

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

**LA ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS APLICADA  
A UN DEPARTAMENTO DE REFRIGERACIÓN  
Caso práctico repuestos y accesorios**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

**POR**

**JUAN CARLOS SOLANO CAMPOS**

**PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

ADMINISTRADOR DE EMPRESAS

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

LICENCIADO

GUATEMALA, MAYO DE 2006

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

DECANO	Lic. Eduardo Antonio Velásquez Carrera
SECRETARIO	Lic. Oscar Rolando Zetina Guerra
VOCAL 1º	Lic. Cantón Lee Villela
VOCAL 2º	Lic. Álvaro Joel Girón Barahona
VOCAL 3º	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
VOCAL 4º	P.C. Mario Roberto Flores Hernández
VOCAL 5º	P.C. José Abraham González Lemus

EXAMINADORES DE ÁREAS PRÁCTICAS

Área Matemática-Estadística	Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras
Área Administración-Finanzas	Lic. Nery Leonidas Guzmán de León
Área Mercadotecnia-Operaciones	Lic. Hiliana Amarilis Cardona Recinos

JURADO QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS

Presidente:	Lic. Vicente Freixas Pérez
Secretaria:	Lic. Friné Argentina Salazar Hernández
Examinador:	Lic. Marlenne Ivónne Bran García

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

f. \_\_\_\_\_  
Lic. Vicente Freixas Pérez  
Presidente

f \_\_\_\_\_  
Licda. Friné Argentina Salazar Hernández  
Secretaria

f \_\_\_\_\_  
Licda. Marlenne Ivonne Bran García  
Examinadora

## **ACTO QUE DEDICO**

Padre de la Gloria, gracias te doy por la vida, gracias por haberme bendecido desde antes de abrir mis ojos en esta sagrada tierra y nacer bajo el seno de mis padres, gracias por permitirme alcanzar este triunfo y llenar de alegría su corazón, porque ha sido por medio de ellos que me has enseñado el camino de la vida. Gracias por cada miembro de mi familia porque son de suma importancia en mi vida.

Padre, gracias una vez mas, por haberme bendecido permitiéndome conocer y compartir con todas los amigos de la infancia, de estudio, de trabajo y todas las personas que han intervenido en mi formación profesional, para quienes te pido que bendigas en gran manera, les des prosperidad y les acompañes en cada momento de su vida.

Dedicado especialmente a la memoria de mi hermano Manuel de Jesús Solano Campos

**“Demos gracias al Dios de los cielos:  
porque su bondad amorosa es hasta tiempo indefinido”**

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

<b>Introducción</b>	i
<b>I Investigación de operaciones</b>	<b>1</b>
1 Definición	1
2 Administración de inventarios	1
2.1 Inventario	1
2.1.1 Propósito de los inventarios	1
2.1.2 Clases de inventarios	2
2.1.3 Sistema de inventario de cantidad de pedidos fijos	2
2.1.4 Sistema de inventario de intervalo de pedido fijo.	4
2.2 Sistema de inventario ABC	5
2.3 Pronósticos	6
2.3.1 Tipos de pronósticos	6
2.4 Estadística	6
2.4.1 Descripción de simbología utilizada	6
<b>II Industria</b>	<b>8</b>
1 Definición	8
2 Tipos de industria	8
2.1 Industria de alimentos	9
2.1.1 Industria de refrescos carbonatados	9

**CAPÍTULO II**  
**SERVICIO TÉCNICO DE REFRIGERACIÓN**

<b>I</b>	<b>Refrigeración</b>	10
1	Definición	10
2	Principios de refrigeración	10
3	Refrigerante	10
3.1	Clases de refrigerante	10
4	Equipos de refrigeración	11
4.1	Equipos de refrigeración doméstica	11
4.2	Equipos de refrigeración comercial	11
5	Clases de equipos de refrigeración	11
5.1	De aire forzado	11
5.2	De placa fría	11
6	Equipos de refrigeración utilizados	12
7	Técnico en refrigeración	12
8	Servicio técnico	12
8.1	Servicio preventivo	13
8.2	Servicio correctivo	13

**CAPÍTULO III**  
**SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO**  
**DE SERVICIO TÉCNICO DE REFRIGERACIÓN**

<b>I</b>	<b>Metodología utilizada para el desarrollo de la investigación</b>	14
<b>II</b>	<b>Antecedentes de la empresa</b>	14
1	Unidad de análisis	14
2	Servicio al cliente	15
2.1	Objetivos de servicio al cliente	16
2.2	Características del producto	16
2.3	Productos que fabrica y distribuye	16

<b>III</b>	<b>Departamento de servicio técnico de refrigeración</b>	<b>17</b>
1	Objetivos del departamento de servicio técnico de refrigeración	17
2	Estructura del departamento de servicio técnico de refrigeración	18
3	Procedimiento aplicado para la prestación del servicio	19
3.1	Recepción de la solicitud	19
3.2	Evaluación de la solicitud	19
3.3	Atención a la solicitud de servicio	19
3.4	Seguimiento	19
4	Factores que afectan la prestación del servicio	20
4.1	Factores internos	20
5	Repuestos y accesorios requeridos	21
5.1	Repuestos para equipos de refrigeración	22
5.2	Repuestos para equipos Post-Mix	23
5.3	Déficit de repuestos y accesorios	24
5.4	Determinación del costo e inventario	30
5.5	Ingeniería de los equipos de refrigeración	33
<b>IV</b>	<b>Usuarios del servicio</b>	<b>33</b>
1	Servicio que se presta	33
2	Tiempo de respuesta a la solicitud de servicio	34
2.1	Investigación de campo	34
2.1.1	Cálculo de la muestra	34
2.1.2	Metodología utilizada en la investigación	35
2.1.3	Investigación de campo	36



**CAPÍTULO IV**  
**MODELO DE INVENTARIOS APLICADO**  
**A UN DEPARTAMENTO DE SERVICIO TÉCNICO**  
**DE REFRIGERACIÓN**  
**(repuestos y accesorios)**

<b>I</b>	<b>Criterios aplicados para el desarrollo del aporte propositivo</b>	<b>41</b>
<b>II</b>	<b>Objetivos del aporte propositivo</b>	<b>42</b>
<b>III</b>	<b>Administración de inventarios</b>	<b>42</b>
	1 Pronóstico de demanda	43
	2 Determinación del lote óptimo	56
	2.1 Ejemplo 1	56
	2.2 Ejemplo 2	57
	2.3 Ejemplo 3	58
	2.4 Costo anual de mantenimiento	59
	3 Clasificación de repuestos según sistema ABC	63
<b>IV</b>	<b>Ventajas</b>	<b>68</b>
<b>V</b>	<b>Metodología para su implementación</b>	<b>69</b>
<b>VI</b>	<b>Costos para la implementación de lo propuesto</b>	<b>69</b>
	1 Determinación del costo total anual y proyectado	70
<b>VII</b>	<b>Procedimiento para que el cliente emita la solicitud de Servicio</b>	<b>75</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>76</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>78</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>79</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Productos que fabrica y distribuye la empresa unidad de análisis	17
Cuadro 2	Listado de repuestos y accesorios de refrigeración	22
Cuadro 3	Listado de repuestos y accesorios Post-Mix	23
Cuadro 4	Comportamiento de la demanda repuestos refrigeración	24
Cuadro 5	Comportamiento de la demanda repuestos Post-Mix	25
Cuadro 6	Cálculo del déficit de repuestos y accesorios refrigeración	26
Cuadro 7	Cálculo del déficit de repuestos y accesorios Post-Mix	27
Cuadro 8	Inventario y costo promedio actual repuestos refrigeración	30
Cuadro 9	Inventario y costo promedio actual repuestos Post-Mix	31
Cuadro 10	Solicitudes de servicio primer semestre de 2005	32
Cuadro 11	Procedimiento para el cálculo del pronóstico de demanda (espigas)	43
Cuadro 12	Procedimiento para el cálculo del pronóstico de demanda (extensión)	44
Cuadro 13	Procedimiento para el cálculo del pronóstico de demanda (lámpara)	45
Cuadro 14	Determinación del consumo mensual de repuestos de refrigeración	46
Cuadro 15	Consumo promedio y costo de repuestos refrigeración	47
Cuadro 16	Aplicación de variables X & Y repuestos de refrigeración	48
Cuadro 17	Producto de variables X * Y repuestos de refrigeración	49
Cuadro 18	Determinación del pronóstico de repuestos refrigeración	50
Cuadro 19	Determinación del consumo de repuestos Post-Mix	51
Cuadro 20	Consumo promedio y costo repuestos Post-Mix	52
Cuadro 21	Aplicación de variables de cálculo repuestos Post-Mix	53
Cuadro 22	Determinación de valores de X * Y Post-Mix	54

Cuadro 23	Determinación del pronóstico repuestos Post-Mix	55
Cuadro 24	Costo anual de mantenimiento repuestos refrigeración	59
Cuadro 25	Determinación del lote óptimo y nivel de reposición repuestos de refrigeración	60
Cuadro 26	Costo anual de mantenimiento repuestos Post-Mix	61
Cuadro 27	Determinación del lote óptimo y nivel de reposición repuestos Post-mix	62
Cuadro 28	Clasificación ABC para repuestos refrigeración	64
Cuadro 29	Clasificación ABC para repuestos Post-Mix	66
Cuadro 30	Costos para la implementación de lo propuesto	69
Cuadro 31	Inversión en compra de repuestos y accesorios de refrigeración y Post-Mix	70
Cuadro 32	Cuadro comparativo del costo actual y proyectado repuestos de refrigeración	72
Cuadro 33	Cuadro comparativo del costo actual y proyectado repuestos Post-Mix	73
Cuadro 34	Resumen de los resultados obtenidos en los Cuadros 32 y 33	74

## **ÍNDICE DE GRÁFICAS**

Gráfica 1	Organigrama de puestos del departamento de Refrigeración	18
Gráfica 2	Comparación de compras y el comportamiento de la demanda de repuestos refrigeración	28
Gráfica 3	Comparación de compras y el comportamiento de la demanda de repuestos Post- Mix	29
Gráfica 4	Determinación de exclusividad del cliente	36
Gráfica 5	Clase de equipo en el punto de venta	37
Gráfica 6	Tiempo real de respuesta a solicitud del cliente	38
Gráfica 7	Causas por las que no compraría el producto	40
Gráfica 8	Comportamiento del inventario de repuestos de Refrigeración según clasificación ABC	65
Gráfica 9	Comportamiento del inventario de repuestos Post-Mix según clasificación ABC	67

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

Boleta de encuesta realizada a detallistas	80
Sistema de refrigeración	81

## INTRODUCCIÓN

Para alcanzar el liderazgo en el mercado, las empresas deben invertir en diferentes estrategias, generalmente en publicidad, promociones de ventas y otras actividades encaminadas a motivar al consumidor a comprar los productos que comercializan. La empresa que realice de mejor manera esas actividades, podrá tener mejores oportunidades en posicionarse y lograr mayor participación en el mercado. Sin embargo, más allá de todo el esfuerzo promocional y publicitario que se realice, existen otros aspectos que contribuyen a lograrlo y en muchas ocasiones es un elemento determinante en la decisión de compra.

Este estudio está enfocado en la importancia que tiene la refrigeración en la decisión de compra del consumidor. Para una empresa productora y distribuidora de refrescos carbonatados la refrigeración es determinante, para que en el momento que el consumidor adquiere sus productos, los mismos estén a una temperatura que satisfaga sus necesidades de sed y es por ello que éstas empresas proporcionan en calidad de préstamo al cliente detallista equipo de refrigeración y adicionalmente adquieren el compromiso de proporcionar el mantenimiento correspondiente, para lograrlo necesitan contar con personal capacitado y un inventario de soporte que garantice la pronta atención a las solicitudes de servicio. Por tal motivo, la presente investigación trata sobre la administración de inventarios aplicada a un departamento de refrigeración.

Este documento esta constituido por cuatro capítulos; en el capítulo uno, se hace referencia a la terminología aplicada respecto a la administración de operaciones y administración de inventarios; en el capítulo dos, se desarrollan definiciones relacionadas con aspectos técnicos de refrigeración. El capítulo tres contiene el aporte de la investigación y en el capítulo cuatro, se desarrolla el aporte propositivo de la investigación y en base a ellos, se elaboraron las conclusiones y recomendaciones.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

Debido a que el objetivo de la investigación, lo constituye la administración de inventarios aplicada al departamento de servicio técnico de refrigeración, se considera necesario definir y comentar aspectos técnicos del servicio y de la administración de operaciones.

### **I Investigación de Operaciones**

#### **1 Definición**

“Es el estudio sistemático de un problema mediante la recopilación de datos, la construcción de un modelo matemático, la experimentación con el modelo, el pronóstico de operaciones futuras y la obtención del apoyo de la dirección para el uso del modelo.” (4:45)

#### **2 Administración de Inventarios**

“Conjunto de técnicas usadas para ayudar a los gerentes a determinar cuándo deben reabastecerse los actuales inventarios y cuánto debe ordenarse.” (3:639)

##### **2.1 Inventario**

Está conformado por la cantidad de unidades físicas de materia prima, producto en proceso, producto terminado, de accesorios, etc. En la presente investigación se analizará el procedimiento utilizado para el control de inventario de repuestos y accesorios de refrigeración y post-mix.

##### **2.1.1 Propósito de los inventarios**

“El propósito primordial de los inventarios es desacoplar las diferentes fases del área de operaciones. El inventario de materias primas

desconecta a un fabricante de sus vendedores; el inventario de producto en proceso desengrana las varias etapas de la manufactura y el inventario de producto terminado desacopla a un fabricante de sus clientes”. (8:445)

De acuerdo a lo anteriormente descrito, se puede determinar la importancia que representa el inventario de repuestos y accesorios, para el Departamento de Servicio Técnico. El desacoplamiento, representa en este caso, las pérdidas que se generan en el nivel de ventas al tener equipos de refrigeración en mal estado. Estas pérdidas pueden minimizarse mediante la prestación de un servicio eficiente y gran parte de éste puede garantizarse al tener un inventario que se ajuste a los requerimientos solicitados por los clientes detallistas.

### **2.1.2 Clases de Inventario**

“Las empresas, requieren de varios tipos de inventarios. Dentro de éstos se incluyen el inventario de materias primas o insumos, de producto en proceso, de operación y el inventario de productos terminados.” (7:426)

Los repuestos y accesorios utilizados en el Departamento de Servicio Técnico de Refrigeración se clasifican como un inventario de materia prima, debido a que éstos representan los insumos por medio de los cuales se realiza la reparación del equipo de refrigeración.

### **2.1.3 Sistema de inventarios de cantidad de pedido fijo**

“Corresponde a la demanda independiente, está influenciada por las condiciones del mercado, por lo tanto es independiente a las operaciones del negocio. Los inventarios de productos terminados y las partes de repuesto para reemplazo, generalmente tienen demanda independiente. “ (8:460)

En este sistema de inventarios existen 4 casos, los cuales se aplican de acuerdo a los siguientes criterios:

- Caso 1: La tasa de utilización o consumo se conoce con certeza.  
El pedido consta de la misma cantidad, se recibe de inmediato y el periodo de solicitar el pedido es el mismo.  
No existe tiempo de espera.  
No existe agotamiento del inventario debido a que el despacho es de inmediato.
- Caso 2: La tasa de utilización no se conoce con certeza  
El pedido consta de la misma cantidad, se recibe de inmediato, el intervalo de pedido varia de acuerdo a las fluctuaciones en el consumo.  
Tiempo de espera no existe.  
No existe agotamiento del inventario debido a que el despacho es de inmediato.
- Caso 3: La tasa de utilización o consumo se conoce con certeza.  
El pedido consta de la misma cantidad, no se recibe de inmediato, el periodo del pedido es el mismo,  
Existe tiempo de espera.  
Puede existir agotamiento de inventarios.  
Debe determinarse el nivel de reposición.
- Caso 4: La tasa de utilización se calcula, durante el tiempo de espera.  
El pedido consta de la misma cantidad.  
Existe tiempo de espera.



El agotamiento de inventario se especifica proporcionalmente al tiempo que se está dispuesto a carecer de existencias, se denota con valores de "Z".  
Debe determinarse el nivel de reposición.

#### **2.1.4 Sistema de intervalo de pedido fijo:**

"Corresponde a la demanda dependiente, la que esta relacionada a la demanda de otro artículo. Cuando los productos están formados de partes y ensambles, la demanda de esos componentes depende de la demanda por el producto final." (2:460)

En este sistema de inventario, existen dos casos:

- Caso 1: La tasa de consumo es variable  
El tamaño del pedido varía de acuerdo a las fluctuaciones en la utilización.  
No existe tiempo de espera.  
Se asume que el nivel de reposición es inmediato, sin embargo puede existir agotamiento de inventarios.  
El nivel de reposición se hace en puntos fijos del tiempo igualmente espaciados y predeterminados.  
Existe inventario máximo e inventario de seguridad.
- Caso 2: La tasa de consumo es variable.  
La cantidad del pedido es variable y está determinada por el inventario máximo.  
Existe tiempo de espera.  
Es factible que exista agotamiento.  
El nivel de reposición esta determinado por puntos fijos.

## 2.2 Sistema de inventario ABC

El sistema de inventarios ABC tiene como función clasificar en orden de importancia los artículos, en relación al movimiento dentro del proceso de producción y la inversión concentrada en cada grupo, con el fin de fijar los controles adecuados.

