pérdidas se toma un valor de  $h_c = 16\text{ W/m}^2 * \text{K}$  para el aire, entonces:

$$Q_{per} = hA(T_s - T_\infty) = (16\text{ W/m}^2 * \text{K})(4.88\text{ m}^2)(343\text{ K} - 308\text{ K}) = 2732.8\text{ W}$$

$$\dot{Q}_{per} = 2732.8 \frac{\text{J}}{\text{s}} * \frac{3600\text{ s}}{1\text{ hr}} * \frac{1\text{ Btu}}{1055\text{ J}} = 9325.2\text{ Btu/hr}$$

- Calor suministrado por el vapor:

$$\dot{Q}_v = 80 \frac{\text{latas}}{\text{min}} * 2.30\text{ lb} * 5.57 * 10^{-2} \frac{\text{Btu}}{\text{lb}^\circ\text{F}} * (75^\circ\text{C} - 72^\circ\text{C}) * 1.8^\circ\text{F} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hr}} + 816 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}} = 12646 \frac{\text{Btu}}{\text{hr}}$$

- El flujo de vapor será:  $\dot{m} = \frac{\dot{Q}_{coc}}{h_{fg}} = \frac{12646\text{ Btu/hr}}{952.2\text{ Btu/lb}} = 13.3\text{ lb/hr}$

Aplicando un factor de seguridad del 20% entonces  $\dot{m} = 16\text{ lb/hr}$

**8.1.4 Tanque de calefacción de agua.** Se selecciono de acuerdo a la necesidad de tener en la planta una reserva de agua caliente para las diferentes operaciones del proceso. Se escogió un tanque de 1600 galones y con presiones de operación entre 40 y 80 Psi, fabricado por **TECNIK LTDA** referencia **TAN 1600**, (VER ANEXO A).

De los datos suministrados por el fabricante tenemos las siguientes dimensiones:

Volumen = 1600 galones = 6000 litros.

Diámetro = 1.8 m.

Altura = 2.35 m.

Temperatura de hasta 80 °C, en lámina de acero inoxidable.

- El calor suministrado por el vapor.

$$\dot{Q}_V = \dot{Q}_{per} = \dot{m}_v * h_{fg} = hA\Delta T$$

- Determinando el área de transferencia de calor para las perdidas al ambiente.

$$A_{Trans} = \pi * r^2 * 2 + \pi * D * h = \pi * 0.9^2 * 2 + \pi * 1.8 * 2.35 = 18.381m^2$$

- Por lo tanto para el calculo del calor de perdidas se toma una valor de

$h_C = 16W/m^2 * K$  para el aire, entonces:

$$Q_{per} = hA(T_s - T_\infty) = (16W/m^2 * K)(18.38m^2)(343K - 308K) = 10292W$$

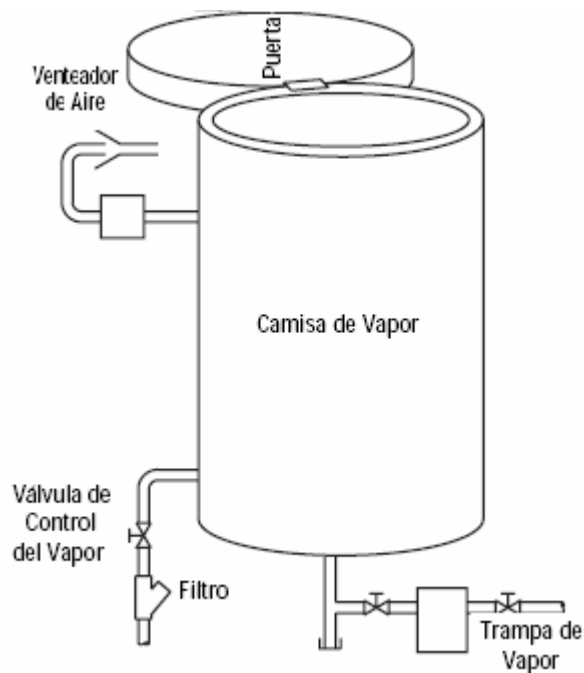
$$\dot{Q}_{per} = 10292W * \frac{3600sg * 1Btu}{1055} = 35119.2Btu / hr$$

- El flujo de vapor será:  $\dot{m} = \frac{\dot{Q}_{per}}{h_{fg}} = \frac{35119.2 \text{ Btu/hr}}{952.2 \text{ Btu/lb}} = 37 \text{ lb/hr}$

Aplicando un factor de seguridad del 20% entonces  $\dot{m} = 44.4 \text{ lb/hr}$

**8.1.5 Autoclaves de esterilización.** Se selecciono de acuerdo al volumen de producción (tres toneladas por día de materia prima), dos autoclaves verticales de 2400 latas de capacidad, cada uno con un volumen 700 galones. Para esta características se seleccionó los equipos fabricados por **TECNIK LTDA** referencia **AA 382**, (VER ANEXO A).

Figura 19. Esquema general del autoclave de esterilización



De los datos suministrados, tenemos las siguientes dimensiones:

- Dimensiones de los tipos de latas con que se va a trabajar para el calculo del calor de cada tipo de lata, con los datos de los frijoles ya que estos son los que necesitan mayor tiempo de esterilización.

**Lata 401X411:**

$$D = 4'' + \frac{1}{16}'' = 0.1031m \quad V = \pi \frac{D^2}{4} * h = 9.94 * 10^{-4} m^3 = 995cm^3$$

$$h = 4'' + \frac{11}{16}'' = 0.1190m$$

**Lata 300X308:**

$$D = 3'' = 0.0762m \quad V = \pi \frac{D^2}{4} * h = 4.054 * 10^{-4} m^3 = 405cm^3$$

$$h = 3'' + \frac{8}{16}'' = 0.0889m$$

- Como se desea esterilizar en estos dos tipos de recipiente por separado, con estas dimensiones, por inmersión en vapor saturado a 115 °C (240 °F). si la temperatura inicial de la lata es de 75 °C (167 °F), si el tiempo aproximado de duración del proceso son 49 minutos. Para calcular la cantidad de calor que se le suministra a la lata durante este tiempo se procede a hacer los siguientes cálculos.
- Suponiendo :
  1. El coeficiente de transferencia de calor para el vapor en condensación es muy elevado por lo tanto el Bi tiende a infinito.
  2. No hay circulación de vapor dentro de la lata.

3. La difusividad térmica del contenido es igual a la del agua. Ya que Bi tiende a infinito no es posible usar el modelo de la capacidad térmica global.
4. La difusividad térmica se evalúa a una temperatura media supuesta de:

$$T_m = \frac{75^\circ C + 115^\circ C}{2} = 95^\circ C = 368K$$

- Empleando la tabla A8 del apéndice A de la Mills ver anexo D.

Para una temperatura de 368 K, tenemos que:

$$K = 0.68 \text{ W/m} \cdot \text{K} \quad Cp = 4209 \text{ J/Kg} \cdot \text{K}$$

$$\rho = 960 \text{ Kg/m}^3$$

$$\alpha = \frac{K}{\rho \cdot Cp} = \frac{0.68 \text{ W/m} \cdot \text{K}}{(960 \text{ Kg/m}^3)(4209 \text{ J/Kg} \cdot \text{K})} = 1.68 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sg}$$

- Los números de fourier para el recipiente 401X411 son:

Para una placa de semiespesor 5.95 cm.

$$F_{o_1} = \frac{\alpha \cdot t}{L^2} = \frac{(1.68 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sg})(2940 \text{ sg})}{(0.0595 \text{ m})^2} = 0.1395$$

Para un cilindro infinito de radio 5.155 cm.

$$F_{o_2} = \frac{\alpha \cdot t}{r^2} = \frac{(1.68 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sg})(2940 \text{ sg})}{(0.05155 \text{ m})^2} = 0.1858$$

Empleando los diagramas C1a y C1b del apéndice C para Bi=1000 de la Mills, (VER ANEXO D), se determina P (0, t) y C (0, t).

$$P(0,t) = 0.77 \quad C(0,t) = 0.52$$

$$\theta_c = P(0,t) \cdot C(0,t) = 0.77 \cdot 0.42 = \frac{T_c - T_e}{T_o - T_e} = \frac{T_c - 115}{75 - 115}$$

$$T_c = 102.06^\circ C$$

- La cantidad de calor suministrado por lata será:  $Q = \phi * \rho * Cp * V(T_e - T_o)$   
Empleando los diagramas C2a y C2b del apéndice C para Bi=50 de la Mills, (VER ANEXO D), se determina  $\phi_1$  y  $\phi_2$ .

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 - \phi_1 * \phi_2 = 0.42 + 0.75 - (0.42 * 0.75) = 0.855$$

$$Q = 0.855 * 960 \text{Kg/m}^3 * 4209 \text{J/Kg} * K * 9.95 * 10^{-4} \text{m}^3 (115 - 75) = 143 \text{KJ} * \frac{1 \text{Btu}}{1.055 \text{KJ}} = 136 \text{Btu}$$

- De igual manera para el recipiente 300X308, se realiza el procedimiento para determinar el calor suministrado a una lata:

Para una placa de semiespesor 4.45 cm.

$$F_{o_1} = \frac{\alpha * t}{L^2} = \frac{(1.68 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sg})(2940 \text{sg})}{(0.0445 \text{m})^2} = 0.2494$$

Para un cilindro infinito de radio 3.81 cm.

$$F_{o_2} = \frac{\alpha * t}{r^2} = \frac{(1.68 * 10^{-7} \text{ m}^2/\text{sg})(2940 \text{sg})}{(0.0381 \text{m})^2} = 0.3402$$

Empleando los diagramas C1a y C1b del apéndice C para Bi=1000 de la Mills, se determina P (0, t) y C (0, t).

$$P(0, t) = 0.68 \quad C(0, t) = 0.21$$

$$\theta_c = P(0, t) * C(0, t) = 0.68 * 0.21 = \frac{T_c - T_e}{T_o - T_e} = \frac{T_c - 115}{75 - 115}$$

$$T_c = 109.28^\circ \text{C}$$

- La cantidad de calor suministrado por lata será:  $Q = \phi * \rho * Cp * V(T_e - T_o)$   
Empleando los diagramas C2a y C2b del apéndice C para Bi=50 de la Mills, se determina  $\phi_1$  y  $\phi_2$ .

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 - \phi_1 * \phi_2 = 0.62 + 0.89 - (0.62 * 0.89) = 0.9582$$

$$Q = 0.9582 * 960 \text{Kg/m}^3 * 4209 \text{J/Kg} * K * 4.05 * 10^{-4} \text{m}^3 (115 - 75) = 6278 \text{KJ} * \frac{1 \text{Btu}}{1.055 \text{KJ}} = 60 \text{Btu}$$

Tabla 24. Calor suministrado por lata

TIPO DE LATA	$Q_{lata} [Btu]$	$\dot{Q}_{Total} [Btu/hr]$ (Para 4800 latas por hora)
<b>401X411</b>	136	652800
<b>300x308</b>	60	288000

- Debido a que las latas **401X411** son las que mas calor necesitan suministrarles, por lo tanto serán las que mas demanden vapor, entonces el  $\dot{m}$  será igual a :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_{total}}{h_{fg}} = \frac{652800 \text{Btu/hr}}{952.2 \text{Btu/lb}} = 686 \text{lb/hr}$$

Aplicando un factor de seguridad del 20% entonces  $\dot{m} = 823.5 \text{lb/hr}$

**8.1.6 Caldera.** Se selecciona la caldera de **80 BHP** fabricada por **CONTINENTAL** (VER ANEXO A), la cual tiene un suministro máximo de vapor de 2760 Libras por hora, siendo conservativos debido que los equipos demandan un suministro de vapor de 2204 libras por hora, teniendo en cuenta la necesidad futura de mayor consumo de vapor por aumento de la producción en la planta, lo cual implicaría la adquisición de nuevos equipos como marmitas, túneles, tanques, autoclaves, de tal manera que se requerirá mas consumo de vapor para una máxima producción.

La caldera va a trabajar con gas natural, ya que este es preferible por costo y manejo a combustibles líquidos y sólidos. El cual tiene las siguientes características técnicas:

- No es licuable a temperatura ambiente y siempre estará en estado gaseoso

- No requiere tanque de almacenamiento
- Se suministra por medio de la red de tuberías, las cuales a su vez están conectadas con el pozo
- Su límite de inflamabilidad está entre el 4 y el 15 %
- Es más liviano que el aire, por tanto siempre tiende a subir.
- Es el combustible blanco más económico del mercado.
- Su poder calorífico está comprendido entre 1000 y 1250 BTU / PIE<sup>3</sup>
- Su composición es limpia y sencilla ya que no requiere de atomización.
- Los equipos sufren de poca descalibración, siendo sencillo el mantenimiento.
- Las empresas que lo utilizan en calderas y hornos no requieren licencia de emisiones al aire ya que es el combustible más ecológico existente.
- Sus principales constituyentes son el metano y el etano, no contiene azufre que es el principal causante de la lluvia ácida.

**8.1.7 Consumo total de vapor en la planta.** Una vez calculado aproximadamente cual es el consumo de vapor por hora de cada uno de los equipos se procede a realizar la siguiente tabla:

Tabla 25. Consumo de vapor en la planta.

<b>Equipo</b>	<b>Consumo de vapor (lb./Hr)</b>	<b>Consumo de vapor en (Kg./Hr)</b>
<b>Dos marmitas</b>	305	152.5
<b>Un túnel</b>	192	96
<b>Lavadora y tanque</b>	60.4	30.2
<b>Dos autoclaves</b>	1647	823.5

**8.1.9 Red de distribución de vapor.** La distribución realizada tuvo como prioridad: seguridad, eficiencia en el transporte del vapor como fuente de energía y una distribución de planta adecuada para las necesidades de la planta.

Para describir la red de distribución de vapor de la planta se tuvo en cuenta todos los componentes que conforman un sistema de transporte del vapor eficiente y seguro, de manera que habrá un notorio ahorro de energía representada en un menor consumo de combustible y menor tiempo de operación de los equipos

Los componentes básicos de la red de distribución de vapor son: Distribuidor, tubería y aislamiento térmico.

**8.1.10 Selección de Tubería.** Para la red de vapor toda la tubería debe ser hecha en acero al carbono sin costura, de tal forma que resista la alta presión y temperatura a la cual se encuentra el vapor transportado. Se utilizara tubería roscada en las puntas, al igual que las bridas y juntas. El diseño debe ir en busca de mejorar la eficiencia de las operaciones y optimizar costos.

Los factores más importantes para definir el diámetro de las tuberías fue la presión del vapor a transportar, velocidad del vapor; el aumento de la velocidad incrementa el ruido y la erosión, otro factor es el crecimiento en el futuro.

Para la selección de la tubería para el transporte de vapor se considero el máximo flujo que podría transportar cada línea, donde hay un balance para que toda la producción de vapor en la caldera, se consuma a la misma rata a la cual se produce. La distribución de vapor diseñada se dividió en seis líneas debido a la diferencia de flujos de vapor en cada una de ellas, las líneas se muestran en la figura 20, cada línea debe estar diseñada para transportar un flujo másico máximo,

el valor de este, se muestra en la siguiente tabla, al igual que la longitud de cada línea.

La selección de la tubería va encaminada en encontrar el diámetro adecuado para el transporte de vapor, el dimensionamiento de la tubería debe ser el justo para garantizar que las pérdidas de presión debidas al rozamiento sean bajas, pues la pérdida de presión no es mas que pérdida de energía.

Figura 20. Líneas de distribución de vapor de la planta.

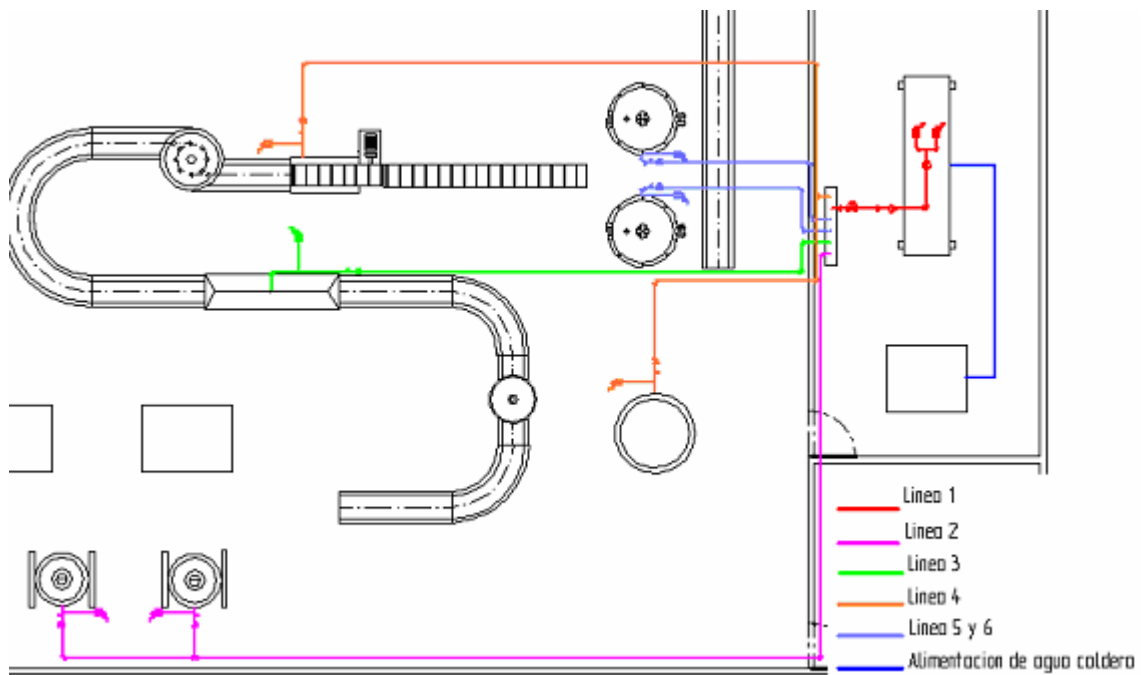


Tabla 26. Líneas de distribución de vapor

	LÍNEA	LONGITUD TUBERÍA. (m)	FLUJO MASICO MAXIMO	
			Lb./hora	Kg./hora
1	Caldera a distribuidor	4	2204	1097
2	Distribuidor a marmitas	29.5	305	152.5
3	Distribuidor a túnel	14.5	192	96
4	Distribuidor a lavadora y tanque	25.3	60.4	30.2
5	Distribuidor a autoclave	6	823.5	411.75
6	Distribuidor a autoclave	6	823.5	411.75

Para conocer Las dimensiones y propiedades de tubería en acero al carbono sin costura cédula 40 ver anexo D tabla A.14 a de la MILLS, pues este tipo de tubería es comúnmente usada en el transporte de vapor por sus propiedades mecánicas, las cuales garantizan la operación de transporte de fluidos a altas presiones y temperaturas, además su costo no es tan alto.

Para el cálculo de la red de distribución es necesario determinar las condiciones del vapor suministrado por la caldera, entre las propiedades mas importantes del vapor que se necesitan para calcular la tubería se tiene:

Tabla 27. Condiciones del vapor del proceso

PROPIEDAD		VALOR
<b>T</b>	Temperatura	115 °C
<b>P</b>	Presión	1.72 bares (25 Psi.)
<b><math>\rho</math></b>	Densidad	0.6692 Kg./m <sup>3</sup>
<b><math>\mu</math></b>	Viscosidad absoluta (Dinámica) del vapor saturado a 115 °C	0.056 centipoises

De acuerdo con criterios de diseño se recomienda que la velocidad media en las líneas de vapor de baja presión se encuentre entre 500 y 1500 metros por minuto, teniendo en cuenta esta recomendación y el diámetro interno tomado (de la tabla A.14 a de la MILLS, ver anexo d), se realiza una iteración con la siguiente ecuación para determinar el diámetro de tubería adecuado según el flujo másico a transportar, de tal forma que cumpla los rangos de velocidad recomendados.

$$V = \frac{21220 * \dot{m}}{D^2 * \rho}$$

Donde:

$V$  = Velocidad media. (m. /min.)

$D$  = Diámetro interno del tubo. (milímetros.)

$\rho$  = Densidad del vapor (Kg. /m<sup>3</sup>)

$\dot{m}$  = Flujo másico en (Kg. /hora)

Tabla 28. Diámetros de las tuberías de las líneas de distribución de vapor

Línea	Diámetro interno (mm)	Velocidad (m/min.)	Diámetro nominal (pulg.)
1	154	1466.75	6
2	62.7	1230	2.5
3	52.5	1104.43	2
4	40.9	752.46	1.5
5	102.3	1247.6	4
6	102.3	1247.6	4

Para determinar las pérdidas de presión es necesario calcular el número de Reynolds

$$R_e = \frac{354 * \dot{m}}{D * \mu}$$

Donde:

$R_e$  = Número de Reynolds

$\mu$  = Viscosidad absoluta (dinámica) en centipoises

Con la determinación del número de Reynolds y el diámetro interior de la tubería se entra a las curvas de factores de fricción ( $f$ ) para tuberías comerciales de acero limpias (Ver anexo D tablas).

Hasta este punto se ha determinado el diámetro interno de la tubería, la velocidad media del fluido y el factor de fricción, necesarios para determinar las pérdidas de presión en la tubería para un tramo de 100 metros con la ecuación general de la pérdida de presión " Formula de Darcy " la cual se define como:

$$\Delta P_{100} = \frac{62530 * f * \dot{m}^2}{D^5 * \rho}$$

Donde:

$\Delta P_{100}$  = Caída de presión en bares para cien metros de tubería

$f$  = Factor de fricción

Esta ecuación es válida tanto para flujo laminar como turbulento de cualquier líquido en una tubería, sin embargo con las restricciones necesarias puede utilizarse con gases y vapores dando resultados óptimos.

Con base en la ecuación de Darcy se obtiene la caída de presión para 100 metros de longitud total de tubería, entonces es necesario determinar la longitud total de tubería y calcular la equivalencia de pérdida de presión mediante una simple regla de tres.

$$\Delta P_{L_t} = \frac{\Delta P_{100} * L_t}{100}$$

Donde:

$L_t$  = Longitud total (m) =  $\Sigma$  Longitud tubos +  $\Sigma$  Longitud equivalente

$\Delta P_{L_t}$  = Caída de presión en bares para la longitud total

La longitud total es la sumatoria de los tramos de tubería y de las longitudes equivalentes de conexiones y válvulas. El valor de estas longitudes equivalentes de válvulas y conexiones más comunes para diferentes diámetros nominales se muestra en el anexo D.

Con la presión de entrada, verificando que no exceda el 10 %, de lo contrario se debe asumir otro diámetro nominal mayor hasta que se cumpla con el rango de

velocidades (Entre 500 y 1500 m./min.) y se tengan perdidas de presión menores que un 10 % de la presión de entrada.

La siguiente tabla muestra la longitud total equivalente por válvulas y accesorios en las diferentes líneas de distribución de vapor de la planta.

Tabla 29. Longitudes equivalentes de conexiones y válvulas en las líneas.

		LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5	LÍNEA 6
<b>Diámetro nominal d.</b>		6"	2.5"	2"	1.5"	4"	4"
<b>Longitud Tubería (m)</b>		4	29.5	14.5	25.5	6	6
<b>Codos de 90°C estándar</b>	<b>Cantidad</b>	3	3	3	4	3	3
	<b>Longitud equivalente</b>	23.1	8.85	4.2	4.4	13.2	13.2
<b>Válvula cheque</b>	<b>Cantidad</b>	1	0	0	0	0	0
	<b>Longitud equivalente</b>	15.4	0	0	0	0	0
<b>Válvula compuerta</b>	<b>Cantidad</b>	1	2	1	2	1	1
	<b>Longitud equivalente</b>	1.4	2	0.98	1.95	0.95	0.95
<b>T estándar</b>	<b>Cantidad</b>	1	3	1	3	1	1
	<b>Longitud equivalente</b>	9.24	13.2	3.5	8.4	6.65	6.65
<b>Válvula de seguridad</b>	<b>Cantidad</b>	2	2	1	2	1	1
	<b>Longitud equivalente</b>	15.4	9	3.2	6	5.7	5.7
<b>Long. Total</b>		68.6	62.6	26.4	45.3	32.5	32.5

De acuerdo con los cálculos descritos anteriormente para la selección de la tubería adecuada, con valores permisibles de perdidas de presión y con los datos de diseño también enunciados, se elaboro la siguiente tabla resumen.

Tabla 30. Resumen de calculo de perdidas para las líneas de vapor

	LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5	LÍNEA 6
<b>Número de Reynolds</b>	45448	15375	11559	5409	25443	25443
<b>Factor de fricción (f.)</b>	0.0225	0.029	0.031	0.036	0.017	0.017
<b>Perdida de presión en 100 metros de tubería (bar)</b>	0.028	0.065	0.067	0.036	0.024	0.024
<b>Caída de presión para 100 metros de longitud total de tubería.</b>	0.027	0.048	0.03	0.018	0.0089	0.0089

En la anterior tabla, la cual resume los cálculos hechos, vale la pena observar que las perdidas de presión son bajas (inferiores que un 10% de la presión de entrada = 1.72 bares (25 Psi.) Además las velocidades del fluido se encuentran entre el rango recomendado de 500 y 1500 metros por minuto.

**Distribuidor de vapor.** El sistema de distribución es la tubería que transporta el vapor desde la caldera a cada uno de los equipos donde se utiliza, pasando primero por el distribuidor de vapor, donde por medio de válvulas de corte se designa la distribución del vapor para las diferentes líneas que divergen de él.

Es esencial en este sistema disminuir al mínimo las pérdidas de energía, asegurar el suministro de vapor seco y saturado para los diferentes equipos de calentamiento.

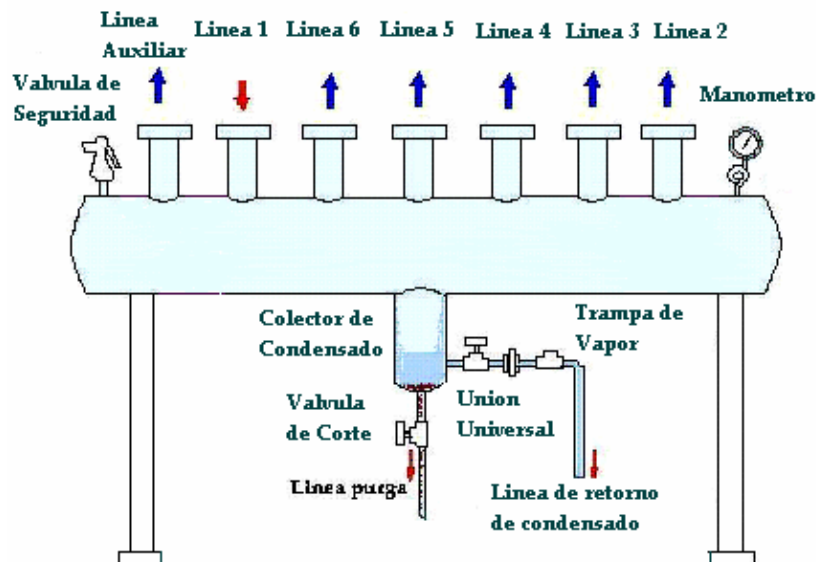
En consecuencia, las tuberías de distribución deben estar aisladas adecuadamente, además resulta esencial el diseño del sistema y la instalación de trampas de vapor para facilitar el drenado del condensado producido cuando el vapor cede su calor latente en los diferentes equipos.

El distribuidor debe ser fabricado en su totalidad en acero al carbono y con tubería sin ningún tipo de costura. Se debe ubicar en el cuarto de calderas para que el operario pueda realizar inspección visual fácilmente.

Para el diseño del nuevo distribuidor es necesario que este tenga los siguientes componentes. (Ver figura 21)

- ✓ Línea de entrada de vapor, proveniente de la caldera.
- ✓ Línea de salida de vapor hacia las marmitas.
- ✓ Línea de salida de vapor, independiente para cada autoclave.
- ✓ Línea de salida de vapor hacia el túnel desaireador.
- ✓ Línea de salida de vapor hacia la lavadora de latas y tanque.
- ✓ Línea auxiliar para salida de vapor. (Futura expansión)
- ✓ Válvula de seguridad.
- ✓ Manómetro.
- ✓ Eliminación de condensado.
- ✓ Drenaje para purgas.
- ✓ Pierna colectora de condensado

Figura 21. Diagrama del diseño del distribuidor de vapor



Es muy importante que la velocidad del vapor en el tubo del cuerpo principal del distribuidor sea menor que cualquiera de las velocidades de las líneas de salida de vapor, de esta forma no habrá ruidos molestos que aumentan la contaminación sonora, además funcionaria como un domo auxiliar, pues almacena vapor sirviendo de amortiguación de las fluctuaciones momentáneas del flujo de la producción y distribución del vapor.

Las tapas del tubo principal del distribuidor deben ser convexas y fabricadas en acero al carbono, unidas por medio de soldadura realizada por un soldador calificado.

Es importante eliminar el condensado del distribuidor de forma correcta para asegurarse que cualquier sustancia indeseable (Agua de la caldera y/o partículas) sea removida del vapor antes de que sea distribuido, esto se logra mediante una pierna colectora, la cual facilita que el condensado sea drenado por gravedad, del vapor fluyendo a alta velocidad. Esta se encarga de almacenar el condensado hasta

que la presión diferencial sea suficiente para descargarlo a través de la trampa de vapor.

**La pierna colectora de condensado** es importante para tener un manejo eficiente en la eliminación de condensado que se acumula en el distribuidor, esta debe tener un tamaño adecuado para recoger todo el condensado en el distribuidor. Debe estar ubicada en la mitad del distribuidor y de ella se desprenderá la línea de condensado y la línea de realizar purgas en el distribuidor.

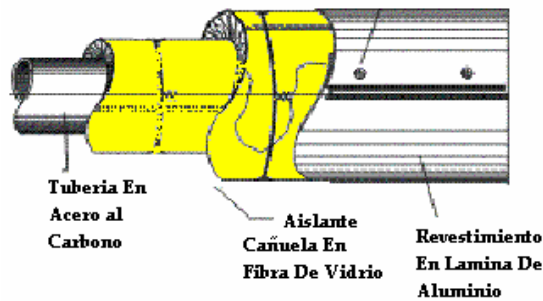
**8.1.11 Aislamiento térmico.** Es necesario aislar la tubería en la planta para ahorrar energía, y por consiguiente ahorro en el consumo de combustible de la caldera. El aislante térmico seleccionado es la cañuela de fibra de vidrio, la cual presenta las siguientes ventajas:

- Debido a su fácil montaje por su presentación tubular que viene en dos mitades las cuales acoplan perfectamente en el tubo a aislar.
- Esta fibra por ser de vidrio es incombustible, permanece inalterada por la humedad.
- No contribuye a la corrosión de los metales con los que esta en contacto resiste el ataque de bacterias, hongos.
- Tiene bajo peso específico y alta difusividad térmica.
- Costo aceptable en vista de sus características técnicas que lo hacen ideal para aislar cualquier tubería.

Para conservar el aislante del medio ambiente agresivo se reviste la cañuela con lámina de aluminio 0.5 mm. De espesor, suficiente para protegerla y además da un buen aspecto a la planta.

Para seleccionar el espesor óptimo del aislante térmico, se debe tener conocimiento del diámetro de la tubería y la temperatura máxima del vapor, con estos datos se mira en la carta dada por fabricantes (Ver anexo c). Donde se indica el espesor óptimo del aislante recomendado.

Figura 22. Aislamiento térmico en la tubería



Con base en los datos dados por el fabricante se determino el espesor óptimo para las diferentes líneas de distribución de vapor de la planta.

Tabla 31. Espesores óptimos de aislante.

	<b>Línea de distribución</b>	<b>Diámetro nominal del tubo</b>	<b>Temperatura del vapor</b>	<b>Espesor recomendado de aislante</b>
1	Calderas a distribuidor	6"	115°C	2.5"
2	Distribuidor a marmitas	2.5"	115°C	2"
3	Distribuidor a túnel	2"	115°C	2"
4	Distribuidor a lavadora y tanque	2"	115°C	1.5"
5	Distribuidor a autoclave	4"	115°C	2"
6	Distribuidor a autoclave	4"	115°C	2"

- **Gasto de combustible por ausencia de aislamiento térmico.** Con el siguiente análisis cuantitativo se determina la necesidad de aislar la tubería, debido a la pérdida de energía que se presenta, lo cual implica un alto gasto en combustible y el aumento en la emisión de gases perjudiciales para nuestra atmósfera.

Para poder tener noción de la cantidad de energía disipada se Calcula las pérdidas de calor por convección por metro de tubería sin y con aislamiento térmico para cada una de las líneas de distribución de vapor de la planta. Los datos necesarios para calcular la velocidad de la transferencia de calor con y sin aislamiento son los siguientes:

Figura 23. Tubería con aislamiento térmico

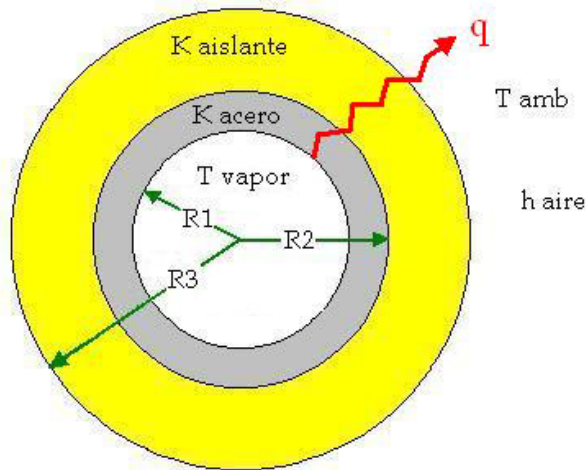


Tabla 32. Datos para el análisis térmico.

