

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY

UNIVERSIDAD VIRTUAL



EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE AUTOMATIZACIÓN  
Y CONTROL DE UN PROCESO DE MANUFACTURA  
DE PRODUCTOS ENLATADOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

Por

JUAN CARLOS VÁZQUEZ MEZA

MAYO DE 1998

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE  
UN PROCESO DE MANUFACTURA DE PRODUCTOS ENLATADOS



Tesis presentada

por

JUAN CARLOS VÁZQUEZ MEZA

Presentada ante la Dirección Académica de la Universidad Virtual del

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

como requisito parcial para optar

al título de

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Mayo 27 de 1998.

Tesista:

Ing. Juan Carlos Vázquez Meza.

Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería  
Industrial

Matrícula 304176

Servicios Computacionales y de Mantenimiento.

Centro Electrónico de Cálculo.

Oficina: Aulas 2, 2do piso. Ext. 1662 y 1632.

ITESM Campus Sinaloa.

Tel. 91 (67 ) 59-16-00 y 59-16-32

Fax. 91 (67) 61-01-99.

E-mail: [jvazquez@campus.sin.itesm.mx](mailto:jvazquez@campus.sin.itesm.mx)

Proyecto:

Evaluación de alternativas de automatización y control  
de un proceso de manufactura de productos enlatados.

Director de Tesis:

Dr. Rogelio Soto.

Profesor y Coordinador del Programa de Doctorado

ITESM, Campus Monterrey.

Centro de Inteligencia Artificial.

Sucursal de correos J, Monterrey, N.L., 64849

México.

Tel. (+52-8) 328-41-97, Fax(+52-8) 328-41-89

[r.soto@ieee.org](mailto:r.soto@ieee.org), <http://www-cia.mty.itesm.mx/>

Asesor Académico: M.C. Randolph Álvarez.

Director de Carrera de Ingeniería Industrial.

Oficina: Aulas 3, 1er piso. Ext. 1628 y/o 1630

ITESM Campus Sinaloa

E-mail: [ralvarez@campus.sin.itesm.mx](mailto:ralvarez@campus.sin.itesm.mx)

Asesor Académico: Dr. J. Benigno Valdez.

Director del Departamento de Matemáticas. División de  
Profesional.

Oficina: Aulas 2-106 Ext. 1646

ITESM Campus Sinaloa

E-mail: [bvaldez@campus.sin.itesm.mx](mailto:bvaldez@campus.sin.itesm.mx)

Asesor Académico: Dr. Eduardo Zárate.

Facultad de Ciencias Químicas

División de Profesional

Ciudad Universitaria.

Universidad Autónoma de Sinaloa.

## RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas que de alguna forma me ayudaron a la realización de este trabajo:

A mi novia Karla, por haberme brindado su apoyo y comprensión durante la realización de este proyecto.

Al Dr. Rogelio Soto por su ayuda y asesoría en la realización de este trabajo de tesis.

Al Dr. J. Benigno Valdez, M.C. Randolpho Álvarez y Dr. Eduardo Zárate por su ayuda y consejo durante el desarrollo de este trabajo.

Al Dr. Francisco García, Dr. Cesar Ordorica, Ing. Aristeo López, Ing. Leonard Hernandez e Ing. Mike Colleto, quiénes contribuyeron con información valiosa para la conclusión de este proyecto.

Al Ing. Javier Rivera, Ing. José Manuel Cotera, Ing. Vladimir Maldonado e Ing. Martín Mendez por prestar las facilidades, ayuda e información necesaria para realizar este proyecto de tesis.

Al ITESM Campus Sinaloa, especialmente al Ing. Ricardo Puentes, por a haberme brindado todas las facilidades para cursar y terminar mis estudios de maestría.

## **DEDICATORIA**

A mi novia Karla, por el amor y comprensión que ha demostrado todo el tiempo.

A mis padres José y María de Jesús por el cariño, confianza y apoyo que siempre he tenido de ellos.

A mis hermanos Aidee, Francisca, María Guadalupe, José Adolfo, Lourdes, Claudia y Alejandro quienes me han prestado su ayuda y su apoyo en todo momento.

A Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida profesional.

Juan Carlos Vázquez Meza

Mayo de 1998.

## RESUMEN

El trabajo que a continuación se presenta consiste en un desarrollo tecnológico, basado en el análisis y evaluación de alternativas de automatización y control de un proceso de manufactura de productos enlatados.

El primer paso consiste en analizar el proceso de fabricación con la finalidad de identificar los problemas de producción y determinar cuáles de éstos, es conveniente y justificable automatizar.

El siguiente paso es diseñar las alternativas de automatización y control que puedan solucionar los problemas antes mencionados.

El último paso es hacer una evaluación económica de las alternativas para ver si es económicamente rentable implementarla y calcular los beneficios que se obtendrán.

De acuerdo a los resultados obtenidos de dicho estudio, se recomienda la alternativa a implementar, la cuál traerá los mejores beneficios, no sólo económicos sino también estratégicos; siendo la compañía quién se encargará del proceso de implementación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>PÁGINA</b>
RECONOCIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES O FIGURAS.....	xiv
Capítulo 1	
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Marco general .....	1
1.1.1 Antecedentes de la industria manufacturera.....	1
1.1.2 Problemas de la industria manufacturera.....	3
1.1.3 Antecedentes de la industria alimentaria.....	4
1.1.4 Problemas de la industria alimentaria.....	5
1.2 Marco específico .....	6
1.2.1 Antecedentes de la industria de enlatado en la empresa.....	6
1.2.2 Descripción del proceso.....	7
1.2.3 Problemática de la industria de enlatados en la empresa.....	10
1.2.4 Descripción de la situación de la empresa.....	10
1.2.4.1 Análisis de la situación actual.....	11
1.2.5 Identificación del problema.....	16
1.2.5.1 Enunciado.....	16
1.2.5.2 Delimitación.....	16

1.2.5.3 Justificación.....	16
1.2.6 Objetivos generales y específicos.....	17
1.2.6.1 Objetivo general.....	17
1.2.6.2 Importancia de la automatización.....	17
1.2.6.3 Objetivo específico.....	19
1.2.7 Importancia de este trabajo.....	19
1.2.8 Limitaciones del trabajo.....	20
1.2.9 Estructura del trabajo.....	20

## Capítulo 2

2.REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	21
2.1 Marco teórico .....	21
2.1.1 Algunas metodologías para la solución de problemas aplicables a los procesos de manufactura.....	21
2.1.2 Definición de Automatización y Control.....	23
2.1.3 Metodología aplicable.....	24
2.1.4 Usos de la automatización y control.....	24
2.1.5 Las ventajas y desventajas de la automatización y control de un proceso .....	25
2.1.6 Áreas de estudio aplicables a este proyecto y su relación con la automatización y control.....	27
2.1.6.1 Automatización y control y procesos de producción.....	27
2.1.6.2 Automatización y control y evaluación de proyectos.....	28
2.1.6.2.1 Métodos de evaluación económica.....	29
2.1.6.2.2 Otras formas de evaluación de proyectos.....	34
2.2 Hipótesis.....	41

## Capítulo 3

3. METODOLOGÍA.....	43
3.1 Introducción a la metodología.....	43
3.2 Metodología a seguir en el análisis.....	43
3.2.1 Desarrollo del sistema de automatización.....	44
3.2.1.1 Análisis de la situación actual.....	44
3.2.1.2 Identificación de áreas de oportunidad para automatizar y problemas a corregir.....	47
3.2.1.3 Diseñar las alternativas de automatización y control para esas áreas de oportunidad.....	48
3.2.1.4 Desarrollo de alternativas.....	49
3.2.1.4.1 Introducción a las alternativas.....	49
3.2.1.4.2 Alternativa 1.....	50
3.2.1.4.3 Descripción de los mecanismos a implementar....	51
3.2.1.4.4 Alternativa 2.....	54
3.2.1.4.5 Descripción de los mecanismos a implementar....	57

## Capítulo 4

4. RESULTADOS.....	59
4.1 Resultados.....	59
4.1.1 Evaluación económica de la alternativa 1.....	59
4.1.1.1 Tasa interna de retorno sobre la inversión.....	60
4.1.2 Evaluación estratégica de la alternativa 1.....	69
4.1.3 Evaluación económica de la alternativa 2.....	70
4.1.3.1 Evaluación costo-beneficio.....	71

4.1.4 Evaluación estratégica de la alternativa 2.....	72
---	----

## Capítulo 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1 Informe de evaluación .....	75
5.1.1 Selección de alternativa.....	75
5.2 Conclusiones.....	76
5.3 Recomendaciones y trabajos futuros.....	77
ANEXOS .....	79
A. GLOSARIO.....	80
B. DOCUMENTO DE POLÍTICAS .....	83
C. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ..	86
D. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO.....	88
E. ORGANIGRAMA .....	91
F. COMUNICACIONES CON PROVEEDORES.....	92
BIBLIOGRAFÍA .....	103
VITAE.....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
1.1 Tiempos de proceso.....	12
1.2 Volumen de producción de Chilorio.....	13
1.3 Volumen de producción de Frijol.....	13
1.4 Tiempos de proceso y líneas de espera.....	15
4.1 Factores a considerar (alternativa 1).....	62
4.2 Crédito bancario.....	63
4.3 Flujos de efectivo años 0-1.....	64
4.4 Flujos de efectivo años 2-4.....	65
4.5 Flujos de efectivo años 5-7.....	66
4.6 Flujos de efectivo años 8-10.....	67
4.7 Cálculo de la TIR.....	68
4.8 Factores a considerar (alternativa 2).....	71
4.9 Evaluación Costo – Beneficio.....	72

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES O FIGURAS

### PÁGINA

1.1 Descripción del proceso.....	9
2.1 Análisis del valor.....	36
3.1 Válvula de transferencia.....	51
3.2 Esterilizador rotativo.....	51
3.3 Agitador de latas.....	53
3.4 Llenado de la canastilla.....	57
3.5 Vaciado de la canastilla.....	58

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### **1.1 Marco general**

La manufactura existe desde que se empezaron a elaborar productos que requerían cierto proceso de fabricación; esto con la finalidad de agregarles un valor comercial y que pudieran ser usados o consumidos en cualquier parte del mundo.

Por lo tanto, un proceso de manufactura no es una actividad aislada, es una actividad que depende de otras actividades; que genera necesidades de grandes volúmenes de materia prima y recursos y que, por lo tanto, tiene problemas.

#### **1.1.1 Antecedentes de la industria manufacturera**

"Un proceso de manufactura tecnológicamente hablando se define como el proceso mediante el cual las propiedades y/o forma de los materiales cambian debido al sometimiento de los mismos a procesos químicos o físicos" (Groover, 1987).

Groover (1996) define posteriormente la manufactura en función de dos áreas específicas, la tecnológica a la que corresponde la definición anteriormente mencionada, y la económica al definir la manufactura como la transformación de materiales en artículos de mayor valor, a través de una o más operaciones o procesos de ensamble.

".... el punto clave es que la manufactura agrega valor al material original, cambiando su forma o propiedades, o al combinarlo con otros materiales que han sido alterados en forma similar. El material original se vuelve más valioso mediante las operaciones de manufactura que se ejecutan sobre él". (Groover, 1996)

Al principio se fabricaban los productos en forma artesanal, es decir, una persona fabricaba todo el producto y lo hacía manualmente y auxiliado sólo por algunas herramientas.

Después surgió el trabajo en serie en el que el obrero únicamente hace una parte del proceso de fabricación o una actividad específica (por ejemplo, soldar o unir dos piezas o colocar alguna pieza sobre otra).

En la actualidad, en la mayoría de las empresas de manufactura, el trabajo en serie se realiza por medio de robots o mecanismos de control que trabajan en forma ordenada y realizan las actividades de los obreros.

Bernardo (1972) menciona que las últimas décadas se han visto caracterizadas por la automatización total en aquellos países económicamente desarrollados y que la opción que tienen todos aquellos países menos desarrollados es no adoptar la automatización total sino que, para aumentar la productividad, ésta puede ser alcanzada por medio de la automatización de bajo costo que es ideal para pequeñas y medianas empresas.

“El término automatización nació en la industria automotriz al descubrir los métodos usados para controlar numéricamente diversas máquinas enlazadas entre sí con los sistemas de transferencia de piezas en estas máquinas” (Amstead, 1994)

### **1.1.2 Problemas de la industria manufacturera**

Algunos de los problemas que experimenta la industria en la actualidad son:

- \* Problemas logísticos (transportación, embarques y manejo de producto):
  
- \* Alto costo en el proceso de fabricación, debido a desperdicios evitables.
  
- \* Problemas en el almacenaje de materia prima y producto terminado.
  
- \* Fallas en el equipo existente.
  
- \* Costos por tiempos muertos en el proceso de fabricación.
  
- \* Falta de automatización en procesos que así lo requieren.

### **1.1.3 Antecedentes de la industria alimentaria**

La industria alimentaria forma parte de la industria manufacturera, ya que consiste en transformar la materia prima en un producto terminado; en este caso, la materia prima son los alimentos, que se convierten en producto terminado una vez que se les ha aplicado algún método de conservación.

De acuerdo a Levin (1994), los sectores industriales referentes a alimentos, bebidas y tabaco son considerados como puntos brillantes en la economía de México y es un área atractiva para invertir; lo cuál pone de relieve la importancia de mejorar los procesos de producción y de identificar posibles problemas así como, proponer soluciones a los mismos que permitan a las compañías competir con empresas nacionales y extranjeras.

Según la nutrióloga Miriam Bertrand, citada por Levin (1994), la demanda de productos enlatados es creciente porque está motivada por presiones básicas sociales y económicas que seguramente se incrementarán. Por lo general las personas con alto poder adquisitivo disponen de menos tiempo para comer por lo que prefieren preparar los alimentos fácilmente haciendo uso de productos procesados.

Existen varias formas de conservar los alimentos, algunas de éstas son:

- a) Deshidratación
- b) Embutidos
- c) Cocimiento
- d) Enlatado

#### **1.1.4 Problemas de la industria alimentaria**

La industria de los alimentos procesados en México se enfrenta a un reto de modernización debido al Tratado de Libre Comercio de Norteamérica. De acuerdo a Levin (1994), muchas compañías en este sector están luchando por sobrevivir y prosperar, la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación reporta que a finales del año 1993, el número de plantas procesadoras de alimentos registradas se había decrementado en un 20%; a lo cuál el Banco Nacional de México añade que esto se debe a falta o debilidad en la infraestructura de las plantas.

De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el déficit en comercialización de alimentos procesados de México estuvo sólo un poco por debajo de los US\$2 billones; México es un país con una gran cantidad de producción de alimentos, pero en contra parte existe una demanda de alimentos procesados para los cuales no cuentan con suficiente proveedores nacionales. Según este reporte, la mayoría de los procesos de producción de las plantas mexicanas son deficientes. (Levin, 1994)

De acuerdo a lo anterior y a investigaciones realizadas en el sector, los problemas de la industria alimentaria son:

- \* Alto costo de consumo de energía eléctrica. (Rivera, 1997).

- \* Alto desperdicio de agua que genera costos excesivos por este concepto. (Rivera, 1997)
  
- \* Fallas continuas en el equipo existente. (Rivera, 1997).
  
- \* Falta de infraestructura.
  
- \* Daños al producto debido al manejo manual de grandes volúmenes del mismo.

## **1.2 Marco específico**

La industria alimentaria tiene sus problemas específicos ya que es una industria que requiere un alto volumen de materias primas y realiza diversos procesos de tratamiento para conservar los alimentos.

### **1.2.1 Antecedentes de la industria de enlatado en la empresa**

En el año de 1983, la empresa seleccionada para este trabajo de investigación, empezó a enlatar sus productos (Chilorio, Frijoles, etc.), realizando este proceso en una planta ubicada en el estado de Sinaloa.

Ésta es una empresa regional que se encuentra en etapa de desarrollo, con respecto a sus volúmenes de producción se le puede ubicar como una empresa de tamaño mediano en la transición hacia convertirse en una empresa grande, dentro del área de producción es necesario hacer modificaciones al proceso de enlatado ya que, algunas partes del mismo se realizan de manera manual.

En el Documento de Políticas (1997) de la empresa, se establece que la tecnología juega un papel determinante al establecer que la empresa debe esforzarse por utilizar la tecnología más avanzada en sistemas, equipos y procesos de producción, elaboración, administración y distribución de sus productos y servicios; es por esto que, la empresa se encuentra interesada en realizar diversos tipos de estudios que le permitan determinar medios alternativos para mejorar sus procesos.

### **1.2.2 Descripción del proceso**

El proceso de producción inicia al descongelar la carne, partirla y cocerla, después se le agregan los condimentos, estos condimentos pueden ser: sal, vinagre y especias además de aceite vegetal o manteca de puerco, según sea el tipo de producto.

Enseguida se llenan y se sellan las latas por medio de una máquina automática, para después pasar a la esterilización en autoclave, en donde permanecen aproximadamente de 60 a 70 min. Posteriormente se sumergen tina de enfriamiento que funciona a base de un

depósito por el cual se encuentra circulando agua continuamente, después se pasa al etiquetado que se realiza mediante máquina automática, enseguida se pasa al llenado de las cajas y por último se envía al almacén en palets. Ver Figura 1.1.

Este proceso es muy importante ya que, conservar los alimentos por medio del enlatado tiene la ventaja de que se puede comercializar en diversas regiones geográficas al mismo tiempo, prolongando la vida de anaquel del producto.

Los productos enlatados al ser cocidos, son esterilizados, es decir son sometidos a una alta temperatura y choque térmico, además se encuentra al vacío por lo que, las bacterias no se pueden reproducir.