“La clasificación ABC, se utiliza para identificar los pocos productos significativos y los muchos no significativos, con el fin de controlar de cerca los que generen mayor movimiento y necesiten mayor inversión.”  
(8:483)

El criterio que se utiliza para la aplicación del este modelo de inventario es el siguiente:

### Clasificación del inventario ABC

Clase	A	B	C	TOTAL
Agrupación de artículos	20%	30%	50%	100%
Concentración de la inversión	80%	15%	5%	100%

Fuente: Administración de operaciones. Schoeder, Roger (8:484)

Este criterio puede variar en cuanto a la cantidad de productos o en relación a la concentración de la inversión.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se elaboró la clasificación correspondiente a este modelo de inventario para repuestos de refrigeración y repuestos post-mix de forma separada.

## **2.3 Pronóstico**

“Hacer una predicción del futuro, misma que se usa para tomar dos amplios tipos de decisiones: decisiones operativas en curso y decisiones estratégicas a largo plazo.” (3:871)

### **2.3.1 Tipos de pronósticos**

“Las organizaciones utilizan tres tipos principales de pronósticos. pronósticos económicos, tecnológicos y de demanda.” (7:47)

#### **✓ Pronóstico de demanda**

“Está constituido por las proyecciones de la demanda para los productos o servicios de una compañía. Estos pronósticos, conducen la producción de una compañía, la capacidad, y los sistemas de programación, y sirven como insumos a la planeación financiera, de mercado y de personal.” (7:48)

En este estudio, se utilizará el pronóstico como una herramienta que permitirá determinar el consumo de repuestos y accesorios, de acuerdo a las solicitudes mensuales de servicio y contribuirá a establecer el inventario de soporte que garantice la prestación del servicio técnico de refrigeración.

## **2.4 Estadística**

“Rama de las matemáticas que se ocupa de reunir, organizar y analizar datos numéricos y que ayuda a resolver problemas como el diseño de experimentos y la toma de decisiones.” (4:45)

### **2.4.1 Descripción de Simbología Utilizada**

Para la realización de los cálculos matemáticos, será necesario aplicar algunos procedimientos mediante la resolución de fórmulas, por lo que

a continuación se define el significado de la simbología contenida en este documento:

- ✓ **Cantidad óptima (Qo):** Consiste en el volumen de artículos que debe pedirse o producirse según las características del caso.
- ✓ **Costo de preparación de pedido (Cp):** Es el valor monetario que una empresa debe considerar para elaborar un pedido a un proveedor.
- ✓ **Costo de mantenimiento (Cm):** Son los costos que se relacionan con la conservación y almacenamiento de los artículos en bodega, más los sueldos de personal y seguros contra siniestros.
- ✓ **Demanda (D):** Es la cantidad de productos que se necesitan para cubrir las solicitudes de servicio.
- ✓ **Tiempo de espera (Te):** Es aquel que tarda un pedido en ser recibido.
- ✓ **(2) Factor de ajuste.**
- ✓ **Pronóstico de Mínimos Cuadrados (Yc):** Representa el valor obtenido mediante la aplicación de la fórmula matemática ( $Yc = a + b \cdot x$ ) y en este caso, establece la demanda proyectada para el mes siguiente.
- ✓ **Sumatoria ( $\Sigma$ )**
- ✓ **(a)** Es el resultado de la fórmula ( $\Sigma y/n$ ), donde ( $\Sigma y$ ) representa la sumatoria de la demanda mensual de repuestos y accesorios (enero a julio), y (**n**) representa el número de meses que se tomaron para realizar el pronóstico.

v (b) Es el resultado de la formula  $(\Sigma XY/\Sigma X^2)$ , donde (X) está representado por valores dados y (Y) la demanda mensual.  $(X^2)$  representa los valores asignados a (X) elevados al cuadrado. La aplicación de cada una de estas fórmulas se encuentra explicado de manera detallada en la página 43, de este documento.

## II Industria

### 1 Definición

“Conjunto de operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos. Por extensión, el conjunto de las actividades en un territorio o país.” (6: s/n)

### 2 Tipos de industria

Como se describió anteriormente, la industria está conformada por el conjunto de actividades de un país, este término se puede aplicar a un amplio abanico de actividades, como la ganadería, **la alimentación**, el turismo, la manufactura, etc. Engloba la producción a cualquier escala, desde la local, a veces conocida como industria artesanal, hasta la multinacional o transnacional.

En esta investigación se hace referencia específicamente en la industria de alimentos, debido a que la empresa en la que se ha desarrollado este estudio, se dedica a la fabricación de refrescos carbonatados y la refrigeración es parte fundamental en la conservación de alimentos que en el caso específico de los refrescos carbonatados es determinante para lograr la satisfacción del consumidor final.

## **2.1 Industria de alimentos**

“Parte esencial de la cadena de alimentación, que abarca todos los aspectos de la producción de alimentos.” (6: s/n)

### **2.1.1 Industria de refrescos carbonatados**

Es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de refrescos carbonatados (aguas gaseosas). En Guatemala, existen varias empresas dedicadas a esta actividad, sin embargo, solamente tres de éstas cubren la mayor parte del mercado a nivel nacional.

Cada una de ellas aplica la misma estrategia, respecto a proporcionar equipo de refrigeración a los detallistas y se constituye como una estrategia eficaz por medio de la que se puede alcanzar mayor cobertura y participación en el mercado. Es debido a esto que se requiere, que el servicio técnico de refrigeración deba prestarse en el menor tiempo posible.

#### **✓ Refresco carbonatado**

Comúnmente se conoce como agua gaseosa, y se compone de esencia, agua tratada y gas carbónico. Se elabora bajo estrictas normas de higiene y salubridad.

Una de las características básicas que permiten disfrutar este tipo de refrescos, lo constituye el enfriamiento, debido a que de esta manera el gas carbónico cumple su función molecular en el agua, generando el estado burbujeante y el sabor acidulante en estos productos.

## CAPÍTULO II

### SERVICIO TÉCNICO DE REFRIGERACIÓN

#### I Refrigeración

##### 1 Definición

“Enfriamiento artificial de un cuerpo, que se obtiene al poner éste en contacto con otros cuerpos capaces de absorber calor, tales como algunos sólidos en su paso al estado líquido, algunos líquidos al pasar al estado gaseoso y algunos gases en fase de expansión.” (1:3)

##### 2 Principios de refrigeración

“**Frío:** Es una ausencia relativa de calor.” (9:9)

“**Evaporación:** La evaporación va acompañada de enfriamiento, cuanto mayor es la velocidad de evaporación del líquido, mayor es la cantidad de calor que se pierde y más frío se siente en el área.” (9:10)

“**Pérdida de calor:** Consiste en la forma de extraer el calor de un cuerpo, el que se puede lograr por medio de: conducción, convección y radiación.” (9:12)

“**Humedad relativa:** Relación entre la humedad absoluta en un momento dado y la cantidad de vapor de agua necesaria para saturar un metro cúbico de aire a la misma temperatura.” (9:14)

##### 3 Refrigerante

“Sustancia que hace descender la temperatura.” (1:s/n)

###### 3.1 Clases de refrigerante:

“Estas sustancias suelen recibir distintos nombres según su aplicación: R-11, R-12, R-22. Es importante mencionar que estos

refrigerantes saldrán del mercado en pocos años, debido a que sus componentes son dañinos al medio ambiente porque deterioran la capa de ozono. Para sustituirlos, se han fabricado nuevos refrigerantes, el más utilizado se denomina R-134<sup>a</sup>.” (1: s/n)

## **4 Equipos de refrigeración**

### **4.1 Equipos de refrigeración doméstica**

Son los equipos utilizados en hogares, conocidos comúnmente como refrigeradoras, que en Guatemala existen de diferentes medidas y en una cantidad considerable de proveedores de diferentes marcas.

### **4.2 Equipos de refrigeración comercial**

Son los utilizados por una gran cantidad de empresas comercializadoras de diferentes clases de productos, entre ellas se encuentran las embotelladoras de refrescos carbonatados. A estos equipos se les conoce comúnmente como cámaras refrigerantes.

## **5 Clases de equipos de refrigeración**

### **5.1 De aire forzado**

Son todos aquellos refrigeradores horizontales o verticales que cuentan con un sistema de enfriamiento por medio de ventilación y su proceso de enfriamiento es relativamente más rápido. Ejemplo: refrigeradoras no-frost.

### **5.2 De placa fría**

Son todos aquellos refrigeradores horizontales o verticales que cuentan con un sistema de enfriamiento en la parte superior del mueble conocido como evaporador, por medio del cual se logra el enfriamiento



del espacio. Su proceso de enfriamiento es relativamente más lento que el de los equipos de aire forzado. (ver anexo 2, figura No. 1)

## **6 Equipos de refrigeración utilizados**

La empresa embotelladora objeto de estudio, utiliza equipos de refrigeración de placa fría y de aire forzado en muebles horizontales (ver anexo 2, figura 2) y verticales. Aproximadamente el 85% de los equipos son de aire forzado en muebles verticales, denominados cámaras refrigerantes, (ver anexo 2, figura No.3). debido a que por su diseño permite una mejor exhibición de las diferentes presentaciones y productos distribuidos.

Adicionalmente, se cuenta con equipo especial conocido con el nombre de Post-Mix, este nombre se les dio debido a que en estos equipos se mezcla el jarabe, el agua y el gas carbónico, lo que da origen a un refresco carbonatado instantáneo y frío. Ejemplo: bebidas que sirven en restaurantes de comida rápida, cines y tiendas de conveniencia.

## **7 Técnico en refrigeración**

Es la persona que posee los conocimientos teóricos y prácticos sobre el manejo y mantenimiento de los equipos de refrigeración. Actualmente el Departamento de Servicio Técnico de Refrigeración, está integrado por dos técnicos de servicio post-mix, cinco técnicos de servicio de refrigeración y cuatro auxiliares que realizan actividades en las dos áreas.

## **8 Servicio técnico**

Consiste en el respaldo que la empresa pueda prestar respecto al mantenimiento de los equipos en el punto de venta y su capacidad de respuesta a las solicitudes del mismo. Para el mantenimiento de los equipos, puede darse dos tipos de servicio técnico:

### **8.1 Servicio preventivo**

Consiste en hacer un chequeo general a cada equipo con el fin de detectar y corregir los defectos que en un futuro puedan afectar su funcionamiento. Sin embargo, su costo es demasiado alto. Este servicio no lo presta la empresa actualmente, ya que para implementarlo, se necesita contar con una mayor cantidad de personal y elaborar un programa de visitas.

### **8.2 Servicio correctivo**

Consiste en el servicio que se presta cuando el equipo ha sufrido desperfectos mecánicos que impiden su funcionamiento, este servicio se presta en el punto de venta cuando es una reparación menor y se traslada al taller cuando se necesita una reparación mayor.

La principal desventaja en la prestación de este servicio, consiste en el tiempo que el cliente deberá esperar para que se ejecute la reparación del equipo.

**CAPÍTULO III**  
**SITUACIÓN ACTUAL DEL DEPARTAMENTO**  
**DE SERVICIO TÉCNICO DE REFRIGERACIÓN**

**I Metodología utilizada para el desarrollo de la investigación**

- ✓ Previo a la realización del trabajo de investigación se aplicó el método de observación, para evaluar de manera general los procedimientos aplicados para el control de inventarios.
  
- ✓ Se realizó una investigación documental, en la que se analizó la estructura del departamento, reportes de solicitudes de servicio y las órdenes de compras de repuestos y accesorios de refrigeración y Post-Mix.
  
- ✓ Se realizó una investigación de campo, utilizando el método probabilístico, para lo cual se elaboró una boleta de encuesta y la recopilación de la información se realizó mediante la aplicación de la técnica de entrevista personal. La investigación tiene como objetivo evaluar la satisfacción del cliente con respecto al servicio prestado.
  
- ✓ Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la fórmula para poblaciones finitas.

**II Antecedentes de la empresa**

**1 Unidad de análisis**

La investigación se ha realizado en una empresa embotelladora ubicada en la ciudad capital. Evaluando específicamente la administración de inventarios en el departamento de servicio técnico de refrigeración.

La empresa inició sus operaciones en Guatemala, en la década de 1950, a través de la inversión de empresarios norteamericanos. Hacia el año de 1968, se consideró la posibilidad de colocar equipo de refrigeración en el punto de venta y en 1970 se inició con la compra de dicho equipo, siendo en ese mismo año que se integró el departamento de servicio técnico de refrigeración. La primera compra fue de 20 equipos de refrigeración y en ese momento no representaba un importante rubro de gasto por concepto de su mantenimiento. En el transcurso de los años, el crecimiento del mercado fue aumentando considerablemente, no obstante, el tener equipo de refrigeración en el mercado aun no era una estrategia competitiva.

En el año de 1985 la empresa fue adquirida por empresarios guatemaltecos, y fue el principio de las inversiones a gran escala en la compra de equipo de refrigeración. En 1995, se encontraban instalados en el mercado un promedio de 6,000 equipos.

En 1997 la empresa es absorbida por una corporación multinacional que implementa una estrategia agresiva en cuanto a la inversión en la compra de equipo de refrigeración y su instalación en diferentes puntos de venta. Esta situación ha generado un incremento considerable en las solicitudes de servicio, lo que demanda mayor efectividad del departamento de servicio técnico de refrigeración.

## **2 Servicio al cliente**

Consiste en el conjunto de prestaciones adicionales a las del producto básico. En este caso, una de esas prestaciones la constituye el otorgar en calidad de préstamo equipos de refrigeración a los clientes, así como el respaldo técnico para el mantenimiento de los equipos.

Para lograrlo, la empresa cuenta con un departamento de servicio al cliente, cuya función principal es centralizar toda la información de las solicitudes

recibidas de los clientes, clasificarlas y enviarlas a los departamentos correspondientes.

### **2.1 Objetivos de servicio al cliente**

- ✓ Recopilar todas las solicitudes de servicio emitidas por el cliente y enviarlas al departamento correspondiente.
  
- ✓ Auditar el tiempo de respuesta a las solicitudes y enviar las notificaciones correspondientes.

### **2.2 Características del producto**

Es un producto alimenticio clasificado en el renglón de las bebidas. El tiempo de vida varía según su envase, sin embargo la característica principal en estos productos radica en el enfriamiento debido a que solamente de esta manera puede alcanzarse la satisfacción del consumidor.

### **2.3 Productos que fabrica y distribuye**

En esta empresa, se fabrican y distribuyen refrescos carbonatados, bebidas rehidratantes y jugos.

Cada uno de los productos descritos anteriormente, se distribuyen en distintas presentaciones y envase. Por ejemplo: los refrescos carbonatados, se venden en envase de vidrio y Pet (plástico) en diferentes medidas; 6.5 onzas, 12 onzas, ½ litro, 1 litro, 1.5 litros, 2 litros, 2.5 litros y en envase de aluminio. Los jugos, se distribuyen en envase tetrabric de 6.5 onzas. Las bebidas rehidratantes y el agua pura en envase Pet de 16 onzas.

**Cuadro No.1**  
**Productos que fabrica y distribuye,**  
**empresa unidad de análisis**

<b>Refrescos Carbonatados</b>	<b>Bebidas rehidratantes</b>	<b>Jugos</b>	<b>Otras bebidas</b>
Cola	Lima	Melocotón	Agua pura
Cola dietética	Manzana	Uva	
Naranja	Naranja	Manzana	
Uva	Mandarina		
Piña			
Fresa			
Toronja			
Lima limón			
Mineral			

Fuente: jefatura de ventas, febrero de 2005

### **III Departamento de Servicio Técnico de Refrigeración**

#### **1 Objetivos del Departamento de Servicio Técnico de Refrigeración**

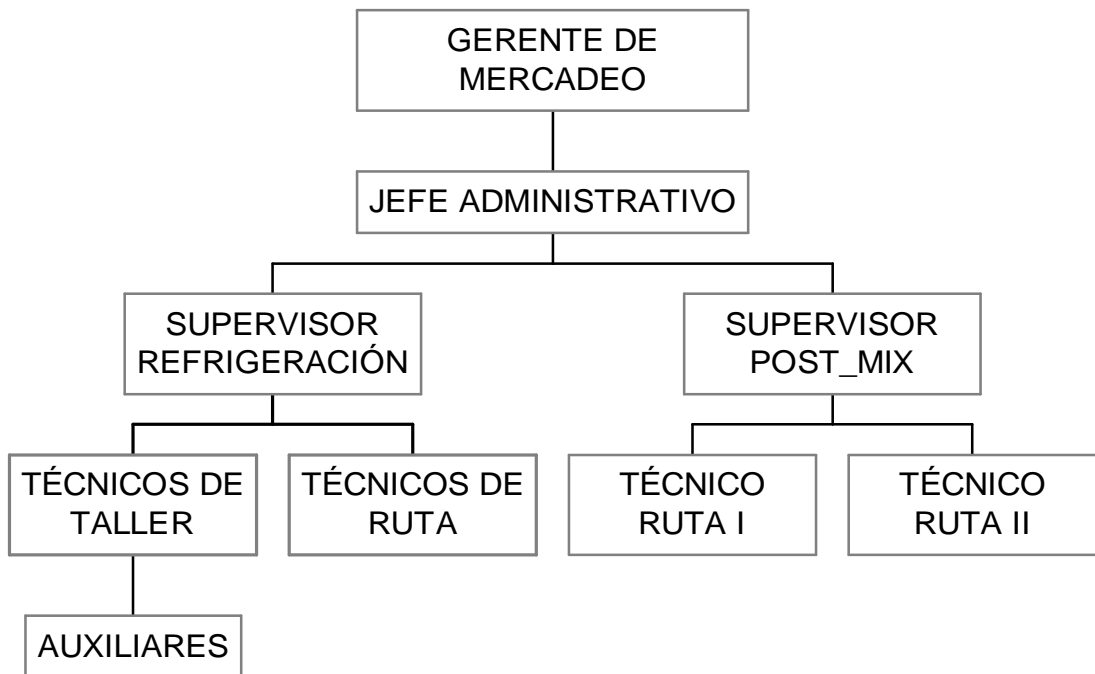
- ✓ Satisfacer el 95% de solicitudes de servicio técnico de refrigeración en un tiempo máximo de 48hrs.
- ✓ Garantizar la calidad del servicio prestado con el fin de minimizar la reincidencia por fallas en el equipo de refrigeración.
- ✓ Lograr el 90% de reparaciones en el taller de refrigeración para tener disponibilidad de equipo y poder satisfacer la demanda de nuevos clientes.