		LÍNEA 1	LÍNEA 2	LÍNEA 3	LÍNEA 4	LÍNEA 5	LÍNEA 6
R1	Radio interno del tubo (milímetros)	76.98	31.53	26.25	20.45	51.15	51.15
R2	Radio externo del tubo (milímetros)	84.15	36.5	30.15	24.15	57.15	57.15
R3	Radio externo del aislante (milímetros)	147.65	87.3	80.95	68.25	107.95	107.95
L	Longitud (metros)	1					
K <sub>acero</sub>	Conductividad térmica del acero	53 W °K./m					
K <sub>aislante</sub>	Conductividad térmica del aislante	0,04 W °K. /m					
T <sub>amb</sub>	Temperatura ambiente	35 °C					
T <sub>vapor</sub>	Temperatura del vapor	115 °C					
h <sub>aire</sub>	Coefficiente de transferencia de calor por convección del aire	16 W/m <sup>2</sup> °C					

$q_1$  es la velocidad de la transferencia de calor con el medio ambiente por convección por cada metro de tubería sin aislamiento térmico.

$$q_1 = \frac{(T_v - T_o)}{\frac{\ln(R_2 / R_1)}{2 * \pi * K_{acero} * L} + \frac{1}{2 * h_{aire} * \pi * R_2 * L}}$$

$q_2$  es la velocidad de la transferencia de calor con el medio ambiente por convección por cada metro de tubería con aislamiento térmico.

$$q_1 = \frac{(T_v - T_o)}{\frac{\ln(R_2 / R_1)}{2 * \pi * K_{acero} * L} + \frac{1}{2 * h_{aire} * \pi * R_3 * L} + \frac{\ln(R_3 / R_2)}{2 * \pi * K_{aisl} * L}}$$

La eficiencia ( $\eta$ ) del aislante esta dada por la siguiente ecuación:

$$\eta_{aisl} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} * 100$$

Con base en las ecuaciones expuestas anteriormente y la tabla de datos, se realizaron los cálculos, para lo cual se realizo el siguiente resumen de cálculo del ahorro de energía por tener toda la tubería aislada térmicamente con cañuela de fibra de vidrio.

Tabla 33. Resumen de calculo de ahorro de energía por aislamiento

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 6
<b>diámetro nominal</b>	6"	2.5"	2"	1.5"	4"	4"
<b>Espesor aislamiento</b>	2.5"	2"	2"	1.5"	2"	2"
<b>q<sub>1</sub> (W/m*h)</b>	675.24	293.05	242.17	193.98	458.74	458.74
<b>q<sub>2</sub> (W/m*h)</b>	34.71	22.31	19.73	18.69	30.49	30.49
<b>Δq= q<sub>1</sub>-q<sub>2</sub> (W/m*h)</b>	640.33	270.74	222.44	175.29	428.25	428.25
<b>Eficiencia del aislante η=(q<sub>1</sub>-q<sub>2</sub>)/q<sub>1</sub></b>	94.85 %	92.38 %	91.85 %	90.36 %	93.55 %	93.55 %
<b>Lt =Longitud total de tubería (m)</b>	68.6	62.6	26.4	45.3	32.5	32.5
<b>Potencia disipada al aire por convección Δq * Lt (Watts/hora)</b>	43927	16949	5873	7941	13919	13919
<b>Potencia total disipada al aire durante una hora</b>	<b>102526 Watt/hr</b>					
<b>Energía Total disipada al aire por convección durante los 30 días del mes, 14 horas diarias</b>	<b>155020 Mj/mes</b>					

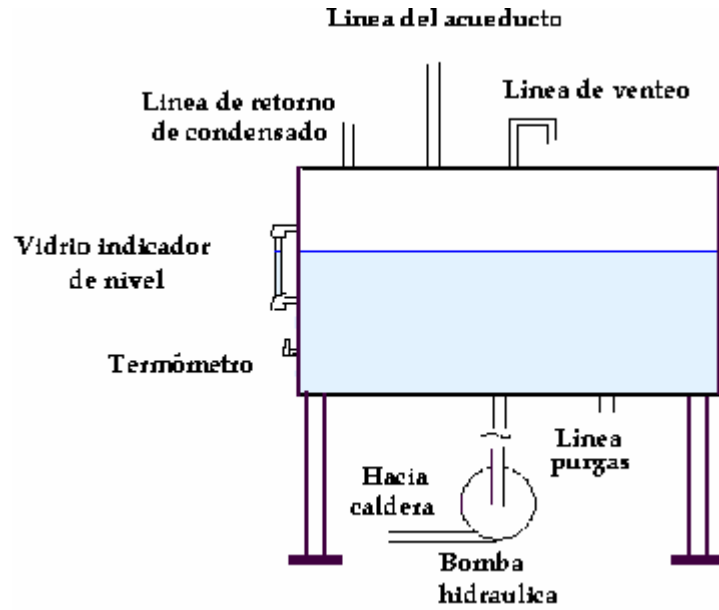
El no tener aislamiento térmico toda la tubería del sistema de distribución de vapor de la planta implica una **perdida de energía de 155020 MJ mensualmente**. Teniendo en cuenta la eficiencia de la caldera para transformar la energía química del combustible en energía térmica del vapor considerada de un 70 %, se necesita 201526 MJ mensualmente para suplir estas inmensas pérdidas de calor por convección con el medio ambiente.

Teniendo en cuenta que el combustible a oxidar es gas natural con un poder calorífico inferior de 40. 5 MJ. /m<sup>3</sup> se necesitan 4976 m<sup>3</sup> de gas natural mensualmente. El costo de cada metro cúbico es de \$551 para un costo total aproximado de \$ **2.741.749 mensualmente**. Con los resultados de este análisis vale la pena notar el gran desempeño de los aislantes térmicos actuales, los cuales con una correcta selección del espesor adecuado se obtienen eficiencias térmicas por el orden del 95 %.

**8.1.12 Tanque de suministro de agua a la caldera.** Para tener un correcto suministro de agua a las calderas es necesario un tanque el cual debe estar ubicado en el cuarto de calderas, evitando así altas pérdidas de energía por fricción en largos tramos de tubería.

Es importante el correcto dimensionamiento del tanque, de tal forma que permita fluctuaciones y posibles paradas del suministro. La capacidad de almacenamiento del tanque según las normas UNE debe ser la cantidad necesaria para que pueda suministrar como mínimo el gasto de agua en la caldera para el suministro de vapor durante dos horas a plena carga. La caldera tiene una capacidad de producción de 2760 libras de vapor por hora, por lo consiguiente el tanque debe tener un volumen mínimo de 1.32 metros cúbicos. Teniendo en cuenta esta norma el tanque se selecciona con un diámetro de 1.50 metros y longitud de 1.80 metros, teniendo una capacidad de 3.20 metros cúbicos, garantizando el suministro de agua para la producción de vapor en la caldera durante aproximadamente 2 horas.

Figura 24. Esquema general del tanque de caldera



- **Retorno de condensado.** Es de gran importancia la recuperación del condensado, mediante la siguiente tabla se muestra un estimado del volumen de este líquido producido mensualmente en la planta, mas adelante se hace un análisis para determinar los beneficios tanto económicos como ambientales obtenidos al aprovechar el condensado.

Tabla 34. Condensado producido.

CANT.	EQUIPO	CONDENSADO (metros cúbicos por día)	CONDENSADO TOTAL (metros cúbicos por mes)
2	Marmita	2.53	76
1	Túnel desaireador	0.317	9.51
2	Autoclaves	1.13	33.95
	<b>TOTAL</b>	<b>3.97</b>	<b>119.46</b>

La no recuperación de condensado implica tomar 3.97 metros cúbicos mas de agua fría proveniente del acueducto para el suministro de la caldera.

**8.1.13 Selección de trampas de vapor.** Para poder aprovechar el condensado liberado en las marmitas, túnel desairedor, autoclaves, el distribuidor y la tubería es necesario instalar trampas de vapor cuya función es descargar condensado sin permitir que escape vapor vivo. Estas se seleccionaron con base en la guía para la conservación de vapor en el drenado de condensados del catalogo de la Armstrong (Anexo C).

Se selecciono para el anterior equipo, trampas tipo balde invertido por ser la que mas se adapta a los requerimientos de eliminación de condensado de estos equipos. El único inconveniente en este tipo de trampa es su tamaño relativamente grande, pero se cuenta con suficiente espacio para su correcta instalación.

Figura 25. Trampa de vapor con balde invertido y sumergido

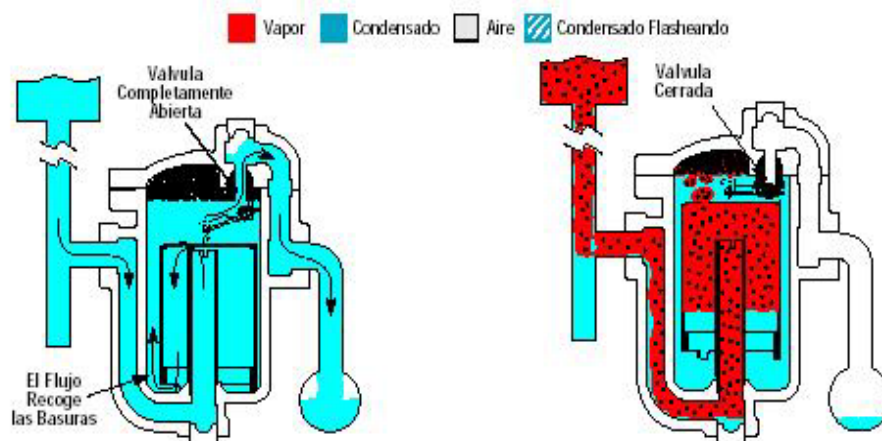
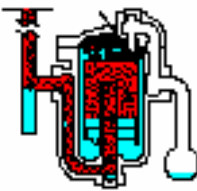
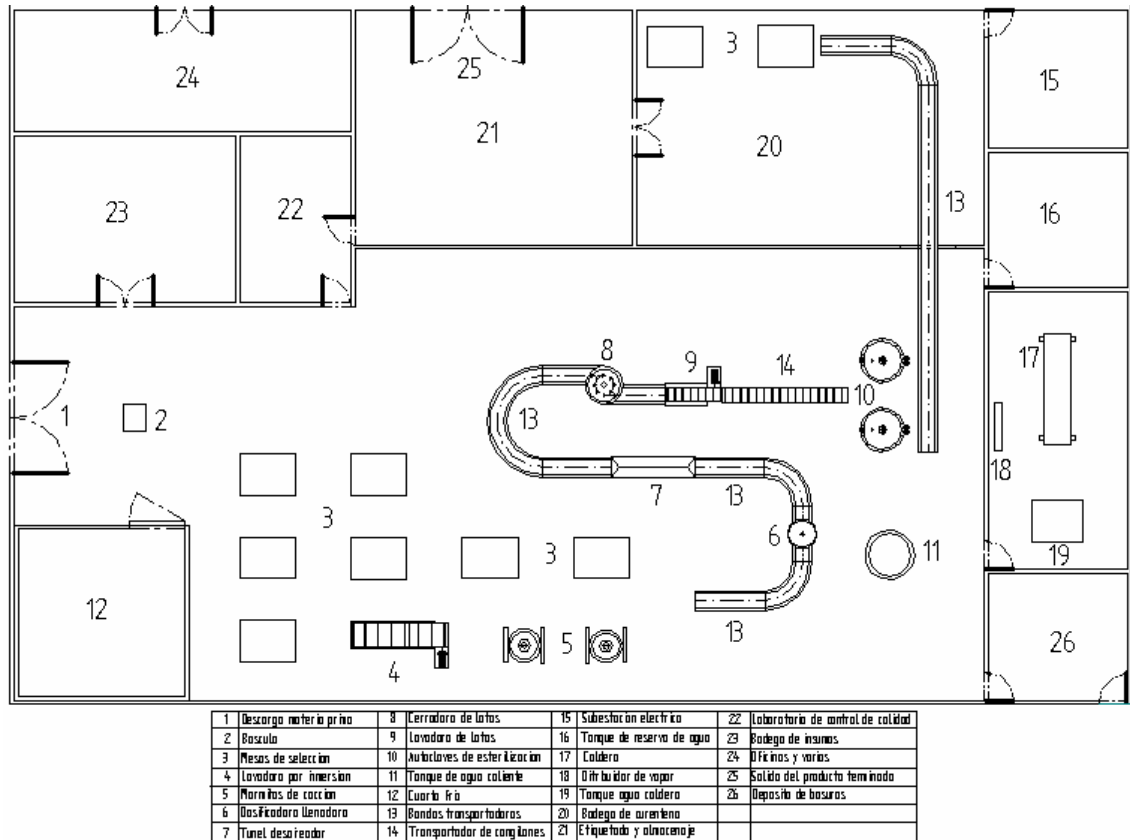


Figura 26. Principales características de la trampa de balde invertido

CARACTERISTICAS	Balde Invertido
Entre las principales características de funcionamiento de una trampa de vapor en cualquier sistema tenemos	
Modo de operación	Intermitente
Ahorro de energía	Excelente
Resistencia al desgaste	Excelente
Resistencia a la corrosión	Excelente
Resistencia al impacto hidráulico	Excelente
Venteo de aire y CO <sub>2</sub>	Si
Venteo aire muy baja presión	Deficiente
Manejo de aire al arranque	Adecuada
Funcionamiento al existir contrapresión	Excelente
Capacidad para purgar	Excelente
Desempeño cargas ligeras	Excelente
Formación de condensado	Inmediata
Desempeño con suciedad	Excelente
Tamaño Relativo	Grande

## 8.2 DISTRIBUCION DE PLANTA

Figura 27. Distribución de planta.



En la figura anterior se representa la disposición de la maquinaria principal que se necesitan para el procesamiento de los productos, haciendo énfasis en los equipos que requieren agua y vapor para su funcionamiento, tales como; marmitas, autoclaves, túnel desaireador, lavadoras, caldera, tanque de condensado, distribuidor de vapor. También se muestran otras zonas como el cuarto de calderas, subestación eléctrica, bodega de almacenamiento de insumos, bodega de producto terminado, laboratorio de control de calidad, cuarto frío y el trazado de la tubería de la red de vapor.

Para ver mas detalles de la distribución de planta, dirigirse al plano de **distribución de planta (plano # 1)**

### 8.3 CONSUMO DE AGUA

Existen varios tipos de agua a ser utilizados en la fábrica. Se pueden considerar los siguientes tipos:

- ❖ Agua de proceso.
- ❖ Agua de calderas.
- ❖ Agua residuales.

Cada uno de estos tipos de agua requiere un tratamiento especial para acondicionarla. Las fuentes de provisión de agua en una fábrica son generalmente:

- ❖ Agua de tanque.
- ❖ Agua acueducto.

En la industria de la elaboración de conservas, las operaciones pueden variar de una planta a otra, pero la cantidad y calidad del agua utilizada en un proceso similar es semejante y depende directamente de la capacidad de la planta. La tendencia usual es hacia el diseño de máquinas de lavado de materia prima que funcionen con una cantidad reducida de agua.

A continuación en la siguiente tabla se muestra un estimado de la cantidad de agua que se utiliza en la planta para los diferentes procesos:

Tabla 35. Consumo de agua de los principales equipos

<b>Proceso</b>	<b>Consumo en (Lts/hr)</b>	<b>Capacidad (Lts)</b>
Lavado y desinfección	1000	8000
Lavado de latas	500	4000
Tanque de agua caliente		6000
Tanque de agua fría potable		25.000
Tanque de agua caldera		3.200

#### 8.4 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se deben distinguir dos tipos de energía:

- ❖ Procesos e iluminación de planta.
- ❖ Otros usos: iluminación de cercos, edificios administrativos, etc.

El consumo de electricidad puede dividirse en dos partes. Como regla aproximada puede establecerse que el 20% del consumo de energía eléctrica de la planta trabajando a plena capacidad (iluminación, aire acondicionado, etc.) es prácticamente constante e independiente de la producción. El 80% restante es variable y depende de la producción en forma no lineal.

El consumo real de energía de cualquier tipo depende, en la práctica, del tipo de tecnología usada, de la eficiencia con la cual es utilizada, la operación y mantenimiento de los equipos.

Tabla 36 Potencia mínima necesaria para los principales equipos.

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad de equipo.</b>	<b>Potencia del motor (HP).</b>	<b>Potencia total Kw.</b>
<b>Lavadora por inmersión</b> (motor del reductor de la banda transportadora) +(motor de la bomba)	1	0.25+0.5	.5593
<b>Marmita</b> (motor del reductor del agitador)	2	1.8	2.684
<b>Banda transportadora</b> (motor del reductor de la banda)	3	1	2.237
<b>Túnel desaireador</b> (motor del reductor de la banda)	1	1.5	1.1185
<b>Cerradora de latas</b>	1	3	2.237
<b>Lavadora de latas</b> (motor de la bomba de recirculación) +( motor del reductor de la banda transportadora)	1	0.25 + 0.25	.3728
<b>Autoclave</b> (motor de la bomba de recirculación)	2	1.5	2.237
<b>Caldera</b> ( motor del ventilador) + (motor de la bomba del tanque de condensado)	3	1.7	4.7
<b>TOTAL</b>			<b>16.2</b>

## 8.5 COSTO DE LOS EQUIPOS.

Para el montaje de la planta se necesita equipo y maquinaria indispensable para poder realizar las diferentes operaciones que demandan cada uno de los procesos, a continuación en la siguiente siguiente tabla se lista cada uno de estos equipos con su respectivo fabricante o distribuidor, para mas detalles ver anexo cotizaciones.

Tabla 37. Costo total del equipo principal.

<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Precio en pesos</b>
1	Bascula	AROTEC	3.500.000
7	Mesas	COMEK	4.830.000
1	Lavadora de frutas	COMEK	10.500.000
2	Marmitas	TECNIK	32.400.000
1	Túnel desaireador	AROTEC	24.000.000
1	Selladora de latas	FISHBAN	53.190.000
1	Lavadora de latas	COMEK	8.500.000
2	Autoclaves	TECNIK	103.040.000
1	Tanque calefactor	TECNIK	9.560.000
7	Bandas trans.	AROTEC	58.800.000
1	Cuarto frió	FRIOCOL	12.000.000
1	Caldera	CONTINENTAL	96.560.000
		<b>TOTAL</b>	<b>416.880.000</b>

## 9. SEGURIDAD DE LOS ALIMENTOS Y HACCP

El HACCP es una metodología que apunta a conseguir, de manera sistemática, la seguridad de los alimentos. HACCP es el acrónimo de *Hazard Analysis Critical Control Point*, el que se traduce como “*Análisis de las Fuentes de Contaminación de los Alimentos y Control de Puntos Críticos*”.

La implementación de este método implica un enfoque proactivo y no reactivo a la evaluación de la seguridad de los alimentos. Para asegurar que los alimentos no traigan ningún elemento dañino para el consumidor, es necesaria la aplicación de todas las tecnologías de control de riesgos de contaminación alimentaria, siendo la mayor parte de éstas conocidas desde hace bastante tiempo. Lo que hace el HACCP es sistematizar su implementación y confirmar que estas tecnologías hayan sido realmente aplicadas.

Los alimentos pueden verse afectados por tres tipos de contaminación:

- Bacteriológica.
- Física.
- Química.

Los contaminantes pueden originarse en distintos medios y operaciones, tales como:

- El agua.
- Los excrementos (humanos y animales).
- Los procesos de producción.
- El transporte.

## 9.1 PRINCIPIOS QUE RIGEN LA PLANIFICACIÓN DE UN HACCP

1. Identificar los riesgos y evaluar su severidad.
2. Determinar los puntos críticos de control.
3. Establecer los criterios para asegurar el control.
4. Monitorear los puntos críticos.
5. Tomar acciones correctivas, cada vez que los criterios son violados.
6. Establecer un sistema de documentación.
7. Verificar que el sistema esté funcionando de acuerdo a lo planificado.

La secuencia de un programa de HACCP debe incorporar los siguientes elementos:

- Seleccionar un producto y representar su sistema de producción a través de un diagrama de bloques, que muestre la secuencia de los materiales e insumos empleados y las operaciones correspondientes.
- Realizar un análisis de riesgos (*Hazard Analysis*), con el fin de identificar los puntos del diagrama de bloques por los cuales los contaminantes pueden entrar al proceso.
- Identificar los puntos del proceso donde la introducción de los controles adecuados permitan minimizar los riesgos (*Puntos de Control Críticos*).
- Verificar que todos los riesgos estén controlados y los controles adoptados sean lo más aptos para producir alimentos seguros.

Luego, se estructura una serie de actividades para cada punto crítico, que permitan asegurar que los métodos de control y las tecnologías seleccionadas se estén aplicando correctamente.

Estas actividades pueden incluir:

- La definición de las medidas de prevención.
- El establecimiento de los límites y alcances de los controles.
- La definición de los procedimientos de monitoreo.
- Definir qué hacer si los métodos para la seguridad de los alimentos están siendo mal aplicados.
- Mantener la documentación apropiada para asegurar que los métodos se están aplicando correctamente.
- Verificar que el sistema definido para cada punto crítico esté funcionando correctamente.

El conjunto de instrucciones y documentaciones de todos los puntos críticos se denomina “Plan HACCP”. En muchos casos, de acuerdo con el tamaño y la complejidad de la empresa, es oportuno implementar el HACCP junto con ISO 9.002, lo que permite lograr, al mismo tiempo, el aseguramiento de la calidad y la seguridad alimentaria.

Para poder implementar correctamente un HACCP, el problema se debe abordar como un sistema que tiene como propósito conseguir que los aspectos más significativos de la seguridad de los alimentos (*food safety*) sean manejados apropiadamente.

## 10. CONCLUSIONES

- ✓ Para la realización de este proyecto los factores de mayor importancia fueron: el aprovechamiento de los recursos hortofrutícolas para transformarlos en productos nutritivos y saludables, la implementación de conceptos de ingeniería básica en la selección de maquinaria y equipo, la adecuada utilización del vapor, el ahorro de energía, la generación de fuentes de trabajo.
- ✓ Las memorias de este proyecto serán de gran utilidad para todo aquel que este interesado en saber acerca de las principales operaciones de los alimentos enlatados, así como los respectivos controles a realizar; también suministran información acerca del funcionamiento de los principales autoclaves de esterilización y sus respectivos elementos de control.
- ✓ Se pudo determinar que el método de esterilización por vapor realizado con la tecnología adecuada, es un método sumamente seguro con el cual se puede alcanzar 99.99% de inhibición de actividad microbiana y enzimática durante un periodo de hasta tres años.
- ✓ Los parámetros utilizados para la selección de la maquinaria y equipo fueron: cantidad de materia prima, tipo y variedad de productos, disponibilidad de fabricantes y representantes en el país, calidad y precio de los equipos.

- ✓ A partir de los datos suministrados por los fabricantes y los obtenidos en los procesos, se determinó el consumo y distribución del vapor, mediante la aplicación de conceptos en áreas como transferencia del calor, termodinámica y mecánica de fluidos.
- ✓ Para la puesta en marcha de la planta de mediana producción se necesita un capital considerable de alrededor de 416.000.000, solo para el equipo indispensable de las operaciones, sin tener en cuenta equipos secundarios, ni las instalaciones físicas.
- ✓ Se obtuvo la visión de cómo proyectar de manera general el desarrollo de todos los procesos que se llevan a cabo en una planta de enlatados.
- ✓ Al finalizar esta etapa de investigación, los autores de este proyecto pueden afirmar que se ha logrado cumplir con todos los objetivos propuestos inicialmente. Además la realización les ha permitido crecer a nivel personal como profesional fortaleciendo su compromiso para asumir retos que se presenten a lo largo del tiempo.

## BIBLIOGRAFIA

CRANE. División de ingeniería. Flujo de fluidos en Válvulas, accesorios y Tuberías. Mc Graw Hill 1987

MILLS, Anthony F. Transferencia de calor. Mc Graw Hill /Irwin 1999

SOUTHGATE. D. Conservación de frutas y hortalizas. Acribia S.A. 1992.

FRAZIER W. Microbiología de los Alimentos Enlatados. Acribia S.A. 1993.

LOPEZ A. A Complete Course in Canning. THE CANNING TRADE. Volumen I. 1981.

REES J. and BETTISON J. Procesado Térmico Y Envasado De Los Alimentos. Acribia S.A. 1994.

FELLOWS. P. Tecnología Del Procesado De Los Alimentos (Principios Y Prácticas). Acribia S.A. 1994.

FONSECA V. Operaciones en la industria de los alimentos. Unisur Bogota 1995.

ASQ FOOD, DRUG AND COSMETIC DIVISION. HACCP Manual Del Auditor De Calidad. Editorial AMV. 2003.

**ANEXO A**  
**COTIZACIONES**



Bogotá D.C Mayo 11 de 2004

Señores

**SENA, CENTRO AGROINDUSTRIAL GUATIGUARA.**

Telefax. (077) 6561718-1719

Piedecuesta - Santander

**AROTEC COLOMBIANA S.A.**

EQUIPOS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

COTIZACION No. 0712-04 EQUIPOS PARA PROCEAMIENTO DE FRUTAS

REFERENCIAS	DESCRIPCIÓN	VALOR
BAS-240	Bascula electrónica de 0 a 500 Kg.	\$3.500.000
LVI -1000	Lavadora por inmersión	\$20.000.000
BCL-1500	Banda de clasificación	\$8.400.000
TEX-400	Túnel desaireador	\$24.000.000

---

Cra 15 N°. 38-78, teléfono 2-887799, 9800-9-11308, Fax 2-853604

E-mail: [ventarot@unete.com](mailto:ventarot@unete.com), Bogotá D.C.



EQUIPOS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: BAS 240

### BASCULA ELECTRÓNICA

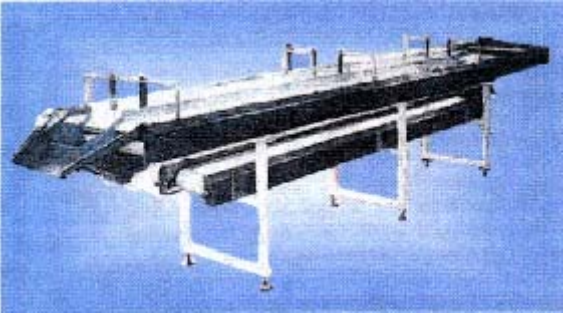
Especificaciones	
Capacidad de 0 a 500 Kg.	
Totalmente electrónica.	
Plataforma en lámina corrugada.	
Display de alta visibilidad pesaje en Kg. y lb. Americanas.	
Funcionamiento con energía 110 voltios.	
Batería recargable.	
Bacula plegable para fácil transporte.	
Ruedas en polipropileno.	




EQUIPOS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS

CÓDIGO: BCL 1500


### BANDA TRANSPORTADORA

Especificaciones	
500mm de ancho por 900 mm de altura y 1500mm longitud.	
Chasis y estructura son fabricados en acero inoxidable SAE 304.	
Potencia del motor 1.3 HP	
Para nivelar la banda se dispone de tornillos en cada soporte que permite nivelar en pisos inclinados.	
Variador de velocidad.	

**CÓDIGO: TEX400**  
**TÚNEL DESAIREADOR**

Especificaciones	
Túnel y bastidor en acero inoxidable SAE 304	
Estructura soporte en acero al carbono y pintura epoxica.	
Motoreductor de 1.5 Hp @ 220 Vol. 60 Hz	
350 mm De ancho por 900 mm. De altura y 3 m de longitud.	
Los frascos llenos son alimentados manualmente o por otra banda transportadora para ser sometidos dentro del túnel a chorro de vapor en dirección apropiada para realizar el proceso de extracción de burbujas de aire.	
Las flautas de inyección de vapor son graduables en altura e inclinación de la incidencia del vapor. Tubería de aspersion de en acero inoxidable SAE 304 de 1/2" de diámetro.	
El túnel esta dividido en tres partes y se abre con bisagras para permitir el lavado y la inspección del proceso	

**CÓDIGO: LVI1000**  
**LAVADORA DE INMERSIÓN**

Especificaciones	
Sistema de lavado por Inmersión y Aspersión.	
Provista de Banda transportadora de 1.70 m.	
Dotada de Tanque de lavado para inmersión de 2 m. aprox.	
Elaborada en acero inoxidable 304.	
Características de la Banda: Longitud: 1.70 m. Ancho: 45 cm.	
Elaborada en material teflonado atoxico y modular.	
Sistema: La fruta se introduce en el tanque, donde se dispone de agua con desinfectante, para lavar por inmersión, de aquí sale la fruta automáticamente por la Banda transportadora dispuesta para elevar a 30 grados; en cuyo transito se dispone de un sistema de aspersores múltiples que terminan de lavar, antes de caer la fruta por gravedad a otros recipientes, o directamente a la tolva de despulpe.	



Calderas, Intercambiadores, Autoclaves, Marmitas, Tanques,  
Equipos para Baños Turcos, Ingeniería, Instalación,  
Mantenimiento, Repuestos

Bogotá D.C Mayo 17 de 2004

Señores

**SENA, CENTRO AGROINDUSTRIAL GUATIGUARA.**

Telefax. (077) 6561718-1719

Piedecuesta - Santander

Atención :                   ING. SAUL CASTELLANOS SUÁREZ

Referencia:                   **COTIZACIÓN No. 0517-04 EQUIPOS PARA  
VAPOR**

Apreciados señores:

Cumpliendo con su amable solicitud, a continuación encontraran la oferta para el suministro de los siguientes equipos **F.O.B** nuestra planta de Bogotá:

CALDERA PARA VAPOR DE 80 BHP, combustible a.c.p.m, o gas natural presión de diseño 150psi presión de trabajo vapor a 125 psi, tipo pirotubular horizontal de tres pasos, automática con una eficiencia del 80 al 82%, cámara de combustión refrigerada por agua, con quemador modulado de tiro forzado, programadores de combustión Honeywell, Beckett, A.B.C. Mc Donnell & Miller, etc. ensambladas en nuestra fabrica de Bogotá , equipos marca **TECNICK**, con acabado aislamiento exterior y forro en acero inoxidable.

EL EQUIPO OFRECIDO INCLUYE:

Un estabilizador electrónico de voltaje para protección de sobrecargas circuito control.

Operación automática de la caldera.

Doble protección de bajo nivel de agua: un control Mc Donnell & Miller

Electrodos sumergidos Warrick.

Control de alta potencia Honeywell.

Control modulador de presión Honeywell.

Doble válvula de seguridad.

Control de combustión y de seguridad de llama a prueba de explosiones serie RM7800 Honeywell.

Quemador de combustión modulado americano marca Power Flame.

Certificados de calidad para laminas y tuberías utilizadas en el proceso de fabricación.

**TECNIK LTDA. Incluye** con el equipo un manual de operación y **mantenimiento**.

**TECNIK LTDA. Incluye** curso de entrenamiento y capacitación en planta tecnik de dos técnicos de su compañía durante un día en lo referente a anejo y operación de la caldera ofrecida.

**1. CALDERA HORIZONTAL**

Caldera	80	B.H.P/A.C.P.M-	modulado	Low-High-off
				<b>\$85.760.000</b>
Caldera	80	B.H.P/GAS	- modulado	Low-High-off
				<b>\$96.560.000</b>
Caldera	80	B.H.P/DUAL	- modulado	Low-High-off
				<b>\$99.560.000</b>

Tiempo de entrega: 75 días

2. **UNA MARMITA PARA VAPOR, CON CAPACIDAD PARA 130 GLS (500 LTS) X 30 PSI 126°C.** Tipo vertical basculante, manufacturada en acero inoxidable, con chaqueta exterior para superficie de calentamiento, equipo marca **TECNIK**. Las marmitas incluyen manómetro, válvula de seguridad y registro de drenaje cromado.

**\$15.400.000**

Tiempo de entrega: 15 a 40 días.

3. **AUTOCLAVE DE ESTERILIZACIÓN POR VAPOR CAPACIDADES DE 700 GALONES (2650 LTS) X 40 PSI X 122°C.** temperatura máxima de esterilización, tipo vertical, manufacturado en acero inoxidable, equipo marca **TECNIK**, se incluyen dos canastillas en acero inoxidable.

**\$51.520.000.**

Tiempo de entrega: 75 días.

4. **TANQUE PARA AGUA CALIENTE DE 1600 GALONES DE CAPACIDAD (6000 LTS).** Tipo vertical , presión de diseño de 40-80 psi, temperatura de hasta 80°C

**\$9.560.000.**

Tiempo de entrega: 15 días

**Notas para envíos de equipos a otras ciudades:**

- *El sitio de entrega de los equipos cotizados es FÁB. muestra plena Bogota.*
- *El transporte y gastos de envío a otra ciudad será por parte del comprador.*
- *En caso de que los equipos sean transportados en camión expreso no requieren guacal.*
- *En caso de que los equipos sean transportados en camión con otros paquetes o mercancías deberán ser enguacalados y tendrán un costo adicional.*

**NOTA:**

**Transporte e instalación de equipos.** Elementos tales como; tuberías de agua fría, caliente, eléctricas o control, que se requieran para la instalación se cotizaran previa visita al sitio de obra o previo envío de planos.

**Condiciones comercial.**

- |                     |  |
|---------------------|--|
| ▪ I.V.A             | 16% Adicional                                      |
| ▪ Validez oferta    | 30 días  |
| ▪ Forma de pago     | 50% al pedido, saldo equipos<br>Antes del despacho |
| ▪ Garantía          | 1 año.   |
| ▪ Vida útil equipo  | 25 años  |
| ▪ Pólizas y seguros | ya incluidos                                       |

**ESPERANZA CARDENAS B.**  
**INGENIERIA Y PROYECTOS**  
**TELF. 2227811- 2223395**  
**FAX. 2220656**

---


**SALA DE EXHIBICION Y VENTAS** Diagonal 53 N° 56B-35.(Avenida  
Carrera 68 - Avenida Calle 53)

PBX: 2227811. FAX: 2220656. E-mail: [tecnik1@col1.telecom.com.co](mailto:tecnik1@col1.telecom.com.co)

PLANTA Y ALMACEN: Carrera 53 N° 17- 06. PBX: 2622007. FAX: 2619750  
Bogotá. D.C.- Colombia

CÓDIGO: AM 250

MARMITA PARA VAPOR.

Especificaciones	
Elaborada en acero inoxidable SAE 304.	
Doble camisa o fondo para vapor.	
Capacidad 130 galones o 500 litros	
Medidas de contenido; 920 mm diámetros X 750 mm altura.	
Presión de trabajo; 14 psi - 30 psi (110 a 134°C).	
Fondo abombado y cuerpo cilíndrico.	
Aislamiento térmico; lana de vidrio y recubrimiento exterior acero inoxidable	
Agitador de acero inoxidable conformado por eje, aspas y paletas tangenciales para raspado periférico total. Dimensiones Largo 368 mm, Altura 113 mm	
Agitación automática Con motoreductor eléctrico tipo sinfín de 1,8 Hp por 30 rpm, a 220 volt trifásico.	
Accesorios; válvula de salida de 1.25" de diámetro, válvula de seguridad, manómetro.	
Peso ; 240 kilos	
Normas de fabricación; según ICONTEC y ASME.	

