



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO DE DESPACHO, A  
TRAVÉS DE LA MEJORA DEL SISTEMA DE COLAS DE UNA  
FÁBRICA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES**

**Werner Apopa Soto**

Asesorado por la Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO DE DESPACHO, A  
TRAVÉS DE LA MEJORA DEL SISTEMA DE COLAS DE UNA  
FÁBRICA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**WERNER APOPA SOTO**

ASESORADO POR LA INGA. GLADYS LORRAINE CARLES  
ZAMARRIPA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de Lòpez
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Inga. Paula Vanesa Ayerdi Bardales
EXAMINADORA	Inga. Lenny Virginia Gaitán Rivera
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
SECRETARIA	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO DE DESPACHO, A TRAVÉS DE LA MEJORA DEL SISTEMA DE COLAS DE UNA FÁBRICA DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en agosto de 2006.

Werner Apopa Soto

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- DIOS** Por haberme permitido culminar este trabajo.
- MIS PADRES** **Raúl Apopa y María Luisa de Apopa**  
Por el ejemplo, apoyo y cariño que han significado a través de toda mi vida.
- MI ESPOSA** **Perla Villeda**  
Por brindarme su amor y apoyo.
- MIS HIJOS** **André y Carmen Lucía**  
Por ser mi mayor fuente de inspiración.
- MIS HERMANOS** Por estar siempre conmigo en este camino.
- MI FAMILIA** Por su constante soporte.
- MI ASESORA** **Inga. Gladys Carles**, por su excelente asesoría en la realización de este trabajo.
- MIS AMIGOS** Muy especialmente.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	IX
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XIII
<b>OBJETIVOS</b>	XV
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XVII

<b>1. ANTECEDENTES</b>	1
1.1 Descripción de la empresa	1
1.1.1 Misión	1
1.1.2 Visión	1
1.1.3 Políticas y objetivos estratégicos	1
1.1.4 Reseña histórica	1
1.1.5 Organización	2
1.1.5.1 Tipo de organización	2
1.1.5.2 Estructura organizacional	3
1.2 Teoría de Colas	4
1.2.1 Definición	4
1.2.2 Papel que desempeña la distribución exponencial	5
1.2.3 El modelo básico	6
1.2.4 Suposiciones del modelo básico	7
1.2.4.1 Proceso de llegadas	7
1.2.4.2 Proceso de servicio	7
1.2.4.3 Tamaño de la cola de espera	7
1.2.4.4 Disciplina en las colas de espera	7
1.2.4.5 Horizonte de tiempo	8
1.2.4.6 Población fuente	8

1.2.5	Cola de espera M/M/s	8
1.2.6	Ecuación de flujo de <i>little</i>	9
1.2.7	Factor de utilización	10
1.2.8	Prueba de bondad de ajuste	12
1.3	Servicio al cliente	14
1.3.1	Definición	14
1.3.2	Características	17
1.3.3	Objetivos	19
1.3.4	Ventajas	19
1.3.5	Elementos del servicio al cliente	21
1.3.6	Propósito e importancia del servicio al cliente	24
<b>2.</b>	<b>EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE COLAS ACTUAL</b>	<b>25</b>
2.1	Características actuales del sistema de colas	25
2.1.1	Proceso de llegada	25
2.1.2	Prueba de bondad de ajuste para $\lambda$	26
2.1.3	Prueba de bondad de ajuste para $\mu$	29
2.1.4	Tasa promedio de servicio	31
2.1.5	Disciplina de la cola	31
2.1.6	Estado estable	32
2.1.6.1	Medición del tiempo promedio que un cliente permanece en cola	33
2.1.6.2	Medición del tiempo promedio de servicio	34
2.1.6.3	Longitud media de cola	34
2.1.6.4	Determinación del costo actual del sistema	35
2.1.7	Diagramas del proceso	39
2.1.7.1	Diagrama de flujo	39
2.1.7.2	Diagrama de recorrido	40

<b>3. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO DE DESPACHO A TRAVÉS DE LA MEJORA DEL SISTEMA DE COLAS</b>	<b>41</b>
3.1 Análisis de medidas de desempeño con varios servidores	41
3.2 Determinación del número ideal de servidores que reducen el tiempo de espera y optimizan el costo del sistema	44
<b>4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA</b>	<b>53</b>
4.1 Recursos necesarios para implementar la propuesta	53
4.1.1 Recurso humano	53
4.1.2 Recursos técnicos	54
4.1.3 Recursos materiales	54
4.1.4 Recursos económicos	55
4.1.5 Características y ambiente ideal para la implementación del nuevo sistema	55
<b>5. MEJORA CONTINUA</b>	<b>57</b>
5.1 Medición del servicio	57
5.1.1 Encuesta	58
5.1.2 Índice de valor del cliente	59
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>67</b>
<b>APÉNDICES</b>	<b>69</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Organigrama Fábrica de Alimentos Balanceados	3
2	Equilibrio entre costos de espera y costos de servicio	5
3	Sistema de Colas básico	6
4	Sistema de Colas M/M/s	8
5	Distribución de <i>Poisson</i>	9
6	Ecuación del flujo de <i>little</i>	10
7	Factor de utilización	10
8	Probabilidad de que el sistema esté vacío	10
9	Fórmulas para el sistema multicanal o M/M/S	11
10	Distribución ji cuadrada	12
11	Proceso de prestar un servicio	14
12	Triángulo del servicio	21
13	Distribución de <i>Poisson</i> teórica para $\lambda=5.12$	27
14	Probabilidad de que el sistema esté vacío	32
15	Tiempo promedio de permanencia en el sistema	33
16	Tiempo promedio de permanencia en cola	33
17	Longitud media de cola	34
18	Costo total	36
19	Análisis económico con varios servidores en horario de 7:00-9:00	46
20	Análisis económico con varios servidores en horario de 9:00-12:00 horas	49
21	Costo actual contra costo propuesto	50



## TABLAS

I	Tasa de llegada promedio de 7:00-12:00 horas	25
II	Probabilidad de x arribos/unidad de tiempo	26
III	Cálculo de $\chi^2$ para la tasa de llegada $\lambda$	27
IV	Cálculo de $\chi^2$ para la tasa de servicio $\mu$	29
V	Tasa promedio de servicio	31
VI	Costo de un servidor/hora	36
VII	Costo por hora de tener esperando a una persona	37
VIII	Costo total del sistema actual	38
IX	Medidas de desempeño con varios servidores en horario de 7:00-12:00 horas	41
X	Medidas de desempeño con varios servidores en horario de 7:00-9:00 horas	42
XI	Medidas de desempeño con varios servidores en horario de 9:00-12:00 horas	43
XII	Costo total para tres servidores en horario de 7:00-9:00 horas	44
XIII	Costo total para cuatro servidores en horario de 7:00-9:00 horas	44
XIV	Costo total para cinco servidores en horario de 7:00-9:00 horas	45
XV	Costos para varios servidores en horario de 7:00-9:00 horas	45
XVI	Costo total para dos servidores en horario de 9:00-12:00 horas	47
XVII	Costo total para tres servidores en horario de 9:00-12:00 horas	47
XVIII	Análisis de costos para cuatro servidores en horario de 9:00-12:00	48
XIX	Análisis de costos para cinco servidores en horario de 9:00-12:00 horas	48
XX	Costos para varios servidores en horario de 9:00-12:00 horas	49
XXI	Costo actual versus costo propuesto	50



## LISTA DE SÍMBOLOS

$\lambda$	Tasa media de llegadas por unidad de tiempo
$\mu$	Tasa media de servicio por unidad de tiempo
$P_x$	Probabilidad de que x clientes se encuentren en el sistema
e	Exponencial
$W_s$	Tiempo que un cliente permanece en el sistema, en cola y siendo servido
$W_q$	Tiempo que un cliente permanece en cola esperando servicio
$L_s$	Cantidad de clientes en el sistema, en cola y siendo servidos
$L_q$	Cantidad de clientes en cola esperando servicio
!	Factorial
$\rho$	Factor de utilización
$\chi^2$	Distribución ji cuadrada



## GLOSARIO

<b>Organización línea-staff</b>	Es el resultado de la combinación de la organización lineal y la funcional, para tratar de aumentar las ventajas de estos dos tipos de organizaciones y reducir sus desventajas, formando la llamada organización jerárquica-consultiva.
<b>Teoría de colas</b>	Estudio matemático de las líneas de espera.
<b>Tasa media de llegadas</b>	Número promedio de trabajos que llegan en un período determinado.
<b>Tamaño de cola de espera</b>	Número de personas que se encuentran en la línea de espera.
<b>Horizonte de tiempo</b>	Tiempo en el que se prestan los servicios.
<b>Línea de espera multicanal</b>	Línea de espera formada por dos o más canales o servidores que son idénticos en capacidad y servicio.

<b>Servicio</b>	Cualquier actividad o beneficio que una parte puede ofrecer a otra, es intangible y no da como resultado la propiedad de nada.
<b>Triángulo del servicio</b>	Concepto que concibe al cliente como un todo, que se encadena y actúa alrededor del cliente, manteniendo relaciones simbólicas entre diversos elementos: estrategia de servicio, el personal y los sistemas.
<b>Distribución de <i>Poisson</i></b>	Distribución de probabilidad discreta. Expresa la probabilidad de un número de eventos ocurriendo en un tiempo fijo, si estos eventos ocurren con una tasa media conocida, y son independientes del tiempo desde el último evento.
<b>Distribución exponencial</b>	Distribución de probabilidad continua con parámetro $\lambda > 0$ .
<b>PEPS</b>	Primero en entrar primero en salir.
<b>Diagrama de flujo</b>	Representación gráfica de un proceso.
<b>Paletizado</b>	Operación de moldeado termoplástico, en el que partículas finalmente divididas de una relación se integran en un <i>pelet</i> compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión.

## RESUMEN

En un mundo donde la globalización y la apertura de mercados dan más opciones a los clientes, las empresas deben enfrentar grandes retos para ofrecer productos de excelente calidad, a un buen precio y con servicios que agreguen valor para superar las expectativas de los consumidores.

El primer factor a considerar cuando de agregar valor a los productos se trata, es la percepción que los clientes tienen del servicio recibido; medir la calidad de un producto es relativamente sencillo, sin embargo, cuando se trata de servicios la situación cambia, ya que no existen normas generalmente aceptadas para determinarla. La calidad del servicio es intangible, los clientes miden la calidad de un servicio en función de sus expectativas sobre el, por ejemplo, la amabilidad con que le atienden o el tiempo que debe esperar en una fila.

El presente trabajo consta de un estudio de colas de espera, el cual, mediante el análisis de medidas de desempeño y un estudio económico, permita el planteamiento de una propuesta para que la empresa en estudio brinde un servicio de despacho excelente al menor costo.

Para facilitar la comprensión del estudio, el trabajo contiene un diagrama de flujo de proceso y un diagrama de recorrido, donde se plasma el curso que sigue el proceso de despacho.

En la parte final se muestran los recursos necesarios para la implementación de la propuesta, recursos humanos, técnicos y materiales, además de la mejora continua, que comprende la medición de los resultados obtenidos para identificar oportunidades después de la implementación.



## **OBJETIVOS**

### **GENERAL:**

Desarrollar un sistema de colas que permita reducir el tiempo de espera para optimizar el servicio y minimizar los costos de la empresa.

### **ESPECÍFICOS:**

1. Establecer el tiempo promedio que un cliente permanece en el sistema de colas en el despacho.
2. Determinar el tiempo promedio que un cliente permanece en cola para calcular el costo de espera.
3. Determinar el tiempo promedio de servicio para identificar medios de optimización.
4. Identificar la longitud media de cola en el despacho.
5. Determinar el costo actual del sistema de colas en el despacho.
6. Establecer el número ideal de servidores que reduzcan el tiempo de espera y optimicen el costo.
7. Determinar el costo del sistema de colas propuesto en el despacho.

8. Definir las características y ambiente ideal para el funcionamiento del nuevo sistema de colas.

## INTRODUCCIÓN

Toda organización que quiera mejorar y ser exitosa en el mercado, debe tener como pilar fundamental el servicio al cliente, y contar con una estrategia bien definida que la diferencie de sus competidores.

La estrategia puede ofrecer velocidad, eficiencia, bajo precio y conveniencia, dependerá del tipo de empresa y las necesidades específicas de la misma, lo que dicte el camino a seguir.

En el campo de las organizaciones, se tiene una alta prioridad por mejorar los servicios que se prestan al público en general, para lo que primero se debe identificar el tipo de servicio, imagen y atención que se presta a sus usuarios en función de mejorar estos.

Uno de los problemas más comunes en el servicio al cliente, es el tiempo que los clientes deben esperar en la fila para poder adquirir un producto o servicio; la teoría de colas es una herramienta que permite la creación de un sistema con el número ideal de servidores que reduce el tiempo de estadía en el sistema a un costo mínimo, tomando en cuenta que los usuarios no llegan en un horario fijo y el tiempo de servicio no es constante.

En el presente trabajo se analiza la situación actual de una fábrica de alimentos balanceados para animales, y permite hacer una propuesta de optimización, la cual facilitará la toma de decisiones sobre la segmentación del servicio haciendo un equilibrio entre los costos y la calidad del servicio. Por ejemplo, un supermercado con 19 cajas registradoras, es posible que el día domingo debido a la demanda de clientes tenga que usarlas todas para prestar un buen servicio, no así el día lunes que la demanda baja considerablemente.

Además, este trabajo de investigación podrá ser útil a estudiantes y profesionales interesados en el estudio de un caso práctico de aplicación de la teoría de colas.

# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1 Descripción de la empresa**

Es una empresa multinacional que se dedica a la producción y comercialización de alimentos balanceados para distintos animales, incluido ganado para la producción de leche y de carne, porcinos, aves de corral, equinos, camarones y liebres.

### **1.1.1 Misión**

Crear valor diferenciado para sus clientes.

### **1.1.2 Visión**

Ser líder mundial en la nutrición animal.

### **1.1.3 Políticas y objetivos estratégicos**

Esta empresa basa sus operaciones en el crecimiento sostenido y en un cambio constante, con un claro enfoque y compromiso de servicio y entrega de productos de calidad, mediante equipos de alto desempeño, innovadores, que centralicen sus esfuerzos en crear valor distintivo para sus clientes.