- ✓ Atender las solicitudes de servicios Post-Mix en un tiempo máximo de 2 horas.

Para lograr estos objetivos, actualmente se cuenta con siete técnicos y cuatro auxiliares distribuidos de la siguiente manera: dos técnicos cubren el servicio Post-Mix y tres técnicos cubren el servicio de refrigeración en el punto de venta; dos técnicos con cuatro auxiliares realizan las reparaciones en taller. Actualmente se cubre el área correspondiente al departamento de Guatemala, el área departamental se cubre con Outsourcing.

## 2 Estructura del Departamento de Servicio Técnico de Refrigeración

**Gráfica No. 1**  
**Organigrama de Puestos**



Fuente: Gerencia de Mercadeo, octubre 2,004

### **3 Procedimiento aplicado para la prestación del servicio**

#### **3.1 Recepción de la solicitud**

El proceso para realizar la prestación del servicio técnico de refrigeración, inicia mediante la solicitud que realiza el cliente por medio de los vendedores, el supervisor o realizando una llamada directa al departamento de servicio al cliente; quienes toman los datos del cliente, nombre, dirección, número de activo fijo del equipo y una descripción genérica del problema.

#### **3.2 Evaluación de la solicitud**

Las solicitudes son enviadas al departamento de refrigeración. En esta etapa, es el supervisor de refrigeración, quien tiene a su cargo clasificar las solicitudes de acuerdo al área geográfica, las distribuye al personal técnico si dichas solicitudes se encuentran dentro del perímetro del departamento de Guatemala, en caso contrario, notifica a las personas que prestan el servicio fuera del mismo.

#### **3.3 Atención a la solicitud de servicio**

Inicia desde el momento en que se realiza la recepción de la solicitud; sin embargo, es el personal técnico quien realiza la parte medular del proceso ya que debe evaluar la solicitud de acuerdo a la descripción genérica del desperfecto reportado, hacer un chequeo general del equipo de refrigeración y proceder a realizar las reparaciones de acuerdo a los requerimientos.

#### **3.4 Seguimiento**

El departamento de servicio al cliente emite un reporte quincenal de los casos pendientes y el supervisor de refrigeración realiza visitas aleatorias para evaluar las reparaciones realizadas; asimismo, emite



reportes en los que se detallan las razones por las que no se han atendido algunas solicitudes.

#### **4 Factores que afectan la prestación del servicio**

##### **4.1 Factores internos**

El departamento de refrigeración enfrenta problemas que afectan el desenvolvimiento de sus actividades, lo que limita su campo de acción en cuanto a la cobertura del servicio y eficiencia productiva. Estos factores los constituyen:

- ✓ **Recurso humano:** El departamento de refrigeración cuenta con el siguiente personal operativo: tres técnicos que atienden solicitudes de servicio de refrigeración en el punto de venta, dos técnicos y cuatro auxiliares para reparaciones en el taller y dos técnicos que atienden el servicio post-mix. Actualmente, el personal disponible es reducido para atender la cantidad de solicitudes de servicio, debido a que la empresa cuenta con aproximadamente 28,000 equipos en el mercado y se reciben un promedio de 600 a 675 solicitudes de servicio mensual, con el personal disponible, solamente se puede cubrir un promedio de 456 casos, a razón de 7 servicios por técnico en el punto de venta. A raíz de esta situación, la empresa optó por contratar personal tercero (Outsourcing), sin embargo, las deficiencias persisten en la prestación del servicio debido a que existen registros de reincidencia en las fallas del equipo.
  
- ✓ **Recurso material:** Está comprendido principalmente por vehículos, herramientas, repuestos y accesorios. Este recurso es limitado en cuanto a la cantidad de vehículos disponibles para la prestación del servicio y principalmente en las existencias de

repuestos y accesorios. Actualmente, el departamento cuenta con 3 vehículos para servicios de refrigeración y 2 para servicios post-mix. En relación a repuestos y accesorios, y de acuerdo a los registros proporcionados, se determinó que las cantidades que se compran se actualizaron en el último bimestre del año 2,001.

- ✓ **Recurso financiero:** En los últimos años, no ha existido inversión en el departamento de refrigeración, debido a que el presupuesto asignado es el mismo desde el año 1,999. Sin embargo, se ha realizado una gran inversión en la compra de nuevo equipo y como se describió con anterioridad, la embotelladora cuenta con 28,000 equipos en el mercado y anualmente se incrementa de manera considerable, lo que requiere de una evaluación exhaustiva en relación al costo de mano de obra interna y de Outsourcing para priorizar el gasto y prestar un buen servicio.

## **5 Repuestos y accesorios requeridos**

De acuerdo a la información proporcionada por la jefatura administrativa del departamento de servicio técnico de refrigeración, en los cuadros 2 y 3, se describen los repuestos y accesorios utilizados en éste departamento, clasificados de acuerdo a la categoría que corresponden; es importante resaltar que sólo se incluyen los repuestos de mayor demanda.

## 5.1 Repuestos para equipos de refrigeración

### Cuadro No. 2

#### Listado de repuestos y accesorios de refrigeración

Espiga
Extensión
Lámpara
Clip lámpara
Balastro
Estárter
Control
Ventilador
Difusor
Protector térmico
Capacitor
Relevador de arranque
Parrillas
Clip parrillas
Puerta
Empaque de puerta
Calcomanías laterales
Persiana
Domo
Acrílico
Bisagras
Filtro
Válvula pinch
Compresor

Fuente: Jefatura administrativa del departamento de refrigeración, julio de 2004

## 5.2 Repuestos para equipos Post-Mix

**Cuadro No. 3**  
**Listado de repuestos y accesorios**  
**Post-Mix**

Agitador
Agitador de hielo
Bomba para agua
Bomba BIB
Boquillas
Cloro
Cuarzo
Difusor válvula
Filtro carbón 10"
Filtro carbón 20"
Filtro sedimento 10"
Filtro sedimento 20"
Filtro silifosfatos
Lámpara UV
Manguera ¼
Manguera 3/8
Tarjeta electrónica de carbonatador
Tarjeta electrónica para M 9005
Teflón
Válvula
Ventilador

Fuente: Jefatura administrativa del departamento de refrigeración, julio de 2004

### 5.3 Déficit de repuestos y accesorios

Para realizar el cálculo del déficit de repuestos y accesorios, primeramente, se estableció la demanda real de servicio de enero a junio de 2004.

**Cuadro No. 4**  
**Comportamiento de demanda repuestos refrigeración**

Repuestos y accesorios	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Espiga	155	208	140	138	175	115	931
Extensión	60	75	75	82	78	75	445
Lámpara	160	270	228	190	205	205	1258
Clip lámpara	160	150	148	170	164	162	954
Balastro	63	58	53	43	30	43	290
Estárter	88	85	65	63	70	63	434
Control	75	38	45	55	60	53	326
Ventilador	75	40	70	45	58	45	333
Difusor	113	55	68	80	88	78	482
Protector térmico	20	3	20	18	68	5	134
Capacitor	5	3	3	18	5	5	39
Relevador de arranque	5	0	0	5	10	3	23
Parrillas	168	80	173	108	110	58	697
Clips parrillas	205	80	160	160	116	180	901
Puerta	83	120	150	68	68	75	564
Empaque puerta	55	55	65	53	63	60	351
Calcomanías laterales	40	38	50	42	48	54	272
Persiana	6	8	8	5	13	5	45
Domo	20	30	25	14	8	16	113
Acrílico	8	12	23	8	8	18	77
Bisagra	0	5	8	3	3	3	22
Filtro	36	29	32	37	31	36	201
Válvula Pinch	15	25	30	26	31	33	160
Compresor	25	20	22	31	20	26	144

Fuente: registros de solicitudes de servicio del departamento de servicio técnico de refrigeración, julio de 2004.

En el siguiente cuadro, se utilizó el procedimiento anterior, aplicado a repuestos Post-Mix

**Cuadro No. 5**

**Comportamiento de demanda repuestos Post-Mix**

Repuestos y accesorios	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
<b>Agitador</b>	3	1	2	3	1	1	<b>11</b>
<b>Agitador de hielo</b>	2	2	3	2	2	2	<b>13</b>
<b>Bomba para agua</b>	2	3	2	3	2	2	<b>14</b>
<b>Bomba BIB</b>	1	2	1	1	2	3	<b>10</b>
<b>Boquillas</b>	12	15	20	18	25	22	<b>112</b>
<b>Cloro</b>	5	4	5	6	4	4	<b>28</b>
<b>Cuarzo</b>	2	3	1	1	3	2	<b>12</b>
<b>Difusor válvula</b>	10	15	12	19	22	20	<b>98</b>
<b>Filtro carbón 10"</b>	40	45	38	42	40	42	<b>247</b>
<b>Filtro carbón 20"</b>	3	3	5	4	6	4	<b>25</b>
<b>Filtro sedimento 10"</b>	40	45	40	44	20	22	<b>211</b>
<b>Filtro sedimento 20"</b>	3	3	5	4	6	4	<b>25</b>
<b>Filtro silifos</b>	2	1	1	3	3	2	<b>12</b>
<b>Lámpara UV.</b>	3	5	2	2	3	3	<b>18</b>
<b>Manguera 1/4</b>	500	450	200	390	600	500	<b>2,640</b>
<b>Manguera 3/8</b>	400	200	100	300	400	350	<b>1,750</b>
<b>Tarjeta carbonatador</b>	2	3	2	1	2	3	<b>13</b>
<b>Tarjeta 9005</b>	3	2	3	2	1	3	<b>14</b>
<b>Teflón</b>	8	7	9	6	7	5	<b>42</b>
<b>Válvulas</b>	4	5	8	5	4	6	<b>32</b>
<b>Ventilador</b>	2	1	3	1	2	2	<b>11</b>

Fuente: registros de solicitudes de servicio del departamento de servicio técnico de refrigeración, julio de 2004.

Con la información obtenida, se totalizó el consumo correspondiente a cada repuesto y accesorio, se dividió dentro del número de meses para establecer un promedio de consumo mensual y de esta manera

determinar la diferencia con respecto a las compras efectuadas mensualmente de ambos grupos de repuestos y accesorios.

### Cuadro No. 6

#### Cálculo del déficit de repuestos y accesorios refrigeración

Repuestos y accesorios	Compras mensuales	Promedio de consumo mensual	Déficit de repuestos
Espiga	100	156	-56
Extensión	50	75	-25
Lámpara	120	210	-90
Clip lámpara	125	159	-34
Balastro	60	49	11
Estárter	75	73	2
Control	50	55	-5
Ventilador	50	56	-6
Difusor	70	81	-11
Protector térmico	20	23	-3
Capacitor	15	7	8
Relevador de arranque	25	4	21
Parrillas	65	117	-52
Clips parrillas	150	151	-1
Puerta	60	94	-34
Empaque puerta	50	59	-9
Calcomanías laterales	30	46	-16
Persiana	15	8	7
Domo	15	19	-4
Acrílico	12	13	-1
Bisagra	10	4	6
Filtro	30	34	-4
Válvula pinch	25	27	-2
Compresor	12	24	-12

Fuente: Cálculo realizado por el investigador, agosto de 2004.  
Compras mensuales proporcionadas por la jefatura del departamento de compras.

### Cuadro No. 7

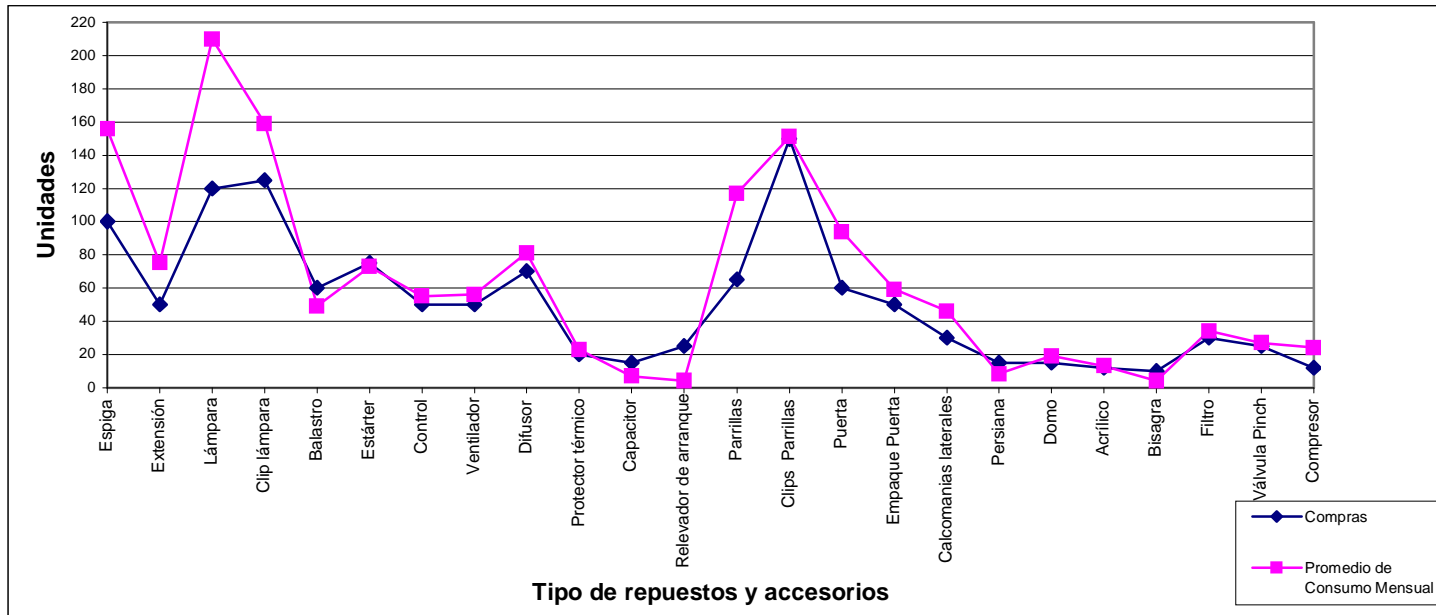
#### Calculo del déficit de repuestos y accesorios Post-Mix

Repuestos y accesorios	Compras mensuales	Promedio de consumo mensual	Déficit de repuestos
Agitador	2	2	0
Agitador de hielo	2	3	-1
Bomba para agua	2	3	-1
Bomba BIB	2	2	0
Boquillas	25	19	6
Cloro	8	5	3
Cuarzo	4	2	2
Difusor válvula	25	17	8
Filtro carbón 10"	55	42	13
Filtro carbón 20"	12	5	7
Filtro sedimento 10"	55	36	19
Filtro sedimento 20"	12	5	7
Filtro silfos	2	2	0
Lámpara UV.	4	3	1
Manguera 1/4	1,500	440	1,060
Manguera 3/8	1,500	292	1,208
Tarjeta carbonatador	3	3	0
Tarjeta 9005	3	2	1
Teflón	12	7	5
Válvulas	5	6	-1
Ventilador	2	2	0

Fuente: Cálculo realizado por el investigador, agosto de 2004.  
Compras mensuales proporcionadas por la jefatura del departamento de compras.



