

870117

6

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**"Aplicación de Líneas de Espera para la Determinación de la  
Capacidad Operativa en un Area de Cojos."**

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

ALBERTO LOPEZ RAMIREZ

GUADALAJARA, JAL.,

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

Guadalajara, Jal., 23 de Enero de 1985.

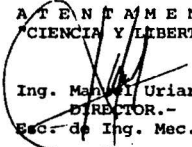
Al Pasante de  
Ingeniero Mecánico Eléctricista  
Area: Industrial  
Sr. ALBERTO LOPEZ RAMIREZ  
P r e s e n t e .-

En contestación a su solicitud de fecha 9 de Enero del presente año, me es grato informarle que la Comisión de - Tesis que me honro en presidir, aprobó como tema que usted - deberá desarrollar para su Examen de Ingeniero Mecánico Eléctricista, el que a continuación transcribo:

"APLICACION DE LINEAS DE ESPERA PARA LA DETERMINACION DE LA CAPACIDAD OPERATIVA EN UN AREA DE CAJAS"

- I.- Introducción
  - II.- SITUACION ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE CAJAS
  - III.- ESTADISTICAS DE CAJAS RECEPTORAS
  - IV.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted tomar nota que la copia fotografiada del presente oficio, deberá ser incluida en los preliminares- de todo ejemplar de su tesis.

A T E N T A M E N T E  
"CIENCIA Y LIBERTAD"  
  
Ing. Manuel Uriarte Razo  
DIRECTOR.-  
Esc. de Ing. Mec. Elect.

**A MIS PADRES:**

Por darme el ser y abrir mis ojos a la vida;  
por los esfuerzos y sacrificios que realizaron  
para lograr de mí un verdadero hombre y  
profesionista.

**A LA AMISTAD:**

Como vínculo de paz entre los hombres;  
como el mayor tesoro que pueda tener  
un ser humano.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

# I N D I C E

<b>OBJETIVO</b>	<b>1</b>
<b>C A P I T U L O I</b>	
INTRODUCCION	2
<b>C A P I T U L O II</b>	
<b>SITUACION ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE CAJAS</b>	
2.1 ANTECEDENTES	13
2.2 ORGANIZACION Y FUNCIONES	16
2.3 GENERALIDADES	21
2.4 EL PROCESO DE COBRO	22
<b>C A P I T U L O III</b>	
<b>ESTADISTICAS DE CAJAS RECEPTORAS</b>	
3.1 DEFINICION DE ESTRATEGIA A SEGUIR	26
3.2 DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS	36
3.3 DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO	54
3.4 DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA	67
3.5 CONDENSADO DE ESTADISTICAS	81
<b>C A P I T U L O IV</b>	
<b>ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</b>	
4.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCION	87
4.2 PROYECCIONES DE COMPORTAMIENTO DE SERVICIO	90
4.3 VALUACION DE ALTERNATIVAS	102
4.4 SIMULACION DEL SERVICIO CON 4 CAJAS	106
- CONCLUSIONES	127
- BIBLIOGRAFIA	128

**O B J E T I V O**

Percibir y establecer la capacidad operativa necesaria en el área de Cajas Receptoras de Seguros Monterrey, S.A., a raíz de las modificaciones - presentadas por el "Sistema Administrativo de Cobranzas" en el proceso de cobro, tomando como modelo base de auxilio para el análisis y solución de dicho problema la aplicación de Líneas de Espera (Teoría de Colas).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CAPITULO 1**

**INTRODUCCION**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La Teoría de Colas comprende el estudio matemático de las "colas" o líneas de espera. Por supuesto, la formación de líneas de espera se presenta siempre que la demanda actual de un servicio es mayor que la capacidad actual para proporcionar este servicio. Con frecuencia, en la industria y en todas partes deben tomarse decisiones referentes al monto de la capacidad que debe proporcionarse para disminuir o evitar en lo posible dichas líneas de espera.

El tener que esperar en una cola es una experiencia cotidiana que normalmente se considera desagradable. Esperar en un elevador, ser servido en un restaurante o en la cola de un banco es una confrontación con pérdida de tiempo. No es fácil "esperar sabiamente". Si la espera es demasiado larga, las personas se vuelven irritables e inquietas; los temperamentos se ofuscan. Aún así, la paciencia tiene un límite. Finalmente, la gente se va a otra parte.

A menudo, es imposible predecir con exactitud cuántas unidades llegarán a buscar el servicio, o bien, cuánto tiempo se requerirá para proporcionar este servicio, por lo que estas decisiones son difíciles. Aunque sea desagradable esperar, es fácil observar que el proporcionar demasiada capacidad de servicio sería muy costoso. Piénsese en cuántas cajas serían necesarias en un banco o una tienda para eliminar todas las colas. Por otra parte, no proporcionar la capacidad de servicio suficiente provocaría que en ciertos instantes la línea de espera se hiciera excesivamente larga. En cierto sentido la espera excesiva también es costosa, ya sea que se trate de un costo social, el costo de clientes perdidos, el costo de empleados ociosos, o bien, algún otro costo importante. Por tanto, es claro notar, que se necesita algún tipo de balance para que el tiempo de espera no sea muy largo y el costo de servicio no sea muy alto.

El problema es determinar que capacidad o tasa de servicio proporciona el balance apropiado. Este sería un problema sencillo si cada cliente llegara de acuerdo a un horario fijo y si el tiempo de servicio también fuera fijo.



Cualquier capacidad extra sería un desperdicio, menos capacidad significaría que algunas llegadas no se atenderían. Sin embargo, en muchas situaciones ni el tiempo de llegada ni el tiempo de servicio son predecibles, -- por lo que los sistemas de líneas de espera son probabilistas o determinísticos (aleatorios).

Con experiencia y sentido común, muchos administradores encuentran un balance aproximado entre los costos de espera y de servicio sin elaborar ningún cálculo. Por ejemplo, el administrador de un supermercado actúa intuitivamente para agregar personal en las cajas cuando las colas se hacen muy -- largas. El administrador de un restaurante planea tener más meseros alrededor de las horas de comidas, guiándose por la experiencia. No obstante hay ocasiones en que la intuición necesita ayuda, como cuando va de por medio -- una inversión sustancial de capital o cuando el balance apropiado no es evidente. El análisis cuantitativo con frecuencia es útil en estas situaciones.

En el análisis de líneas de espera se aplica la Teoría de Colas. Una cola es una línea de espera y la Teoría de Colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas particulares de líneas de espera o sistemas de colas. Los modelos sirven para encontrar el comportamiento de estado estable, como la longitud promedio de la línea y el tiempo promedio de espera para un sistema dado. Esta información junto con los costos pertinentes, se usa, entonces, para determinar la capacidad de servicio apropiada.

La Teoría de Colas no resuelve por sí misma el encontrar un balance económico entre el costo de servicio y de espera; sin embargo, contribuye con la información vital requerida para tomar una decisión de este tipo, prediciendo diversas características de la línea de espera como las mencionadas anteriormente.

### Estructura Básica de los Modelos de Colas.

El proceso básico que se supone en la mayor parte de los modelos de colas es el siguiente: los clientes que requieren servicio se generan en el tiempo por medio de una fuente de entrada. Estos clientes entran al sistema de colas y esperan luego en la fila si todos los servidores están ocupados. En diversos momentos, se selecciona a uno de los clientes formados para darle el servicio, mediante la regla conocida como disciplina en la cola. Entonces se proporciona al cliente el servicio requerido por medio del mecanismo del servicio, después de lo cual el cliente sale del sistema. En la figura 1.1 se muestra un esquema de este proceso.

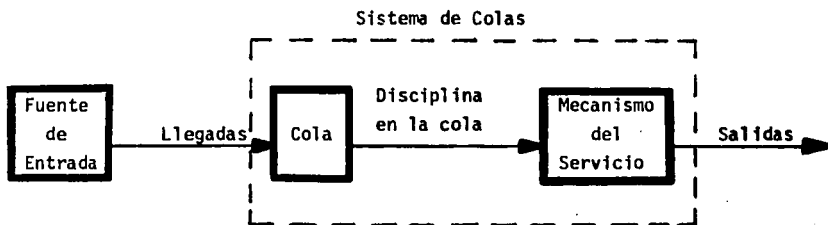


Fig. 1.1 Proceso básico de Colas.

Existen varios componentes que caracterizan a los sistemas de líneas de espera; a continuación se analizan estos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **Fuente de Entrada.**

Una característica de la fuente de entrada o población potencial es su "tamaño". El tamaño es el número total de clientes que podrían requerir el servicio de cuando en cuando, es decir, el número de clientes potenciales distintos. Puede suponerse que es infinita o finita.

### **Patrones de Llegada.**

El patrón de llegadas de los clientes generalmente está especificado por el tiempo entre las llegadas de los clientes sucesivos a la instalación que -- ofrece el servicio. Puede ser determinístico (es decir, conocerse exactamente) o puede ser una variable aleatoria cuya distribución probabilística se considera conocida. Puede depender del número de clientes que ya estén en el sistema o puede ser independiente del estado. La hipótesis común es que se generan de acuerdo a un proceso de Poisson.

También es importante el que los clientes lleguen de uno en uno o en grupos y si se presentan rechazos o abandonos. Un rechazo ocurre cuando un cliente al llegar se niega a entrar en la instalación porque la línea de espera es demasiado grande. Un abandono ocurre cuando un cliente que ya está en la línea de espera, sale de fila y se marcha porque la espera es demasiado larga.

### **Cola.**

Una cola se caracteriza por el número máximo admisible de clientes que puede contener. Las colas son infinitas o finitas. Es cierto que todas las colas tienen límites en el tamaño, pero si este límite no desanima o evita -- las llegadas, puede ignorarse.

### **Disciplina en la Cola.**

La disciplina en la cola se refiere al orden en que se seleccionan los miembros de la cola para que reciban el servicio. Por ejemplo, puede ser que el primero que llega recibe primero el servicio, el último que llega recibe -- primero el servicio, aleatorio, según cierto procedimiento de prioridad, -- etc.

### Mecanismos del Servicio

El mecanismo de servicio consiste en uno o más medios de servicio, cada uno de los cuales contiene uno o más canales paralelos de servicio, llamados -- servidores. Si existe más de un medio, el cliente puede recibir el servicio de una sucesión de estos medios (canales de servicio en serie). Un modelo - de colas debe especificar la disposición de los medios y el número de servi- dores en cada uno.

La figura 1.2 muestra varios sistemas de colas.

### Patrones de Servicio

Generalmente el patrón de servicio está especificado por el tiempo de servi- cio, que es el tiempo que le toma a un servidor atender a un cliente. El -- tiempo de servicio puede ser determinístico o puede ser una variable aleato- ria cuya distribución probabilística se considera conocida. La que se pre- senta con más frecuencia es la distribución exponencial. Puede depender del número de clientes que se encuentran dentro de las instalaciones o puede -- ser independiente del estado. También es importante determinar si un servi- dor atiende por completo a un cliente, o si el cliente requiere una secuen- cia de servidores.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

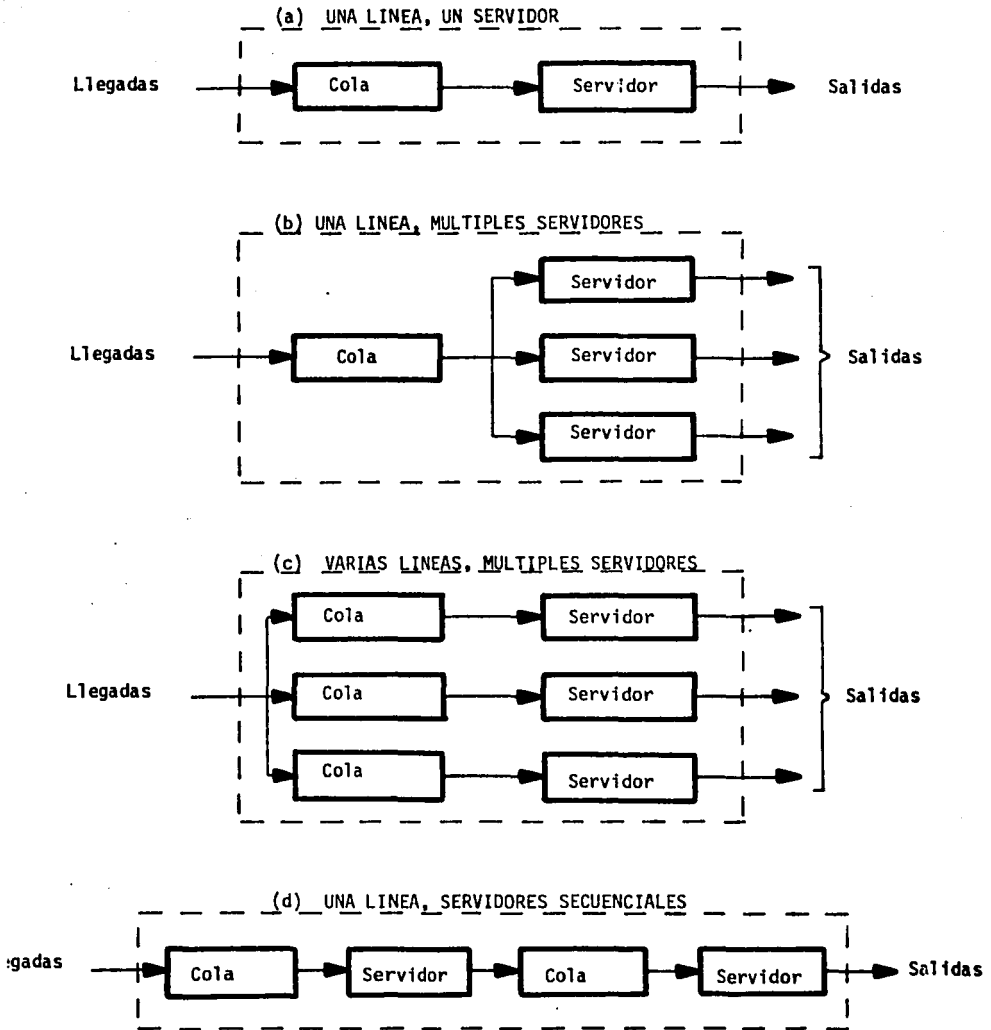


Figura 1.2 Sistemas de Líneas de Espera

La siguiente tabla muestra diversas características de la línea de espera.

Característica de la línea de espera	Símbolo	Significado
Tiempo entre llegadas o tiempo de servicio	D	Determinístico
	M	Distribuido exponencialmente
	EK	Distribuidor Erlang tipo-K ( $K=1, 2, \dots$ )
	G	Cualquier otra distribución
Disciplina en la cola	FIFO	Primero en llegar, <u>prime</u> ro en atenderse
	LIFO	Último en llegar, <u>prime</u> ro en atenderse
	SIRO	Servicio en orden <u>aleato</u> rio
	PRI	Ordenamiento de acuerdo a prioridades
	GO	Cualquier otro ordenamiento <u>especial</u>

Tabla 1.A

<p style="text-align: center;"><b>TESIS CON FALLA DE ORIGEN</b></p>
---

## Costos de los Sistemas de Colas

### Costo de Espera

Esperar es inútil. Es desperdicio. Significa que algún recurso está inactivo cuando podría usarse en forma más productiva (o agradable) en otra parte. De hecho representa un costo de oportunidad. El servir con prontitud puede proporcionar una forma de competencia en los negocios.