### **1.1.4 Reseña histórica**

La operación de esta empresa inicia en el año 1961 con una pequeña planta ubicada a inmediaciones del trébol, zona 8, además, contaba con operaciones de incubación en granjas reproductoras, granjas de pollo de engorde y rastro. En 1974, esta compañía toma la decisión de vender las operaciones avícolas, entre ellas las incubadoras, granjas y rastro. En 1978, empiezan a producir alimentos para perros. En el año de 1980 debido a un cambio de enfoque inauguran una nueva planta con maquinaria y equipo moderno, entre este equipo máquinas peletizadoras que permiten la venta de productos peletizados

y con ello una diferenciación en el mercado de alimentos balanceados. En 1,989 empiezan a exportar a Honduras, Nicaragua, El Salvador y en el año 2,002 a Belice. (1)

## **1.1.5 Organización**

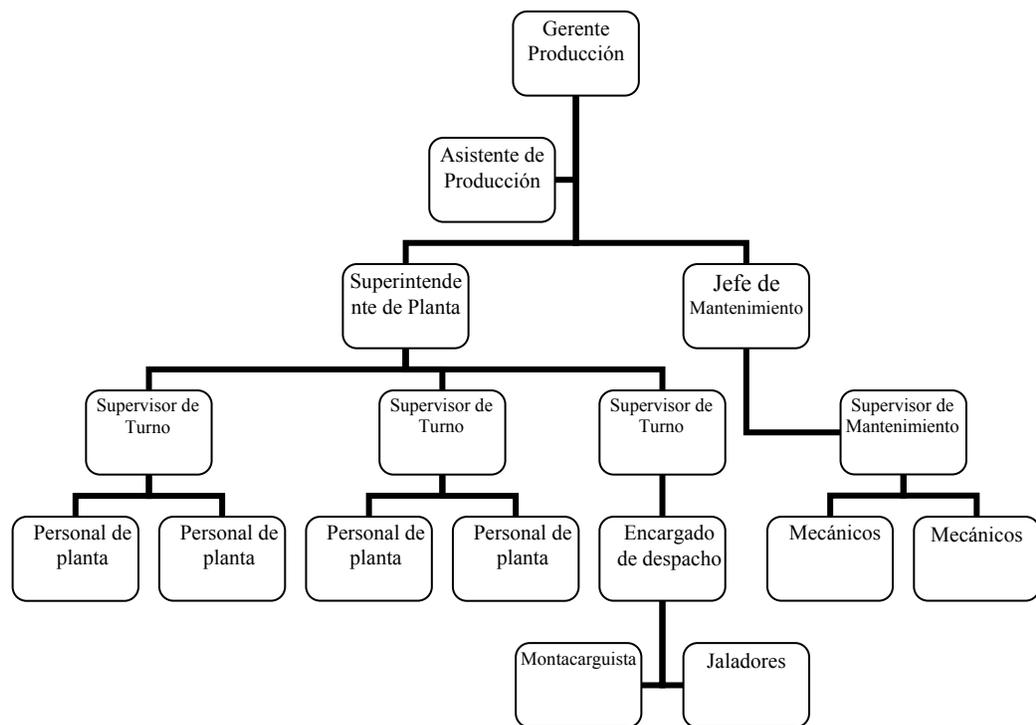
### **1.1.5.1 Tipo de Organización**

Esta es una empresa con una organización tipo línea-staff o también llamada organización jerárquica-consultiva, en la cual los órganos de línea están orientados hacia el exterior de la organización, donde se sitúan sus objetivos, mientras que los órganos de staff están orientados hacia dentro para asesorar a los demás órganos, sean de línea o staff. En este tipo de estructura cada órgano responde ante un sólo y único órgano superior. La jerarquía o línea asegura el mando y la disciplina, mientras que el staff asegura asesoría especializada e innovadora.

### 1.1.5.2 Estructura Organizacional

Esta empresa cuenta en su estructura con un Gerente General, departamento de producción, departamento de control de calidad, departamento de compras, departamento de ventas y departamento de recursos humanos, para efecto de este trabajo solo mostraremos el organigrama del departamento de producción, al cuál pertenece el departamento de despacho.

**Figura 1. Organigrama departamento de producción**



Fuente: JIMENEZ, Juan. **Descripción general de la empresa.** 15 de marzo de 2007. (Comunicación personal).

## **1.2 Teoría de Colas**

### **1.2.1 Definición**

La teoría de colas es el estudio matemático de las líneas de espera que se generan cuando clientes o productos llegan a una instalación en busca de un servicio. Las colas se forman debido a un desequilibrio temporal entre la demanda del servicio y la capacidad del sistema para suministrarlo. (2)

Los análisis de sistemas de colas ayudan a entender el comportamiento de los diferentes sistemas de servicio, relacionan la longitud de la línea de espera, tiempo promedio de espera y otros factores como la conducta de los usuarios al momento del arribo y en la cola (3).

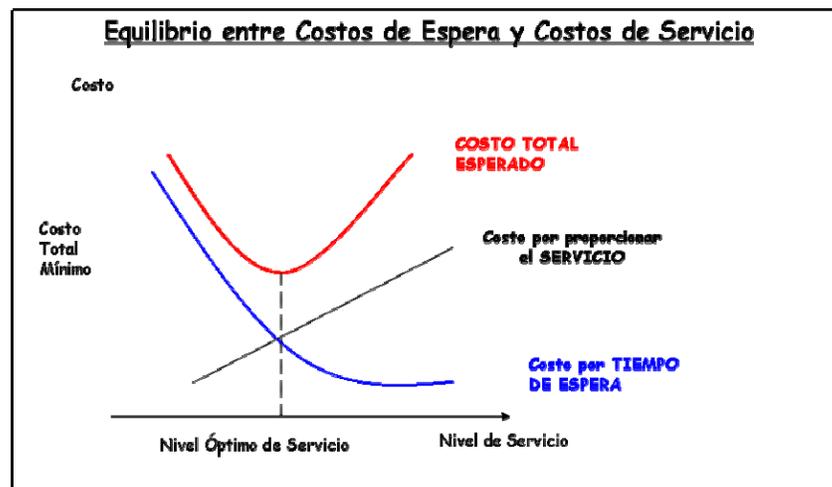
Si las llegadas son más frecuentes que las que puede atender la tasa de servicio, el sistema estará en situación de inestabilidad. El flujo de clientes o productos en curso deberá descender o el servidor deberá acelerarse, en caso contrario, las líneas de espera pueden crecer sin límite. En el caso de que las llegadas sean menos frecuentes que el máximo asumible por la tasa de servicio, se dice que el sistema es estable y que el tiempo de espera es nulo. La realidad suele ser diferente, porque las llegadas no se producen de forma homogénea ni los tiempos de servicio son constantes, lo que hace que aparezcan las colas y dificulta la identificación de la posible ociosidad de los recursos.

Los modelos de líneas de espera son de gran utilidad tanto en las áreas de manufactura como en las de servicio, por ejemplo cajeras de un banco, reparaciones de maquinaria, cajeros en restaurantes de comida rápida, etc. (2), pues debe existir un equilibrio entre el costo de proporcionar un buen servicio y el costo del tiempo de espera del cliente o de la máquina que deben ser atendidos.

El objetivo es que las colas sean lo suficientemente cortas para que los clientes no se irriten e incluso se retiren sin llegar a utilizar el servicio o lo usen pero no retornen

más, sin embargo es importante lograr una longitud de cola razonable en espera, que sea balanceada, que nos permita obtener ahorros significativos en el costo de servicio y que hagan un equilibrio con los costos de espera como vemos en la figura 1.

**Figura 2. Equilibrio entre costos de espera y costos de servicio**



Fuente: ANDRADE, Iván. **Teoría de colas**. Universidad de Azuay, Curso didáctico. SI

### 1.2.2 Papel que desempeña la distribución exponencial

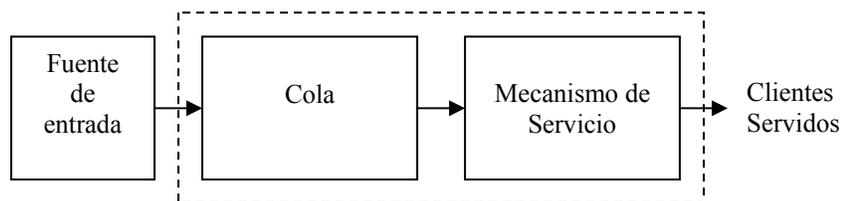
La operación de los sistemas de colas está determinada por dos propiedades estadísticas, la distribución de probabilidad de los tiempos entre llegadas y la distribución de probabilidad de los tiempos de servicio. La distribución exponencial da una representación razonable del proceso de llegadas en una diversidad de situaciones, debido a que no es simétrica debe tener tantos valores por encima de la media como debajo de ella.

La distribución exponencial queda definida con un parámetro, llamado  $\lambda$ , es la tasa media de llegadas, esto es cuántos trabajos llegan en promedio durante un período específico.

### 1.2.3 El modelo básico

Este sistema se conoce como cola de espera de un solo servidor o de un solo canal. En este modelo los clientes inician el proceso en una fuente de entrada, para enseguida unirse a la cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola para proporcionarle el servicio, mediante alguna disciplina de servicio, luego, se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente, a lo que se denomina mecanismo de servicio, por último el cliente sale del sistema. (2).

**Figura 3. Sistema de Colas básico**



Fuente: EPPEN, G.D. **Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa**. Quinta edición. México: 2000, Prentice-Hall.

## **1.2.4 Suposiciones del modelo básico**

### **1.2.4.1 Proceso de llegadas**

A cada llegada se le denominará un trabajo. Debido a que el tiempo entre llegadas o también llamado tiempo interarribos, no se conoce con certeza, necesitaremos suponer que se da según la distribución exponencial.

### **1.2.4.2 Proceso de servicio**

En el modelo básico el tiempo que toma dar por concluido un trabajo también es tratado mediante la distribución exponencial, este se representa mediante un parámetro llamado  $\mu$ , que representa la tasa media de servicio dado en trabajos por minuto

### **1.2.4.3 Tamaño de la cola de espera**

El tamaño de la cola de espera puede ser infinito o finito.

a) Tamaño de cola infinito: cuando el número de clientes o arribos en un momento dado son una pequeña parte de los arribos potenciales. Para propósitos prácticos poblaciones ilimitadas pueden considerarse a los clientes en un supermercado, los aficionados a un partido de fútbol. La mayoría de los modelos asumen tamaño de cola infinito.

b) Tamaño de cola finito: cuando se tienen muy pocos servidores y el servicio es restringido.

### **1.2.4.4 Disciplina en las colas de espera**

La disciplina de la cola se refiere al orden en que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio. En la mayoría de las ocasiones los clientes o trabajos son atendidos con un criterio de primer arribo, primer trabajo atendido, se atienden en el mismo orden en que llegan a la cola de espera, pero en algunas ocasiones esto puede cambiar, si

existen prioridades y excepciones, por ejemplo en un hospital si llega un enfermo de gravedad.

#### 1.2.4.5 Horizonte de tiempo

La operación del sistema se considera como si ocurriera continuamente en un horizonte infinito.

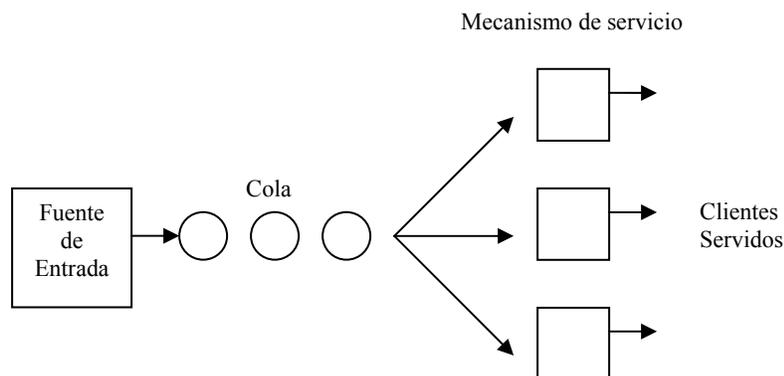
#### 1.2.4.6 Población fuente

Se supone una población infinita susceptible de hacer un arribo.

### 1.2.5 Cola de espera M/M/s

Una línea de espera de canal múltiple está formada de dos o más canales o servidores, que se suponen idénticos en función de su capacidad de servicio. En este sistema las unidades de llegada esperan en una sola línea de espera y a continuación pasan al primer canal disponible para ser atendidas.

**Figura 4. Sistema de Colas M/M/s**



Fuente: EPPEN, G.D. **Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa**. Quinta edición. México: 2000, Prentice-Hall.

La variación existente comparando este sistema con el sistema básico es la cantidad de canales o servidores, además la población fuente puede ser finita, es decir cada servidor puede atender a un número predeterminado de clientes o trabajos.

En este modelo se asume que los arribos siguen la distribución de probabilidad de Poisson y los tiempos de servicio son distribuidos exponencialmente.

### Figura 5. Distribución de Poisson

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} \text{ para } x = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$$

Donde:

$P(x)$  = Probabilidad de  $x$  arribos

$x$  = Número de arribos por unidad de tiempo

$\lambda$  = Rata promedio de arribo

$e$  = 2.71828

Algunos sistemas tienen tiempos de servicio constantes en lugar de exponencialmente distribuidos. Cuando los clientes son atendidos o equipos son procesados con un ciclo fijo como es el caso de una lavadora de carros automatizada o ciertos entretenimientos en los parques de diversiones, el asumir servicio constante es adecuado, este sistema es llamado M/D/1.

#### 1.2.6 Ecuación del flujo de Little

Esta ecuación nos indica que  $L_s$ , el número esperado de personas en el sistema es igual a  $\lambda$ , la tasa media de llegadas, multiplicado por  $W_s$ , el tiempo de espera estimado.

### Figura 6. Ecuación del flujo de little

$$Ls = \lambda Ws$$

Se aplica a cualquier ecuación de estado estable, por lo tanto, es aplicable a una gran variedad de modelos.

#### 1.2.7 Factor de utilización

Si  $\lambda$  = tasa promedio de llegadas y  $\mu$  = tasa promedio de servicio, entonces  $\lambda$  debe ser menor que  $\mu$ . Si no fuera así, el promedio de llegadas sería superior al número promedio de unidades que se atienden, y el número de unidades que están esperando se volvería infinitamente grande. El factor de utilización se define como la fracción promedio de tiempo que el sistema está ocupado, como se muestra en la figura 7.

### Figura 7. Factor de utilización

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

Entonces, la probabilidad de que el sistema esté vacío ( $P_0$ ), está dada por:

### Figura 8. Probabilidad de que el sistema esté vacío

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{s\mu}$$

**Figura 9. Fórmulas para el sistema multicanal o M/M/S**

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu}$$

$$P_o = \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{n=s-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{s!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^s \frac{s\mu}{s\mu - \lambda}} \text{ para } s\mu > \lambda$$

$$L_s = \frac{\lambda\mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} P_o + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$L_s = \lambda W_s$$

$$W_s = \frac{\mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} P_o + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

$$L_q = P_o \left[ \frac{\left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^{s+1}}{(s-1)!(s - \lambda/\mu)^2} \right]$$

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = L_s - \rho$$

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

Fuente: ANDRADE, Iván. **Teoría de colas**. Universidad de Azuay, Curso didáctico. SI

### 1.2.8 Prueba de bondad de ajuste

Es posible emplear diversas pruebas estadísticas para probar la bondad del ajuste de una distribución teórica a un conjunto determinado de datos. Una de las que se usan con mayor frecuencia es la prueba de ji cuadrada ( $\chi^2$ ). La prueba de  $\chi^2$  pretende determinar si existe diferencia significativa entre las frecuencias esperadas y las reales de los datos. (4).