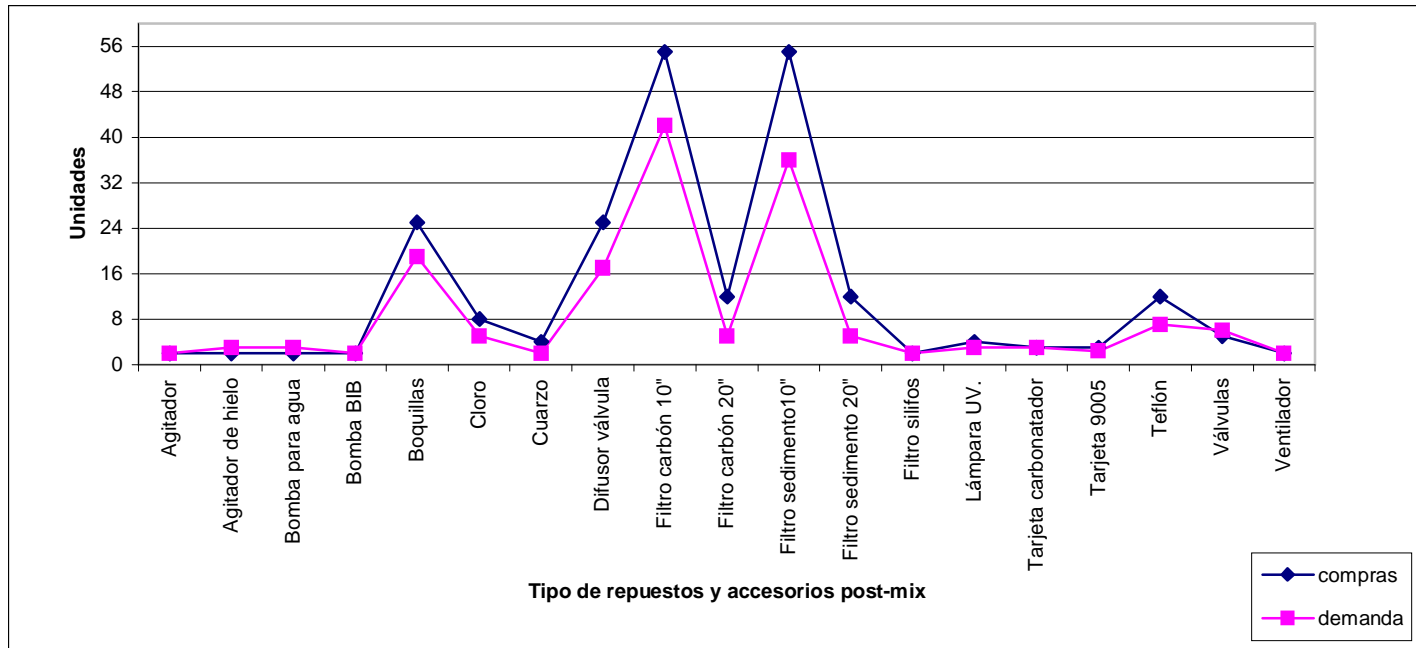
**Gráfica No. 2**  
**Comparación de compras y comportamiento**  
**de la demanda de repuestos y accesorios de refrigeración**



Fuente: Cuadro No. 6, déficit de repuestos y accesorios de refrigeración, agosto de 2004

En la gráfica anterior, se puede observar que la demanda de repuestos y accesorios de refrigeración, supera la capacidad actual de disponibilidad de los mismos, lo que genera deficiencia en la prestación del servicio técnico de refrigeración.

**Gráfica No. 3**  
**Comparación de compras y comportamiento**  
**de la demanda de repuestos y accesorios Post-Mix**



Fuente: Cuadro No. 7, déficit de repuestos y accesorios post-mix, agosto de 2004

En la presente gráfica no se tomó en cuenta los accesorios (mangueras de 3/8 y 1/4) debido a que representan un inventario excesivo con respecto a la demanda. Como puede observarse, se logra satisfacer la demanda en la mayoría de los repuestos y accesorios, esto se debe a que el universo de equipos post-mix en el mercado es pequeño y puede controlarse con mayor facilidad.

#### 5.4 Determinación del costo e inventario

De acuerdo a la información proporcionada por la jefatura del departamento, actualmente no existen procedimientos para determinar el inventario, por lo que se aplicó el criterio, que las compras representan el inventario.

**Cuadro No. 8**

#### **Inventario y costo promedio actual repuestos de refrigeración**

<b>Repuestos y accesorios</b>	<b>Compras mensuales</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo unitario (Q)</b>	<b>Costo mensual Q</b>
<b>Espiga</b>	100	1.75	13.48	Q1,347.50
<b>Extensión</b>	50	0.27	2.08	Q103.95
<b>Lámpara</b>	120	1.70	13.09	Q1,570.80
<b>Clip lámpara</b>	125	0.50	3.85	Q481.25
<b>Balastro</b>	60	10.90	83.93	Q5,035.80
<b>Estárter</b>	75	0.38	2.96	Q222.12
<b>Control</b>	50	6.50	50.05	Q2,502.50
<b>Ventilador</b>	50	13.21	101.68	Q5,083.97
<b>Difusor</b>	70	10.00	77.00	Q5,390.00
<b>Protector térmico</b>	20	3.98	30.65	Q612.92
<b>Capacitor</b>	15	5.13	39.50	Q592.52
<b>Relevador de arranque</b>	25	3.21	24.72	Q617.93
<b>Parrillas</b>	65	20.00	154.00	Q10,010.00
<b>Clips parrillas</b>	150	0.38	2.93	Q438.90
<b>Puerta</b>	60	153.80	1,184.26	Q71,055.60
<b>Empaque puerta</b>	50	12.82	98.71	Q4,935.70
<b>Calcomanías laterales</b>	30	19.23	148.07	Q4,442.13
<b>Persiana</b>	15	10.26	79.00	Q1,185.03
<b>Domo</b>	15	12.31	94.79	Q1,421.81
<b>Acrílico</b>	12	9.87	76.00	Q911.99
<b>Bisagra</b>	10	2.69	20.71	Q207.13
<b>Filtro</b>	30	2.56	19.71	Q591.36
<b>Válvula pinch</b>	25	1.28	9.86	Q246.40
<b>Compresor</b>	12	78.90	607.53	Q7,290.36
<b>TOTAL</b>				Q126,297.65

Fuente: Cálculo realizado por el investigador utilizando una tasa de Q.7.70 \* \$ 1.00, octubre de 2004. Cuadro No.6 compras mensuales.

**Cuadro No. 9**

**Inventario y costo promedio de repuestos Post-Mix**

<b>Repuestos y accesorios</b>	<b>Compras</b>	<b>Costo unitario (\$)</b>	<b>Costo unitario (Q)</b>	<b>Costo promedio mensual Q</b>
<b>Agitador</b>	2	30.00	231.00	<b>462.00</b>
<b>Agitador de hielo</b>	2	20.00	154.00	<b>308.00</b>
<b>Bomba para agua</b>	2	100.00	770.00	<b>1,540.00</b>
<b>Bomba BIB</b>	2	45.00	346.50	<b>693.00</b>
<b>Boquillas</b>	25	3.50	26.95	<b>673.75</b>
<b>Cloro</b>	8	4.00	30.80	<b>246.40</b>
<b>Cuarzo</b>	4	25.00	192.50	<b>770.00</b>
<b>Difusor válvula</b>	25	2.50	19.25	<b>481.25</b>
<b>Filtro carbón 10"</b>	55	12.00	92.40	<b>5,082.00</b>
<b>Filtro carbón 20"</b>	12	25.00	192.50	<b>2,310.00</b>
<b>Filtro sedimento 10"</b>	55	12.00	92.40	<b>5,082.00</b>
<b>Filtro sedimento 20"</b>	12	25.00	192.50	<b>2,310.00</b>
<b>Filtro silifos</b>	2	25.00	192.50	<b>385.00</b>
<b>Lámpara UV.</b>	4	25.00	192.50	<b>770.00</b>
<b>Manguera 1/4</b>	1,500	1.50	11.55	<b>17,325.00</b>
<b>Manguera 3/8</b>	1,500	2.00	15.40	<b>23,100.00</b>
<b>Tarjeta carbonatador</b>	3	120.00	924.00	<b>2,772.00</b>
<b>Tarjeta 9005</b>	3	100.00	770.00	<b>2,310.00</b>
<b>Teflón</b>	12	0.50	3.85	<b>46.20</b>
<b>Válvulas</b>	5	60.00	462.00	<b>2,310.00</b>
<b>Ventilador</b>	2	15.00	115.50	<b>231.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>Q69,207.60</b>

Fuente: Cálculo realizado por el investigador utilizando una tasa de Q.7.70 \* \$ 1.00  
Cuadro No.7 compras mensuales

Debido a que no existe un modelo de inventario de repuestos y accesorios de refrigeración y post-mix, se puede determinar que las compras constituyen el inventario y que estaría representado por pedidos fijos. Asimismo se ha establecido que existe un déficit considerable principalmente en lo que respecta a repuestos y accesorios de refrigeración (ver cuadros 6 y 7), ésto se debe a la cantidad de equipo de refrigeración en el mercado y que operacionalmente no se han utilizado mecanismos que permitan actualizar los inventarios con relación a la demanda de servicio.

**Cuadro No. 10**  
**Solicitudes de servicio primer semestre de 2,004**

<b>MES</b>	<b>CANTIDAD DE SOLICITUDES DE SERVICIO</b>
<b>ENERO</b>	<b>676</b>
<b>FEBRERO</b>	<b>657</b>
<b>MARZO</b>	<b>630</b>
<b>ABRIL</b>	<b>675</b>
<b>MAYO</b>	<b>668</b>
<b>JUNIO</b>	<b>594</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>650</b>

Fuente: Jefatura administrativa del departamento de servicio técnico de refrigeración octubre de 2004.

De acuerdo a los registros proporcionados por la jefatura administrativa del departamento de servicio técnico de refrigeración, se estableció, que la demanda promedio mensual de servicios de refrigeración es de 650 casos. Así mismo, se estableció que el tiempo de espera para entrega de los repuestos y accesorios es de 25 días para proveedores

locales y 55 días para proveedores internacionales, esto se debe a la política de cuentas por pagar aplicada en la empresa, que es de 35 días. Se considera importante hacer esta referencia, debido a que la mayor parte de repuestos y accesorios utilizados para el servicio Post-Mix son importados y aunque su consumo es menor, es un servicio muy delicado, por lo que, el equipo debe repararse en el momento que el cliente solicita el servicio.

### **5.5 Ingeniería de los equipos de refrigeración**

Se estableció que en la empresa existen 6 diferentes marcas de equipos de refrigeración, cada una con distintos modelos y presentaciones. Esto se constituye como una debilidad, debido a que genera un inventario de repuestos y accesorios extenso y es difícil mantener todas las existencias tomando en consideración el presupuesto asignado.

## **IV Usuarios del Servicio**

### **1 Servicio que se presta**

El usuario del servicio lo constituyen principalmente todos los negocios que distribuyen productos de consumo masivo, oficinas, comedores, restaurantes entre otros. Para todos ellos, la empresa cuenta con equipo de refrigeración que otorga en calidad de préstamo por la venta de refrescos carbonatados. Se proporciona el equipo de refrigeración, tomando en consideración el movimiento que pueda tener el negocio. Por ejemplo: el equipo Post-Mix se proporciona a clientes que tengan un potencial de venta muy grande, aproximadamente 3,600 bebidas en un mes calendario, esa es la razón por la que este equipo se puede observar en restaurantes de comida rápida, cines, etc.

Sea cual fuere el equipo proporcionado, la empresa presta el servicio gratuito de mano de obra y repuestos para la reparación y mantenimiento del equipo. Es debido a ésto, la importancia de establecer un inventario de repuestos y accesorios mediante el cual se pueda atender adecuadamente las solicitudes de servicio.

## **2 Tiempo de respuesta a las solicitudes de servicio**

Para le empresa, es determinante el tiempo de respuesta que pueda darse a las solicitudes de servicio, debido a que el cliente es demasiado sensible, el consumidor final muy exigente y la competencia muy persistente.

Actualmente, el tiempo de respuesta en los servicios de refrigeración es de 48 horas y en el servicio Post-Mix de 2 horas desde el momento de la recepción de la solicitud.

Con base a esta información, se consideró importante conocer la opinión del cliente, por lo que se estableció un determinado número de entrevistas y así se obtuvo la información de primera fuente.

### **2.1 Investigación de Campo**

Con el fin de comprobar la efectividad en la respuesta a las solicitudes de servicio, se realizó un estudio que tiene por objetivo, evaluar la satisfacción del cliente en relación al servicio prestado.

#### **2.1.1 Cálculo de la muestra**

Datos: N= 630 (casos recibidos en el mes de marzo de 2004)  
p= 76% (atención de casos por el departamento de servicio Técnico de refrigeración)  
q= 24% (atención de casos por Outsourcing)  
E= 0.08 (error de estimación utilizado por el investigador)

$\beta = 90\%$  (nivel de confianza)

$\alpha = 10\%$  (significancia)

$Z = 1.65$  (corresponde al valor obtenido en la tabla de Valores Z para el 90% de confianza)

$$n = \frac{1.65^2 * 0.76 * 0.24 * 630}{0.08^2 (630 - 1) + 1.65^2 * 0.76 * 0.24}$$

$$n = \frac{312.8479}{4.0896 + 0.49658}$$

$$n = \frac{312.8479}{4.54618} \qquad n = 68.8 = 69 \text{ encuestas}$$

### 2.1.2 Metodología utilizada

En esta investigación, se aplicó el muestreo probabilístico, lo que implica que en la selección de los elementos de la muestra, no interviene la voluntad del investigador y se garantiza la participación de todos los elementos de universo como posibles participantes dentro de la investigación.

Para recopilar la información, se utilizó el método de encuesta cara a cara, la que consiste en realizar una serie de preguntas a una persona respecto a la opinión que puede manifestar en relación a un determinado tema, que en este caso corresponde a su opinión acerca del servicio de refrigeración prestado y el tiempo de respuesta. (ver anexo 1).



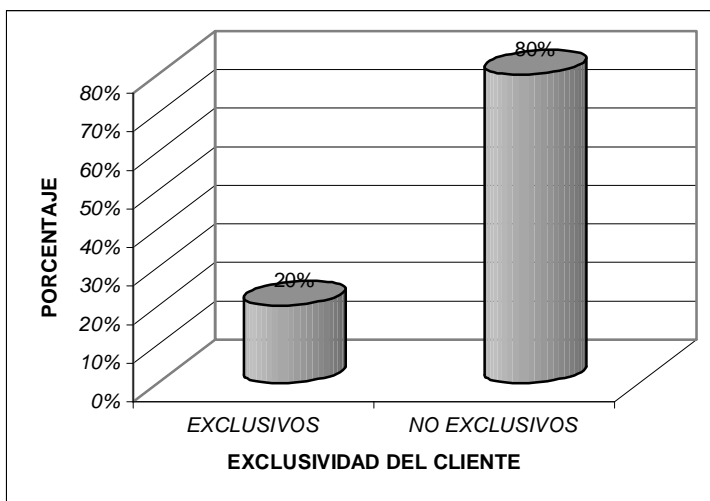
### 2.1.3 Investigación de campo

#### ✓ ¿Distribuye una o diferentes marcas de refrescos carbonatados?

Se consideró importante establecer la exclusividad del cliente con respecto a la compra y venta de refrescos carbonatados, y se pudo determinar que el 80% de los negocios visitados ofrecen al consumidor diferentes marcas de estos productos y solamente el 15% son clientes exclusivos, lo que puede visualizarse en la siguiente gráfica.

**Gráfica No. 4**

#### **Determinación de la exclusividad del cliente**



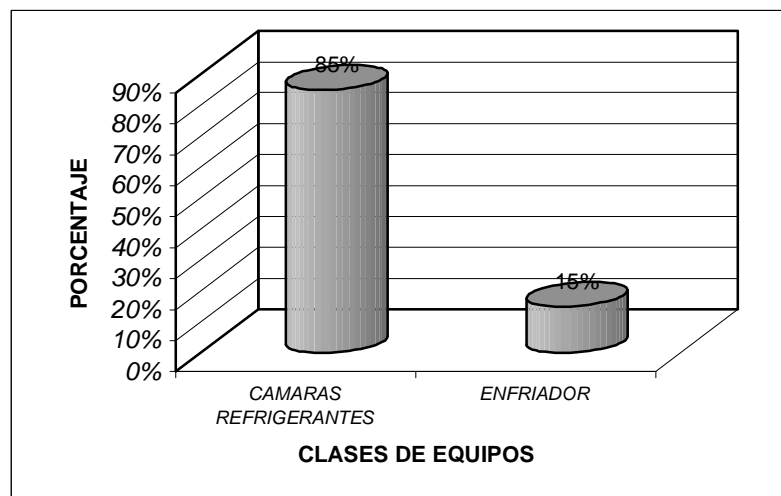
Fuente: investigación de campo, marzo de 2005

Este resultado es muy importante debido a que puede observarse que el consumidor final, tiene muchas alternativas para cambiar su decisión de compra y el cliente razones por las cuales no comprar el producto, si el equipo de refrigeración se encuentra en mal estado.

- Indique, ¿Que clase de equipo de refrigeración posee?

Se determinó que en el 85% de los negocios visitados se encuentran colocados enfriadores verticales (cámaras refrigerantes). En la gráfica No.5 se puede visualizar esa tendencia, ya que en los últimos años, la empresa se ha interesado en esta clase de equipos de refrigeración, debido a que como se describió con anterioridad, se logra una mejor exhibición de los productos.

**Gráfica No. 5**  
**Clase de equipo en el punto de venta**



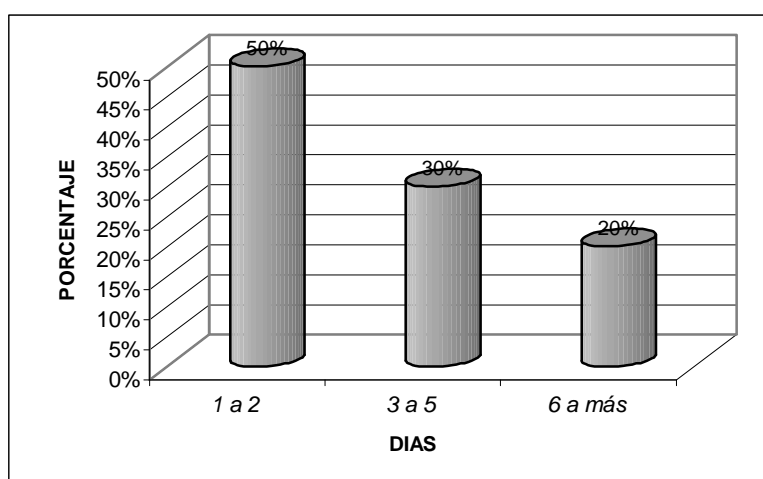
Fuente: investigación de campo, marzo de 2005

Dado a esta tendencia, se debe tomar en consideración que éstos equipos elevan el costo de mantenimiento, debido a que utilizan una mayor cantidad de repuestos y accesorios que un enfriador horizontal.