Cuando el costo unitario de espera es medible, como en el caso de camiones en un muelle de carga y descarga, los cálculos son directos. Partiendo de la nómina y de otros datos contables puede encontrarse el costo por hora. No sucede así con el caso de los clientes que están en una línea, en el que es difícil determinar el costo de espera.

Para comenzar, las personas difieren, algunas son más pacientes que otras.- Al tiempo que es posible esperar una hora para comer en un restaurante, se puede ser muy impaciente por 60 segundos de espera ante un elevador o en un semáforo. Matemáticamente es más complicado; ¿es lineal el costo de espera? ¿Cuesta lo mismo el primer minuto que el segundo? ¿O se incrementa el costo por minuto conforme aumenta la espera?

Existen 2 formas de manejar el costo intangible del tiempo de espera de los clientes. Una es pedir a las personas capacitadas que estimen el valor promedio del tiempo de un cliente, tomando en cuenta los factores psicológicos y competitivos de la situación. El segundo método tiene un enfoque indirecto que establece un tiempo máximo de espera para el cliente promedio, éste se usa después para determinar la capacidad de servicio.

### Costo de Servicio

Determinar el costo de servicio es más sencillo, en concepto, que determinar el costo de espera. En la mayoría de las aplicaciones se tratará de comparar varias instalaciones de servicio; solo se necesitan los costos comparativos o diferentes. Por ejemplo, si se quiere saber cuántas cajas de auto-banco deben tener personal, solo se necesitan los costos de personal.

Por otra parte, si la pregunta es cuántas cajas se deben construir, entonces se necesitan los costos de construcción y de operación de cada ventanilla. Casi siempre los datos necesarios son evidentes para una situación dada.

### **Sistema de Costo Mínimo**

Tan indeseable como puede ser la espera, puede ser menos costoso que proporcionar un servicio más rápido. Desde un punto de vista global, se quiere el sistema que comparado con los demás, tiene el costo total más pequeño, incluyendo el costo de servicio y el costo de espera. Esto se muestra en la figura 1.3. Para tasas bajas de servicio, se experimentan largas colas y -- costos de espera muy altos.

Conforme aumenta el servicio, hay un ahorro sustancial en el costo de espera, aunque los costos de servicio aumenten, ya que el costo total del sistema disminuye. Finalmente se llega a un punto de disminución en el rendimiento. Más allá del punto del costo mínimo, el aumento en el servicio cuesta más que los ahorros consecuentes en el costo de espera. Entonces, el objetivo es encontrar el sistema de costo mínimo.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



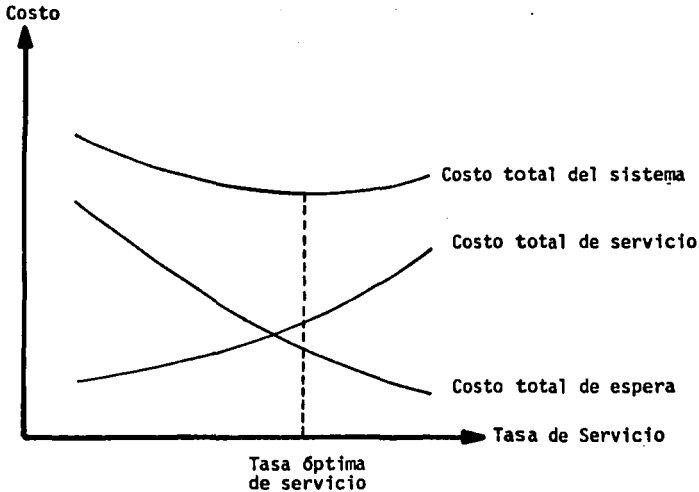


Fig. 1.3 Combinación de los costos de servicio y de espera

### Estructuras Típicas

Los ejemplos de líneas de espera que se han presentado hasta aquí incluyen personas, pero éste no siempre es el caso. Las llegadas pueden ser cartas, carros, incendios, ensamblados intermedios en una fábrica, etc. En la tabla 1.8 muestran ejemplos de varios sistemas de colas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CLIENTE	ESTABLECIMIENTO	SERVICIO	SERVIDOR
Personas	Oficinas	Trámites administrativos	Empleados
Personas	Tienda o super.	Venta de mercancía	Cajeras
Personas	Banco	Depósitos/Retiros	Cajeras
Personas	Edificio	Transporte	Elevador
Personas	Ciudad	Transporte	Taxis/Camiones
Personas	Tel.Público	Comunicación	Teléfono
Autos	Gasolinera	Venta de gasolina	Bombas
Autos	Autobaño	Lavado	Máquinas
Autos	Calles	Control de tráfico	Semáforos
Autos	Autopistas	Cobro de Peaje	Casetas de cob.
Autos	Estacionamiento	Renta de espacios	Espac.de terreno
Autos	Taller	Reparación	Mecánicos
Aviones	Aeropuerto	Despegue/Aterrizaje	Pistas
Pasajeros	Aeropuerto	Espera	Sala de Espera
Camiones	Muelle	Carga/Descarga	Grúas
Incendios	Depto.Bomberos	Apagar incendios	Camiones
Casos	Corte	Juicios	Juez
Cartas	Ofna.Correos	Correspondencia	Empleados
Piezas	Fábrica	Ensamblés	Obreros/máquinas
Máquinas	Fábrica	Mantenimiento	Técnicos
Pedidos de cop.	Centro copiado	Reproducción	Copiadoras
Accidentados	Hospital	Transporte	Ambulancias
Pacientes	Hospital	Atención	Camas

Tabla 1.B Ejemplos de Sistemas de Colas

Estos ejemplos bastan para sugerir que, en efecto, los sistemas de líneas de espera penetran en diversas áreas de la sociedad.

**CAPITULO 2**

**SITUACION ACTUAL DEL DEPARTAMENTO DE CAJAS**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## 2.1 ANTECEDENTES

El "Sistema Administrativo de Cobranzas" fue desarrollado en base al planteamiento acordado para la implantación del Equipo de Lectura Óptica, el cual parte del Análisis Cualitativo y Cuantitativo por actividad en el área de Cobranzas, definiendo de una manera específica el proceso a seguir así como su integración funcional.

Este sistema tuvo sus bases en la oficina Monterrey, sin perder de vista las implicaciones que cada zona operativa requiere para su funcionamiento. En base a ello se elaboró una propuesta que resume la organización administrativa necesaria para la realización de los nuevos procedimientos de Cobranza a implantar en la Zona Occidente.

El Sistema Administrativo de Cobranzas propone una serie de cambios en los procedimientos de trabajo del Departamento de Cajas, que es la parte de la Empresa destinada a canalizar la recepción de pagos por cualquier conducto de cobro. Se encontraba adscrito a Sub-Gerencia de Contabilidad, ya que con la propuesta e implantación de este nuevo sistema, pasó a formar parte de la Sub-Gerencia de Cobranzas.

Estas modificaciones presentadas por el nuevo sistema, no tienen una repercusión considerable en dos de los procesos de Cajas Receptoras, que son:

1. Apertura de Caja
2. Corte Diario de Caja

Sin embargo, las variaciones expuestas en el nuevo sistema, trascienden de un modo significativo en el proceso de cobro (recepción de pagos a la clientela), en el cual se implantó una metodología enfocada no solo a la eficiencia, sino también a la eficacia de las operaciones y la optimización de funciones en base al aprovechamiento de una tecnología moderna. Asimismo, se hizo la adquisición de un nuevo equipo de máquinas registradoras para las cajeras, lo cual agilizó aún más el servicio otorgado a la clientela.

A causa de estos factores, fué necesaria la realización de un estudio - en el área de Cajas Receptoras, con el fin de analizar y determinar si la cantidad de cajeras con las que operaba era el número óptimo para dar servicio, y en el caso de que el suministro de dicho servicio fuera excesivo de acuerdo a la demanda solicitada, aprovechar el personal excedente en -- otros departamentos.

Como comentario adicional, fuera de la realización de este estudio, cabe mencionar que existen dos problemas fundamentales en las áreas de servicios, a las que pertenece un departamento de Cajas, los cuales son:

1. La idea que la gente tiene de lo que debe ser un "buen servicio".

Para un número elevado de personas un "buen servicio" deberá ser desempeñado en forma personal. Esta idea ocasiona situaciones de gran ineficiencia.

2. Lograr una productiva industrialización del servicio a través de la organización del trabajo.

Los procedimientos eficaces de organización tienen una representación - objetiva en cafeterías, librerías y tiendas de autoservicio donde la gente se atiende sola.

Las características del trabajo en empresas de servicio son las siguientes:

1. La satisfacción del cliente es en la mayoría de los casos inmediata, -- ocasionando que la demanda afecte directamente al ritmo y desempeño del -- trabajo.

2. El nivel de educación del operario es, en términos generales, superior a la básica.

3. Por su naturaleza, este tipo de actividades exigen cierto grado de destreza intelectual.

4. Existen "horas pico" en la demanda de trabajo.

5. Existen operaciones muy variadas, por lo que los pasos a seguir y el -- tiempo de terminación de las mismas pueden sufrir variaciones.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 2.2 ORGANIZACION Y FUNCIONES

El Departamento de Cajas forma parte de la Sub-Gerencia de Cobranzas, - que a su vez depende de la Gerencia Administrativa. La función de dicho Departamento, es recibir todo tipo de ingreso a la Compañía por medio de -- agentes, asegurados y demás conductos autorizados.

El Departamento de Cajas está integrado por 10 personas, organizadas de la siguiente forma:

- 1 Jefe de Departamento
- 1 Sub-Jefe de Departamento (Cajas Receptoras)
- 6 Cajeras(Cajas Receptoras)
- 1 Jefe de Sección (Caja Especial)
- 1 Auxiliar "B" (Caja Especial)

Las actividades principales para cada uno de las 2 áreas de este Departamento son las siguientes:

### + CAJAS RECEPTORAS

Recepción y registro de ingresos a la Compañía de pago de pólizas y --- otros conceptos.

- Pago de primas
- Abono al préstamo automático u ordinario
- Primas en Depósito
- Pago de artículos de almacén
- Pago de hipotecas
- Otros conceptos

Elaboración de corte diario de caja.

+ CAJA ESPECIAL

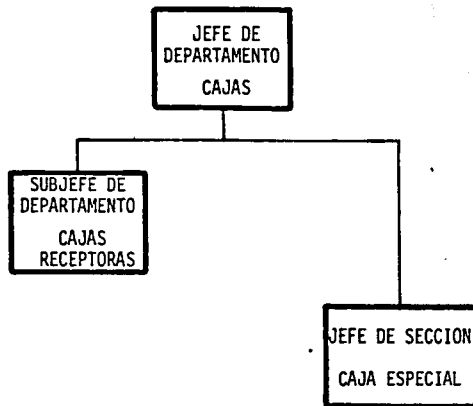
Recepción y registro de pago de primas de pólizas foráneas a la Compañía.

- Recepción de relaciones y comprobantes de pago por correspondencia.
- Elaboración de comprobantes de ingresos en base a las relaciones y pagos recibidos.
- Elaboración de depósito diario de cheques.
- Elaboración de corte diario de ingresos recibidos en la Compañía por correspondencia.

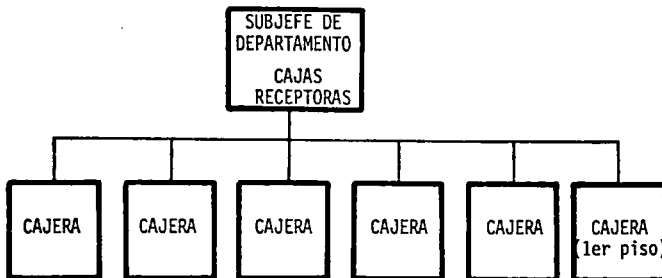
**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



ORGANIGRAMA POR PUESTOS  
DEPARTAMENTO DE CAJAS



ORGANIGRAMA POR PUESTOS  
SUBDEPARTAMENTO DE CAJAS RECEPTORAS



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

ORGANIGRAMA POR PUESTOS  
SECCION DE CAJA ESPECIAL

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

JEFE DE SECCION  
CAJA ESPECIAL

AUXILIAR  
"B"

### 2.3 GENERALIDADES

En la Oficina Guadalajara se opera actualmente con 7 cajas receptoras, pero debido a circunstancias que afectan la permanencia de 7 cajas en servicio durante todo el año, como son incapacidades y vacaciones, normalmente se otorga el servicio a la clientela con 6 cajas.

\* Únicamente se toma en cuenta en este estudio las cajas receptoras del 2º piso. La caja del 1er. piso (caja 7) queda excluido del mismo, ya que únicamente recibe pagos de pólizas de automóviles.

El horario de trabajo de las cajas 1, 2, 3 y 5 es el normal de la oficina (8:00 a.m. - 3:30 p.m.), a excepción de la caja 4 que es de 8:30 a.m. - 4:00 p.m.

Los horarios que "normalmente" se otorgan para recepción de pagos a la clientela por las cajas del 2º piso son los siguientes:

Caja 1	8:00 a.m.	-	2:00 p.m.
Caja 2	9:30 a.m.	-	3:00 p.m.
Caja 3	9:30 a.m.	-	3:00 p.m.
Caja 4	10:00 a.m.	-	3:30 p.m.
Caja 5	8:00 a.m.	-	2:00 p.m.

Dicha variedad de horarios fueron hechos con el objeto de permitir, a los asegurados y agentes, efectuar el pago de sus recibos durante el horario de trabajo de la oficina.

Como consecuencia de dichos horarios, solamente 2 cajas (1 y 5) realizan su corte el mismo día. Las otras 3, lo efectúan al día siguiente, lo cual causa que inicien más tarde a dar servicio a la clientela.

Para realizar las labores de corte de caja, elaboración de comprobantes y relación de cheques para depósito en el banco se les otorga un tiempo de 1 hora 30 minutos a 2 horas.

## 2.4 EL PROCESO DE COBRO

Como se mencionó anteriormente, el área de Cajas Receptoras tiene como función principal la recepción de ingresos; dicha actividad esta constituida por 3 grandes procesos, que son:

1. Proceso de apertura de caja
2. Proceso de cobro
3. Proceso de corte de caja

Cada uno de ellos es realizado diariamente por las cajeras. Además, - existe el proceso diario de depósito de valores al Banco, que es llevado a cabo por una sola persona.

+ El proceso de apertura de caja consiste principalmente en:

1. Programar la máquina registradora que será utilizada a lo largo del día.
2. Retirar, contar y guardar el dinero con que abre la caja (\$5,000.00)
3. Retirar y ordenar materiales de uso (clips, sellos, engrapadoras y otros).