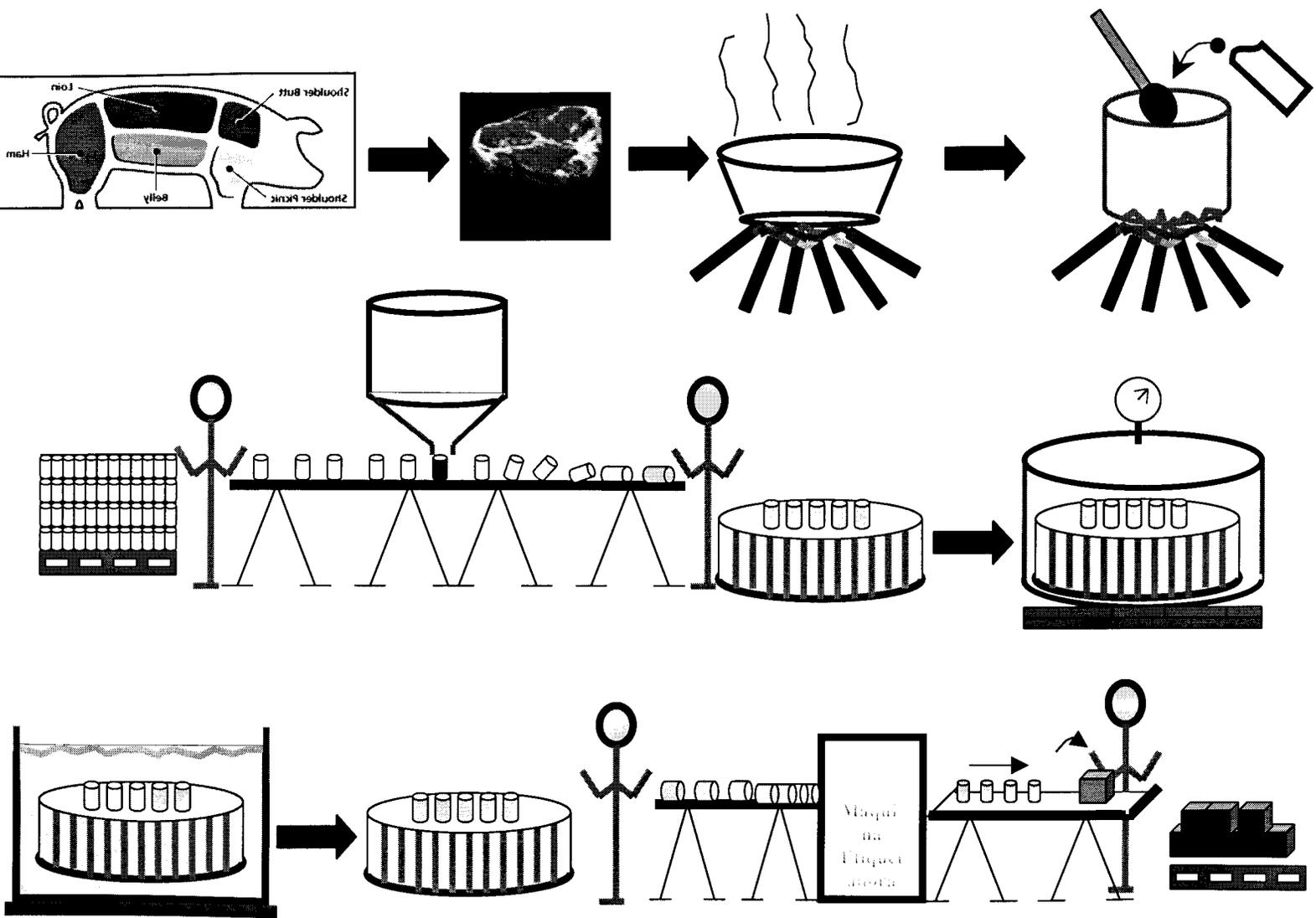


Figura 1.1  
 Descripción del Proceso

### **1.2.3 Problemática de la industria de enlatados en la empresa**

De acuerdo a la información recabada a través de Rivera (1997) y a las observaciones realizadas acerca del proceso, las principales áreas en donde se identifican los problemas a los que se enfrenta el proceso de producción en la empresa son:

- Abastecimiento de materias primas.
- Abastecimiento de agua.
- Preparación del producto.
- Proceso de enlatado.
  - Etiquetado de latas.
  - Llenado de producto.
  - **Manejo de latas.**

La empresa ha crecido debido a la calidad y aceptación de sus productos y se requiere que algunos procesos en el manejo de las latas sean automatizados con la finalidad de que el manejo de éstas sea más eficiente, reducir gastos por manejo de la lata y desperdicios por golpes a éstas.

### **1.2.4 Descripción de la situación de la empresa**

De acuerdo a la información anteriormente mencionada y por medio del análisis del proceso que se muestra a continuación, se observó que el mismo sufría un retraso en

algunas áreas debido a cuellos de botella originados por el manejo de latas en el proceso de enlatado.

Tiempo muerto es el desperdicio de tiempo de un producto en el proceso sin que adquiera un valor debido a retrasos en la producción.

#### **1.2.4.1 Análisis de la situación actual**

a) Flujos del proceso.

Diagrama del flujo de proceso. (Ver anexo E)

b) Tiempos de proceso. (Para 420 Kg. de carne de puerco) (Informe de..., 1997). Ver Tabla 1.1

Tabla 1.1  
Tiempos de Proceso

No.	Descripción	Tiempo para Clave 180	Tiempo para Clave 330	Tiempo para Clave 462
1	Descongelamiento	24 horas	24 horas	24 horas
2	Cortado	30 min. 19 seg.	30 min. 19 seg.	30 min. 19 seg.
3	Pesado	3 min.	3 min.	3 min.
4	Vaciado en las ollas	5 min. 33 seg.	5 min. 33 seg.	5 min. 33 seg.
5	Cocimiento de la carne	130 min.	130 min.	130 min.
6	Vaciado de carne en las ollas de preparación	10 min.	10 min.	10 min.
7	Preparación	12 min. 30 seg.	12 min. 30 seg.	12 min. 30 seg.
8	Vaciado de producto en la llenadora	1 min. 30 seg.	1 min. 30 seg.	1 min. 30 seg.
9	Llenado de latas	13 min. 13 seg.	13 min. 13 seg.	13 min. 13 seg.
10	Acomodo de latas en las canastillas	30 min.	30 min.	30 min.
11	Esterilización en la autoclave	65 min.	65 min.	70 min.
12	Enfriamiento	20 min.	35 min.	40 min.
13	Retiro de la canastilla	30 min.	30 min.	30 min.
14	Etiquetado	6 seg.	6 seg.	6 seg.
15	Llenado de las cajas	3 min.	3 min.	3 min.
16	Sellado	1 min.	1 min.	1 min.
17	Estibamiento	2 min.	2 min.	2 min.

c) Volumen de producción por hora. (Informe de ..., 1997)

Chilorio:

Tabla 1.2  
Volumen de Producción de Chilorio

Clave	Volumen de producción/hora	Número de latas/minuto o segundo
180	6,000 latas/hora	1.66 latas/seg.
330	3,700 latas/hora	1.02 latas/seg.
462	2,800 latas/hora	0.76 latas/seg.

Frijoles:

Tabla 1.3  
Volumen de Producción de Frijol

Clave	Volumen de producción/hora	Número de latas/minuto o segundo
360	6,400 latas/hora	1.78 latas/seg.

d) Análisis de flujo de producto en proceso.

De acuerdo a Groover (1987) la acumulación de inventario en proceso durante la transformación del producto, es una de las razones para automatizar ya que este inventario en proceso no tiene valor y se debe de reducir al mínimo el tiempo que pasa la materia prima en el proceso dentro de la planta.

Se realizó un análisis de la línea de espera del producto, para identificar tiempos ociosos y esperas o retrasos en la línea de producción. Se observó que para el esterilizado en autoclave se requiere esperar a reunir 3900 latas de 180 gr en la canastilla para cerrar la misma, lo que ocasiona un cuello de botella y retraso de las latas en el proceso de esterilización ya que éste no puede comenzar hasta recibir la canastilla completa.

Para realizar el estudio con respecto a lo anterior, es necesario hacer uso de la teoría de colas y determinar tiempos en colas y líneas de espera, etc. De acuerdo a Hillier (1997) la teoría de colas se refiere al estudio matemático de las colas o líneas de espera que ocurren cuando la demanda actual de un servicio supera la capacidad actual de proporcionarlo. Aquí el estudio nos permitirá determinar si la capacidad de servicio debe de ser modificada.

La importancia de este estudio de colas se pone de relieve cuando encontramos que algunos de los costos en los que se incurren en un proceso tienen que ver con las líneas de espera ya que debido a éstas se puede generar un costo social, costo por pérdida de clientes, costo de empleados ociosos, etc.

Según Hillier (1997) lo importante es lograr un balance económico entre el costo de espera y el costo de servicio y determinar factores claves que nos ayudarán en la toma de decisiones con respecto a la forma de operación del proceso, como tiempo de espera promedio, tiempo promedio de proceso, etc.

En el proceso de enlatado de la empresa, las llegadas son constantes y conocidas por lo que se facilita el estudio. La siguiente tabla muestra la información referente a tiempos y líneas de espera de manera gráfica:

Tabla 1.4  
Tiempos de Proceso y Líneas de Espera

Número de canastilla	Llenado de canastilla 40 Min.	Línea de espera	Autoclave (Horno) 95 Min.	Línea de espera	Enfriado 40 Min.	Línea de espera	Vaciado de canastilla 45 Min.
1	1 (40 min.)						
2	2 (40 min.)		1 (95 min.)				
3	3 (40 min.)	2 (55 min.)	1 (55 min.)				
4	4 (40 min.)	2 (15 min.) 3 (110 min)	1 (15 min.)				
5	5 (40 min.)	3 (70 min.) 4 (165 min)	2 (70 min.)		1 (40 min.)		
6	6 (40 min.)	3 (30 min.) 4 (125 min) 5 (220 min)	2 (30 min.)				1 (45 min.)
7	7 (40 min.)	4 (85 min.) 5 (180 min) 6 (275 min)	3 (85 min.)		2 (40 min)		1 (5 min.)

De acuerdo a la observación directa del proceso se determinó que, en la realidad las canastillas se van acumulando esperando entrar al autoclave, el número va creciendo conforme pasa el tiempo de trabajo del proceso por lo que se deben apilar para después ser esterilizadas conforme la autoclave lo permita, posteriormente las latas esterilizadas se apilarán de nuevo esperando ser etiquetadas, actividad que es llevada a cabo más tarde o inclusive al día siguiente.

## **1.2.5 Identificación del problema**

Retraso en la producción por el manejo manual de latas durante el proceso de fabricación de productos enlatados en una empresa mediana de la industria alimentaria.

### **1.2.5.1 Enunciado**

El propósito de esta investigación es presentar y evaluar económica y estratégicamente propuestas tecnológicas, basadas en la automatización, para resolver problemas de retraso y tiempo muerto en el proceso de enlatado de una empresa mediana de la industria alimentaria.

### **1.2.5.2 Delimitación**

Es muy importante mencionar que, existen otras áreas del proceso que requieren mejorarse como son: el abastecimiento de materias primas, control de peso de llenado, y preparación del producto. Los problemas relacionados con ésta última, son del área de Tecnología de alimentos por lo cual se encuentran fuera del contexto del presente estudio.

### **1.2.5.3 Justificación**

El eliminar el manejo manual de las latas le permitirá a la empresa mejorar el proceso de fabricación ya que, esto evitará retrasos en la producción y desperdicios por

golpes a éstas, además incrementará sus volúmenes de producción y le dará una ventaja competitiva a la empresa.

### **1.2.6 Objetivos generales y específicos**

En los siguientes puntos se delimita el alcance del presente trabajo por medio del establecimiento de objetivos generales y específicos así como, de la importancia que tiene el mismo.

#### **1.2.6.1 Objetivo general**

Desarrollar y presentar alternativas de automatización y control para resolver el problema de manejo de latas en una empresa mediana de la industria alimentaria.

#### **1.2.6.2 Importancia de la automatización**

La automatización es una herramienta muy poderosa que es conveniente utilizar si el proceso que se encuentra bajo estudio cumple con algunas de las siguientes razones que expone Groover (1987) que justifican la utilización de la automatización:

1. Incremento en la productividad.- La automatización da la oportunidad de mejorar la salida de producto para de este modo incrementar el volumen diario de producción.

2. Seguridad.- Al automatizar un proceso, el trabajador deja de realizar directamente la labor y su función pasa a ser la de supervisión de dicha actividad, lo cuál hace que su trabajo sea más seguro.
  
3. Reducción de desperdicio en manejo de materia prima.- Los materiales son caros y durante el proceso pueden sufrir deterioro por mal manejo de los mismos. Al automatizar, este desperdicio se reduce y con ello los altos costos que genera.
  
4. Reducción de tiempo de manufactura.- La automatización reduce el tiempo en proceso del producto por lo que se da una respuesta más rápida a los requerimientos del cliente creando una ventaja competitiva con respecto a los demás fabricantes.
  
5. Reducción del inventario en proceso.- Mantener altos volúmenes de producto en proceso representa un costo de manufactura significativamente alto porque mantiene capital estancado. El inventario en proceso no tiene valor. De acuerdo al punto de vista de la manufactura, es una ventaja reducir al mínimo el producto en proceso y la automatización tiende a cumplir esta meta reduciendo el tiempo que pasa un material en proceso de transformación en la planta.

6. Alto costo de no automatizar.- Se obtiene una ventaja competitiva significativa mediante la automatización del proceso de manufactura de una planta. Los beneficios de la automatización se muestran de modo intangible tales como: mejoras en la calidad, ventas más altas y mejor imagen de la compañía. Las compañías que no automatizan pueden encontrarse a sí mismas en desventaja competitiva con sus clientes, empleados y público en general.
  
7. Mejora de la calidad del producto.- Las operaciones automatizadas no sólo producen las partes más rápido que si el proceso se hiciera manualmente, sino que además se producen las partes con mayor consistencia y conformidad de acuerdo a las especificaciones de calidad.

### **1.2.6.3 Objetivo específico**

En base a su eficiencia, evaluación económica y estratégica, determinar la alternativa de automatización del manejo de latas en el proceso, que sea más apropiada para la empresa.

### **1.2.7 Importancia de este trabajo**

El estudio de automatización y control que se propone en el presente proyecto tiene como ventaja sobre otros sistemas disponibles, que es un estudio particular enfocado a una

industria mediana y regional además de que, se busca que involucre un costo aceptable de acuerdo al cumplimiento de los objetivos de la empresa.

### **1.2.8 Limitaciones del trabajo**

En el presente proyecto se desarrollarán alternativas de solución al problema, de las cuáles se recomendará la mejor a la empresa para su implementación posterior. Dicha implementación dependerá de los recursos económicos de la empresa, de los proyectos de expansión y de la situación económica prevaleciente.

### **1.2.9 Estructura del trabajo**

En el siguiente capítulo se realiza una revisión de la literatura que nos lleva a enmarcar el área de estudio aplicable a la solución del problema encontrado para después, continuar con el capítulo 3 donde se explica de manera detallada el desarrollo de las alternativas de solución, siendo los resultados reportados y las alternativas evaluadas a lo largo del capítulo 4 para finalmente dar a conocer conclusiones y recomendaciones en el capítulo 5.

## CAPÍTULO 2

### REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 2.1 Marco teórico

En los siguientes puntos se analizará la bibliografía que dará sustento a la metodología, con la cual se analizará y resolverá el problema dentro del contexto en el cuál se realiza el presente trabajo de investigación.

#### 2.1.1 Algunas metodologías para la solución de problemas aplicables a los procesos de manufactura

- Aplicación de un control estadístico de procesos: Utilización de herramientas estadísticas para mejorar el desempeño de un proceso o acercarlo a una referencia de tal manera que se encuentre dentro de un rango de variación aceptable. (Gutiérrez, 1991).
- Utilización de planeación de inventarios: Administración de niveles de producto en almacén y/o proceso, de acuerdo a demanda, tiempos de entrega, punto de reorden, etc. (Ballou, 1992)

- Análisis de tiempos y movimientos: Estudio de los movimientos del cuerpo humano que se utilizan para ejecutar una operación laboral determinada en un tiempo dado, con la mira de mejorar ésta, eliminando los movimientos innecesarios y simplificando los necesarios, y estableciendo luego la secuencia o sucesión de movimientos más favorables para lograr la eficiencia máxima. (Niebel, 1989).
- Simulación de procesos: Es el proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuales se puede operar el sistema. (Coss, 1991)
- Ergonomía: Análisis de una situación de trabajo destinado a optimizar el costo fisiológico de realizar una operación. (Niebel, 1989).
- Análisis y evaluación de proyectos: Al tomar una decisión con respecto a alternativas de inversión, es necesario llevar a cabo un análisis de las mismas que nos permita seleccionar la mejor de ellas mediante la aplicación de herramientas que permitan una base de comparación. (Coss, 1991)
- Automatización y control de procesos: Utilización de tecnología concerniente con la aplicación de mecanismos, electrónica y sistemas basados en computadoras para operar y controlar la producción. (Groover, 1986)

## **2.1.2 Definición de Automatización y Control**

Definición de Automatización.

La fabricación automatizada según Burns (1993) se refiere a un conjunto de modernas tecnologías que automatizan un proceso para producir objetos sólidos en tres dimensiones a partir de los recursos materiales.

De acuerdo a Groover (1987) la automatización es una tecnología concerniente con la aplicación de mecanismos, electrónica y sistemas basados en computadoras para operar y controlar la producción. Esta tecnología incluye:

- \* Máquinas y herramientas automáticas para procesar partes.
- \* Máquinas ensambladoras automáticas.
- \* Robots industriales.
- \* Manejo de materiales automático y sistemas de almacenamiento.
- \* Sistemas de inspección automáticos para el control de calidad.
- \* Control mediante retroalimentación y control de procesos por computadora.
- \* Planeación, recolección de datos y toma de decisiones para manufactura por medio de sistemas computacionales.

El avance en la teoría y práctica de la automatización y control provee los medios para obtener un desempeño óptimo de los sistemas dinámicos, mejorando la productividad y eliminando el trabajo repetitivo de muchas rutinas manuales de operación.

### **2.1.3 Metodología aplicable**

La automatización y control permite a las compañías el eficientizar su proceso de fabricación y evitar desperdicios de recursos ya que, proporciona a la máquina cierta capacidad o habilidad para seleccionar condiciones de operación aceptables y corregirse a sí misma cuando ciertos límites establecidos son rebasados del límite permitido.