- Al solicitar la reparación del equipo de refrigeración, ¿En cuánto tiempo le atendieron?

El tiempo real de respuesta desde el momento en que el cliente reportó el desperfecto, puede visualizarse en la siguiente gráfica.

**Gráfica No. 6**  
**Tiempo real de respuesta**  
**a la solicitud del cliente**



Fuente: investigación de campo, marzo de 2005

Según los resultados obtenidos, se puede determinar que solamente el 50% de las solicitudes de servicio, se han atendido en el tiempo promedio que es de 48 horas, desde el momento en que el cliente solicita el servicio técnico de refrigeración.

- ✓ ¿Cuál es el medio o la forma en que usted ha comunicado la solicitud de servicio técnico de refrigeración.?

Se estableció que el 40% de los encuestados, manifestó que la solicitud de servicio técnico de refrigeración lo han realizado mediante una llamada telefónica, el 35% por medio del vendedor y el 25% por medio del supervisor de ventas.

Con la información anterior, se determina que el problema radica, en que no existe un canal específico que permita comunicar el mensaje.

Actualmente la solicitud de servicio técnico de refrigeración se realiza de la siguiente manera:

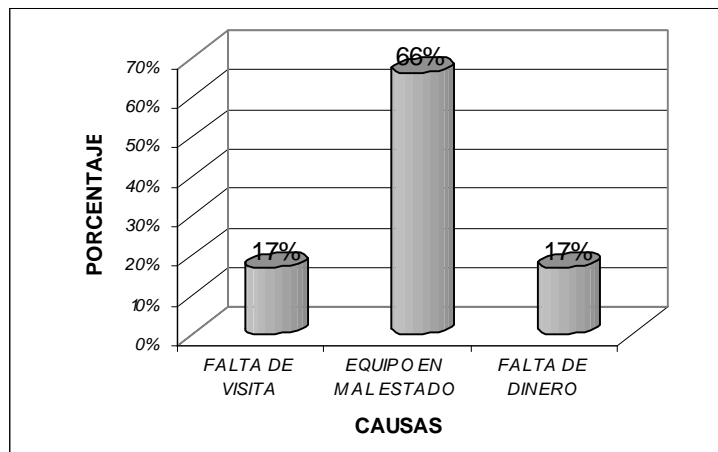
- ✓ Cliente--vendedor---supervisor---servicio al cliente---refrigeración
- ✓ Cliente-----supervisor-----servicio al cliente-----refrigeración
- ✓ Cliente-----vendedor-----servicio al cliente-----refrigeración
- ✓ Cliente-----servicio al cliente-----refrigeración

Dentro de esta gama de posibilidades, algunas tendrán respuesta inmediata y otras no generan la comunicación adecuada, lo que influye en que al cliente no se le brinde la atención debida y sea la causa principal por la que las solicitudes de servicio no se estén atendiendo en el tiempo establecido.

- ✓ ¿Cuáles serían las principales causas por la que no compraría el producto?

El enfriamiento de los refrescos carbonatados es determinante en la decisión de compra y como se muestra en la gráfica No.7 la principal causa que influye en que el cliente no compre el producto la constituye el hecho de tener su equipo de refrigeración en mal estado, debido a que el consumidor final optará por comprar otras marcas de refrescos carbonatados que se encuentren a temperatura ideal, situación que puede influir significativamente en la pérdida de mercado.

**Gráfica No. 7**  
**Causas por la que no**  
**compraría el producto**



Fuente: Investigación de campo, marzo de 2005

En el desarrollo de este capítulo, se ha determinado que existen elementos que generan oportunidades y pueden convertirse en fortalezas que permitirán mejorar el desempeño de las actividades en el manejo y control de inventarios de repuestos y accesorios de refrigeración y post-mix. Es en base a esta información que se elaboró el siguiente capítulo, que tiene como objetivo, proporcionar elementos técnicos mediante los cuales se podrá establecer y dar seguimiento al inventario de repuestos y accesorios del departamento de servicio técnico de refrigeración.

**CAPÍTULO IV**  
**MODELO DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS APLICADO**  
**A UN DEPARTAMENTO DE SERVICIO TÉCNICO**  
**DE REFRIGERACIÓN**  
**(Repuestos y Accesorios)**

**I Criterios aplicados para el desarrollo del aporte propositivo**

- ✓ Se ejemplifica cada uno de los procedimientos aplicados para la elaboración de los cálculos realizados en los cuadros.
- ✓ Se aplica aproximación a la unidad inmediata superior en los cálculos que dan como resultado décimas y centésimas.
- ✓ Se utilizan los cuadros No. 4 y 5 (páginas 24 y 25) del capítulo II con el fin de llevar la secuencia de los cálculos realizados.
- ✓ Los cuadros 16 y 21 (páginas 48 y 53) se incluyen, para visualizar la forma en que serán operados los cuadros 17 y 22 (páginas 49 y 54)
- ✓ Los repuestos de refrigeración son abastecidos por un proveedor local, los repuestos Post-Mix son importados, debido a que la casa matriz no tiene representantes en el territorio guatemalteco.
- ✓ Se aplica el pronóstico de mínimos cuadrados para la determinación de la demanda, utilizando como referencia el primer semestre del año 2005.
- ✓ Se propone el modelo de inventario de pedido fijo con tiempo de espera.
- ✓ Clasificación de los repuestos y accesorios de acuerdo a la clasificación del inventario ABC.
- ✓ Determinación del canal adecuado para mejorar la comunicación cliente empresa, para emitir las solicitudes de servicio técnico de refrigeración.

## **II Objetivos del aporte propositivo**

- ✓ Proporcionar las herramientas de la administración de operaciones, que permitan el establecimiento de un inventario adecuado a las necesidades de servicio
  
- ✓ Definir el procedimiento adecuado que deberá utilizar el cliente para emitir la solicitud de servicio.

## **III Administración de Inventarios**

Como puede visualizarse en la gráfica No. 2 y 3, (páginas 28 y 29) actualmente la demanda de repuestos y accesorios de refrigeración, supera considerablemente las existencias, lo que genera deficiencia en la prestación del servicio técnico de refrigeración. Observando esta situación y considerando que en el servicio Post-Mix, el equipo debe ser reparado en el momento de la solicitud de servicio y que la mayor parte de los repuestos y accesorios son importados; es importante establecer un inventario adecuado, mediante el que se pueda maximizar la satisfacción del cliente, garantizar la calidad de las reparaciones efectuadas y mantener o mejorar la participación en el mercado.

El procedimiento utilizado para el establecimiento del inventario, se divide en las siguientes etapas:

- ✓ Determinación de la demanda de repuestos y accesorios de refrigeración y post-mix.
  
- ✓ Aplicación del pronóstico de demanda.
  
- ✓ Determinación del lote óptimo.

✓ Costo promedio del consumo mensual.

## 1 Pronóstico de Demanda

Para la determinación del pronóstico de demanda se aplicará el método de mínimos cuadrados, se utiliza como referencia la demanda de 6 meses y se proporcionan 3 ejemplos del procedimiento aplicado para el cálculo.

**Cuadro No. 11**  
**Procedimiento para el cálculo del**  
**pronóstico de demanda**  
**(espigas)**

No.	Mes	X	Espigas Y	X*Y	X <sup>2</sup>
1	Enero	-3	155	-465	9
2	Febrero	-2	208	-416	4
3	Marzo	-1	140	-140	1
4	Abril	1	138	138	1
5	Mayo	2	175	350	4
6	Junio	3	115	345	9
	<b>Total</b>		931	-188	28

$$Y_c = a + b \cdot x \quad a = \frac{\sum y}{n} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum X^2}$$

$$a = 931/6 \quad b = -188/28$$

$$a = 155.166 \quad b = -6.714$$

$$Y_c = 155.166 + (-6.714 \cdot 7)$$

$$Y_c = 155.166 - 46.998$$

$$Y_c = 108.168$$

$$Y_c = 109 \text{ espigas}$$



De acuerdo a los resultados matemáticos, se ha determinado que el consumo de espigas para el mes de julio será de 109 unidades.

**Cuadro No. 12**  
**Procedimiento para el cálculo del**  
**pronóstico de demanda**  
**(extensión)**

No.	Mes	X	Extensión Y	X*Y	X <sup>2</sup>
1	Enero	-3	60	-180	9
2	Febrero	-2	75	-150	4
3	Marzo	-1	75	-75	1
4	Abril	1	82	82	1
5	Mayo	2	78	156	4
6	Junio	3	75	225	9
	<b>Total</b>		<b>445</b>	<b>58</b>	<b>28</b>

$$Y_c = a + b \cdot x \quad a = \frac{\sum y}{n} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum X^2}$$

$$a = 445/6 \qquad b = 58/28$$

$$a = 74.17 \qquad b = 2.07$$

$$Y_c = 74.17 + (2.07 \cdot 7)$$

$$Y_c = 74.17 + 14.49$$

$$Y_c = 88.66 \qquad Y_c = 89 \text{ extensiones}$$

El consumo de extensiones para el mes de julio será de 89.

**Cuadro No. 13**  
**Procedimiento para el cálculo del**  
**pronóstico de demanda**  
**(lámpara)**

No.	Mes	X	Lámpara Y	X*Y	X <sup>2</sup>
1	Enero	-3	160	-480	9
2	Febrero	-2	270	-540	4
3	Marzo	-1	228	-228	1
4	Abril	1	190	190	1
5	Mayo	2	205	410	4
6	Junio	3	205	615	9
	<b>Total</b>		<b>1258</b>	<b>-33</b>	<b>28</b>

$$Y_c = a + b \cdot x \quad a = \frac{\sum y}{n} \quad b = \frac{\sum xy}{\sum X^2}$$

$$a = 1258/6 \quad b = -33/28$$

$$a = 209.66 \quad b = -1.178$$

$$Y_c = 209.66 + (-1.178 \cdot 7)$$

$$Y_c = 209.66 - 8.246$$

$$Y_c = 201.41$$

$$Y_c = 202 \text{ lámparas}$$

El consumo de lámparas para el mes de julio será de 202

Estos ejemplos, se formularon para comprender de mejor manera el procedimiento utilizado para la elaboración y el orden de la información contenida en los cuadros que a continuación se presentan.

**Cuadro No. 14**  
**Determinación del consumo mensual**  
**de repuestos de refrigeración**

Para elaborar este cuadro, se estableció la demanda mensual que servirá para determinar el promedio de consumo y aplicar el pronóstico de demanda.

<b>Repuestos y Accesorios</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Total</b>
<b>Espiga</b>	155	208	140	138	175	115	<b>931</b>
<b>Extensión</b>	60	75	75	82	78	75	<b>445</b>
<b>Lámpara</b>	160	270	228	190	205	205	<b>1258</b>
<b>Clip lámpara</b>	160	150	148	170	164	162	<b>954</b>
<b>Balastro</b>	63	58	53	43	30	43	<b>290</b>
<b>Estárter</b>	88	85	65	63	70	63	<b>434</b>
<b>Control</b>	75	38	45	55	60	53	<b>326</b>
<b>Ventilador</b>	75	40	70	45	58	45	<b>333</b>
<b>Difusor</b>	113	55	68	80	88	78	<b>482</b>
<b>Protector térmico</b>	20	3	20	18	68	5	<b>134</b>
<b>Capacitor</b>	5	3	3	18	5	5	<b>39</b>
<b>Relevador de arranque</b>	5	0	0	5	10	3	<b>23</b>
<b>Parrillas</b>	168	80	173	108	110	58	<b>697</b>
<b>Clips Parrillas</b>	205	80	160	160	116	180	<b>901</b>
<b>Puerta</b>	83	120	150	68	68	75	<b>564</b>
<b>Empaque Puerta</b>	55	55	65	53	63	60	<b>351</b>
<b>Calcomanías laterales</b>	40	38	50	42	48	54	<b>272</b>
<b>Persiana</b>	6	8	8	5	13	5	<b>45</b>
<b>Domo</b>	20	30	25	14	8	16	<b>113</b>
<b>Acrílico</b>	8	12	23	8	8	18	<b>77</b>
<b>Bisagra</b>	0	5	8	3	3	3	<b>22</b>
<b>Filtro</b>	36	29	32	37	31	36	<b>201</b>
<b>Válvula Pinch</b>	15	25	30	26	31	33	<b>160</b>
<b>Compresor</b>	25	20	22	31	20	26	<b>144</b>

Fuente: : registros de solicitudes de servicio del departamento de servicio técnico de refrigeración, julio de 2004

### Cuadro No.15

#### Consumo promedio y costo

En este cuadro, se utilizó el total de la demanda calculada en el cuadro anterior y se dividió dentro de 6 meses, se estableció el consumo promedio mensual de repuestos y accesorios y el costo que representa.

Repuestos y Accesorios	Promedio de Consumo Mensual	Costo Unitario (Q)	Costo Promedio Mensual Q.
Espiga	156	13.48	Q2,102.10
Extensión	75	2.08	Q155.93
Lámpara	210	13.09	Q2,748.90
Clip lámpara	159	3.85	Q612.15
Balastro	49	83.93	Q4,112.57
Estárter	73	2.96	Q216.19
Control	55	50.05	Q2,752.75
Ventilador	56	101.68	Q5,694.05
Difusor	81	77.00	Q6,237.00
Protector térmico	23	30.65	Q704.86
Capacitor	7	39.50	Q276.51
Relevador de arranque	4	24.72	Q98.87
Parrillas	117	154.00	Q18,018.00
Clips parrillas	151	2.93	Q441.83
Puerta	94	1,184.26	Q111,320.44
Empaque puerta	59	98.71	Q5,824.13
Calcomanías laterales	46	148.07	Q6,811.27
Persiana	8	79.00	Q632.02
Domo	19	94.79	Q1,800.95
Acrílico	13	76.00	Q987.99
Bisagra	4	20.71	Q82.85
Filtro	34	19.71	Q670.21
Válvula pinch	27	9.86	Q266.11
Compresor	24	607.53	Q14,580.72
<b>TOTAL</b>			<b>Q187,148.38</b>

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, febrero de 2005

**Cuadro No. 16**

**Aplicación de variables X & X<sup>2</sup> repuestos de refrigeración**

Repuestos y Accesorios	Espiga	Extensión	Lámpara	Clip lámpara	Balastro	Estárter	Control	Ventilador	Difusor	Protector térmico	Capacitor	Relevador de arranque	Parrillas	Clips parrillas	Puerta	Empaque puerta	Calcomanías laterales	Persiana	Domo	Acrílico	Bisagra	Filtro	Válvula pinch	Compresor	X	X <sup>2</sup>
<b>Enero</b>	155	60	160	160	63	88	75	75	113	20	5	5	168	205	83	55	40	6	20	8	0	36	15	25	-3	9
<b>Febrero</b>	208	75	270	150	58	85	38	40	55	3	3	0	80	80	120	55	38	8	30	12	5	29	25	20	-2	4
<b>Marzo</b>	140	75	228	148	53	65	45	70	68	20	3	0	173	160	150	65	50	8	25	23	8	32	30	22	-1	1
<b>Abril</b>	138	82	190	170	43	63	55	45	80	18	18	5	108	160	68	53	42	5	14	8	3	37	26	31	1	1
<b>mayo</b>	175	78	205	164	30	70	60	58	88	68	5	10	110	116	68	63	48	13	8	8	3	31	31	20	2	4
<b>Junio</b>	115	75	205	162	43	63	53	45	78	5	5	3	58	180	75	60	54	5	16	18	3	36	33	26	3	9
<b>TOTAL</b>	931	445	1,258	954	290	434	326	333	482	134	39	23	697	901	564	351	272	45	113	77	22	201	160	144		28

Fuente: Cuadro No. 14, febrero de 2005

El objetivo de este cuadro, es visualizar la forma en que cada columna correspondiente a cada repuesto, será multiplicada por la columna **X**. **X<sup>2</sup>** es el resultado de la columna **X** multiplicada por si misma y la sumatoria de ésta constituye el valor a utilizar para el cálculo de “**b**” en la fórmula del pronóstico de mínimos cuadrados.

**Cuadro No. 17**

**Determinación de valores**

**Producto de X \* Y para repuestos de refrigeración**

Repuestos y Accesorios	Espiga	Extensión	Lámpara	Clip lámpara	Balastro	Estárter	Control	Ventilador	Difusor	Protector térmico	Capacitor	Relevador de arranque	Parrillas	Clips parrillas	Puerta	Empaque puerta	Calcomanías laterales	Persiana	Domo	Acrílico	Bisagra	Filtro	Válvula pinch	Compresor
	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y
<b>Enero</b>	-465	-180	-480	-480	-189	-264	-225	-225	-339	-60	-15	-15	-504	-615	-249	-165	-120	-18	-60	-24	0	-108	-45	-75
<b>Febrero</b>	-416	-150	-540	-300	-116	-170	-76	-80	-110	-6	-6	0	-160	-160	-240	-110	-76	-16	-60	-24	-10	-58	-50	-40
<b>Marzo</b>	-140	-75	-228	-148	-53	-65	-45	-70	-68	-20	-3	0	-173	-160	-150	-65	-50	-8	-25	-23	-8	-32	-30	-22
<b>Abril</b>	138	82	190	170	43	63	55	45	80	18	18	5	108	160	68	53	42	5	14	8	3	37	26	31
<b>mayo</b>	350	156	410	328	60	140	120	116	176	136	10	20	220	232	136	126	96	26	16	16	6	62	62	40
<b>Junio</b>	345	225	615	486	129	189	159	135	234	15	15	9	174	540	225	180	162	15	48	54	9	108	99	78
<b>TOTAL</b>	-188	58	-33	56	-126	-107	-12	-79	-27	83	19	19	-335	-3	-210	19	54	4	-67	7	0	9	62	12

Fuente: Cuadro No. 16, cálculos realizados por el investigador, febrero de 2005.