CÓDIGO: AA382

## AUTOCLAVE DE ESTERILIZACIÓN

Especificaciones	
Capacidad; 700 galones	
Tipo; vertical	
Material; Acero inoxidable SAE 304	
Aislamiento térmico en lana fibra de vidrio y chapa de acero Inoxidable SAE-304.	
Presión de diseño; 70 psi	
Presión de trabajo; 0 a 40 psi	
Temperatura de operación; 122 °C	
Dimensiones contenido: 1.40 de diámetro X 1.80 de altura	
Tapa: abisagrada escualizable con contrapeso	
Sistema de enfriamiento; flauta tubular tipo regadera	
Canastillas; dos	
Accesorios estándar; manómetro, termómetro, válvula de drenaje, despresurización y seguridad.	

---

**SALA DE EXHIBICION Y VENTAS** Diagonal 53 N° 56B-35.(Avenida  
Carrera 68 - Avenida Calle 53)


PBX: 2227811. FAX: 2220656. E-mail: [tecnik1@col1.telecom.com.co](mailto:tecnik1@col1.telecom.com.co)

PLANTA Y ALMACEN: Carrera 53 N° 17- 06. PBX: 2622007. FAX: 2619750  
Bogotá. D.C.- Colombia

**CÓDIGO: TAN 1600**

**TANQUE PARA AGUA CALIENTE**

**tecnik ltda.**  
INGENIERIA PARA EL CALENTAMIENTO

Especificaciones	
Capacidad; 1600 galones o 6000 litros.	
Tipo; cilíndrico vertical	
Material; acero al carbono	
Presión de diseño; 110 psi	
Presión de operación; 40- 80 psi	
Temperaturas de hasta 80 °C	
El tanque incluye; base de suportación, control de nivel tipo flotador, indicador visual de nivel, termómetro, filtro y registro, válvula cheque y accesorios de interconexión	

---

**SALA DE EXHIBICION Y VENTAS** Diagonal 53 N° 56B-35.(Avenida Carrera 68 – Avenida Calle 53)

PBX: 2227811. FAX: 2220656. E-mail: [tecnik1@col1.telecom.com.co](mailto:tecnik1@col1.telecom.com.co)

PLANTA Y ALMACEN: Carrera 53 N° 17- 06. PBX: 2622007. FAX: 2619750  
Bogotá. D.C.- Colombia

**INDUSTRIAS MARTINEZ BONILLA**

ATT.: SR. ALVARO IVAN BONILLA

Cra. 9 # 4-11

Floridablanca (Santander) - COLOMBIA

TEL: 6750581; Fax: 6484942

**Lemoa, 26 de mayo de 2004**

***N/REF.: OF327/04-IB/JM***

Estimado Sr. Bonilla:

Tenemos el agrado de someter a su consideración oferta para los siguientes equipos

CTDAD DENOMINACIONES Y ESPECIFICACIONES

PRECIO EUROS

- |   |   |
|---|---|
| 1 | <b>CERRADORA AUTOMÁTICA NUEVA<br/>CORAL 6.1.</b><br>Producción: 100 botes por minuto. ....<br>17.730 €  |
| 1 | <b>AUTOCLAVE DE ESTERILIZACIÓN F/AH-1,35-1C-1P</b><br>La autoclave al ser un recipiente sujeto a presión interior, se entregará con la placa de que cumple la normativa vigente y de que ha |

sido sometido a las pruebas hidrostáticas y ensayos pertinentes de control. Las válvulas de seguridad que se instalan en el autoclave son de sistema de resorte, de levantamiento total y están previstas de mecanismo de apertura normal y regulación. La instalación de las válvulas de seguridad está prevista de tal forma que se impide eficazmente que el vapor evacuado pueda producir daños a personas o cosas.

2	<b>CARROS</b>	
2	<b>PORTACARROS.</b> .....	30.000
	€	
1	<b>CALDERA GENERADORA DE VAPOR F/CGV-500.</b> Producción: 500 Kg./hora.	
1	<b>DESCALCIFICADOR.</b> .....	28.500 €

**PRECIOS €UROS FOB BILBAO**

*Toda la maquinaria Fishbam está diseñada y fabricada bajo las normas de calidad ISO 9001-2000 y lleva el Marcado CE cumpliendo las Directivas Europeas de Seguridad.*

**PLAZO DE ENTREGA:** A convenir

**NO INCLUIDO:** Montaje y puesta en marcha, flete, obra civil, ni conexiones eléctricas, tuberías agua, vapor, aire, etc. ni flete, ni seguro, ni los equipos necesarios para la instalación de los equipos como son grúas, etc.

En caso de requerirlo y con los planos de la fábrica, Fishbam, s.l. proporcionará los planos de instalaciones eléctricas, agua, vapor, aire, así como planos de posicionamiento de los equipos.


**FORMA DE PAGO:** 30 % ANTICIPADO CON EL PEDIDO.

70 % CARTA DE CREDITO IRREVOCABLE  
CONFIRMADA POR BANCO ESPAÑOL CONTRA  
DOCUMENTOS DE EMBARQUE

Fdo.: J.L. MANCISIDOR

p.o. Iñigo Bakaikoa

**CODIGO: CORAL 6.1**  
**CERRADORA DE LATAS**

<b>Especificaciones</b>	
<p>Para cerrar automáticamente latas: rectangulares, cuadradas, redondas, ovales, etc., de hojalata, aluminio, cartón o plástico, con tapas metálicas.</p>	
<p>Diagonal máxima de 165 mm.; anchos entre 45 y 110 mm.; alturas entre 15 y 275 mm.</p>	
<p>Hasta 100 latas/minuto.</p>	
<p>Potencia del motor; 3 HP</p>	
<p>Rendimiento máximo hora, según lata; 6.000</p>	
<p>Polea de cierre muy robusta con 4 ruedas de cierre independiente sobre rodamientos.</p>	
<p>CLINCHER rotativo con 4 pistones.</p>	
<p>Variador electrónico de frecuencia, AC de 3 CV.</p>	
<p>Nivel constante de alimentación y trabajo desplazándose tanto la torreta clinchadora como la cabeza de cierre.</p>	
<p>Alimentador de tapas viradas con sistema "no tapa, no lata".</p>	
<p>Marcador rotativo de tapas con tres hileras de ocho marcas cada una.</p>	<p>Sistema de seguridad "antifichas" que detiene la máquina al faltar o fallar una tapa, evitando que la lata quede enganchada en la tapa de cierre.</p>

## **COTIZACIÓN**

**Sres. Industrias Martínez Bonilla Ltda.**

**Atn. Sr. Álvaro Bonilla**

Fecha: 14 de mayo de 2004

Reciba un cordial saludo

A continuación encontrará los diferentes equipos que fabricamos y/o distribuimos, entre ellos los que usted nos solicitó.

Si tiene alguna inquietud, no dude en comunicarse con nosotros.

### **Equipos:**

#### **LAVADORA DE FRUTAS**

- Sistema de lavado por Inmersión y Aspersión.
- Provista de Banda transportadora de 1.70 mts.
- Dotada de Tanque de lavado para inmersión de 2 mts aprox.
- Elaborada en acero inoxidable 304.
- Características de la Banda:
- Longitud: 1.70 mts Ancho: 45 cms.
- Elaborada en material teflonado atóxico y modular (importado)
- Dotada de motoreductor, marca Bonfiglioli (trifásico) de 0.25 h.p.
- Sistema: La fruta se introduce en el tanque, donde se dispone de agua con desinfectante, para lavar por inmersión, de aquí sale la fruta automáticamente por la Banda transportadora dispuesta para elevar a 30 grados; en cuyo tránsito se dispone de un sistema de aspersores múltiples (importados) que terminan de lavar, antes de caer la fruta por gravedad a otros recipientes.

**Precio: \$ 10.500.000**

#### **LAVADORA DE LATAS**

- Sistema de lavado por Inmersión.
- Provista de Banda transportadora cangilones.
- Elaborada en acero inoxidable 304.
- Características de la Banda:
- Longitud: 1.80 mts Ancho: 50 cms.
- Sistema de calentamiento por serpentín a vapor.
- Elaborada en material teflonado atóxico y modular (importado)
- Dotada de motoreductor, marca Bonfiglioli (trifásico) de 0.25 h.p.

- Sistema: La lata se introduce en el tanque, donde se dispone de agua caliente, para lavar por inmersión, de aquí sale la lata automáticamente por la banda transportadora de cangilones.

**Precio: \$ 8.500.000**

#### **MARMITA**

- Elaborada en acero inoxidable 304, calibre 14.
- Doble camisa o fondo (para aceite o vapor).
- Sistema de calentamiento a gas con calderin de sopletes.
- Con aceite térmico dentro de la camisa.
- Agitación a 40 rpm. aprox. Con motoreductor eléctrico importado.
- Sistema de aspas en acero inoxidable y raspadores en teflón.
- Sistema volcable de evacuación con manija.

**Capacidad: 20 galones      Precio: \$ 5'100.000**

**Capacidad: 50 galones      Precio: \$ 6'590.000**

#### **REFRACTÓMETRO**

- Marca: MISCO (USA).
- Escala múltiple para medición de grados Brix.
- Dotada de control de temperatura.
- Medición fácil y exacta, en escalas de 0 a 50 grados Brix o de 50 a 90° Brix.

**Precio: \$ 1'790.000**

Refractómetro asiático escala sencilla (0-32, 28-62, 45-82 Brix) \$ 390.000  
Escala 0-90 Brix \$ 1.290.000

#### **PEACHIMETRO**

- Marca: HANNA (Importado).

**Precio: \$ 190.000**

#### **PENETROMETRO para frutas**

- (Importado).

**Precio: \$ 950.00**

#### **TERMÓMETRO TIPO LAPICERO**

- Precio: \$ 28.000

#### **CARRO TRANSPORTADOR**

- Elaborado en acero inoxidable 304.

**Precio: \$ 450.000**

#### **DESCASCARADOR Y DESCORAZONADOR DE PIÑA**

- Elaborado en acero inoxidable.

**Precio: \$ 48.000**

### **BALANZA ELECTRÓNICA (Importada)**

- Marca: LEXUS.
- Capacidad: 30m Kilogramos, plato de acero inox. (25 x 31 cm)
- Suministra y totaliza precio de acuerdo al peso.

**Precio: \$ 890.000 (10 modelos adicionales).**

- Capacidad: 12 kilos (de 2 en 2 gr.)

**Solo peso: \$590.000**

### **BASCULA TIPO BANANERA (Para Canastillas)**

- Lectura tipo reloj, hasta 130 Kg.

**Precio: \$ 345.000**

### **MESA EN ACERO INOXIDABLE 304**

- Medidas: 1.12 mts x 1.12 mts x 0.75 cms.
- Con un (1) entrepaño en acero inoxidable.
- Montada sobre estructura con rodachines.

**Precio: \$ 550.000 \$ 690.000 (1.12 x 1.50 x 0.75 cms).**

### **MESA DE SELECCIÓN**

- Elaborada en acero inoxidable 304.
- Soportada con estructura metálica sólida, revestida con pintura horneable (inoxidable).

**Precio: \$ 950.000 Mesa Auxiliar: \$ 135.000**

**Atentamente,**

**Andres Covelli J**

**[a.Covelli@comek.com.co](mailto:a.Covelli@comek.com.co)**

**MSN: dacotazul@hotmail.com**

**+571 2818093 - 5667436**

**[www.comek.com.co](http://www.comek.com.co)**

**Bogota - Colombia.**

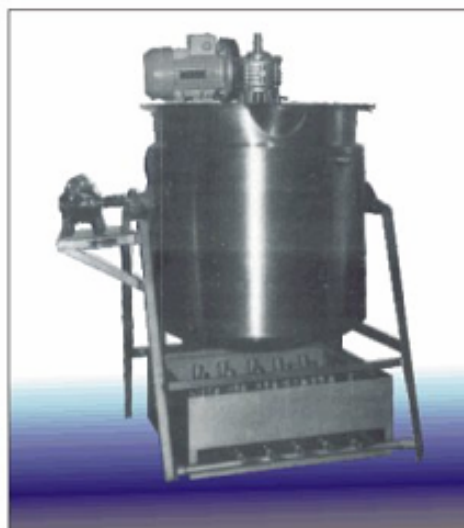
Le invitamos a visitar nuestra pagina web **[www.comek.com.co](http://www.comek.com.co)**, allí podrá ver nuestros catálogos.

**Cra.4 N° 18-50 Of.1307 Tels: (571) 2818093- 5667436 fax: 3424865  
Bogotá, Col.**

**Email: [ventas@comek.com.co](mailto:ventas@comek.com.co)**

**Web: [www.comek.com.co](http://www.comek.com.co)**

# MARMITA



Información adicional \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

CAPACIDAD	50 GALONES
ELABORADA EN	ACERO INOX 304
MOTOREDUCTOR	IMPORTADO DE SELLE HERMETICO DOBLE PUA VAPOR
CAMARA	O ACEITE
AGITADOR	A 40 r.p.m. CON RASPADORES DE TEFLON
EVACUACION	VOLCABLE CON MANIJA
CALENTAMIENTO	VAPOR O A GAS (INCLUYE CALEFACTOR)
DIMENSIONES	130X90X110
PESO NETO	65 Kg.
OTRO MODELO	20 Gal.

Distribuidores de :

**DEA LUN CO.**

- Selladoras de impulso (Manuales y automaticas)
- Tunnel de calor

**UNIVERSAL**  
ICE CREAM MACHINE

- Maquinas para heladeria

**PROMEK**

- Dispensadores de jugos

**MISCO**

- REFRACTOMETROS

**COMEK**

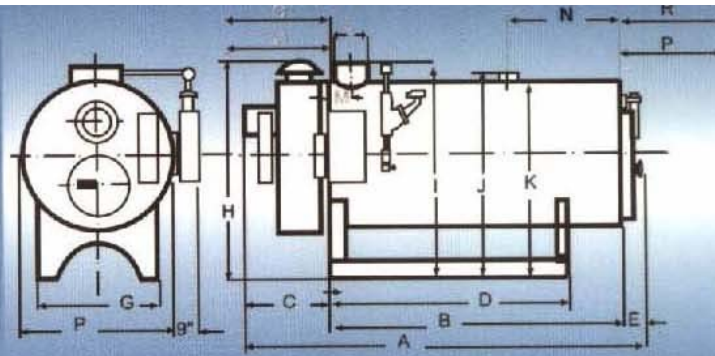
- Equipos para la industria fruticola, lactea y carnica
- Equipos en acero inox

Carrera 4 No. 18-50 Of. 1307 Bogota D.C. - Colombia Tel. (571) 2818093 - 5667436 - Fax. 3424865  
 E-mail: [ventas@comek.com.co](mailto:ventas@comek.com.co) [www.comek.com.co](http://www.comek.com.co)

CALDERAS CONTINENTAL

*Calderas*  
***Continental***





# MODELO

		E72A80	E72C80	F92D100	F92C150	F102C200	F122B300	F142B500	F162B700	F162C750	
Cabezas de vapor		60	80	100	150	200	300	500	700	750	
Longitud	Total	A	9'9"	12'10"	16'7"	17'6"	19'5"	24'4"	25'10"	27'2"	
	Del vaso de presión	B	7'0"	10'0"	13'2"	13'10"	16'11"	17'7"	22'4"	23'10"	25'2"
	De la base al frente	C	2'5"	2'5"	3'5"	3'4"	2'10"	3'6"	3'7"	4'1"	4'1"
	De la base	D	4'11"	7'10"	10'5"	11'0"	12'11"	12'3"	15'10"	17'4"	18'5"
	De la puerta trasera	E	7'	7'	9'	9'	9'	10'	10'	10'	10'
Ancho	Sobre la cubierta	F	3'11"	3'11"	4'5"	4'11"	5'5"	6'5"	7'5"	8'5"	8'5"
	Base	G	3'2"	3'2"	3'0"	3'9"	4'0"	5'0"	5'10"	7'0"	7'0"
Altura	Total	H	5'4"	5'4"	6'0"	6'6"	7'8"	9'1"	10'6"	11'8"	11'8"
	Piso a salida de gases	I	5'3"	5'3"	5'10"	6'4"	6'8"	7'9"	9'1"	10'4"	10'4"
	Piso a salida de vapor	J	5'3"	5'3"	5'9"	6'4"	6'11"	7'11"	9'3"	10'5"	10'5"
	Piso a parte superior	K	4'11"	4'11"	5'5"	5'11"	6'5"	7'5"	8'9"	10'0"	10'0"
Salida gases	Díámetro (nominal)	L	12"	12"	12"	16"	16"	20"	24"	30"	30"
	Localización	M	6"	6"	7"	10"	28"	34"	36"	40"	40"
Salida Vapor	Localización	N	3'0"	3'0"	3'9"	5'0"	7'5"	8'0"	11'0"	12'0"	12'0"
	Tamaño, 15 PSI, Flange 150"		6" Flgd.	6" Flgd.	6" Flgd.	6" Flgd.	10"	12"	12"	12"	12"
	Tamaño, 150 PSI, Flange 300"		3" NPT.	3" NPT.	4" Flgd.	4" Flgd.	6"	6"	8"	8"	8"
Espacio Libre	Oscilación puerta delantera	O	4'7"	4'7"	5'5"	6'2"	6'5"	6'5"	7'6"	8'7"	8'7"
	Oscilación puerta trasera	P	2'2"	2'2"	2'4"	2'8"	2'9"	3'8"	4'5"	4'11"	4'11"
	Remoción de tubos por delante	Q	5'1"	5'1"	11'4"	11'10"	11'5"	10'11"	14'11"	15'5"	16'10"
	Remoción de tubos por detrás	R	4'10"	7'10"	11'1"	11'7"	12'2"	12'0"	16'1"	17'0"	18'5"
Espacio Mínimo para el cuadro de Calderas											
	Al Frente		14'3"	20'3"	26'10"	28'4"	31'2"	31'8"	40'8"	43'0"	44'5"
	Atrás		16'5"	22'5"	29'8"	31'7"	34'5"	36'0"	46'1"	49'6"	50'10"
Conexiones	Inyección de Agua		1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	2"	2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"
	Purga (100 a 200 P.S.I.)		1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	(2) 1 1/2"	(2) 2"	(2) 2"	(2) 2"	(2) 2"	(2) 2"
	Handholes		6	6	6	6	7	7	7	7	7
	Manhole ( únicamente 1 para alta presión)		-	-	-	1	1	1	1	1	1
Entrada y salida de aceite (ACPM)		3/4-1/2	3/4-1/2	3/4-1/2	3/4-1/2	3/4-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2-1/2	1-1/2-1/2	
Entrada y salida de aceite (Fuel-Oil)		1-3/4	-	1-3/4	1-3/4	1 1/2-1 1/4	1 1/2-1 1/4	1 1/2-1 1/4	2-1 1/2	2-1 1/2	
Gas ( 1000 BTU)		2 1/2"	2 1/2"	2 1/2"	3"	3"	4"	4"	6"	6"	
Motor HP											
	Ventilador		2	3	5	7 1/2	7 1/2	10	25	30	40
	Bomba de Aceite N° 2		-	-	-	1/2	3/4	1 1/2	2	3	3
	Bomba de Aceite N° 5		1/2	-	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1
	Bomba de Aceite N° 6		-	-	-	1/2	1/2	1/2	1	1	1
	Compresor		1 1/2	-	1 1/2	1 1/2	1 1/2	2	2	5	5
Superficie de Calentamiento											
			200	300	500	750	1000	1500	2500	3500	3750
	Libras de Vapor por hora a 212°F		2070	2780	3450	5175	6900	10350	17250	24150	25875
	BTU - salida		2000	2678	3348	5021	6696	10043	16738	23433	25107
	EDR - Rata Vapor		8371	11158	13950	20920	27900	41845	69742	97638	104612
	EDR - Rata Vapor ( 9 FL-Net M.C.A. )		6895	8927	11158	16738	22317	33475	55792	78108	83667
	Salida agua ( 1000 BTU / Hr. NET. MCA )		1805	2142	2911	4366	5825	8735	14555	20376	21832
	Contenido de agua de la Caldera ( Nivel Normal ) Lbs.		1925	2920	5470	6215	8100	11596	21200	27700	28735
	A.C.P.M. G.P.H.		18	24	30	45	60	90	150	210	225
	Aceite Pesado G.P.H. ( 150,000 BTU por Gal )		17	-	26.9	40.3	53.8	80.7	134.4	188.2	201.8
	Gas Natural C.F.H. ( 1,000 BTU por pie cúbico)		2611	3348	4185	6276	8369	12553	20923	29291	31383
	Peso Apox de Embarque - Baja presión		4900	5520	8570	12840	15180	23910	37000	49710	52800
	Alta presión		4940	6280	9410	13490	16070	24900	37880	52300	55600

ANEXO B  
CATALOGOS

CATALOGO DE FIBERGLASS

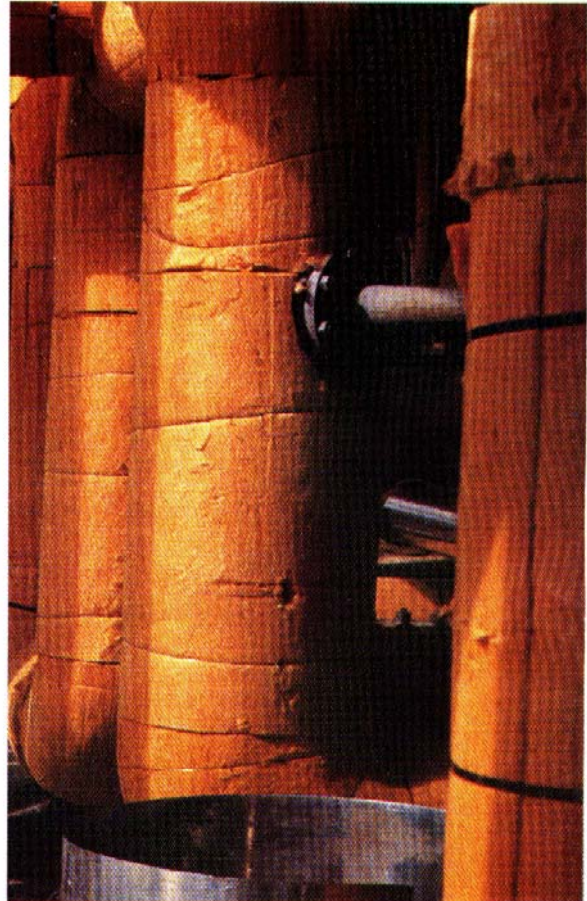


## El aislamiento correcto y económico

### Por qué aislamos?

Las condiciones existentes en instalaciones comerciales e industriales, tales como hospitales, almacenes, plantas de potencia, plantas químicas, refinerías de petróleo, acero, molinos de pulpa, plantas procesadoras y empaquetadoras de alimentos, jabón, etc., requieren un sistema de aislamiento que aisle del medio ambiente equipos y tuberías por donde circulan fluidos calientes o fríos, que permita lograr algunos de los siguientes objetivos específicos de diseño:

1. Conservar la energía invertida en el acondicionamiento del fluido evitando las pérdidas o ganancias de calor.
2. Reducir los costos de operación.
3. Aumentar la eficiencia de operación, manteniendo estables las condiciones de temperatura, saturación, nivel de polimerización, etc., requeridas en un proceso.
4. Evitar quemaduras y riesgos potenciales de incendio, controlando la temperatura superficial.
5. Evitar el flujo de vapor y la condensación de agua sobre superficies frías.
6. Controlar el ruido.
7. Proteger el equipo de abuso mecánico, de exposiciones a atmósferas corrosivas o al fuego.



### La lana de vidrio

El vidrio como material y la Lana de Vidrio FIBERGLASS como producto es la respuesta correcta a las exigencias de un ambiente industrial.

Por ser de vidrio, los aislamientos FIBERGLASS son incombustibles, permanecen inalterados por la humedad, no contribuyen a la corrosión de los metales con los que están en contacto, resisten el ataque de bacterias, hongos, tienen bajo peso específico y alta difusividad térmica.

**Los aislamientos térmicos de lana de vidrio** se caracterizan por ofrecer una baja conductividad térmica, buenas características de corte, alta resiliencia y excelentes características de absorción de sonido.

A diferencia de otras lanas minerales, los productos de Lana de Vidrio no contienen material sin fibrar o "shot", que no contribuyen a las propiedades aislantes, térmicas ni de resistencia de aislamiento, por lo contrario dificulta la instalación por el peso extra adicional y causa mayor irritación en la piel.

## El aislamiento adecuado

El aislamiento térmico es parte integral del equipo productivo, aporta beneficios crecientes en lugar de gastos fijos.

En cada caso, la determinación de la cantidad correcta del espesor óptimo de aislamiento necesario para obtener los máximos beneficios se logra mediante uno de los siguientes procedimientos matemáticos:

- ✓ Criterio de cálculo económico ETI.
- ✓ Criterio de cálculo ECO para conservación óptima energía.
- ✓ Criterio de cálculo para obtención de temperatura superficial de seguridad.

El criterio de cálculo ETI utiliza factores económicos, del aislamiento, del combustible y del equipo generador dando como resultado el espesor del aislamiento con el cual se obtiene la mayor rentabilidad en términos de energía.

Cuando los parámetros de cálculo no son muy seguros, lo mejor es tomar la decisión en base a consideraciones de pérdidas de calor. El criterio de cálculo ECO da como resultado el espesor de aislamiento que permite operar con unas pérdidas aceptables de calor.

Para facilitar el trabajo del ingeniero y del especificador, se ejecutaron los cálculos bajo criterio ECO para los principales diámetros de tubería empleados en la industria y los resultados se presentan tabulados en la siguiente página como función de las temperaturas de operación (°F) o de la superficie caliente.

Se utilizaron las siguientes constantes:

- Temperatura ambiente (77°F (25°C)).
- Emisividad de la superficie no brillante del tubo desnudo (0.3).

- Emisividad de la superficie brillante del acabado metálico exterior (0.2).
- Emisividad para un acabado mate no metálico exterior al aislamiento (0.9).
- Velocidad del viento (0 pies/min).
- Resistencia de la película exterior del aire (1/1.65).
- Factor K conductividad térmica: variable conforme a la temperatura promedio entre la ambiente y la de operación.

Para ilustración del empleo de la tabla consideramos a continuación el caso del aislamiento requerido para una tubería con diámetro nominal de 2 pulgadas por el cual circula un fluido a 850°F.

De la tabla obtenemos la siguiente información:

Se requieren 4.0 " de espesor con CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS, con lo cual consigue una reducción en la temperatura superficial hasta 121°F (49°C) y unas pérdidas de calor de 389 BTU/Hr en cada metro lineal de tubería.

Si ésta temperatura llega a ser considerada inaceptable por seguridad personal, puede ser disminuida a niveles inferiores 103°F (39°C), con sólo darle un terminado mate a la chaqueta metálica y sacrificando un 2% aproximadamente la eficiencia térmica (relación entre las pérdidas de calor con y sin aislamiento).

## Evaluación del costo de la energía

También podemos calcular para el ejemplo anterior, los costos de la energía disipada, mediante la siguiente expresión:

$$\text{COSTO} = 1.1 \cdot (Q) \cdot (L) \cdot (P) \cdot (t) / (H) \cdot (E)$$

en donde:

P= Costo combustible, (\$/ galón)

H= Poder calorífico del combustible, (BTU/gal)

Q= Pérdidas de energía, (BTU/Hr m)

L= Longitud de tubería a aislar, (m)

t= Tiempo de operación, (Horas/año)

E= Eficiencia de conversión, (0.8)

Para el presente ejemplo tenemos:

Combustible:	ACPM
P= \$ 2.000 galón	
H= \$ 140.000 BTU/ galón	
Q= 5507 BTU/Hr m (desnudo)	
Q= 389 BTU/Hr m (aislado)	
t= 8760 Horas/año	
L = 200 m	

Entonces:

**Costo de la energía disipada al ambiente:**

= \$ 189.519.471/ año (desnudo)

= \$ 13.387.157/año (aislado)

**Nota: El valor del combustible debe ser el de la fecha de cálculo**

## Cañuela Amplio Rango Fiberglass

Para tuberías calientes o frías, el producto especificado es la **CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS**, aislamiento térmico formado por lana de vidrio rígida y preformada como medias cañas. Se recomienda su aplicación en el rango de temperaturas desde -84°C (-120°F) hasta 454°C (850°F) y para tuberías con diámetros nominales desde 1/2" hasta 12".

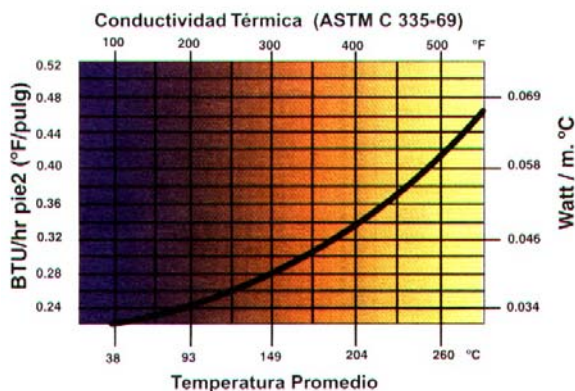
### Especificaciones

<b>Conductividad Térmica</b>	0.240 BTU/hr pie <sup>2</sup> (°F/pulg) o sea 0.034 Watio/m <sup>2</sup> a 24°C (75°F) de temperatura media		
<b>Incombustibilidad de la superficie de U.L. Clasificación</b>	<b>Superficie del aislamiento</b>	<b>Propagación de la llama</b>	<b>Desarrollo de humo</b>
	Sin recubrimiento	25	50
	Con foil expuesto	5	0
	Con Kraft expuesto	25	10
<b>Absorción de humedad:</b>	Absorbe máximo 0.2% en volumen en 96 horas a 120°F y 95% de humedad relativa		
<b>Corrosión:</b>	Ninguna evidencia sobre metales		
<b>Empaque:</b>	Cajas de cartón		

La **CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS** se ajusta a los requerimientos de ASTM C-547-77 "Mineral Fiber Pre-formed Pipe Insulation" y ASTM C-335 "Steady State Heat Transfer Properties of Horizontal Pipe Insulation", sobre composición, propiedades físicas de aislamientos preformados para tuberías para uso en calor o en frío y medida de transferencia de calor para este tipo de aislamiento.

### Medidas Disponibles

La **CAÑUELA AMPLIO RANGO** se suministra en dos medias cañas o secciones semicirculares de 36" (0.915 m), 32" (0.813 m), en los siguientes espesores:



**Diámetro nominal de la tubería (pulgada)**

**Espesor de aislamiento (+/- 1/8")**

Desde 1/2" hasta 10"

1"

Desde 1/2" hasta 10"

1 1/2"

Desde 1" hasta 12"

2"

Desde 2" hasta 10"

3"

Cañuelas con diámetros y espesores diferentes se fabrican bajo pedido.

Cuando se requiere un espesor de aislamiento mayor a 2", éste se logra con una sola cañuela de fabricación especial, o agrupando o "anidando" cañuela sobre cañuela siguiendo las recomendaciones de la Tabla de Anidados. (Nota Técnica No. 46)

La codificación de la CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS se hace siempre nombrando primero el diámetro nominal y posteriormente el espesor de aislamiento.

Por ejemplo: 6" x 3", es una cañuela para una tubería con diámetro nominal de 6" y con un espesor de aislamiento de 3".

De fábrica se dispone de dos presentaciones para la CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS: sin recubrimiento, o con laminado de foil de aluminio reforzado con una malla de fibra de vidrio.

#### **ADVERTENCIA**

**La resina aglutinante de la CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS en contacto con la superficie caliente puede empezar a volatilizarse emitiendo cierta cantidad de humo a temperaturas mayores a 350°F (177°C). Esta condición generalmente desaparece antes de 24 horas, por lo tanto se recomienda al iniciar el calentamiento tener la precaución de proveer una adecuada ventilación.**

**Esta pérdida de aglutinante se hace evidente visualmente al tornarse blanca la fibra en contacto con la superficie caliente. La extensión que cambia de color está determinada por la temperatura de aplicación, espesor de aislamiento y temperatura ambiente.**

**La eficiencia térmica del producto no se afecta por esta decoloración, pero la resistencia a la compresión y resiliencia pueden ser afectados en alguna medida en la porción directamente en contacto con la superficie caliente. Por esto, a temperaturas superiores a 350°F el espesor mínimo recomendado de la cañuela es de 2".**

## **Instalación de la CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS**

*Notas técnicas No. 48, 49, 50, 51.*

Los aislamientos de tuberías representan la mayor parte de los trabajos de aislamiento.

Los sistemas de tuberías que requieren aislarse, incluyen las tuberías de calefacción/ ventilación/ enfriamiento, agua para uso doméstico caliente, fría, sistemas sanitarios y tuberías especializadas de plantas de potencia y procesos industriales.

A continuación damos recomendaciones generales sobre la instalación de cañuelas en tuberías que operan tanto a altas como a bajas temperaturas o en doble servicio.

La red en lo posible deberá ser completamente aislada incluyendo todos sus accesorios.

El sistema de tuberías que va a ser aislado deberá revisarse perfectamente en lo que se refiere a instalación (codos, tees, válvulas, trampas de vapor etc) previendo que quede suficiente espacio para colocar el aislamiento.

La red de tuberías deberá someterse a pruebas hidrostáticas o cualquier otro tipo de prueba que se ajuste a las exigencias de temperatura o presión con que trabajará el sistema en condiciones normales.

Se recomienda que antes de instalar el aislamiento se limpien todas las superficies y se pinten con una pintura anticorrosiva adecuada a la temperatura.

Estando seca la pintura protectora se procede a la colocación del aislamiento.

Sea a temperaturas bajas o altas, para preservar las propiedades aislantes de la CAÑUELA AMPLIO RANGO FIBERGLASS se debe evitar que se moje o se contamine con

En instalaciones de baja temperatura el espesor de aislamiento debe ser suficiente para mantener la temperatura de la superficie sobre el punto de rocío del aire para prevenir la condensación y el goteo.

Para aplicaciones en caliente se deben seguir las recomendaciones de la Tabla para la Selección del Espesor Óptimo de Aislamiento Térmico.

## **1.Instalación**

### **1.1 Tramos Rectos**

La aplicación del aislamiento sobre la tubería puede ser en una o varias capas. En la mayoría de las instalaciones se utiliza una sola capa, sin embargo pueden requerirse varias capas para el montaje de un aislamiento en tuberías grandes, o con temperaturas demasiado altas o bajas.