Una ventaja más para la utilización de esta herramienta en el mejoramiento de un proceso de fabricación es que, el control puede aplicarse a una máquina o a una serie de ellas, sea cual sea la complejidad de la secuencia de operaciones necesarias para fabricar un producto. De acuerdo a Amstead (1994), esta secuencia de operaciones puede incluir la alimentación de la carga a las máquinas, la transferencia de producto de una máquina a otra, las operaciones de inspección y la expulsión final del producto terminado.

### **2.1.4 Usos de la Automatización y Control**

La automatización y control es aplicable a una gran cantidad de áreas. Algunos ejemplos son los siguientes:

1. Proceso de manufactura metálica.
2. Proceso de fabricación de productos químicos.
3. Proceso de fabricación de productos alimenticios.

### **2.1.5 Ventajas y desventajas de la automatización y control de un proceso**

Las ventajas y desventajas de la utilización de la automatización y control de acuerdo a Groover (1987) son:

Ventajas:

- Por medio de un control automático en el cuál utiliza lazos de control de temperatura, velocidad y presión permite supervisar y tomar acciones casi instantáneas con el fin de corregir el proceso.
  
- Ayuda a tomar decisiones con respecto a acciones para evitar cuellos de botella o algún otro problema que puede surgir en el comportamiento del proceso cuando nuevos elementos son introducidos en él.
  
- El automatizar procesos complejos, puede ayudar a entender mejor la operación del mismo al detectar sus variables más importantes así como sus interrelaciones.
  
- “Una máquina automática puede trabajar durante un periodo prolongado siendo inclusive la alimentación del material automáticamente mientras que en otras máquinas no automáticas el operador debe cargar y descargar una

máquina dada la cual solamente realiza la secuencia de operaciones de conformación”. (Amstead, 1994)

- El trabajador no realiza su labor bajo condiciones de riesgo laboral.
- Evita que el trabajador realice tareas repetitivas.
- Minimiza el riesgo de que los trabajadores adquieran alguna enfermedad debido al trabajo.

Desventajas:

- Requiere equipo y recurso humano ya que se necesita personal capacitado y equipo adecuado, recursos que muchas veces no se encuentran disponibles.
- Requiere tiempo para desarrollar un estudio de automatización y control ya que se necesita que el diseño de automatización sea probado y perfeccionado.
- Limitaciones financieras ya que el equipo de automatización es generalmente caro.
- Resistencia general de los trabajadores a cambios radicales. (Bernardo, 1972)

## **2.1.6 Áreas de estudio aplicables a este proyecto y su relación con la Automatización y**

### **Control**

Existen otras áreas que están ligadas a la automatización y control de procesos y que es importante mencionar la relación que tienen debido a que son herramientas de apoyo y análisis para lograr un buen estudio de automatización y control.

#### **2.1.6.1 Automatización y Control y Procesos de Producción**

Para la mayoría de las compañías, los beneficios de utilizar la automatización y control van más allá de mejorar en este momento sus procesos. La automatización y control permite que las compañías tomen decisiones críticas y entiendan las variables de manufactura que intervienen en éstas. Muchos de estos beneficios impactan directamente los procesos de producción.

Las claves principales para establecer con éxito un sistema de manufactura de acuerdo a Parker (1995) incluyen:

1. Claro entendimiento de las necesidades de la empresa
2. Claro entendimiento de los servicios básicos necesarios para implementar el sistema.
3. Desarrollo progresivo y aplicaciones.

Todo ello alcanzable mediante la aplicación de la automatización y control del proceso ya que por medio de su utilización, se pueden manejar y supervisar las trayectorias que sigue el producto desde que es materia prima hasta que es un producto terminado, así como evitar desperdicios y reproceso.

#### **2.1.6.2 Automatización y Control y Evaluación de Proyectos**

Según Amstead (1994), en términos generales casi cualquier máquina o cualquier proceso puede ser automático, pero el uso de los medios de fabricación con tales características depende de los resultados que arroje un previo análisis económico.

La evaluación de un proyecto de automatización y control de un proceso de manufactura es relevante, ya que es una herramienta que evita costos innecesarios al definir con anterioridad el monto total aproximado del proyecto, así como, información básica necesaria para determinar si el proceso es viable y traerá consigo algún beneficio para la empresa.

Coss (1993), menciona que en el caso de las inversiones, los diferentes cursos de acción entre los cuales se debe de seleccionar el más adecuado, son comparados de acuerdo a algún criterio económico. Criterios de este tipo pueden ser: retorno sobre la inversión, tiempo requerido para recuperar la inversión, valor presente, etc.

### **2.1.6.2.1 Métodos de evaluación económica**

De acuerdo a Bernardo (1972) los criterios económicos a considerar en la evaluación de un proyecto de automatización pueden ser los siguientes:

a) Periodo de retorno:

En la evaluación mediante periodo de retorno, los ingresos brutos del proyecto deben ser cuantificados antes de sumar la depreciación y divididos entre el costo de capital original de proyecto para determinar cuantos años llevará recobrar la inversión original.

$$\text{Periodo de retorno} = \frac{\text{Utilidades brutas anuales}}{\text{Total de la inversión}}$$

El método de periodo de retorno es útil para evaluar en tres situaciones:

- 1) Cuando la compañía tiene problemas de liquidez o poco efectivo.
- 2) Cuando las operaciones futuras son altamente inciertas.
- 3) Cuando un indicador de la utilidad del proyecto se necesita. Por ejemplo, si el periodo de retorno es mayor que la vida esperada del proyecto o de las máquinas a ser usadas, el proyecto no es factible.

b) Retorno promedio sobre inversión promedio:

De acuerdo a Bernardo (1972), este examen toma el promedio anual de retorno de un proyecto, después de depreciación y lo expresa como un porcentaje de la cantidad promedio de capital invertido.

$$R = \frac{\text{Entradas netas anuales promedio} - \text{Salida de capital anual promedio}}{\text{Inversión promedio}}$$

El porcentaje de retorno calculado de esta manera puede ser comparado con el costo de prestar o pedir prestado fondos, o con retornos de otras alternativas de inversión disponibles.

c) Costo anual promedio:

En esta evaluación el costo anual promedio de comprar, operar y mantener el proyecto, incluyendo los intereses y depreciación es considerado. Se puede tomar una decisión mediante la comparación de los costos anuales del proyecto y el sistema original y escoger entre éstos el menor.

Costo promedio anual = Costos del sistema de operación y mantenimiento promedio anuales + Salida de capital promedio + Intereses sobre inversión promedio.

La principal ventaja del método de costo promedio anual es que facilita la evaluación del proyecto sin referirse al estimado de la vida económica del proyecto. También permite calcular cuál sería el periodo de retención del sistema más económico mediante la determinación de costos promedios anuales para diferentes periodos, seleccionando el más bajo.

d) Flujos de efectivo:

Bajo este método, solamente los flujos netos de efectivo son considerados, menos la depreciación y otras entradas por inventarios. Los flujos netos de efectivo anuales deben ser entonces descontados para reducirlos a su valor presente, o al valor presente de los flujos de efectivo futuros de los que dispondrá el proyecto. Para llegar a la tasa de descuento apropiada se debe de determinar las utilidades que pueden derivarse de oportunidades alternativas de inversión de los fondos utilizados en el proyecto.

Flujo neto de efectivo = Utilidades brutas anuales

Menos: Todos los gastos incurridos.

Factores de valor presente =  $1 / (1+i)^n$

Donde n = número de años en el tiempo de vida del proyecto.

Los factores de valor presente pueden ser obtenidos de libros de evaluación de proyectos como el de Coss (1993).

Los flujos netos de efectivo anuales son primero multiplicados por los correspondientes factores de valor presente neto, entonces los productos son sumados y comparados con la inversión inicial. El valor de rescate del proyecto es considerado como un flujo de entrada al final del tiempo de vida del proyecto. Si el total de los flujos de efectivo a valor presente es mayor que la inversión inicial a la tasa de interés  $i$ , entonces el proyecto es rentable, de otro modo el proyecto no es económicamente atractivo.

$$\begin{aligned}
 &+ \text{Flujo de efectivo (año 1)} * 1/(1+i)^1 \\
 &+ \text{Flujo de efectivo (año 2)} * 1/(1+i)^2 \\
 &+ \text{Flujo de efectivo (año 3)} * 1/(1+i)^3 \\
 &+ \text{Flujo de efectivo (año 4)} * 1/(1+i)^4 \\
 &+ \text{Flujo de efectivo (año 5)} * 1/(1+i)^5 \\
 &+ \text{Flujo de efectivo (año L)} * 1/(1+i)^L \\
 &+ \text{Valor de rescate (año L)} * 1/(1+i)^L \\
 &= \text{Total de flujos de efectivo a valor presente} \\
 &\quad \text{Contra costo de la inversión inicial}
 \end{aligned}$$

e) Prueba del costo anual uniforme:

Este método es una versión refinada del método del costo promedio anual. Es exactamente del mismo modo pero la única diferencia es el proceso de cálculo.

Para calcular el costo uniforme anual, se reducen los costos de capital y de operación del equipo a series de salidas de efectivo anuales. Se determina el total del valor presente neto de estas salidas de efectivo y se multiplica esta suma por el factor de "recuperación de capital" para el número apropiado de años que el proyecto está siendo evaluado (Los factores de recuperación pueden ser también obtenidos de tablas publicadas).

f) Prueba de la tasa de retorno:

Esta es la versión mejorada de la " tasa de retorno promedio sobre la inversión". La tasa de retorno sobre la inversión es una tasa de descuento la cual iguala el valor presente de las salidas de efectivo al valor presente de las entradas de efectivo, lo cual reduce el valor presente total a cero. El calculo de la tasa de retorno apropiada es normalmente obtenido por el método de " prueba y error".

Donde:

$L$  = Número de años que la mejora será útil.

$SV$  = Valor de rescate de la mejora al final del año  $L$

$I$  = Costo total de inversión.

$B$  = Total de utilidades debidas a la mejora.

$i$  = Valor del dinero (tasa de interés bancaria o costo de los fondos o retorno sobre la inversión de la mejor oportunidad disponible.)

En este estudio, la evaluación del proyecto nos será de utilidad al dar una forma de evaluar la viabilidad de una alternativa de mejoramiento del proceso con respecto a otra ya que, según Baca (1994), la única forma de producir o mejorar un servicio es invirtiendo y la toma de decisión para llevar cabo la inversión debe estar fundamentada en un análisis económico de la misma, así como de los beneficios que generará.

#### **2.1.6.2.2 Otras formas de evaluación de proyectos**

Existen algunas otras formas de evaluación que no son propiamente numéricas, estas, se centran en factores de riesgo y estratégicos para justificar el costo a incurrir por la puesta en marcha de un proyecto. De acuerdo a Meredith (1986) existen tres categorías de justificación dependiendo del tipo de proyecto de automatización, éstas son las metodologías de justificación económica, analítica y estratégica.

##### a) Metodologías de justificación económica.

Ya mencionadas con anterioridad en el presente estudio. Las ventajas de las metodologías económicas son su simplicidad, claridad y aparente impacto de fondo y facilidad de colección de datos. Pero sus desventajas incluyen la inhabilidad para plasmar beneficios no económicos y estratégicos así como, el uso de un solo valor para la toma de decisiones.

De acuerdo a Meredith (1986) “una decisión compleja simplemente no puede ser reducida a un solo número y todavía contener la información esencial necesaria para la toma de decisión”.

#### b) Metodologías de justificación analítica.

Las técnicas analíticas descritas por Meredith (1986) son también ampliamente cuantitativas pero más complejas que las metodologías económicas. También, tienden a capturar mayor información y frecuentemente a considerar incertidumbre y múltiples medidas y efectos. Su ventaja es que son más realistas, toma mayor número de factores y juicios subjetivos en cuenta y reflejan mejor la realidad. Sus desventajas son que se necesita una mayor cantidad de datos y que el análisis es considerablemente más complejo y consume más tiempo, aún cuando el uso de una computadora puede minimizar esta dificultad.

Tres metodologías principales son típicas de esta categoría y a continuación se describe cada una ellas resaltando las ventajas y desventajas de las mismas.

##### 1. Análisis del valor.

Esta justificación, descrita por Keen citado por Meredith (1986), es utilizada cuando se buscan innovaciones tecnológicas. Consiste de un proceso de dos etapas como se ve en la Figura 2.1.

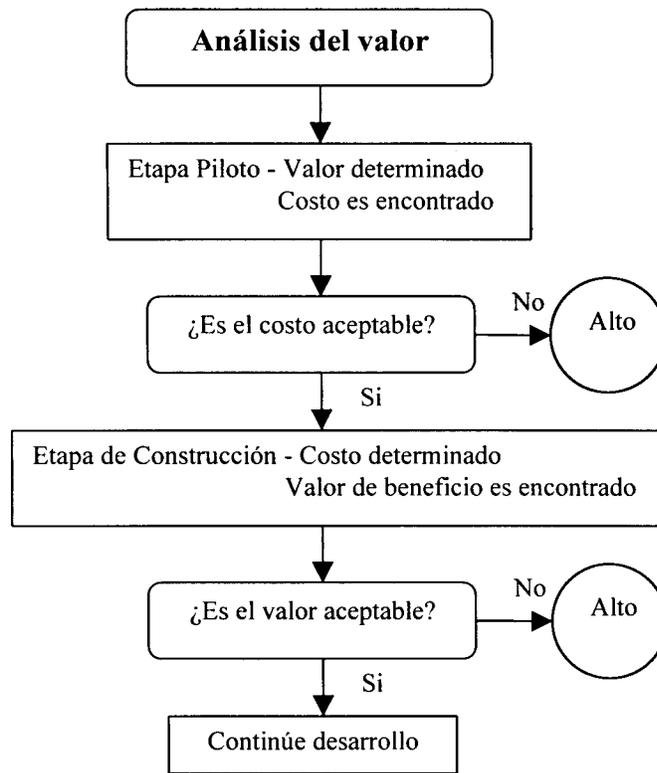


Figura 2.1  
Análisis del Valor

En la etapa piloto, el proyecto es tratado como una inversión en investigación y desarrollo más que como una inversión de capital. Aquí el valor para la firma es considerado primero y después los costos esperados son determinados para ver si es aceptable. En el segundo paso "construir", asumiendo que la etapa piloto fue exitosa, los costos esperados son considerados primero y después los beneficios esperados son evaluados para verificar su aceptabilidad.

a) Etapa piloto: La decisión para proceder con el piloto está basada en un estimado de los beneficios esperados pero no necesariamente de los beneficios cuantificados. El piloto involucra un sistema a pequeña escala,

completo en sí mismo pero limitado en sus capacidades funcionales para alcanzar solamente algunos de los beneficios esperados. El costo del proyecto piloto se mantiene muy bajo. Cuando la etapa piloto es completada, los beneficios son evaluados para verificar su utilidad a la firma.

b) Etapa de construcción: Si la etapa piloto fue exitosa, esto es, si los beneficios esperados fueron alcanzados, entonces el desarrollo completo del sistema es considerado a continuación. En este paso los costos para el sistema completo son evaluados muy cuidadosamente y el valor esperado de los beneficios obtenidos es comparado con los costos para determinar si son justificables.

Estas dos etapas pueden ayudar a la firma a alcanzar la automatización del proceso con un mayor entendimiento y menor riesgo. La esencia del análisis del valor es separar el costo y el valor derivado para permitir intuitivamente determinar si el valor de los beneficios "vale" el costo incurrido. Meredith (1986) también menciona que provee de una metodología incremental para la automatización del proceso que permite a los gerentes controlar el costo y de este modo no permitir que el riesgo quede fuera de sus manos.

## 2. Análisis de portafolio.

El escenario para el análisis de portafolio consiste de un número de proyectos compitiendo por un fondo de capital limitado. La tarea es escoger el mejor

conjunto de proyectos para implementación. La selección es hecha mediante la creación de un portafolio de proyectos que ya sea maximiza el valor de la compañía sujeta a inversión de capital o limitaciones de riesgo o minimiza el riesgo o capital sujeto a obtener cierto nivel de valor. El valor puede ser basado en cualquier número de factores como, retorno sobre la inversión, reducción de desperdicio, mejoramiento de la calidad, etc.

### 3. Análisis de riesgo.

La metodología usual del análisis de riesgo es simular el proyecto bajo consideración para determinar las variables de interés (beneficios, costos, capacidad, etc.) y describir las salidas gráficamente o estadísticamente. Las funciones de distribución acumulativa deben ser determinadas para cada variable de interés mostrando la probabilidad de alcanzar cierta capacidad de rentabilidad sobre la inversión, etc. De este modo, varios proyectos pueden ser simulados antes de hacerlos y los resultados pueden ser comparados. Utilizando los conceptos de dominancias estocásticas como las describen Whitmore y Findlay citados por Meredith (1986), las políticas inferiores o proyectos pueden ser eliminados y solamente los más prometedores implementados.

Y por último, Meredith (1986) menciona las metodologías relacionadas con la justificación desde el punto de vista estratégico de la compañía.

### c) Metodologías de justificación estratégica.

Las metodologías estratégicas tienden a ser menos técnicas que las otras dos categorías previas, aún cuando son frecuentemente utilizadas en combinación con ellas. La ventaja de las metodologías estratégicas es su relación directa con las metas de la compañía. La desventaja es poner la vista en el impacto táctico y económico del proyecto, enfocándose solamente a los objetivos estratégicos.

“Los cálculos de justificación económica son comúnmente hechos en combinación con consideraciones estratégicas, pero las evaluaciones analíticas son raramente incluidas (usualmente debido al tiempo y problemas)” (Meredith, 1986).

Si una metodología estratégica es utilizada, es conveniente incluir las implicaciones económicas y analíticas para lograr un claro entendimiento de todos los impactos del proyecto.