Estos son los resultados obtenidos de la operación realizada en el cuadro No.16, la columna correspondiente a cada repuesto se suma, para obtener el valor que será utilizado para el cálculo de “b” en la fórmula del pronóstico de mínimos cuadrados.

Cuadro No. 18

## Determinación del pronóstico repuestos de refrigeración

Repuestos y Accesorios	$\sum Y$	$\sum XY$	$a=\sum y/n$	$b=\sum xy / \sum X^2$	$Yc= a+b.x$	Redondeo a unidades $Yc.$
Espiga	931	-188	155.17	-6.71	108.17	109
Extensión	445	58	74.17	2.07	88.67	89
Lámpara	1258	-33	209.67	-1.18	201.42	202
Clip lámpara	954	56	159.00	2.00	173.00	174
Balastro	290	-126	48.33	-4.50	16.83	17
Estárter	434	-107	72.33	-3.82	45.58	46
Control	326	-12	54.33	-0.43	51.33	52
Ventilador	333	-79	55.50	-2.82	35.75	36
Difusor	482	-27	80.33	-0.96	73.58	74
Protector térmico	134	83	22.33	2.96	43.08	44
Capacitor	39	19	6.50	0.68	11.25	12
Relevador de arranque	23	19	3.83	0.68	8.58	9
Parrillas	697	-335	116.17	-11.96	32.42	33
Clips parrillas	901	-3	150.17	-0.11	149.42	150
Puerta	564	-210	94.00	-7.50	41.50	42
Empaque puerta	351	19	58.50	0.68	63.25	64
Calcomanías laterales	272	54	45.33	1.93	58.83	59
Persiana	45	4	7.50	0.14	8.50	9
Domo	113	-67	18.83	-2.39	2.08	3
Acrílico	77	7	12.83	0.25	14.58	15
Bisagra	22	0	3.67	0.00	3.67	4
Filtro	201	9	33.50	0.32	35.75	36
Válvula Pinch	160	62	26.67	2.21	42.17	43
Compresor	144	12	24.00	0.43	27.00	27

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, febrero de 2005.

En la columna  $Yc= a+b*x$ , se encuentra establecido el pronóstico de demanda y en la columna **Redondeo a unidades  $Yc.$** , la aproximación a unidades, que constituirán la demanda real para el mes de julio, ese valor

será la base sobre la que se aplicará el cálculo para la determinación del lote óptimo cuadro No. 25

### Cuadro No. 19

#### Determinación del consumo de repuestos Post-Mix

Se utilizó el procedimiento aplicado en el cuadro No. 14 de repuestos de refrigeración.

Repuestos y Accesorios	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Agitador	3	1	2	3	1	1	11
Agitador de hielo	2	2	3	2	2	2	13
Bomba de Agua	2	3	2	3	2	2	14
Bomba BIB	1	2	1	1	2	3	10
Boquillas	12	15	20	18	25	22	112
Cloro	5	4	5	6	4	4	28
Cuarzo	2	3	1	1	3	2	12
Difusor válvula	10	15	12	19	22	20	98
Filtro carbón 10"	40	45	38	42	40	42	247
Filtro carbón 20"	3	3	5	4	6	4	25
Filtro sedimento 10"	40	45	40	44	20	22	211
Filtro sedimento 20"	3	3	5	4	6	4	25
Filtro sillifos	2	1	1	3	3	2	12
Lámpara UV.	3	5	2	2	3	3	18
Manguera 1/4	500	450	200	390	600	500	2,640
Manguera 3/8	400	200	100	300	400	350	1,750
Tarjeta carbonatador	2	3	2	1	2	3	13
Tarjeta 9005	3	2	3	2	1	3	14
Teflón	8	7	9	6	7	5	42
Válvulas	4	5	8	5	4	6	32
Ventilador	2	1	3	1	2	2	11

Fuente : registros de solicitudes de servicio del departamento de servicio técnico de refrigeración, julio de 2004



## Cuadro No. 20

### Consumo promedio y costo de repuestos Post-Mix

En éste cuadro, se establece el consumo promedio mensual y el costo total. Adicionalmente, se identifican con escala gris los productos que son abastecidos por proveedores locales.

Repuestos y Accesorios	Promedio de Consumo Mensual	Costo Unitario (Q)	Costo Promedio Mensual (Q)
Agitador	2	231.00	462.00
Agitador de hielo	3	154.00	462.00
Bomba para agua	3	770.00	2,310.00
Bomba BIB	2	346.50	693.00
Boquillas	19	26.95	512.05
Cloro	5	30.80	154.00
Cuarzo	2	192.50	385.00
Difusor válvula	17	19.25	327.25
Filtro carbón 10"	42	92.40	3,880.80
Filtro carbón 20"	5	192.50	962.50
Filtro Sedimento10"	36	92.40	3,326.40
Filtro Sedimento 20"	5	192.50	962.50
Filtro silifos	2	192.50	385.00
Lámpara UV.	3	192.50	577.50
Manguera 1/4	440	11.55	5,082.00
Manguera 3/8	292	15.40	4,496.80
Tarjeta carbonatador	3	924.00	2,772.00
Tarjeta 9005	3	770.00	2,310.00
Teflón	7	3.85	26.95
Válvulas	6	462.00	2,772.00
Ventilador	2	115.50	231.00
<b>TOTAL</b>			<b>Q33,090.75</b>

Fuente: Cálculos realizados por el investigador. Marzo 2005

**Cuadro No. 21**  
**Aplicación de variables X & Y**

Repuestos y accesorios	Agitador	Agitador de hielo	Bomba para agua	Bomba BIB	Boquillas	Cloro	Cuarzo	Difusor válvula	Filtro carbón 10"	Filtro carbón 20"	Filtro sedimento. 10"	Filtro sedimento. 20"	Filtro silifos	Lámpara UV.	Manguera 1/4	Manguera 3/8	Tarjeta carbonatador	Tarjeta 9005	Teflón	Válvulas	Ventilador	X	X <sup>2</sup>
<b>Enero</b>	3	2	2	1	12	5	2	10	40	3	40	3	2	3	500	400	2	3	8	4	2	-3	9
<b>Febrero</b>	1	2	3	2	15	4	3	15	45	3	45	3	1	5	450	200	3	2	7	5	1	-2	4
<b>Marzo</b>	2	3	2	1	20	5	1	12	38	5	40	5	1	2	200	100	2	3	9	8	3	-1	1
<b>Abril</b>	3	2	3	1	18	6	1	19	42	4	44	4	3	2	390	300	1	2	6	5	1	1	1
<b>Mayo</b>	1	2	2	2	25	4	3	22	40	6	20	6	3	3	600	400	2	1	7	4	2	2	4
<b>Junio</b>	1	2	2	3	22	4	2	20	42	4	22	4	2	3	500	350	3	3	5	6	2	3	9
<b>Total</b>	11	13	14	10	112	28	12	98	247	25	211	25	12	18	2,640	1,750	13	14	42	32	11		28

Fuente: Cuadro No. 19, cálculos realizados por el investigador, marzo 2005

**Cuadro No. 22**  
**Determinación de valores**  
**Producto de variables X \* Y**

Repuestos y accesorios	Agitador	Agitador de hielo	Bomba para agua	Bomba BIB	Boquillas	Cloro	Cuarzo	Difusor válvula	Filtro carbón 10"	Filtro carbón 20"	Filtro sedimento 10"	Filtro sedimento 20"	Filtro silifos	Lámpara UV.	Manguera 1/4	Manguera 3/8	Tarjeta carbonatador	Tarjeta 9005	Teflón	Válvulas	Ventilador
	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y	X*Y
<b>Enero</b>	-9	-6	-6	-3	-36	-15	-6	-30	-120	-9	-120	-9	-6	-9	-1500	-1200	-6	-9	-24	-12	-6
<b>Febrero</b>	-2	-4	-6	-4	-30	-8	-6	-30	-90	-6	-90	-6	-2	-10	-900	-400	-6	-4	-14	-10	-2
<b>Marzo</b>	-2	-3	-2	-1	-20	-5	-1	-12	-38	-5	-40	-5	-1	-2	-200	-100	-2	-3	-9	-8	-3
<b>Abril</b>	3	2	3	1	18	6	1	19	42	4	44	4	3	2	390	300	1	2	6	5	1
<b>Mayo</b>	2	4	4	4	50	8	6	44	80	12	40	12	6	6	1200	800	4	2	14	8	4
<b>Junio</b>	3	6	6	9	66	12	6	60	126	12	66	12	6	9	1500	1050	9	9	15	18	6
<b>TOTAL</b>	-5	-1	-1	6	48	-2	0	51	0	8	-100	8	6	-4	490	450	0	-3	-12	1	0

Fuente: Cuadro No. 20 cálculos realizados por el investigador, marzo de 2005

**Cuadro No. 23**  
**Determinación del pronóstico para repuestos Post-Mix**

Repuestos y Accesorios	$\sum Y$	$\sum XY$	$a=\sum y/n$	$b=\sum xy / \sum X^2$	$Yc= a+b.x$	Redondeo a unidades de Yc
Agitador	11	-5	1.83	-0.18	0.58	1
Agitador de hielo	13	-1	2.17	-0.04	1.92	2
Bomba para agua	14	-1	2.33	-0.04	2.08	3
Bomba BIB	10	6	1.67	0.21	3.17	4
Boquillas	112	48	18.67	1.71	30.67	31
Cloro	28	-2	4.67	-0.07	4.17	5
Cuarzo	12	0	2.00	0.00	2.00	2
Difusor válvula	98	51	16.33	1.82	29.08	30
Filtro carbón 10"	247	0	41.17	0.00	41.17	42
Filtro carbón 20"	25	8	4.17	0.29	6.17	7
Filtro sedimento 10"	211	-100	35.17	-3.57	10.17	11
Filtro sedimento 20"	25	8	4.17	0.29	6.17	7
Filtro silifos	12	6	2.00	0.21	3.50	4
Lámpara UV.	18	-4	3.00	-0.14	2.00	2
Manguera 1/4	2640	490	440.00	17.50	562.50	563
Manguera 3/8	1750	450	291.67	16.07	404.17	405
Tarjeta carbonatador	13	0	2.17	0.00	2.17	3
Tarjeta 9005	14	-3	2.33	-0.11	1.58	2
Teflón	42	-12	7.00	-0.43	4.00	4
Válvulas	32	1	5.33	0.04	5.58	6
Ventilador	11	0	1.83	0.00	1.83	2

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, marzo de 2005.

En la columna identificada con la formula  $Yc= a+b*x$ , se encuentra establecido el pronóstico de demanda y en la columna **redondeo a unidades**

de  $Y_c$ , la aproximación a unidades, mismas que se utilizarán para el cálculo del lote óptimo e inventario para repuestos Post-Mix.

## 2 Determinación del lote óptimo

Para establecer el lote óptimo se utiliza el sistema de inventario de cantidad de pedido fijo, aplicando específicamente el caso 3, que se encuentra en la página 3 de este documento. Se utiliza este sistema debido a las características de los productos (repuestos y accesorios de refrigeración) y al tiempo de espera que existe entre pedidos.

En los cálculos realizados para la determinación del lote óptimo no se aplica el porcentaje correspondiente a merma o desperdicio, debido a que existe un convenio entre empresa y proveedores, donde se garantiza la reposición de los repuestos y accesorios defectuosos.

Se tomó como base los resultados obtenidos en los pronósticos de demanda, que en el cuadro 25 y 27 se identifica como demanda proyectada.

### 2.1 Ejemplo No. 1

Determinación del lote óptimo y nivel de reposición para el repuesto denominado espiga:

Demanda proyectada para el mes de julio de 2005. 109 espigas al mes, el costo de hacer un pedido es de Q. 25.00, el costo de mantener una unidad en almacenamiento es de Q. 2.00, el tiempo en espera es de 25 días.

$$D = 109 * 12 \text{ meses} = 1308 \text{ espigas}$$

$$C_p = Q. 25.00$$

$$C_m = Q. 2.00$$

$$T_e = 25 \text{ días } 25/30 = 0.833 \text{ de mes}$$

2 = Constante en la fórmula Qo.

$$Qo = \sqrt{\frac{2 * Cp * D}{Cm}}$$

$$Qo = \sqrt{\frac{2 * 25 * 1,308}{2}}$$

$$Qo = \sqrt{\frac{65,400}{2}}$$

$$Qo = \sqrt{32,700}$$

$$Qo = 180.83 = 181 \text{ espigas}$$

NR = nivel de reposición

$$NR = D/12 \text{ (Te)}$$

$$NR = 1,308/12 * (0.83)$$

$$NR = 90.47 = 91 \text{ espigas}$$

## 2.2 Ejemplo No.2

Determinación del lote óptimo y nivel de reposición para el repuesto denominado extensión:

$$D = 89 * 12 = 1,068 \text{ extensiones}$$

$$Cp = Q. 25.00$$

$$Cm = Q. 0.50$$

2= constante de la fórmula Qo.

$$Te = 0.83 \text{ de mes}$$

$$Qo = \sqrt{\frac{2 * 25 * 1,068}{0.50}}$$

$$Qo = \sqrt{\frac{53,400}{0.50}}$$

$$Qo = \sqrt{106,800}$$

$$Qo = 326.8 = 327 \text{ extensiones}$$

$$NR = 1,068/12 * 0.83$$

$$NR = 73.87$$

$$NR = 74 \text{ extensiones.}$$

### 2.3 Ejemplo No. 3

Determinación del lote óptimo y nivel de reposición para el repuesto denominado lámpara:

$$D = 202 * 12 = 2,424 \text{ lámparas}$$

$$C_p = Q. 25.00$$

$$C_m = Q. 2.00$$

$$T_e = 0.83 \text{ de mes}$$

2= Constante de la fórmula  $Q_o$ .

$$Q_o = \sqrt{\frac{2 * 25 * 2,424}{2}}$$

$$Q_o = \sqrt{\frac{121,200}{2}}$$

$$Q_o = \sqrt{60,600}$$

$$Q_o = 246.17 = 247 \text{ lámparas}$$

$$NR = 2424/12 * 0.83$$

$$NR = 167.66$$

$$NR = 168 \text{ lámparas}$$

## 2.4 Costo anual de mantenimiento.

**Cuadro No. 24**  
**Costo anual de mantenimiento**  
**de unidades en inventario repuestos de refrigeración**

<b>Repuestos y Accesorios</b>	<b>Costo anual de mantenimiento Q.</b>
Espiga	2.00
Extensión	0.50
Lámpara	2.00
Clip lámpara	0.50
Balastro	6.00
Estárter	0.50
Control	4.00
Ventilador	6.00
Difusor	5.00
Protector térmico	4.00
Capacitor	4.00
Relevador de arranque	3.00
Parrillas	10.00
Clips Parrillas	0.50
Puerta	15.00
Empaque Puerta	8.00
Calcomanías laterales	10.00
Persiana	5.00
Domo	5.00
Acrílico	25.00
Bisagra	2.00
Filtro	2.00
Válvula pinch	1.00
Compresor	10.00

Fuente: Jefatura del departamento de servicio técnico de refrigeración, abril de 2005



### Cuadro No. 25

#### Determinación del lote óptimo y nivel de reposición repuestos de refrigeración

Para la aplicación del cálculo del lote óptimo, se multiplicó la demanda promedio mensual por 12 meses y se obtiene la demanda anual proyectada, misma que se utiliza para el cálculo del nivel de reposición. El tiempo promedio de espera es 25 días.