Los pasos que se utilizan en el proceso de prueba son los siguientes:

- Plantear la hipótesis de prueba,  $H_0$ , que señala que los datos observados se extrajeron de una población que puede describirse a través de una distribución teórica conocida.
- Plantear la hipótesis alternativa,  $H_1$ , que señala que los datos observados no se extrajeron de la población planteada en el paso 1.
- Identificar el nivel de significación,  $\alpha$ , con el que se llevará a cabo la prueba,  $(1 - \alpha)$  es el nivel de confianza de una prueba estadística.
- Utilizando la siguiente relación matemática

**Figura 10. Distribución ji cuadrada**

$$\chi_{cal}^2 = \frac{\sum (f_0 - f_e)^2}{f_e}$$

Donde,

$\chi_{cal}^2$  = valor calculado de  $\chi^2$

$f_0$  = frecuencia observada

$f_e$  = frecuencia teórica o esperada

Probar la  $\chi^2_{cal}$  con la  $\chi^2_{tablas}$ . Si  $\chi^2_{cal} > \chi^2_{tablas}$ , entonces se rechaza  $H_0$  (se acepta  $H_1$ ); si  $\chi^2_{cal} \leq \chi^2_{tablas}$ , no se rechaza  $H_0$ . El valor de  $\chi^2_{tablas}$  se encuentra en la tabla de ji cuadrada y está definido por el número de grados de libertad (g.l.). Los grados de libertad, para la mayoría de las pruebas de bondad de ajuste, se definen de la siguiente manera:

g.l. = número de categorías (clases) - número de parámetros - 1

Donde, el número de parámetros se define como el número de estadísticos ( $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\alpha$ , etc.) que se requieren para describir una distribución determinada. (4).

## 1.3 Servicio al cliente

### 1.3.1 Definición

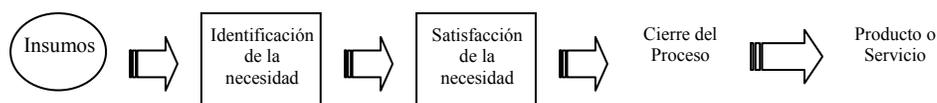
Es una de las herramientas más eficaces, usada por las empresas para diferenciarse de su competencia y desarrollar ventaja competitiva sostenible, durante mucho tiempo las empresas han enfocado sus recursos en nuevos productos que les permitan obtener atractivos márgenes de utilidad, sin embargo, hoy en día la atención debe ser dirigida principalmente a detectar necesidades latentes en el consumidor, y producir satisfacciones que el mercado identifique como soluciones a su necesidad. Conseguir clientes, en estos días, cualquiera que sea su negocio, es difícil, por tanto, se deben buscar todos los mecanismos posibles para conseguir retenerlos.

#### Proceso de prestar un servicio

Cada uno de los servicios que prestamos sigue un proceso que generalmente tiene 3 etapas o fases muy claras:

- Identificación de las necesidades
- Satisfacción de las necesidades
- Cierre del proceso

**Figura 11. Proceso de prestar un servicio**



Fuente: OLVERA, Adriana. **Calidad en el Servicio y Atención a Clientes**.  
Guatemala: Grupo Comunica. 2005 (Seminario-Taller).

## **Identificación de las necesidades**

En esta etapa el prestador de un servicio tiene la función de detectar y conocer las necesidades del usuario, tanto en términos de sus necesidades personales como las prácticas.

Los pasos para esta etapa son los siguientes:

- Reconocer la presencia del usuario estableciendo contacto visual y sonreír.
- Dar la bienvenida al usuario, con un tono de voz modulado, se debe ser diplomático y ofrecer apoyo.
- Preguntar amablemente ¿qué necesita?
- Escuchar.
- Verificar con el usuario lo que el prestador del servicio entendió que él necesita.

Terminada esta etapa el prestador del servicio debe tener claro qué es lo que el usuario está buscando.

## **Satisfacción de las necesidades**

En esta etapa del proceso, el prestador del servicio intentará satisfacer las necesidades del usuario. Estas necesidades identificadas en el paso anterior deberán ser, en la medida de lo posible:

- a) Satisfechas: Cumplir con el 100% del objetivo. Resolver el problema práctico del usuario y proporcionar al mismo tiempo un trato agradable.

- b) Excedidas: Significa dar un valor agregado en el servicio que el usuario no espera. Ejemplo: Resolver un trámite en menos tiempo de lo que el usuario espera, proporcionar información de utilidad adicional a la solicitada.

Los pasos para esta etapa son los siguientes:

- Responder rápidamente sin perder la cortesía.
- Proporcionar la información solicitada.
- Dar explicaciones completas y claras a todas las preguntas del usuario.
- Concentrarse en el problema a resolver y dar el servicio completo.
- Explicar los retrasos.
- Asegurarse que el usuario ha entendido su parte en el proceso.

Para poder dar un servicio con calidad es necesario conocer los métodos, procedimientos, políticas y reglamentos en el que está sustentado.

### **Cierre del proceso**

La etapa del cierre llega después de que el servicio ha sido prestado. Este último paso es muy importante, ya que el usuario proporciona mucha retro-información del servicio que recibió.

Así como el prestador de servicios dio una buena imagen al principio, también debe dejar una buena imagen al final, ya que esto es lo que el usuario recordará del servicio que recibió.

Los pasos para esta etapa son los siguientes:

- Asegurarse que no quedó nada pendiente por resolver en ese momento.
- Preguntar al usuario si existe alguna otra cosa en que se le pueda ayudar.
- Despedir al usuario amablemente, sin perder contacto visual y la sonrisa.
- Ponerse a las órdenes para futuras ocasiones.
- Proporcionar información al usuario para que conozca los diferentes servicios que presta la organización. (5).

### **1.3.2 Características**

Existen varias características que pueden diferenciar a un servicio de un producto:

- a) Intangible. No puede tocarse, probarse, olerse o verse. Un servicio no existe hasta que lo pide un posible receptor. No ocupa un espacio físico en el anaquel y no es fácil de inventariar.
- b) Heterogéneo. Los servicios varían. Debido a que son entregados por personas son difíciles de estandarizar. Aún el cajero más amable y competente puede tener, por muchas razones un mal día y sin darse cuenta dar un mal servicio al usuario en la ventanilla.
- c) Su producción, venta y consumo se lleva a cabo simultáneamente. Un servicio generalmente se consume al tiempo que se entrega, además de que casi siempre participa en su producción. Ejemplo: una persona que va a cortarse el cabello. El servicio no puede empezar hasta que llega, se sienta en la silla y explica que quiere. Participa en el diseño cuando dice como quiere el corte y luego retroalimenta al estilista diciendo: “un poco mas corto del frente”.

- d) La satisfacción es resultado de un encuentro dinámico. El producto siempre se ve afectado por la relación entre el proveedor y el receptor del servicio.

Estamos ante una situación compleja: el servicio es intangible, heterogéneo y ocurre de manera simultánea y dinámica. Esto indudablemente hace que la administración del servicio sea más complicada que la administración de un producto.

Por otro lado tenemos los atributos o propiedades del servicio, los cuales representan los criterios que los clientes utilizan para evaluar la calidad del mismo y destacan los siguientes:

- **Tangibilidad:** Apariencia de las instalaciones, equipos, personal y material utilizado.
- **Confiabilidad:** Habilidad para llevar a cabo el servicio prometido de forma confiable y precisa.
- **Capacidad de respuesta:** Voluntad para auxiliar a los clientes y proporcionarles un servicio expedito.
- **Seguridad:** Conocimiento y cortesía de los empleados para atender al cliente así como la habilidad para generar confianza.
- **Empatía:** Cuidado y atención individualizada a los clientes.

Según estudios realizados con clientes todos los atributos tienen más o menos la misma importancia, además dejaron claro que la confiabilidad es el atributo más crítico.

Por lo tanto, el mensaje que los clientes están enviando a las empresas de servicios es el siguiente: luzca pulcro y organizado, atienda rápidamente, con seguridad y con empatía, pero sobre todo, sea confiable: cumpla lo que promete. (5).

### **1.3.3 Objetivos**

#### **Objetivo General:**

Superar las expectativas de los clientes mediante la creación y ofrecimiento de valor diferenciado, brindando una calidad de servicio notablemente mejor, que marca la diferencia ante la competencia, logrando una rentabilidad más estable, a largo plazo, para la empresa.

#### **Objetivos Específicos:**

- Comprender la importancia de la atención y servicio al cliente, ya sea clientes internos o externos.
- Determinar cuales son las necesidades y expectativas de los clientes.
- Transmitir y moldear una actitud de servicio apropiada para sus usuarios.
- Lograr mantener un alto grado de atención y cuidado de situaciones frente a usuarios y clientes.
- Conocer modelos de mejora del servicio de calidad a clientes y usuarios.
- Determinar planes de acción encaminados a brindar una calidad de servicio que supere las expectativas de los clientes.
- Captar clientes nuevos y conservarlos.

### **1.3.4 Ventajas**

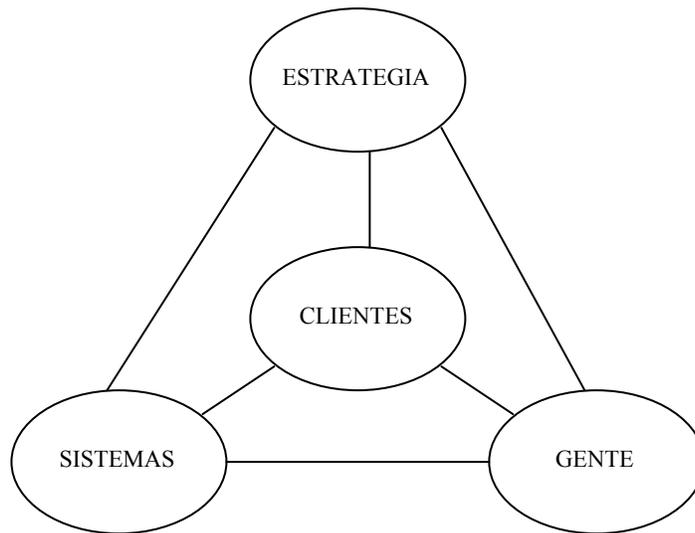
El mantenimiento de altos niveles de calidad en los servicios permite a las empresas:

- **Aumentar la lealtad de sus clientes:** Una estrategia de servicio bien estructurada, basada en la calidad de servicio, logrará retener clientes.
- **Incrementar la participación de mercado:** Según estudios realizados por la PIMS (Profit Impact of Market Strategy) que en español significa “impacto en los beneficios de las estrategias de marketing”, existe una correlación permanente y positiva que se puede expresar de la siguiente manera: “Cuanto más alta es la calidad sostenida de un producto o servicio, mayor es su participación de mercado, y viceversa”.
- **Explotar la posibilidad de fijar precios más altos:** Al lograr una participación significativa en el mercado, nuestra ventaja competitiva permitirá subir los precios y obtener mayores márgenes de utilidad.
- **Captar más clientes nuevos como resultado de la comunicación boca-a-boca:** La base para captar la atención de clientes nuevos debe ser la lealtad de los clientes actuales, los cuales recomendarán un buen servicio cada vez que tengan oportunidad.
- **Asegurar un flujo creciente de ingresos adicionales:** Estos se obtendrán mediante la lealtad de los clientes, la cual incrementa la participación en el mercado mediante la captación de clientes nuevos, gracias a la comunicación boca-a-boca.
- **Ahorrar en gastos de marketing:** Lograr costos operativos más bajos como resultado de las economías de escala.
- **Proyectar una mejor imagen y reputación:** Una empresa con estas características será confiable, los clientes potenciales se acercarán tranquilos para hacer negocios con ella.

### 1.3.5 Elementos del servicio al cliente

Existen distintos elementos en los que las empresas deben centrar su atención si desean mejorar la calidad de los servicios, para explicar esto existe un modelo llamado “Triángulo del Servicio”. Este modelo tiene cuatro componentes: Clientes, estrategia, sistemas y la gente.

**Figura 12. Triángulo del servicio**



Fuente: ALBRECHT, Karl y Lawrence Bradford. **La excelencia en el Servicio.**

Primera edición. Colombia: Legis Editores, S.A., 1990.

## **Importancia del cliente**

Es importante estar conscientes que el principal ingrediente de todo esfuerzo dirigido a mejorar la calidad del servicio, es el cliente, y que la piedra angular de todo esfuerzo para mejorar la calidad de servicio es escuchar al cliente. Escuchar a los clientes significa averiguar sus deseos, necesidades, sugerencias, reclamos y quejas, tomando esta información como la base para la construcción de una estrategia sólida y competitiva, que procure ante todo, dar a los clientes un valor diferenciado.

## **Estrategia**

Toda Organización que quiera mejorar la calidad de los servicios debe contar con una estrategia. Una estrategia es una fórmula distintiva para entregar al servicio así como un principio organizador, que permite al personal concentrar sus esfuerzos al ofrecimiento de un servicio significativo al cliente.

Una estrategia de servicio debe lograr que la empresa sea diferente de sus competidores, porque procura dar algo que posee valor ante los ojos de los clientes y que la empresa realmente puede cumplir.

Se debe dejar claro que para que una estrategia de los resultados esperados debe ser vivida por la compañía, debe existir el compromiso de todos los niveles de la organización, además, la estrategia debe ser rentable y ayudar a la empresa a ser competitiva en el mercado. Por ejemplo, una estrategia de servicio podría ofrecer velocidad, eficiencia, bajo precio y conveniencia como es el caso de McDonald's.

Otras empresas podrían diseñar una estrategia basada en los atributos de confiabilidad y rapidez, o en los atributos rapidez y amabilidad, las opciones son muchas, sin embargo lo más importante es que la estrategia debe ser dirigida a lo que los clientes quieren y aprecian.

Al desarrollar una estrategia de servicio al cliente se debe tener claro lo siguiente:  
a) ¿qué servicios se ofrecerán? b) ¿qué nivel de servicio se debe ofrecer? y c) ¿cuál es la mejor forma de ofrecer los servicios?

a) ¿Qué servicios se ofrecerán?

Para determinar que servicios son los que el cliente demanda se debe realizar encuestas periódicas que permitan identificar los posibles servicios a ofrecer, además se debe identificar la importancia que le da el consumidor a cada uno.

b) ¿Qué nivel de servicio se debe ofrecer?

Esto consiste en detectar la calidad y cantidad de servicio que los clientes desean, para eso se puede recurrir a varios elementos, encuestas periódicas a consumidores, sistemas de reclamos y buzones de sugerencias, entre otros, los cuales permitirán tener un panorama más claro de sus necesidades y del nivel de satisfacción que tienen actualmente, para así tomar acciones encaminadas a superar las expectativas de servicio.

c) ¿Cuál es la mejor forma de ofrecer servicios?

Una estrategia de servicio al cliente integral debe involucrar a todos los miembros de la organización y tener un fuerte componente de selección de personal que permita trabajar con personas a las que les agrada brindar un excelente servicio. Se debe contar en la organización con personal que esté comprometido con el servicio y con su trabajo, ya que, un servicio de mala calidad al cliente interno terminará siendo un servicio de mala calidad al cliente externo.