Cuatro metodologías principales son comúnmente utilizadas en este nivel:

#### 1. Importancia técnica.

La justificación bajo el concepto de importancia técnica implica que el proyecto es un pre-requisito para una importante actividad a continuación. Su retorno económico sobre la inversión puede ser aún desventajoso pero más tarde, más trabajo deseable no podrá ser hecho sin implementar primero esta actividad. Es

común para actividades como aquellas que están agrupadas con el proyecto de seguimiento deseado en un "paquete" que es aprobado en conjunto.

## 2. Objetivos de la empresa.

La justificación de un proyecto porque lleva directamente a alcanzar los objetivos de negocios de la firma, es claramente una metodología estratégica. Para verificar el alcance de estos objetivos y medir cuándo la compañía está perdiendo control en esas áreas y necesita intensificar su esfuerzo, se utilizan "Indicadores clave" o medidas de su desempeño.

## 3. Ventaja competitiva.

En la metodología de justificación de ventaja competitiva, una oportunidad puede existir para la firma para ganar una ventaja significativa sobre sus competidores mediante la implementación de este proyecto. La ventaja puede no ser uno de los objetivos estratégicos de la firma pero es muy importante para la compañía.

En muchos casos de automatización, las fábricas de hoy en día se encuentran alcanzando oportunidades de ventajas competitivas debidas a beneficios totalmente inesperados como reducción de requerimientos de espacio, mejor calidad de procesamiento, mayor capacidad de desempeño, menor tiempo de diseño, etc.

Una sub-categoría de esta metodología es la necesidad competitiva. Aquí el proyecto es obligado si la firma desea mantenerse competitivamente en un mercado particular.

#### 4. Investigación y desarrollo.

“Tratando un proyecto como inversión de investigación y desarrollo admite que puede fallar pero mantiene la suficiente promesa estratégica para justificar la inversión” Meredith (1986).

El punto es que uno de tales proyectos eventualmente se aplicará y proveerá retornos a la firma que reembolsen todas las fallas. "Sin riesgo, no se gana".

Un claro ejemplo de la metodología de investigación y desarrollo es el primer paso de la metodología de análisis de valor descrita anteriormente, la etapa piloto. Otro ejemplo es estableciendo una línea de grupo tecnológico, o una celda de manufactura para ver que tan bien trabaja, sus costos, sus problemas y sus beneficios.

## **2.2 Hipótesis**

De acuerdo a la información anteriormente revisada puede ponerse de relieve la importancia de mejorar el proceso de producción mediante la automatización y selección de la opción o proyecto más viable utilizando la evaluación.

Podemos establecer de este modo que al automatizar el manejo de la lata:

“La reducción en tiempo muerto y retraso en la producción en el proceso de fabricación de productos enlatados, en una empresa mediana de la industria alimentaria, se logra mediante alternativa de automatización del manejo de latas en el proceso, sustentada en evaluación económica y estratégica”

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Introducción a la metodología**

Este proyecto involucra la evaluación de alternativas de automatización que nos permitan mejorar el proceso de enlatado mediante la utilización de equipos automáticos. En el presente escrito se muestra cómo la utilización de la automatización y control en el área de manufactura, se convierte en una herramienta eficaz para supervisar y dirigir un proceso.

" El área de automatización y control se encarga del diseño e implantación de sistemas de control electrónico para la automatización de procesos industriales, empleando tecnología computacional y técnicas de control moderno" (Documento de políticas, 1997).

#### **3.2 Metodología a seguir en el análisis**

Con la finalidad de conocer el proceso y definir cuales serán las herramientas a utilizar, es necesario realizar el análisis de la situación actual por medio del estudio de las diferentes áreas dentro del proceso de producción en la empresa. Primeramente se desarrollarán los puntos a revisar durante el análisis que fueron llevados a la práctica dentro del presente trabajo de investigación.

### **3.2.1 Desarrollo del sistema de automatización**

Para desarrollar el sistema de automatización y control es necesario primero, conocer la situación actual de la empresa mediante un análisis del proceso que conste de estudios individuales de los diferentes elementos o factores que intervienen en el mismo.

#### **3.2.1.1 Análisis de la situación actual**

La situación actual se estudió en orden a determinar los posibles factores que influyen de algún modo u otro en el problema mencionado en el capítulo anterior. El análisis a realizado comprende el estudio de diferentes áreas dentro del proceso de producción siendo las principales:

- a) Flujos del proceso.

El análisis de la trayectoria del producto nos permite visualizar cada uno de los pasos que se llevan a cabo en el proceso en su orden de secuencia así como, el tipo de actividad que es llevada a cabo con el tiempo correspondiente de la misma; ya que, el uso de bloques, figuras y conectivos ayuda a establecer de manera clara las relaciones, dependencias, etc. de los elementos en un proceso (Niebel, 1989).

b) Tiempos de proceso.

Se analiza por medio de una tabla, en la cuál se describen cada uno de los pasos de un proceso, el tiempo que le lleva a cada uno y la secuencia que debe llevar cada uno de éstos.

c) Volumen de producción por hora.

En este tipo de tablas, se indica el número de latas o producto fabricado por unidad de tiempo como indicador del volumen de producción del proceso. Estos números son usualmente representados en unidades por hora ó unidades por día y se pueden utilizar como indicadores de eficiencia del proceso de producción.

d) Análisis de flujo de producto en proceso.

De acuerdo a Groover (1987) la acumulación de inventario en proceso durante la transformación del producto, es una de las razones para automatizar ya que este inventario en proceso no tiene valor y se debe de reducir al mínimo el tiempo que pasa la materia prima en el proceso dentro de la planta.

Es conveniente realizar un análisis de la línea de espera del producto, para identificar tiempos ociosos y esperas o retrasos en la línea de producción y determinar de este modo, el área correspondiente que necesite una modificación o mejora.

Para realizar el estudio con respecto a lo anterior, es necesario hacer uso de la teoría de colas y determinar tiempos en colas y líneas de espera, etc. De acuerdo a Hillier (1997) la teoría de colas se refiere al estudio matemático de las colas o líneas de espera que ocurren cuando la demanda actual de un servicio supera la capacidad actual de proporcionarlo. Aquí el estudio nos permitirá determinar si la capacidad de servicio debe de ser modificada.

La importancia de este estudio de colas se pone de relieve cuando encontramos que algunos de los costos en los que se incurren en un proceso tienen que ver con las líneas de espera ya que debido a éstas se puede generar un costo social, costo por pérdida de clientes, costo de empleados ociosos, etc.

Según Hillier (1997) lo importante es lograr un balance económico entre el costo de espera y el costo de servicio y determinar factores claves que nos ayudarán en la toma de decisiones con respecto a la forma de operación del proceso, como tiempo de espera promedio, tiempo promedio de proceso, etc.

### **3.2.1.2 Identificación de áreas de oportunidad para automatizar y problemas a corregir**

De los resultados arrojados por el punto anterior y de su interpretación, se puede determinar las áreas del proceso que requieren una mejora debido a problemas u oportunidades encontrados en las mismas así como, las alternativas viables que permitirán que tal mejora sea llevada a cabo.

Una vez llevado a cabo el análisis anteriormente mencionado, y de acuerdo a los resultados reportados en el capítulo 1, podemos establecer que las áreas de oportunidad para automatizar y los problemas a corregir en el proceso de producción de la empresa son:

- a) Alimentación de latas a las canastillas
  
- b) Vaciado de las latas de la canastilla y colocación en la máquina etiquetadora.

Se observó que en estos dos puntos existe un retraso en el flujo del proceso, las latas tienen que esperar a que se llene la canastilla (3900 latas para el tamaño de 180 gr) para entrar al autoclave y la línea de espera es muy grande.

### **3.2.1.3 Diseñar las alternativas de automatización y control para esas áreas de oportunidad**

De manera general se proponen dos alternativas básicas de mejora del proceso mediante el uso de automatización y control. Ambas alternativas son mutuamente exclusivas ya que representarán mejoras para las mismas áreas pero mediante el uso de diferentes dispositivos de trabajo.

Las alternativas pueden expresarse de la siguiente manera:

a) Alternativa 1.

Adquisición e instalación del equipo tecnológicamente más moderno en el manejo de productos enlatados, en el área de esterilización, que existe en el mercado utilizando tecnología de punta en el cual, el producto y la lata no son manejados por la mano del hombre.

b) Alternativa 2.

Seguir trabajando los procesos de manejo de latas en forma manual; para eficientizarlo se sugiere agregar algunos mecanismos mecánicos y/o electromecánicos en el manejo de latas.

La elección final entre estas dos alternativas la realizará la empresa, en base al análisis de las alternativas y sus implicaciones económicas, así como de una evaluación económica de cada una de ellas.

#### **3.2.1.4 Desarrollo de alternativas**

Para poder llevar a cabo un análisis de las alternativas propuestas, es necesario primeramente desarrollar las mismas de acuerdo a especificaciones que se adecuen al proceso de producción bajo estudio y a las áreas específicas en las que se desea implementar las mejoras propuestas; así como, llevar a cabo la revisión de material bibliográfico concerniente a este concepto.

##### **3.2.1.4.1 Introducción a las alternativas**

Aunque Bernardo (1972) señala la existencia de 4 cursos de acción posibles cuando se intenta automatizar un proceso, dos de ellos se pueden englobar en uno sólo y resumirse como:

1. Instalación de un sistema totalmente automatizado especial que pueda realizar el proceso por completo.
2. Instalar mecanismos que releven a los trabajadores de las tareas como contar, arreglar, posicionar, etc., todas ellas actividades repetitivas que pueden ser

fácilmente llevadas a cabo por herramientas mecánicas, y secuenciación de las actividades dentro del proceso de producción.

3. Retener el viejo método. No hacer inversiones utilizar el mismo equipo de trabajo y por lo tanto incurrir en el mismo costo.

En el presente trabajo de investigación se plantean 2 alternativas fundamentales que pueden evaluarse para de éstas seleccionar aquella que se implementará en la planta. La alternativa 3 especificada por Bernardo no es, para efectos de este estudio, una alternativa en sí ya que la empresa desea que el manejo manual de las latas sea eliminado o al menos mejorado sustancialmente.

Según Bernardo (1972), al adoptar cualquier operación de mejora, las consideraciones que se deben de seguir son aquellas referentes a los costos involucrados como son: incremento en el costo de mantenimiento, capacitación y redistribución de los trabajadores, costo de las herramientas además de los costos relacionados a la obtención de fondos necesarios para llevar a cabo la inversión.

#### **3.2.1.4.2 Alternativa 1**

Se realizará un estudio para determinar los beneficios generados tanto en el proceso como en el producto al utilizar una serie de equipo totalmente nuevo para el proceso de los productos enlatados en el área de esterilizado.

### 3.2.1.4.3 Descripción de los mecanismos a implementar

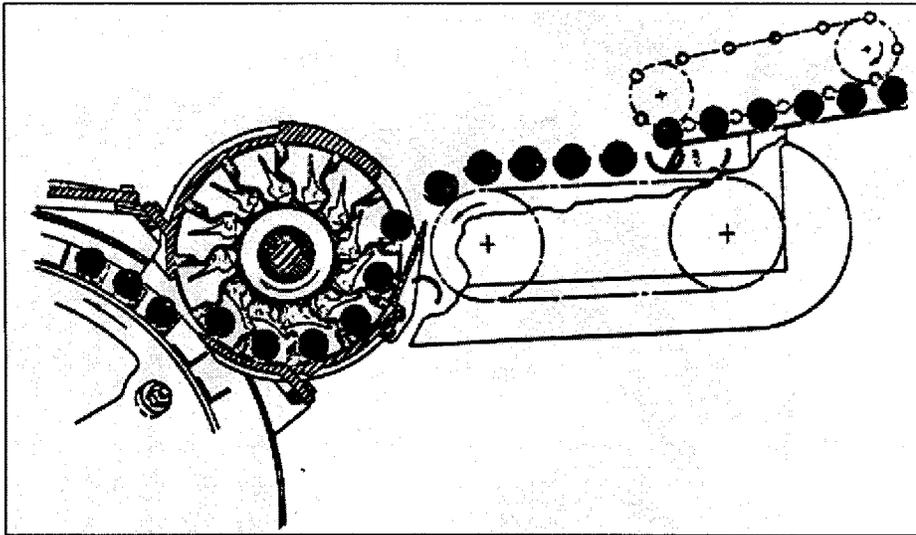


Figura 3.1  
Válvula de Transferencia

Las latas son transferidas de una carcasa a otra por medio de válvulas de transferencia, éstas son válvulas que alimentan o transfieren las latas como se ilustra en la Figura 3.1.

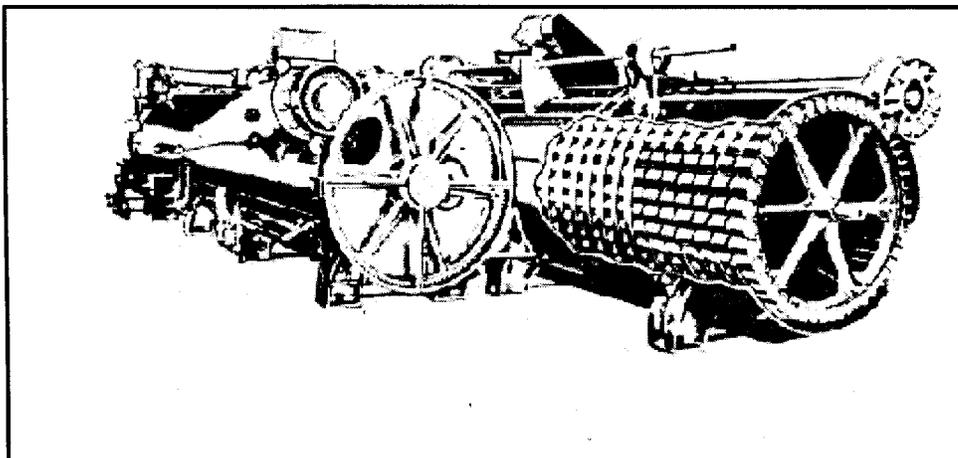


Figura 3.2  
Esterilizador Rotativo

Los esterilizadores rotativos continuos son empleados para esterilizar frutas, legumbres y productos enlatados, mediante el uso de por lo menos una cámara de esterilización y una cámara de enfriamiento, dependiendo del producto y las condiciones del proceso, las carcasas cilíndricas son fabricadas para soportar cierta temperatura y presión (146°C, y 3 kg/cm<sup>2</sup>), pueden ser usadas con procesamiento atmosférico o procesamiento a presión. Dentro de la carcasa está una espiral que dirige las latas de una extremidad a otra, un tambor giratorio en el interior de la carcasa permite que las latas sean giradas siguiendo el camino de espiral localizado en la periferia de la misma. Ver Figura 3.2.

Dependiendo del diámetro de la lata, los tambores son fabricados en forma de receptáculos o T para contener la lata dentro del tambor, el número de receptáculos por giro del tambor permite determinar la capacidad o tiempo de procesamiento.

El esterilizador rotativo continuo utiliza el principio del agitador de latas que permite que el tiempo de procesamiento sea más breve a temperaturas elevadas y al mismo tiempo con un enfriamiento más rápido y eficiente; este agitador está repartido en tres fases que consisten en un tambor fijo, uno de rotación libre y uno de transferencia de fase, esto provee una rápida penetración de calor a través del recipiente por medio de convección de calor inducido. El ciclo de rotación de tres fases se ilustra Figura 3.3.

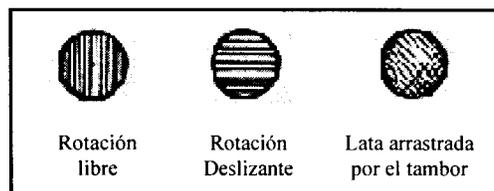
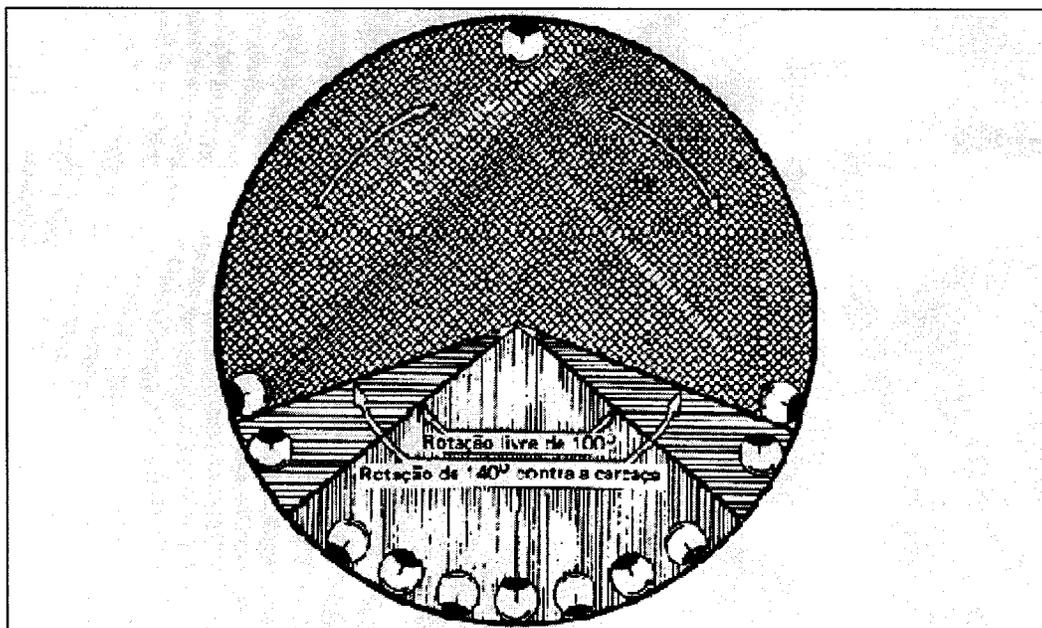


Figura 3.3  
Agitador de Latas

El diagrama de flujo de la Figura 3.3, muestra la agitación de latas llenas con agua en una cámara seca de un esterilizador tipo rotativo continuo.

El procesamiento de productos alimenticios puede ser dividido en 4 categorías: esterilización por conducción, esterilización por convección, esterilización por convección inducida y envasado al vacío. De modo general los casos de esterilización por conducción directa dependen de la temperatura de la autoclave.