Se colocan las secciones que conforman la cañuela sobre la tubería y se amarran con alambre, cinta o bandas metálicas. Cuando se apliquen varias capas, cada capa debe asegurarse antes que la siguiente sea aplicada, colocándolas en forma escalonada, en zig-zag, para así aumentar la eficiencia térmica al reducir el flujo de calor en las uniones. Si se usa alambre, se debe ajustar lo suficiente pero sin causar la deformación del aislamiento y tener la precaución de doblar hacia adentro el nudo de amarre (Fig.1)

En aplicaciones en frío el aislamiento debe sellarse a intervalos de 12 pies para prevenir la posible migración de vapor de agua a través del sistema si ocurre un daño en la barrera de vapor. (Fig. 7)

No deben quedar espacios vacíos entre las cañuelas contiguas.

Toda interrupción del sistema de aislamiento debe sellarse con masilla o con un sistema sellante a prueba de humedad.

# Espesor Óptimo de

Temperatura de Servicio	Diámetro Nominal de la Tubería																														
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36									
150°F (65°C)	ESPESOR RECOMENDADO																														
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	T <sub>s</sub>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
			Q	89	90	90	90	91	91	91	88	88	88	88	89	89	89	89	89	89	89	89	87	87	87	87	87	87	87	87	87
		ε=0.9	T <sub>s</sub>	84	84	84	85	85	85	83	83	83	83	83	84	84	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	Q	24	27	31	36	39	46	53	49	53	58	69	78	98	118	137	150	168	149	166	194	240	282	150	150	150	150	150	150	150	
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	T <sub>s</sub>	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Q			66	63	104	131	150	168	227	277	316	358	440	524	683	850	1009	1106	1264	1422	1580	1896	2370	2844	150	150	150	150	150	150	150
250°F (121°C)	ESPESOR RECOMENDADO																														
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	T <sub>s</sub>	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
			Q	103	96	97	98	98	94	95	95	96	96	97	94	94	95	95	95	95	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	94
		ε=0.9	T <sub>s</sub>	93	88	89	89	89	87	87	88	88	88	88	86	87	87	87	87	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
	Q	61	58	66	75	81	81	90	104	113	123	143	140	172	206	237	257	250	279	303	358	434	513	250	250	250	250	250	250	250	
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	T <sub>s</sub>	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Q			188	248	310	392	4490	561	679	827	944	1063	1314	1565	2039	2540	3015	3304	3776	4248	4720	5665	7081	8497	250	250	250	250	250	250	250
350°F (177°C)	ESPESOR RECOMENDADO																														
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	T <sub>s</sub>	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	
			Q	103	106	107	109	102	103	99	100	100	101	102	98	99	100	98	98	98	98	98	98	99	99	99	99	99	97	97	97
		ε=0.9	T <sub>s</sub>	93	94	95	96	92	92	90	90	91	91	91	89	90	90	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	88	88	89
	Q	79	97	109	125	117	134	133	150	164	178	207	208	253	301	307	333	371	407	448	523	569	671	350	350	350	350	350	350	350	
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	T <sub>s</sub>	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Q			368	460	575	727	832	1040	1259	1533	1750	1971	2437	2902	3781	4708	5589	6126	7001	7876	8752	10502	13127	15753	350	350	350	350	350	350	350
450°F (232°C)	ESPESOR RECOMENDADO																														
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	T <sub>s</sub>	1.5	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0
			Q	123	123	137	155	172	171	191	216	236	230	265	300	365	389	443	477	534	532	581	679	824	967	450	450	450	450	450	450
		ε=0.9	T <sub>s</sub>	100	95	96	97	88	94	95	96	96	93	94	95	95	93	94	94	94	94	92	93	93	93	93	93	93	93	94	94
	Q	128	127	142	161	174	176	198	223	245	236	273	310	377	400	457	496	550	549	600	701	849	1001	450	450	450	450	450	450	450	
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	T <sub>s</sub>	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Q			577	721	902	1141	1306	1631	1975	2405	2745	3092	3823	4552	5932	7387	8769	9611	10984	12357	13730	16476	20595	24714	450	450	450	450	450	450	450

**Convenciones**

T<sub>s</sub> = Temperatura Superficial, °F  
 T<sub>a</sub> = Temperatura Ambiente, °F  
 Q = Pérdidas de calor, BTU/Hr.m  
 ε = Emisividad

# Aislamiento para Tuberías

Temperatura de Servicio	Diámetro Nóminal de la Tubería																											
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24	30	36						
550°F (288°C)	ESPESOR RECOMENDADO																											
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	Ts	126	116	118	120	113	114	116	111	112	113	114	110	111	113	109	110	110	111	111	108	109	109			
			Q	165	165	184	208	202	229	256	262	285	307	355	364	440	520	540	581	645	712	778	829	1003	1179			
	CON AISLAMIENTO	ε=0.9	Ts	107	100	102	103	98	99	100	97	98	98	99	97	97	98	96	96	97	97	97	95	96	96			
			Q	173	170	191	216	208	237	265	269	295	318	367	375	453	537	555	599	665	733	802	851	1031	1210			
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	Ts	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550			
Q			831	1039	1300	1644	1882	2351	2846	3466	3957	4456	5510	6561	8549	10647	12638	13853	15832	17810	19789	23747	29684	35621				
650°F (343°C)	ESPESOR RECOMENDADO																											
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	Ts	124	117	119	121	122	117	118	114	115	116	113	114	116	113	114	114	112	112	113	113	111	112			
			Q	199	203	225	252	271	281	313	324	351	377	401	450	540	588	668	718	738	811	881	1022	1147	1343			
	CON AISLAMIENTO	ε=0.9	Ts	106	101	102	104	104	101	102	99	100	100	98	99	100	98	99	99	98	98	98	99	97	98			
			Q	206	209	232	260	280	289	323	333	362	387	410	461	557	601	687	737	758	829	903	1051	1175	1377			
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	Ts	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650			
Q			1139	1424	1781	2252	2578	3220	3898	4747	5420	6103	7548	8987	11710	14583	17311	18973	21884	24394	27105	32526	40657	48789				
750°F (399°C)	ESPESOR RECOMENDADO																											
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	Ts	123	125	127	121	123	118	120	116	118	119	116	117	115	116	114	115	115	113	114	114	115	116			
			Q	231	256	283	294	314	330	365	382	412	442	472	529	592	690	734	785	869	893	972	1123	1352	1575			
	CON AISLAMIENTO	ε=0.9	Ts	105	106	108	104	105	102	103	101	101	102	100	101	100	101	99	99	100	98	99	99	100	100			
			Q	238	263	293	301	324	338	375	391	422	454	483	542	606	706	750	805	892	913	994	1148	1380	1617			
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	Ts	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750			
Q			1508	1885	2357	2981	3413	4263	5160	6284	7175	8080	9992	11897	15502	19305	22917	25118	28706	32295	35883	43060	53824	64589				
850°F (454°C)	ESPESOR RECOMENDADO																											
	CON AISLAMIENTO	ε=0.2	Ts	132	125	128	121	124	121	122	119	120	122	119	121	119	117	118	119	120	120	121	122	123	124			
			Q	290	299	330	345	368	389	430	450	486	520	559	623	698	770	866	928	1023	1121	1216	1406	1694	1977			
	CON AISLAMIENTO	ε=0.9	Ts	111	106	108	105	106	103	104	102	103	104	102	103	102	101	102	102	103	103	103	104	105	105			
			Q	298	307	339	354	377	398	439	460	496	531	570	637	713	785	887	949	1050	1145	1243	1441	1738	2027			
	SIN AISLAMIENTO	ε=0.3	Ts	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850	850			
Q			1948	2435	3046	3851	4409	5507	6667	8119	9270	10438	12909	15370	20027	24941	29607	32451	37086	41722	46358	55629	69537	83444				

### Bases de Cálculo

Velocidad de Viento = 0 pies/min

Emisividad      ε = 0.2 acabado metálico brillante  
                          ε = 0.3 tubería desnuda  
                          ε = 0.9 acabado mate

## 1.2 Codos y Accesorios

El aislamiento para codos hecho en el sitio se fabrica cortando segmentos trapezoides o "casquetes" de la cañuela, pegándolos entre si con adhesivos o masillas iguales o similares al foster 81-27 (Fig.2)

No deben quedar espacios vacíos. En caso contrario, se deben llenar con lana de vidrio de baja densidad. (Lana AW)

Para el aislamiento de válvulas, flanches u otros accesorios, se utilizan cañuelas de diferentes diámetros que permitan la formación de una caja, en cuyo interior se aloja el aislamiento, rellenando los espacios vacíos con lana de vidrio (Fig. 3)

Las válvulas deben aislarse hasta el comienzo del vástago calafateando a su alrededor (Fig.6)

Si se requiere una inspección frecuente la caja del accesorio se puede diseñar removible.

Al instalar el aislamiento en los accesorios se debe tener la precaución de proteger el aislamiento de la tubería adyacente que llega al accesorio con un acabado a prueba de humedad.

En aplicaciones en frio deben aplicarse en las uniones del accesorio una masilla sellante como barrera de vapor igual o similar al Foster 95-44.

La cubierta del accesorio debe traspasar la chaqueta de la tubería.

## 2. Protección

Las chaquetas para acabado de protección se pueden dividir en los siguientes grupos:

**1. Barreras contra la intemperie:** Su función básica es prevenir la entrada de agua, o residuos atmosféricos dentro del aislamiento.

**2. Barreras de vapor:** Son diseñadas para detener el paso de humedad del medio ambiente y controlar su condensación sobre las superficies frias.

**3. Cubiertas para abuso mecánico:** Proveen de protección contra el daño causado por personal, equipos o maquinaria.

**4. Cubiertas resistentes a la corrosión o al fuego:** Diseñadas para potenciales peligros de incendio, atmósferas corrosivas, derrames o filtraciones.

**5. Acabados de "apariencia":** Seleccionados para ser usados en áreas expuestas a la vista.

**6. Cubiertas sanitarias:** En áreas de procesamiento de alimentos deben presentar una superficie lisa, resistente al crecimiento de hongos o bacterias y resistir condiciones de vapor o agua a alta presión para lavado.

En sitios bajo techo o donde el aislamiento no está expuesto a abusos mecánicos, se aplica un foil de aluminio sobre la cañuela pegado con cinta autoadhesiva. Si se requiere, se pueden usar diferentes acabados en masillas, cementos o pinturas de protección.

Cuando la tubería está expuesta a abusos mecánicos, debe cubrirse la cañuela con una chaqueta metálica de aluminio de 0.7mm o una lámina galvanizada de 1/32", dejando traslapos de 2" tanto transversal como longitudinalmente, orientados hacia abajo para impedir que el agua penetre en el aislamiento (Figs. 4 y 5).

Para la sujeción de la chaqueta metálica se recomiendan los siguientes sistemas:

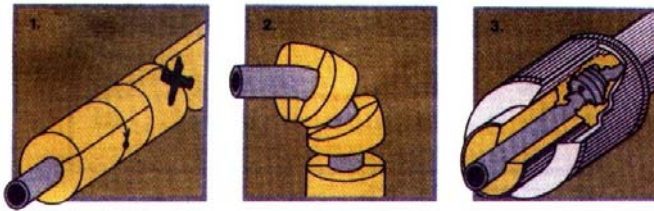
1. Sujetarlos mediante bandas de acero inoxidable de 3/4" de ancho y 0.02" (0.5mm) de espesor, distanciadas cada 9" en tuberías mayores a 12" de diámetro nominal, o distanciadas cada 12" para tuberías de diámetro menor.

Siempre se ubicará una banda sobre el traslapo circunferencial de la chaqueta (Fig. 4).

2. Otra alternativa es sujetar la chaqueta con tornillos "Parker" o remaches "Pop" separados cada 6" (Fig.5).

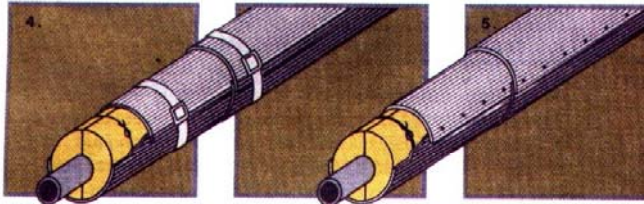
De las chaquetas metálicas, el acero inoxidable es el más apropiado por tener una alta resistencia mecánica, al fuego, a la corrosión y al crecimiento de bacterias. El aluminio puede corroerse en áreas de lavado o donde se usan químicos fuertes para limpieza.

La adición de una chaqueta metálica con superficie altamente reflectiva resulta en una temperatura superficial más alta en aplicaciones en caliente y en una temperatura más baja para frio. Por lo tanto las chaquetas reflectivas pueden producir una temperatura superficial capaz de producir quemaduras o permitir la condensación en operaciones en frio.



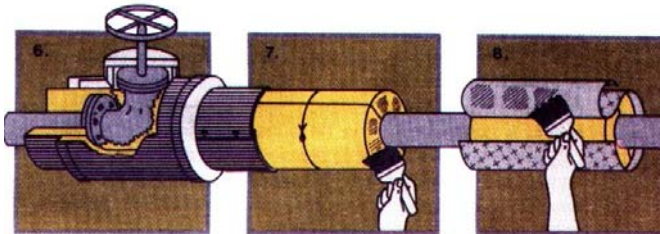
La permeabilidad del terminado debe ser alta en aplicaciones a alta temperatura para permitir que la humedad pase hacia afuera, y baja donde el terminado debe evitar lo mejor posible el paso de humedad dentro del sistema.

En aplicaciones en frío todo el aislamiento se debe cubrir con una barrera de vapor continua que no puede presentar rajaduras, grietas ni perforaciones que permitan el paso de la humedad que afecte las propiedades aislantes del aislamiento.



Como barrera de vapor se recomienda utilizar un laminado de foil de aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio y papel kraft del tipo FRK.

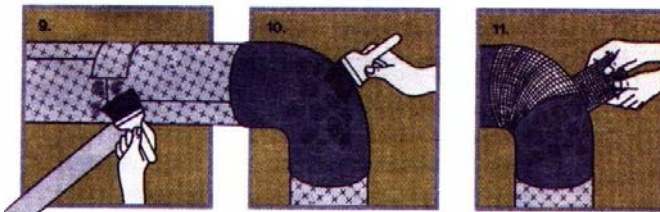
En su instalación se ajusta sobre la cañuela dejando una aleta de traslapo de 2" en sentido longitudinal y transversal (Fig. 8). A lo largo del traslapo se cose con grapas de 1/2" de cierre hacia afuera, distanciadas a 2" desde centros.



Todas las uniones deben sellarse con cinta autoadhesiva de foil aluminio tipo Fastape 0810 o similar (Fig. 9).

En caso de daño en la barrera de vapor ésta debe repararse cubriendo la perforación con cinta autodhesiva de aluminio.

La tubería aislada con Cañuela Amplio Rango con su recubrimiento tipo FRK en aquellas instalaciones bajo techo donde no esté sujeta a abuso mecánico, atmósferas corrosivas o humedad, no requiere recubrimiento adicional y puede constituir el acabado final.



En caso contrario, la cañuela debe cubrirse con una chaqueta metálica de aluminio de 0.7mm, sujetándola con bandas metálicas, pero bajo ninguna circunstancia se debe usar tornillos para asegurar el aluminio, ya que perforaría la barrera de vapor. Siempre se ubicará una banda sobre el traslapo circunferencial de la chaqueta. La grapa que sujeta la chaqueta debe ser del mismo material de ésta.

La barrera de vapor para codos o accesorios está constituida por cementos o masillas iguales o similares al Foster 30-35 aplicado sobre la superficie del aislamiento hasta una impregnación mínima de 1/16" (Fig. 10) y envolviendo por encima con una tela de refuerzo tipo BASE FELT. Luego se aplica otra capa de masilla hasta que éste quede completamente impregnado. Para asegurar la integridad de la barrera de vapor, es necesario que el recubrimiento del accesorio quede 2" superpuesto sobre la barrera de vapor de la tubería adyacente.

La mejor protección al ataque químico en servicio frío o de temperatura doble, se logra con el uso de las masillas similares al Foster 30-35 aplicadas con telas de refuerzo.

## Pipe Wrap Fiberglass

EL PIPE WRAP FIBERGLASS es un aislamiento térmico especialmente diseñado para cuerpos cilíndricos con diámetros de 10 pulgadas en adelante y equipos que operen entre -51°C (-60°F) y 343°C (650°F).

EL PIPE WRAP FIBERGLASS es un aislamiento térmico de alta calidad, reduce el costo de instalación por lo sencillo de sus técnicas de aplicación, se corta y se adapta fácilmente sobre tuberías grandes y superficies cilíndricas. Se emplea también sobre aislamientos ya instalados con el fin de aumentar el espesor y satisfacer los requerimientos de las tablas del Espesor Optimo Económico.

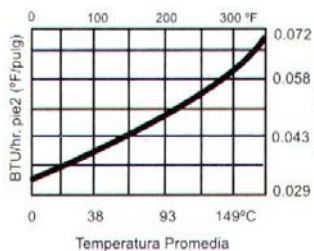
EL PIPE WRAP FIBERGLASS se suministrará en rollos con espesores desde 2 pulgadas. Se fabrica adhiriendo transversalmente una por una, tiras semirígidas de lana de vidrio sobre un laminado, de tal forma que la fibra queda orientada perpendicularmente al foil de aluminio que sirve de terminado.

Esta especial conformación del PIPE WRAP FIBERGLASS se traduce en una excelente flexibilidad que permite con gran facilidad arropar la superficie de los cuerpos cilíndricos mientras aporta la rigidez necesaria para mantener un espesor uniforme y la resistencia mecánica para hacerlo durable.

### Propiedades

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la vibración.
- Durabilidad de la instalación.
- Buen terminado.
- Flexibilidad de aplicación.
- Flexibilidad para cubrir superficies cilíndricas.

Conductividad térmica (ASTM C 177-71)



• **Conductividad térmica**  
0.270 BTU/hr pie2 (°F/pulg) o sea 0.038 Watt/m²C a 23°C (75°F) de temperatura media.

• **Temperatura de aplicación**  
-60°F a 650°F (-51°C a 343°C)

• **No absorción de humedad**  
Absorbe 0.2% en volumen máximo. (en 96 horas a 120°F y 95% de humedad relativa).

• **Corrosión**  
Ninguna evidencia sobre metales.

• **Transmisión de vapor**  
(Del recubrimiento exterior 0.02 permios máximo)

• **Incombustibilidad superficial**  
ASTM E-84  
Propagación de la llama = 25  
Desarrollo de humo = 50

### Medidas disponibles

Esesor	Ancho	Longitud	Area m2
+/- 1/16"	+/- 1/16"	+/- 1"	
2"	48" (1.22m)	117" (2.97m)	3.623
3"	48" (1.22m)	117" (2.97m)	3.623
4"	48" (1.22m)	117" (2.97m)	3.623

### 1. Instalación

Antes de instalar el aislamiento, todas las superficies deberán estar limpias, completamente secas, cubiertas de pintura anticorrosiva y naturalmente, después de haberse efectuado todas las pruebas hidrostáticas y trabajos mecánicos.

#### 1.1 Tramos rectos

De acuerdo con el diámetro de la tubería y el Espesor Optimo Económico de aislamiento, corte transversalmente el PIPE WRAP FIBERGLASS para obtener la longitud (L) señalada en la Tabla 1, la cual incluye el traslapo longitudinal. Quite con un cuchillo la fibra de vidrio de uno de los extremos, dejando libres tres pulgadas de foil de aluminio correspondientes al traslapo y cuidando de no romper este cubrimiento.

**Envuelva** la tubería con la sección PIPE WRAP FIBERGLASS cortada, ubicando lateralmente el traslapo y orientándolo hacia abajo.

**Ajuste** el aislamiento, halando ligeramente el traslapo y séllelo a continuación con un adhesivo adecuado o con cinta autoadhesiva de foil de aluminio reforzado.

**Evite** que coincidan las uniones longitudinales de dos secciones contiguas. Las uniones transversales deben sellarse con la misma cinta anterior.

**Si** se requiere un espesor de aislamiento mayor a 4 pulgadas, pueden instalarse varias capas de PIPE WRAP. **Tenga en cuenta que la capa más gruesa, debe tener contacto directo con la tubería.**

Tabla 1

Tubería Diámetro Nominal	Longitud (L) de aislamiento para diferentes espesores			
	Diámetro Real	2"	3"	4"
10	10 3/4	49 1/2	57 7/8	62
11	11 3/4	52 5/8	58 7/8	65 1/4
12	12 3/4	53 3/4	62 1/8	68 3/8
14	14	59 3/4	66 1/8	72 1/4
15	15	62 7/8	69 1/4	75 1/2
16	16	66	72 3/8	78 3/4
17	17	69 1/8	75 3/8	81 3/4
18	18	72 1/4	78 1/2	84 7/8
19	19	75 3/8	81 3/4	88
20	20	78 1/2	84 7/8	91 1/4
21	21	81 3/4	88	91 3/8
22	22	84 7/8	91 1/8	97 1/2
23	23	88	94 1/4	100 1/2
24	24	91 1/8	97 3/8	103 3/4
25	25	94 1/4	100 1/2	106 7/8
26	26	97 3/8	103 3/4	110
27	27	100 1/2	106 7/8	113 1/8
28	28	103 3/4	110	116 1/4
29	29	106 7/8	113 1/8	119 3/8
30	30	110	116 1/4	122 1/2
31	31	113 1/8	119 3/8	125 3/4
32	32	116 1/4	122 1/2	128 7/8
33	33	119 3/8	125 3/4	132
34	34	122 1/2	128 7/8	135 1/8
35	35	125 3/4	132	138 1/4
36	36	128 7/8	135 1/8	141 1/2

## 1.2 Accesorios

Es recomendable durante el tendido de aislamiento en tramos rectos y cuando se presenten accesorios como tees, válvulas o uniones, dejar sin aislar un espacio de 24 pulgadas, medido desde la línea central del accesorio, para luego aplicar el aislamiento, según se explica a continuación.

## 1.3 Tees

Para el aislamiento de una tee, se procede a cortar inicialmente el PIPEWRAP FIBERGLASS con la longitud L de acuerdo a la Tabla 1, en idéntica forma que para un tramo recto.

En la mitad de los extremos del aislamiento se dibujan y se cortan (Fig. 3) dos semicírculos cuyo diámetro corresponde a la segunda tubería en la intersección.

La pieza cortada de aislamiento debe ser similar a la mostrada en la Fig. 4.

Envuelva y selle esta pieza alrededor de la sección recta de la te (Fig. 5).

Corte el aislamiento para la segunda tubería de acuerdo con su diámetro e instálelo. Selle esta pieza.

Efectúe los cortes necesarios para empalmar adecuadamente, esta sección con la de la tubería principal (Fig.6).

Junte la sección cortada contra el aislamiento de la tubería recta.

Si la pieza no ajusta adecuadamente, corte los pedazos que incomodan o rellene los espacios con sobras de aislamiento (Fig. 7).

Selle las uniones utilizando cinta autoadhesiva de foil de aluminio reforzado.

Técnicas similares se usan para aislar válvulas, flanches, bridas y otros accesorios.

## 1.4 Codos

Los codos se aíslan mediante la unión de varios "casquetes", cuya cantidad, forma y dimensiones se presentan en la Tabla 2 y 3 para codos de radio corto y largo.

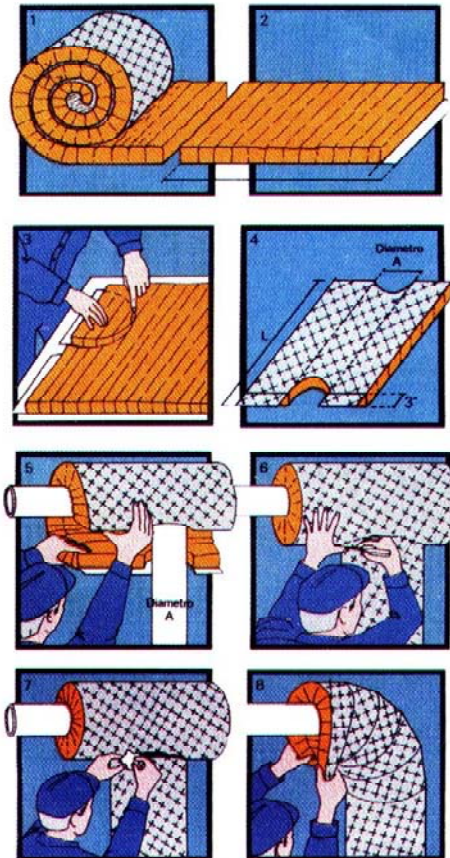
Para ello se debe dibujar y cortar una plantilla en lámina metálica o cartón duro de acuerdo con las instrucciones y dimensiones señaladas (Plantilla).

Usando la plantilla, se trazan y cortan los contornos de los casquetes sobre el PIPEWRAP FIBERGLASS.

En un extremo del casquete deben retirarse la fibra de vidrio, dejando libre tres pulgadas de foil de aluminio, para ser utilizado como traslapo.

Se instalan los casquetes sobre el codo, comenzando por el extremo correspondiente al tramo ya aislado y ubicando sus uniones en la parte interior del codo. (Fig. 8).

La unión entre los casquetes debe sellarse con cinta autoadhesiva de foil de aluminio reforzado.

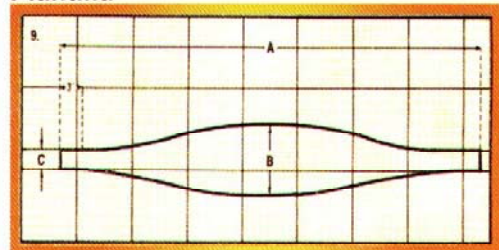


## Forma de preparar las plantillas para los casquetes

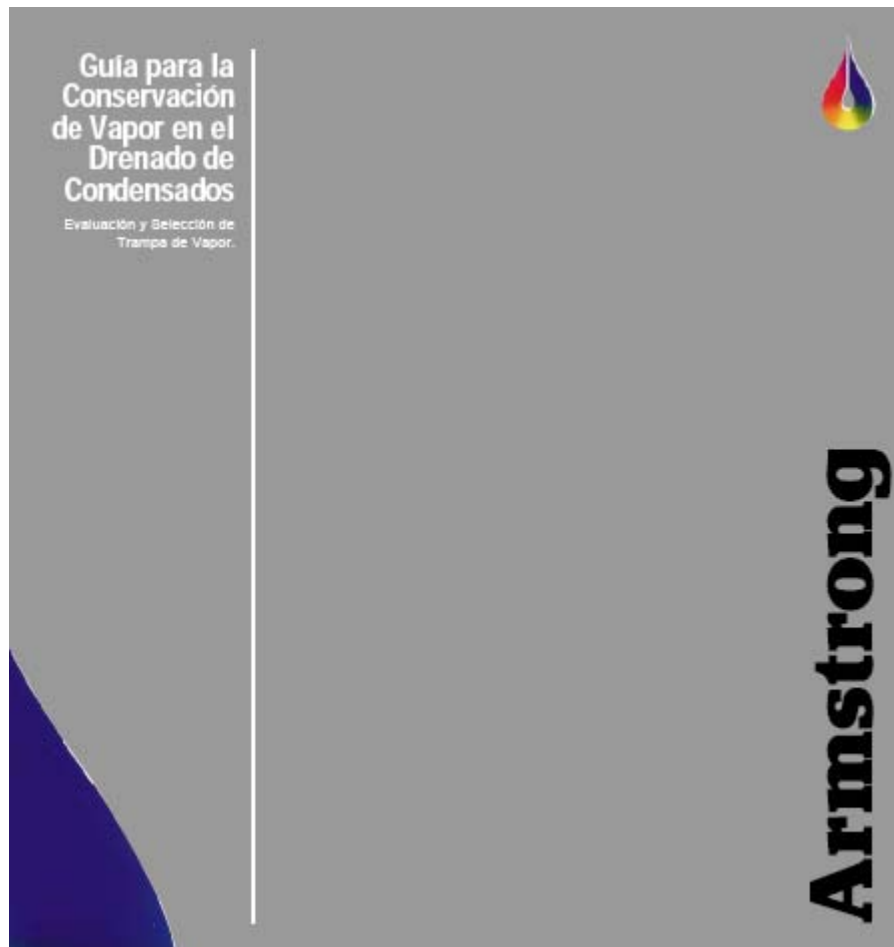
1. Encontrar el diámetro nominal en la columna de la izquierda en las Tablas 2 y 3.
2. Encontrar el espesor del aislamiento en la cuarta columna.
3. Ver en las columnas A,B y C las dimensiones de los casquetes.

Hacer el trazado de la plantilla empleando las dimensiones dadas, haciendo los bordes ligeramente curvos.

## Plantilla



## CATALOGO ARMSTRONG



# La Trampa de Vapor de Balde Invertido

La trampa de vapor Armstrong con balde invertido y sumergido es una trampa mecánica que opera basada en la diferencia de densidades entre el vapor y el agua. Véase Fig. 8-1. El vapor que entra al balde invertido y sumergido causa que éste flote y que cierre la válvula de descarga. El condensado que entra a la trampa hace al balde más pesado, por lo que se hunde y así se abre la válvula de descarga para dejar salir al condensado. A diferencia de otras trampas mecánicas, la de Balde Invertido también ventea continuamente el aire y el bióxido de carbono, a la temperatura del vapor.

Este principio sencillo para remover condensado fue inventado por Armstrong en 1911. Después de años de hacerle mejoras en cuanto a materiales y fabricación, las trampas de Balde Invertido de Armstrong que se tienen hoy en día son prácticamente insuperables en eficiencia de operación, en confiabilidad y en vida útil.

## Servicio Prolongado, y Eficiente en Energía

El corazón de la trampa de Balde Invertido de Armstrong es un mecanismo único de palanca que multiplica la fuerza ejercida por el balde para abrir la válvula en contra de la presión existente. No hay pivotes

fijos que puedan desgastarse o crear fricción. El mecanismo está diseñado para abrir el orificio de descarga a su máxima capacidad. Asimismo, el balde es resistente al golpe de arrete debido a que está ablerto en su parte inferior. Los posibles puntos de desgaste están reforzados para una vida útil más larga.

Una trampa de Balde Invertido de Armstrong puede seguir conservando energía aún cuando sufra desgaste. Esto es debido a que al desgastarse el asiento de la válvula, se incrementa su diámetro y esto cambia la geometría y el diámetro de la bola de la válvula. Cuando esto ocurre lo que ocasiona es que la bola asiente más profundamente, asegurándose un sello más hermético.

## Operación Confiable

La trampa de Balde Invertido de Armstrong debe su confiabilidad a un diseño especial que la hace virtualmente libre de problemas por suciedad. Nótese que la válvula y su asiento están en la parte superior de la trampa. Así que las partículas grandes de basura se hunden hasta el fondo de la trampa, en donde son pulverizadas debido al golpeteo por el subir y bajar del balde. Debido a que la válvula del balde Invertido está cerrada o completamente abierta, las partículas pueden salir de la trampa sin problemas. Asimismo, el flujo rápido de condensado por debajo del borde del balde crea una acción limpiadora única que se lleva la basura fuera de la trampa. El Balde

Invertido tiene únicamente dos partes móviles: el mecanismo de palanca de la válvula y el balde. Esto significa que no hay ni puntos fijos ni mecanismos complicados, es decir nada que se atore, atasque o tape.

## Partes Resistentes a la Corrosión

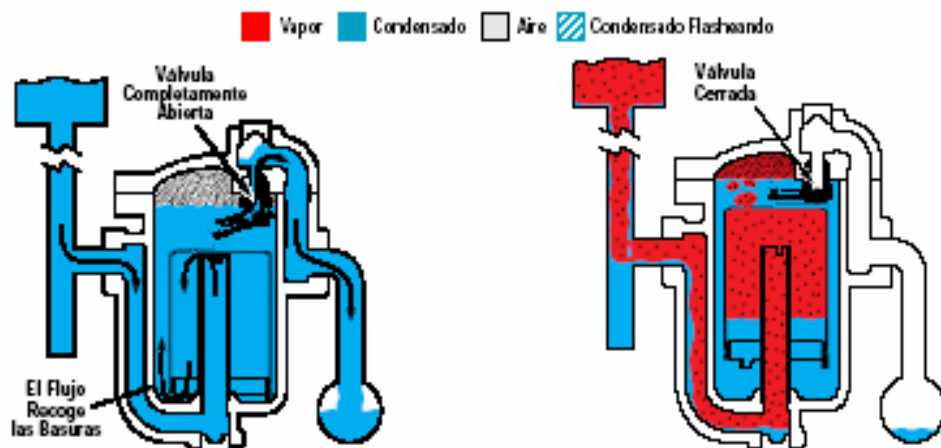
La válvula y el asiento de las trampas de Balde Invertido de Armstrong están hechos de acero inoxidable de alto contenido de cromo, y son lijados y lapeados. Todas las demás partes están hechas de acero inoxidable que es resistente a la corrosión y al desgaste.

## Funcionan con Contrapresión

Al tenerse presión en la línea de descarga de la trampa básicamente se reduce el diferencial de presión a través de la válvula. Cuando la presión de salida o contrapresión es casi igual a la presión de entrada, la descarga se vuelve continua, tal y como sucede cuando se tienen presiones diferenciales muy bajas.

Aparte de la disminución de su capacidad debido a un diferencial bajo, la contrapresión no tiene ningún otro efecto negativo en el funcionamiento de la trampa de Balde Invertido. El único efecto es que simplemente se necesita que el balde ejerza una fuerza menor para abrir la válvula y para que la trampa entre en su ciclo.

Figura 8-1. Funcionamiento de la Trampa de Vapor de Balde Invertido (a presiones cerca de la máxima)



1. La trampa de vapor se instala en la línea de drenaje, entre la unidad calentada por vapor y el cabezal de retorno de condensados. Al arranque, el balde está abajo y la válvula está completamente abierta. Cuando el flujo inicial de condensado entra a la trampa, fluye por debajo del borde inferior del balde, llena el cuerpo de la trampa y sumerge completamente al balde. El condensado entonces sale a través de la válvula completamente abierta y se descarga a la tubería de regreso.

2. El vapor también entra a la trampa dentro del balde invertido, donde se eleva y se acumula en la parte superior, provocando la flotación del balde. Al subir el balde también sube la bola de la válvula hacia su asiento, hasta que la válvula cierra herméticamente. El aire y el bióxido de carbono pasan continuamente por el venteador del balde y se acumula en la parte superior de la trampa. El vapor que se escape por el venteador se condensa debido a la radiación de la trampa.