### **La gente**

Es difícil imaginar un servicio donde no participe el recurso humano. Ya que, el conocimiento que el personal tenga acerca de los productos y servicios, la habilidad de manejar equipos y procesos, el trato cortés, cálido y respetuoso pueden marcar la diferencia entre adquirir los servicios de una organización u otra.

Pero no solo la gente que tiene contacto directo con el cliente juega un papel importante en la calidad del servicio, también lo tiene la gerencia media y alta gerencia, debido a que generalmente los empleados están sujetos a las instrucciones de sus jefes, a las políticas de las organizaciones y a los criterios de operación de los sistemas y procesos.

La calidad nace de las personas; la calidad va de adentro hacia fuera de la persona, ya que nadie puede dar lo que no tiene. La calidad de la persona tiene mucho que ver con sus motivaciones. (5).

### **1.3.6 Propósito e importancia del servicio al cliente**

El propósito del servicio al cliente debe ser, lograr un crecimiento sostenido en la empresa, mediante la mejora continua de la calidad del servicio, entregando a los clientes el valor diferenciado que logre superar sus expectativas. A medida que hay más clientes fieles a una institución prestadora de servicios, crece la participación de mercado. De allí radica la importancia del servicio al cliente y de la calidad del servicio, mientras mas clientes satisfechos existan la probabilidad de atraer a más clientes potenciales aumenta.

## 2. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE COLAS ACTUAL

### 2.1 Características actuales del sistema de colas

#### 2.1.1 Proceso de llegada

En este caso en particular se asume que el tamaño de la población es infinita o ilimitada, debido a que no se conoce con certeza el número de clientes que serán atendidos, los arribos se dan aleatoriamente y que los clientes no se retiran de la cola hasta ser servidos.

El registro de camiones que asistieron a la fábrica durante el estudio realizado en el transcurso de seis días, en horario de 7:00am a 12:00pm, se muestra en las tablas de A-I a la A-VI del apéndice A.

En la tabla I, se muestra las tasas de llegada por día en horario de 7:00 a 12:00 horas, la tasa promedio de servicio se determinó mediante la media aritmética de los tiempos de servicio diario, con la cual se determinará si el sistema en estudio sigue la distribución de Poisson.

**Tabla I. Tasa de llegada promedio de 7:00-12:00 horas**

Fecha	$\lambda$ (clientes/hora)
14-May	4.36
15-May	4.58
16-May	5.57
17-May	6.39
18-May	5.40
19-May	4.44
<b>X =</b>	<b>5.12</b>

**Fuente: Investigación de campo en el departamento de despacho.**

### 2.1.2 Prueba de bondad de ajuste para $\lambda$

Antes de empezar con el proceso de simulación debe demostrarse que la tasa de llegada tiene una distribución de Poisson y el tiempo de servicio una distribución exponencial.

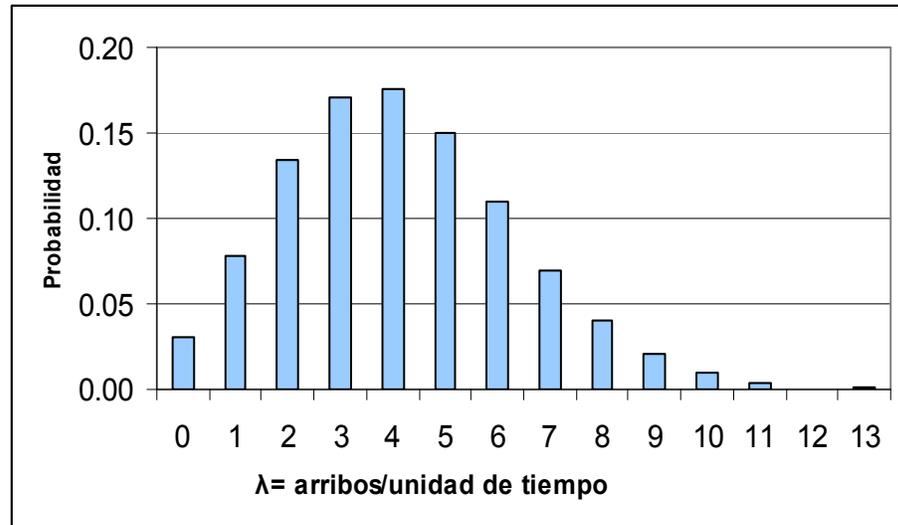
Para este estudio en particular esta hipótesis se comprobará tomando en cuenta un nivel de confianza del 95%.

Sustituyendo  $\lambda = 5.12$  en la figura 5 obtenemos la información de la tabla II, que es la probabilidad teórica de que ocurran x cantidad de arribos por unidad de tiempo, las que serán de utilidad para determinar la frecuencia esperada.

**Tabla II. Probabilidad de x arribos/unidad de tiempo**

x	P(x)
1	0.03059724
2	0.07832893
3	0.13368137
4	0.17111215
5	0.17521884
6	0.14952008
7	0.10936326
8	0.06999249
9	0.03981795
10	0.02038679
11	0.00948912
12	0.00404869
13	0.00058315
14	0.00159456

**Figura 13. Distribución de Poisson teórica para  $\lambda=5.12$**



**Tabla III. Cálculo de  $\chi^2$  para la tasa de llegada  $\lambda$**

Número de llegadas por hora (x)	Frecuencia Observada ( $f_o$ )	P(x)	Frecuencia Esperada ( $F_e$ )	$[(f_o-f_e)^2/f_e]$
0	2	0.0306	1.1015	0.7329
1	4	0.0783	2.8198	0.4939
2	6	0.1337	4.8125	0.2930
3	1	0.1711	6.1600	4.3224
4	6	0.1752	6.3079	0.0150
5	5	0.1495	5.3827	0.0272
6	4	0.1094	3.9371	0.0010
7	1	0.0700	2.5197	0.9166
8 o más	7	0.0398	1.4334	
36				$\chi^2_{cal} = 6.8020$

Donde, la frecuencia observada es el número de veces que ocurrieron un número  $x$  de llegadas por unidad de tiempo durante 36 períodos de 1 hora que se tomaron para este estudio,  $P(x)$  es la probabilidad de que ocurran  $x$  arribos por unidad de tiempo cuando  $\lambda = 5.12$ , la frecuencia esperada se obtiene de multiplicar la sumatoria total de la frecuencia observada por la probabilidad de que existan  $x$  arribos, ver la tabla II.

$\chi_{cal}^2$  Se obtiene mediante la suma de la quinta columna, al calcular  $\chi_{cal}^2$  se supone que cada clase de datos tiene una  $f_e$  de cuando menos 2. Dado que el valor para  $x \geq 8$  es sólo 1.4334 observaciones, se agruparan las clases de 0 a 8, quedando así un valor de  $\chi_{cal}^2 = 6.802$ .

Los grados de libertad g.l. están dados por:

$$\text{g.l.} = 9(\text{clases}) - 1(\lambda, \text{ el único parámetro}) - 1$$

$$\text{g.l.} = 7$$

El número de grados de libertad para esta prueba específica es 7, puesto que existen nueve clases de datos en el conjunto original y la distribución de Poisson tiene un parámetro,  $\lambda$ .

Se desea comprobar la hipótesis  $H_0$  con un nivel de confianza del 95%, entonces consultando en la tabla de  $\chi^2$ , que es la tabla A-I del Apéndice A, para un  $\alpha = 0.05$  y g.l. = 7, el valor de  $\chi_{tablas}^2 = 15.507$ . Dado que  $\chi_{cal}^2$  es menor que  $\chi_{tablas}^2$ , entonces aceptamos  $H_0$  y concluimos que los datos de la tasa de llegada para este estudio en particular pueden simularse en forma adecuada con un generador de proceso de Poisson.

### 2.1.3 Prueba de bondad de ajuste para $\mu$

De la misma forma que cuando se calculó la prueba de bondad de ajuste para  $\lambda$ , se tomará un nivel de confianza del 99%.

**Tabla IV. Cálculo de  $\chi^2$  para la tasa de servicio  $\mu$**

Límite Inferior LI	Límite Superior LS	P(x)	Frecuencia Observada Fo	Frecuencia Esperada Fe	(Fo-Fe)	(Fo-Fe) <sup>2</sup>	(Fo-Fe) <sup>2</sup> /Fe
0	90	0.6489	68.00	67.4897	0.5103	0.2604	0.0039
91	180	0.8768	32.00	23.7004	8.2996	68.8828	2.9064
181	270	0.9568	2.00	8.3155	-6.3155	39.8850	4.7965
271	360	0.9848	1.00	2.9175	-1.9175	3.6769	1.2603
361	o mas	1.0000	1.00	1.5769	-0.5769	0.3328	0.2111
104.00						<b><math>\chi^2_{cal} =</math></b>	9.1781

Donde, la frecuencia observada es el número de clientes servidos en un rango determinado de tiempo, P(x) es la probabilidad de que el tiempo de servicio x, se encuentre en los rangos marcados, la frecuencia esperada se obtiene de multiplicar la sumatoria total de la frecuencia observada por la probabilidad de que existan x arribos, ver la tabla IV.

$\chi^2_{cal}$  Se obtiene mediante la suma de la octava columna.

Los grados de libertad g.l. están dados por:

$$g.l. = 5(\text{clases}) - 1(\mu, \text{el único parámetro}) - 1$$

$$g.l. = 3$$

El número de grados de libertad para esta prueba específica es 3, puesto que existen cinco clases de datos en el conjunto original y la distribución de exponencial tiene un parámetro,  $\mu$ .

Se desea comprobar la hipótesis  $H_0$  con un nivel de confianza del 99%, entonces consultando en la tabla de  $\chi^2$ , que es la tabla A-I del Apéndice A, para un  $\alpha = 0.01$  y g.l. = 3, el valor de  $\chi^2_{tablas} = 11.345$  Dado que  $\chi^2_{cal}$  es menor que  $\chi^2_{tablas}$ , entonces aceptamos  $H_0$  y concluimos que los datos de la tasa de servicio para este estudio en particular pueden simularse en forma adecuada con un generador de proceso de exponencial.

#### 2.1.4 Tasa promedio de servicio

En la tabla IV se muestra la tasa de servicio diaria durante el tiempo que duró el trabajo de campo, además la tasa de servicio promedio en horario de 7:00 a 12:00 horas.

**Tabla V. Tasa promedio de servicio**

Fecha	$\mu$ (clientes/hora)
23-May	3.81
28-May	3.92
01-Jun	2.57
12-Jun	3.09
13-Jun	2.67
14-Jun	3.33
<b>X =</b>	<b>3.23</b>

**Fuente: Investigación de campo en el departamento de despacho.**

La tasa de servicio promedio se determinó mediante la media aritmética de los tiempos de servicio diarios.

#### 2.1.5 Disciplina de la cola

Los clientes llegan al sistema después de pesar el camión vacío en báscula para luego integrarse a la cola, la cual se maneja mediante el método PEPS (Primero en entrar, primero en salir), se puede dar en circunstancias especiales prioridad de carga a algún pedido urgente de exportación o alguna emergencia de un cliente determinado en su granja, por ejemplo que ya no tenga alimento y que llegar dos horas más tarde pueda ser crucial para su negocio.

### 2.1.6 Estado estable

Para determinar el tiempo que un cliente permanece en el sistema primero se tiene que calcular la probabilidad de que el sistema esté vacío, este está dado por  $P_0$ .

Donde,  $s$  = número de servidores,  $\lambda$  = tasa de arribos en clientes/hora y  $\mu$  = tasa de servicio en clientes/hora.

**Figura 14. Probabilidad de que el sistema esté vacío**

$$P_o = \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n \right] + \frac{1}{s!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^s \frac{s\mu}{s\mu - \lambda}} \text{ para } s\mu > \lambda$$

Sustituyendo,  $s = 5$ ,  $\lambda = 5.12$  y  $\mu = 3.23$  en la Figura 13, obtenemos.

$$P_o = \frac{1}{\left[ \sum_{n=0}^{4} \frac{1}{n!} \left( \frac{5.12}{3.23} \right)^n \right] + \frac{1}{5!} \left( \frac{5.12}{3.23} \right)^5 \frac{(5)(3.23)}{(5)(3.23) - (5.12)}}$$

$$P_0 = 0.204,$$

O sea, que la probabilidad de que el sistema esté vacío es del 20.40%

**Figura 15. Tiempo promedio de permanencia en el sistema**

$$W_s = \frac{\mu \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^s}{(s-1)!(s\mu - \lambda)^2} P_0 + \frac{1}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

Sustituyendo,  $s = 5$ ,  $P_0 = 0.204$ ,  $\lambda = 5.12$ ,  $\mu = 3.23$  en la figura 14, obtenemos.

$$W_s = \frac{3.23 * \left( \frac{5.12}{3.23} \right)^5}{(5-1)!(5 * 3.23 - 5.12)^2} * 0.204 + \frac{1}{3.23} = \frac{L_s}{\lambda}$$

$W_s = 0.312$  horas = 18.72 minutos

### 2.1.6.1 Medición del tiempo promedio que un cliente permanece en cola

Tiempo que un cliente permanece en cola esperando por servicio.

**Figura 16. Tiempo promedio de permanencia en cola**

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{L_q}{\lambda}$$

Sustituyendo  $W_s = 0.312$  y  $\mu = 3.23$  en la Figura 14, obtenemos.

$$W_q = 0.312 - \frac{1}{3.23} =$$

$W_q = 0.002$  horas

Lo que significa que los clientes que llegan al despacho tienen que esperar una cantidad mínima de tiempo antes de ser servidos.

### 2.1.6.2 Medición del tiempo promedio de servicio

Determinado por el tiempo que el sistema tarda en cargar un camión, este tiempo se calcula desde que el camión se estaciona en el puente del despacho hasta que se retira con el producto. En este caso está calculado mediante la diferencia entre el tiempo de permanencia en el sistema ( $W_s$ ) y el tiempo de permanencia en cola ( $W_q$ ).

$$\text{Tiempo promedio de servicio} = W_s - W_q = 0.31 \text{ horas}$$

Para este caso en particular el tiempo de servicio es prácticamente igual al tiempo de permanencia en el sistema, debido a que el tiempo de permanencia en cola es mínimo.

### 2.1.6.3 Longitud media de cola

Es la cantidad de clientes que se encuentran en un momento determinado en cola esperando servicio.

**Figura 17. Longitud media de cola**

$$L_q = P_0 \left[ \frac{(\lambda/\mu)^{s+1}}{(s-1)!(s-\lambda/\mu)^2} \right]$$

Sustituyendo  $s = 5$ ,  $\lambda = 4.83$ ,  $\mu = 3.23$  en la figura 15, obtenemos.

$$L_q = 0.204 \left[ \frac{(5.12/3.23)^{5+1}}{(5-1)!(5-5.12/3.23)^2} \right]$$

$$L_q = 0.0159 \text{ personas}$$

Lo que muestra que con las características del sistema actual prácticamente no hay personas en cola. Sólo queda determinar mediante un estudio económico si el sistema es eficiente, o con esta información encontrar el número de servidores necesarios para que el sistema optimice costos y que no afecte la calidad del servicio.