Los productos de esterilización por convección cuentan con una salmuera o agua para establecer las corrientes de calentamiento y mejorar la transferencia de calor. Un ejemplo de producto esterilizado por conducción son los ejotes en salmuera, a una velocidad de transferencia de calor mejorada aumenta la velocidad de esterilización. Si se ejercen controles precisos sobre la velocidad de la lata, temperaturas más altas en tiempos más breves pueden ser usados, pero adecuaciones a los procesos más breves deberán ser determinados por autoridades competentes de procesamiento de alimentos.

#### **3.2.1.4.4 Alternativa 2**

Esta alternativa comprende el uso de mecanismos mecánicos y/o electromecánicos para mejorar el proceso existente. Esta alternativa es de implementación más rápida y a un menor costo que la anterior, pero existen otros factores que deben ser revisados antes de decidir cuál de las alternativas propuestas es la más conveniente.

De acuerdo a Bernardo (1972) muchas plantas son rejuvenecidas para trabajar más efectivamente por medio de la automatización de bajo costo ya que, se automatizan tantas fases de operación como es posible más que reemplazar el equipo existente por uno más moderno.

Esta aplicación de automatización de bajo costo generalmente no requiere el reemplazo de las máquinas existentes ya que ciertas actividades en el proceso se pueden hacer automáticamente mediante la instalación de herramientas y mecanismos simples en el proceso o en la máquina.

Las características de esta alternativa de aplicación incluyen según Bernardo (1972):

1. La utilización de equipo existente y mejoras al mismo.
2. El diseño y operación de mecanismos debe ser simple y manejado por personal actual de la planta sin capacitación adicional prácticamente.
3. Los mecanismos automáticos pueden ser elaborados en un pequeño taller y sus componentes son estándares y comercialmente disponibles.
4. Los mecanismos deben ser flexibles en su aplicación.

De acuerdo a las observaciones de Bernardo (1972), se puede pensar que la opción viable es la automatización de bajo costo ya que los conceptos y principios de esta herramienta son los mismos que los de la automatización total, excepto por que las mejoras al proceso se hacen a equipo y máquinas existentes y a sistemas de máquinas más que a reemplazar todo el sistema por un proceso automatizado totalmente.

Esta alternativa se refiere a seguir utilizando personal e implementar algunos cambios ergonómicos y modificaciones al equipo existente, lo que implica que el costo adicional será mínimo.

Dentro de esta alternativa y de acuerdo a lo anteriormente mencionado las opciones son:

1. Subir la canastilla y colocarla en una base giratoria para que el operario que llena éstas tenga una posición mas cómoda y más eficiente al llenarlas.
2. Subir la canastilla y colocarla en una base giratoria para que el operario que toma las latas tenga una posición mas cómoda y más eficiente para tomar éstas.

### 3.2.1.4.5 Descripción de los mecanismos a implementar

a) Llenado de la canastilla.

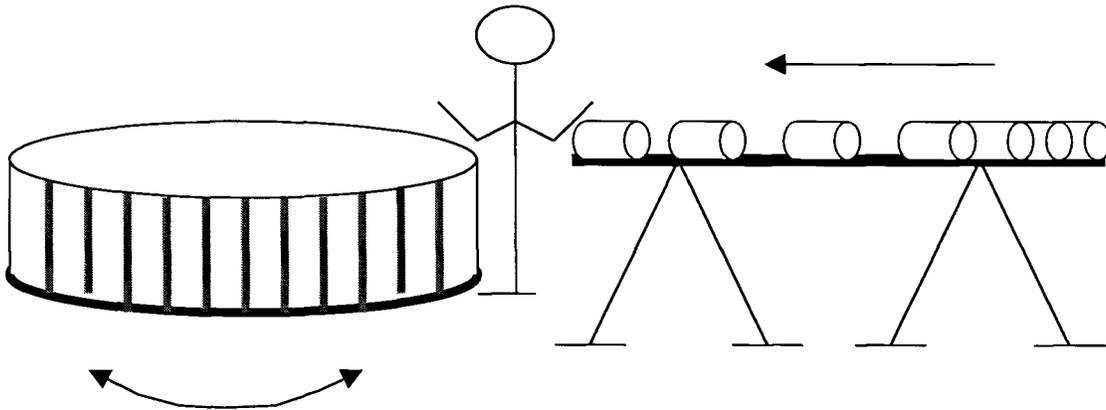


Figura 3.4  
Llenado de la Canastilla

Descripción:

- 1) La canastilla está sobre una mesa giratoria, se está moviendo a una velocidad constante, un operario toma las latas y las coloca sobre la canastilla.
- 2) El operario no tiene que levantarse o desplazarse para colocar las latas en la canastilla.

Ventajas:

Sólo se requiere un operario.

El operario está sentado en una posición cómoda.

Desventajas:

Se requiere un mecanismo con base giratoria.

Los tiempos muertos no son eliminados, solamente reducidos.

b) Vaciado de canastilla y alimentación a la máquina etiquetadora.

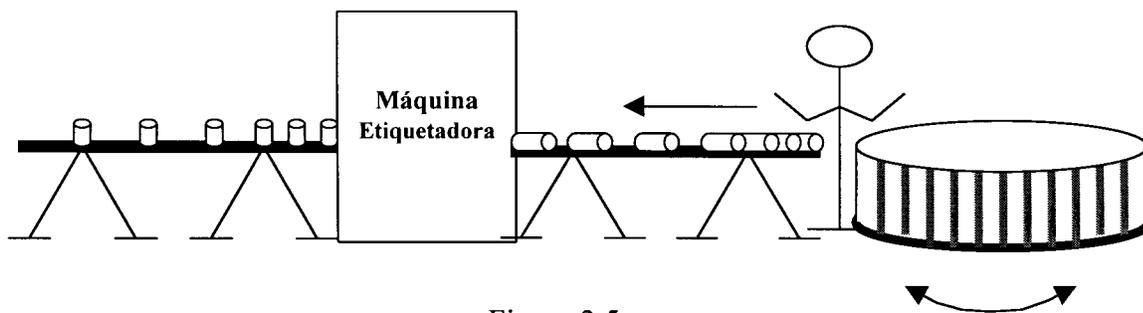


Figura 3.5  
Vaciado de la Canastilla

Descripción:

- 1) La canastilla está sobre una base giratoria, se está moviendo a una velocidad constante, un operario que está sentado toma las latas y alimenta la máquina etiquetadora.
- 2) El operario no tiene que levantarse o desplazarse para sacar las latas de la canastilla.

Ventajas:

Sólo se requiere de un operario.

El operario está sentado en un posición cómoda.

La alimentación de latas es más rápida.

Desventajas:

Se requiere un mecanismo con base giratoria.

Los tiempos muertos no son eliminados, solamente reducidos.

## **CAPÍTULO 4**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Resultados**

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos en los diferentes análisis llevados a cabo en la investigación, así como la información utilizada para llevar a cabo dichos análisis.

##### **4.1.1 Evaluación económica de la alternativa 1**

Como ya se mencionó anteriormente, la alternativa 1 se refiere a la adquisición e instalación del equipo tecnológicamente más moderno en el manejo de productos enlatados, en el área de esterilización, que existe en el mercado.

Se realizó una evaluación económica con la información de implementación de esta alternativa contra la tasa de rendimiento mínima atractiva de la empresa.

Es importante mencionar que dentro de esta alternativa existe un factor a considerar que es la desocupación de mano de obra que debe cuantificarse en función de los gastos que generará.

El método de acuerdo al cuál se evaluará este proyecto es el de la TIR (Tasa Interna de Retorno) y costo – beneficio, ya que como se mencionó anteriormente en la revisión de la literatura, existen otros criterios económicos. Sin embargo se encontró que estos métodos son los más apropiados para la evaluación de esta alternativa en la cual se está realizando una inversión para mejorar el proceso por medio de un préstamo. (López, 1998).

La información financiera necesaria para realizar el análisis económico se extrajo tanto de los Informes Financieros y de Producción de la empresa (1997), como de las comunicaciones con proveedores, Colleto (1998).

#### **4.1.1.1 Tasa interna de retorno sobre la inversión**

Como ya se mencionó, la tasa interna de retorno sobre la inversión es una herramienta financiera que nos permite cuantificar en un porcentaje, la tasa de rendimiento que generará la inversión de dinero en un proyecto.

Esta tasa de retorno se calcula en base a los flujos de efectivo netos del proyecto durante un lapso o periodo de tiempo.

Para tomar la decisión final acerca de llevar a la práctica un proyecto, ésta tasa es comparada con la TREMA (Tasa de retorno mínima atractiva) de la empresa de tal modo que:

Si  $TIR > TREMA$  el proyecto se acepta.

Si  $TIR < TREMA$  el proyecto se rechaza.

En el presente estudio, el cálculo de dicha tasa mediante el análisis de los flujos efectivo se realizó en base a la información proporcionada por Rivera (1997) y Colleto (1998) de la empresa y de Leonard Engineering Co. (empresa dedicada al desarrollo de equipo de automatización. Ver anexo F) respectivamente.

La Tabla 4.1 resume los costos de los factores a considerar y Tabla 4.2 la información relacionada con el crédito bancario propuesto para la inversión.

Tabla 4.1  
Factores a Considerar

Concepto	Alternativa 1
Valor del equipo de automatización	-8,500,000.00
Valor de rescate al año 15	10%
Préstamo	9,000,000.00
Porcentaje de incremento de ventas	10%
Mano de obra calificada	-288,000.00
Mano de obra normal	-1,008,000.00
Incremento en mano de obra	20%
Incremento en mantenimiento	17%
Materia prima	-28,007,344.93
Ventas del año 1	46,678,908.21
Vida útil	15
Interés simple anual sobre préstamo	40%
Entrenamiento	-100,000.00
Instalación	-150,000.00
Despido de trabajadores	-225,000.00
Mano de obra indirecta	-480,000.00
Mantenimiento	-100,000.00
Herramientas y equipo menor	-50,000.00
Vida útil de herramientas	15
Depreciación SL	
Porcentaje de desperdicio	0.1%
Gasto de energía	-600,000.00
Incremento en energía eléctrica	20%
Tasa de impuesto	37%
Porcentaje de costo de seguro de equip	10%
Incremento en costo de seguro	17%
Gasto indirectos de fabricación	-300,000.00
Incremento en gastos de fabricación	17%
Porcentaje de costo de materia prima	70%
Tasa de inflación	15%

Tabla 4.2  
Crédito Bancario

Año	Préstamo	Interés	Pago a capital	Pago total
1	9,000,000.00	-3,600,000.00	-128,914.59	-3,728,914.59
2	8,871,085.41	-3,548,434.16	-180,480.43	-3,728,914.59
3	8,690,604.98	-3,476,241.99	-252,672.60	-3,728,914.59
4	8,437,932.38	-3,375,172.95	-353,741.64	-3,728,914.59
5	8,084,190.74	-3,233,676.29	-495,238.30	-3,728,914.59
6	7,588,952.44	-3,035,580.98	-693,333.62	-3,728,914.59
7	6,895,618.82	-2,758,247.53	-970,667.06	-3,728,914.59
8	5,924,951.76	-2,369,980.70	-1,358,933.89	-3,728,914.59
9	4,566,017.87	-1,826,407.15	-1,902,507.45	-3,728,914.59
10	2,663,510.42	-1,065,404.17	-2,663,510.42	-3,728,914.59

Las Tablas 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6 muestran el cálculo de los flujos de efectivo de la empresa durante un periodo de planeación de 10 años. Los flujos de efectivo a partir del año 2 se pronosticaron a base a información proporcionada por Rivera (1997) y Colleto (1998); dicha información se basa en estudios e investigaciones de sus respectivas compañías.

La Tabla 4.7 concentra la información de los flujos y presenta el resultado de la TIR resultante de dichos flujos.

Tabla 4.3  
Flujos de Efectivo Años 0-1

	Año 0	Año 1
Saldo		-9,025,000.00
Ingresos		
Ventas		46,678,908.21
Valor de rescate		
Total ingresos		37,653,908.21
Gastos		
Desperdicio		-46,678.91
Mano de obra directa		-1,296,000.00
Mano de obra indirecta		-480,000.00
Materia Prima		-28,007,344.93
Depreciación		-570,000.00
Interés		-3,600,000.00
Mantenimiento		-100,000.00
Gasto por seguro del equipo		-850,000.00
Gasto de energía		-600,000.00
Gastos indirectos de fabricación		-300,000.00
Costo de entrenamiento	-100,000.00	
Costo de instalación	-150,000.00	
Gastos por despido de trabajadores	-225,000.00	
Total gastos	-475,000.00	-35,803,344.93
Ingreso gravable	-475,000.00	1,850,563.28
Impuesto sobre ingreso		-684,708.42
Utilidad después de impuestos	-475,000.00	1,165,854.87
Préstamo		-128,914.59
Equipo automatización	-8,500,000.00	
Herramientas y equipo menor	-50,000.00	
Depreciación		570,000.00
Flujo de efectivo después de impuestos	-\$9,025,000.00	\$1,606,940.28
Flujo de efectivo deflactado (pesos corrientes)		\$1,397,339.37

Tabla 4.4  
Flujos de Efectivo Años 2-4

Año 2	Año 3	Año 4
1,606,940.28	5,794,192.44	8,860,019.75
51,346,799.03	56,481,478.94	62,129,626.83
52,953,739.31	62,275,671.37	70,989,646.58
-51,346.80	-56,481.48	-62,129.63
-1,555,200.00	-1,866,240.00	-2,239,488.00
-576,000.00	-691,200.00	-829,440.00
-35,942,759.32	-39,537,035.25	-43,490,738.78
-570,000.00	-570,000.00	-570,000.00
-3,548,434.16	-3,476,241.99	-3,375,172.95
-117,000.00	-136,890.00	-160,161.30
-994,500.00	-1,163,565.00	-1,361,371.05
-720,000.00	-864,000.00	-1,036,800.00
-351,000.00	-410,670.00	-480,483.90
-44,374,893.49	-48,715,842.25	-53,543,655.98
8,578,845.82	13,559,829.13	17,445,990.60
-3,174,172.95	-5,017,136.78	-6,455,016.52
5,404,672.87	8,542,692.35	10,990,974.08
-180,480.43	-252,672.60	-353,741.64
570,000.00	570,000.00	570,000.00
\$5,794,192.44	\$8,860,019.75	\$11,207,232.44
\$4,381,241.92	\$5,825,606.81	\$6,407,771.52

Tabla 4.5  
Flujos de Efectivo Años 5-7

Año 5	Año 6	Año 7
11,207,232.44	13,076,134.94	14,600,270.47
68,342,589.51	75,176,848.46	82,694,533.31
79,549,821.95	88,252,983.41	97,294,803.78
-68,342.59	-75,176.85	-82,694.53
-2,687,385.60	-3,224,862.72	-3,869,835.26
-995,328.00	-1,194,393.60	-1,433,272.32
-47,839,812.66	-52,623,793.92	-57,886,173.32
-570,000.00	-570,000.00	-570,000.00
-3,233,676.29	-3,035,580.98	-2,758,247.53
-187,388.72	-219,244.80	-256,516.42
-1,592,804.13	-1,863,580.83	-2,180,389.57
-1,244,160.00	-1,492,992.00	-1,791,590.40
-562,166.16	-657,734.41	-769,549.26
-58,912,721.57	-64,882,183.26	-71,515,574.08
20,637,100.38	23,370,800.14	25,779,229.70
-7,635,727.14	-8,647,196.05	-9,538,314.99
13,001,373.24	14,723,604.09	16,240,914.71
-495,238.30	-693,333.62	-970,667.06
570,000.00	570,000.00	570,000.00
\$13,076,134.94	\$14,600,270.47	\$15,840,247.65
\$6,501,150.08	\$6,312,099.83	\$5,954,935.81

Tabla 4.6  
Flujos de Efectivo Años 8-10

Año 8	Año 9	Año 10
15,840,247.65	16,803,357.92	17,453,704.90
90,963,986.64	100,060,385.30	110,066,423.83
106,804,234.29	116,863,743.22	127,520,128.73
-90,963.99	-100,060.39	-110,066.42
-4,643,802.32	-5,572,562.78	-6,687,075.34
-1,719,926.78	-2,063,912.14	-2,476,694.57
-63,674,790.65	-70,042,269.71	-77,046,496.68
-570,000.00	-570,000.00	-570,000.00
-2,369,980.70	-1,826,407.15	-1,065,404.17
-300,124.21	-351,145.33	-410,840.03
-2,551,055.80	-2,984,735.28	-3,492,140.28
-2,149,908.48	-2,579,890.18	-3,095,868.21
-900,372.63	-1,053,435.98	-1,232,520.10
-78,879,961.58	-87,044,358.55	-96,077,039.39
27,924,272.71	29,819,384.67	31,443,089.35
-10,331,980.90	-11,033,172.33	-11,633,943.06
17,592,291.81	18,786,212.34	19,809,146.29
-1,358,933.89	-1,902,507.45	-2,663,510.42
570,000.00	570,000.00	570,000.00
\$16,803,357.92	\$17,453,704.90	\$17,715,635.87
\$5,493,047.51	\$4,961,432.25	\$4,379,034.25

Tabla 4.7  
Cálculo de la TIR

Año 0	-\$9,025,000.00
1	\$1,397,339.37
2	\$4,381,241.92
3	\$5,825,606.81
4	\$6,407,771.52
5	\$6,501,150.08
6	\$6,312,099.83
7	\$5,954,935.81
8	\$5,493,047.51
9	\$4,961,432.25
10	\$4,379,034.25
TIR	45%

#### **4.1.2 Evaluación estratégica de la alternativa 1**

##### Importancia técnica

Si se requiere incrementar el volumen de producción o se quiere maquilar productos no se podrá hacer si no se implementa este proyecto, ya que con el equipo actual de fabricación, el volumen de producción no puede incrementarse sin que esto exija un incremento sustancial en costos.