Todo ello toma un tiempo aproximado de 10 minutos.

+ El proceso de corte de caja está formado a grandes rasgos por los siguientes elementos:

1. Separar cheques por Bancos.
2. Separar documentos de ingresos y egresos.
3. Separar billetes.
4. Sumar ingresos recibidos y checar importe con la caja.

En caso de ser diferentes investigar el error hasta que ambos totales sean iguales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

5. Sumar egresos recibidos y checar importe con la caja.  
En caso de ser diferentes investigar el error hasta que ambos totales sean iguales.
6. Sumar importe de cheques.
7. Sumar efectivo y dejar cambio para reserva.
8. Sumar totales de efectivo, cheques y egresos y checar importe con - caja. En caso de ser diferentes investigar el error hasta que ambos totales sean iguales.
9. Elaborar relación de cheques.
10. Elaborar ficha de depósito para el Banco.
11. Elaborar comprobantes del corte de caja.

Todo ello toma un tiempo de 1 a 1.5 horas en "días normales" de trabajo y hasta 2 horas en días de "cierre contable".

+ El proceso de cobro es el proceso más rápido, el que se ejecuta mas veces y que ocupa la mayor parte del tiempo destinado al trabajo productivo. A continuación se presentan los elementos de dicho proceso:

1. Recibir informe del pago.
  - Recibir documentos de ingreso, cheque(s), efectivo y/o egreso.
  - Separar y ordenar documentos recibidos.
  - Verificar fechas de vencimiento de cada recibo óptico.
2. Efectuar suma de los documentos recibidos.
  - Realizar suma de recibos (ópticos u oficiales) y/o documentos de ingreso.
  - Realizar suma de cheque(s) y/o efectivo y/o egresos.
  - Indicar el total a pagar.
  - Recibir importe del pago (dar cambio en caso de que el pago sea conefectivo).

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

3. Registrar y certificar el pago.

- Separar talones del agente del comprobante de la Institución.
- Registrar en caja las cantidades de recibos (ópticos u oficiales) - y/o documentos.
- Certificar el pago en la caja de recibos y/o documentos respectivos.
- Sellar cheques y/o documentos.
- Firmar talones del agente.

4. Separar papelería y entregar documentos al interesado.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**VARIABLES INVOLUCRADAS EN EL PROCESO DE COBRO****TIPO DE PAGO**

1. Pago de Primas
  - 1.1 Recibos Opticos
  - 1.2 Recibos Oficiales
2. Ingresos Varios
  - 2.1 Primas en Depósito
  - 2.2 Abonos al préstamo automático u ordinario
  - 2.3 Otros conceptos
    - Cargos a Agentes
    - Siniestros
    - Artículos de Almacén
    - Hipotecas
    - Otros

**TIPO DE DOCUMENTO CON QUE SE REALIZA EL PAGO**

1. Cheque
2. Efectivo
3. Egreso
4. Cheque y Efectivo
5. Otros
  - Cheque y Egreso
  - Efectivo y Egreso.



**CAPITULO 3**

**ESTADISTICAS DE CAJAS RECEPTORAS**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### 3.1 DEFINICION DE ESTRATEGIA A SEGUIR

El modelo base para la percepción, análisis y solución del problema - existente en Cajas Receptoras a raíz del cambio del Sistema de Cobro, será la aplicación de Líneas de Espera (Teoría de Colas), recordando que esta - herramienta de auxilio de la Ingeniería Industrial no resuelve directamente ese problema, sin embargo, contribuye con la información vital requerida para tomar una decisión de este tipo, prediciendo diversas características de la línea de espera como lo es el tiempo promedio de espera.

Tomando en cuenta que los procesos de apertura y corte de caja, así como elaborar sus comprobantes y efectuar su depósito es imprescindible en - las funciones de Cajas Receptoras, para poder establecer con mayor precisión si el servicio otorgado a los agentes y asegurados es el más eficiente con las cajas que actualmente operan, fue necesario realizar primeramente el conteo físico de los recibos pagados a diario en Cajas en un lapso - de 2 meses. En base al comportamiento de la gráfica de los recibos pagados (ver gráficas 3.1.1. y 3.1.2), se determinaron los días en que se han -- rfan muestreos de tiempos en Cajas Receptoras, los cuales fueron los si--- guientes:

1. Día de cierre contable central (día de mayor movimiento)
2. Día siguiente al cierre contable (día de menor movimiento)
3. Sexto día natural después del cierre contable (día normal)

Hay tres días de cierre contable en el mes, en los cuales se hace corte de los recibos pagados por los agentes en esa decena y en base a ello abonarles sus comisiones a su estado de cuenta, razón por la cual en estos - días pagan el mayor número de recibos posibles aumentando el volumen de -- trabajo de las cajeras, ya que los agentes representan el 90% de la clientela que acude a realizar pagos.

En base a los días mencionados y con el propósito de obtener informa--- ción respecto a las horas de llegada y número de clientes atendidos, tipos y formas de pago realizadas, recibos incluidos en cada pago y elementos -

relacionados con el proceso de cobro, fue necesario llevar a cabo en esos-3 días lo siguiente:

1. Conteo de todos los clientes y pagos efectuados.
2. Muestreo de todas las diferentes formas de pago recibidos
3. Toma de tiempos y determinación de frecuencia de elementos del proceso de cobro.

De dicho muestreo se tomarán los siguientes tiempos:

1. Tiempo de llegada del cliente
2. Tiempo de inicio de servicio de la Cajera
3. Tiempo al final del servicio de la Cajera.

Conforme a los datos obtenidos en dicho muestreo, se determinará lo siguiente:

- a) Distribución de tiempos entre llegadas
- b) Distribución de tiempos de servicio
- c) Distribución de tiempos de espera

Los resultados y datos que se obtendrán en base a estas distribuciones de tiempos serán:

1. Tiempo promedio entre llegadas
2. Tiempo promedio de servicio
3. Tiempo promedio de espera por cliente
4. Tiempo promedio de espera de clientes que esperan
5. Tiempo promedio que un cliente permanece en Cajas Receptoras

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

6. Probabilidad de que un cliente tenga que hacer fila
7. Porcentaje del tiempo que la cajera está ociosa

En base a los parámetros obtenidos se procederá a:

1. Definir diferentes alternativas de solución
2. Establecer un criterio de selección para cada una de ellas
3. Tomar una decisión final

Se realizarán proyecciones del comportamiento del servicio en Cajas Receptoras para cada alternativa propuesta con diferente número de Cajas en servicio en base a los datos obtenidos, así como una simulación del sistema con el número óptimo de Cajas en servicio de acuerdo a la alternativa elegida.

Como instrumento de auxilio se utilizará un programa de números aleatorios de la calculadora programable (Texas Instruments 58 C).

Con dicho programa se obtendrá la distribución de tiempos entre llegadas y de servicio a cada cliente que acude a pagar a Cajas Receptoras.

\* En base a la política establecida por la Compañía para que la recepción de pagos se conceda durante el horario de oficina (8:00 a.m. - 3:30 p.m.), es muy factible la posibilidad de hacer variaciones en los horarios de trabajo y de servicio de cada una de las Cajeras, evitando que esto afecte su carga normal de trabajo y, por otro lado, no perder eficiencia y calidad en el servicio a nuestra clientela (Promotorías, Agentes, Asegurados, Departamentos Internos....), o en su caso, poder mejorarla, evitando que las líneas de espera sean muy largas en las horas pico del día, ajustando los horarios de servicio de Cajas conforme al comportamiento de las llegadas de los clientes.

### Terminología y Notación

- $N$  = número de clientes en el sistema de colas.  
 $S$  = número de servidores en el sistema de colas.  
 $\lambda$  = tasa media de llegadas de los clientes nuevos (número esperado de llegadas por unidad de tiempo).  
 $\mu$  = tasa media de servicio para el sistema en conjunto (número esperado de clientes a los que se les completa el servicio por unidad de tiempo).  
 $1/\lambda$  = tiempo esperado entre llegadas.  
 $1/\mu$  = tiempo esperado de servicio.  
 $\rho$  = factor de utilización para el medio de servicio (fracción esperada del tiempo en que los servidores están ocupados)  
 $P_n$  = probabilidad de que se encuentren exactamente  $n$  clientes en el sistema de colas.  
 $L$  = número esperado de clientes en el sistema de colas.  
 $L_q$  = longitud esperada de la cola.  
 $W$  = tiempo de permanencia en el sistema por cada cliente (tiempo de servicio + tiempo de espera).  
 $W_q$  = tiempo de espera en la cola para cada cliente.

Modelo para el caso de varios servidores

$$P_0 = 1 / \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \cdot \frac{1}{1 - (\lambda/s\mu)} \right]$$

$$P_n = \begin{cases} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} P_0, & \text{si } 0 \leq n \leq s \\ \frac{(\lambda/\mu)^n}{s! s^{n-s}} P_0, & \text{si } n \geq s \end{cases}$$

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

$$Lq = \frac{P_0 (\lambda/\mu)^3 \rho}{S! (1-\rho)^2}$$

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

$$W = Wq + \frac{1}{\mu}$$

$$L = Lq + \frac{\lambda}{\mu}$$

\* Estas fórmulas serán utilizadas para comparar y valorar sus resultados con los obtenidos en los muestreos de tiempos en cajas, ya que estos datos (muestreos de tiempos) son determinísticos y no probabilísticos. Esta información se muestra en la Sección 3.5

# RECIBOS PAGADOS

AGOSTO / 1984

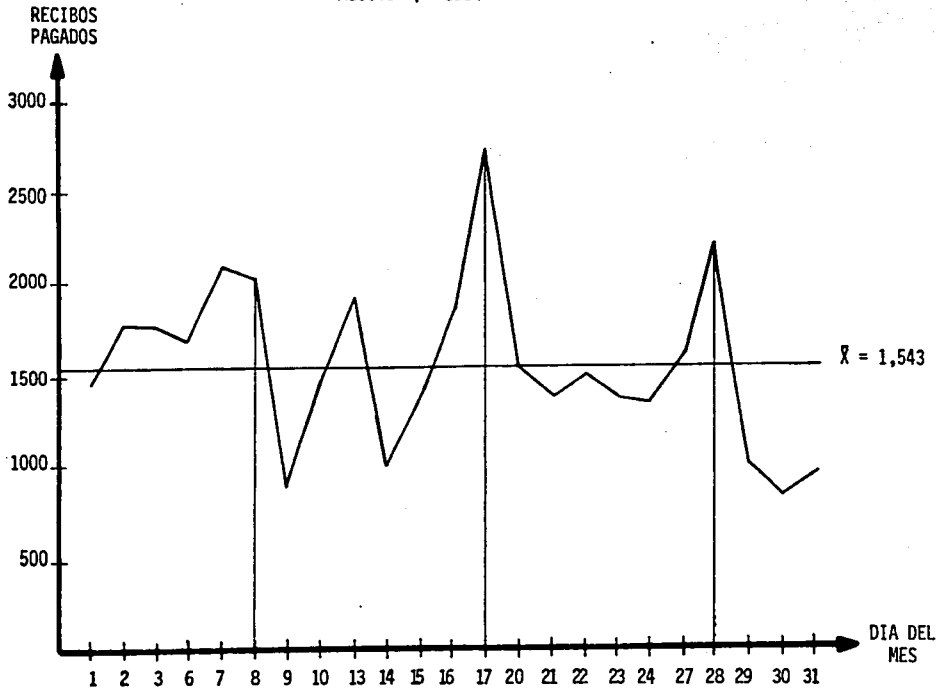


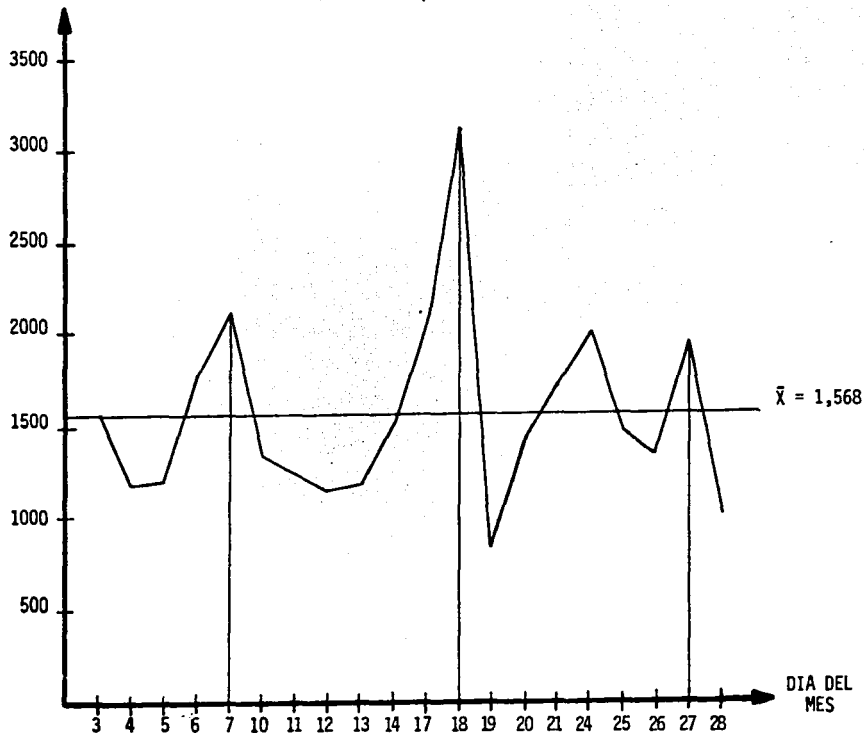
Fig. 3.1.1

RECIBOS PAGADOS EN EL MES = 35,496

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

RECIBOS  
PAGADOS

RECIBOS PAGADOS  
SEPTIEMBRE / 1984



$\bar{x} = 1,568$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 3.1.2

RECIBOS PAGADOS EN EL MES = 31,365



## RECIBOS PAGADOS EN CAJAS RECEPTORAS

DIA	Nº RECIBOS	Nº CLIENTES	PROMEDIO DE RECIBOS POR CLIENTE
18/Octubre	1709	302	6
19/Octubre	1055	269	4
24/Octubre	1183	270	4

TABLA 3.1.A

## RECIBOS PAGADOS EN CAJAS RECEPTORAS

Nº RECIBOS	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
1	0.43	0.43
2	0.20	0.63
3	0.09	0.72
4	0.06	0.78
5	0.05	0.83
6	0.04	0.87
7	0.02	0.89
8	0.02	0.91
9	0.02	0.93
10	0.02	0.95
11-15	0.03	0.98
15-20	0.01	0.99
20-X	0.01	1.00