#### **2.1.6.4 Determinación del costo actual del sistema**

Existen diversidad de costos a tomar en cuenta para un estudio de teoría de colas, sin embargo, para este estudio, a la empresa sólo le interesa analizar dos costos, el costo de tener un servidor trabajando y el costo de que un cliente tenga que esperar.

El costo de tener un servidor trabajando comprende el costo del personal de nómina que interfiere en el despacho de los productos y el costo de espera se define como el costo de alquilar un camión más el salario del chofer del camión.

El costo actual del sistema estará dado por la suma del costo de tener  $s$  servidores trabajando y el costo de espera. El costo de emplear servidores adicionales está bastante claro, el costo de esperar, no. Se trata hacer un equilibrio entre el costo de emplear más servidores y el costo en que se incurriría por obligar a los clientes a esperar.

Para determinar el costo total del sistema y decidir cuál es el número específico de servidores que hacen óptimo el sistema se debe determinar los siguientes costos:

$C_s$  = costo por hora de tener un servidor disponible

$C_w$  = costo por hora de tener una persona esperando en el sistema

El costo total de tener  $s$  servidores en el sistema queda definido como se ve en la figura 18:

**Figura 18. Costo total**

$$CT_{(M)} = [(C_s) * (s) + (C_w) * (L_q)]$$

**Tabla VI. Costo de un servidor/hora**

Personal	Personas/servidor	Costo/persona/hora	Costo/hora
Cuadrilla	3.00	Q 10.00	Q 30.00
Montacargas	0.40	Q 12.50	Q 5.00
Encargado Despacho	0.20	Q 14.58	Q 2.92
Jaladores	0.40	Q 7.29	Q 2.92
Total =			Q 40.83

Fuente: JIMENEZ, Juan. **Descripción general de la empresa**. 15 de marzo de 2007. (Comunicación personal).

El costo de tener trabajando una hora un servidor ( $C_s$ ), es de Q.40.83.

La tabla VII muestra los distintos costos por hora de tener esperando a una persona en cola, el  $L_q$  mostrado es el número de personas que se encuentran en cola cuando el sistema opera con 5 servidores.

**Tabla VII. Costo por hora de tener esperando a una persona**

	Cw	$L_q(5)$		$Cw * L_q$
Q	-	0.0159	Q	-
Q	20.00	0.0159	Q	0.32
Q	40.00	0.0159	Q	0.64
Q	60.00	0.0159	Q	0.95
Q	80.00	0.0159	Q	1.27
Q	100.00	0.0159	Q	1.59
Q	120.00	0.0159	Q	1.91
Q	140.00	0.0159	Q	2.23
Q	160.00	0.0159	Q	2.54
Q	180.00	0.0159	Q	2.86

Este análisis se realizó con diferentes costos de espera/hora debido a que este costo es difícil de cuantificar, y servirá para determinar una tendencia en el costo total debido a que el costo de esperar por hora varía en el tiempo.

Para efecto de este estudio se hará el análisis con el costo de espera por hora ( $C_w$ ) de Q.100.00, calculado mediante el costo del alquilar un camión una hora, mas el costo del salario del chofer.

La tabla VIII muestra que para el sistema actual el costo de espera/hora no afecta significativamente el costo total, ya que, la variación entre tener un costo de Q.0.00/hora y Q.180.00/hora es de Q.2.86, debido a que con la capacidad de este sistema el número de personas que se encuentran esperando en cola en un tiempo de terminado es prácticamente cero.

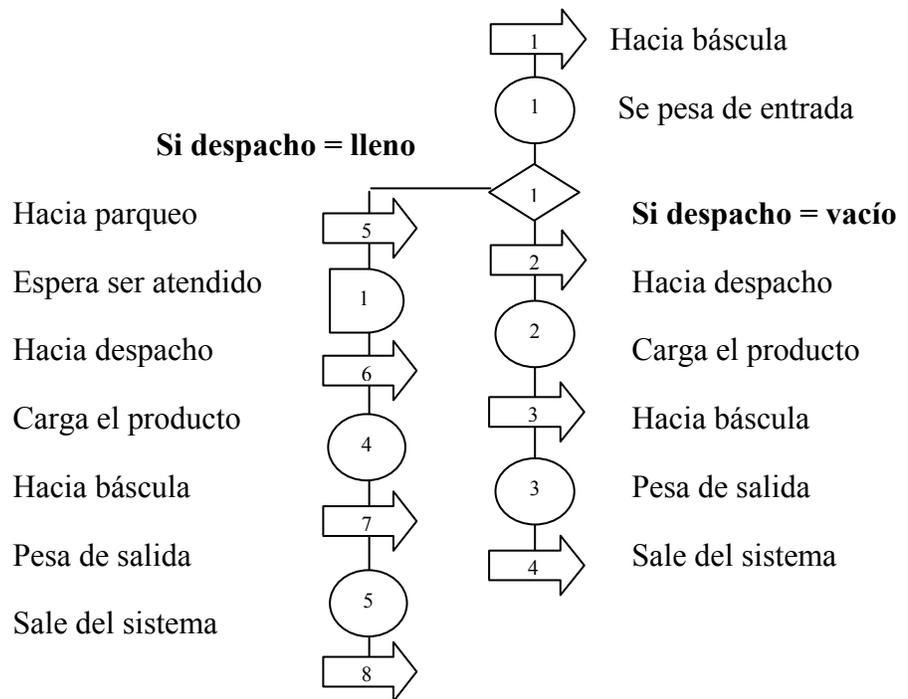
**Tabla VIII. Costo total del sistema actual**

Cw	Cw*Lq	Costo de servidor=Cs*s	Costo total/hora=Cw*Lq+Costo de servidor
Q -	Q -	Q 204.15	Q 204.15
Q 20.00	Q 0.32	Q 204.15	Q 204.47
Q 40.00	Q 0.64	Q 204.15	Q 204.79
Q 60.00	Q 0.95	Q 204.15	Q 205.10
Q 80.00	Q 1.27	Q 204.15	Q 205.42
<b>Q 100.00</b>	<b>Q 1.59</b>	<b>Q 204.15</b>	<b>Q 205.74</b>
Q 120.00	Q 1.91	Q 204.15	Q 206.06
Q 140.00	Q 2.23	Q 204.15	Q 206.38
Q 160.00	Q 2.54	Q 204.15	Q 206.69
Q 180.00	Q 2.86	Q 204.15	Q 207.01

## Diagramas del proceso

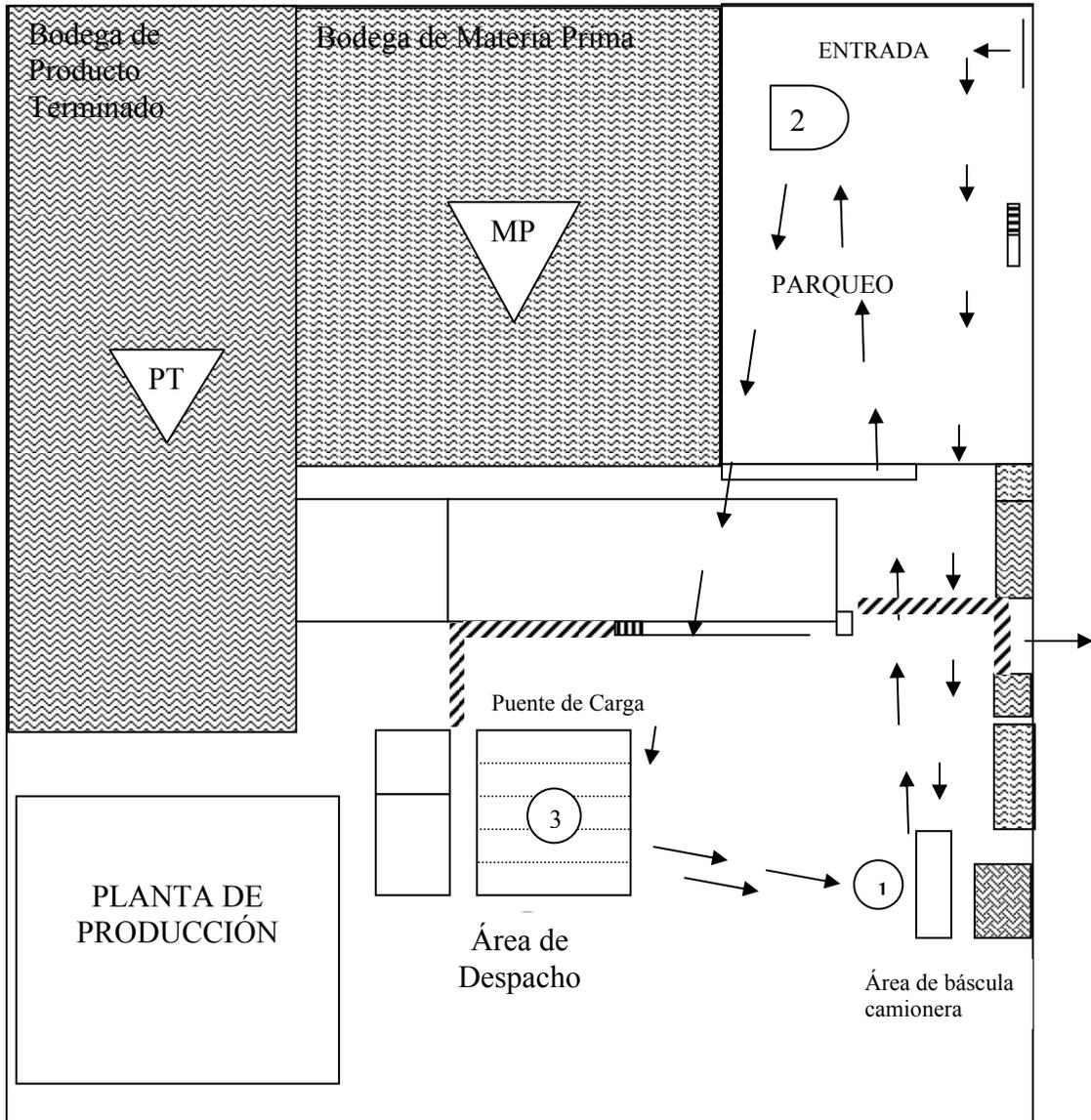
### 2.1.6.5 Diagrama de flujo

<b>Diagrama de flujo</b> Proceso de despacho Fábrica de alimentos balanceados para animales Fecha: 03-08-07	Pág.: 1-1
--	-----------



RESUMEN		
	Cantidad	Símbolo
Operaciones	5	○
Transportes	8	➡
Demoras	1	D
Decisiones	1	◇

### 2.1.6.6 Diagrama de recorrido



### 3. PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE SERVICIO DE DESPACHO, A TRAVÉS DE LA MEJORA DEL SISTEMA DE COLAS

#### 3.1 Análisis de medidas de desempeño con varios servidores

Analizando la información de la Tabla IX, es posible observar que no hay diferencia significativa en el tiempo de permanencia en el sistema ( $W_s$ ), tiempo de permanencia en cola ( $W_q$ ) y personas esperando en cola por servicio ( $L_q$ ), utilizando 3 o mas servidores.

**Tabla IX. Medidas de desempeño con varios servidores en horario de 7:00-12:00 horas**

Sustituyendo  $\mu=3.23$  y  $\lambda=5.12$ , en las ecuaciones de la figura 6 tenemos:

# de servidores	Si $\rho < 1$				
	$\rho =$ utilización	$P_0$	$W_s$ (horas)	$W_q$ (horas)	$L_q$
1	1.5851	---	---	---	---
2	0.7926	0.1157	0.8325	0.5229	2.6775
3	0.5284	0.1905	0.3680	0.0584	0.3004
4	0.3963	0.2024	0.3209	0.0113	0.0578
5	0.3170	0.2045	0.3118	0.0022	0.0159
6	0.2642	0.2048	0.3100	0.0004	0.0022
7	0.2264	0.2049	0.3097	0.0001	0.0003

En el momento de hacer el estudio de campo se observó una tendencia ascendente de la tasa de llegada de clientes al sistema en las primeras dos horas (7:00-9:00 horas), información que será útil más adelante para plantear el sistema propuesto.

Analizando la información de la Tabla X, es posible observar que la probabilidad de que el sistema esté vacío es baja, sin importar el número de servidores, esto debido a que la tasa de llegada ( $\lambda$ ) a esta hora es muy superior a la tasa de servicio ( $\mu$ ), además se descarta la posibilidad de utilizar 1 y 2 servidores, ya que el factor de utilización ( $\rho$ ) es  $> 1$ , lo que significa que con esta cantidad de servidores el sistema siempre está ocupado.

**Tabla X. Medidas de desempeño con varios servidores en horario de 7:00-9:00 horas**

Sustituyendo  $\mu=3.23$  y  $\lambda=7.24$ , en las ecuaciones de la Figura 6 tenemos:

# de servidores	Si $\rho < 1$				
	$\rho =$ utilización	Po	Ws (Horas)	Wq (Horas)	Lq
1	2.2415	---	---	---	---
2	1.1207	---	---	---	---
3	0.7472	0.0759	0.5396	0.2300	1.6650
4	0.5604	0.0998	0.3516	0.0420	0.3043
5	0.4483	0.1048	0.3196	0.0100	0.0727
6	0.3736	0.1060	0.3121	0.0025	0.0177
7	0.3202	0.1062	0.3102	0.0006	0.0041

Para poder tomar una decisión acerca del número de servidores que optimiza el sistema en costos y calidad de servicio, es necesario tener presente que en este horario el tiempo de espera en cola ( $W_q$ ) con 3 servidores es considerable y con 5 servidores en adelante el tiempo de espera en cola ( $L_q$ ) es menor de 1 minuto, por lo que con esta información y el estudio económico se puede tomar la decisión respecto de equilibrar la calidad de servicio con el costo del sistema.

En este horario la probabilidad de que el sistema esté vacío es prácticamente igual trabajando con 3 o más servidores, de igual manera, el tiempo de permanencia en cola con este rango de servidores es mínimo, como se muestra en la tabla XI. Se descarta trabajar el sistema con 1 servidor porque el factor de utilización  $\rho$  es  $> 1$ , lo que significa que el sistema siempre estará ocupado, con 2 servidores la cantidad de tiempo de espera en cola es considerable, 13.8 minutos, esto golpearía la calidad de servicio por lo que no se tomará en cuenta.

**Tabla XI. Medidas de desempeño con varios servidores en horario de 9:00-12:00 horas**

Sustituyendo  $\mu=3.23$  y  $\lambda=7.24$ , en las ecuaciones de la Figura 6 tenemos:

# de servidores	Si $\rho < 1$				
	$\rho =$ utilización	Po	Ws	Wq	Lq
1	1.3096	---	---	---	---
2	0.6548	0.2086	0.5419	0.2323	0.9829
3	0.4365	0.2610	0.3413	0.0317	0.1343
4	0.3274	0.2685	0.3152	0.0056	0.0238
5	0.2619	0.2697	0.3108	0.0012	0.0041
6	0.2183	0.2699	0.3098	0.0002	0.0007
7	0.1871	0.2699	0.3096	0.0000	0.0001

### 3.2 Determinación del número ideal de servidores que reducen el tiempo de espera y optimizan el costo del sistema

A continuación se encontrará la tendencia de los costos totales trabajando con 3, 4 y 5 servidores en horario de 7:00-9:00 horas.