##### Objetivos de la empresa

Dentro de los objetivos de la empresa se encuentran: a) producir con óptima calidad los productos y b) obtener utilidades que son vitales para sobrevivir y crecer (Documento de políticas, 1997). El esfuerzo por lograr ambos objetivos justifica la utilización de la automatización, ya que de acuerdo a Groover (1987), la automatización permite lograr una mayor calidad en los productos al reducir la variabilidad del proceso; es decir existe un impacto o relación directa entre la automatización del proceso y la calidad del producto.

De acuerdo a la evaluación económica anteriormente mencionada, el proyecto es económicamente factible y generará un retorno sobre la inversión considerable, lo cuál lleva a observar que el segundo objetivo mencionado de la empresa es alcanzable mediante la implementación de esta alternativa.

## Ventaja competitiva

La empresa es regional y de tamaño mediano y actualmente se encuentra a la cabeza dentro del sector del mercado en el cual compete a nivel regional, pero existe una preocupación por parte de la misma para lograr tener presencia en mercados extranjeros (Rivera, 1997). Si la empresa desea competir con firmas extranjeras o geográficamente en el extranjero, debe de automatizar sus procesos de producción para que le permitan establecer una ventaja o igualdad de competencia con respecto a los demás productores de alimentos enlatados.

En el área regional, aunque se encuentra en una posición superior a las demás manufactureras, es necesario que se mantenga en esa posición mediante la implementación de nuevas y mejores técnicas de producción. La automatización total es una respuesta a este planteamiento.

### **4.1.3 Evaluación económica de la alternativa 2**

La evaluación de factibilidad de la automatización de bajo costo (parcial) es principalmente una consideración económica de la inversión comparada con los beneficios esperados de la misma por lo que, los factores relevantes deben ser cuantificados en términos monetarios tanto como sea posible y los factores no cuantificables serán útiles como indicadores de la evaluación.

Para realizar el análisis costo - beneficio de la automatización de bajo costo (parcial), es conveniente utilizar como base de comparación la operación proyectada de la compañía. De acuerdo a Bernardo (1972), la información actual de los costos y beneficios incurridos para las operaciones de un año debe ser comparadas con los costos y beneficios estimados que se experimentarán después de implementar las mejoras propuestas.

Tabla 4.8  
Factores a Considerar

Concepto	Alternativa 2
Valor del equipo de automatización	-25,000.00
Valor de rescate al año 15	0%
Préstamo	0.00
Porcentaje de incremento de ventas	0.5%
Mano de obra calificada	0.00
Mano de obra normal	-2,808,000.00
Incremento en mano de obra	20%
Incremento en mantenimiento	17%
Materia prima	-28,007,344.93
Ventas del año 1	46,678,908.21
Vida útil	5
Interés simple anual sobre préstamo	0%
Entrenamiento	0.00
Instalación	-5,000.00
Despido de trabajadores	0.00
Mano de obra indirecta	-480,000.00
Mantenimiento	-60,000.00
Herramientas y equipo menor	0.00
Vida útil de herramientas	0
Depreciación SL	
Porcentaje de desperdicio	0.4%
Gasto de energía	-360,000.00
Incremento en energía eléctrica	20%
Tasa de impuesto	37%
Porcentaje de costo de seguro de equip	10%
Incremento en costo de seguro	17%
Gasto indirectos de fabricación	-300,000.00
Incremento en gastos de fabricación	17%
Porcentaje de costode materiaprima	70%
Tasa de inflación	15%

### 4.1.3.1 Evaluación Costo - Beneficio

Tabla 4.9  
Evaluación Costo- Beneficio

Beneficios esperados:				
No. Artículo	Factores	Antes anual	Después anual	Beneficios Netos
1	Ingresos x venta	46,678,908.21	46,912,302.75	233,394.54
2	Costo de mano de obra directa	-2,808,000.00	-2,808,000.00	0.00
3	Costo de mano de obra indirecta	-480,000.00	-480,000.00	0.00
4	Gastos de mantenimiento	-55,000.00	-60,000.00	-5,000.00
5	Gastos de fabricación	-300,000.00	-300,000.00	0.00
6	Herramientas	0.00	0.00	0.00
7	Desperdicios	-233,394.54	-186,715.63	46,678.91
8	Consumo de energía	-360,000.00	-360,000.00	0.00
9	Gastos por seguros	0.00	-2,500.00	-2,500.00
				272,573.45
1	Costos de inversión		-25,000.00	
2	Costos de instalación		-5,000.00	
2	Costos de entrenamiento		0.00	
4	Gastos por separación de los trabajadores		0.00	
5	Gastos extras		0.00	
				-30,000.00
				242,573.45

Como anteriormente se mencionó (en la revisión de la literatura), existen otros criterios económicos que propone Bernardo (1972) pero debido a la naturaleza del estudio, se considera que el más apropiado es el método de Costo-Beneficio ya que se está evaluando una alternativa en la que no se requiere una gran inversión para mejorar el proceso.

#### **4.1.4 Evaluación estratégica de la alternativa 2**

##### Importancia técnica

Con la implementación de esta alternativa, el volumen de producción podría incrementarse debido a los nuevos mecanismos de manejo de lata, pero este incremento sería poco significativo para llevar a cabo otros proyectos posteriores, ya que la mejora sería en pequeña escala y tendría una mejora a corto plazo.

##### Objetivos de la empresa

Como ya se mencionó anteriormente, los objetivos de la empresa según el Documento de políticas (1997) son el producir con óptima calidad los productos y obtener utilidades que son vitales para sobrevivir y crecer. La implementación de la alternativa 2 nos permitiría mejorar el proceso para lograr estos objetivos, pero no en la medida en que pudiera llegar a ser una mejora significativa ya que, el manejo de latas seguiría siendo manual por lo que el daño al producto por manejo del mismo seguiría existiendo y en cuanto al objetivo de obtener mejores utilidades, se lograría si se incrementa el nivel de producción, meta que es sólo parcialmente alcanzable con esta alternativa.

## Ventaja competitiva

La empresa como ya se mencionó anteriormente, se encuentra en una posición superior en el mercado regional, pero desea tener una mayor presencia en los mercados nacional y extranjero. La mejora de su proceso mediante la utilización de la alternativa 2 traería consigo beneficios muy pequeños para consolidar o mejorar dicha posición, ya que para lograr establecer una diferencia significativa con respecto a sus competidores, es necesario que tome decisiones más drásticas con respecto al mejoramiento de su proceso. Además de que, a nivel nacional y extranjero se encontraría compitiendo con empresas en su mayoría totalmente automatizadas.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Informe de evaluación**

El fin último de este trabajo de investigación de automatización y control es proporcionar un estudio técnico y económico para seleccionar una de las alternativas propuestas de automatización y control a utilizar en la automatización del manejo de productos enlatados.

##### **5.1.1 Selección de alternativa**

De acuerdo al estudio presentado anteriormente y a consideraciones adicionales como disponibilidad de los recursos y de tiempo por parte de la empresa, ésta tomó la decisión final acerca de la alternativa que desea implementar al proceso de producción.

De la evaluación económica del proyecto se puede observar que la tasa interna de retorno de la alternativa1 es mayor que la del valor del dinero para la empresa (Tasa de Rendimiento Mínima Atractiva) por lo que se acepta el proyecto económicamente, y de la evaluación estratégica podemos ver que también esta alternativa se ve favorecida por lo

que, económica y estratégicamente hablando, la alternativa 1 es la adecuada y es la que se sugiere como recomendación a implementar.

La alternativa seleccionada por la empresa es la de adquirir equipo nuevo (la cuál fue la recomendada) para automatizar el proceso de llenado de canastilla y el retiro de latas de la misma.

La razón por la cuál la empresa seleccionó la primera alternativa es porque la segunda alternativa de implementar equipo o mecanismos, implica un gasto y la ventaja no es mucha con respecto a la forma de producción actual, lo cual no representa un beneficio a largo plazo para la empresa, además de que de acuerdo a su estrategia de crecimiento, le conviene invertir como una forma para lograr sus objetivo a largo plazo de exportar productos y abarcar mercados extranjeros.

Debido a lo anterior, se investigó sobre los equipos disponibles para automatizar el proceso de enlatado. (Ver anexo G)

## **5.2 Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos, lo más conveniente para la empresa es utilizar un equipo automático ya que de no hacerlo, la empresa estará incurriendo en un costo de oportunidad.

El costo de oportunidad es el costo en el cuál está incurriendo la empresa al no realizar la mejor alternativa, lo cual implica que está dejando de ganar una utilidad relacionada con las mejoras propuestas. Esto siempre y cuando exista una alternativa que genere mayores utilidades para la empresa que las que actualmente está generando. De no existir una mejor alternativa no se está incurriendo en ningún costo de oportunidad, por lo cuál la empresa está bien en la forma como está produciendo. (López, 1998)

Además, dentro de las expectativas de la empresa está el incrementar sus ventas y el exportar lo que, hace necesario un buen mejoramiento de su equipo de producción.

### **5.3 Recomendaciones y trabajos futuros**

Debido a lo anterior, es importante mencionar que estudios futuros con relación a este proceso pueden enfocarse hacia la automatización total del proceso de producción y a las repercusiones para la empresa y la comunidad de los incrementos en volúmenes de producto debidos a las mejoras implementadas. Así como, a estudios de automatización total de la planta que le permitan establecer una clara diferencia con respecto a sus competidores y le permitan consolidar su posición en el mercado.

El área más delicada para esta empresa dentro del proceso de producción de productos enlatados es la preparación de alimentos. Como anteriormente mencionamos, el

estudio de esta área corresponde a Tecnología de alimentos pero es también imperativo que se estudien posibilidades de mejora en la misma con el fin de lograr que el proceso contribuya a lograr los objetivos de la empresa.

# **A N E X O S**

## ANEXO A. GLOSARIO

Autoclave:	Aparato en forma de vasija cilíndrica, de paredes resistentes y con cubierta cerrada y atornillada herméticamente que, por medio del vapor a presión y temperaturas elevadas, sirve para destruir gérmenes patógenos. (Diccionario de la ..., 1992)
BANAMEX:	Banco Nacional de México.
CANACINTRA:	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.
Canastilla:	Estructura metálica en la que se colocan las latas para ser transportadas hacia y desde la autoclave.
Carcasa:	Cubierta metálica en forma de cilindro.
Costo de oportunidad:	Monto monetario que deja de ganar la empresa al no realizar un proyecto que es rentable para ésta.
Cuellos de botella:	Retraso o acumulamiento del producto en espera de ser procesado en un proceso de producción.
Depreciación:	Disminución del valor o precio de un bien a través del tiempo, con relación al que antes tenía. (Diccionario de la ..., 1992)
Desperdicio:	Producto que se daña en el proceso de producción.
Ergonomía:	Diseño de equipos y herramientas que facilitan el trabajo de los operarios.

Esterilización:	Proceso térmico al cuál es sometido el producto enlatado con la finalidad de eliminar los gérmenes patógenos. (Diccionario de la ....., 1992)
Estibamiento:	Apilar un objeto sobre otro. Apretado o recalcado de materiales o cosas sueltas para que ocupen el menor espacio posible. (Diccionario de la ....., 1992)
Factibilidad:	Adj. Posibilidad de llevar a la práctica un proyecto. Que se puede hacer. (Diccionario de la ....., 1992)
Liquidez:	Disponibilidad de efectivo para realizar operaciones. Relación entre el conjunto de dinero en caja y de bienes fácilmente convertibles en dinero, y el total de del activo, de un banco u otra entidad. (Diccionario de la ....., 1992)
Logística:	Es proporcionar los bienes o servicios correctos al lugar correcto, en el tiempo correcto y bajo condiciones deseables. (Ballou, 1992)
Marmita:	Olla grande de metal en la que se cuece a granel el producto.
Paila:	Olla pequeña donde se prepara manualmente los alimentos.
Palets:	Base de madera en donde se colocan las cajas de producto terminado.
Planta:	Espacio físico en el cuál se encuentra localizado un proceso de producción.

Portafolio:	Conjunto de inversiones que generan cierto rendimiento.
Reproceso:	Retrabajo de un producto que ya se consideraba terminado.
Stand-alone:	Operación de una sola máquina.
Tambor:	Cilindro metálico a través del cual se mueven las latas.
Tarima:	Base de madera en la cual se coloca producto terminado.
Tiempo muerto:	Tiempo de espera de un producto en el proceso, pero sin que adquiera algún valor agregado.
TIR:	Tasa Interna de Retorno.
TLCAN:	Tratado de Libre Comercio de América del Norte.
TREMA:	Tasa de Rendimiento Mínima Atractiva.
Valor de rescate:	Valor del activo al final del periodo de vida útil.
Viabilidad:	Posibilidad de realizar un proyecto en la práctica. Dícese del asunto que, por sus circunstancias, tiene probabilidades de poderse llevar a cabo. (Diccionario de la ...., 1992)

## **ANEXO B. DOCUMENTO DE POLÍTICAS**

### **MISIÓN**

Lograr y mantener la preferencia y distinción de los consumidores hacia nuestras marcas, al proporcionarles productos y servicios alimenticios que los cautiven por generaciones por su calidad y sabor distintivo.

Ofrecer a nuestros colaboradores un ambiente agradable y retador que estimule la confianza, el reconocimiento y un desarrollo integral.

Contribuir solidariamente con las comunidades donde actuamos, especialmente con acciones encaminadas a preservar el equilibrio ecológico.

### **VALORES**

**PERSONAL.-** Es reconocido y tratado como lo más valioso de la empresa, siendo su característica distintiva el esfuerzo por conseguir la coherencia de valores humanos y morales. Su participación es decisiva en la consecución de los objetivos de la empresa misma.

**CULTURA ORGANIZACIONAL.-** es el conjunto de acciones, por parte de la empresa para conseguir que el personal de mando y empleados:

- Se reconozcan como lo más valioso de la empresa.
- Conozco el valor trascendente de su acción.
- Preserven y eleven el nivel de dignidad.
- Desarrollen de forma integral y permanente, como personas, los valores humanos y morales para conseguir los fines de la empresa.

**PRODUCTOS.-** La óptima calidad de nuestros productos es el resultado final de nuestros esfuerzos, ellos brindan confianza a nuestros clientes y consumidores.

**UTILIDADES.-** Las utilidades son la medida final de la eficiencia con que proporcionamos, a nuestros clientes y consumidores, los productos y servicios acorde a sus preferencias. Las utilidades son vitales para sobrevivir y crecer.

## **POLÍTICAS DE CALIDAD**

**LA CALIDAD ES PRIMERO.-** Para lograr la preferencia del cliente, la calidad de nuestros productos y servicios debe ser nuestra prioridad número uno.

**LOS CLIENTES SON EL CENTRO DE ATENCIÓN DE TODO LO QUE HACEMOS.-** Nuestro trabajo debe ser hecho pensando en nuestros clientes, internos y externos, proporcionando con oportunidad, eficiencia y cortesía mejores productos y servicios que nuestra competencia, así como difundir, la confiabilidad de los mismos.

**EL MEJORAMIENTO CONSTINUO ES ESENCIAL PARA NUESTRO ÉXITO.-**

Debemos esforzarnos por la excelencia en todo lo que hacemos en: nuestra persona, nuestros productos, nuestros servicios, nuestras relaciones humanas, nuestra competitividad y nuestra rentabilidad.

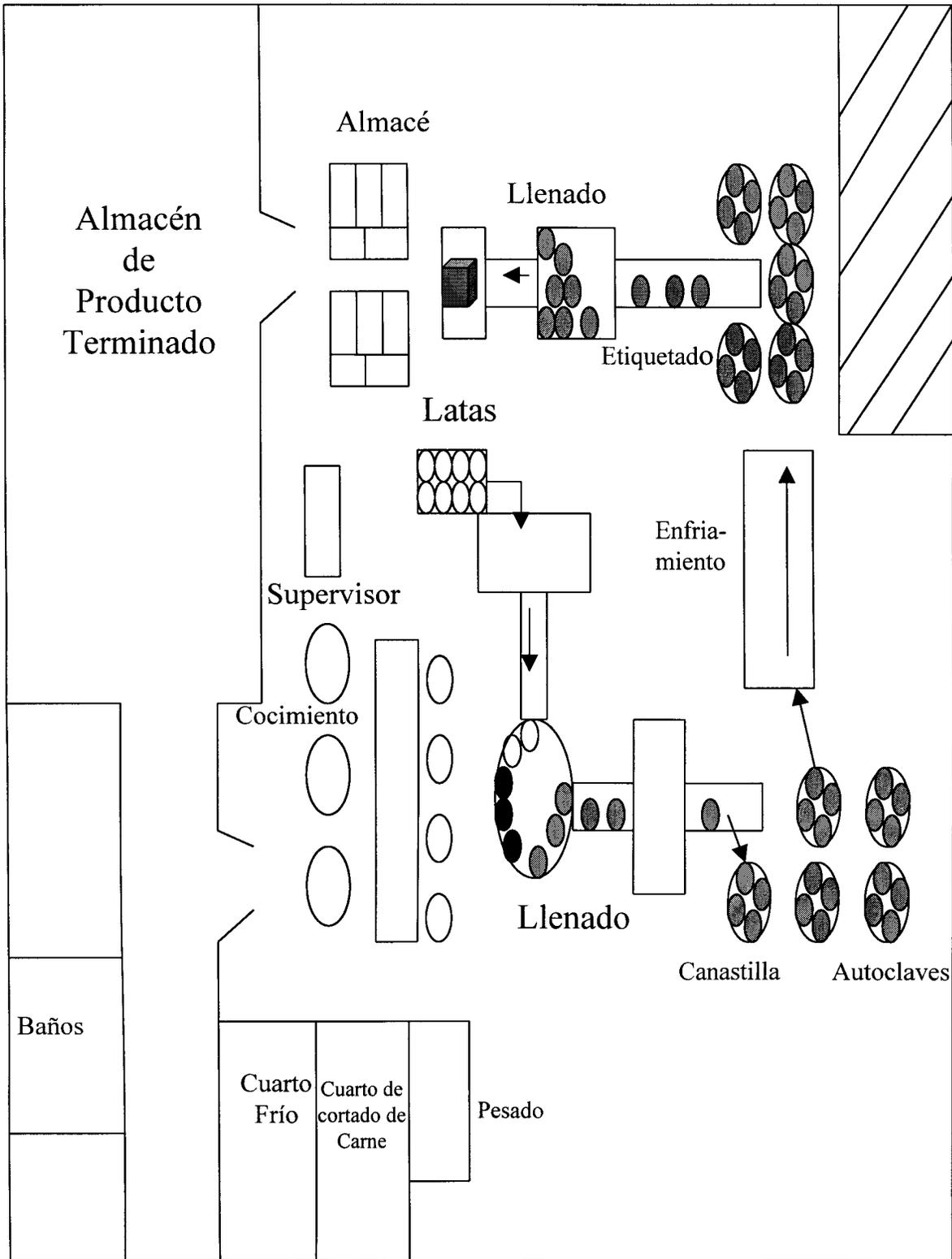
**EL TRABAJO EN EQUIPO ES NUESTRA FORMA DE VIDA.-** Somos un equipo de colaboradores comprometidos con la misión, valores y objetivos de la empresa. Debemos tratarnos unos a otros con confianza y respeto.