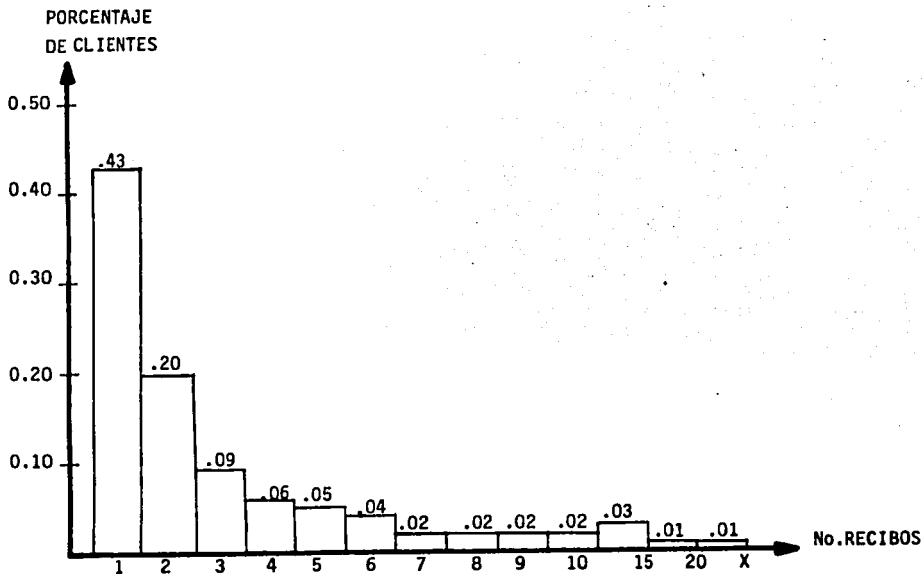
TABLA 3.1. B

Promedio de Recibos por Pago

Día de Cierre = 6

Día Normal = 4

## RECIBOS PAGADOS EN CAJAS



Promedio de Recibos por Pago

Dfa de Cierre = 6

Dfa Normal = 4

Fig. 3.1.3

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3.2 DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

## LLEGADAS DE CLIENTES A CAJAS

HORA	18/Octubre	19/Octubre	24/Octubre	PROMEDIO
8-9	5	11	9	8
9-10	31	12	34	26
10-11	50	31	38	40
11-12	56	48	36	47
12-1	48	45	62	52
1-2	54	53	48	52
2-3	46	55	31	44
3-3:30	12	14	12	13
TOTAL	302	269	270	282
$\lambda$	40	36	36	38

TABLA 3.2. A

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## LLEGADAS DE CLIENTES A CAJAS

HORA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO	TIEMPO PROMEDIO ENTRE LLEGADAS
8-9	0.03	0.03	7'18"
9-10	0.09	0.12	2'20"
10-11	0.14	0.26	1'31"
11-12	0.17	0.43	1'17"
12-1	0.18	0.61	1'10"
1-2	0.18	0.79	1'10"
2-3	0.16	0.95	1'22"
3-3:30	0.05	1.00	2'22"

TABLA 3.2. B

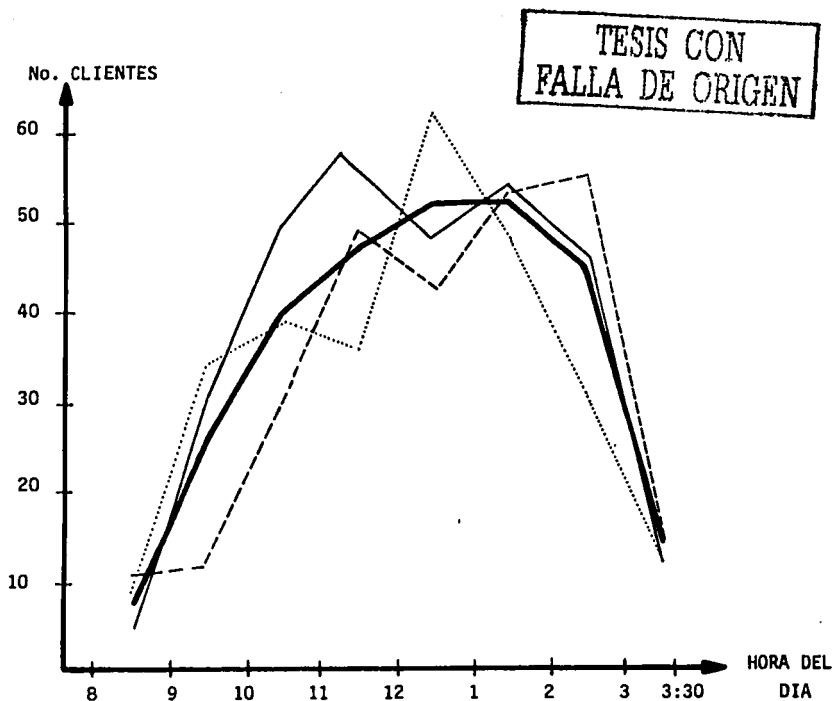
Tiempo Promedio entre llegadas = 1'36"

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El comportamiento de la curva promedio de las llegadas de clientes a Cajas de acuerdo a la hora del día (Fig. 3.2.1), tiende a aproximarse a una distribución normal con cierta desviación de la media hacia el lado derecho de la curva, debido a que las horas pico en el día son de 12:00 a.m. a 2:00 p.m., con una tasa media de llegadas de 52 clientes/hora. Esta característica es muy común en instituciones bancarias y de servicios.

Se observa también que no existe una diferencia notoria entre los clientes que acuden a cajas en un día de cierre y cualquier otro día (302 y 270 respectivamente). La diferencia estriba en el número de recibos a pagar -- (día de cierre = 6, día normal = 4) como se observó en la sección 3.1. En base a este factor se establecerá la diferencia, ya que la tasa media de servicio será mayor en un día de cierre que en un día normal. Esta información se describirá posteriormente.

## LLEGADA DE CLIENTES A CAJAS



Simbología	Dfa	No. Clientes
—————	18/Octubre	302
- - - - -	19/Octubre	269
.....	24/Octubre	270
—————	Promedio	282

Fig. 3.2.1

Al agruparse en intervalos los tiempos entre llegadas (ver figura 3.2.2) nos origina que la curva tenga un comportamiento de tipo exponencial. Esto es debido a que en el rango de 0 a 1 minuto se incluyen los tiempos entre llegadas continuas (0 minutos), ya que al encontrarse el Departamento de Cajas en el segundo piso del edificio, origina que los clientes lleguen en grupos al subir por los elevadores, razón por la cual su tiempo entre llegadas es de cero.

Posteriormente se observará en la Simulación (sección 4.4.) que al agrupar los datos en tiempos enteros, la distribución se torna de tipo Poisson característica normal de las distribuciones de tiempos entre llegadas de cualquier sistema de colas.

La tasa media de llegadas no es elevada (38 clientes/hora), aunque este comentario está en dependencia del valor que se obtenga para la tasa media de servicio.



## DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

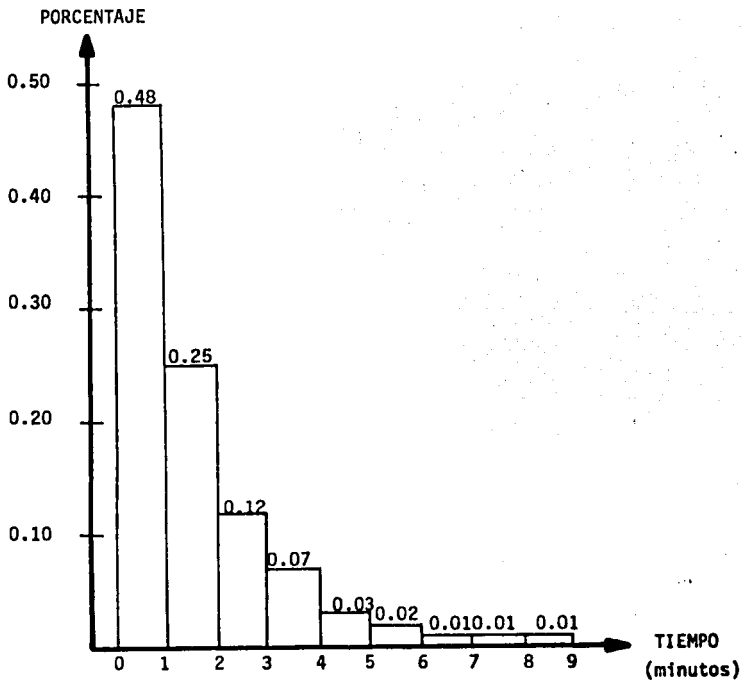
TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
0 - 1	0.48	0.48
1 - 2	0.25	0.73
2 - 3	0.12	0.85
3 - 4	0.07	0.92
4 - 5	0.03	0.95
5 - 6	0.02	0.97
6 - 7	0.01	0.98
7 - 8	0.01	0.99
8 - 9	0.01	1.00

TABLA 3.2.C

Tiempo Promedio entre llegadas = 1'36"

Tasa media de llegadas = 38 clientes/hora.

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS



Tiempo Promedio entre llegadas = 1'36"

Tasa media de llegadas = 38 clientes/hora

Fig. 3.2.2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

+ Expresado en Porcentajes +

H O R A D E L D I A

TIEMPO (minutos)	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3:30
0 - 1	0.27	0.36	0.47	0.54	0.56	0.53	0.48	0.24
1 - 2	0.09	0.22	0.27	0.23	0.27	0.28	0.26	0.32
2 - 3	0.05	0.16	0.10	0.11	0.10	0.12	0.15	0.16
3 - 4	0.18	0.09	0.07	0.07	0.04	0.05	0.07	0.13
4 - 5	0.05	0.06	0.03	0.04	0.02	0.01	0.01	0.07
5 - 6	0.05	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
6 - 7	0.09	0.02	0.01				0.01	0.02
7 - 8	0.05	0.01	0.01				0.01	0.01
8 - 9	0.05	0.01	0.01					0.01
9 - 10	0.04	0.01	0.01					0.01
10 - 11	0.04							
11 - 12	0.04							

Tiempo Promedio 7'18"  
entre llegadas

2'20"

1'31"

1'17"

1'10"

1'10"

1'22"

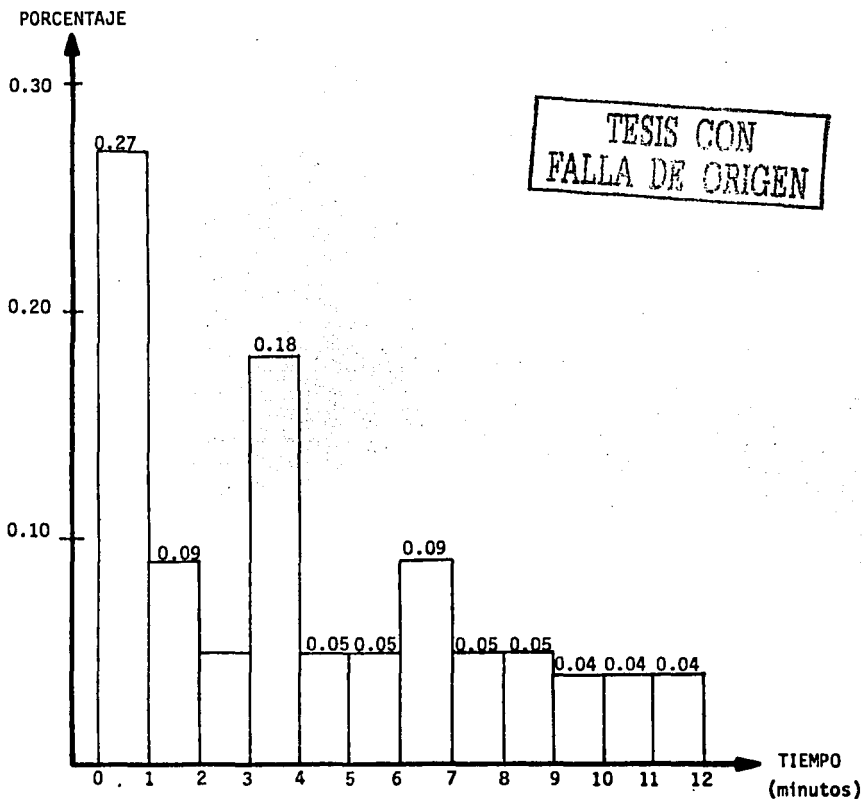
2'22"

TABLA 3.2.D

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

( 8:00 A.M. - 9:00 A.M.)



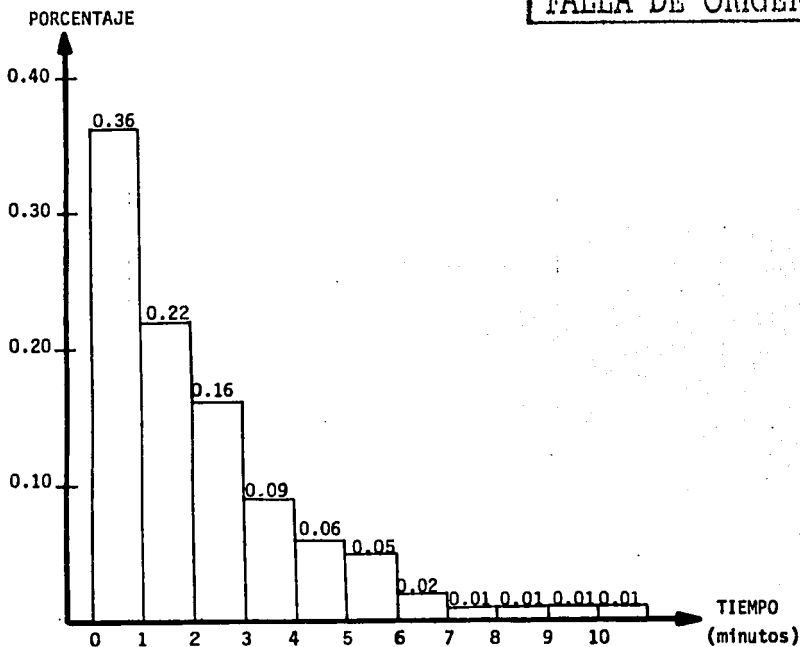
Tiempo Promedio entre llegadas = 7'18"

Tasa media de llegadas = 8 clientes/hora

Fig. 3.2.3

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
( 9:00 A.M. - 10:00 A.M. )

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Tiempo Promedio entre llegadas = 2'20"

Tasa media de llegadas = 26 clientes/hora

Fig. 3.2.4

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
( 10:00 A.M. - 11:00 A.M. )