**Tabla XII. Costo total para 3 servidores en horario de 7:00-9:00 horas**

<b>Lq = 1.65, Cs = 40.83 y s = 3</b>				
Cw	Cw*Lq	Cs*s	Costo Total = Cw*Lq+Cs*s	
Q -	Q -	Q 122.49	Q	122.49
Q 20.00	Q 33.00	Q 122.49	Q	155.49
Q 40.00	Q 66.00	Q 122.49	Q	188.49
Q 60.00	Q 99.00	Q 122.49	Q	221.49
Q 80.00	Q 132.00	Q 122.49	Q	254.49
Q 100.00	Q 165.00	Q 122.49	Q	287.49
Q 120.00	Q 198.00	Q 122.49	Q	320.49
Q 140.00	Q 231.00	Q 122.49	Q	353.49
Q 160.00	Q 264.00	Q 122.49	Q	386.49
Q 180.00	Q 297.00	Q 122.49	Q	419.49

**Tabla XIII. Costo total para 4 servidores en horario de 7:00-9:00 horas**

<b>Lq = 0.304, Cs = 40.83 y s = 4</b>				
Cw	Cw*Lq	Cs*s	Costo Total = Cw*Lq+Cs*s	
Q -	Q -	Q 163.32	Q	163.32
Q 20.00	Q 6.08	Q 163.32	Q	169.40
Q 40.00	Q 12.16	Q 163.32	Q	175.48
Q 60.00	Q 18.24	Q 163.32	Q	181.56
Q 80.00	Q 24.32	Q 163.32	Q	187.64
Q 100.00	Q 30.40	Q 163.32	Q	193.72
Q 120.00	Q 36.48	Q 163.32	Q	199.80
Q 140.00	Q 42.56	Q 163.32	Q	205.88
Q 160.00	Q 48.64	Q 163.32	Q	211.96
Q 180.00	Q 54.72	Q 163.32	Q	218.04

**Tabla XIV. Costo total para 5 servidores en horario de 7:00-9:00 horas**

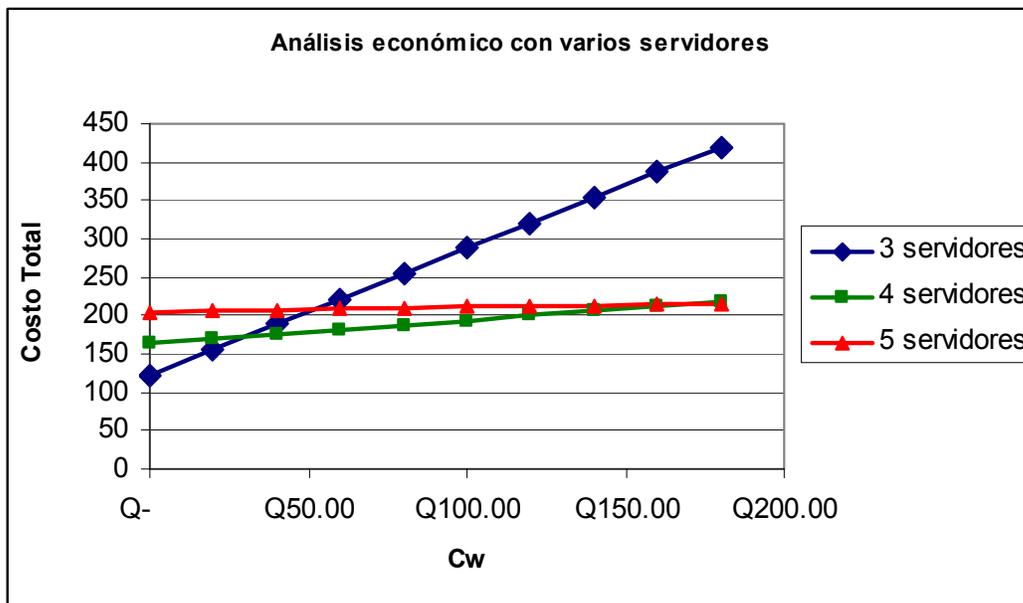
<b>Lq = 0.068, Cs = 40.83 y s = 5</b>			
<b>Cw</b>	<b>Cw*Lq</b>	<b>Cs*s</b>	<b>Costo Total = Cw*Lq+Cs*s</b>
Q -	Q -	Q 204.15	Q 204.15
Q 20.00	Q 1.36	Q 204.15	Q 205.51
Q 40.00	Q 2.72	Q 204.15	Q 206.87
Q 60.00	Q 4.08	Q 204.15	Q 208.23
Q 80.00	Q 5.44	Q 204.15	Q 209.59
Q 100.00	Q 6.80	Q 204.15	Q 210.95
Q 120.00	Q 8.16	Q 204.15	Q 212.31
Q 140.00	Q 9.52	Q 204.15	Q 213.67
Q 160.00	Q 10.88	Q 204.15	Q 215.03
Q 180.00	Q 12.24	Q 204.15	Q 216.39

**Tabla XV. Costos para varios servidores en horario de 7:00-9:00 horas**

<b>Cw</b>	<b>Costo Total</b>		
	<b>3 servidores</b>	<b>4 servidores</b>	<b>5 servidores</b>
Q -	122.49	163.32	204.15
Q 20.00	155.49	169.40	205.51
Q 40.00	188.49	175.48	206.87
Q 60.00	221.49	181.56	208.23
Q 80.00	254.49	187.64	209.59
Q 100.00	287.49	193.72	210.95
Q 120.00	320.49	199.80	212.31
Q 140.00	353.49	205.88	213.67
Q 160.00	386.49	211.96	215.03
Q 180.00	419.49	218.04	216.39

Analizando la información de la Figura 19, es posible concluir que en horario de 7:00-9:00 horas es más económico trabajar con 4 servidores, cuando el costo de espera por hora es igual o menor a Q.160.00, cuando es mayor, es más económico trabajar con 5 servidores. Se descarta la posibilidad de trabajar con 3 servidores, ya que el costo total sube, debido a que con 3 servidores el tiempo de espera se incrementa considerablemente, afectando el costo de espera.

**Figura 19. Análisis económico con varios servidores en horario de 7:00-9:00 horas**



A continuación se encontrará la tendencia de los costos totales trabajando con 2, 3, 4 y 5 servidores en horario de 9:00-12:00 horas.

**Tabla XVI. Costo total para 2 servidores en horario de 9:00-12:00 horas**

<b>Lq = .9829, Cs = 40.83 y s = 2</b>			
Cw	Cw*Lq	Cs*s	Costo Total = Cw*Lq+Cs*s
Q -	Q -	Q 81.66	Q 81.66
Q 20.00	Q 19.66	Q 81.66	Q 101.32
Q 40.00	Q 39.32	Q 81.66	Q 120.98
Q 60.00	Q 58.97	Q 81.66	Q 140.63
Q 80.00	Q 78.63	Q 81.66	Q 160.29
Q 100.00	Q 98.29	Q 81.66	Q 179.95
Q 120.00	Q 117.95	Q 81.66	Q 199.61
Q 140.00	Q 137.61	Q 81.66	Q 219.27
Q 160.00	Q 157.26	Q 81.66	Q 238.92
Q 180.00	Q 176.92	Q 81.66	Q 258.58

**Tabla XVII. Costo total para 3 servidores en horario de 9:00-12:00 horas**

<b>Lq = 0.1343, Cs = 40.83 y s = 3</b>			
Cw	Cw*Lq	Cs*s	Costo Total = Cw*Lq+Cs*s
Q -	Q -	Q 122.49	Q 122.49
Q 20.00	Q 2.69	Q 122.49	Q 125.18
Q 40.00	Q 5.37	Q 122.49	Q 127.86
Q 60.00	Q 8.06	Q 122.49	Q 130.55
Q 80.00	Q 10.74	Q 122.49	Q 133.23
Q 100.00	Q 13.43	Q 122.49	Q 135.92
Q 120.00	Q 16.12	Q 122.49	Q 138.61
Q 140.00	Q 18.80	Q 122.49	Q 141.29
Q 160.00	Q 21.49	Q 122.49	Q 143.98
Q 180.00	Q 24.17	Q 122.49	Q 146.66

**Tabla XVIII. Análisis de costos para 4 servidores en horario de 9:00-12:00 horas**

<b>Lq = 0.0238, Cs = 40.83 y s = 4</b>			
Cw	Cw*Lq	Cs*s	Costo Total = Cw*Lq+Cs*s
Q -	Q -	Q 163.32	Q 163.32
Q 20.00	Q 0.48	Q 163.32	Q 163.80
Q 40.00	Q 0.95	Q 163.32	Q 164.27
Q 60.00	Q 1.43	Q 163.32	Q 164.75
Q 80.00	Q 1.90	Q 163.32	Q 165.22
Q 100.00	Q 2.38	Q 163.32	Q 165.70
Q 120.00	Q 2.86	Q 163.32	Q 166.18
Q 140.00	Q 3.33	Q 163.32	Q 166.65
Q 160.00	Q 3.81	Q 163.32	Q 167.13
Q 180.00	Q 4.28	Q 163.32	Q 167.60

**Tabla XIX. Análisis de costos para 5 servidores en horario de 9:00-12:00 horas**

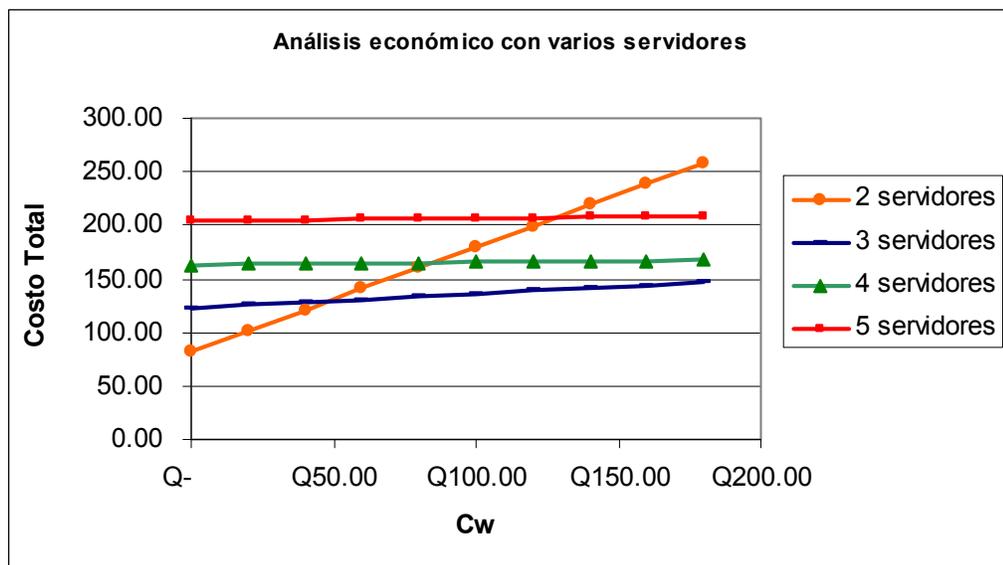
<b>Lq = 0.041, Cs = 40.83 y s = 5</b>			
Cw	Cw*Lq	Cs*s	Costo Total = Cw*Lq+Cs*s
Q -	Q -	Q 204.15	Q 204.15
Q 20.00	Q 0.48	Q 204.15	Q 204.63
Q 40.00	Q 0.95	Q 204.15	Q 205.10
Q 60.00	Q 1.43	Q 204.15	Q 205.58
Q 80.00	Q 1.90	Q 204.15	Q 206.05
Q 100.00	Q 2.38	Q 204.15	Q 206.53
Q 120.00	Q 2.86	Q 204.15	Q 207.01
Q 140.00	Q 3.33	Q 204.15	Q 207.48
Q 160.00	Q 3.81	Q 204.15	Q 207.96
Q 180.00	Q 4.28	Q 204.15	Q 208.43

**Tabla XX. Costos para varios servidores en horario de 9:00-12:00 horas**

Cw	Costo Total			
	2 servidores	3 servidores	4 servidores	5 servidores
Q -	Q 81.66	Q 122.49	Q 163.32	Q 204.15
Q 20.00	Q 101.32	Q 125.18	Q 163.80	Q 204.63
Q 40.00	Q 120.98	Q 127.86	Q 164.27	Q 205.10
Q 60.00	Q 140.63	Q 130.55	Q 164.75	Q 205.58
Q 80.00	Q 160.29	Q 133.23	Q 165.22	Q 206.05
Q 100.00	Q 179.95	Q 135.92	Q 165.70	Q 206.53
Q 120.00	Q 199.61	Q 138.61	Q 166.18	Q 207.01
Q 140.00	Q 219.27	Q 141.29	Q 166.65	Q 207.48
Q 160.00	Q 238.92	Q 143.98	Q 167.13	Q 207.96

Analizando la información de la Figura 20, es posible decir que en horario de 9:00 horas en adelante y con costos de espera por hora de Q.0.00 a Q.180.00 es más económico trabajar con 3 servidores.

**Figura 20. Análisis económico con varios servidores en horario de 9:00-12:00 horas**



En conclusión, se debe segmentar el servicio del despacho para poder optimizar los costos. En horario de 7:00-9:00 horas el sistema debe trabajar con 4 servidores, en horario de 9:00-17:00 horas el sistema debe trabajar con 3 servidores. En la Figura 19 se muestra gráficamente una comparación entre el costo total actual y el costo total propuesto.