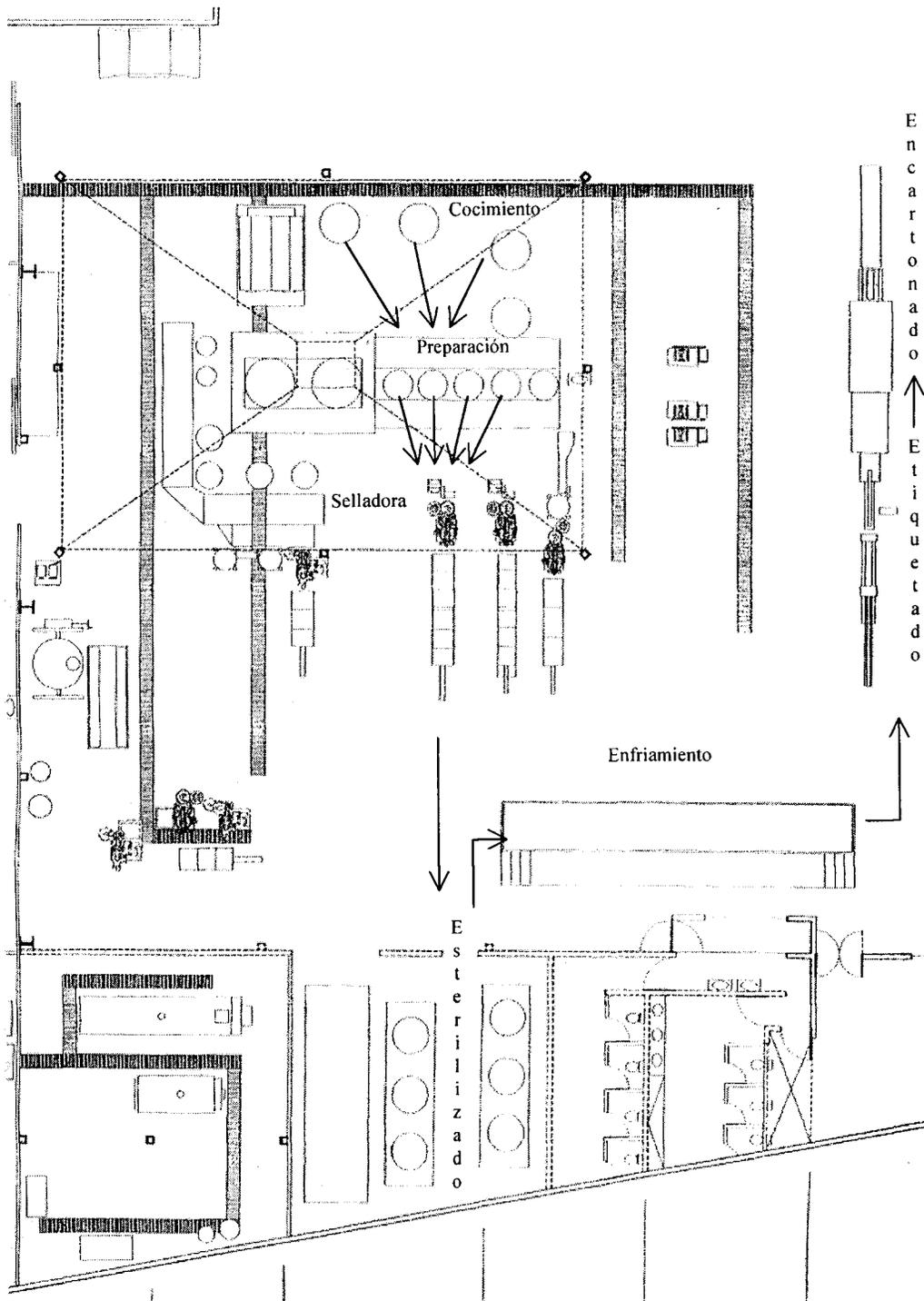
**LOS DISTRIBUIDORES Y PROVEEDORES SON PARTE DE NUESTRO EQUIPO.-** La empresa debe mantener relaciones de beneficio mutuo con distribuidores y proveedores.

**LA INTEGRIDAD NUNCA SE COMPROMETE.-** la conducta de la empresa debe ser socialmente responsable y reconocida por su integridad y por sus contribuciones positivas a la sociedad.

**TECNOLOGÍA.-** Debemos esforzarnos por usar la tecnología más avanzada en sistemas, equipos y procesos de: producción, elaboración, administración y distribución de nuestros productos y servicios.

# ANEXO C. DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

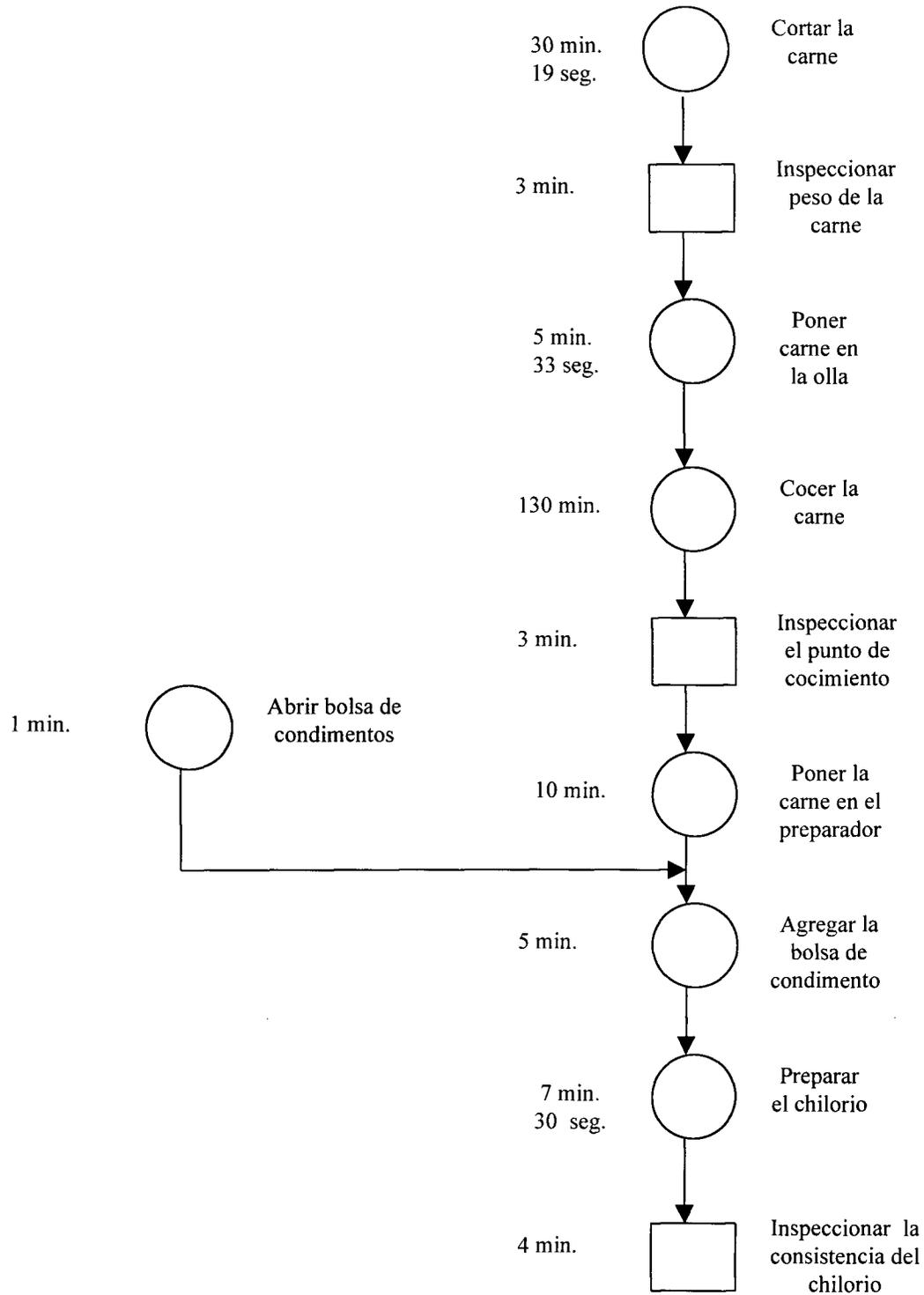


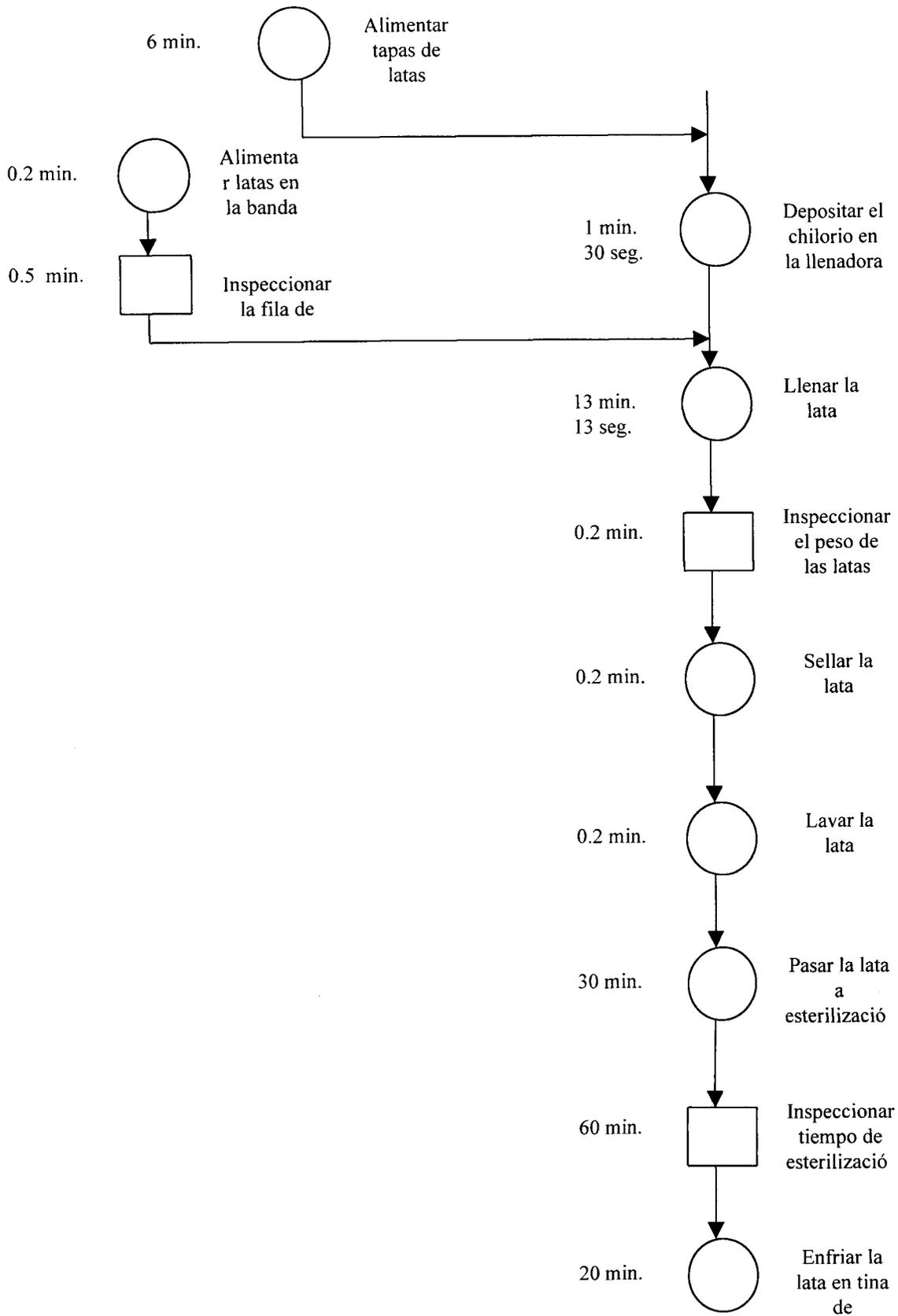


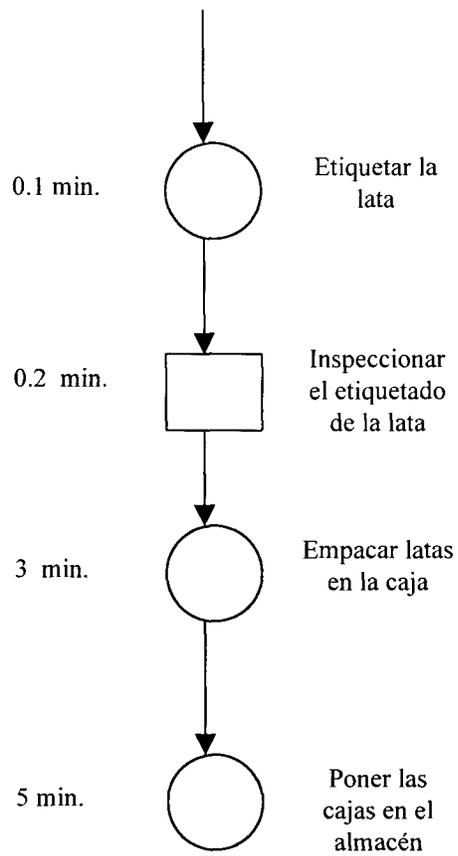
## ANEXO D. DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO

Diagrama elaborado de acuerdo a Niebel (1989).

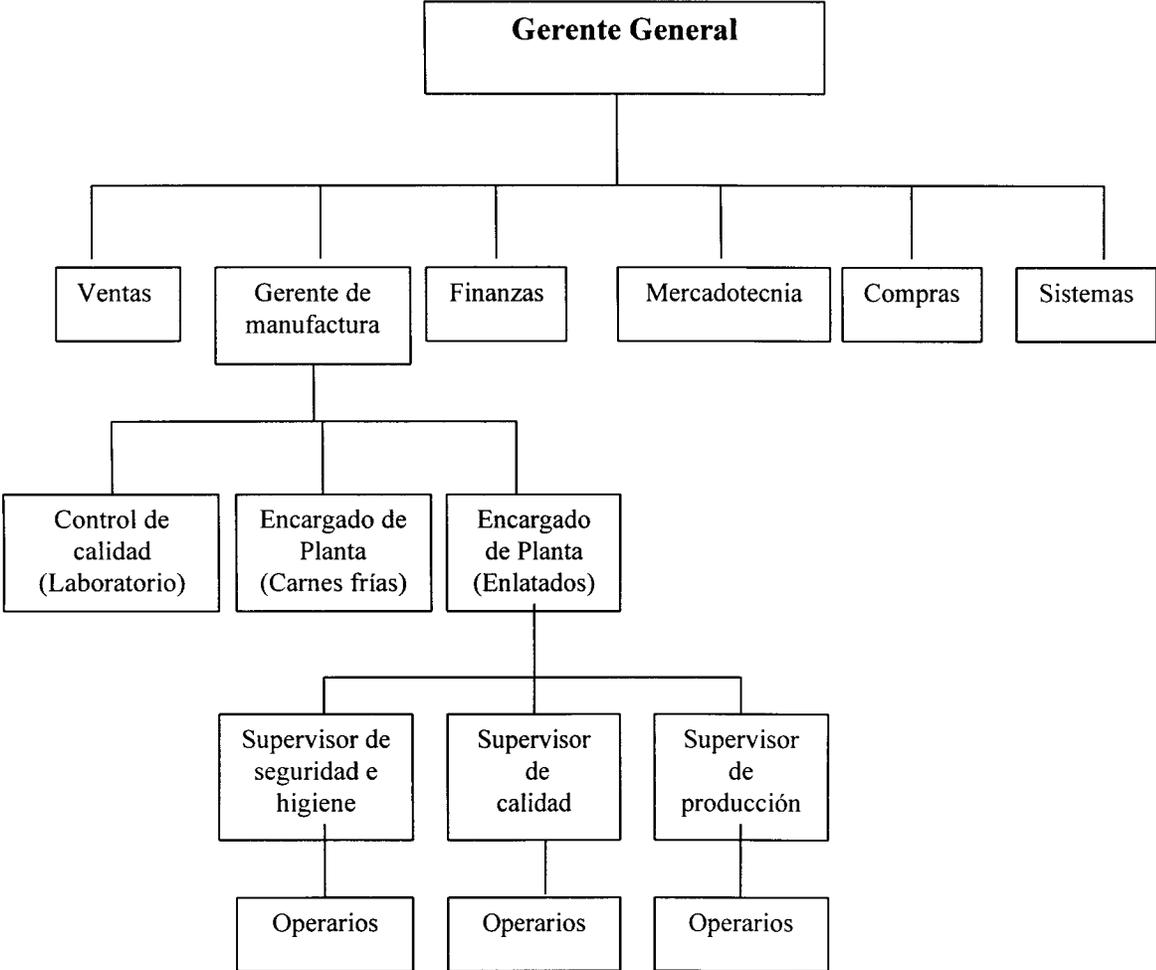
Tiempos para la preparación de 420 Kg. de carne de puerco.