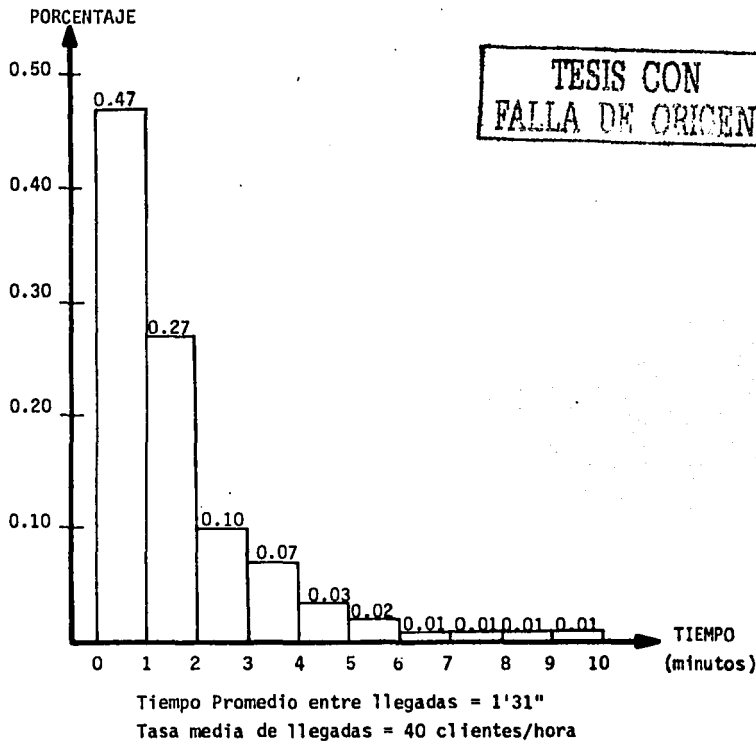
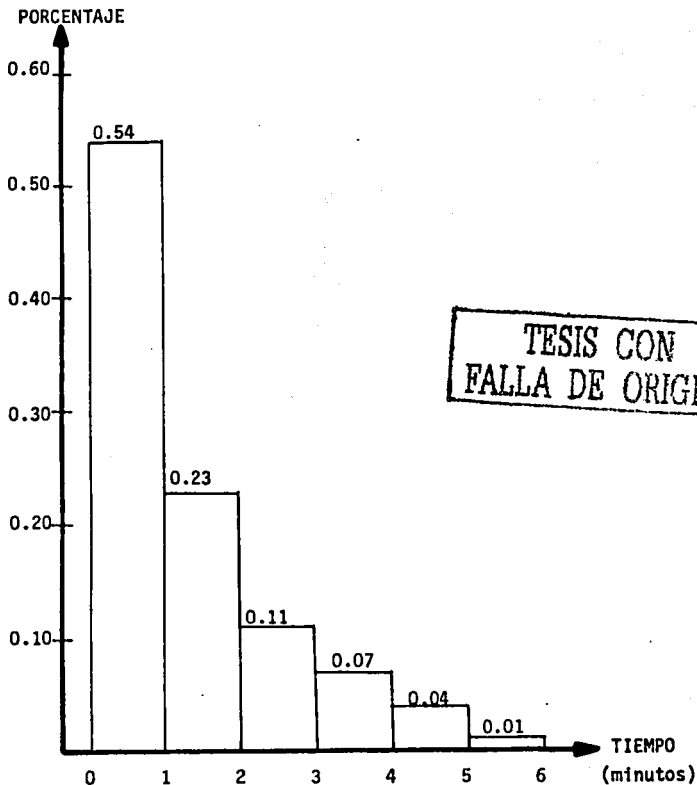


Fig. 3.2.5

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

( 11:00 A.M. - 12:00 A.M. )

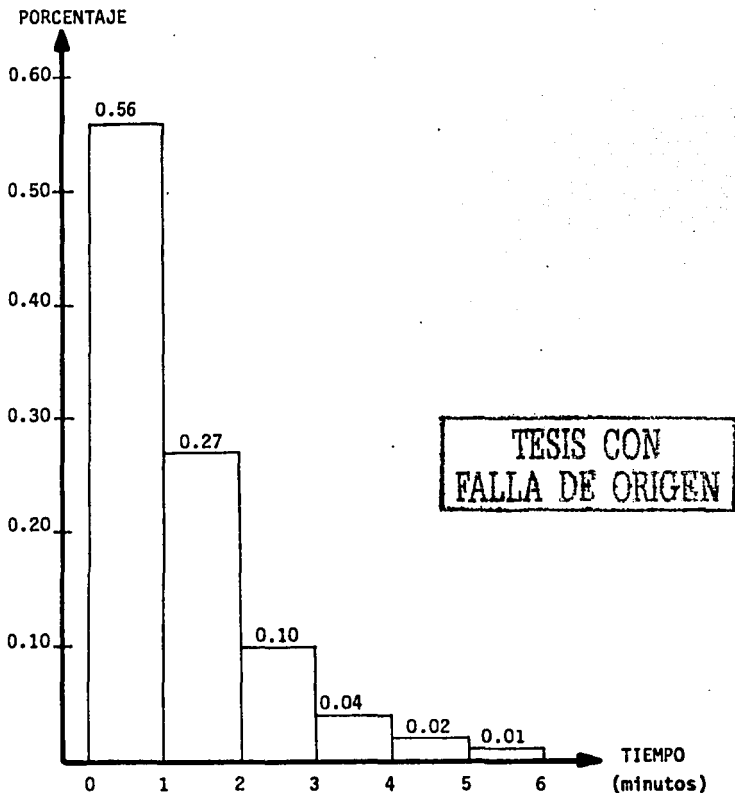


Tiempo Promedio entre llegadas = 1'17"

Tasa media de llegadas = 47 clientes/hora

Fig. 3.2.6

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
( 12:00 A.M. - 1:00 P.M. )



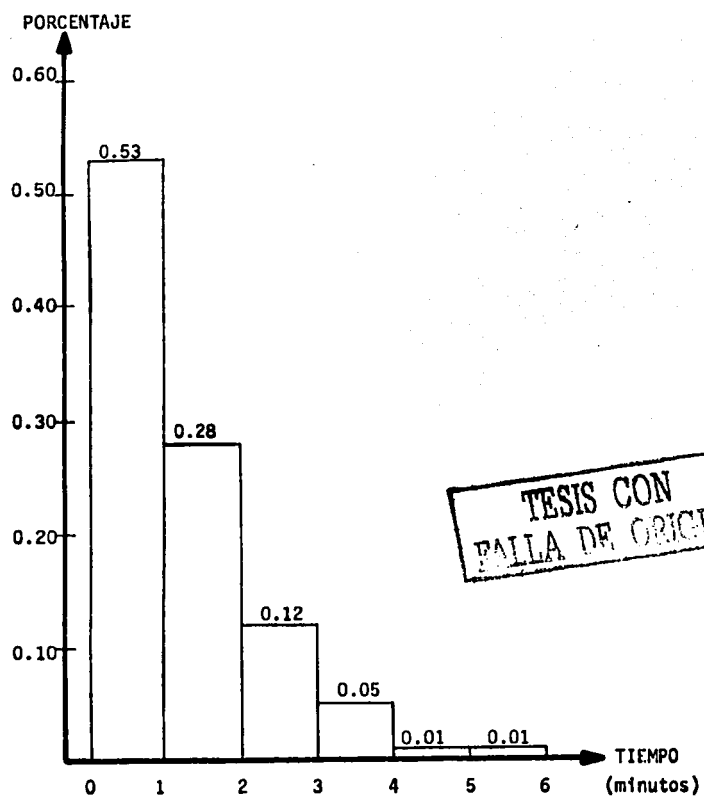
Tiempo Promedio entre llegadas = 1'10"

Tasa media de llegadas = 52 clientes/hora

Fig. 3.2.7



DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
( 1:00 P.M. - 2:00 P.M. )

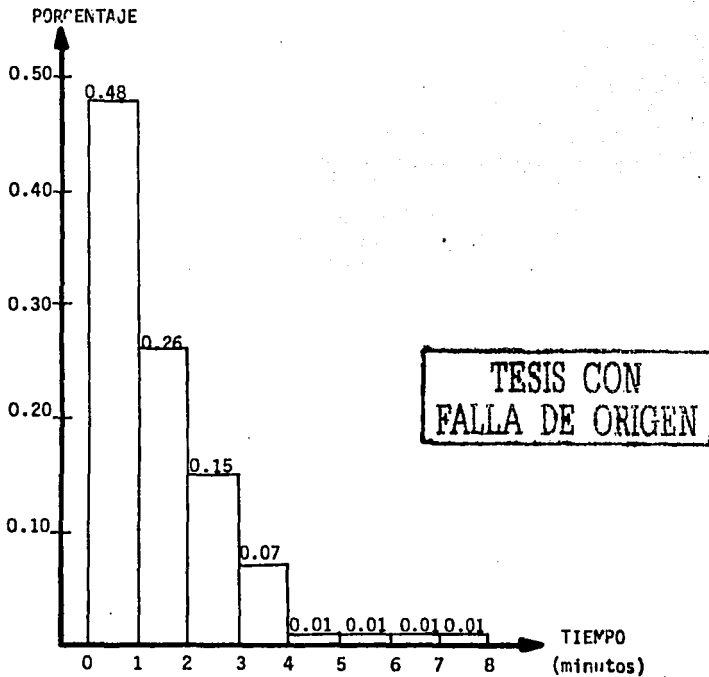


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Tiempo Promedio entre llegadas = 1'10"  
Tasa media de llegadas = 52 clientes/hora

Fig. 3.2.8

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
( 2:00 P.M. - 3:00 P.M. )

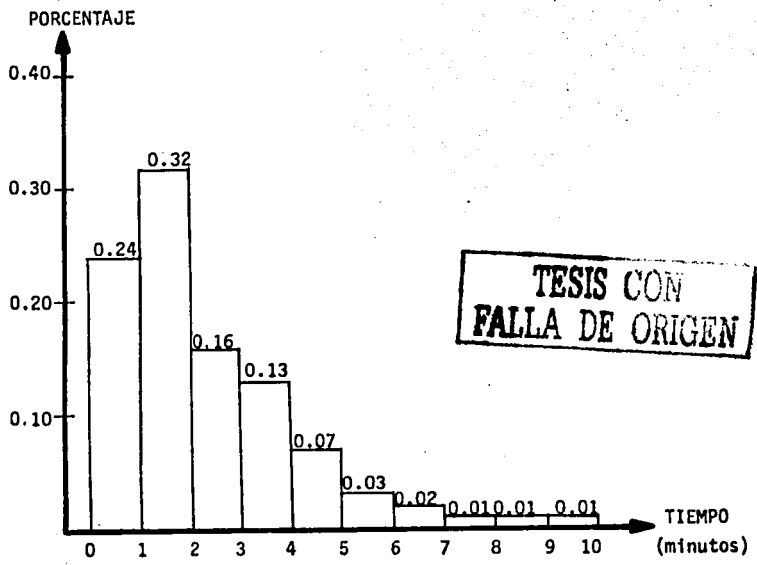


Tiempo Promedio entre llegadas = 1'22"

Tasa media de llegadas = 44 clientes/hora

Fig. 3.2.9

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
( 3:00 P.M. - 3:30 P.M. )



Tiempo Promedio entre llegadas = 2'22"  
Tasa media de llegadas = 26 clientes/hora

Fig. 3.2.10

Es claro notar que la tasa media de llegadas se va incrementando conforme avanza el día (ver figura 3.2.11) hasta llegar a las horas pico en la demanda de servicio (12:00 a.m. - 2:00 p.m.) en que el tiempo promedio entre llegadas es de 1'10". Posteriormente, la curva va decreciendo conforme avanza la tarde hasta obtener una tasa media de llegadas de 26 clientes/hora en las últimas horas laborables del día.

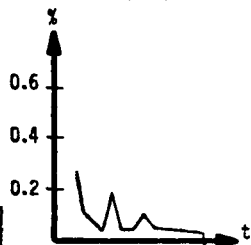
Los tiempos máximos entre llegadas de clientes se disminuyen de 12 minutos en la mañana hasta 6 minutos en las horas pico de llegadas. Aumenta hasta 10 minutos de 3 a 3:30 p.m.

No existe uniformidad en el comportamiento de la curva de 8-9 a.m., debido a que son pocos los clientes que acuden a Cajas a esas horas (8 en promedio) lo que origina mucha varianza en los intervalos de tiempo.

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

Fig. 3.2.11

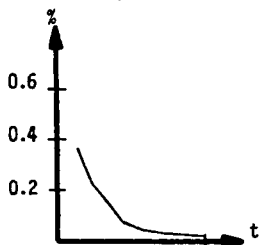
(8-9)



$$1/\lambda = 7'18'' \quad 12'$$

$$\lambda = 8$$

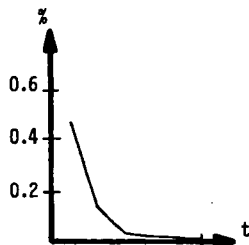
(9-10)



$$1/\lambda = 2'20'' \quad 10'$$

$$\lambda = 26$$

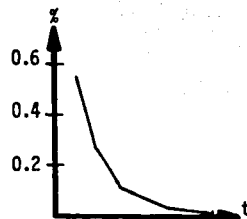
(10-11)



$$1/\lambda = 1'31'' \quad 10'$$

$$\lambda = 40$$

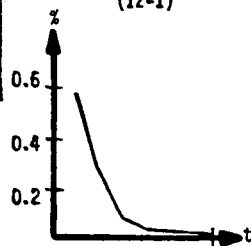
(11-12)



$$1/\lambda = 1'17'' \quad 6'$$

$$\lambda = 47$$

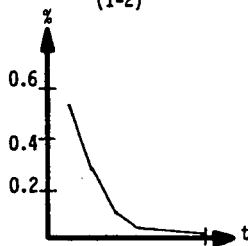
(12-1)



$$1/\lambda = 1'10'' \quad 6'$$

$$\lambda = 52$$

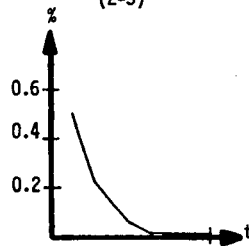
(1-2)



$$1/\lambda = 1'10'' \quad 6'$$

$$\lambda = 52$$

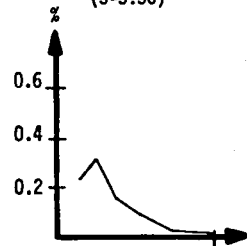
(2-3)



$$1/\lambda = 1'22'' \quad 8'$$

$$\lambda = 44$$

(3-3:30)



$$1/\lambda = 2'22'' \quad 10'$$

$$\lambda = 26$$

TESIS CON  
 FALTA DE ORIGEN

### 3.3 DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO

Conforme a los resultados obtenidos de la toma de tiempos de servicio - de cada cajera, se agruparon los datos en intervalos de tiempo, originando que la curva tenga un comportamiento de acuerdo a un proceso de Poisson, - causado porque un 63% de los clientes paga 1 ó 2 recibos (ver sección 3.1) y su tiempo de servicio cae dentro del intervalo de 0 a 1 minuto (ver figura 3.3.1). Al graficar la distribución en tiempos enteros, como se hará - posteriormente en la simulación, la curva tiene un comportamiento de tipo-exponencial ya que los tiempos de servicio de ese 63% de clientes son de 1 minuto ya redondeados. La distribución exponencial es la más común en los tiempos de servicio de cualquier sistema de líneas de espera.