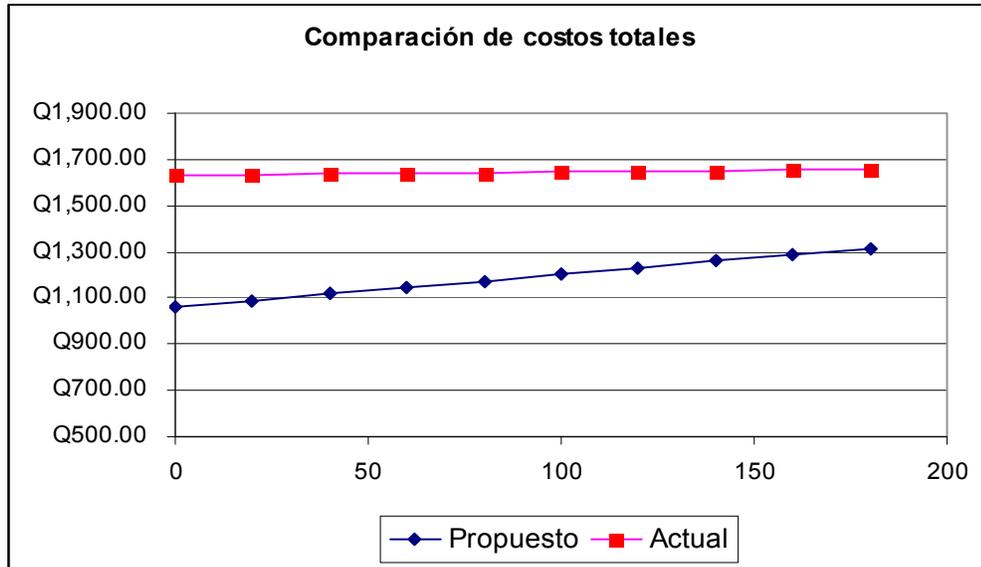
**Tabla XXI. Costo actual versus costo propuesto**

Cw	Costo total/día		Diferencia
	Propuesto	Actual	
0	Q 1,061.58	Q 1,633.20	Q 571.62
20	Q 1,089.86	Q 1,635.74	Q 545.89
40	Q 1,118.13	Q 1,638.29	Q 520.16
60	Q 1,146.41	Q 1,640.83	Q 494.42
80	Q 1,174.68	Q 1,643.38	Q 468.69
<b>100</b>	<b>Q 1,202.96</b>	<b>Q 1,645.92</b>	<b>Q 442.96</b>
120	Q 1,231.24	Q 1,648.46	Q 417.23
140	Q 1,259.51	Q 1,651.01	Q 391.50
160	Q 1,287.79	Q 1,653.55	Q 365.76
180	Q 1,316.06	Q 1,656.10	Q 340.03

En cualquiera de los casos, el costo de trabajar con el sistema propuesto es significativamente más bajo, como se muestra en la Figura 21. Para efecto de este estudio se hará el análisis con el costo de espera por hora de Q.100.00, calculado mediante el costo del alquilar un camión una hora, mas el costo del salario del chofer. Con dicho costo el ahorro diario de utilizar el sistema propuesto es de Q. 442.96/día, esta diferencia en el costo representa el 26.91% del costo actual, si se analiza en un mes (26 días de atención) queda como sigue:

$$Q.442.96/\text{día} * 26\text{días} = Q.11,516.96/\text{mes}$$

**Figura 21. Costo actual versus costo propuesto**





## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1 Recursos necesarios para implementar la propuesta**

Ya planteada la propuesta de mejora, el paso siguiente es hacer un análisis de los diferentes recursos que son necesarios para la implementación de dicha propuesta, recurso humano, recursos técnicos, recursos materiales y recursos económicos.

#### **4.1.1 Recurso humano**

Para poder prestar una calidad de servicio sobresaliente lo primero es contar con personal calificado, con aptitud de servicio, que vea al cliente como su prioridad, que aproveche las oportunidades para agradarlo, escucharlo y resolver cualquier problema que se le presente.

Para que el sistema propuesto funcione adecuadamente debe existir el siguiente recurso humano:

#### **Encargado de despacho**

Esta persona es la encargada de la operación de despacho, maneja las órdenes de los pedidos, dirige a los operadores de montacargas y jaladores de piso dando directrices de qué cantidad y tipo de producto tienen que llevar a cada servidor, es responsable directo de que se despachen los pedidos con exactitud.

El encargado de despacho es el contacto directo con los clientes externos, por lo que debe mostrar una actitud cordial y de servicio todo el tiempo, debe recibir entrenamiento sobre la forma correcta de contestar el teléfono, ya que es responsable de recibir llamadas directas de los clientes que buscan soluciones.

Esta persona debe contar con un grado académico mínimo de nivel diversificado, de preferencia debe ser Perito Contador, debido al manejo y rotación de los inventarios que tiene en bodega.

### **Jaladores**

Esta persona es responsable de traer al puente del despacho el producto solicitado por el encargado. Generalmente se trata de pequeñas porciones de producto entregadas a uno o más servidores al mismo tiempo. La persona que desempeñe este puesto tiene contacto directo con el cliente, por lo que debe ser capacitado para poder brindar una atención cordial al momento de tener una interacción con el cliente. Para una mayor eficiencia del sistema deben asignarse dos jaladores.

### **Operador de montacargas o montacarguista**

Esta persona es responsable de traer al puente de despacho el producto solicitado por el encargado del despacho, el cual generalmente es producto en porciones grandes para un servidor a la vez. Las personas que desempeñen este puesto deben ser operadores de montacargas certificados y recibir capacitación sobre servicio al cliente. Deben existir dos montacarguistas para atender al sistema.

### **Personal de cuadrilla**

Estas personas son encargadas de cargar el producto hacia los camiones, deben asignarse 3 por cada servidor.

#### **4.1.2 Recursos Técnicos**

Montacargas: Para implementar la propuesta es necesario contar con 2 montacargas, los mismos deben tener una capacidad de carga de 2 toneladas métricas.

#### **4.1.3 Recursos Materiales**

No se necesitan recursos materiales adicionales para la implementación de la propuesta.

#### **4.1.4 Recursos Económicos**

No es necesaria ninguna inversión económica para la implementación de la propuesta, debido a que el espacio físico en el cual se ubica la rampa de despacho está diseñado para colocar 5 servidores y la propuesta es básicamente una mejora de la estructura del sistema, no implica cambios físicos en el despacho o avances en tecnología.

#### **4.1.5 Características y ambiente ideal para la implementación del nuevo sistema**

Para que el sistema propuesto de los resultados esperados debe existir disciplina por parte de la empresa en seguir rigurosamente la segmentación del horario recomendada.

Para brindar una buena imagen a sus clientes la empresa debe ser un lugar pulcro y organizado, atender rápidamente, con seguridad y empatía, pero sobre todo, debe ser confiable: haga lo que dice que va hacer. Para lograr esto se debe contar con una cultura de servicio dentro de toda la organización y con personas comprometidas a prestar servicio diferenciado.



## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1 Medición del servicio**

Para determinar el nivel de calidad de servicio que se presta con el sistema propuesto es importante conocer cuáles son las expectativas de los clientes y cuál es su percepción del servicio prestado, el objetivo es agregar valor para poder diferenciarse de la competencia, la mejor forma para obtener esta información es mediante una encuesta.

La encuesta servirá como medio de comunicación entre el cliente y el prestador de servicio, la información obtenida será de gran valía ya que permitirá determinar cuáles son las bondades y sobre todo las debilidades del servicio, en otras palabras, el cliente mostrará un panorama mas claro de cuales son sus expectativas y percepciones.

Es importante recordar que las expectativas no se mantienen fijas en el tiempo y que la mayoría del tiempo se modifican dependiendo de las necesidades de los clientes, por ejemplo, si al llegar a un restaurante tiene mucho apetito, entonces, su expectativa sobre la calidad de servicio del establecimiento será mayor que si no tuviera tanta hambre.

Una experiencia agradable respecto a algún servicio hace que la expectativa suba y que el nivel de exigencia sea mayor la próxima vez que se solicita el servicio, sea al mismo proveedor o a otro. Lo que los clientes escuchan de otros clientes con respecto a un servicio, determina sus expectativas, de manera positiva o negativa.

### 5.1.1 Encuesta

#### ENCUESTA DE SERVICIO DE DESPACHO

Fecha: \_\_\_\_\_

Cliente: \_\_\_\_\_

Realizada Por: \_\_\_\_\_

Su opinión es muy importante para nosotros.  
Porfavor marque con una x la opción que más nos describe.

**1. Nuestro tiempo de servicio cumple con sus requerimientos:**

Excelente     Muy Bueno     Bueno     Regular     Malo

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**2. Comparado con nuestra competencia el tiempo de servicio es:**

Mucho Mejor     Mejor     Igual     Peor     Mucho peor

Observaciones: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3. El servicio que ha recibido, ha sido entregado de tal manera que fue:**

	Si	No
Entusiasta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cortés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Con prontitud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Con precisión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4. Favor evaluar globalmente el servicio entregado.**

Excelente     Muy Bueno     Bueno     Regular     Malo

Sus comentarios nos ayudan a servirle cada día mejor.

Comentarios: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### 5.1.2 Índice de valor del cliente

El índice del valor del cliente está enfocado al monitoreo del progreso de servicio al cliente, es útil para encontrar oportunidades y enfocar los esfuerzos en la mejora del desempeño en materia de calidad de servicio, el cuál permita lograr el objetivo de conservar clientes y atraer nuevos.

El resultado de este índice deberá calcularse cada mes y el resultado se obtendrá de dos fuentes:

1. **Auditoría de servicio:** Se completará una auditoría de servicio y calculará su puntuación.
2. **Encuestas de servicio:** Completará 5 encuestas de servicio y calculará la puntuación obtenida, luego calculará la puntuación promedio.

La puntuación del índice del valor del cliente será el valor de la auditoría de servicio más el promedio de las cinco encuestas. Los clientes a encuestar deben ser elegidos al azar y no deben repetirse de mes a mes.

La auditoría se deberá completar en los primeros 5 días de cada mes y comunicar el resultado a todos los niveles de la organización. El propósito es que todo el personal de la organización se sienta parte del programa de servicio al cliente y que en equipo la atención y soluciones prestadas sean prácticas y a corto plazo.

Podrá ver el formato de la auditoría en el Apéndice B de este trabajo.



## CONCLUSIONES

1. En promedio, un cliente permanece en el sistema de despacho 18.72 minutos, este es un tiempo aceptable para las expectativas de la empresa en estudio; mediante la encuesta, se podrá determinar posteriormente si cumple con las expectativas del cliente.
2. En promedio, un cliente permanece en cola 0.144 minutos, prácticamente no hace cola antes de pasar al servidor, lo que indica que el sistema es eficiente en materia de prestación de servicio.
3. En promedio, sale del sistema un cliente servido cada 18.6 minutos, el tiempo de servicio del sistema actual se considera eficiente tomando en cuenta que permite que el tiempo de permanencia promedio en cola y el largo de cola sean mínimos.
4. La longitud promedio de cola en el despacho con el sistema actual es de 0.0159 personas, prácticamente no hay personas esperando en cola en un momento determinado.
5. El costo del sistema de colas actual es de  $Q.205.74/\text{hora} * 8 \text{ horas} = Q.1645.92/\text{día}$ . Al analizar la tendencia del costo total con diversos  $C_w$ , se puede observar que con las características actuales el costo total no depende del costo de espera, debido a que el tiempo de espera es mínimo.
6. Debido a que la tasa de llegada ( $\lambda$ ) en horario de 7:00-9:00 horas es considerablemente mayor, se decidió segmentar el servicio en dos horarios para hacer el análisis: a) 7:00-9:00 horas y b) 9:00-17:00 horas; en el horario a) es más económico trabajar con cuatro servidores cuando el  $C_w$  está comprendido entre  $Q.0.00$  y  $Q.180.00$ , de allí en adelante es más económico trabajar con cinco servidores. En el horario b) es más económico trabajar con tres servidores.

7. El costo del sistema propuesto es de Q.1,202.96/día, el ahorro que se obtiene al utilizar el sistema propuesto es de Q.442.96/día, el mismo representa un 26% respecto del costo del sistema actual.
8. Para que el sistema propuesto pueda funcionar, es muy importante que se respete la segmentación del horario y que el personal esté comprometido a prestar un servicio excepcional, de lo contrario, no se obtendrán los resultados esperados.

## RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema propuesto para obtener un ahorro significativo en el costo de la operación de despacho, sin afectar la calidad de servicio.
2. Evaluar y controlar el sistema propuesto para determinar si cumple con los resultados deseados.
3. Ayudaría mucho a los propósitos de la empresa, capacitar al personal en materia de servicio a clientes, para poder prestar un nivel de atención mejor.
4. Es importante que la evaluación que se hace del sistema mediante el cálculo del índice de valor del cliente sea de forma mensual y continua, para determinar la percepción que los clientes tienen del servicio que la empresa presta y encontrar oportunidades para mejorar.
5. La realización de la auditoría de servicio debe reflejar verdaderamente la situación actual de la empresa, en cuanto a servicio al cliente se refiere.
6. Es necesario hacer un estudio del sistema de colas por lo menos una vez al año, ya que ni el número de clientes demandando servicio, ni las percepciones de los clientes son constantes en el tiempo, y esto puede repercutir en el costo total del sistema.
7. La resistencia al cambio es un obstáculo muy común al momento de la implementación o desarrollo de nuevos proyectos, por tanto, será necesario el compromiso de todo el personal para que el proyecto sea exitoso.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARGILL. <http://www.cargill.com>
2. EPPEN, G.D. **Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa**. Quinta edición. México: 2000, Prentice-Hall.
3. ANDRADE, Iván. **Teoría de colas**. Universidad de Azuay, Curso didáctico. SI.
4. ROSCOE, Davis y Patrick Mckeown. **Modelos cuantitativos para la Administración**. Edición en español. México: 1986, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V.
5. OLVERA, Adriana. **Calidad en el servicio y atención a clientes**. Guatemala: Grupo Comunica. 2005 (Seminario-Taller).



## BIBLIOGRAFÍA

1. ALBRECHT, Karl y Lawrence Bradford. **La excelencia en el servicio**. Legis Editores, S.A. Colombia: 1990.
2. ANDRADE, Iván. **Teoría de colas**. Universidad de Azuay, Curso didáctico. SI.
3. CARGILL. <http://www.cargill.com>
4. CATÚ, Edwin Humberto. **Análisis del sistema de colas del centro de salud de Chichicastenango, para mejorar el servicio**. Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2004.
5. EPPEN, G.D. **Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa**. Quinta edición. México: 2000, Prentice-Hall.
6. HERNÁNDEZ, Kenneth Douglas. **Mejoramiento del tráfico de productos, por medio de un sistema de líneas de espera en el área de distribución de una empresa dedicada a la confección**. Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2004.
7. JIMÉNEZ, Juan. **Descripción general de la empresa**. 15 de marzo de 2007. (Comunicación personal).
8. KOTLER, Philip y Gary, Armstrong. **Fundamentos de mercadotecnia**. Cuarta edición. México: 1998. Prentice Hall.
9. OLVERA, Adriana. **Calidad en el servicio y atención a clientes**. Guatemala: Grupo Comunica. 2005 (Seminario-Taller).

10. ROSCOE, Davis y Patrick Mckeown. **Modelos cuantitativos para la Administración**. México: 1986, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V.
  