Repuestos y Accesorios	Demanda anual proyectada	$Q_o = \sqrt{((2 \cdot C_p \cdot D) / C_m)}$	Redondeo a unidades de $Q_o$ .	Nivel de Reposición NR	Redondeo a unidades de NR.
Espiga	1308	180.83	181	90.47	91
Extensión	1068	326.80	327	73.87	74
Lámpara	2424	246.17	247	167.66	168
Clip lámpara	2088	456.95	457	144.42	145
Balastro	204	41.23	42	14.11	15
Estárter	552	234.95	235	38.18	39
Control	624	88.32	89	43.16	44
Ventilador	432	60.00	60	29.88	30
Difusor	888	94.23	95	61.42	62
Protector térmico	528	81.24	82	36.52	37
Capacitor	144	42.43	43	9.96	10
Relevador de arranque	108	42.43	43	7.47	8
Parrillas	396	44.50	45	27.39	28
Clips parrillas	1800	424.26	4225	124.5	125
Puerta	504	40.99	41	34.86	34
Empaque Puerta	768	69.28	70	53.12	54
Calcomanías laterales	708	59.50	60	48.97	49
Persiana	108	32.86	33	7.47	8
Domo	36	18.97	19	2.49	3
Acrílico	180	18.97	19	12.45	13
Bisagra	48	34.64	35	3.32	4
Filtro	432	103.92	104	29.88	30
Válvula pinch	516	160.62	161	35.69	36
Compresor	324	40.25	41	22.41	23

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, abril de 2005

**Cuadro No. 26**  
**Costo anual de mantenimiento de**  
**Unidades en inventario para repuestos post- mix**

<b>Repuestos y Accesorios</b>	<b>Costo anual de mantenimiento Q.</b>
<b>Agitador</b>	10.00
<b>Agitador de hielo</b>	8.00
<b>Bomba para agua</b>	12.00
<b>Bomba BIB</b>	5.00
<b>Boquillas</b>	2.00
<b>Cloro</b>	1.50
<b>Cuarzo</b>	8.00
<b>Difusor válvula</b>	2.00
<b>Filtro carbón 10"</b>	6.00
<b>Filtro carbón 20"</b>	6.00
<b>Filtro sedimento 10"</b>	6.00
<b>Filtro sedimento 20"</b>	6.00
<b>Filtro silfos</b>	6.00
<b>Lámpara UV.</b>	6.00
<b>Manguera 1/4</b>	0.95
<b>Manguera 3/8</b>	0.95
<b>Tarjeta carbonatador</b>	15.00
<b>Tarjeta 9005</b>	15.00
<b>Teflón</b>	0.75
<b>Válvulas</b>	10.00
<b>Ventilador</b>	8.00

Fuente: Jefatura del departamento de servicio técnico de refrigeración, abril de 2005

**Cuadro No. 27**  
**Determinación del lote óptimo y nivel de reposición**  
**repuestos Post-Mix**

En el siguiente cuadro, se encuentra identificado con escala gris los artículos de proveedores locales, para los que se aplica un tiempo de espera de 25 días y  $C_p = Q$ . 25.00, a los demás se aplica 1 mes con 25 días y  $C_p = Q$ . 50.00

Repuestos y Accesorios	Demanda anual proyectada	$Q_o = \sqrt{(2 * C_p * D) / C_m}$	Redondeo a unidades de $Q_o$ .	Nivel de Reposición NR	Redondeo a unidades de NR.
Agitador	12	10.95	10	1.83	2
Agitador de hielo	24	17.32	18	3.66	5
Bomba para agua	36	17.32	18	5.49	6
Bomba BIB	48	30.98	31	7.32	8
Boquillas	372	96.44	97	56.73	57
Cloro	60	44.72	44	4.15	2
Cuarzo	24	17.32	18	3.66	4
Difusor válvula	360	134.16	135	54.9	55
Filtro carbón 10"	504	64.81	65	34.86	35
Filtro carbón 20"	84	26.46	27	5.81	6
Filtro sedimento 10"	132	33.17	34	9.13	10
Filtro sedimento 20"	84	26.46	27	5.81	6
Filtro silifos	48	20.00	20	3.32	4
Lámpara UV.	24	20.00	20	3.66	4
Manguera 1/4	6756	843.30	844	1030.29	1031
Manguera 3/8	4860	715.25	716	741.15	742
Tarjeta carbonatador	36	15.49	16	5.49	6
Tarjeta 9005	24	12.65	13	3.66	4
Teflón	48	48.99	50	3.32	4
Válvulas	72	26.83	27	10.98	11
Ventilador	24	17.32	18	3.66	4

Fuente: Cálculos efectuados por el investigador

**3. Clasificación de los repuestos y accesorios, de acuerdo al sistema de inventarios ABC.**

El sistema de inventario ABC, tiene como función principal, clasificar los diferentes artículos (repuestos y accesorios de refrigeración y post-mix) según la cantidad de dinero invertida en cada uno de ellos.

Se propone el sistema de inventarios ABC, con el fin de visualizar la manera en que está distribuido el recurso financiero en el rubro específico de repuestos y accesorios, dar seguimiento al movimiento que tienen durante diferentes períodos y observar los cambios que puedan suceder en el comportamiento de la demanda.

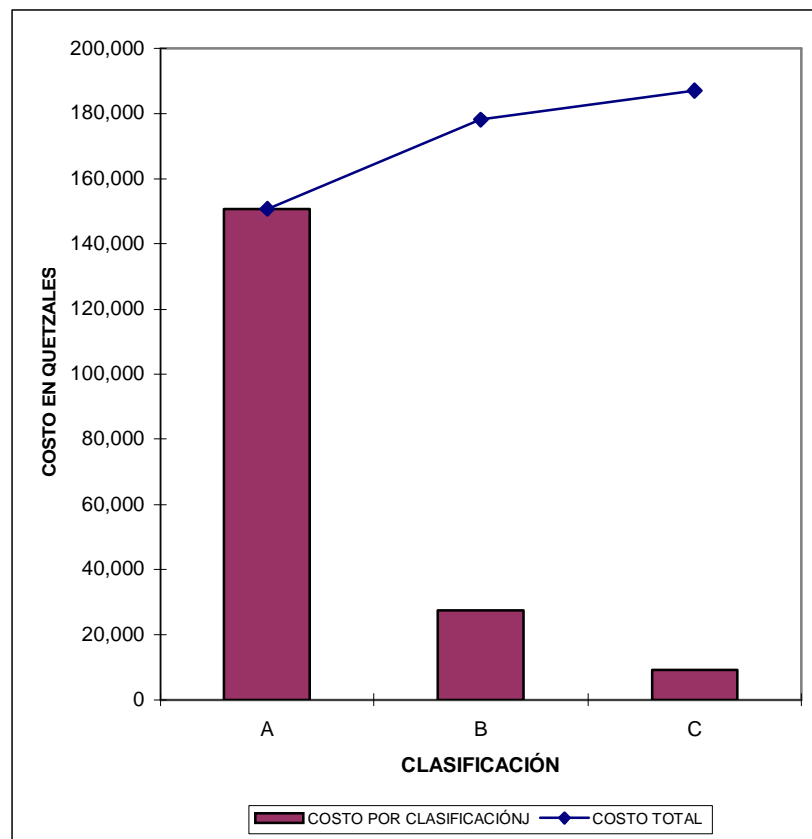
A continuación se presenta la forma en que se han clasificado los repuestos y accesorios de refrigeración y post-mix, con sus respectivas gráficas:

**Cuadro No. 28**  
**Clasificación ABC para repuestos**  
**de refrigeración**

Repuestos y accesorios	Costo promedio mensual Q.	Clasificación	Costo por clasificación	Porcentaje del costo por clasificación
Puerta	Q111,320.44	A		
Parrillas	Q18,018.00	A		
Compresor	Q14,580.72	A		
Calcomanías laterales	Q6,811.27	A	Q150,730.43	80.54%
Difusor	Q6,237.00	B		
Empaque puerta	Q5,824.13	B		
Ventilador	Q5,694.05	B		
Balastro	Q4,112.57	B		
Control	Q2,752.75	B		
Lámpara	Q2,748.90	B	Q27,369.40	14.63%
Espiga	Q2,102.10	C		
Domo	Q1,800.95	C		
Acrílico	Q987.99	C		
Protector térmico	Q704.86	C		
Filtro	Q670.21	C		
Persiana	Q632.02	C		
Clip lámpara	Q612.15	C		
Clips parrillas	Q441.83	C		
Capacitor	Q276.51	C		
Válvula pinch	Q266.11	C		
Estárter	Q216.19	C		
Extensión	Q155.93	C		
Relevador de arranque	Q98.87	C		
Bisagra	Q82.85	C	Q9,048.55	4.84%
<b>TOTAL</b>	<b>Q187,148.38</b>		<b>Q187,148.38</b>	<b>100%</b>

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, abril de 2005

**Gráfica N. 8**  
**Comportamiento del inventario de repuestos**  
**de refrigeración según clasificación ABC**



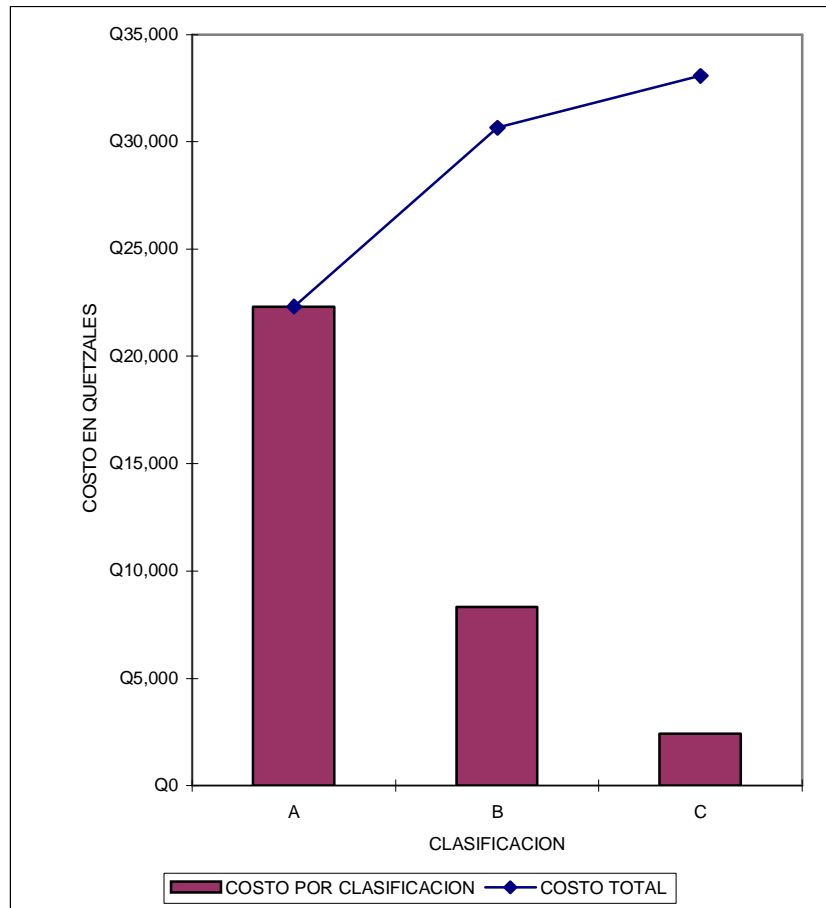
Fuente: Cuadro No. 28, abril de 2005

**Cuadro No. 29**  
**Clasificación ABC para repuestos**  
**Post-Mix**

Repuestos y Accesorios	Costo promedio mensual (Q)	Clasificación	Costo por clasificación	Porcentaje del costo por clasificación
Manguera 1/4	Q5,082.00	A		
Manguera 3/8	Q4,496.80	A		
Filtro carbón 10"	Q3,880.80	A		
Filtro Sedimento 10"	Q3,326.40	A		
Tarjeta carbonatador	Q2,772.00	A		
Válvulas	Q2,772.00	A	Q22,330.00	67.48%
Bomba para agua	Q2,310.00	B		
Tarjeta 9005	Q2,310.00	B		
Filtro carbón 20"	Q962.50	B		
Filtro Sedimento 20"	Q962.50	B		
Bomba BIB	Q693.00	B		
Lámpara UV.	Q577.50	B		
Boquillas	Q512.05	B	Q8,327.55	25.17%
Agitador	Q462.00	C		
Agitador de hielo	Q462.00	C		
Cuarzo	Q385.00	C		
Filtro silifos	Q385.00	C		
Difusor válvula	Q327.25	C		
Ventilador	Q231.00	C		
Cloro	Q154.00	C		
Teflón	Q26.95	C	Q2,433.20	7.35%
<b>TOTAL</b>	<b>Q33,090.75</b>		<b>Q33,090.75</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, abril de 2005

**Gráfica No. 9**  
**Comportamiento del inventario de repuestos post-mix según clasificación ABC**



Fuente: Cuadro No. 29, abril de 2005.



#### IV Ventajas

- ✓ Con la aplicación de modelos matemáticos, se logra establecer bases de datos exactas, para determinar o pronosticar los posibles cambios que puedan darse en el futuro.
- ✓ En este documento se aplicó el modelo de pronóstico denominado **mínimos cuadrados**, ya que es uno de los métodos más confiables y con poco grado de dificultad en su aplicación.
- ✓ Es importante, que para la actividad económica de la empresa, no existan inventarios exagerados de repuestos y accesorios por el costo que representan y mediante la aplicación del procedimiento se logra establecer la cantidad adecuada por pedido, minimizando el riesgo de no prestar el servicio por falta de estos.
- ✓ La clasificación del inventario ABC, es importante para establecer en que clase de repuestos y accesorios de refrigeración y post-mix está concentrada la mayor inversión.
- ✓ Al existir una base de datos que permita realizar los cálculos, será muy sencillo actualizarla en un tiempo prudencial y se propone que sea mensualmente, con el fin de visualizar los cambios en el comportamiento de la demanda.
- ✓ Permite controlar electrónica y manualmente las existencias generando de esta manera el control adecuado en el uso de los repuestos.

## V Metodología para su implementación

- ✓ Establecer el comportamiento de la demanda de repuestos y accesorios en un periodo aproximado de 6 meses.
- ✓ Actualizar semestralmente el listado de precios de los diferentes repuestos y accesorios para evaluar el costo de mantenimiento de los equipos.
- ✓ Crear una base de datos para llevar los registros que permitan implementar las acciones pertinentes, en relación al comportamiento de la demanda de servicio técnico de refrigeración.
- ✓ Utilizar tarjetas de registro de inventario para llevar el control físico de las existencias y con esta información alimentar la base de datos.
- ✓ Clasificar los repuestos según el procedimiento del inventario ABC, para controlar las variaciones que puedan darse en el consumo de repuestos y accesorios y que puedan influir en su clasificación.

## VI Costos para la implementación de lo propuesto

Para poner en marcha lo propuesto, se deberá incurrir en los siguientes gastos:

**Cuadro No. 30**  
**Costos para la implementación de lo propuesto.**

Compra de licencia de software de inventarios	Q. 2,500.00
Compra de tarjeta de registro de inventario 500 unidades	Q. 100.00
Persona encargada del inventario	Q. 5,500.00
Papelería y útiles	Q. 500.00
<b>TOTAL</b>	<b>Q. 8,600.00</b>

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, abril de 2005.

Para iniciar la operación con el modelo de inventarios propuesto, inicialmente se necesitara de una inversión de Q. 8,600. Para darle seguimiento, se

incurrirá en un gasto mensual de Q. 6,100 ya que la inversión en compra de licencia del software, es solamente una vez.

**Cuadro No. 31**  
**Inversión en compra de repuestos y accesorios**  
**de refrigeración y post-mix**

Descripción	Actual	Propuesto	Aumento	Disminución
Repuestos y accesorios de refrigeración *	126,297.65	187,148.38	60,850.73	
Repuestos y accesorios Post-Mix **	69,207.60	33,090.75		36,116.85
Sub total	195,505.25	220,239.13		
Diferencia	24,733.88			24,733.88
Total	220,239.13	220,239.13	60,850.73	60,850.73

\*Fuente: cuadro 8 y 15, páginas 30 y 47.

\*\*Fuente: cuadro 9 y 20, páginas 31 y 52.

En el cuadro No. 31, se puede visualizar que existe un incremento significativo en el rubro de repuestos y accesorios de refrigeración (Q. 60,850.73), sin embargo, en el rubro de repuestos y accesorios Post-Mix, se ha calculado un ahorro o disminución en el gasto (Q. 36,116.85), por lo que se necesitará una inversión adicional de Q. 24,733.88 para cubrir la demanda de repuestos y accesorios de refrigeración.

#### **1 Determinación del costo total actual y costo total proyectado**

Para la determinación de los costos del inventario actual y el inventario propuesto, se elaboraron los cuadros 32 y 33, en los cuales se utilizó la información obtenida en los diferentes cuadros contenidos dentro de este

documento. El procedimiento aplicado es el mismo para repuestos de refrigeración y repuestos post-mix.

- ✓ En los cuadros 32 y 33, se identifica la columna (**Qo. Actual**), la cual esta constituida por las compras mensuales de repuestos y accesorios (cuadros 8 y 9) respectivamente. Esta columna se multiplica por 12 meses y se obtiene como resultado la columna (**compras anuales**). Para el cálculo del costo anual proyectado, se utiliza la demanda y Qo. proyectados (cuadros 25 y 27)
- ✓ El costo de pedido (**c.p**), es de Q. 25.00 para repuestos de refrigeración, para repuestos post-mix, el costo de pedido es de Q. 50 para repuestos importados.
- ✓ El costo unitario (**c.c**), es el mismo para el cálculo del costo actual y proyectado en ambos casos (cuadro 8 y 9).
- ✓ Para la determinación del costo anual actual y proyectado, primero se determinó la columna (**costo**), utilizando la siguiente formula:  
**Ct. = (D/Qo.) \* (Cp.) + (Cc.) \* (Qo./2).**
- ✓ La columna (**costo anual actual**), se obtiene de multiplicar el costo actual por el número de pedidos. La columna (**costo anual proyectado**), se obtiene de multiplicar el costo proyectado por el número de pedidos. El número de pedidos se obtiene de dividir la demanda entre Qo.