### Tipos de Trampas Armstrong de Balde Invertido Disponibles para Satisfacer Necesidades Específicas

Las trampas de Balde Invertido están disponibles en diferentes materiales del cuerpo, con diferentes configuraciones de tuberías, y otras opciones más. Esta variedad permite una gran flexibilidad para escoger la trampa correcta que satisfaga las necesidades específicas de la aplicación. Véase Tabla 9-1.

**1. Trampas Completamente de Acero Inoxidable.** Con cuerpos sellados, a prueba de forzaduras y hechas de acero inoxidable. Estas trampas son capaces de aguantar congelamiento sin sufrir daño alguno. Se pueden instalar en venas de vapor, colectores a la intemperie y otras aplicaciones donde puede existir congelamiento. Para presiones de hasta 45 bar y temperaturas hasta de 345°C.

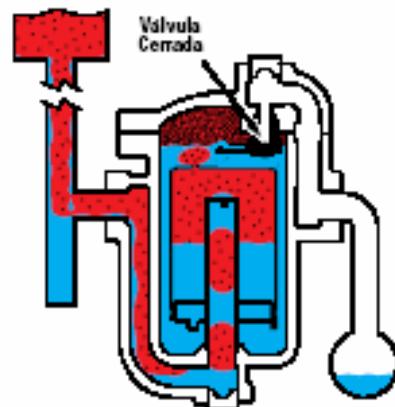
**2. Trampas de Hierro Fundido.** La trampa de Balde Invertido estándar para uso general en presiones hasta de 17 bar y temperaturas hasta de 232°C. Se ofrecen con conexiones laterales, conexiones laterales con filtro integrado, y conexión tipo entrada abajo - salida arriba.

**3. Trampas de Acero Forjado.** Trampa de Balde Invertido estándar para aplicaciones de alta presión y alta temperatura (incluyendo vapor sobrecalentado), llegando hasta 180 bar y 560°C.

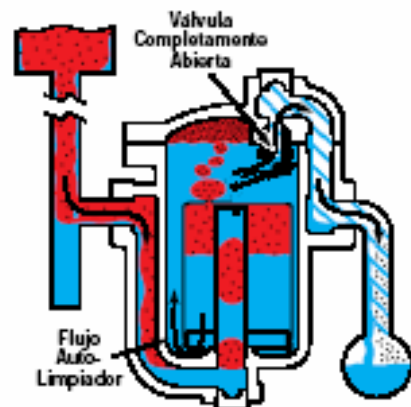
**4. Trampas de Acero Inoxidable Fundido.** Trampa de Balde Invertido estándar para aplicaciones de alta capacidad y corrosivas. Se pueden reparar. Para presiones de hasta 47 bar y temperaturas de hasta 263°C.

Tabla 9-1. Parámetros Típicos de Diseño para las Trampas de Balde Invertido

	Hierro Fundido	Acero Inoxidable Estirado	Acero Forjado	Acero Fundido	Acero Inoxidable Fundido
Conexiones (Inches /mm)	1/2" a 2 1/2" 15 - 85	1/2" a 1" 10 - 25	1/2" a 2" 15 - 50	1/2" a 1" 15 - 25	1/2" a 2" 15 - 50
Tipo de Conexiones	Roscada	Roscada, Soldada a Tope, o a Presión	Roscada, Soldada a Tope, o Bridada	Roscada, Soldada a Tope, o Bridada	Roscada, Soldada a Tope, o Bridada
Rango de Operación (bar)	0 a 17	0 a 45	0 a 188	0 a 41	0 a 47
Capacidad (kg/hr)	Hasta 9,091	Hasta 2,000	Hasta 8,636	Hasta 2,000	Hasta 8,636



3. Cuando el condensado empieza a llenar el balde, el balde comienza a jalar la palanca de la válvula. Dado que el nivel del condensado sigue subiendo, más fuerza es ejercida en la palanca, hasta que es suficiente para vencer la presión diferencial de la válvula, la cual se abre.



4. Al momento que la válvula se abre, la fuerza de la presión a través de ella se reduce, y el balde se hunde rápidamente, lo que abre la válvula completamente. Primero sale el aire que se ha acumulado, seguido por el condensado. El flujo que hay por debajo del borde del balde levanta la suciedad y se la lleva fuera de la trampa. La descarga continúa hasta que llegue más vapor que haga flotar al balde, y así se repite el ciclo.

# Selección de Trampas

Para poder obtener todos los beneficios de las trampas que se han descrito en las páginas anteriores es necesario que las trampas sean seleccionadas en el tamaño y para la presión correcta para la aplicación en turno, y que sean instaladas y que se les dé el mantenimiento apropiado. Uno de los propósitos de este Manual es de presentar la información para una selección adecuada de las trampas. La instalación y operación de todo equipo de trapeo de vapor debe ser llevada a cabo únicamente por personal experimentado. La selección o la instalación siempre debe de ser basada en los consejos y recomendaciones técnicas de personal competente. Este Manual nunca debe de usarse como sustituto de dichos consejos o recomendaciones técnicas. Se recomienda que se ponga en contacto con Armstrong o con sus representantes locales para obtener más detalles al respecto.

## Consideraciones Básicas

Trapeo Unitario se refiere al uso de trampas individuales en cada unidad condensadora de vapor, incluyendo, siempre que sea posible, cada calentador o serpentín que existe en cada máquina. La información que se presenta en la sección titulada "Cortocircuito" explica el porqué se prefiere trapeo unitario en vez de trapeo en grupo.

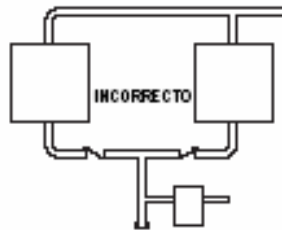


Figura 14-1. Dos unidades que usan vapor y drenadas por una sola trampa, lo que se llama Trapeo en Grupo, puede ocasionar cortocircuito.

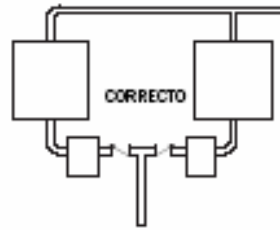


Figura 14-2. Cortocircuito es imposible cuando cada unidad es drenada mediante su propia trampa. Mayor eficiencia es garantizada.



Figura 14-3. Serpentín continuo, presión constante en flujo por gravedad a la trampa. 300 kg/hr de condensado de un serpentín de bronce a 3 bar. Drenaje por gravedad a la trampa. Volumen muy bajo del vapor. Factor de Seguridad de 2.

Figura 14-4. Tuberías múltiples, presión variable en flujo por gravedad a la trampa. 300 kg/hr de condensado de un calentador a 5 bar. Tubería múltiple disminuye el riesgo de cortocircuito. Úsese Factor de Seguridad de 3, a una presión de 2.5 bar.

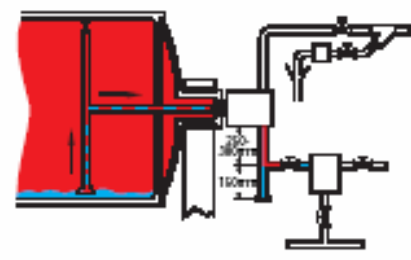


Figura 14-5. Tanque grande, drenado por sifón. 300 kg/hr en un tanque de 1.2 m de diámetro y 2.5 m de longitud, con 2.8 m<sup>3</sup> de volumen a 2 bar. El Factor de Seguridad es de 3 con una trampa DC, y de 8 con una IB.

**Báse en Experiencia.** Experiencias anteriores deben de usarse para ayudar en la selección de trampas. La experiencia puede ser propia, o basada en el conocimiento del representante de Armstrong, o basada en lo que otras gentes han aprendido al trapear equipos semejantes.

**Selección Por Su Cuenta.** La selección de trampas por uno mismo es fácil cuando se usa el Programa de Computadora No. 1 de Armstrong, "Especificación y Selección de Trampas de Vapor". Aún cuando no se tenga este programa de computadora, es fácil seleccionar las trampas de vapor cuando se conoce o se puede calcular la siguiente información:

1. Carga de condensado en kg/hr
2. El factor de seguridad a usar
3. La diferencia de presiones
4. La presión máxima permitida

1. Carga de condensado. Cada sección de "Cómo Trapear" en este Manual contiene fórmulas e información útil sobre los rangos de condensación de vapor y los procedimientos adecuados de selección de trampas.

2. Factor de Seguridad o de Experiencia a Usar. Usuarios se han dado cuenta que generalmente se debe de utilizar un Factor de Seguridad cuando se seleccionan trampas de vapor. Por ejemplo, para obtener los mejores resultados posibles, un serpentín condensando 300 kg/hr puede requerir de una trampa con capacidad de hasta 900 kg/hr. Este Factor de Seguridad de 3 sirve para satisfacer condiciones de flujo de condensado variable, caldas ocasionales de la presión diferencial, y factores del diseño propio del equipo.

Factores de Seguridad varían desde un mínimo de 1.5, hasta un máximo de 10. Los Factores de Seguridad proporcionados en este Manual están basados en años de experiencia.

La configuración afecta al Factor de Seguridad. El diseño de la unidad donde se usa el vapor es un factor más importante que la carga de condensado, o los cambios de presión en el sistema. Véanse las Figs. 14-3, 14-4 y 14-5 que muestran tres condensadores, cada uno produciendo 300 kg de condensado por hora, pero con Factores de Seguridad de 2, 3, y 8, respectivamente.

## Cortocircuito

Cuando se tiene una sola trampa conectada a más de una tubería de descarga, es posible que el condensado y el aire de una o más de las unidades en operación no puedan llegar hasta la trampa. Cuando hay cualquier diferencia en las cantidades de condensado de cada unidad, se tendrá una diferencia en la caída de presión del vapor. Y una pequeña diferencia de presiones es suficiente para permitir que vapor de la unidad con presión más alta bloquee el flujo de aire y condensado de la unidad con presión más baja. El resultado final es una reducción en la capacidad de calentamiento y en la capacidad de condensados, y un desperdicio de combustible (Véase Figs. 14-1 y 14-2).

Selección de la trampa/orificio más económico. Un Factor de Seguridad adecuado es requerido para obtener el mejor rendimiento, pero un factor demasiado alto causa problemas. Además del costo más alto de la trampa y de su instalación, una trampa que se especifica demasiado grande se va a desgastar más rápido. Además, cuando la trampa llegue a fallar, las pérdidas de vapor son mayores, lo cual puede ocasionar golpe de ariete y alta contrapresión en el sistema de retorno.

3. **Diferencia de presiones.** Diferencial Máximo es la diferencia entre la presión de la caldera, o del cabezal de vapor, o a la salida de una válvula reguladora de presión, y la presión de la línea de retorno. Véase Fig. 15-1. Una trampa debe de ser capaz de abrir venciendo esta presión diferencial.

**NOTE:** Debido a que existe vapor flash en las líneas de retorno, no se debe contar una caída de la presión diferencial debido a un incremento en la elevación del sistema.

**Diferencial de Operación.** Cuando la planta está operando a toda capacidad, la presión del vapor a la entrada de la trampa puede ser menor que la presión del cabezal de vapor. Y la presión en el cabezal de retorno de condensado puede estar a presión mayor que la atmosférica.

Si el Diferencial de Operación es al menos un 80% del Diferencial Máximo, es seguro el usar el diferencial máximo para la selección de las trampas.

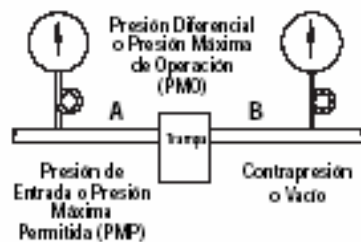


Figura 15-1. "A" menos "B" es la Presión Diferencial. Si "B" es contrapresión, se debe restar de "A". Si "B" es vacío, se debe sumar a "A".

Control variable de la alimentación de vapor causa grandes cambios en la presión diferencial. La presión en la unidad siendo drenada puede bajar hasta la presión atmosférica, o aún más bajo (vacío). Ésto no detiene el drenado del condensado siempre y cuando se sigan las recomendaciones para instalación dadas en este Manual.

**IMPORTANTE:** Se debe de leer la información a la derecha donde se habla de casos menos comunes, pero importantes, de reducción de la presión diferencial.

4. **Máxima presión permitida.** La trampa debe ser capaz de aguantar la máxima presión permitida en el sistema o la presión de diseño. Tal vez no sea necesario que opere a esta presión, pero debe ser capaz de aguantarla. Por ejemplo: si la máxima presión de entrada es 26 bar y la presión en la línea de retorno es 11 bar, esto resulta en una presión diferencial de 15 bar, sin embargo, la trampa debe de aguantar la presión máxima posible de 26 bar. Véase Fig. 15-1.

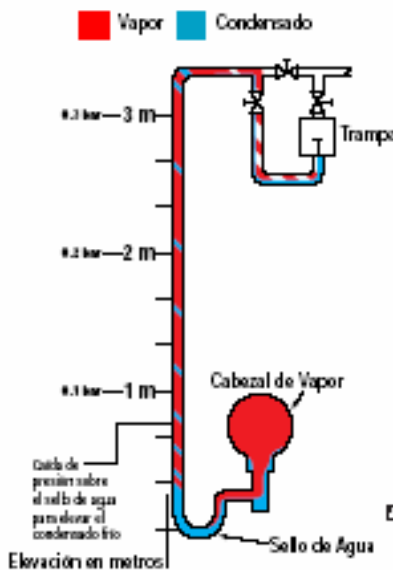


Figura 15-2. El condensado es elevado por sifón desde el punto de drenaje por gravedad hasta la trampa. Por cada 1 m de elevación se reduce la presión diferencial en 0.1 bar. Nótese el sello de agua en el nivel bajo y la válvula check interna de la trampa.

## Factores Que Afectan la Presión Diferencial

A excepción de los casos en que fallan las válvulas reguladoras de presión, la presión diferencial usualmente varía en el rango bajo de la presión de diseño o la normal. Esto es típicamente ocasionado por cambios en la presión de entrada o en la de descarga.

La presión de entrada puede caer por debajo de su valor normal debido a:

1. Una válvula de control o un regulador de temperatura.
2. "Drenaje por sifón". Por cada metro de elevación entre el punto de drenaje y la trampa se reduce la presión de entrada (y la diferencial) en 0.1 bar. Véase Fig. 15-2.

La presión de descarga puede subir arriba de su valor normal debido a:

1. Fricción en la tubería.
2. Otras trampas descargando en una sistema de retorno de capacidad limitada.
3. Elevando el condensado. Por cada metro de elevación se incrementa la presión de descarga (y la diferencial) en 0.1 bar, si la descarga es solamente condensado. Sin embargo, cuando existe vapor flash, la contrapresión adicional puede reducirse hasta cero. Véase la Fig. 15-3, poniendo atención en la válvula check externa.

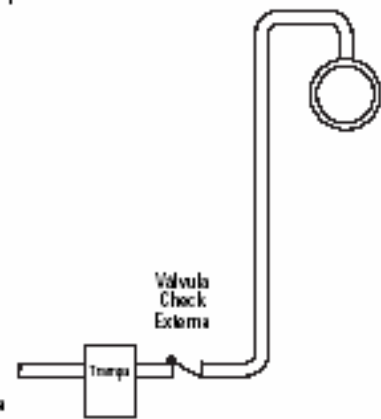


Figura 15-3. Cuando la válvula de la trampa se abre, la presión del vapor eleva al condensado. Por cada 1 m de elevación se reduce la presión diferencial en 0.1 bar.

# Cómo Trampear Sistemas de Distribución de Vapor

Los sistemas de distribución de vapor conectan a las calderas con el equipo que en realidad utiliza el vapor. Estos sistemas de distribución transportan el vapor hasta cualquier sitio en la planta donde se necesita su energía calorífica.

Los tres componentes principales de un sistema de distribución de vapor son los cabezales, las tuberías principales, y los ramales. Cada componente cumple con ciertas funciones específicas en un sistema de vapor y, junto con los separadores y las trampas de vapor, contribuye al uso eficiente del vapor.

**Piernas colectoras.** Un aspecto común en todos los sistemas de distribución de vapor es la necesidad de tener piernas colectoras a ciertos intervalos en las tuberías (Fig. 16-1). Sus funciones son:

1. Dejar que el condensado sea drenado, por gravedad, del vapor fluyendo a alta velocidad.
2. Colectar el condensado hasta que la presión diferencial sea suficiente para descargarlo a través de una trampa de vapor.

## Cabezales de las Calderas

Un cabezal de vapor es una clase especial de tubería de distribución porque puede recibir vapor de una o

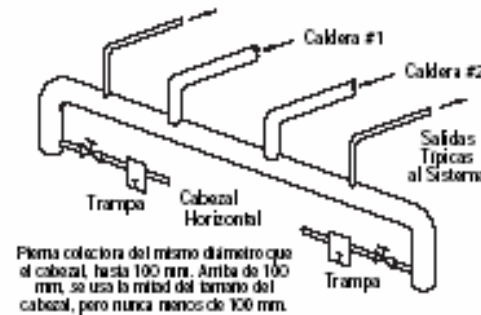
varias calderas al mismo tiempo. Lo más común es que sea una tubería horizontal a la que se le alimenta el vapor por la parte superior, y al mismo tiempo se alimentan las tuberías principales de distribución. Es importante trampear el cabezal de forma correcta para asegurarse que cualquier sustancia indeseable (agua de la caldera y/o partículas) será removida del vapor antes de que sea distribuido. Las trampas de vapor que le dan servicio al cabezal deben ser capaces de descargar grandes cantidades de condensado y partículas en forma instantánea. Resistencia al impacto hidráulico debe ser otro factor importante al seleccionar el tipo de la trampa.

Figura 16-1. Especificación de las Piernas Colectoras



Una pierna colectora del tamaño adecuado puede recoger todo el condensado en la línea. En una pierna colectora demasiado pequeña se produce el efecto de "válvula pequeña" donde la caída de presión succiona al condensado fuera de la trampa. Véase Tabla 18-1.

Figura 16-2. Cabezales de Vapor



Pierna colectora del mismo diámetro que el cabezal, hasta 100 mm. Arriba de 100 mm, se usa la mitad del tamaño del cabezal, pero nunca menos de 100 mm.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre los "000605").

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Cabezal de Vapor	IBLV M, E, L, N, B, Q	*F&T

\* Nunca se debe de usar una trampa tipo F&T con vapor sobrecalentado. Siempre se debe de usar una IB con válvula check interna, y con válvula y asiento pulidos.

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción, Códigos y Alternativa(s)	0 - 2 bar	Arriba de 2 bar
Tuberías Principales y Ramales. Condiciones Sin congelamiento	B, M, N, L, F, E, C, D, Q	*IB	*IB
	Otras Opciones	F&T	**F&T
Tuberías Principales y Ramales. Condiciones de congelamiento	B, C, D, E, F, L, M, N, Q, J	*IB	*IB
	Otras Opciones	Termostática o CD	Termostática o CD

\* Especificar válvula check interna cuando la presión fluctúa.

\*\* Usar IBLV arriba de los límites de presión y temperatura de las F&T.

NOTA: Con vapor sobrecalentado se especifica una IB con válvula check interna y con válvula y asiento pulidos.

## Selección de trampa y factor de seguridad para cabezales de vapor (sólo para vapor saturado).

Un factor de seguridad de 1.5 es recomendado para prácticamente cualquier cabezal de vapor. La capacidad requerida para la trampa se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

Capacidad Requerida para la Trampa = Factor de Seguridad x Carga Conectada a la(s) x Caldera(s) x Acarreo Anticipado (típicamente 10%).

**EJEMPLO:** ¿Qué tamaño de trampa de vapor se requerirá para un cabezal con una carga conectada de 20,000 kg/hr y un acarreo anticipado del 10%?

Utilizando la fórmula:

Capacidad Requerida para la Trampa = 1.5 x 20,000 x 0.1 = 3,000 kg/hr

La capacidad de responder inmediatamente a la acumulación de condensado, la excelente resistencia a impacto hidráulico, la capacidad de lidiar con partículas, y el funcionamiento eficiente a bajas cargas son las características que hacen al Balde Invertido (IB) la mejor opción de trampa de vapor para esta aplicación.

**Instalación.** Si el flujo del vapor en el cabezal es únicamente en una sola dirección, entonces una sola trampa de vapor es necesaria en el extremo de salida del cabezal. Cuando se tiene alimentación de vapor a la mitad del cabezal (Fig. 16-2), o se tiene flujo del vapor en el cabezal en ambas direcciones, cada extremo del cabezal necesita ser trampeado.

### Tuberías Principales

Uno de los usos más comunes para las trampas de vapor es el trapeo de las tuberías principales de vapor. Estas tuberías se deben de mantener libres de aire y de condensado para poder garantizar que el equipo que utiliza el vapor estará trabajando en forma eficiente. Un trapeo inadecuado en las tuberías principales de vapor muy frecuentemente ocasiona que se tenga golpe de ariete y acumulación de condensado, lo cual puede dañar las válvulas de control y otros equipos.

Existen dos métodos comunes para precalentar las tuberías principales de vapor: el supervisado y el automático. El Precalentamiento Supervisado es bastante aceptable para el calentamiento inicial de tuberías de diámetro grande y/o de gran longitud. En este método se recomienda que antes de que el vapor fluya por la tubería principal, se abran completamente las válvulas de las pielemas colectoras para que el vapor escape a la atmósfera. Las válvulas de las pielemas colectoras se cierran hasta que todo, o casi todo, el condensado del precalentamiento haya sido descargado. Después de ello, las

trampas se encargan de remover el condensado que se puede generar en operación normal del equipo. Se sigue un procedimiento similar para el precalentamiento del sistema de tuberías principales en una planta de energía.

Precalentamiento Automático es cuando se enciende la caldera y se deja que las tuberías principales y algunos, o todos, de los equipos alcancen la temperatura y presión de operación sin intervención manual o supervisión.

**PRECAUCIÓN:** Independientemente del método de precalentamiento se debe de dar suficiente tiempo durante el ciclo de precalentamiento para minimizar los esfuerzos térmicos y prevenir posible daño al sistema.

**Selección de trampas y factor de seguridad para tuberías principales (sólo para vapor saturado).** Las trampas se deben de seleccionar para que descarguen el condensado producido por pérdidas de radiación durante la operación normal del equipo. Si se seleccionan basado en la carga de arranque, se tendrán trampas demasiado grandes que se desgastarán

prematuramente. Las pielemas colectoras se deben calcular con base en la colección de condensado durante las condiciones de baja presión del precalentamiento. (Véase Tabla 18-1). Las cargas de condensado en una tubería aislada térmicamente se pueden obtener de la Tabla 17-1. Todos los valores en esta tabla presuponen una eficiencia del aislamiento del 75%. Para presiones o diámetros de la tubería no incluidos en la tabla se puede usar la siguiente fórmula:

$$C = \frac{A \times U \times (t_1 - t_2) \times E}{H}$$

Donde:

- C = Condensado en kg/hr/m
- A = Área exterior de la tubería en metros cuadrados. (Tabla 17-1, columna 2)
- U = k/ft-hr-m<sup>2</sup>-°C de la Gráfica 17-1.
- t<sub>1</sub> = Temperatura del vapor, en °C
- t<sub>2</sub> = Temperatura del aire, en °C
- E = 1 menos la eficiencia del aislamiento térmico. (Ejemplo: eficiencia de aislamiento del 75%; 1 - 0.75 = 0.25, o sea E = 0.25)
- H = Calor latente del vapor. (Ver Tablas de Vapor en la página 2)

Tabla 17-1 Condensación en Tuberías Aisladas que Llevan Vapor Saturado en Aire sin Mover a 21°C (Se supone una eficiencia térmica del 75%)

Tamaño de Tubo (in)	Presión, bar(g)								
	1	2	4	8	12	16	22	40	60
	Kilos de Condensado por Hicso por Metro								
0.5	0.04	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.17	0.19	0.25
0.75	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.14	0.21	0.23	0.30
1	0.06	0.08	0.10	0.13	0.15	0.16	0.25	0.29	0.37
1.25	0.06	0.09	0.12	0.16	0.19	0.22	0.31	0.35	0.45
1.5	0.09	0.11	0.15	0.18	0.21	0.24	0.35	0.40	0.51
2	0.11	0.13	0.16	0.22	0.26	0.30	0.43	0.48	0.63
2.5	0.13	0.15	0.19	0.26	0.31	0.35	0.50	0.57	0.75
3	0.15	0.18	0.23	0.30	0.37	0.42	0.60	0.68	0.89
3.5	0.17	0.20	0.26	0.34	0.41	0.47	0.66	0.76	1.01
4	0.19	0.23	0.29	0.38	0.46	0.52	0.76	0.86	1.12
5	0.23	0.27	0.35	0.46	0.56	0.64	0.92	1.05	1.36
6	0.27	0.32	0.41	0.54	0.65	0.75	1.06	1.23	1.60
8	0.34	0.41	0.52	0.69	0.83	0.95	1.36	1.57	2.05
10	0.41	0.50	0.63	0.84	1.02	1.16	1.69	1.93	2.51
12	0.48	0.58	0.74	0.98	1.19	1.36	1.98	2.26	2.95
14	0.52	0.63	0.81	1.07	1.30	1.48	2.16	2.46	3.22
16	0.59	0.72	0.91	1.21	1.47	1.68	2.44	2.79	3.65
18	0.66	0.80	1.02	1.35	1.64	1.87	2.73	3.12	4.08
20	0.72	0.88	1.12	1.49	1.80	2.07	3.01	3.44	4.50
24	1.04	1.25	1.58	2.16	2.52	2.88	4.14	4.72	6.12

Con base en el programa "3Eplus", versión 2.11, de la Asociación de Fabricantes de Aislamiento en Norteamérica (NAAMS), siguiendo el método descrito en ASTM C680

Gráfica 17-1. Curvas para Pérdidas de Calor

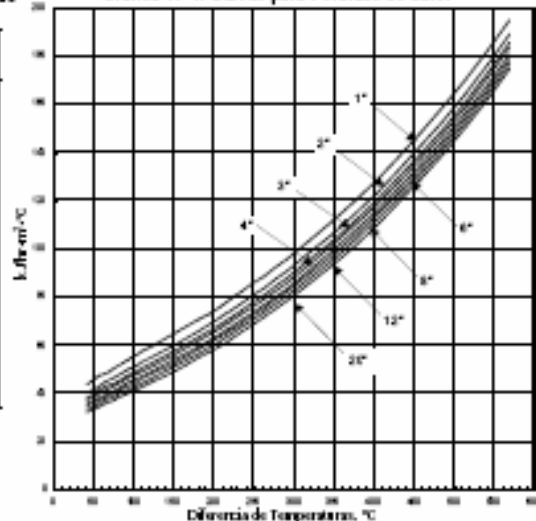


Tabla 17-2. La Carga al Precalentar Desde 21°C, Tubería Códula 40

Tamaño de Tubo (in)	Presión del Vapor, bar(g)						
	0.1	1	2	4	8	12	16
	Kilos de Agua por Metro						
1	0.044	0.054	0.062	0.075	0.081	0.104	0.114
1.25	0.059	0.073	0.084	0.100	0.123	0.140	0.154
1.5	0.070	0.087	0.101	0.120	0.147	0.167	0.184
2	0.094	0.117	0.135	0.161	0.197	0.224	0.247
2.5	0.149	0.185	0.214	0.255	0.313	0.356	0.392
3	0.195	0.243	0.280	0.334	0.409	0.465	0.513
3.5	0.235	0.292	0.337	0.402	0.492	0.560	0.617
4	0.270	0.345	0.399	0.476	0.583	0.663	0.731
5	0.377	0.469	0.540	0.645	0.789	0.899	0.990
6	0.489	0.600	0.701	0.836	1.02	1.17	1.30
8	0.736	0.915	1.06	1.26	1.54	1.75	1.93
10	1.04	1.30	1.50	1.78	2.19	2.49	2.74
12	1.38	1.72	1.98	2.36	2.89	3.29	3.63
14	1.62	2.02	2.33	2.78	3.40	3.87	4.27
16	2.14	2.66	3.07	3.66	4.48	5.10	5.62
18	2.71	3.37	3.88	4.63	5.67	6.45	7.11
20	3.17	3.94	4.55	5.42	6.64	7.56	8.33
24	4.41	5.48	6.32	7.54	9.23	10.51	11.58

Tabla 17-3. Peso de Tubería por Metro, en Kilos

Tamaño de Tubo, in	Diámetro Exterior, mm	Superficie m <sup>2</sup> /m	Peso de Tubería, kg/m		
			Códula 60	Códula 80	Códula 160
1	33.4	0.105	2.51	3.23	4.24
1.25	42.2	0.132	3.38	4.46	5.59
1.5	48.3	0.152	4.05	5.40	7.23
2	60.3	0.190	5.43	7.47	11.08
2.5	73.0	0.229	8.61	11.40	14.89
3	88.9	0.279	11.26	15.25	21.31
3.5	101.6	0.319	13.55	18.61	—
4	114.3	0.359	16.05	22.29	33.63
5	141.3	0.444	21.75	30.92	49.04
6	168.3	0.529	28.23	42.51	67.4
8	219.1	0.688	42.48	64.56	111.1
10	273.1	0.858	60.23	81.45	173
12	323.9	1.017	79.8	131.8	240
14	355.6	1.117	94	159	283
16	406.4	1.277	123	204	365
18	457.2	1.436	156	254	460
20	508.0	1.596	193	311	564
24	609.6	1.915	254	442	806

Para las trampas que se instalan entre la caldera y el final de la tubería, aplíquese un factor de seguridad de 2. Se aplica un factor de seguridad de 3 para trampas instaladas al final de las tuberías, o antes de las válvulas reguladoras y de cierre que están cerradas por ciertos periodos de tiempo.

Divida la carga de precalentamiento de la Tabla 17-2 entre el número de minutos que se permiten para llegar a la temperatura final del vapor. Multiplíquese por 60 para obtener kilos por hora.

Para presiones de vapor y cédulas de tubería que no se incluyen en la Tabla 17-2 se puede usar la siguiente fórmula para calcular la carga de precalentamiento:

$$C = \frac{W \times (t_f - t_i) \times 0.477}{H}$$

Donde:

- C = Cantidad de condensado, en kg
- W = Peso total de la tubería, en kg  
(Ver Tabla 17-3 para pesos de tuberías)
- t<sub>f</sub> = Temperatura final de la tubería, en °C
- t<sub>i</sub> = Temperatura inicial de la tubería, en °C

0.477 = Calor específico de la tubería de acero, en kJ/kg·°C

H = Calor latente del vapor a la temperatura final, en kJ/kg (ver Tablas del Vapor)

Una opción algo conservadora sería: calcular la carga de precalentamiento para llegar a 103.5°C ó 0.14 bar. Dividir entre el número de minutos permitido para llegar a esa temperatura y multiplíquese por 60, para obtener kilogramos por hora. Se debe seleccionar la trampa en base a un diferencial de presión de 0.07 bar por cada 0.71 m de altura entre la parte baja de la tubería principal y la parte superior de la trampa.

La trampa de Balde Invertido (IB) es la recomendada para esta aplicación porque puede lidiar con suciedad y condensado acumulado, y resiste impacto hidráulico. Además, en caso de que el balde invertido llegase a fallar, lo hace en la posición abierta.

Instalación. Los dos métodos de precalentamiento usan piemas colectoras y

trampas en ubicaciones a niveles bajos o puntos de drenado natural, tales como:

- Antes de elevadores
- Al final de tuberías
- Antes de juntas de expansión o curvaturas
- Antes de válvulas o reguladores

Se deben de instalar piemas colectoras y trampas aún cuando no se tengan puntos de drenado natural (Véase Figs. 18-1, 18-2 y 18-3). Estos elementos se deben de instalar normalmente a intervalos de 90 m, pero nunca a más de 150 m.

Con Precalentamiento Supervisado, se deben de usar piemas colectoras con longitud igual a 1.5 veces el diámetro de la tubería, pero nunca de menos de 250 mm. Con Precalentamiento Automático las piemas colectoras deben de ser de al menos 700 mm de longitud. En ambos casos es buena idea el utilizar piemas colectoras del mismo diámetro que el de las tuberías, hasta tuberías de 100 mm; para tamaños mayores se utilizan de la mitad del tamaño del tubo, pero nunca un tamaño menor a 100 mm (Véase Tabla 18-1).

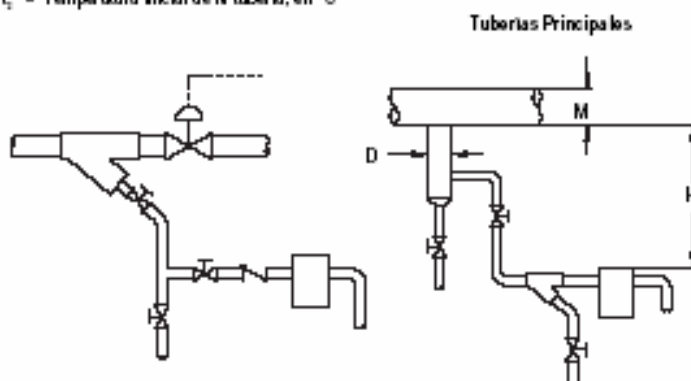


Figura 18-1. Trampa drenando el filtro antes de una válvula reguladora.

Figura 18-2. Trampa drenando una pema colectora en tubería principal.

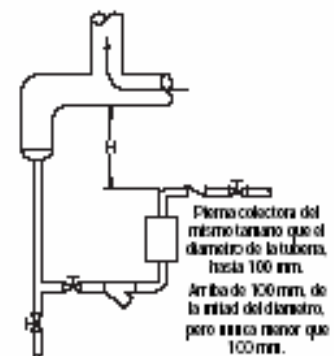


Figura 18-3. Trampa drenando una pema colectora en rama hacia arriba. La distancia "H", en m, dividida entre 10 es igual a la presión estática (bar) para forzar el agua a través de la trampa.

Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla de la configuración B para información sobre las "DCDC05").

Equipo Siendo Trampeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Separador de Vapor	IBLV B, M, L, E, F, N, Q	*DC

\* La DC es la primera opción cuando la calidad de vapor es de 90%, o menos.

Tabla 18-1. Dimensiones Recomendadas para Piemas Colectoras en Tuberías Principales y Ramales.