El tiempo promedio de servicio es de 2'45" con una tasa media de 22 -- clientes/hora por cada cajera. Al tener 2 cajeras en operación se rebasa la tasa media de llegadas.

$$\mu \text{ (2 cajeras)} = 44 \text{ clientes/hora}$$

$$\lambda = 38 \text{ clientes/hora}$$

Claro que estos valores son promedios, ya que la tasa de llegadas varía de acuerdo a la hora del día y la tasa de servicio estará en dependencia - de los recibos a pagar por cada cliente.

Sin embargo, nos sirve como un parámetro de comparación entre las 2 variables aleatorias de este sistema de colas (tasa de llegadas y tasa de servicio).

## DISTRIBUCION DE TIEMPO DE SERVICIO

TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
0 - 1	0.21	0.21
1 - 2	0.37	0.58
2 - 3	0.16	0.74
3 - 4	0.08	0.82
4 - 5	0.05	0.87
5 - 6	0.04	0.91
6 - 7	0.02	0.93
7 - 8	0.02	0.95
8 - 9	0.01	0.96
9 - 10	0.01	0.97
10 - 15	0.01	0.98
15 - 20	0.01	0.99
20 ó más	0.01	1.00

Tiempo Promedio de Servicio = 2'45"

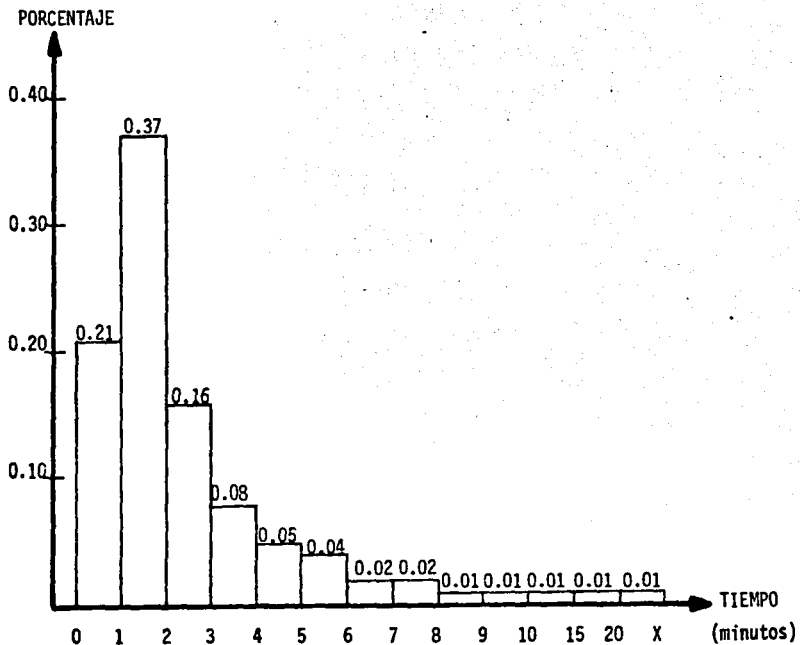
Tasa media de servicio = 22 clientes/hora

TABLA 3.3.A

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Tiempo Promedio de Servicio = 2'45"

Tasa media de servicio = 22 clientes/hora

Fig. 3.3.1



En el día de cierre que es el día de mayor movimiento, se obtuvo un --- tiempo promedio de servicio de 3'07" con una tasa media de 19 clientes/hora. En este punto es donde se hace notoria la diferencia con los días normales, en que los tiempos promedio de servicio fueron de 2'47" y 2'29", -- con tasas medias de 22 y 24 clientes/hora respectivamente.

Esta diferencia estriba en lo mencionado en la sección 3.1 ya que los - clientes pagan mayor número de recibos en días de cierre que en días normales, causando que el tiempo de servicio sea más elevado. Asimismo, la pequeña diferencia de 30 clientes que acuden a cajas en el día de cierre con respecto a los días normales, origina que la demanda de trabajo sea mayor para las cajeras.

Aunado a esta situación, se observa que el porcentaje de clientes cuyo tiempo de servicio no rebasa los 2 minutos es de 53% en el día de cierre - contra 64% en un día normal.

DISTRIBUCION DE TIEMPO DE SERVICIO  
( Octubre 18 - día de cierre )

TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE POR RANGO	PORCENTAJE ACUMULADO
0 - 1	0.18	0.18
1 - 2	0.35	0.53
2 - 3	0.19	0.72
3 - 4	0.07	0.79
4 - 5	0.07	0.86
5 - 6	0.03	0.89
6 - 7	0.02	0.91
7 - 8	0.02	0.93
8 - 9	0.02	0.95
9 - 10	0.02	0.97
10 - 15	0.01	0.98
15 - 20	0.01	0.99
20 ó más	0.01	1.00

Tiempo Promedio de Servicio = 3'07"

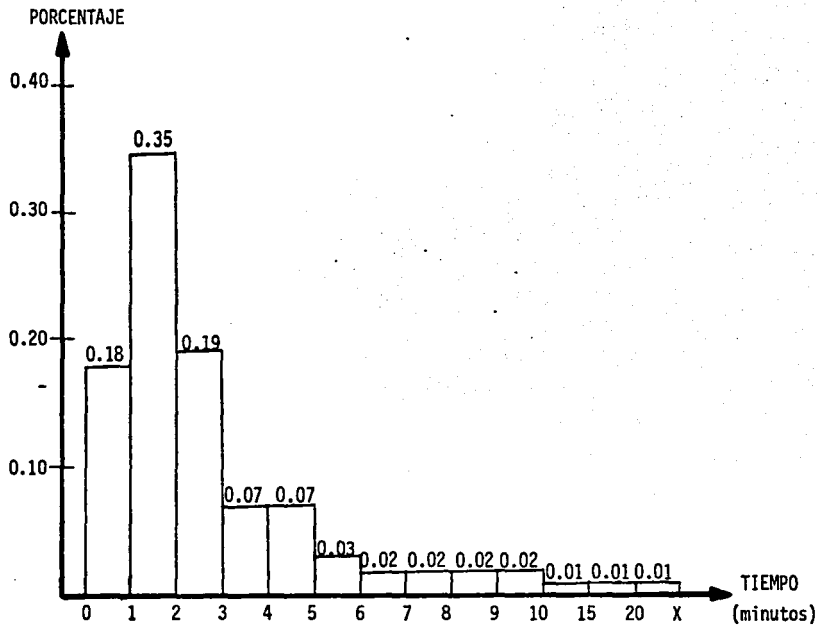
Tasa Media de Servicio = 19 clientes/hora

TABLA 3.3.B

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO  
 ( Octubre 18 - Día de cierre )

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



Tiempo Promedio de Servicio = 3'07"

Tasa media de servicio = 19 clientes/hora

Fig. 3.3.2

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO  
( Octubre 19 - dfa de menor mov. )

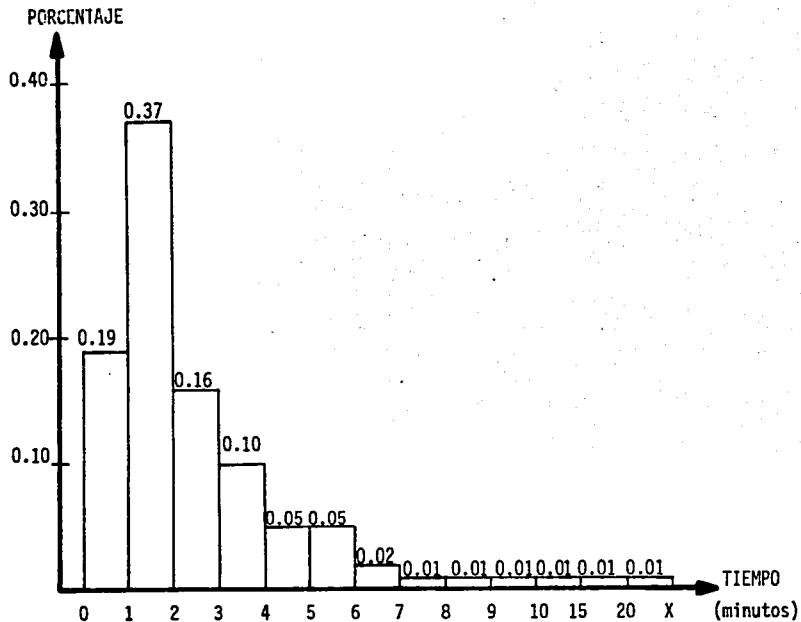
TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE POR RANGO	PORCENTAJE ACUMULADO
0 - 1	0.19	0.19
1 - 2	0.37	0.56
2 - 3	0.16	0.72
3 - 4	0.10	0.82
4 - 5	0.05	0.87
5 - 6	0.05	0.92
6 - 7	0.02	0.94
7 - 8	0.01	0.95
8 - 9	0.01	0.96
9 - 10	0.01	0.97
10 - 15	0.01	0.98
15 - 20	0.01	0.99
20 ó más	0.01	1.00

Tiempo Promedio de Servicio = 2'47"

Tasa Media de Servicio = 22 clientes/hora

TABLA 3.3.C

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO  
(Octubre 19 - Día de menor mov.)



Tiempo Promedio de Servicio = 2'47"  
Tasa media de servicio = 22 clientes/hora

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Fig. 3.3.3

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO  
( Octubre 24 - día normal )

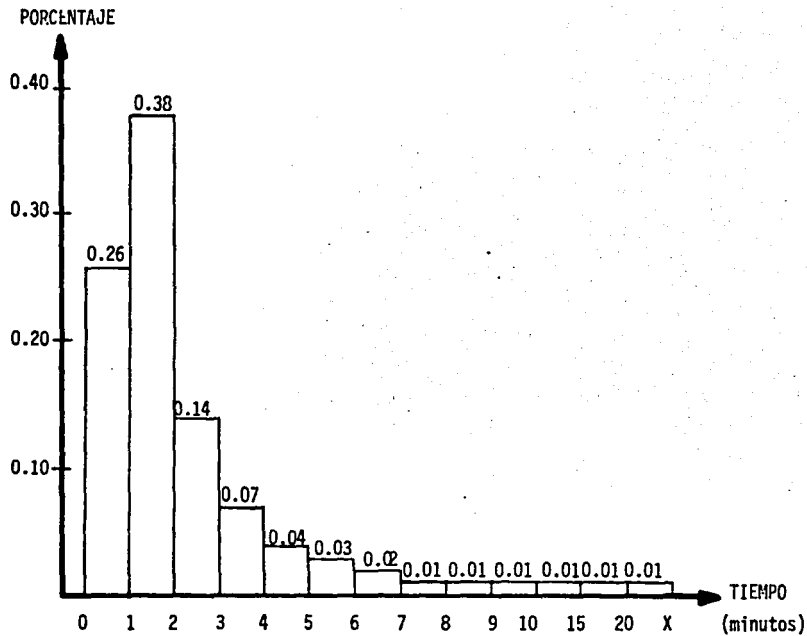
TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE POR RANGO	PORCENTAJE ACUMULADO
0 - 1	0.26	0.26
1 - 2	0.38	0.64
2 - 3	0.14	0.78
3 - 4	0.07	0.85
4 - 5	0.04	0.89
5 - 6	0.03	0.92
6 - 7	0.02	0.94
7 - 8	0.01	0.95
8 - 9	0.01	0.96
9 - 10	0.01	0.97
10 - 15	0.01	0.98
15 - 20	0.01	0.99
20 ó más	0.01	1.00

Tiempo Promedio de Servicio = 2'29"

Tasa Media de Servicio = 24 clientes/hora

TABLA 3.3.D

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO  
(Octubre 24 - Día normal)



Tiempo Promedio de Servicio = 2'29"

Tasa media de servicio = 24 clientes/hora

Fig. 3.3.4

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

El que algunas cajeras efectuen su corte de caja y depósito al banco -- hasta el día siguiente, causa que inicien más tarde a dar servicio a la -- clientela y con ello que no se tenga uniformidad en las horas de servicio-- que otorga cada cajera, como se observa en la tabla 3.3. E

En el día de cierre se dió servicio a los clientes solamente con 3 cajas debido a que una cajera estaba incapacitada, una de vacaciones y otra en - curso de capacitación, lo que causó que las 3 cajas dieran servicio hasta- las 3:30 p.m. debido a la demanda de trabajo en este día. Asimismo, hubo- retardos en su corte de caja debido al volúmen de pagos recibidos por cada cajera motivando que al día siguiente iniciaran muy tarde a dar servicio.

En ocasiones se utiliza alguna cajera para la recepción de pagos forá-- neos cuando aumenta el volúmen de éstos, como sucedió con la caja 6 el día 24 de octubre en que solo dió servicio durante 3 horas.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## DISTRIBUCION DE HORARIOS DE SERVICIO

DIA	CAJA	HORARIO DE SERVICIO	HORAS DE SERVICIO	HORAS PROMEDIO DE SERVICIO
Octubre 18	1	9:30-3:30	6	6 h. 20'
	2	10:00-3:30	5.5	
	4	8:00-3:30	7.5	
Octubre 19	1	10:30-2:30	4	4 h. 10'
	2	1:00-3:00	2	
	4	11:00-3:30	4.5	
	6	8:00-2:00	6	
Octubre 24	1	8:30-3:00	6.5	5 h.
	2	9:00-2:00	5	
	3	9:30-3:00	5.5	
	4	10:30-3:30	5	
	6	9:00-12:00	3	

TABLA 3.3.E

TIEMPOS OCIOSOS POR CAJERA

DIA	HORAS PROMEDIO DE SERVICIO	* TIEMPO OTORGADO DE SERVICIO	** TOLERANCIA	TIEMPO NETO DE SERVICIO	TIEMPO OCIOSO EN EL SERVICIO	%
Octubre 18	6 h. 20'	5 h. 5'	32'	5 h. 37'	43'	11%
Octubre 19	4 h. 10'	3 h. 10'	20'	3 h. 30'	40'	16%
Octubre 24	5 h.	2 h. 15'	15'	2 h. 30'	2 h. 30'	50%

\* El tiempo otorgado de servicio es un dato determinístico obtenido en base a la información de los días muestreados.

\*\* Se otorgó un 10% de tolerancia por fatiga y necesidades personales.