11. Universidad Nacional de Colombia, **“Introducción a la teoría de colas”**, Medellín: SI. Curso didáctico.

## Apéndice A

**Tabla A-I. Registro de arribos al sistema del día 14/05/07**

No.	Hora entrada	No.	Hora entrada
1	06:45	14	09:04
2	06:47	15	09:20
3	06:50	16	09:24
4	06:53	17	09:34
5	07:01	18	09:38
6	07:08	19	09:54
7	07:15	20	10:13
8	07:21	21	10:21
9	07:28	22	10:29
10	07:32	23	10:31
11	08:04	24	11:40
12	08:07	25	12:33
13	08:12	26	12:43
<b><math>\lambda=4.36</math> clientes/hora</b>			

**Tabla A-II. Registro de arribos al sistema del día 15/05/07**

No.	Hora entrada	No.	Hora entrada
1	06:43	15	08:06
2	06:45	16	08:09
3	06:48	17	08:13
4	06:51	18	08:22
5	06:55	19	09:20
6	07:15	20	09:36
7	07:20	21	10:21
8	07:26	22	11:40
9	07:29	23	12:16
10	07:33	24	12:22
11	07:42	25	12:33
12	07:48	26	12:35
13	07:52	27	12:46
14	08:02	28	12:50
<b><math>\lambda=4.58</math> clientes/hora</b>			

**Tabla A-III. Registro de arribos al sistema del día 16/05/07**

No.	Hora entrada	No.	Hora entrada
1	06:30	19	09:55
2	06:39	20	09:58
3	06:41	21	10:01
4	06:46	22	10:15
5	06:49	23	10:30
6	06:51	24	10:33
7	06:55	25	10:50
8	07:11	26	10:55
9	07:15	27	11:33
10	07:28	28	11:39
11	07:42	29	11:43
12	08:00	30	11:50
13	08:05	31	11:58
14	08:37	32	12:19
15	08:40	33	12:24
16	08:42	34	12:39
17	09:00	35	12:47
18	09:51		
<b><math>\lambda=5.57</math> clientes/hora</b>			

**Tabla A-IV. Registro de arribos al sistema del día 17/05/07**

No.	Hora entrada	No.	Hora entrada
1	06:18	15	09:19
2	06:24	16	09:45
3	06:27	17	09:52
4	06:32	18	09:58
5	06:35	19	10:17
6	06:38	20	10:20
7	06:45	21	10:30
8	06:56	22	10:38
9	07:02	23	10:42
10	07:31	24	10:48
11	07:38	25	12:28
12	07:51	26	12:37
13	08:41	27	12:50
14	08:55	28	12:57
<b><math>\lambda=4.21</math> clientes/hora</b>			

**Tabla A-V. Registro de arribos al sistema del día 18/05/07**

No.	Hora entrada	No.	Hora entrada
1	06:50	18	09:09
2	06:56	19	09:13
3	07:03	20	09:35
4	07:22	21	09:51
5	07:45	22	10:01
6	07:50	23	10:10
7	07:59	24	10:17
8	08:04	25	10:22
9	08:10	26	10:32
10	08:19	27	10:35
11	08:23	28	10:37
12	08:28	29	10:38
13	08:34	30	10:51
14	08:40	31	11:16
15	08:47	32	11:21
16	08:53	33	12:30
17	09:05		
<b><math>\lambda=5.82</math> clientes/hora</b>			

**Tabla A-VI. Registro de arribos al sistema del día 19/05/07**

No.	Hora entrada	No.	Hora entrada
1	07:02	12	09:46
2	07:10	13	09:48
3	08:12	14	09:59
4	08:19	15	10:05
5	08:32	16	10:08
6	08:49	17	10:17
7	09:14	18	10:37
8	09:21	19	10:40
9	09:35	20	11:27
10	09:41	21	11:46
11	09:44		
<b><math>\lambda=4.44</math> clientes/hora</b>			

**Tabla A-VII. Registro de tiempos de servicio del día 23-05-07**

No.	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de servicio (min.)
1	07:00	08:28	88
2	07:25	09:25	120
3	07:10	08:02	52
4	07:16	08:43	87
5	07:22	09:54	152
6	07:38	09:23	105
7	07:38	09:41	123
8	08:11	10:25	134
9	08:13	09:32	79
10	08:35	10:00	85
11	09:07	10:35	88
12	09:38	11:05	87
13	09:35	10:05	30
14	09:40	10:39	59
15	10:00	11:00	60
16	10:10	11:16	66
17	10:30	12:55	145
18	10:50	12:20	90
19	11:12	11:41	29
20	11:25	12:15	50
<b><math>\mu=3.81</math>clientes/hora</b>			

**Tabla A-VIII. Registro de tiempos de servicio del día 28/05/07**

No.	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de servicio (min.)
1	07:00	08:25	85
2	07:05	09:02	117
3	07:15	09:04	109
4	07:15	08:40	85
5	07:15	08:17	62
6	07:00	11:35	275
7	07:00	09:37	157
8	07:20	08:50	90
9	07:40	08:00	20
10	08:40	09:45	65
11	08:51	09:50	59
12	09:05	10:54	109
13	09:30	10:26	56
14	09:30	10:35	65
15	10:00	11:25	85
16	10:00	11:50	110
17	09:32	11:16	104
18	11:15	12:16	61
19	11:05	12:01	56
20	11:26	12:06	40
<b><math>\mu=3.92</math> clientes/hora</b>			

**Tabla A-IX. Registro de tiempos de servicio del día 11-06-07**

No.	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de servicio (min.)
1	07:00	08:39	99
2	07:10	07:39	29
3	07:10	08:27	77
4	07:10	09:18	128
5	07:15	08:30	75
6	07:18	08:43	85
7	07:53	09:40	107
8	07:50	09:37	107
9	08:02	09:00	58
10	08:36	09:25	49
11	08:37	09:40	63
12	09:00	09:50	50
13	10:55	11:50	55
14	10:30	11:35	65
15	11:57	12:50	53
<b><math>\mu=2.57</math>clientes/hora</b>			

**Tabla A-X. Registro de tiempos de servicio del día 12-06-07**

No.	Hora de entrada	Hora de salida	T de servicio (min.)
1	06:50	07:45	55
2	06:10	07:01	51
3	08:05	09:51	106
4	07:10	08:30	80
5	07:28	08:38	70
6	07:02	08:43	101
7	07:24	08:55	91
8	07:15	07:45	30
9	07:45	09:05	80
10	08:00	08:32	32
11	08:35	10:07	92
12	08:51	10:00	69
13	08:53	10:35	102
14	09:00	09:45	45
15	09:53	10:30	37
16	10:30	12:00	90
<b><math>\mu=3.09</math>clientes/hora</b>			

**Tabla A-XI. Registro de tiempos de servicio del día 13-06-07**

No.	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de servicio (min.)
1	07:11	09:08	117
2	07:09	08:15	66
3	07:14	08:36	82
4	07:28	09:29	121
5	07:13	09:51	158
6	07:00	13:10	370
7	07:16	10:32	196
8	08:20	09:35	75
9	08:59	10:05	66
10	09:33	11:45	132
11	09:25	10:10	45
12	09:38	11:40	122
13	09:47	11:29	102
14	10:15	11:00	45
15	10:15	10:55	40
16	10:10	13:10	180
<b><math>\mu=2.66</math>clientes/hora</b>			

**Tabla A-XII. Registro de tiempos de servicio del día 14-06-07**

No.	Hora de entrada	Hora de salida	Tiempo de servicio (min.)
1	06:15	06:40	25
2	07:00	08:21	81
3	07:02	08:22	80
4	06:45	07:45	60
5	07:15	09:30	135
6	07:10	09:25	135
7	06:45	07:45	60
8	07:10	09:28	138
9	07:54	11:00	186
10	08:25	09:13	48
11	08:40	09:16	36
12	09:35	10:20	45
13	09:30	10:11	41
14	10:17	11:12	55
15	11:07	12:05	58
16	10:30	12:06	96
17	10:53	12:15	88
18	10:20	11:20	60
19	10:35	11:05	30
20	11:15	12:15	60
<b><math>\mu=3.33</math>clientes/hora</b>			

**Tabla A-XV. Tasa de llegada promedio de 7:00-9:00 horas**

Fecha	$\lambda$ (clientes/hora)
14-May	6.04
15-May	10.91
16-May	6.8
17-May	4.67
18-May	7.78
<b>X =</b>	<b>7.24</b>

**Tabla A-XVI. Tasa de llegada promedio de 9:00-12:00 horas**

Fecha	$\lambda$ (clientes/hora)
14-May	3.54
15-May	2.86
16-May	6.14
17-May	4.06
18-May	4.57
<b>X =</b>	<b>4.23</b>

**Tabla A-XVII. Valores de ji cuadrada ( $\chi^2$ )**

g.l.	Probabilidades												
	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
1	0.00016	0.00063	0.00393	0.01580	0.06420	0.14800	0.45500	1.07400	1.64200	2.70600	3.84100	5.41200	6.63500
2	0.02010	0.04040	0.10300	0.21100	0.44600	0.71300	1.38600	2.40800	3.21900	4.60500	5.99100	7.82400	9.21000
3	0.11500	0.18500	0.35200	0.58400	1.00500	1.42400	2.36600	3.66500	4.64200	6.25100	7.81500	9.83700	11.34500
4	0.29700	0.42900	0.71100	1.06400	1.64900	2.19500	3.35700	4.87800	5.98900	7.77900	9.48800	11.66800	13.27700
5	0.55400	0.75200	1.14500	1.61000	2.34300	3.00000	4.35100	6.06400	7.28900	9.23600	11.07000	13.38800	15.08600
6	0.87200	1.13400	1.63500	2.20400	3.07000	3.82800	5.34800	7.23100	8.55800	10.64500	12.59200	15.03300	16.81200
7	1.23900	1.56400	2.16700	2.83300	3.82200	4.67100	6.34600	8.38300	9.80300	12.01700	14.06700	16.62200	18.47500
8	1.64600	2.03200	2.73300	3.49000	4.59400	5.52700	7.34400	9.52400	11.03000	13.36200	15.50700	18.16800	20.09000
9	2.08800	2.53200	3.32500	4.16800	5.38000	6.39300	8.34300	10.65600	12.24200	14.68400	16.91900	19.67900	21.66600
10	2.55800	3.05900	3.94000	4.86500	6.17900	7.26700	9.34200	11.78100	13.44200	15.98700	18.30700	21.16100	23.20900
11	3.05300	3.60900	4.57500	5.57800	6.98900	8.14800	10.34100	12.89900	14.63100	17.27500	19.67500	22.61800	24.72500
12	3.57100	4.17800	5.22600	6.30400	7.80700	9.03400	11.34000	14.01100	15.81200	18.54900	21.02600	24.05400	26.21700
13	4.10700	4.76500	5.89200	7.04200	8.63400	9.92600	12.34000	15.11900	16.98500	19.81200	22.36200	25.47200	27.68800
14	4.66000	5.36800	6.57100	7.79000	9.46700	10.82100	13.33900	16.22000	18.15100	21.06400	23.68500	26.87300	29.14100
15	5.22900	5.98500	7.26100	8.54700	10.30700	11.72100	14.33900	17.32200	19.31100	22.30700	24.99600	28.25900	30.57800
16	5.81200	6.61400	7.96200	9.31200	11.15200	12.62400	15.33800	18.41800	20.64500	23.54200	26.29600	29.63300	32.00000
17	6.40800	7.25500	8.67200	10.08500	12.00200	13.53100	16.33800	19.51100	21.61500	24.76900	27.58700	30.99500	33.40900
18	7.01500	7.90600	9.39000	10.86500	12.85700	14.44000	17.33800	20.60100	22.76000	25.98900	28.86900	32.34600	34.80500
19	7.63300	8.56700	10.11700	11.65100	13.71600	15.35200	18.33800	21.68900	23.90000	27.20400	30.14400	33.68700	36.19100
20	8.26000	9.23700	10.85100	12.44300	14.57800	16.26600	19.33700	22.77500	25.03800	28.41200	31.41000	35.02000	37.56600
21	8.89700	9.91500	11.59100	13.24000	15.44500	17.18200	20.33700	23.85800	26.17100	29.61500	32.67100	36.34300	38.93200
22	9.54200	10.60000	12.33800	14.04100	16.31400	18.10100	21.33700	24.93900	27.30100	30.81300	33.92400	37.65900	40.28900
23	10.19600	11.29300	13.09100	14.84800	17.18700	19.02100	22.33700	26.01800	28.42900	32.00700	35.17200	38.96800	41.63800
24	10.85600	11.99200	13.84800	15.65900	18.06200	19.94300	23.33700	27.09600	29.55300	33.19600	36.41500	40.27000	42.98000
25	11.52400	12.69700	14.61100	16.47300	18.94000	20.86700	24.33700	28.17200	30.67500	34.38200	37.65200	41.56600	44.31400
26	12.19800	13.40900	15.37900	17.29200	19.82000	21.79200	25.33600	29.24600	31.79500	35.56300	38.88500	42.85600	45.64200
27	12.87900	14.12500	16.15100	18.11400	20.70300	22.71900	26.33600	30.31900	32.91200	36.71400	40.11300	44.14000	46.96300
28	13.56500	14.84700	16.92800	18.93900	21.58800	23.64700	27.33600	31.39100	34.02700	37.91600	41.33700	45.41900	48.27800
29	14.25600	15.57400	17.70800	19.76800	22.47500	24.57700	28.33600	32.46100	35.13900	39.08700	42.55700	46.69300	49.58800
30	14.95300	16.30600	18.49300	20.59900	23.36400	25.50800	29.33600	33.53000	36.25000	40.25600	43.77300	47.96200	50.89200

Fuente: ROSCOE, Davis y Patrick Mckeown. **Modelos cuantitativos para la Administración**. Edición en español. México: 1986, Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V.

## Apéndice B

### AUDITORÍA DE SERVICIO

**Escala:**

- 1 = No describe nada de la empresa
- 2 = En algunas describe a la empresa
- 3 = Desempeño aceptable en la empresa
- 4 = Describe muy bien a la empresa
- 5 = La empresa tiene ventaja competitiva en este aspecto

Servicio al Cliente	Hasta qué nivel...	Puntuación (1-5)
1	¿Es el servicio una ventaja competitiva para la empresa?	
2	¿Sabe la organización por qué los clientes la eligen o la dejan/rechazan?	
3	¿Mide usted el tiempo de respuesta y el nivel de satisfacción a las solicitudes de su cliente, preocupaciones, sugerencias y quejas?	
4	¿Está su equipo capacitado específicamente para atender situaciones relacionadas con servicio al cliente?	
Construcción de equipo	Hasta qué nivel...	Puntuación (1-5)
6	Otros departamentos dentro de su empresa ¿son tratados como clientes valiosos?	
7	Las quejas, requerimientos, preguntas y tendencias ¿son documentadas y compartidas con toda la empresa?	
8	¿Lleva su departamento un registro del nivel de satisfacción del cliente interno y actúa para satisfacer sus necesidades?	
9	¿Está su equipo motivado y preparado para exceder las expectativas del cliente, incluyendo al cliente interno?	
10	¿Considera usted que el personal de atención al cliente tiene el poder para tomar decisiones que puedan satisfacer al cliente.	
Comunicación	Hasta qué nivel...	Puntuación (1-5)
11	¿Tiene su organización, en general, las habilidades para comunicarse efectivamente con sus clientes, tanto internos como externos?	
12	¿Puede usted borrar con confianza a un cliente para preguntarle sobre sus quejas y manejarlas adecuadamente?	
13	¿Su equipo solicita con regularidad retroalimentación sobre la calidad y el servicio? ¿Están involucrados en resolver problemas?	
14	¿Pide usted a otros departamentos que evalúen el desempeño de su departamento?	
15	¿Es fácil y rápido para un cliente comunicarse con usted?	

**PUNTUACIÓN TOTAL:**

Fuente: GEE, Val y Jeff Gee. **Súper Servicio**. Estados Unidos: 2007. McNeil y Jonson learning company. Seminario.