**Cuadro No. 32**  
**Cuadro comparativo del costo actual y proyectado de repuestos de refrigeración**

Repuestos y Accesorios	Qo. Actual	Compras anuales	Cp actual	C.C unitario	Costo actual	Pedidos actuales	Costo anual actual	Demanda proyectada	Qo. Proyectado	Costo proyectado	Pedidos proyec.	costo anual proyectado
Espiga	100	1200	25.00	13.48	973.75	12	11685.00	1308	181	1400.15	7.23	10118.21
Extensión	50	600	25.00	2.08	351.98	12	4223.70	1068	327	421.57	3.27	1376.86
Lámpara	120	1440	25.00	13.09	1085.40	12	13024.80	2424	247	1861.96	9.81	18272.83
Clip lámpara	125	1500	25.00	3.85	540.63	12	6487.50	2088	457	993.95	4.57	4541.28
Balastro	60	720	25.00	83.93	2817.90	12	33814.80	204	42	1883.96	4.86	9150.66
Estárter	75	900	25.00	2.96	411.06	12	4932.69	552	235	406.70	2.35	955.32
Control	50	600	25.00	50.05	1551.25	12	18615.00	624	89	2402.51	7.01	16844.54
Ventilador	50	600	25.00	101.68	2841.99	12	34103.85	432	60	3230.38	7.20	23258.77
Difusor	70	840	25.00	77.00	2995.00	12	35940.00	888	95	3891.18	9.35	36372.33
Protector térmico	20	240	25.00	30.65	606.46	12	7277.52	528	82	1417.46	6.44	9127.07
Capacitor	15	180	25.00	39.50	596.26	12	7155.09	144	43	932.99	3.35	3124.44
Relevador de arranque	25	300	25.00	24.72	608.96	12	7307.55	108	43	594.21	2.51	1492.42
Parrillas	65	780	25.00	154.00	5305.00	12	63660.00	396	45	3685.00	8.80	32428.00
Clips parrillas	150	1800	25.00	2.93	519.45	12	6233.40	1800	4225	6191.83	0.43	2637.94
Puerta	60	720	25.00	1,184.26	35827.80	12	429933.60	504	41	24584.65	12.29	302211.27
Empaque puerta	50	600	25.00	98.71	2767.85	12	33214.20	768	70	3729.28	10.97	40915.48
Calcomanías laterales	30	360	25.00	148.07	2521.07	12	30252.78	708	60	4737.13	11.80	55898.13
Persiana	15	180	25.00	79.00	892.52	12	10710.18	108	33	1385.35	3.27	4533.88
Domo	15	180	25.00	94.79	1010.90	12	12130.83	36	19	947.84	1.89	1795.92
Acrílico	12	144	25.00	76.00	755.99	12	9071.93	180	19	958.83	9.47	9083.68
Bisagra	10	120	25.00	20.71	403.57	12	4842.78	48	35	396.76	1.37	544.13
Filtro	30	360	25.00	19.71	595.68	12	7148.16	432	104	1128.87	4.15	4689.15
Válvula pinch	25	300	25.00	9.86	423.20	12	5078.40	516	161	873.53	3.20	2799.64
Compresor	12	144	25.00	607.53	3945.18	12	47342.16	324	41	12651.93	7.90	99981.07
<b>Total</b>					70348.83		844185.92			80708.02		692153.03

**Cuadro No. 33**  
**Cuadro comparativo del costo actual y el costo proyectado repuestos Post-Mix**

Repuestos y Accesorios	Qo. Actual	Compras anuales	Costo de pedido	C.c. Unitario	Costo actual	Pedidos actuales	Costo total actual	Demanda proyectada	Qo proyectado	Costo proyectado	Pedidos proyec.	costo anual proyectado
Agitador	2	24	50.00	231.00	831.00	12	9972.00	12	10	1215.00	1.2	1458.00
Agitador de hielo	2	24	50.00	154.00	754.00	12	9048.00	24	18	1452.67	1.3	1936.89
Bomba para agua	2	24	50.00	770.00	1370.00	12	16440.00	36	18	7030.00	2.0	14060.00
Bomba BIB	2	24	50.00	346.50	946.50	12	11358.00	48	31	5448.17	1.5	8435.88
Boquillas	25	300	50.00	26.95	936.88	12	11242.50	372	97	1498.83	3.8	5748.08
Cloro	8	96	25.00	30.80	423.20	12	5078.40	60	44	711.69	1.4	970.49
Cuarzo	4	48	50.00	192.50	985.00	12	11820.00	24	18	1799.17	1.3	2398.89
Difusor válvula	25	300	50.00	19.25	840.63	12	10087.50	360	135	1432.71	2.7	3820.56
Filtro carbón 10"	55	660	25.00	92.40	2841.00	12	34092.00	504	65	3196.85	7.8	24787.85
Filtro carbón 20"	12	144	25.00	192.50	1455.00	12	17460.00	84	27	2676.53	3.1	8326.98
Filtro sedimento 10"	55	660	25.00	92.40	2841.00	12	34092.00	132	34	1667.86	3.9	6475.22
Filtro sedimento 20"	12	144	25.00	192.50	1455.00	12	17460.00	84	27	2676.53	3.1	8326.98
Filtro silifos	2	24	25.00	192.50	492.50	12	5910.00	48	20	1985.00	2.4	4764.00
Lámpara UV.	4	48	50.00	192.50	985.00	12	11820.00	24	20	1985.00	1.2	2382.00
Manguera 1/4	1,500	18,000	50.00	11.55	9262.50	12	111150.00	6756	844	5274.34	8.0	42219.69
Manguera 3/8	1,500	18,000	50.00	15.40	12150.00	12	145800.00	4860	716	5852.59	6.8	39725.65
Tarjeta carbonatador	3	36	50.00	924.00	1986.00	12	23832.00	36	16	7504.50	2.3	16885.13
Tarjeta 9005	3	36	50.00	770.00	1755.00	12	21060.00	24	13	5097.31	1.8	9410.41
Teflón	12	144	25.00	3.85	323.10	12	3877.20	48	50	120.25	1.0	115.44
Válvulas	5	60	50.00	462.00	1755.00	12	21060.00	72	27	6370.33	2.7	16987.56
Ventilador	2	24	50.00	115.50	715.50	12	8586.00	24	18	1106.17	1.3	1474.89
<b>Total</b>					45103.80		541245.60			66101.47		220710.56



**Cuadro No. 34**  
**Resumen de los resultados obtenidos**  
**en los cuadros 32 y 33**

<b>Descripción</b>	<b>Costo anual actual</b>	<b>Costo anual proyectado</b>	<b>% de ahorro</b>
<b>Repuestos y accesorios de refrigeración</b>	Q. 844,185.95	Q. 692,153.03	18 %
<b>Repuestos y accesorios post.- mix</b>	Q. 541,245.60	Q. 220,710.56	59.22%
<b>Total</b>	Q. 1,385,431.25	Q. 912,863.59	34.11%

Fuente: Cálculos realizados por el investigador, Cuadros 32 y 33, abril de 2006.

El procedimiento aplicado actualmente en la compra de repuestos y accesorios de refrigeración, no satisface la demanda de servicio técnico y como puede observarse en el cuadro 34, el costo anual actual es alto en relación al costo anual proyectado, en el que se registra un ahorro del 18%.

En el rubro de repuestos y accesorios post-mix, se a determinado que existe demasiado inventario, lo que genera que el gasto actual sea muy elevado en relación al costo anual proyectado, en el cual se registra un 59.22% de gasto que no se esta utilizando adecuadamente.

La aplicación de modelos matemáticos, permite minimizar el gasto permitiendo una operación rentable, es por esa razón que el modelo de inventario propuesto es una alternativa técnicamente viable y económicamente rentable, mediante el que se obtendrá un ahorro total del 34.11% y que a su vez permitirá maximizar la prestación del servicio técnico de refrigeración.



## **VII Procedimiento para emitir la solicitud del servicio técnico de refrigeración**

- ✓ Habilitar una línea telefónica exclusiva para que el cliente pueda establecer una comunicación directa y plantear sus necesidades de servicio.
- ✓ Identificar claramente en los equipos de refrigeración el número telefónico al cual deberán comunicarse los clientes.
- ✓ Elaborar los reportes de servicio técnico de refrigeración en el momento que ingrese la llamada.
- ✓ Actualizar la base de datos cuando se realicen reubicaciones de los equipos, para lograr que todas las visitas sean efectivas.
- ✓ Generar una base de datos para confirmar la reincidencia en la falla de los equipos.
- ✓ Proporcionar material informativo al cliente para el cuidado general del equipo.

## CONCLUSIONES

- 1** Actualmente, se realizan compras de repuestos y accesorios para el área de refrigeración y post- mix sin que exista un sistema de inventario definido. Esta situación genera que dichos pedidos no satisfagan la demanda generada por las solicitudes de servicio, ver cuadro No. 6 y 7, (páginas 26 y 27) con lo que se comprueba lo afirmado en la hipótesis número uno del plan de investigación. Así mismo, puede constituirse como un factor de riesgo en el mercado, en el momento que el consumidor toma la decisión de compra.
- 2** Se determinó que el inventario de repuestos y accesorios para el servicio Post-Mix es estable y que actualmente satisface las demandas de servicio, aunque habrá que considerar que la mayoría de estos repuestos son importados y que en determinado momento podrían existir atrasos para obtenerlos.
- 3** Se estableció, que no existe ningún procedimiento que respalde el control de las compras de repuestos y accesorios y que permita establecer un inventario de soporte para la demanda del servicio técnico de refrigeración , por lo que se comprueba la segunda hipótesis debido a que en la investigación realizada no se encontró ninguno de estos elementos.
- 4** El tiempo de respuesta desde el momento en que la solicitud ingresa al departamento de servicio al cliente, cumple con los objetivos planteados por el departamento de refrigeración, sin embargo, el procedimiento que utiliza el cliente para solicitar el servicio no es variable, situación que ha generado insatisfacción en el cliente debido a que se le atiende un tiempo mayor al estipulado por la empresa.

- 5 Se ha determinado que existe una cantidad considerable de equipo de refrigeración de diferentes proveedores (página 33), lo que genera que el inventario de repuestos y accesorios sea muy extenso, ésta situación influye en el incremento del costo de mantenimiento. Adicionalmente, la carencia de métodos que permitan el control adecuado sobre el consumo de repuestos y accesorios de refrigeración, influye en que no haya un conocimiento real sobre los efectos que se pueden ocasionar en el mercado, con esto se comprueba la tercera hipótesis planteada en el plan de investigación.

## RECOMENDACIONES

- 1** Se recomienda la utilización del modelo matemático propuesto, para establecer un inventario que pueda soportar el movimiento de las solicitudes de servicio, dicho modelo deberá actualizarse para que los resultados que se obtengan se ajusten a la realidad y de esta forma contribuir a mantener la competitividad en el mercado.
- 2** El inventario de repuestos y accesorios para el servicio Post-Mix es estable, sin embargo, se deberá considerar que el tiempo de espera es bastante prolongado por lo que es recomendable hacer los pedidos con estricto apego a lo propuesto, o considerar la posibilidad de pedir unidades adicionales en un mismo pedido y disminuir los gastos de importación.
- 3** La utilización del sistema cardex permite llevar un control físico inmediato y certero sobre el movimiento de los diferentes repuestos y accesorios, por lo que se propone que sea uno de los medios a utilizar para alimentar la base de datos. Asimismo, el control de la demanda mensual de servicio y la actualización del costo de los repuestos y accesorios, permitirán mantener actualizado el modelo de inventarios propuesto.
- 4** Para mejorar la prestación del servicio y cumplir con los objetivos del departamento de refrigeración, se recomienda la implementación de un canal directo entre cliente y empresa, ésto se logrará haciendo una campaña de información en donde se indique al cliente cual es el procedimiento específico que deberá utilizar para comunicar las solicitudes de servicio.
- 5** Cada equipo tiene diferente ingeniería de acuerdo al proveedor, por lo que se recomienda que se haga una evaluación de estos equipos con el fin de homogenizar los repuestos y accesorios a utilizar, de esta manera, podrá disminuirse la variedad de estos y disminuir su costo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ediciones Océano. 1989. Diccionario enciclopédico Océano. Barcelona, Edición enero 1989.
2. Eppen, G.D. 2000. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. 5ta. ed. México, Prentice may.
3. Kamlesh Mathur y Daniel Solow. 2000 Investigación de Operaciones. 1ra. ed. México, Prentice Hall.
4. Levin Rrichard I. y Charles A. Kirkpatrick. 1987. Enfoques Cuantitativos a la Administración. 3ra. ed. México, Continental.
5. Microsoft Corporation. 1998. Enciclopedia Encarta.
6. Microsoft Corporation. 2004. Enciclopedia Encarta.
7. Render Barry, Jay Heizer. 1996. Principios de Administración de Operaciones. 1ra. ed. México, Prentice Hall.
8. Schroeder, Roger G. 1992. Administración de Operaciones. 3ra. ed. México, McGRAW HILL.
9. Tricomi Ernest. 1989. A.B.C. del aire acondicionado. 3ra. ed. Barcelona, Boixareu editores Marcombo.

## Anexo 1

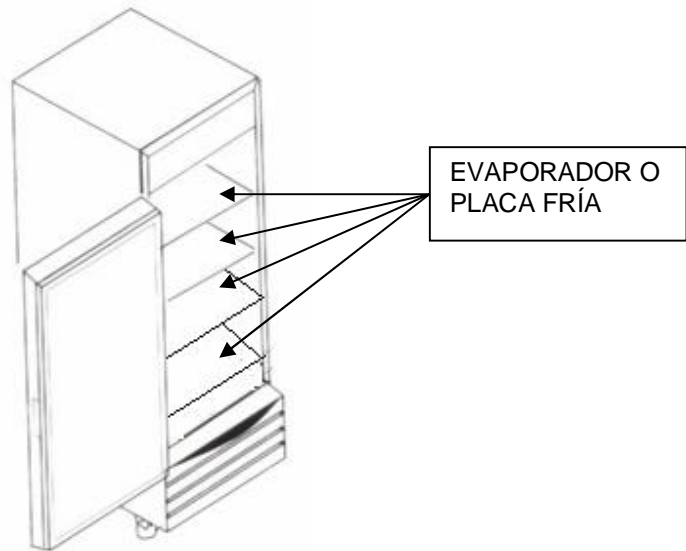
### Encuesta realizada a clientes detallistas

Introducción: Buenos días/tardes, mi nombre es \_\_\_\_\_ de la empresa \_\_\_\_\_, el motivo de esta visita es para conocer su opinión acerca del servicio de refrigeración prestado, por lo que necesito que responda las siguientes preguntas:

- 1 ¿Distribuye refrescos carbonatados de una o de varias marcas?  
Una sola marca \_\_\_\_\_ Diferentes marcas \_\_\_\_\_
  
- 2 Indique que clase de equipo de refrigeración posee  
Cámara \_\_\_\_\_ Enfriador \_\_\_\_\_
  
- 3 Al solicitar la reparación del equipo de refrigeración, ¿En cuánto tiempo le atendieron?  
1 a 2 días \_\_\_\_\_ 3 a 4 días \_\_\_\_\_ 5 días o más \_\_\_\_\_
  
- 4 ¿Cuál es el medio o la forma en que usted ha comunicado la solicitud de servicio técnico de refrigeración?  
\_\_\_\_\_
  
- 5 ¿Cuáles serían las principales causas por las que no compraría el producto?  
\_\_\_\_\_

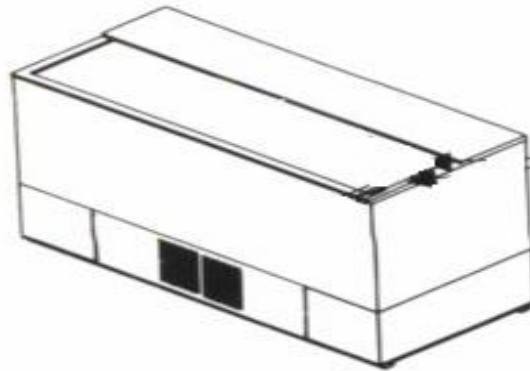
## Anexo 2

### Sistema de refrigeración de Placa fría



En el sistema de refrigeración de placa fría, cuenta con un evaporador de gran tamaño, el calor se absorbe por medio de cada uno de los entrepaños señalados con las flechas.

**Figura No.2**  
**Enfriadores horizontales**



Los enfriadores horizontales, son muebles que permiten el almacenamiento y conservación de productos que necesitan refrigeración, actualmente su uso ha disminuido debido a que no se puede exhibir lo que contiene y en el caso de los refrescos carbonatados es algo imprescindible para las empresas que los comercializan.



**Figura No. 3**

**Cámara refrigerante**



Estas imágenes representan el diseño de un enfriador vertical, denominado cámara refrigerante, su característica principal es que cuenta con una puerta de vidrio y parrillas en forma de anaqueles que permiten una mejor exposición del producto.

# OBJETIVOS

## GENERALES:

- Desarrollar una base de conocimientos sobre los objetivos principales de la administración de personal y sus distintas aplicaciones.
- Interesarse más en el conocimiento y estudio de los distintos métodos que existen para el análisis de la administración de personal, y la relación con la Ingeniería Industrial.
- Entender la importancia que tiene saber como manejar el personal en una planta industrial.

## ESPECIFICOS:

- Indagar en que consiste la administración de personal y definir un concepto sencillo que la describa.
- Relacionar todos los aspectos de la administración de personal con la Industria.
- Encontrar las aplicaciones que se pueden dar a los objetivos con la ingeniería industrial.
- Adquirir mayor conocimiento para el buen uso de todas las herramientas que nos proporciona la administración de personal.

## CONCLUSIONES

Con base a los objetivos específicos y al trabajo realizado podemos concluir con lo siguiente:

La administración de personal tiene como por objetivo tres área importantes que van de la mano (Empleador, Empleado y desempeño que esta afecta a la empresa y sociedad), es por esa razón que es necesario ahondar en cada uno de estos aspectos.

Para el siguiente trabajo se hizo especialmente en base a las aplicaciones que podemos encontrar con la "Ingeniería Industrial", esto se debe a que la administración de personal se puede relacionar otros campos, esto refleja la importancia y la necesidad de poder comprender como afecta a todas las partes de una empresa.

Finalmente el siguiente trabajo nos sirvió para poder tener una idea general de lo que el curso tratara.