TABLA 3.3.F

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## 3.4 DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
 (Octubre 18 - Día de Cierre)  
 + 3 Cajas en Servicio +

TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
0-1	0.24	0.24
1-2	0.17	0.41
2-3	0.16	0.57
3-4	0.10	0.67
4-5	0.07	0.74
5-6	0.04	0.78
6-7	0.03	0.81
7-8	0.03	0.84
8-9	0.02	0.86
9-10	0.02	0.88
10-15	0.09	0.97
15-20	0.02	0.99
20-X	0.01	1.00

TABLA 3.4.A

Tiempo Promedio de Espera = 3'26"

Tiempo Promedio de Espera = 4'15"

de los clientes que esperan

Probabilidad de hacer fila = 0.79

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
 (Octubre 18 - Dfa de Cierre)  
 + 3 Cajas en Servicio +

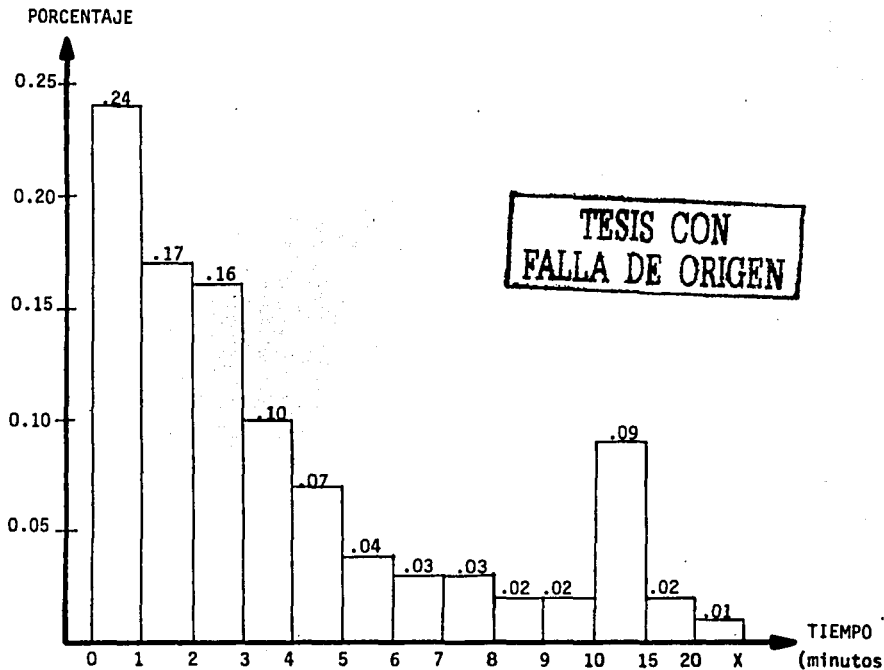


Fig. 3.4.1

Tiempo Promedio de Espera = 3'26"

Tiempo Promedio de Espera = 4'15"

de los clientes que esperan

Probabilidad de hacer fila = 0.79

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(Octubre 19 - Día de menor movimiento)

+ 4 Cajas en Servicio +

TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
0-1	0.41	0.41
1-2	0.21	0.62
2-3	0.12	0.74
3-4	0.07	0.81
4-5	0.04	0.85
5-6	0.04	0.89
6-7	0.03	0.92
7-8	0.02	0.94
8-9	0.01	0.95
9-10	0.01	0.96
10-15	0.03	0.99
15-20	0.01	1.00
20-X	0.00	1.00

TABLA 3.4. B

Tiempo Promedio de Espera = 2'08"

Tiempo Promedio de Espera = 2'59"

de los clientes que esperan

Probabilidad de hacer fila = 0.62

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(Octubre 19 - Día de menor movimiento)

+ 4 Cajas en Servicio +

PORCENTAJE

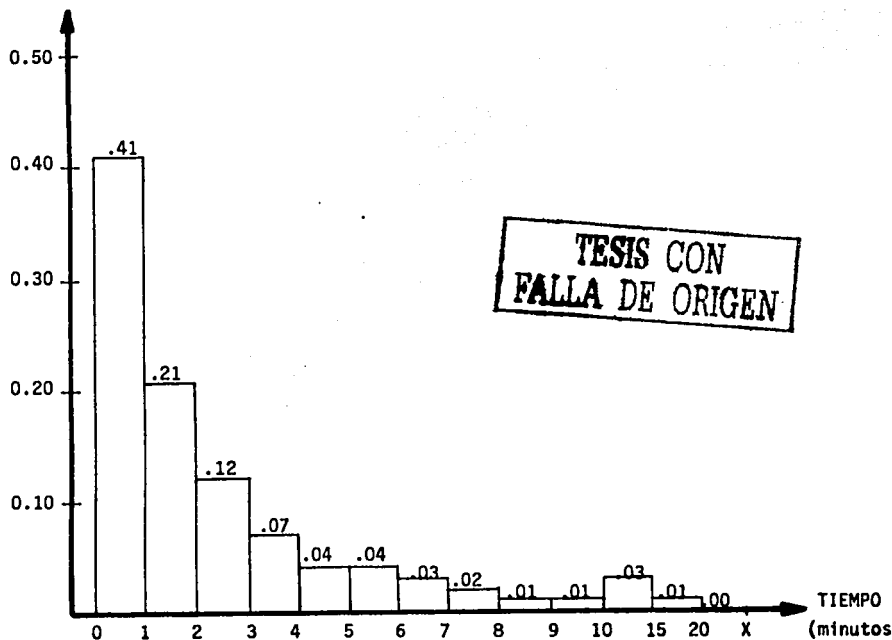


Fig. 3.4.2

Tiempo Promedio de Espera = 2'08"  
 Tiempo Promedio de Espera = 2'59"  
 de los clientes que esperan  
 Probabilidad de hacer fila = 0.62

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(Octubre 24 - Día Normal )

+ 5 Cajas en Servicio +

TIEMPO (minutos)	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
0-1	0.56	0.56
1-2	0.13	0.69
2-3	0.12	0.81
3-4	0.08	0.89
4-5	0.02	0.91
5-6	0.02	0.93
6-7	0.02	0.95
7-8	0.01	0.96
8-9	0.01	0.97
9-10	0.01	0.98
10-15	0.01	0.99
15-20	0.01	1.00
20-X	0.00	1.00

TABLA 3.4. C

Tiempo Promedio de Espera = 58"  
 Tiempo Promedio de Espera = 2'04"  
 de los clientes que esperan  
 Probabilidad de hacer fila = 0.42

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA

(Octubre 24 - Día Normal)

+ 5 Cajas en Servicio +

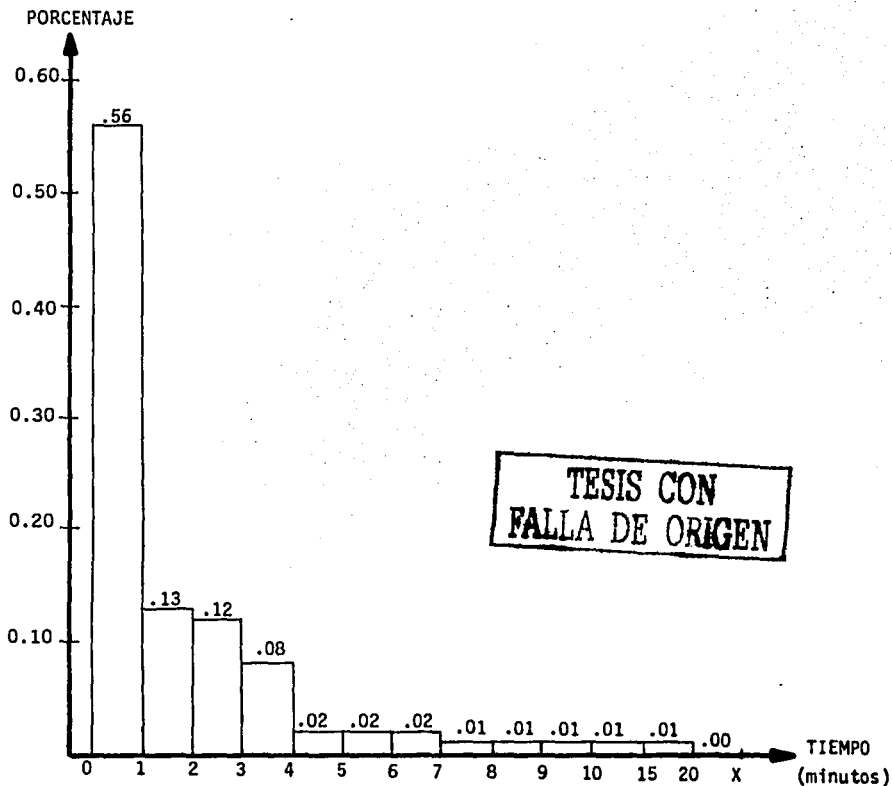


Fig. 3.4.3

Tiempo Promedio de Espera = 58"

Tiempo Promedio de Espera = 2'04"

de los clientes que esperan

Probabilidad de hacer fila = 0.42



DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(De los 3 días muestreados)

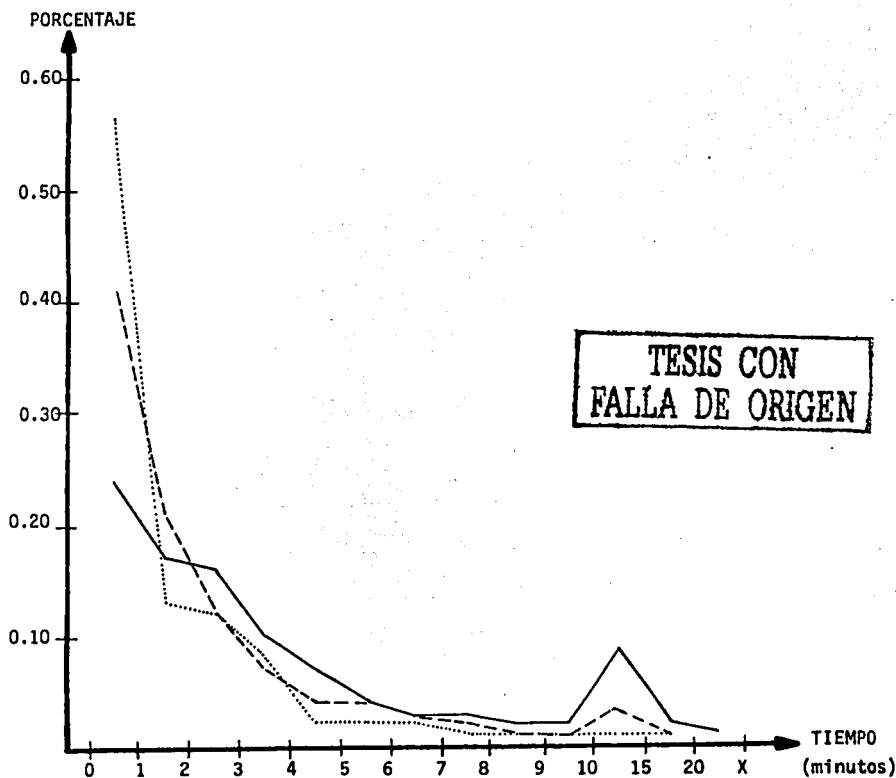


Fig. 3.4.4

	18/Octubre	19/Octubre	24/Octubre
Simbología	—————	- - - - -	.....
Cajas en Servicio	3	4	5
Tiempo Promedio de Espera	3'26"	2'08"	58"

En los tiempos de espera se tienen diferencias notorias en los resultados obtenidos debido a que el número de cajas que dió servicio en cada uno de los días muestreados no fue el mismo (3, 4 y 5 cajas respectivamente). Sin embargo, nos da una guía de comparación de cuanto tiempo esperan los clientes con diferentes cajas en operación.

En el día de cierre con 3 cajas en servicio se obtuvo un tiempo promedio de espera de 3'26", hasta cierto punto elevado. Pero la probabilidad de hacer fila (0.79) y el tiempo promedio de los clientes que realmente esperan (4'15") si son altos.

A pesar de que el día de menor movimiento las cajas iniciaron su servicio muy tarde debido al volúmen de trabajo en el día de cierre, disminuyó el tiempo promedio de espera a 2'08" y la probabilidad de hacer fila a -- 0.62. Los clientes que realmente esperan no fue mucho tiempo (2'59). En esto también influyó que el tiempo promedio de servicio es menor en días normales.

El dar servicio con 5 cajas el día normal y que iniciaran su servicio desde temprana hora, hacen más notoria la diferencia de los datos con respecto a los días anteriores. El tiempo promedio de espera es muy bajo -- (58"). La probabilidad de hacer fila (0.42) y el tiempo de los clientes que realmente esperan (2'04") también son mínimos.

En el día de cierre las probabilidades de hacer fila son muy elevadas - (ver tabla 3.4.D), ya que solamente se dió servicio con 3 cajas. Esta probabilidad se incrementa al máximo (1.00) de 3 - 3:30 p.m. debido a que los agentes que acuden a esas horas llevan una cantidad considerable de recibos por la cobranza reunida a lo largo del día, aumentando con ello el - tiempo de servicio y consecuentemente el tiempo de espera. Asimismo, la - probabilidad de abandono se eleva en las últimas horas causado por estas - mismas razones.

El día de menor movimiento, a pesar de que las cajas iniciaron muy tarde su servicio y se otorgó con 4 cajas, las probabilidades de hacer fila y los tiempos promedios de espera a lo largo del día no son altos (ver tabla 3.4.E). Estos parámetros se incrementan solamente de 3 - 3:30 p.m. debido a que los clientes pagan más recibos a estas horas y solamente habfa una - caja dando servicio.

En el día normal, al dar servicio con 5 cajas y a pesar de que dicho -- servicio no fue uniforme a lo largo del día, las probabilidades de hacer - fila son muy bajas y la mayoría de los tiempos promedio de espera son de - menos de 1 minuto. Estos parámetros, igual que en los días anteriores, se incrementan de 3 - 3:30 p.m. debido al mayor número de recibos que paga ca da cliente y que solamente habfa una caja dando servicio.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(Octubre 18 - Dfa de Cierre)

HORA DEL DIA	N° CAJAS EN SERVICIO	PROBABILIDAD DE HACER FILA	PROBABILIDAD DE ABANDONO	TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA
8-9	1	0.60	0.00	2'32"
9-10	2	0.45	0.00	1'52"
10-11	3	0.92	0.04	5'48"
11-12	3	0.95	0.04	3'28"
12-1	3	0.83	0.02	2'16"
1-2	3	0.91	0.06	2'20"
2-3	3	0.83	0.09	4'08"
3-3:30	3	1.00	0.17	5'07"
PROMEDIO	3	0.79	0.05	3'26"

TABLA 3.4. D

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(Octubre 19 - Dfa de menor movimiento)

HORA DEL DIA	N° CAJAS EN SERVICIO	PROBABILIDAD EN HACER FILA	PROBABILIDAD DE ABANDONO	TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA
8-9	1	0.36	0.00	1'25"
9-10	1	0.50	0.00	1'00"
10-11	1	0.68	0.00	2'58"
11-12	3	0.69	0.00	1'59"
12-1	3	0.50	0.00	1'17"
1-2	4	0.60	0.00	1'59"
2-3	3	0.69	0.00	2'08"
3-3:30	1	0.93	0.00	3'33"
PROMEDIO	2	0.62	0.00	2'08"

TABLA 3.4. E

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(Octubre 24 - Día Normal)

HORA DEL DÍA	Nº CAJAS EN SERVICIO	PROBABILIDAD DE HACER FILA	PROBABILIDAD DE ABANDONO	TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA
8-9	1	0.67	0.00	1'56"
9-10	3	0.44	0.00	55"
10-11	5	0.39	0.00	49"
11-12	5	0.19	0.00	55"
12-1	4	0.37	0.00	47"
1-2	4	0.27	0.00	22"
2-3	3	0.16	0.00	16"
3-3:30	1	0.83	0.00	1'56"
PROMEDIO	3	0.42	0.00	58"

TABLA 3.4. F

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE ESPERA  
(De los 3 días muestreados)

DIA	Nº CAJAS EN SERVICIO	PROBABILIDAD DE HACER FILA	PROBABILIDAD DE ABANDONO	TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA
Octubre 18	3	0.79	0.05	3'26"
Octubre 19	4	0.62	0.00	2'08"
Octubre 24	5	0.42	0.00	58"

TABLA 3.4. G

\* No es posible obtener un tiempo promedio de espera general debido a que el Nº de cajas en servicio no fué el mismo en cada uno de los días muestreados.