**ANEXO E. ORGANIGRAMA**



# Fax Cover

<b>To:</b>	Ing. Carlos González	<b>From:</b>	Ing. Juan Carlos Vázquez
<b>Company:</b>	PINSA	<b>Company:</b>	ITESM Campus Sinaloa.
<b>Address:</b>	Mazatlán	<b>Address:</b>	Culiacán
<b>Fax:</b>	91 (69) 82-59-37	<b>Fax:</b>	91(67) 17-03-59
<b>Telephone:</b>	91(69) 82-51-11 91(69) 82-52-10	<b>Telephone:</b>	91 (67) 59-16-00 ext. 1662 91 (67) 59-16-32
<b>Pages including cover:</b>	1	<b>D</b>	Febrero 2, de 1998.
<b>Re:</b>		<b>C</b>	

Buenas tardes Ing Carlos González,

Reciba un afectuoso saludo, el fin de semana pasado estuvimos en su planta conociendo el proceso de enlatado con el fin de implementar un sistema automático de enlatado aquí, en la empresa donde me encuentro realizando un trabajo de investigación.

Por lo cual solicito, me pueda proporcionar información sobre los proveedores de equipo de automatización para productos enlatados.

La información me la puede enviar por fax 91(67) 17-03-59 ó al teléfono 91 (67) 59-16-00 ext. 1662

Agradezco su atención y quedo a sus órdenes.

Gracias.

Ing. Juan Carlos Vázquez.

**PESCADOS INDUSTRIALIZADOS S.A. DE C.V.  
AVENIDA PUERTO DE MANZANILLO Y VERACRUZ S/N  
PARQUE INDUSTRIAL ALFREDO V. BONFIL  
MAZATLAN, SINALOA, MEXICO.**



**PARA: ING. JUAN CARLOS VAZQUEZ  
ITESM CAMPUS SINALOA**

**DE: ING. CARLOS GONZALEZ  
GERENTE TECNICO**

**FAX: (67) 17-03-59**

**FAX: (69) 82-59-37**

**FECHA: 04 DE FEBRERO DE 1998.**

**MENSAJE**

DE ACUERDO A SU PETICION, ESTA ES LA INFORMACION DE UNO DE NUESTROS  
PROVEEDORES DE EQUIPO DE AUTOMATIZACION PARA PRODUCTOS ENLATADOS:

**SR. LEONARD HERNANDEZ  
LEONARD ENGINEERING & EQUIPMENT  
202 GREENFIELD DRIVE SUITE D  
EL CAJON, CA. 92020**

LOS TELEFONOS EN LAS OFICINAS SON:

**(619) 442-4979**

**(619) 442-4985**

EL NUMERO DE FAXES:

**(619) 442-50-43**

CON EL GUSTO DE HABERLE SERVIDO, ME DESPIDO ENVIANDOLE UN AFECTUOSO  
SALUDO.

ATENTAMENTE:

**ING. CARLOS GONZALEZ GARCIA  
GERENTE TECNICO.**

**C.C.P. SR. LEONARD HERNANDEZ.**

# Fax Cover

<b>To:</b>	Sr. Leonard Hernández	<b>From:</b>	Ing. Juan Carlos Vázquez
<b>Company:</b>	Leonard Engineering & Equipment	<b>Company:</b>	ITESM Campus Sinaloa.
<b>Address:</b>	202Greenfield Drive Suite D, EL CAJON, C A 92020	<b>Address:</b>	Blvd. Culiacán # 3773. Culiacán, Sinaloa, México.
<b>Fax:</b>	95 (619) 442-50-43	<b>Fax:</b>	91(67) 17-03-59
<b>Telephone:</b>	95 (619) 442-49-79 95 (619) 442-49-85	<b>Telephone</b>	91 (67) 59-16-00 ext. 1662 91 (67) 59-16-32
<b>Pages including cover: 1</b>		<b>D</b>	February 6th, 1998.

Good Morning, Mr. Hernandez.

I have been doing a studio about a canned products company and, this company needs to increase its productivity thus it is necessary to use automatic equipment in some parts of its process.

This is the reason why I ask you for information of automatic equipment to process canned food. Like automatic sterilization.

You could send me a fax to the number 91(67) 17-03-59, or contact me by telephone 91 (67) 59-16-00 ext. 1662 or send me an E-mail to the following address: [jvazquez@campus.sin.itesm.mx](mailto:jvazquez@campus.sin.itesm.mx).

Thank you for your help.

Sincerely,

Ing. Juan Carlos Vázquez.

# LEONARD ENGINEERING AND EQUIPMENT

202 Greenfield Drive Ste. D ~ El Cajon, Ca. 92020 ~ USA  
Phone (619) 442-4979 ~ Fax (619) 442-5043  
PHONE: (619) 442-4985

February 10, 1998

**TO: ITESM CAMPUS SINALOA,**

**FROM: LEONARD HERNANDEZ,**

**ATTN: ING. JUAN CARLOS VAZQUEZ.**

Estimado Juan:

Quisiera agradecer su interes en nuevo equipo para automatizar su planta. Estamos planificando nuestro viaje a Culiacan, Sinaloa, aproximadamente dentro de dos semanas. Una vez habiendo fijado una fecha, le enviare el itininerario, con unos tres dias de anticipacion. Fue un place conversar con usted y anticipamos vernos proxicamente

Saludos,

  
LEONARD HERNANDEZ

# LEONARD ENGINEERING AND EQUIPMENT

202 Greenfield Drive Ste. D ~ El Cajon, Ca. 92020 ~ USA  
Phone (619) 442-4979 ~ Fax (619) 442-5043  
PHONE: (619) 442-4985

March 03, 1998

**COMPANY: ITESM CAMPUS SINALOA**

**FROM: LEONARD HERNANDEZ,**

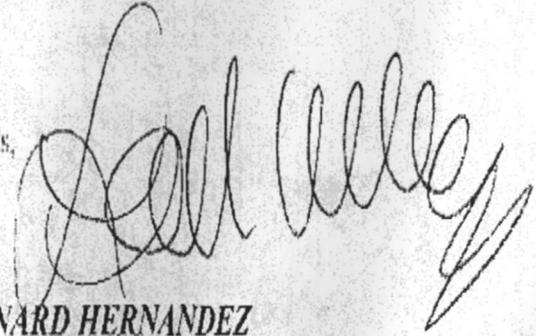
**ATTN: ING. CARLOS VAZQUEZ.**

Estimado Juan,

Estamos planificando nuestra visita a su conserva en Culiacan el día 13 de Marzo. Nuestro itinerario es el siguiente:

Estaremos llegando a Culiacan via Aereo Mexico, a las 11:50 a.m. y regresando el sábado día 14 a las tres de la tarde. En esta primera visita creo que podremos asesorar una gran parte de tu proceso.

Saludos,

  
**LEONARD HERNANDEZ**

# LEONARD ENGINEERING AND EQUIPMENT

202 Greenfield Drive Ste. D ~ El Cajon, Ca. 92020 ~ USA

Phone (619) 442-4979 ~ Fax (619) 442-5043

PHONE: (619) 442-4885

March 31, 1998

COMPANY: ITESM SINALOA

CULIACAN, SINALOA, MEX

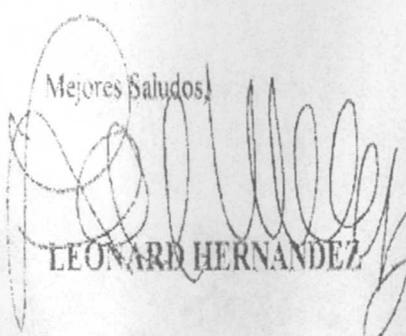
FROM: LEONARD HERNANDEZ,

ATTN: ING. JUAN CARLOS VAZQUEZ

Estimado Juan,

Estoy enviando el itinerario de el Ing. Mike Colleto a tu empresa, favor de hacer reservaciones en algun hotel y de pasar al areopuerto por Mike Colleto. Necesito tu confirmacion de este fax, favor de enviarla.

Mejores Saludos,

  
LEONARD HERNANDEZ

TO Len  
FROM Mike Colletto

ITINERARY  
PAGE NO. 1  
SP-NL/500

MIKE COLLETTO  
7035 HARWARDEN DRIVE  
RIVERSIDE CALIFORNIA 92507

CANYON CREST TRAVEL  
5225 CANYON CREST DR STE 1  
RIVERSIDE CA 92507  
TEL 909-788-7611 FAX 909-788-3092

NAME : COLLETTO/MIKE

CO	DATE	CITY-AIRPORT	TIME	FLIGHT NBR/CLASS	DATE	SUMMARY
A 10	02APR	LV TIJUANA AR CULIACAN	1215P 300P	TAESA	721K	OK SNACK OSTOP 727
A 08	03APR	LV CULIACAN AR TIJUANA	310P 405P	AEROCALIFORNIA	205M	OK SNACK OSTOP 1007

TRIP to CULIACAN

**Leonard Engineering & Equipment**  
Leonard Hernandez  
Food Processing Equipment  
202 Cipesfield Drive  
Suite D  
El Cajon, CA 92020  
(619) 442-4979  
442-4985  
Fax (619) 442-5043

# Fax Cover

<b>To:</b>	Ing. Victor Laboinet	<b>From:</b>	Ing. Juan Carlos Vázquez
<b>Company:</b>	Polingenieros	<b>Company:</b>	ITESM Campus Sinaloa.
<b>Address:</b>	Av. Javier Rojo Gómez n. 424, México D.F.	<b>Address:</b>	Blv.Culiacán#3773. Culiacán, Sinaloa, México.
<b>Fax:</b>	91 (5) 558-20-25	<b>Fax:</b>	91(67) 17-03-59
<b>Telephone:</b>	91(5) 558-10-44	<b>Telephone</b>	91 (67) 59-16-00 ext. 1662 91 (67) 59-16-32
<b>Pages including cover: 1</b>		<b>D</b>	Febrero 9,de 1998.

Buenas tardes Ing Victor Laboinet,

Reciba un afectuoso saludo, la semana pasada me comuniqué con usted por vía telefónica con la finalidad de solicitarle información sobre los equipos automáticos de preparación de alimentos enlatados, esto con el fin de implementar un sistema automático de enlatado en la empresa donde me encuentro realizando un trabajo de investigación.

Por lo cual solicito me pueda proporcionar información sobre los equipos de automatización para productos enlatados con los que cuenta su empresa.

La información me la puede enviar por fax 91(67) 17-03-59 ó al teléfono 91 (67) 59-16-00 ext. 1662 ó bien a la siguiente dirección. Blvd. Culiacán # 3773, Culiacán, Sinaloa, México.

Agradezco su atención y quedo a sus órdenes.

Gracias.

Ing. Juan Carlos Vázquez.



Eje 5 Ota. Rojo Gómez 424 Agrícola Oriental,  
Iztacalco Apartado Postal 33-080 C.P. 08500  
México, D.F. MEXICO  
E-MAIL: mapisa@mail.internet.com.mx

☎ (5) 558-1044  
(5) 558-0622  
(5) 783-9100  
fax (5) 558-2025

**OFERTA NO. 114**  
**26 FEBRERO 1998**

BOULEBARD CULIACAN No. 3773  
RECURSOS  
CULIACAN, SIN.

**AT'N: ING. JUAN CARLOS VAZQUEZ**

014 COCEDOR RAPIDO MARCA POLINOX MODELO COR-9. COCINADOR VERTICAL TIPO RAPIDO CON TAPA HERMETICA, FABRICADO TOTALMENTE EN ACERO INOXIDABLE CON CALENTAMIENTO POR VAPOR DIRECTO PARA TIEMPO DE COCIMIENTO MAS CORTO, CON  $\phi$  97 MM POR 122 MM. OTRAS CAPACIDADES Y DIMENSIONES SEGUN REQUERIMIENTOS.

PRECIO EN NUESTRA PLANTA EN MEXICO, D.F. \$ 99,950.-

CONTROLES PARA EL COCEDOR ANTERIOR \$ 11,500.-

4 CANASTILLAS EN ACERO INOXIDABLE PARA EL COCEDOR ANTERIOR  
\$ 11,500.- C/U \$ 46,000.-

UNA ESTRUCTURA DE BANDERA \$ 11,750.-

080 CUATRO CARROS TINA TOTALMENTE EN ACERO INOXIDABLE T-304 O T-316, PARA TRASPORTE DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS, TIPO TRONCO CONICO, DISEÑO SANITARIO.

ESPECIFICACIONES:

ANCHO: 565 MM	LARGO: 740 MM	ALTO: 800 MM
LITROS: 330	PESO: 40 KG	VOL.: 0.7 M3

PRECIO EN NUESTRA PLANTA EN MEXICO, D.F.  
\$ 9,800.- C/U \$ 39,200.-

MARMITA QUICK OPEN

PRECIO EN NUESTRA PLANTA EN MEXICO, D.F. \$269,950.-

MAS 15 % DE I.V.A.

CONDICIONES: 50 % CON EL PEDIDO SALDO AL RECOGER

TIEMPO DE ENTREGA: 90/120 DIAS DESPUES DE RECIBIDA SU ORDEN EN FIRME Y ANTICIPO.

HOJA NO. 2

**GARANTIA:** EN NUESTRA PLANTA, 12 MESES CONTRA  
DEFECTOS DE FABRICACION Y MANO DE OBRA.

COTIZACION SUJETA A CAMBIO SIN PREVIO AVISO Y NO INCLUYE  
GASTOS DE INSTALACION NI OBRA CIVIL.

MAPISA INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.

  
ING. FRANCISCO MONTERO G.  
DIRECTOR GENERAL

FMG/ABM\*/VLG\*

# Fax Cover

<b>To:</b>	Mr. Michel Colleto	<b>From:</b>	Ing. Juan Carlos Vázquez
<b>Company:</b>	Equipment Systems Corporation	<b>Company:</b>	ITESM Campus Sinaloa.
<b>Address:</b>	101 California Ave. Suite 100 Corona, C.A. 91719	<b>Address:</b>	Blv.Culiacán#3773. Culiacán, Sinaloa, México.
<b>Fax:</b>	001(909) 273-34-89	<b>Fax:</b>	91(67) 17-03-59
<b>Telephone:</b>	001(909) 273-34-90	<b>Telephone</b>	91 (67) 59-16-00 ext. 1662 91 (67) 59-16-32
<b>Pages including cover: 1</b>	1	<b>D</b>	April 24 <sup>th</sup> , 1998.

Good morning Mr. Colleto.

How are you?

How was the study about the company?

Did you find the automatic equipment to process canned food? Like rotative automatic sterilization equipment?

I have been sending an E-mail to the following address: **eebesc@linkline.com** but it was returned to me.

This is the reason why I'm sending you this fax.

You could send me a fax to the number 91(67) 17-03-59 or contact me by telephone 91 (67) 59-16-00 ext. 1662 or send me an E-mail to the following address: **jvazquez@campus.sin.itesm.mx**

Thank you for your help.

Sincerely,  
Ing. Juan Carlos Vázquez.

## BIBLIOGRAFÍA

Amstead, B. H. Procesos de Manufactura : Versión SI. México : CECSA, 1994.

Baca Urbina, Gabriel. Evaluación de Proyectos : Análisis y Administración del Riesgo. 2ª ed. México : McGraw-Hill, 1994.

Ballou, Ronald H. Business Logistics Management. 3<sup>rd</sup> ed. Englewood Cliff, N. J.: Prentice-Hall, c1992.

Bernardo, Francisco P. Design & Implementation of Low Cost Automation. Tokyo: Asian Productivity Organization, 1972.

Burns, Marshall, Automated fabrication : Improving Productivity in Manufacturing. Englewood Cliff, N.J. : PTR Prentice-Hall, c1993.

Colleto, Michel. Gerente de Servicio. Leonard Engineering Co. Entrevista personal, Abr. 1998.

Coss Bu, Raúl. Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión. México: Limusa, 1993.

Coss Bu, Raúl. Simulación: un Enfoque Práctico. México: Limusa; Noriega, 1991.

Diccionario de la Lengua Española. Madrid: Real Academia de la Lengua Española: Espasa-Calpe, c1992.

Documento de Políticas. Empresa: Culiacán, Sin., 1997.

García, Francisco. Director del Centro de Competitividad Internacional. ITESM Campus Sinaloa. Entrevista personal, Mar. 1998.

Gutiérrez, Mario. Administrar para la Calidad: Conceptos Administrativos de Control Total de Calidad. México: Limusa; Noriega, 1991.

Groover, Mikell P., Automation, Production, Systems and Computer-Integrated Manufacturing. Englewood Cliff, N.J.: Prentice-Hall, c1987.

Groover, Mikell P., Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales, Procesos y Sistemas. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, c1996.

Hillier, Frederick S., Lieberman, Gerald J. Introducción a la Investigación de Operaciones. México: McGraw-Hill, 1997.

Información de Producción de la Empresa. Culiacán, Sin.: Departamento de Producción:  
Empresa, 1997.

Información Financiera de la Empresa. Culiacán, Sin.: Departamento de Finanzas:  
Empresa, 1997.

Levin, Baron F., "Processed Foods Get a Kick in the Can". Business Mexico. (1994). V.4,  
4-6, Feb. 1998.

López Monroy, Aristeo. Catedrático de los cursos: Análisis y evaluación de proyectos I y  
II. ITESM Campus Sinaloa. Entrevista personal, Mar. 1998.

Meredith, Jack R., Suresh, Nallan. "Justification Techniques for Advanced Manufacturing  
Technologies". International Journal of Production and Research. (1986). V. 24, N. 5, 1043-  
1057. Mar. 1998.

Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial: Estudio de Tiempos y Movimientos. México:  
Alfaomega, c1989.

Parker, Kevin " Forget 'Promise Them Everything ". Manufacturing Systems. (1995)  
ABI/INFORM. CD-ROM. UMI-Proquest. Oct. 1996.

Principios de Control de Procesamiento Térmico y Evaluación de Cierres de Recipientes.

Berkeley, California, EUA: National Canners Association, 1975.

Rivera, Javier. Ingeniero de manufactura. Empresa. Entrevista personal, Sep. 1997.