Tamaño de Tubería mm in	D		H	
	mm	in	mm	in
15 3/8	15 3/8	250	710	
20 3/4	20 3/4	250	710	
25 1	25 1	250	710	
50 2	50 2	250	710	
80 3	80 3	250	710	
100 4	100 4	250	710	
150 6	100 4	250	710	
200 8	100 4	300	710	
250 10	150 6	380	710	
300 12	150 6	480	710	
350 14	200 8	535	710	
400 16	200 8	610	710	
450 18	250 10	685	710	
500 20	250 10	780	780	
600 24	300 12	915	915	

# Cómo Trampear Ollas con Camisas de Vapor

Ollas con camisas (o chaquetas) de vapor son esencialmente ollas de cocido o concentradores con camisas o chaquetas de vapor alrededor de ellas. Se pueden encontrar en cualquier parte del mundo y en casi cualquier tipo de aplicación: empaadoras de carne, fábricas de papel y de azúcar, máquinas de derretido, procesadoras de frutas y vegetales, preparación de alimentos, y muchas otras más.

Existen básicamente dos tipos de ollas con camisas de vapor: con drenaje fijo por gravedad, y con drenaje inclinado por sifón. Cada tipo requiere de una forma especial para el trapeo del vapor, aunque los problemas principales son los mismos para ambos tipos.

El problema más grande de las ollas encamisadas es el aire encerrado dentro de las camisas de vapor, el cual tiene un efecto negativo en la temperatura del sistema. Ollas encamisadas son usualmente utilizadas en operaciones

por lotes o cargas, donde el mantener una temperatura uniforme o de "cocido" es crítico. Cuando se tiene demasiado aire en el sistema, la temperatura varía en un rango bastante amplio y puede resultar en que parte del producto acaba sobrecocido o quemado, y en general el proceso se hace más lento. Específicamente, bajo ciertas condiciones con tan sólo un contenido en volumen del 0.5% de aire en el vapor, es suficiente para formar una capa aisladora en las superficies de transferencia de calor, lo cual reduce la eficiencia de la transferencia hasta en un 50%. Ver páginas 5 y 6.

Un segundo problema al usar ollas con camisas de vapor es la necesidad de remover el condensado en forma total y uniforme. Cualquier acumulación de condensado en las camisas resulta en un control de temperatura inestable, una menor capacidad de operación de la olla, y el riesgo de tener golpe de ariete.

## Selección de Trampas para Ollas Encamisadas

La Tabla 31-1 lista las capacidades de trampa requeridas dependiendo del tamaño de la olla y las siguientes suposiciones:  $U = 3.6 \text{ MJ/hr} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$   
Factor de seguridad de 3

**EJEMPLO:** ¿Cuál es la capacidad de trampa recomendada para una olla de 860mm drenada por gravedad y operando con vapor a 2.5 bar? Directamente de la gráfica se obtiene una capacidad de la trampa de 760 kg/hr a la presión de operación especificada.

Otro posible método para calcular la carga de condensado es mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{L \times sg \times C_p \times \Delta T \times t}{H \times t}$$

- Donde:  
 Q = Carga de condensado, en kg/hr  
 L = Volumen del líquido a ser calentado (litro)  
 sg = Gravedad específica del líquido  
 Cp = Calor específico del líquido (kJ/kg-°C)  
 ΔT = Aumento de temperatura del líquido, °C  
 t = kg/litro de agua  
 H = Calor latente del vapor (kJ/kg)  
 t = Tiempo de calentamiento del producto, en hr

Figura 30-1. Olla con Drenaje Fijo por Gravedad

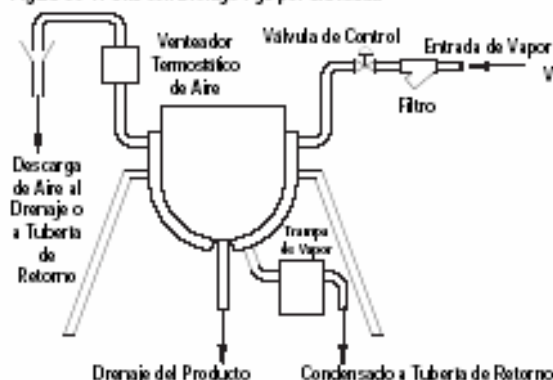


Figura 30-2. Olla con Drenaje Inclinado por Sifón

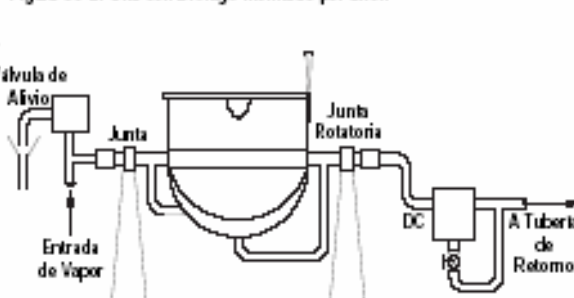


Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla en la contraportada B para información sobre las "CODIGOS").

Equipo Siendo Trapeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Ollas Encamisadas Drenaje por Gravedad	IBLV B, C, E, K, N, H	F&T o Termostática
Ollas Encamisadas Drenaje a Sifón	DC B, C, E, G, H, K, N, P	IBLV

**EJEMPLO:** Seleccione una trampa para una olla de 1,000 litros, que usa vapor a una presión de 1.5 bar para calentar un producto (leche) de gravedad específica 1.03 y calor específico 3.84. La temperatura inicial es de 20°C, el producto se calentará hasta 80°C en media hora. (Supóngase un factor de seguridad de 3). Usando la fórmula:

$$Q = \frac{1,000 \times 1.03 \times 3.84 \times 60}{2181 \times 0.5} = 217.6 \text{ kg/hr}$$

Ahora se debe de multiplicar la carga de condensado calculada por el factor de seguridad de 3, y se obtiene la carga de diseño de 653 kg/hr, la cual se debe de usar para seleccionar el tipo de trampa adecuado, y su capacidad.

Con base en los requerimientos y problemas típicos que se encuentran en ollas con drenaje fijo por gravedad, el tipo de trampa más eficiente es la de Balde Invertido (IB). La trampa de balde invertido ventea el aire y el CO<sub>2</sub> a la temperatura del vapor y ofrece operación eficiente en presencia de contrapresión.

La recomendación para ollas con drenaje inclinado por sifón es el Controlador Automático Diferencial de Condensado (DC). El cual, además de ofrecer las mismas ventajas que la de Balde Invertido, ofrece una capacidad excelente de venteo a bajas presiones, y una habilidad excelente para lidiar con vapor flash. Si se desea usar una trampa IB para operación con drenaje por sifón, se debe de especificar una trampa un tamaño más grande que el calculado.

## Recomendaciones Generales Para Eficiencia Máxima

**Rapidez de Cocción/Desecada.** El producto siendo cocido es un factor importante en la selección de trampas. Una fábrica con varias ollas encamisadas debe de llevar a cabo una serie de experimentos usando diferentes tamaños de trampas, para así poder determinar el tamaño que ofrece los mayores beneficios.

**Alimentación de Vapor.** Se deben de usar tuberías con capacidad de sobra para la alimentación de vapor a las ollas. Instálase la espina de entrada en la parte superior de las camisas para obtener mejores resultados, y debe de estar ranurada para poder surtir de vapor en toda el área de la camisa o chaqueta de vapor.

## Instalación

Las trampas se deben de instalar cerca de las ollas. Para obtener mejor capacidad de venteo y operación más confiable, se recomienda instalar un venteador de aire termostático en los niveles más altos de las camisas. Ver Figs. 30-1 y 30-2.

Nunca se deben de drenar dos o más ollas en una sola trampa. Trampeo en grupo resultará, sin lugar a dudas, en cortocircuito del sistema de drenado.

**Tabla 31-1. Cargas de Condensado en kg/hr para Ollas Encamisadas - Superficie Hemisférica de Condensación**  
Factor de Seguridad de 3 ya está incluido  
Se supone U = 3.6 mJ/hr-m<sup>2</sup>-°C, y temperatura inicial de 10°C

Diámetro de la Olla		Superficie de Transferencia de Calor m <sup>2</sup>	Volumen en el Hemisferio litros	Vol. Arriba del Hemisferio litros por cm de altura	Condensación, kg/hr a la presión indicada								
					Presión del vapor en bar (g) y temperatura								
					0.3 107°C	0.7 115°C	1 120°C	1.6 129°C	2.5 139°C	4 152°C	5.5 162°C	7 171°C	9 180°C
18	460	0.33	25.0	1.6	150	170	180	190	210	240	260	280	300
19	480	0.37	29.4	1.8	170	190	200	220	240	270	290	310	330
20	510	0.41	34.3	2.0	190	210	220	240	260	290	320	340	370
22	560	0.49	45.7	2.5	230	250	270	290	320	360	390	420	450
24	610	0.56	53.3	2.9	270	300	320	340	380	420	460	490	530
26	660	0.69	75.4	3.4	320	360	370	400	440	500	540	580	620
28	710	0.79	94.2	4.0	370	410	430	470	520	580	630	670	720
30	760	0.91	115.8	4.6	430	470	490	540	590	660	720	770	830
32	810	1.04	140.6	5.2	490	530	560	610	670	750	820	880	950
34	860	1.17	168.6	5.9	550	600	630	690	760	850	930	990	1070
36	910	1.31	200.2	6.6	620	670	710	770	850	960	1040	1110	1200
38	970	1.46	235.4	7.3	690	750	790	860	950	1060	1160	1240	1330
40	1020	1.62	274.6	8.1	760	830	880	960	1050	1180	1280	1370	1460
42	1070	1.79	317.8	8.9	840	920	970	1050	1160	1300	1420	1510	1600
44	1120	1.96	365.5	9.8	920	1010	1060	1160	1270	1430	1550	1660	1760
46	1170	2.14	417.6	10.7	1010	1100	1160	1260	1390	1560	1700	1820	1950
48	1220	2.33	474.5	11.7	1100	1200	1270	1380	1520	1700	1850	1980	2130
54	1370	2.96	675.5	14.8	1390	1520	1600	1740	1920	2150	2340	2500	2690
60	1520	3.65	926.7	18.2	1720	1870	1980	2150	2370	2650	2890	3090	3330
72	1830	5.25	1401.3	26.3	2470	2700	2850	3100	3410	3820	4160	4450	4790

# Cómo Trampear Equipo con Cámaras de Vapor Cerradas y Estacionarias

El equipo con cámaras de vapor cerradas y estacionarias incluye planchas de placa para la fabricación de maderas compuestas y otros productos laminados, moldes con camisas de vapor para componentes de hule o plástico, hornos autoclave para curar y esterilizar, y retortas para cocido.

## Productos Encerrados en Prensas con Camisas de Vapor

Productos moldeados de hule y de plástico, tales como estuches de baterías, juguetes, conexiones y lantitas, son formados y curados en equipo de este tipo. Así como maderas laminadas que son comprimidas, pegadas y curadas (plywood). Máquinas de planchado de superficies planas en las lavanderías son una forma especializada de prensar con una cámara de vapor en un sólo lado del producto.

**Selección de Trampas y Factor de Seguridad**  
La carga de condensado para equipo con cámaras de vapor cerradas y estacionarias se puede calcular mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$Q = A \times R \times S$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

A = Área total de la superficie de las placas en contacto con el producto, en m<sup>2</sup>

R = Capacidad de condensación, en kg/m<sup>2</sup>/hr (Cuando se especifica la trampa, el valor de 35 kg/m<sup>2</sup>/hr se puede usar para la capacidad de condensación)

S = Factor de Seguridad

**EJEMPLO:** ¿Cuál es la carga de condensado en la placa de empuje, de 600 mm x 900mm, en una prensa?

Usando la fórmula:  $Q = 0.54 \times 35 \times 3 = 56.7 \text{ kg/hr}$   
Solo la mitad de esta carga se necesita en las placas de los extremos.

El factor de seguridad recomendado para este tipo de aplicaciones es de 3.

La trampa de Balde Invertido (IB) es la primera opción recomendada para cámaras con camisas de vapor, secadoras y planchadoras, esto es debido a sus características para purgar el sistema, resistir impacto hidráulico y conservar energía en forma adecuada. El tipo de trampas de disco y la termostática son alternativas aceptables.

## Instalación

Aún cuando la carga de condensado en cada plataforma es baja, trapeo unitario es esencial para prevenir cortocircuito, Fig. 32-1. Trapeo independiente garantiza temperatura máxima y uniforme para cada presión del vapor, ya que se tiene un drenado de condensado y un purgado de no-condensables bastante eficiente.

## Inyección Directa de Vapor en la Cámara del Producto

Este tipo de equipo combina vapor con el producto con el propósito de curarlo, esterilizarlo o cocerlo. Ejemplos típicos son los hornos de autoclave usados en la fabricación de productos de hule o plástico, esterilizadores de ropas y de instrumento de cirugía, y retortas para cocimiento de alimentos y productos enlatados.

## Selección de Trampas y Factores de Seguridad

Calcular la carga de condensado mediante la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{W \times C \times \Delta T}{H \times t}$$

Donde:

Q = Carga de condensado, en kg/hr

W = Peso del material, en kg

C = Calor específico del material, en kJ/kg°C (Ver página 50)

ΔT = Incremento en temperatura del material, en °C

H = Calor latente del vapor, en kJ/kg (de las Tablas de Vapor, página 2)

t = Tiempo de calentamiento del material, en horas

**EJEMPLO:** ¿Cuál será la carga de condensado en un horno autoclave que contiene 100 kg de un producto de hule que debe de ser calentado a una temperatura de 150°C, desde una temperatura de 20°C? El horno autoclave opera a una presión del vapor de 8 bar, y el proceso de precalentamiento se lleva 20 minutos. Usando la fórmula:

$$Q = \frac{100 \text{ kg} \times 1.74 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 130^\circ\text{C} \times 60}{2031 \text{ kJ/kg} \times 20} = 33.4 \text{ kg/hr}$$

Múltiplicase por el factor de seguridad recomendado de 3, y se obtiene la capacidad requerida de 100 kg/hr.

Figura 32-1. Producto Confinado en Prensas con Camisas de Vapor

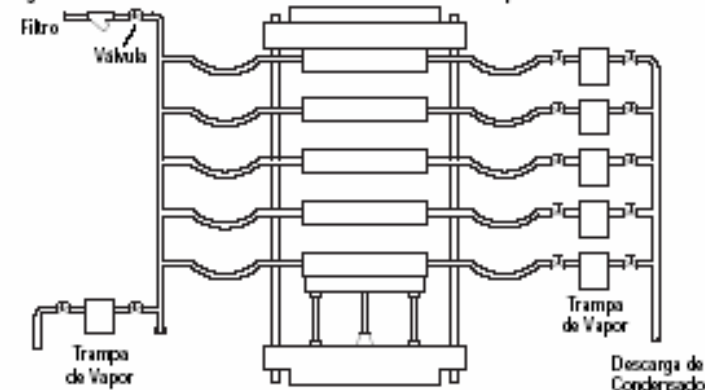


Tabla de Recomendaciones (Referirse a la Tabla de la correspondencia B para información sobre los "CÓDIGOS").

Equipo Siendo Trapeado	1era Opción y Códigos	Otras Opciones
Producto Confinado en Prensa con Camisas de Vapor	IB B, K, E, A	CD y Termostática
Inyección de Vapor Directamente a la Cámara del Producto	*IB B, N, K, E, A, H	Termostática y F&T y **DC
Producto en Cámaras - Vapor en Camisas	*IB B, K, E, A, H	Termostática y F&T y **DC

\* Un ventilador adicional de aire es recomendado

\*\* Primera opción para tanques de gran volumen

Se debe de esperar condensado con impurezas dado que el vapor está en contacto con el producto. Además, el tanque es una cámara de gran volumen que requiere de un sistema especial para purgado de condensados y de no-condensables. En base a estas razones, se recomienda la trampa de Balde Invertido (IB) con un ventilador termostático adicional instalado en el nivel más alto de la cámara.

Cuando no se pueda instalar un ventilador termostático en una localidad remota, se debe de integrar la capacidad de purgado de grandes volúmenes de aire en la trampa misma. Un Controlador Automático Diferencial de Condensado (DC) debe considerarse como posible primera opción para cámaras grandes. La otra alternativa, una trampa F&T o una termostática, es también adecuada pero se debe de instalar un filtro antes de la trampa, el cual debe de chequearse frecuentemente para garantizar flujo continuo.

### Instalación

Debido a que se tiene el vapor y el producto en contacto dentro de las cámaras, la descarga de la trampa casi nunca puede ser regresada a la caldera, sino que debe ser enviada fuera del proceso. En casi todos los casos este tipo de equipo es drenado por gravedad hacia la trampa. Sin embargo, casi siempre se eleva el condensado después de la trampa, lo cual no representa un problema en la operación debido a que la presión del vapor es usualmente constante. Para tener un precalentamiento rápido y una descarga completa del aire, se recomienda la instalación de un ventilador termostático de aire en el punto más alto del tanque. Ver Fig. 33-1.

### Producto en la Cámara - Vapor en la Camisa

Hornos de autoclave, retortas y esterilizadoras son los equipos típicos con esta clase de configuración. En estos casos el condensado no está contaminado debido a que no hay contacto con los productos, y por lo tanto se puede regresar directamente a la caldera. Trampas de vapor con capacidad de purgado y de venteo de grandes volúmenes de aire son necesarias para tener una operación eficiente.

### Selección de Trampas y Factor de Seguridad

El cálculo de la capacidad requerida en esta aplicación de equipos con "Producto en Cámara - Vapor en la Camisa" es basado en la misma fórmula que la aplicación de equipo con "Inyección Directa de Vapor". El factor de seguridad es también de 3.

La trampa de Balde Invertido es la recomendada porque conserva vapor, purga el sistema, y resiste impacto hidráulico.

Se recomienda usar una trampa IB en combinación con un ventilador termostático, en el nivel más alto de la cámara, para tener mayor capacidad para manejar aire y gases. Como una alternativa, se puede usar una trampa F&T o una termostática. En cámaras grandes, donde no es posible instalar un ventilador de aire, un controlador automático diferencial de condensados (DC) se debe considerar como la primera opción de trampa.

### Instalación

En este tipo de equipo "Producto en Cámara - Vapor en Camisa" no se tiene contacto entre el vapor o el condensado y el producto, por lo cual se pueden descargar en la tubería de retorno del sistema. Cuando sea posible se debe de instalar un ventilador termostático en una localidad remota a un nivel alto en la cámara de vapor. Ver Fig. 33-2.

Figura 33-1. Inyección Directa de Vapor a la Cámara del Producto

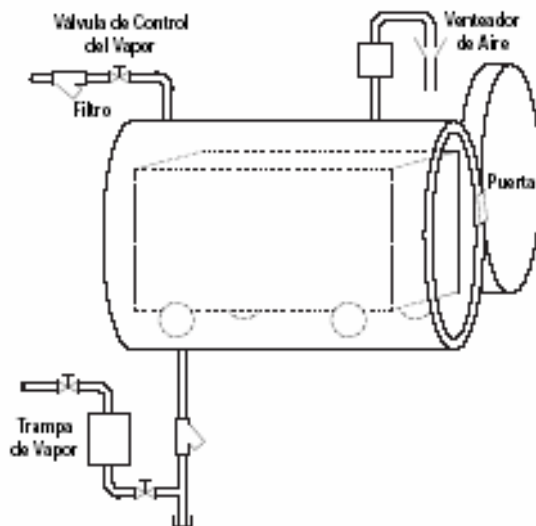
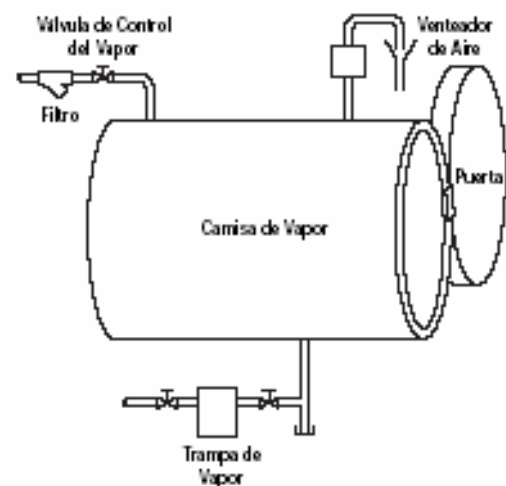


Figura 33-2. Producto en Cámara - Vapor en Camisas



# Selección de Trampas y Factores de Seguridad

Esta Tabla resume recomendaciones sobre las trampas que probablemente son las más eficientes para ciertas aplicaciones. Los valores de factor de seguridad recomendados

aseguran una operación sin problemas bajo condiciones cambiantes. Contacte a su representante de Armstrong para obtener información más específica sobre las trampas

y sobre los factores de seguridad recomendados.

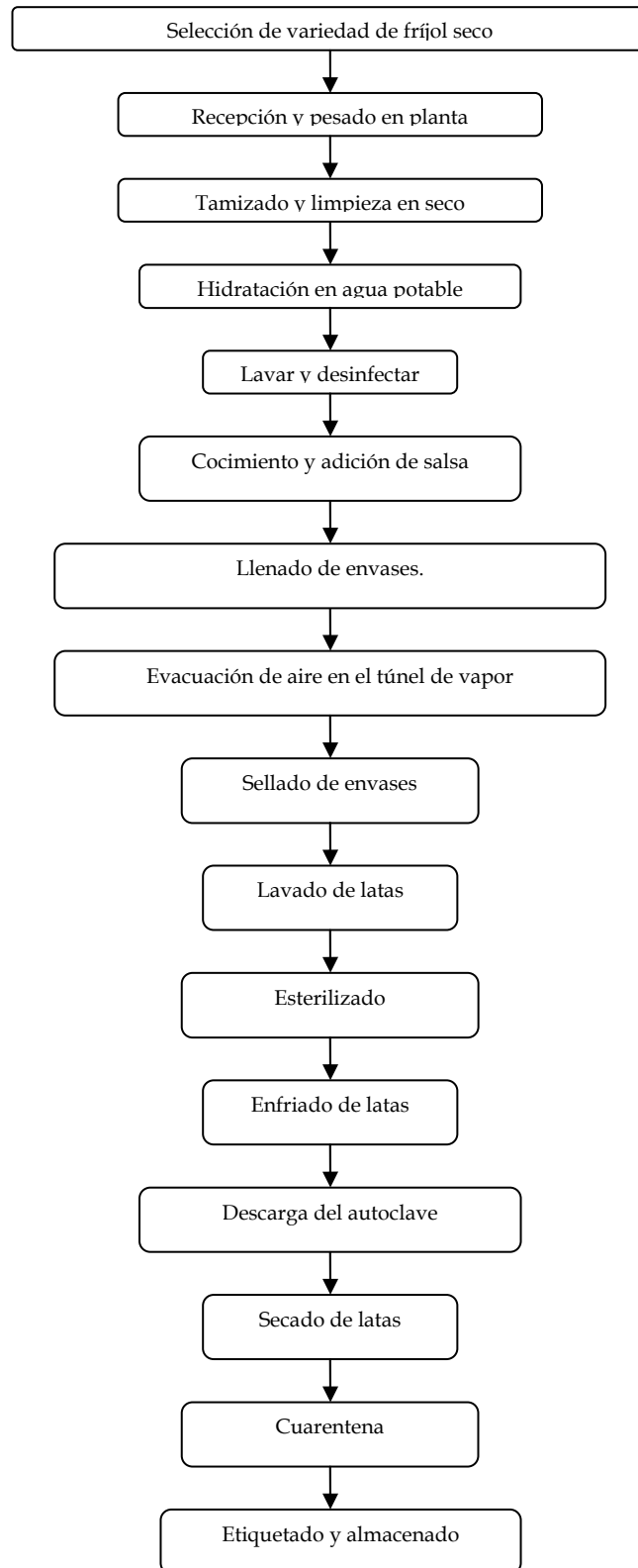
Aplicación	1era Opción	2da Opción	Factor de Seguridad
Cabezal de la Caldera (Sobrecalentado)	IBLV	F&T	1.5
	IBCV - Pulido	Wafer	Carga al Arranque
Tuberías Principales de Vapor & Ramales de las Tuberías (Sin Congelamiento) (Congelamiento)	IB (CV si la presión varía)	F&T	2; 3 si están al final de la tubería, antes de la válvula, o en un ramal
	IB	Termostática o Disco	(Mismo que arriba)
Separador de Vapor Calidad del vapor del 90% o menos	IBLV	DC	3
	DC		3
Venas de Vapor	IB	Termostática o Disco	2
Unidades de Calentamiento y de Manejo de Aire (Presión Constante) (Presión Variable 0 - 1 bar) (Presión Variable 1 - 2 bar) (Presión Variable > 2 bar)	IBLV	F&T	3
	F&T	IBLV	2, a presión diferencial de 0.034 bar
	F&T	IBLV	2, a presión diferencial de 0.14 bar 3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Radiadores Alotados & Tubos Serpentin (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	Termostática	2, normalmente; 3, para calentamiento rápido
	F&T	IB	2, normalmente; 3, para calentamiento rápido
Calentadores de Aire de Proceso (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	F&T	2
	F&T	IBLV	3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Máquina de Absorción de Vapor (Enfriador)	F&T	IB, con Ventilador Externo	2, a presión diferencial de 0.034 bar
Intercambiadores de Calor de Tubo y Coraza & Serpentes de Tubo y Estampados (Presión Constante) (Presión Variable)	IB	DC o F&T	2
	F&T	DC o IBT (IBLV, a más de 2 bar)	< 1 bar: 2, a 0.034 bar; 1 - 2 bar: 2, a 0.14 bar > 2 bar: 3, a la mitad de la máxima presión diferencial
Evaporadores de Un Paso y de Pasos Múltiples	DC	IBLV o F&T	2; 3, con cargas de 22,700 kg/hr
Ollas con Camisas de Vapor (Drenado por Gravedad) (Drenado por Sifón)	IBLV	F&T o Termostática	3
	DC	IBLV	3
Secadoras Rotatorias	DC	IBLV	3, para DC; 8, para IB a presión constante; 10, para IB presión variable
Tanques de Flasho	IBLV	DC o F&T	3

IBLV = Balde Invertido con Ventilador Grande  
 IBCV = Balde Invertido con Válvula Check Interna  
 IBT = Balde Invertido con Ventilador Técnico  
 F&T = Flotador y Termostática  
 DC = Controlador Diferencial de Condensado  
 Thermo = Termostática

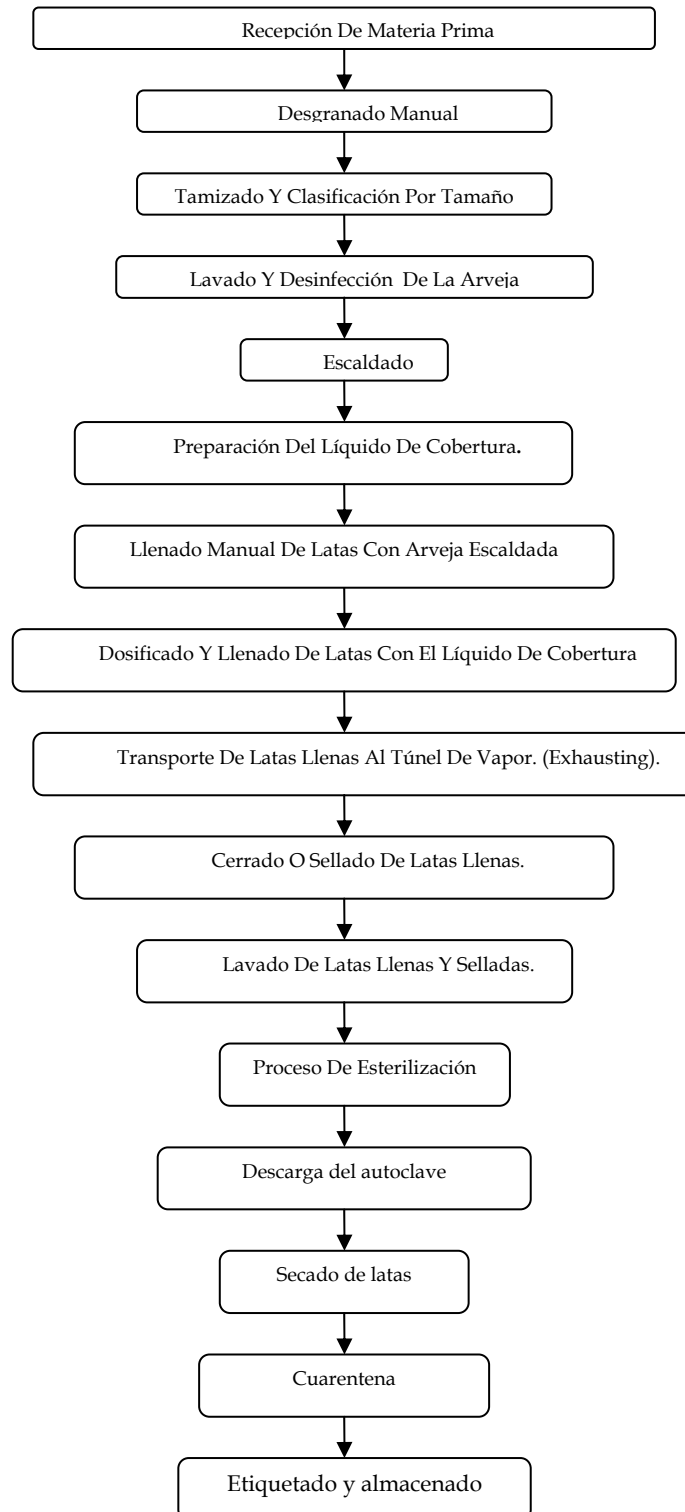
Use una IB con ventilador de aire externo cuando se excedan las limitaciones de presión de la F&T, o si el vapor está sucio. Todos los factores de seguridad son para la presión diferencial de operación, al menos que se indique lo contrario.

## ANEXO C

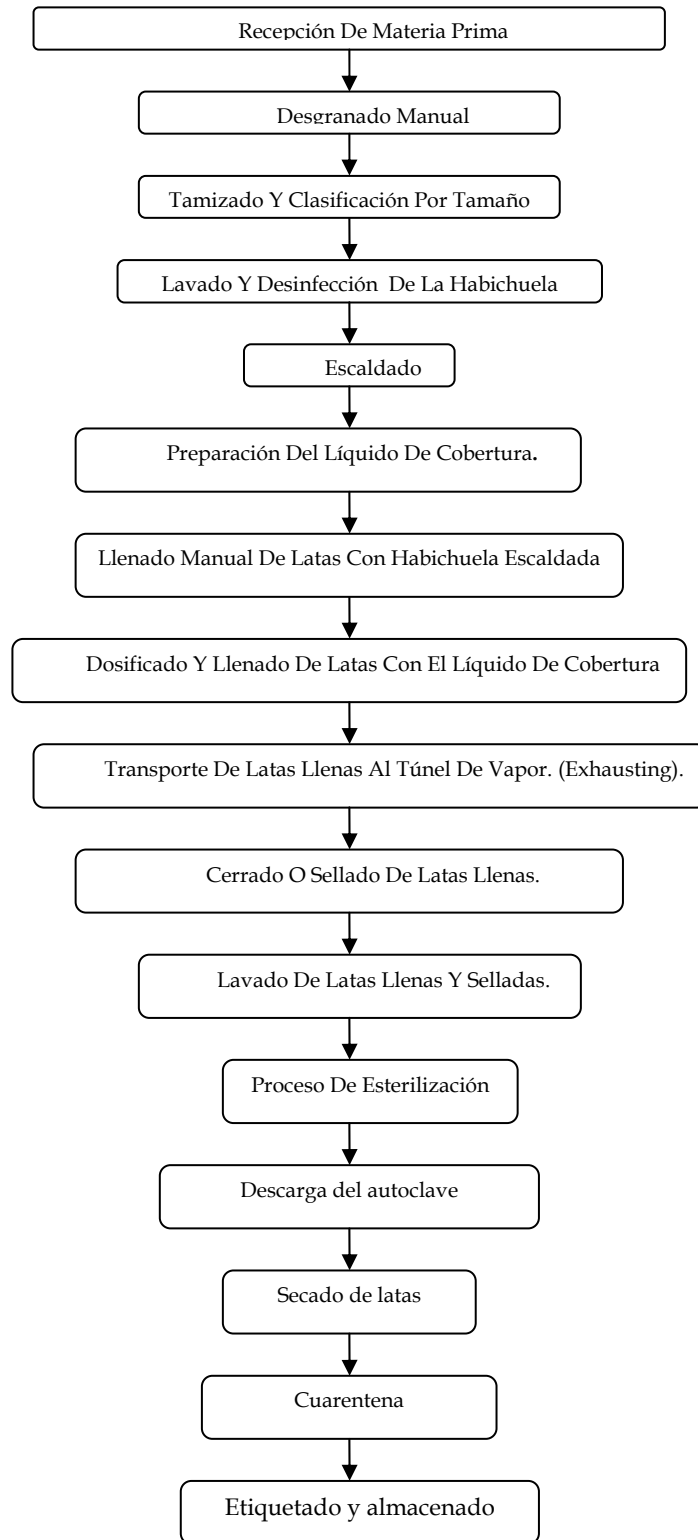
### Diagrama De Flujo Del Proceso Para Frijoles Con Tocino En salsa.



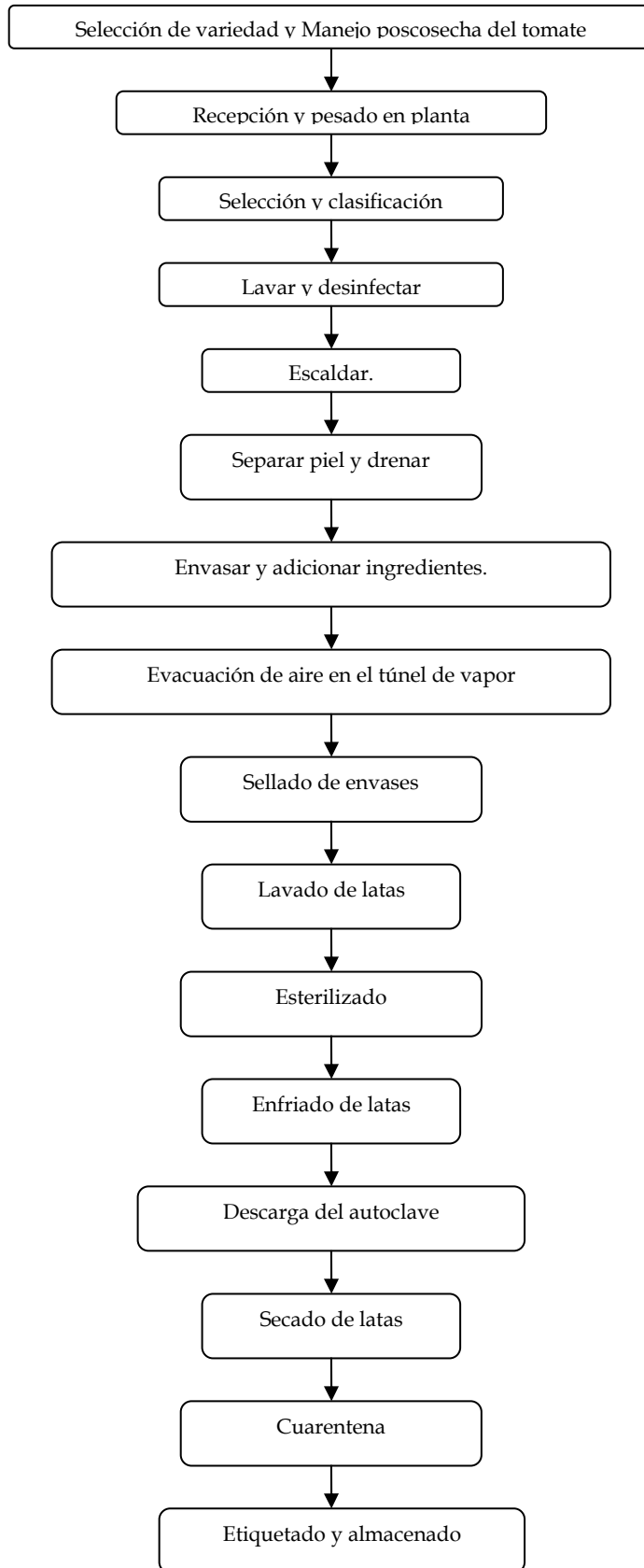
## Diagrama De Flujo Del Proceso Para Arvejas Al Natural.



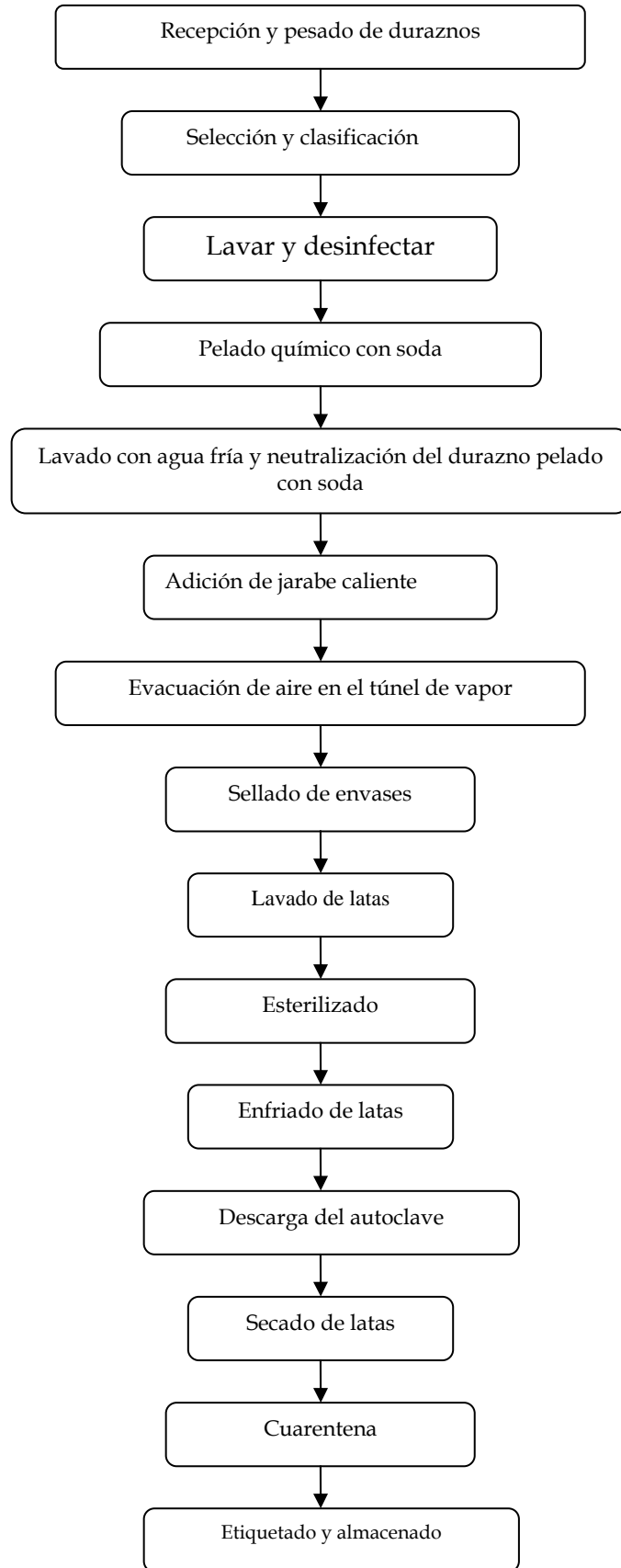
## Diagrama De Flujo Del Proceso Para Habichuelas Al Natural



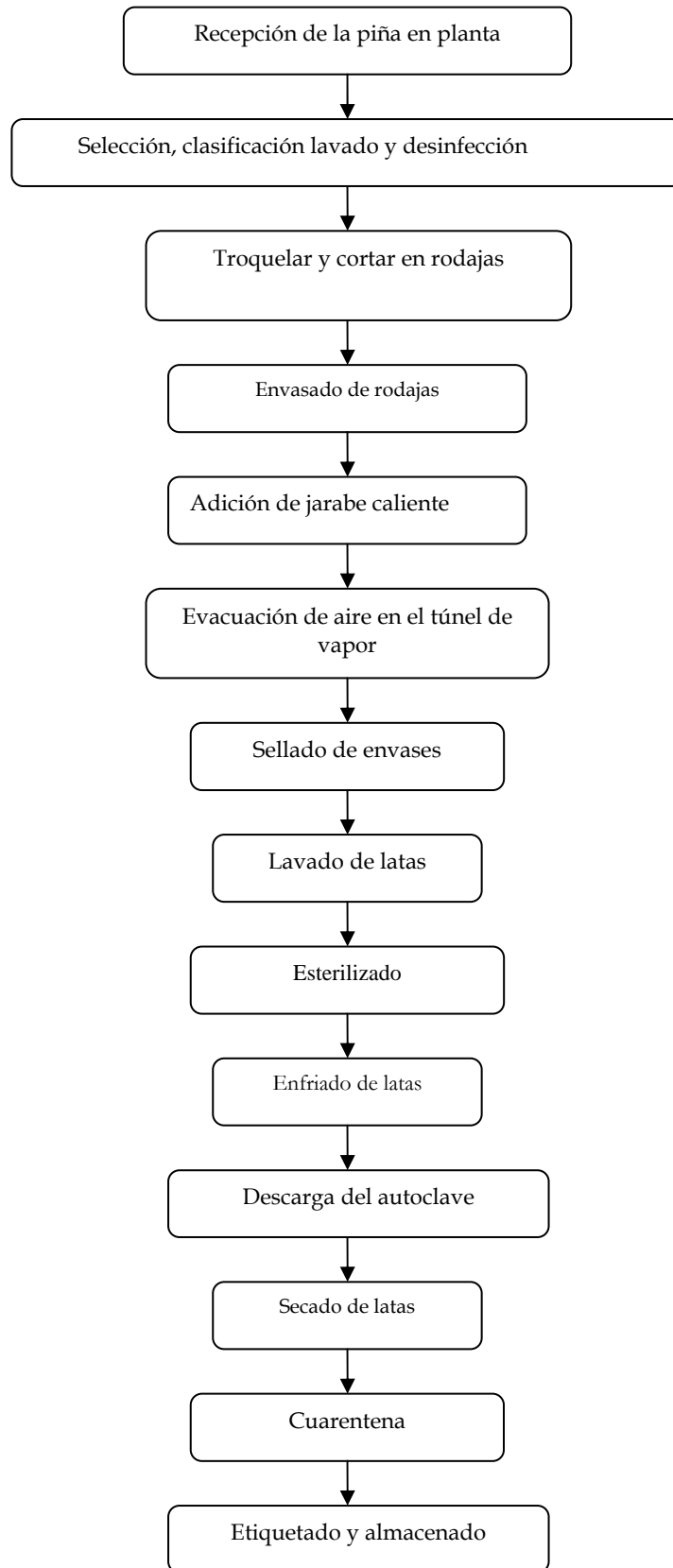
## Diagrama De Flujo Del Proceso Para Tomates Enteros Pelados.



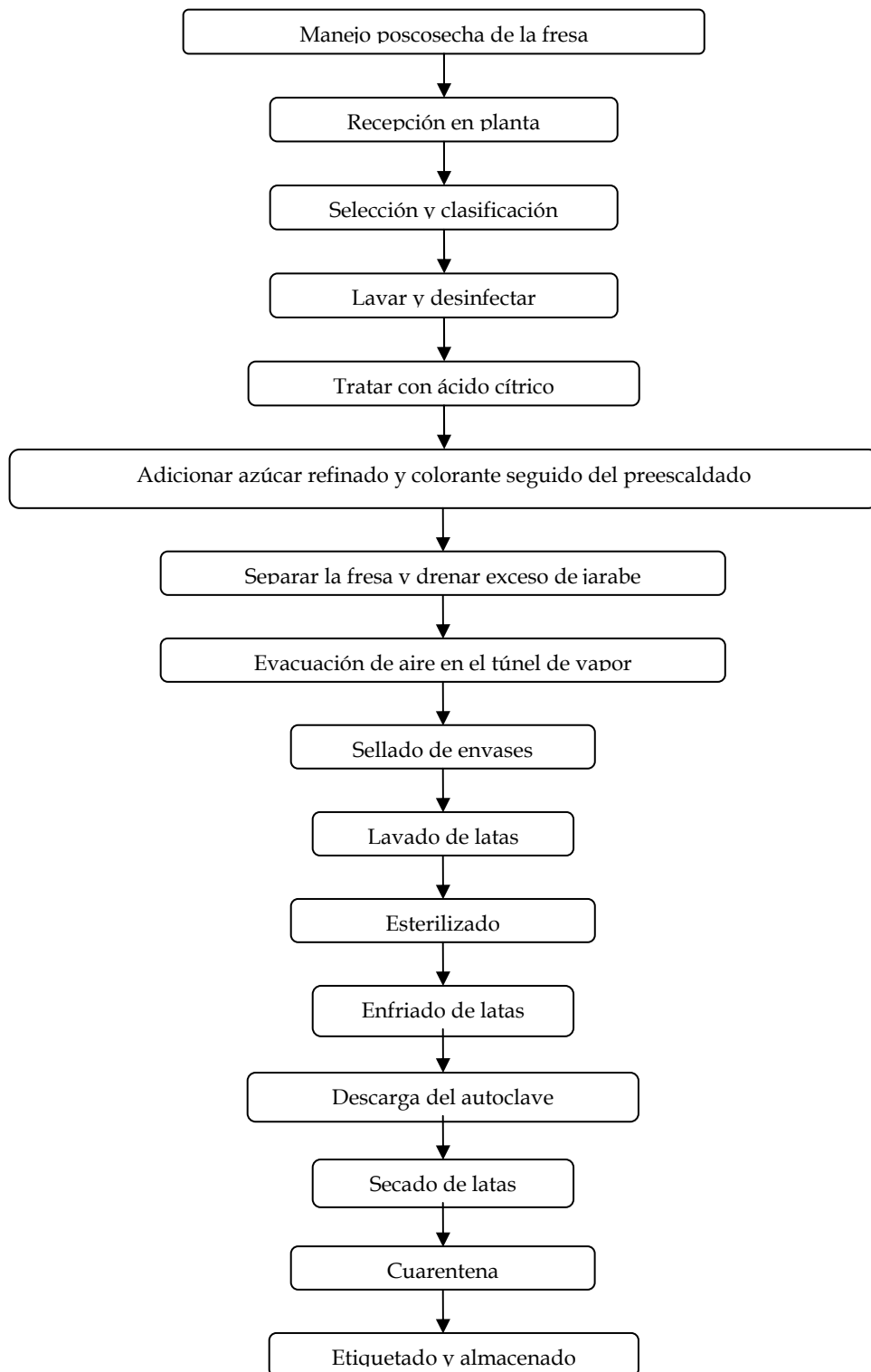
### Diagrama De Flujo Del Proceso Para Duraznos En Almíbar.



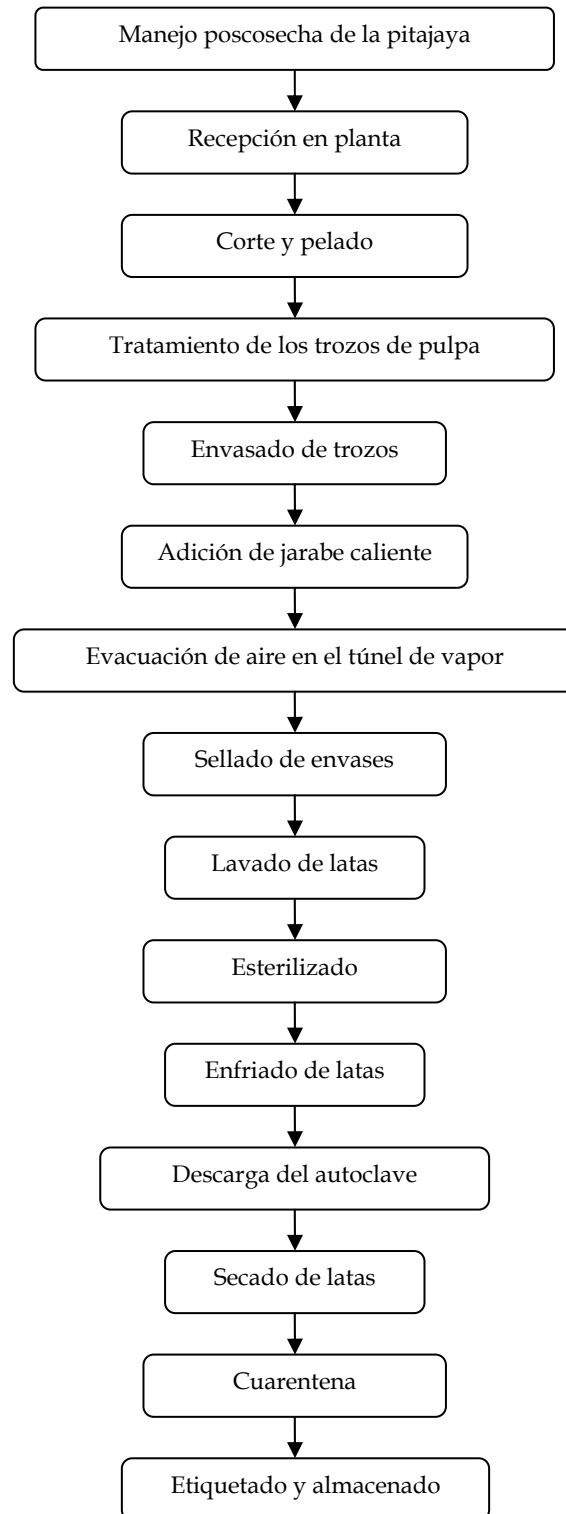
## Diagrama De Flujo Del Proceso De Elaboración De Rodajas De Piña En Almíbar.



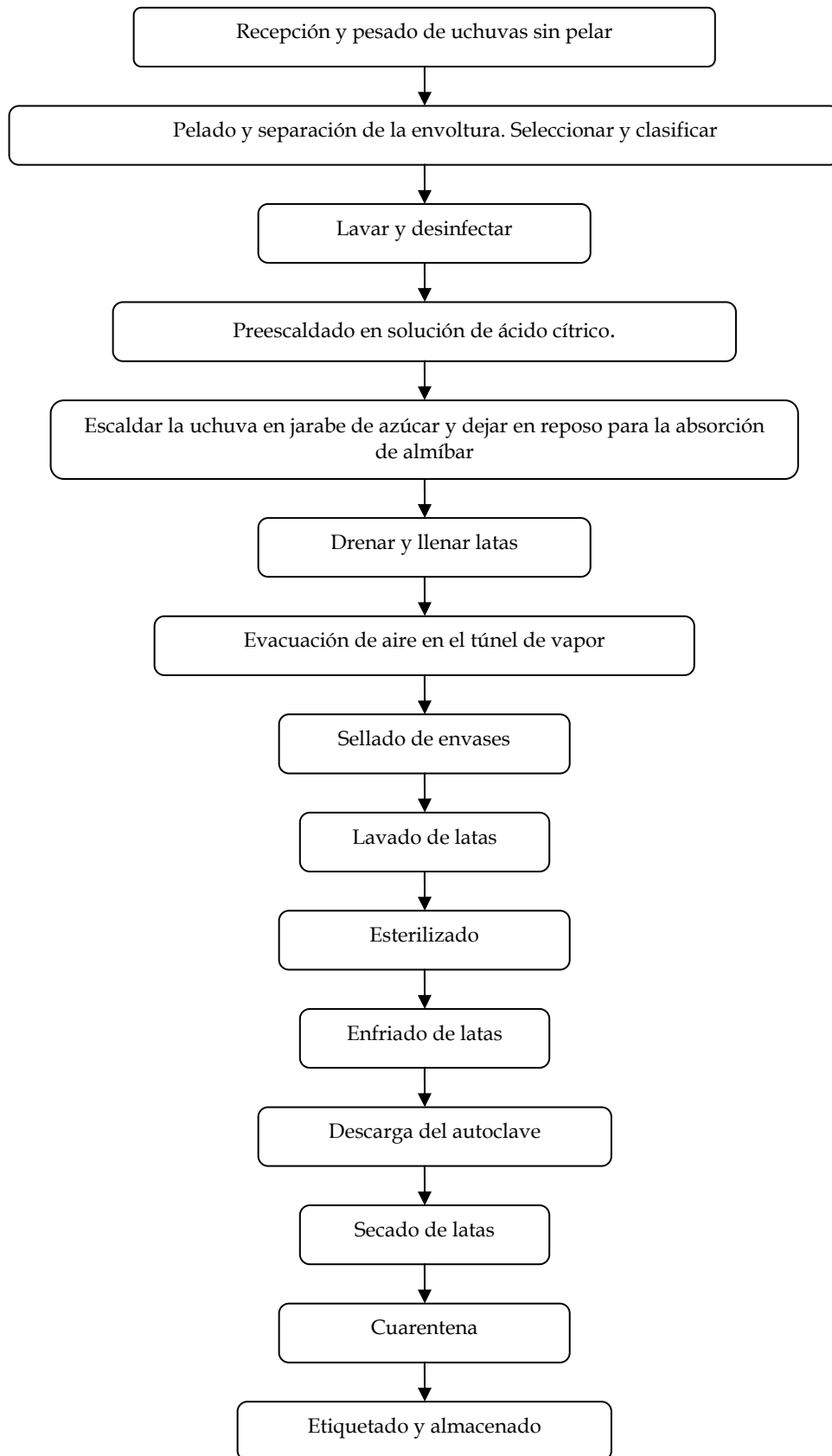
## Diagrama De Flujo Del Proceso Para La Fresa En Almíbar.



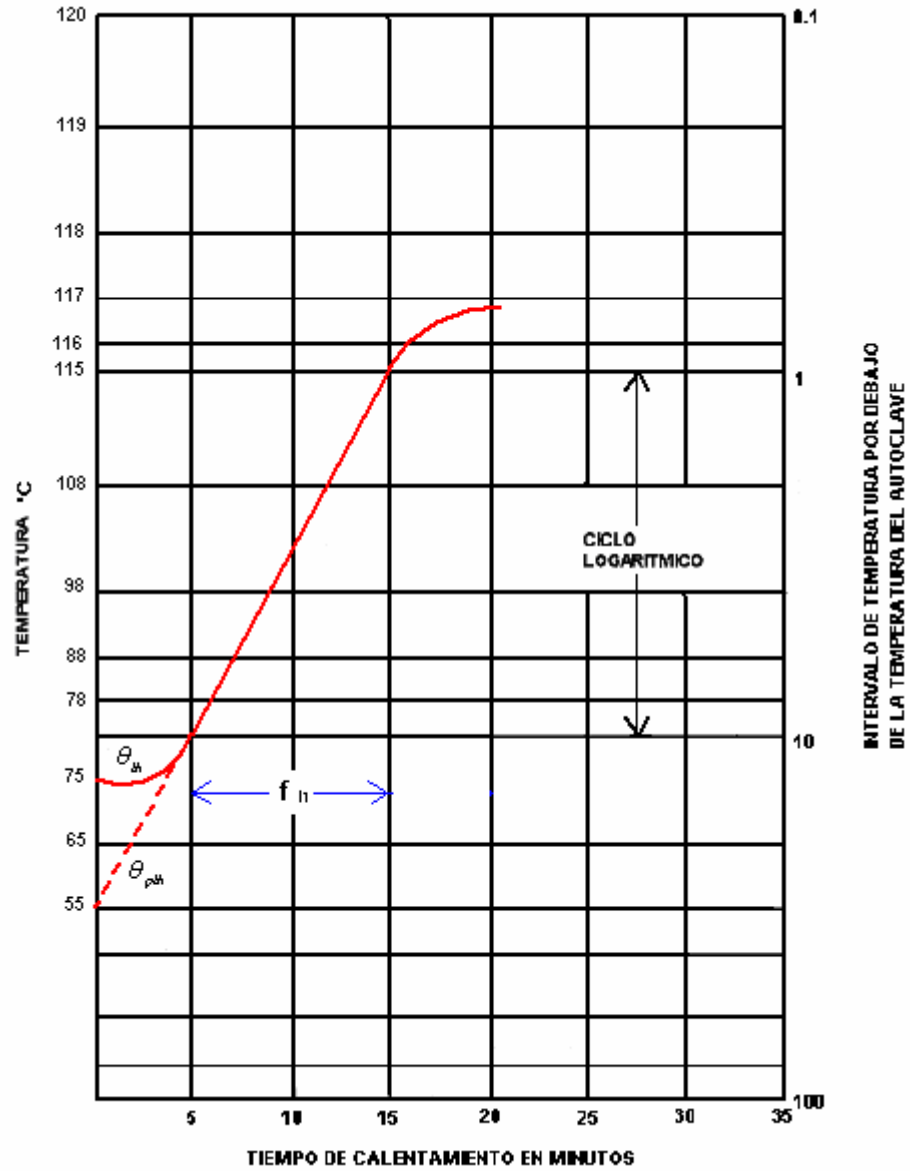
## Diagrama De Flujo Del Proceso Para La Pulpa De Pitahaya En Almíbar



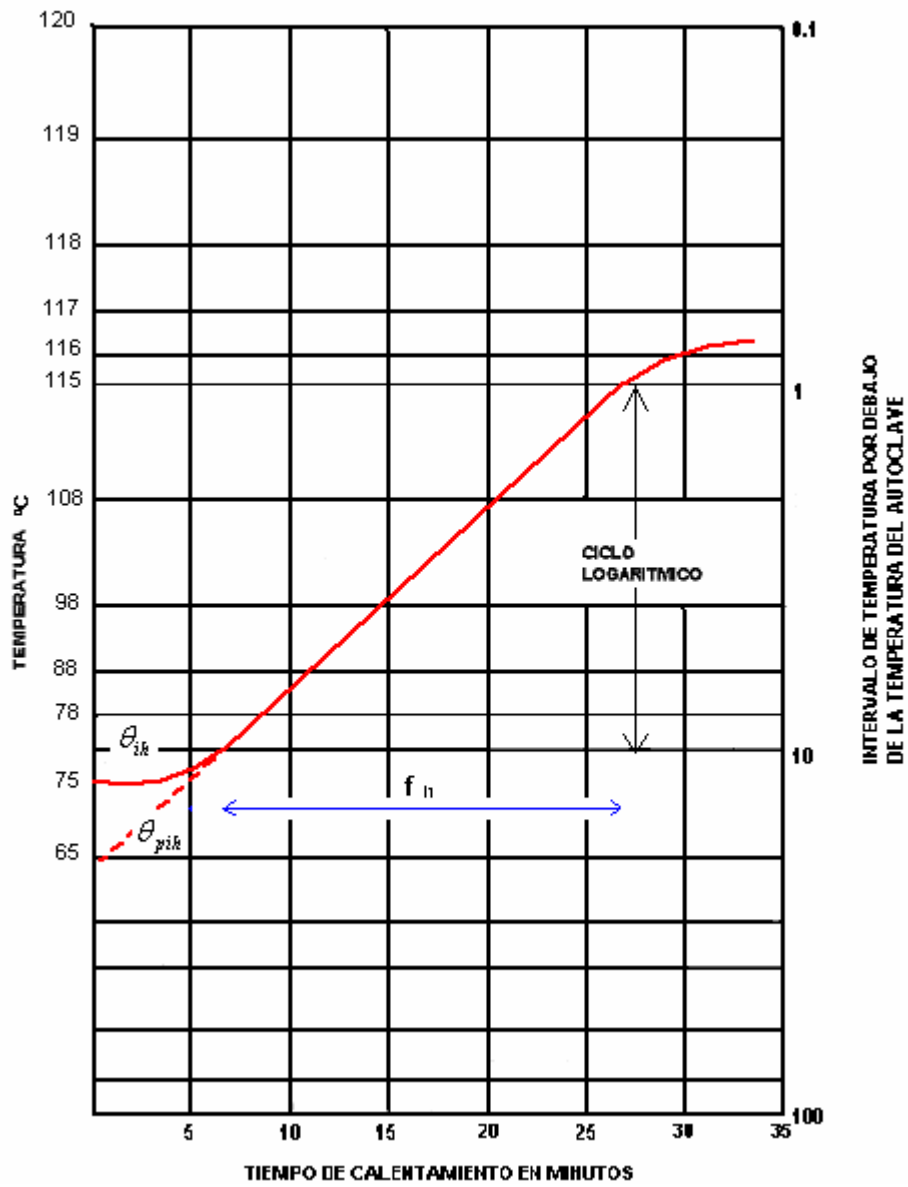
### Diagrama De Flujo Del Proceso De Uchuvas En Almíbar.



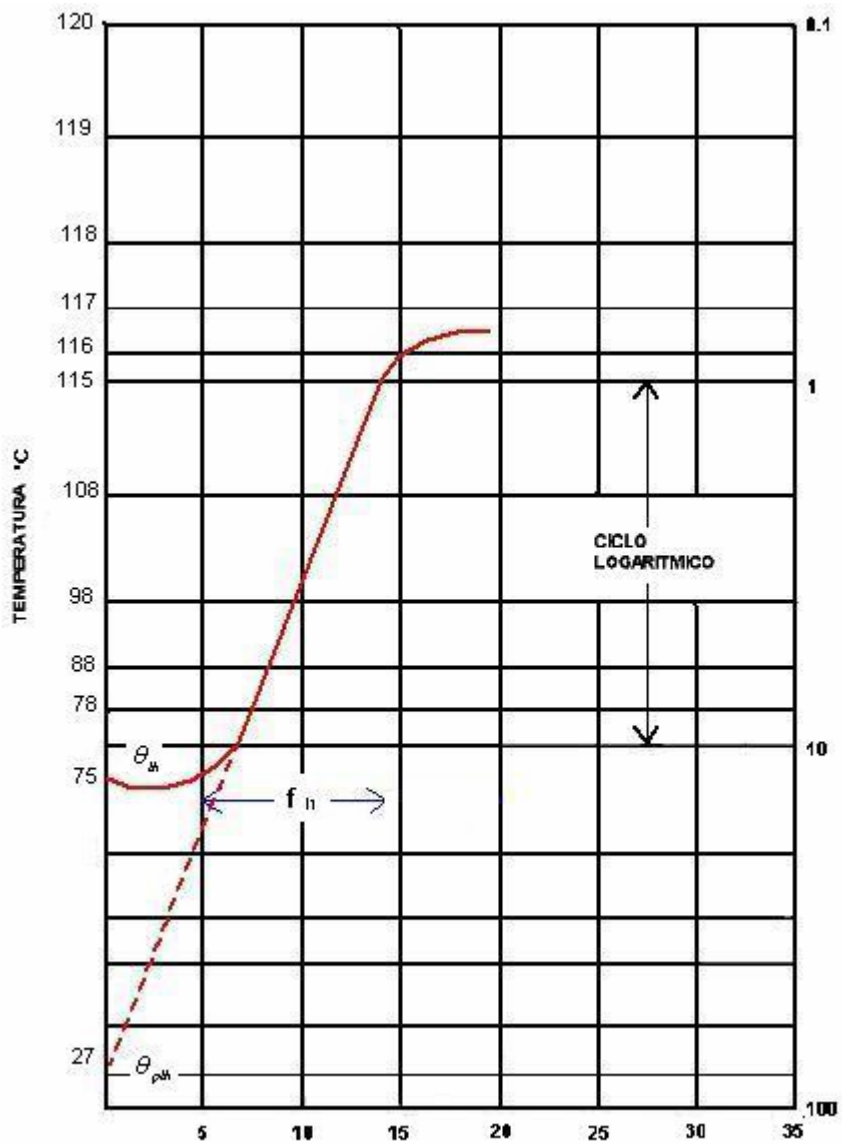
Grafica de penetración del calor para productos de baja acidez, como arvejas y habichuelas.



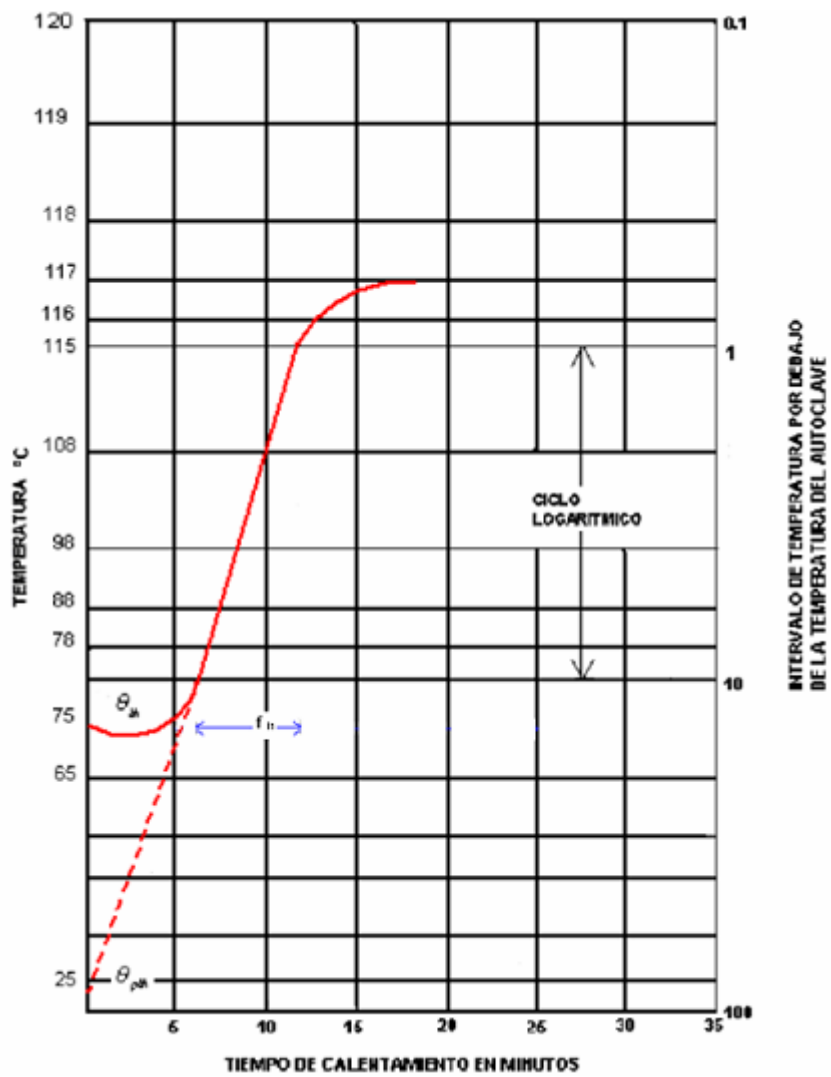
Grafica de penetración del calor para productos de baja acidez, como frijoles y garbanzos.



Grafica de penetración del calor para productos de baja acidez, como tomates.



Grafica de penetración del calor para productos de baja acidez, como duraznos y piña.



ANEXO D  
TABLAS Y DIAGRAMAS

## Calor Específico - Gravedad Específica

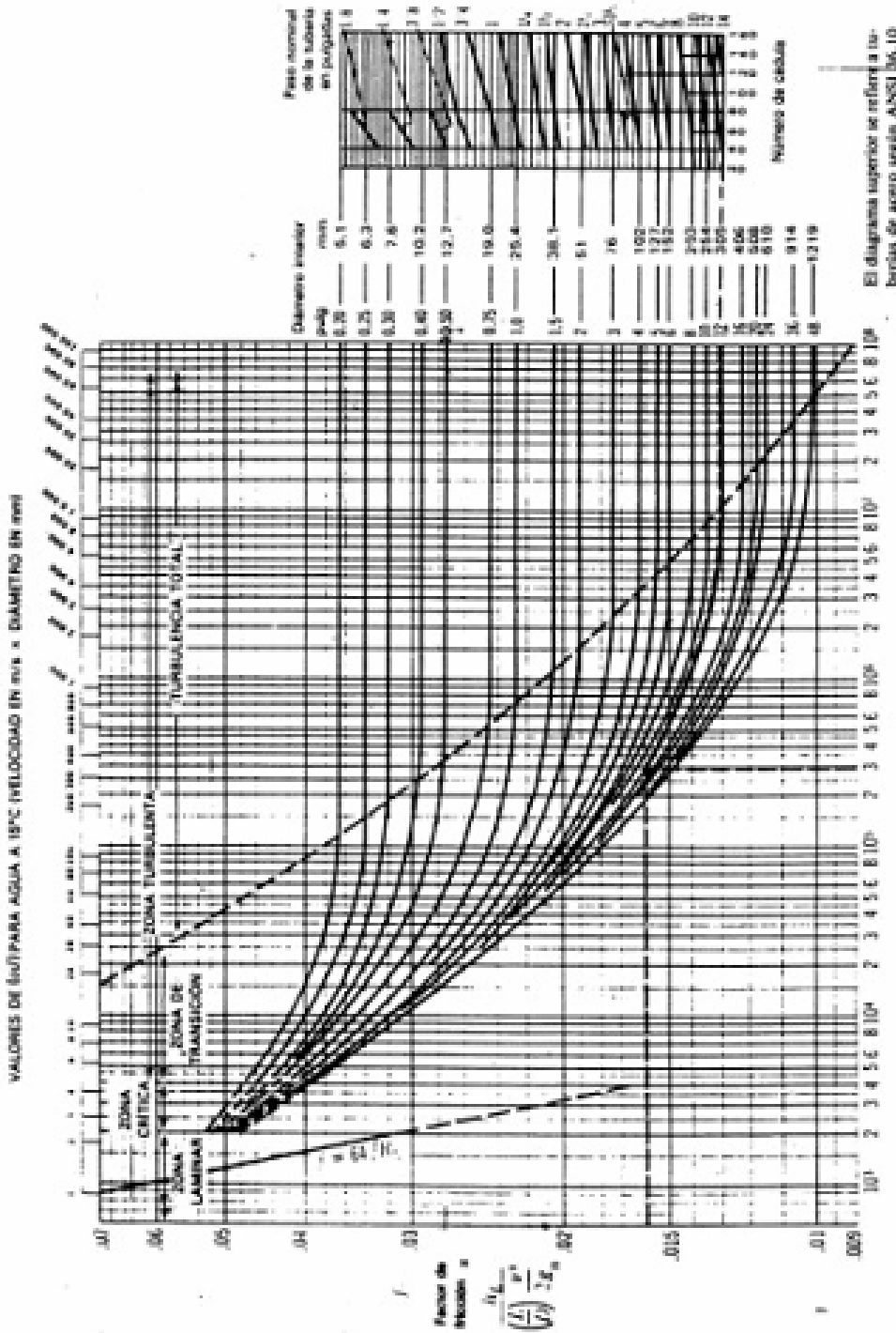
Tabla 50-1. Propiedades Físicas de Líquidos y Sólidos

	Líquido (L) o Sólido (S)	Gravedad Específica @15-20°C	Calor Específico @15°C kJ/kg-°C		Líquido (L) o Sólido (S)	Gravedad Específica @15-20°C	Calor Específico @15°C kJ/kg-°C
Aceite de linaza	L	0.93	1.84	Ladrillería & mampostería	S	1.6 - 2.0	0.92
Aceite de semilla de algodón	L	0.95	1.97	Lana	S	1.32	1.36
Aceite de soya	L	0.92	1.00 - 1.38	Leche	L	10.3	3.77 - 3.89
Acero inoxidable, serie 300	S	8.04	0.50	Maderas, variedad de	S	0.35 - 0.9	3.77
Acero, medio a 21°C	S	7.90	0.46	Magnesio, 85%	L	0.208	1.13
Acetona, 100%	L	0.78	2.15	Manteca	S	0.92	2.68
Ácido acético, 10%	L	1.01	4.02	Miel	L		1.42
Ácido acético, 100%	L	1.05	2.01	Niquel	S	8.9	0.46
Ácido clorhídrico, 10% (muñalítico)	L	1.05	3.14	Papel	S	1.7 - 1.15	1.88
Ácido clorhídrico, 31.5% (muñalítico)	L	1.15	2.51	Parafina	S	0.86 - 0.91	2.60
Ácido fosfórico, 10%	L	1.05	3.89	Parafina, derretida	L	0.90	2.89
Ácido fosfórico, 20%	L	1.11	3.58	Pegamento, 2 partes agua y 1			
Ácido graso - esteárico	L	0.84	2.30	parte pegamento seco	L	1.09	3.73
Ácido graso - palmítico	L	0.85	2.73	Pescado, fresco, promedio	S		3.14 - 3.43
Ácido nítrico, 10%	L	1.05	3.77	Petróleo combustible No. 1 (aviación)	L	0.81	1.97
Ácido nítrico, 60%	L	1.37	2.68	Petróleo combustible No. 2	L	0.85	1.84
Ácido nítrico, 95%	L	1.5	2.09	Petróleo combustible No. 3	L	0.88	1.80
Ácido sulfúrico, 110% (humanteo)	L		1.13	Petróleo combustible No. 4	L	0.90	1.76
Ácido sulfúrico, 20%	L	1.14	3.52	Petróleo combustible No. 5	L	0.93	1.72
Ácido sulfúrico, 60%	L	1.50	2.18	Petróleo combustible No. 6	L	0.95	1.67
Ácido sulfúrico, 98%	L	1.84	1.47	Petróleo crudo, continental API	L	0.85	1.84
Agua	L	1.00	4.19	Petróleo, gas API	L	0.88	1.76
Agua de mar	L	1.03	3.94	Plomo	S	11.34	0.13
Aguarás, concentrado	L	0.86	1.76	Sacarosa, 40% miel de azúcar	L	1.18	2.76
Alcohol, etílico 95%	L	0.81	2.51	Sacarosa, 60% miel de azúcar	L	1.29	3.10
Alcohol, metílico 90%	L	0.82	2.72	SAE - 20 (aceite lubricante # 20)	L	0.89	
Algodón, textil	S	1.5	1.34	SAE - 30 (aceite lubricante # 30)	L	0.89	
Alquitran de carbón (@95°C)	S	1.2	1.47	SAE - SW (aceite lubricante # 8)	L	0.88	
Aluminio	S	2.64	0.96	Salmuera - cloruro de calcio, 25%	L	1.23	2.88
Amoníaco, 100%	L	0.61	4.61	Salmuera - cloruro de sodio, 25%	L	1.19	3.29
Amoníaco, 26%	L	0.9	4.19	Seda	S	1.25 - 1.35	1.38
Anhídrido fosfórico	L	1.53	0.97	Tetróxido de carbono	L	1.58	0.88
Arca, miel de	L		2.01	Titanio (comercial)	S	4.50	0.54
Arcilla, seca	S	1.9 - 2.4	0.94	Tolueno	L	0.86	1.76
Arena	S	1.4 - 1.76	0.80	Tricloroetano	L	1.62	0.90
Arcolite	L	1.44	1.17	Vegetales, frescos, promedio	S		3.06 - 3.94
Asbesto, placa de	S	0.88	0.80	Vidrio, lana de	S	0.072	0.66
Asfalto	L	1	1.76	Vidrio, pyrex	S	2.25	0.84
Asfalto, sólido	S	1.1 - 1.5	0.9 - 1.67	Vinos de mesa, promedio	L	1.03	3.77
Azúcar, de caña & betabel	S	1.66	1.26				
Azufre	S	2.00	0.85				
Benceno	L	0.84	1.72				
Carbón	S	1.2 - 1.8	1.09 - 1.55				
Carne, fresca, promedio	S		2.93				
Cinc	S	7.05	0.40				
Cobre	S	8.82	0.42				
Coque, sólido	S	1.0 - 1.4	1.11				
Corcho	S	0.25	2.01				
Cuero	S	0.86 - 1.02	1.51				
Dowtherm A	L	0.99	2.64				
Dowtherm C	L	1.1	1.47 - 2.72				
Ellenglicol	L	1.11	2.43				
Fenol (ácido carbólico)	L	1.07	2.34				
Frutas, frescas, promedio	S		3.35 - 3.38				
Gasolina	L	0.73	2.22				
Glicerol, 100% (glicerina)	L	1.26	2.43				
Hielo	S		2.93				
Hidróxido de sodio, 30%	L	1.33	3.52				
Hidróxido de sodio, 50% (sodiocloruro)	L	1.53	3.27				
Hielo	S	0.9	2.09				
Hule, vulcanizado	S	1.10	1.74				

	Gravedad Específica @15-20°C	Gravedad Específica @15°C kJ/kg-°C
Aire	1.00	1.00
Amoníaco	0.60	2.26
Benceno		1.36
Bóxido de azufre		0.68
Bóxido de carbono	1.50	0.88
Butano	2.00	1.90
Cloro	2.50	0.49
Etileno	1.10	2.00
Etileno	0.97	1.88
Freon - 12		0.67
Hidrógeno	0.069	14.32
Hidrógeno, sulfuro de	1.20	1.05
Metano	0.55	2.51
Monóxido de carbono	0.97	1.07
Nitrógeno	0.97	1.06
Oxígeno	1.10	0.94
Propano	1.50	1.93
Vapor de agua	2.30	1.90

A- 23a. Factores de fricción para tuberías comerciales de acero limpias



$$Re = \text{Número de Reynolds} = \frac{D V \rho}{\mu}$$

Problema: Determine el factor de fricción para una tubería de 12 pulgadas, Cédula 40, para un flujo con Número de Reynolds = 300 000.

Solución: El factor de fricción (f) es igual a 0.016.

Adaptación de datos extraídos de la referencia 18 de la Bibliografía.

**Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios**

**FACTORES DE FRICCIÓN PARA TUBERÍAS COMERCIALES, NUEVAS, DE ACERO, CON FLUJO EN LA ZONA DE TOTAL TURBULENCIA**

Díámetro Nominal	mm	15	20	25	32	40	50	65, 80	100	125	150	200, 250	300-400	450-600
	pulg	½	¾	1	1¼	1½	2	2½, 3	4	5	6	8, 10	12-16	18-24
Factor de fricción (f <sub>t</sub> )		.027	.025	.023	.022	.021	.019	.018	.017	.016	.015	.014	.013	.012

**FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR "K" PARA VÁLVULAS Y ACCESORIOS CON SECCIONES DE PASO REDUCIDO**

Fórmula 1

$$K_1 = \frac{0.8 \left( \sin \frac{\theta}{2} \right) (1 - \beta^4)}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 2

$$K_1 = \frac{0.5 (1 - \beta^4)}{\beta^4} \sqrt{\sin \frac{\theta}{2}} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 3

$$K_1 = \frac{2.6 \left( \sin \frac{\theta}{2} \right) (1 - \beta^4)}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 4

$$K_1 = \frac{(1 - \beta^4)^2}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 5

$$K_1 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Fórmula 1} + \text{Fórmula 3}$$

$$K_1 = \frac{K_1 + \sin \frac{\theta}{2} [0.8 (1 - \beta^4) + 2.6 (1 - \beta^4)^2]}{\beta^4}$$

Fórmula 6

$$K_1 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Fórmula 2} + \text{Fórmula 4}$$

$$K_1 = \frac{K_1 + 0.5 \sqrt{\sin \frac{\theta}{2}} (1 - \beta^4) + (1 - \beta^4)^2}{\beta^4}$$

Fórmula 7

$$K_1 = \frac{K_1}{\beta^4} + \beta (\text{Fórmula 2} + \text{Fórmula 4}), \text{ cuando } \theta = 180^\circ$$

$$K_1 = \frac{K_1 + \beta [0.5 (1 - \beta^4) + (1 - \beta^4)^2]}{\beta^4}$$

$$\beta = \frac{d_2}{d_1}$$

$$\beta^2 = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 = \frac{a_2}{a_1}$$

El subíndice 1 define dimensiones y coeficientes para el diámetro menor. El subíndice 2 se refiere al diámetro mayor.

\*Útese el valor de K proporcionado por el proveedor, cuando se disponga de dicho valor

**ESTRECHAMIENTO BRUSCO Y GRADUAL**



Si:  $\theta < 45^\circ$  .....  $K_1 = \text{Fórmula 1}$

$45^\circ < \theta < 180^\circ$  ....  $K_1 = \text{Fórmula 2}$

**ENSANCHAMIENTO BRUSCO Y GRADUAL**



Si:  $\theta < 45^\circ$  .....  $K_1 = \text{Fórmula 3}$

$45^\circ < \theta < 180^\circ$  ....  $K_1 = \text{Fórmula 4}$

**A-24 TABLA DEL FACTOR "K" (página 2 de 4)**  
**Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios**

**VÁLVULAS DE COMPUERTA**  
 De cuña, de doble obturador o tipo macho (cónico)



Si:  $\beta = 1, \theta = 0 \dots\dots\dots K_1 = 8 f_T$   
 $\beta < 1$  y  $\theta \leq 45^\circ \dots\dots\dots K_1 = \text{Fórmula 5}$   
 $\beta < 1$  y  $45^\circ < \theta \leq 180^\circ \dots\dots K_1 = \text{Fórmula 6}$

**VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO OSCILANTE**



$K = 100 f_T$        $K = 50 f_T$   
 Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador:  
 (m/seg) =  $45 \sqrt{P}$       =  $75 \sqrt{P}$   
 (pie/seg) =  $15 \sqrt{P}$       =  $60 \sqrt{P}$   
 U/L Registradas =  $120 \sqrt{P}$       =  $100 \sqrt{P}$

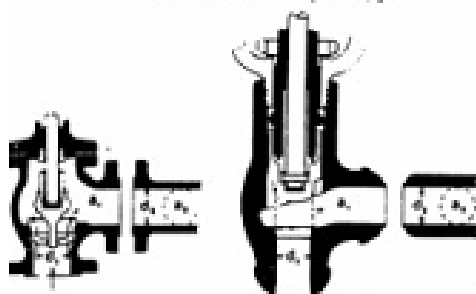
**VÁLVULAS DE GLOBO Y ANGULARES**



Si:  $\beta = 1 \quad K_1 = 340 f_T$



Si:  $\beta = 1 \dots\dots K_1 = 55 f_T$



Si:  $\beta = 1 \dots\dots K_1 = 150 f_T$       Si:  $\beta = 1 \dots\dots K_1 = 55 f_T$

Todas las válvulas de globo y angulares con asiento embudo o de mariposa

Si:  $\beta < 1 \dots\dots K_1 = \text{Fórmula 7}$

**VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE OBTURADOR ASCENDENTE**



Si:  $\beta = 1 \dots\dots K_1 = 600 f_T$   
 $\beta < 1 \dots\dots K_1 = \text{Fórmula 7}$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador =  $50 \beta^2 \sqrt{P}$  m/seg       $40 \beta^2 \sqrt{P}$  pie/seg



Si:  $\beta = 1 \dots\dots K_1 = 55 f_T$   
 $\beta < 1 \dots\dots K_1 = \text{Fórmula 7}$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador =  $170 \beta^2 \sqrt{P}$  m/seg       $140 \beta^2 \sqrt{P}$  pie/seg

**VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO BASCULANTE**



Paso	$\alpha = 3^\circ$	$\alpha = 15^\circ$
50 mm (2") a 200 mm (8") K =	40 $f_T$	120 $f_T$
250 mm (10") a 350 mm (14") K =	30 $f_T$	90 $f_T$
400 mm (16") a 1200 mm (48") K =	20 $f_T$	60 $f_T$
Velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador = m/seg	100 $\sqrt{P}$	40 $\sqrt{P}$
pie/seg	50 $\sqrt{P}$	30 $\sqrt{P}$



**A-24. TABLA DEL FACTOR "K" (página 4 de 4)**  
**Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios**

**VÁLVULAS DE MACHO Y LLAVES**

**Paso directo** **tres entradas**

Si:  $\beta = 1$ ,  $K_1 = 18 f_T$       Si:  $\beta = 1$ ,  $K_1 = 30 f_T$       Si:  $\beta = 1$ ,  $K_1 = 90 f_T$   
 Si:  $\beta < 1$        $K_1 = \text{Fórmula 6}$

**CODOS ESTÁNDAR**

$K = 30 f_T$        $K = 16 f_T$

**CURVAS EN ESCUADRA O FALSA ESCUADRA**

α	K
0°	2 f <sub>T</sub>
15°	4 f <sub>T</sub>
30°	8 f <sub>T</sub>
45°	15 f <sub>T</sub>
60°	25 f <sub>T</sub>
75°	40 f <sub>T</sub>
90°	60 f <sub>T</sub>

**CONEXIONES ESTÁNDAR EN "T"**

Flujo directo .....  $K = 20 f_T$   
 Flujo desviado a 90° ..  $K = 60 f_T$

**CURVAS Y CODOS DE 90° CON BRIDAS O CON EXTREMOS PARA SOLDAR A TOPE**

r/d	K	r/d	K
1	20 f <sub>T</sub>	8	24 f <sub>T</sub>
1.5	14 f <sub>T</sub>	10	30 f <sub>T</sub>
2	12 f <sub>T</sub>	12	34 f <sub>T</sub>
3	12 f <sub>T</sub>	14	38 f <sub>T</sub>
4	14 f <sub>T</sub>	16	42 f <sub>T</sub>
6	17 f <sub>T</sub>	20	50 f <sub>T</sub>

El coeficiente de resistencia  $K_B$ , para curvas que no sean de 90° puede determinarse con la fórmula:

$$K_B = (n - 1) \left( 0.25 \pi f_T \frac{r}{d} + 0.5 K \right) + K$$

$n$  = número de curvas de 90°  
 $K$  = coeficiente de resistencia para una curva de 90° (según tabla)

**ENTRADAS DE TUBERÍA**

**Con resalte hacia el interior**      **A tope**

r/d	K
0.00*	0.5
0.02	0.28
0.04	0.24
0.06	0.15
0.10	0.09
0.15 y más	0.04

\*de cantos vivos      Véase los valores de K en la tabla

$K = 0.78$

**SALIDAS DE TUBERÍA**

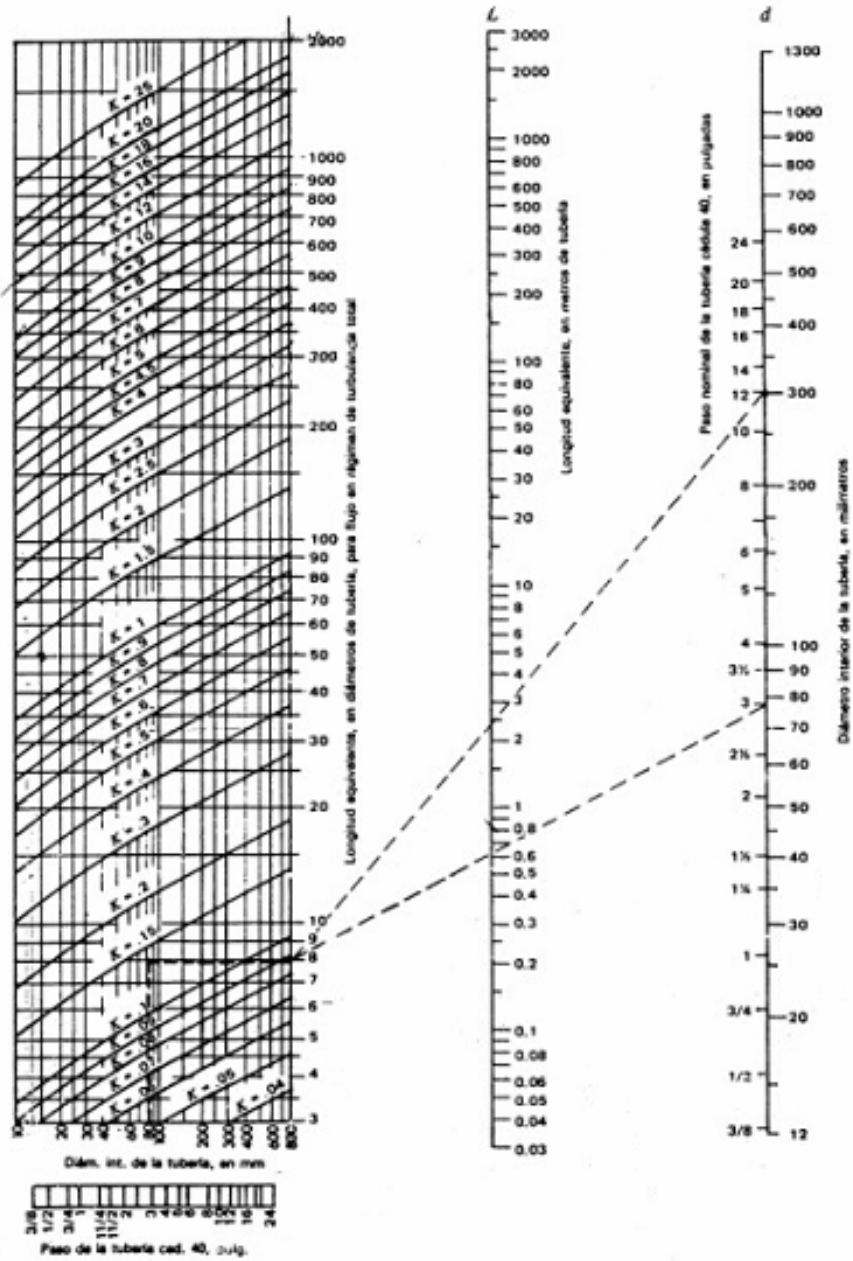
**Con resalte**      **De cantos vivos**      **Redondeada**

$K = 1.0$        $K = 1.0$        $K = 1.0$

**CURVAS DE 180° DE RADIO CORTO**

$K = 50 f_T$

**A-25a. Longitudes equivalentes  $L$  y  $L/D$ , nomograma del coeficiente de resistencia  $K$**



**B-13a. Tuberías comerciales de acero. Con base en ANSI B36.10: 1970 y BS 1600: Parte 2: 1970**

**Espesor de la tubería según número de cédula**

Medida nominal de la tubería pulgadas	Diámetro exterior mm	Espesor mm	Diámetro interior mm	Medida nominal de la tubería pulgadas	Diámetro exterior mm	Espesor mm	Diámetro interior mm		
Cédula 10	14	355.6	6.35	342.9	Cédula 80 (continuación)	3/8	101.6	8.08	85.4
	16	406.4	6.35	393.7		4	114.3	8.56	97.2
	18	457.2	6.35	444.5		5	141.3	9.52	122.3
	20	508.0	6.35	493.3		6	168.3	10.97	146.4
	24	609.6	6.35	596.9		8	219.1	12.70	193.7
Cédula 20	30	762.0	7.92	746.2	10	273.0	15.09	242.8	
	8	219.1	6.35	206.4	12	323.9	17.47	289.0	
	10	273.0	6.35	260.3	14	355.6	19.05	317.5	
	12	323.9	6.35	311.2	16	406.4	21.44	363.5	
	14	355.6	7.92	339.8	18	457.2	23.82	409.6	
Cédula 30	16	406.4	7.92	390.6	20	508.0	26.19	455.6	
	18	457.2	7.92	441.4	24	609.6	30.96	547.7	
	20	508.0	9.52	489.0	Cédula 100	8	219.1	15.09	188.9
	24	609.6	9.52	590.6		10	273.0	18.26	236.5
	30	762.0	12.70	736.6		12	323.9	21.44	281.0
8	219.1	7.04	205.0	14		355.6	23.82	308.0	
10	273.0	7.80	257.4	16		406.4	26.19	354.0	
Cédula 40	12	323.9	8.38	307.1	18	457.2	29.36	398.5	
	14	355.6	9.52	336.6	20	508.0	32.54	442.9	
	16	406.4	9.52	387.4	24	609.6	38.89	531.8	
	18	457.2	11.13	434.9	Cédula 120	4	114.3	11.13	92.0
	20	508.0	12.70	482.6		5	141.3	12.70	115.9
24	609.6	14.27	581.1	6		168.3	14.27	139.8	
30	762.0	15.88	730.2	8		219.1	18.26	182.6	
3/8	10.3	1.73	6.8	10		273.0	21.44	230.1	
Cédula 60	1/2	13.7	2.24	9.2	12	323.9	25.40	273.1	
	3/4	17.1	2.31	12.5	14	355.6	27.79	300.0	
	1/2	21.3	2.77	15.8	16	406.4	30.96	344.5	
	3/4	26.7	2.87	21.0	18	457.2	34.92	387.4	
	1	33.4	3.38	26.6	20	508.0	38.10	431.8	
	1 1/4	42.2	3.56	35.1	24	609.6	46.02	517.6	
	1 1/2	48.3	3.68	40.9	Cédula 140	8	219.1	20.62	177.9
	2	60.3	3.91	52.5		10	273.0	25.40	222.2
	2 1/2	73.0	5.16	62.7		12	323.9	28.58	266.7
	3	88.9	5.49	77.9		14	355.6	31.75	292.1
3 1/2	101.6	5.74	90.1	16		406.4	36.52	333.4	
Cédula 80	4	114.3	6.02	102.3	18	457.2	39.69	377.8	
	5	141.3	6.55	128.2	20	508.0	44.45	419.1	
	6	168.3	7.11	154.1	24	609.6	52.39	504.8	
	8	219.1	8.18	202.7	Cédula 160	3/8	21.3	4.78	11.7
	10	273.0	9.27	254.5		1/2	26.7	5.56	15.6
	12	323.9	10.31	303.3		1	33.4	6.35	20.7
	14	355.6	11.13	333.3		1 1/4	42.2	6.35	29.5
	16	406.4	12.70	381.0		1 1/2	48.3	7.14	34.0
	Cédula 100	18	457.2	14.27	428.7	2	60.3	8.74	42.8
		20	508.0	15.09	477.8	2 1/2	73.0	9.52	54.0
24		609.6	17.48	574.6	3	88.9	11.13	66.6	
8		219.1	10.31	198.5	4	114.3	13.49	87.3	
10		273.0	12.70	247.6	5	141.3	15.88	109.5	
Cédula 120	12	323.9	14.27	295.4	6	168.3	18.26	131.8	
	14	355.6	15.09	325.4	8	219.1	23.01	173.1	
	16	406.4	16.64	373.1	10	273.0	28.58	215.8	
	18	457.2	19.05	419.1	12	323.9	33.34	257.2	
	20	508.0	20.62	466.8	14	355.6	35.71	284.2	
Cédula 140	24	609.6	24.61	560.4	16	406.4	40.49	325.4	
	1/4	10.3	2.41	5.5	18	457.2	45.24	366.7	
	3/8	13.7	3.02	7.7	20	508.0	50.01	408.0	
	1/2	17.1	3.20	10.7	24	609.6	59.54	490.5	
	5/8	21.3	3.73	13.8					
	3/4	26.7	3.91	18.9					
	1	33.4	4.55	24.3					
	1 1/4	42.2	4.85	32.5					
	1 1/2	48.3	5.08	38.1					
	2	60.3	5.54	49.2					
2 1/2	73.0	7.01	59.0						
3	88.9	7.62	73.7						

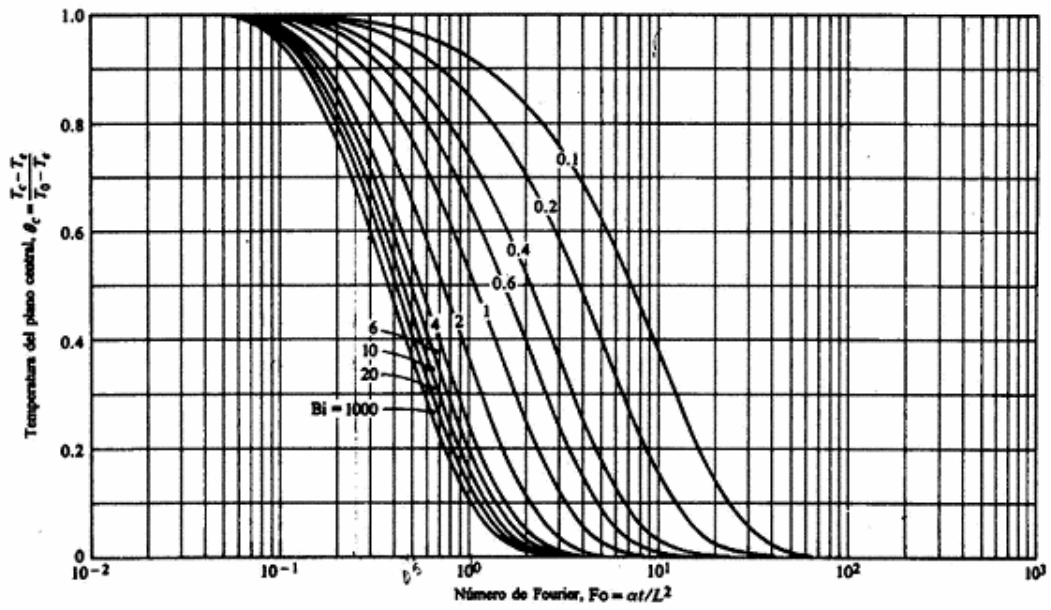


Figura C.1a Respuesta de la temperatura del plano central de una placa enfriada por convección;  $Bi = h_c L/k$ , donde  $L$  es el semiespesor de la placa.

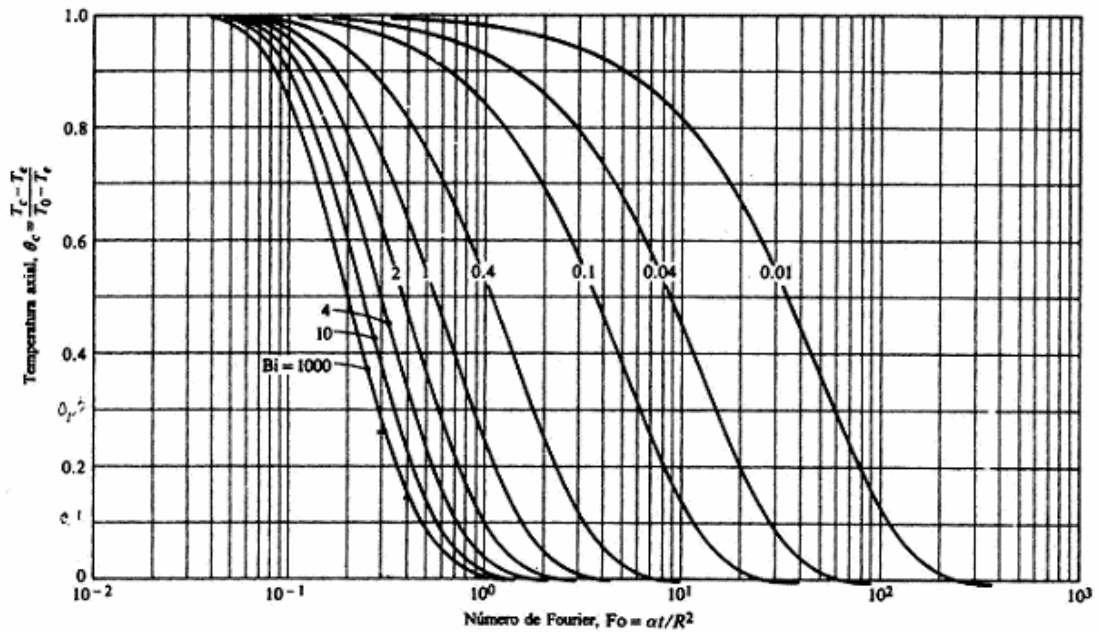


Figura C.1b Respuesta de la temperatura del eje de un cilindro enfriado por convección;  $Bi = h_c R/k$ .

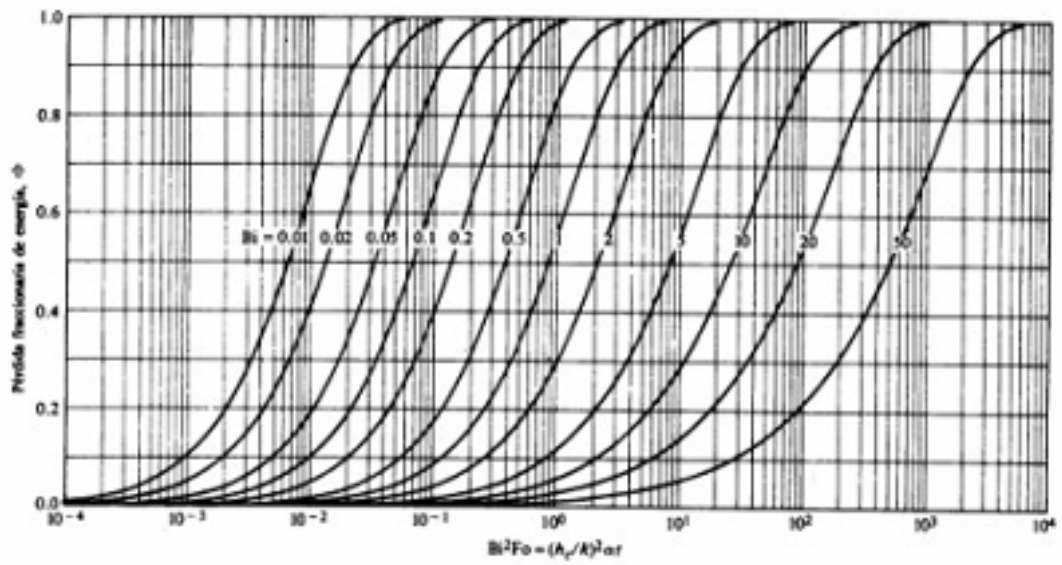


Figura C.2a Pérdida fraccionaria de energía de una placa enfriada por convección;  $Bi = h_c L/k$ , donde  $L$  es el semiespesor de la placa.

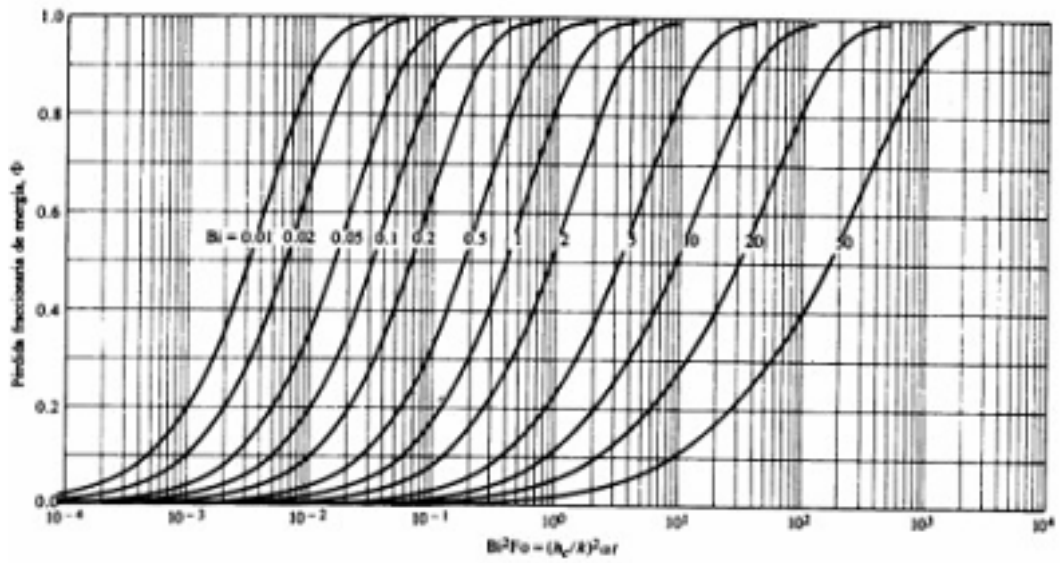


Figura C.2b Pérdida fraccionaria de energía de un cilindro enfriado por convección;  $Bi = h_c R/k$ .