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

## TIEMPOS PROMEDIO DE PERMANENCIA EN CAJAS

(Tiempo Promedio de Servicio + Tiempo Promedio de Espera)

DIA	N° CAJAS EN SERVICIO	TIEMPO PROMEDIO DE SERVICIO	TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA	TIEMPO PROMEDIO DE PERMANENCIA
Octubre 18	3	3'07"	3'26"	6'33"
Octubre 19	4	2'47"	2'08"	4'55"
Octubre 24	5	2'29"	58"	3'27"

TABLA 3.4.H



## 3.5 CONDENSADO DE ESTADISTICAS

CONCEPTO	18/OCTUBRE (Dfa de cierre)	19/OCTUBRE (Dfa de menor mvto)	24/OCTUBRE (Dfa normal)
Cajas en servicio	3	4	5
No. de clientes recibidos	302	269	270
No. de recibos pagados en cajas receptoras	1709	1055	1183
Promedio de recibos por pago	6	4	4
Tiempo promedio de servicio otorgado por cada cajera durante el día	6 h. 20'	4 h. 10'	5 h.
Promedio de clientes/hora atendidos por cada cajera	16	16	11

TABLA 3.5.A

CONCEPTO	18/OCTUBRE (Dfa de cierre) - 3 cajas -	19/OCTUBRE (Dfa de menor mvto) - 4 cajas -	24/OCTUBRE (Dfa normal) - 5 cajas -
Tiempo promedio entre llegadas	1'30"	1'40"	1'40"
Probabilidad de hacer fila	0.79	0.62	0.42
Tiempo promedio de servicio (A)	3'07"	2'47"	2'29"
Tiempo promedio de espera (B)	3'26"	2'08"	58"
Tiempo promedio de permanencia en cajas (A + B)	6'33"	4'55"	3'27"
Porcentaje del tiempo de servicio que la caja está ociosa	0.11	0.16	0.50

TABLA 3.5.B

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

Resultados de Estado Estacionario para el área de Cajas en un día  
de cierre

	S = 3	S = 4	S = 5
$\rho$	0.79	0.59	0.47
$P_0$	0.03	0.05	0.07
$P(n \geq 5)$	0.78	0.55	0.44
$L_q$	1.03	0.22	0.03
$L$	3.40	2.60	2.40
$W_q$	1'22"	18"	2"
$W$	4'07"	3'03"	2'47"

TABLA 3.5.C

Para los resultados de Estado Estacionario (ver Tabla 3.5 C), los datos obtenidos para el factor de utilización ( $\rho$ ) con diferente número de servidores, se verifican con los tiempos ociosos por cajera que se tienen en los muestreos de tiempos (ver Tabla 3.5.B), existiendo pequeñas diferencias en este parámetro. Como consecuencia de este factor, se tiene una probabilidad muy baja de encontrar 0 clientes en el sistema ( $P_0 = 0.03$ ) con 3 servidores, y muy alta de encontrar mas de 5 clientes en el sistema ( $P = 0.78$ ).

Los valores que se obtuvieron para la longitud promedio de la cola ( $L_q$ ) y el tiempo promedio de espera ( $W_q$ ) son muy bajos conforme a lo observado, debido fundamentalmente a que se trabaja con promedios y considerar constante el número de servidores durante todo el día, caso que no sucede en la realidad, por lo que estas diferencias son muy notorias.

Sin embargo, estas cifras nos dan una clara idea de que se estaría proporcionando demasiado servicio con 5 cajas durante todo el horario de trabajo de la oficina (7.5 horas), ya que la longitud promedio de la cola sería 0.03 y el tiempo promedio de espera sería de 2". Este último dato es muy bajo debido a que habría una gran cantidad de clientes que no harían fila, por lo que disminuye considerablemente el valor del tiempo de espera.

Existe mucha varianza en los resultados obtenidos del estudio para cada uno de los días que se realizó muestreo y toma de tiempos, debido fundamentalmente a que el No. de cajas en servicio no fué constante. Sin embargo, conforme a dichos datos, se puede predecir con cierto grado de confianza el número óptimo de cajeras en operación, con el fin de dar un servicio eficiente a promotorías, agentes, asegurados y departamentos internos.

De acuerdo a los datos obtenidos se resume lo siguiente:

1. Como consecuencia de dar servicio a la clientela con 3 cajeras el día de cierre contable originó lo siguiente:
  - + Una probabilidad muy alta de hacer fila (0.79) y, consecuentemente, un tiempo promedio de espera elevado (3'26").
  - + Conceder demasiado tiempo a la clientela para efectuar sus pagos (6 Hrs. 20' por cajera), originando que las cajeras tengan muy poco tiempo para efectuar su corte y tomen tiempo de su horario de servicio del día siguiente para realizarlo. Esto causó que ese día se concediera menor tiempo a la clientela para hacer sus pagos (4 Hrs. 10' por cajera).
2. No existe una diferencia notable entre el número de clientes que -- acuden a cajas en un día de cierre y cualquier otro día, sino en el número de recibos a pagar. (Día de cierre = 6, Día normal = 4). A pesar de ello, su tiempo promedio de servicio es casi el mismo -- (3'07" y 2'47").
3. El dar servicio con 5 cajas en un día normal redujo en un gran porcentaje la probabilidad de hacer fila (0.42) y el tiempo promedio -- de espera (58"), pero aumentó a un 50% de tiempo ocioso por cajera -- a pesar de conceder un horario de servicio más reducido por cajera -- (5 horas).

4. El dar servicio con 4 cajeras el día de menor movimiento (día en -- que se pagan menos recibos) nos da una probabilidad de hacer fila - (0.62) y un porcentaje reducido de tiempo ocioso por cajera (16%), - hasta cierto punto "tolerables"\*.

El tiempo promedio de espera no es excesivo (2'08")

En comparación con el día 24/Octubre, el tiempo ocioso fue muy reducido debido a que se operó con una nueva máquina registradora y 2 - cajas comenzaron a dar servicio en las horas pico del día.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CAPITULO 4

### ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

#### 4.1 ALTERNATIVAS DE SOLUCION

En base a los parámetros obtenidos en el capítulo anterior y considerando que la clientela que acude "normalmente" a cajas no tendrá un crecimiento de importancia que afecte los resultados del actual fenómeno de espera, se propone lo siguiente:

- + Dado que el número de clientes que acuden a cajas en las primeras horas del día (8-10 a.m.) es muy reducido y elevado en las siguientes (10 a.m. 3:30p.m.), con el fin de cubrir con cierta holgura el servicio otorgado a cada cliente, sin perder eficiencia y calidad que se debe dar a cada uno de ellos, se proponen como opción 2 alternativas de solución, describiendo en cada una de ellas los horarios de trabajo y de servicio para cada cajera, con el fin de que todas ellas realicen su corte de caja y depósito el mismo día (es independiente el horario de la cajera asignada).

Asimismo se presentan proyecciones para cada alternativa de como se comportaría el sistema conforme a los horarios mencionados en cada una de ellas, en caso de dar servicio a la clientela con 5, 4 y 3 cajas en un día de cierre y un día normal.



## ALTERNATIVA I

CAJA	HORARIO DE TRABAJO	HORARIO DE SERVICIO
1	8:00 a.m. - 3:30 p.m.	8:00 a.m. - 2:00 p.m.
2	8:30 a.m. - 4:00 p.m.	9:00 a.m. - 2:30 p.m.
3	9:00 a.m. - 4:30 p.m.	9:30 a.m. - 3:00 a.m.
4	9:30 a.m. - 5:00 p.m.	10:00 a.m. - 3:30 p.m.
5	9:30 a.m. - 5:00 p.m.	10:00 a.m. - 3:30 p.m.

Se concede un tiempo de 1 hora 30 minutos para realizar corte diario de caja y depósito.

## ALTERNATIVA II

CAJA	HORARIO DE TRABAJO	HORARIO DE SERVICIO
1	8:00 a.m. - 3:30 p.m.	8:00 a.m. - 2:00 p.m.
2	9:00 a.m. - 4:30 p.m.	9:00 a.m. - 3:00 p.m.
3	9:00 a.m. - 4:30 p.m.	9:00 a.m. - 3:00 p.m.
4	9:30 a.m. - 5:00 p.m.	9:30 a.m. - 3:30 p.m.
5	9:30 a.m. - 5:00 p.m.	9:30 a.m. - 3:30 p.m.

Se concede un tiempo de 1 hora 30 minutos para realizar corte diario de caja y de depósito.

## 4.2 PROYECCIONES DE COMPORTAMIENTO DE SERVICIO

## PROYECCIONES ALTERNATIVA I

DIA DE CIERRE

+ 5 Cajas +

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
------	--------------------------	---------------------------	-------------------------------

8:00 - 9:00	1	5	5
9:00 -10:00	2/3	30	10
10:00 -11:00	5	50	10
11:00 -12:00	5	56	11
12:00 - 1:00	5	58	12
1:00 - 2:00	5	57	12
2:00 - 3:00	4/3	46	12
3:00 - 3:30	2	14	7

316

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Caja cajera atendería 12 clientes/hora

+ 12 clientes x 3' de servicio = 36 minutos de servicio por cada hora

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 24 minutos por cada hora.

$$\frac{24}{60} = 0.40 = 40\% \text{ de tiempo ocioso}$$

## PROYECCIONES ALTERNATIVA I

DIA DE CIERRE

+ 4 Cajas +

\* Supondremos mayor número de clientes y excluido el horario de servicio - de caja de 9:30 a.m. - 3:00 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	6	6
9:00 -10:00	2	30	15
10:00 -11:00	4	52	13
11:00 -12:00	4	58	15
12:00 - 1:00	4	62	16
1:00 - 2:00	4	60	15
2:00 - 3:00	3/2	50	17
3:00 - 3:30	2	14	7

330

PROMEDIO ESTIMADOS

- + Cada cajera atenderfa 15 clientes/hora.
- + 15 clientes x 3' de servicio = 45 minutos de servicio por cada hora.
- + Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 15 minutos por ca da hora.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

$$\frac{15}{60} = 0.25 = 25\% \text{ de tiempo ocioso}$$

## PROYECCIONES ALTERNATIVA I

DIA DE CIERRE

+ 3 Cajas +

+ Excluiremos horarios de servicio de caja de 9:00 a.m. - 2:30 p.m. y de - 10:00 - 3:30 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	5	5
9:00 -10:00	1/2	30	15
10:00 -11:00	3	50	17
11:00 -12:00	3	56	19
12:00 - 1:00	3	58	19
1:00 - 2:00	3	57	19
2:00 - 3:00	2	56	23
3:00 - 3:30	1	14	14

316

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atenderfa 19 clientes/hora

+ 19 clientes x 3' de servicio = 57 minutos de servicio por cada hora.

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 3 minutos por cada hora.

$$\frac{3}{60} = 0.05 = 5\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

## PROYECCIONES ALTERNATIVA I

DIA NORMAL  
+ 5 Cajas +

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	8	8
9:00 -10:00	2/3	24	8
10:00 -11:00	5	35	7
11:00 -12:00	5	42	8
12:00 - 1:00	5	54	11
1:00 - 2:00	5	50	10
2:00 - 3:00	4/3	44	11
3:00 - 3:30	2	13	7

270

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atendería 10 clientes/hora.

+ 10 clientes x 2'30" de servicio = 25 minutos de servicio por cada hora.

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 35 minutos por cada hora.

$$\frac{35}{60} = 0.58 = 58\% \text{ de tiempo ocioso}$$

PROYECCIONES ALTERNATIVA I

DIA NORMAL  
+ 4 Cajas +

\* Supondremos mayor número de clientes y excluido el horario de caja de -  
9:30 a.m. - 3:30 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	8	8
9:00 -10:00	2	26	13
10:00 -11:00	4	40	10
11:00 -12:00	4	47	12
12:00 - 1:00	4	52	13
1:00 - 2:00	4	50	13
2:00 - 3:00	3/2	44	15
3:00 - 3:30	2	13	7

280

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atendería 13 clientes/hora.

+ 13 clientes x 2'30" de servicio = 33 minutos de servicio por cada hora

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 27 minutos por cada hora.

$$\frac{27}{60} = 0.45 = 45\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

PROYECCIONES ALTERNATIVA I

DIA NORMAL  
+ 3 Cajeras +

\* Excluimos los horarios de servicio de caja de 9:00 a.m. - 2:30 p.m. y de 10:00 a.m. - 3:30 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	8	8
9:00 -10:00	1/2	24	12
10:00 -11:00	3	35	12
11:00 -12:00	3	42	14
12:00 - 1:00	3	54	18
1:00 - 2:00	3	50	17
2:00 - 3:00	2	44	22
3:00 - 3:30	1	13	13

270

TIEMPOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atendería 17 clientes/hora.

+ 17 clientes x 2'30" de servicio = 43 minutos de servicio por cada hora

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 17 minutos por cada hora.

$$\frac{17}{60} = 0.28 = 28\% \text{ de tiempo ocioso.}$$



## PROYECCIONES ALTERNATIVA II

DIA DE CIERRE  
+ 5 Cajas +

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	5	5
9:00 -10:00	3/5	30	8
10:00 -11:00	5	50	10
11:00 -12:00	5	56	11
12:00 - 1:00	5	58	12
1:00 - 2:00	5	57	12
2:00 - 3:00	4	46	12
3:00 - 3:30	2	14	7

316

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atendería 11 clientes/hora

+ 11 clientes x 3' de servicio = 33 minutos de servicio por cada hora.

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 27 minutos por hora.

$$\frac{27}{60} = 0.45 = 45\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

## PROYECCIONES ALTERNATIVA II

DIA DE CIERRE

+ 4 Cajas +

\* Supondremos mayor número de clientes y excluido el horario de servicio - de caja de 9:00 a.m. - 3:00 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	6	6
9:00 -10:00	2/4	30	10
10:00 -11:00	4	52	13
11:00 -12:00	4	58	15
12:00 - 1:00	4	62	16
1:00 - 2:00	4	60	15
2:00 - 3:00	3	50	17
3:00 - 3:30	2	14	7

330

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atenderfa 14 clientes/hora.

+ 14 clientes x 3' de servicio = 42 minutos de servicio por cada hora.

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 18 minutos por cada hora.

$$\frac{18}{60} = 0.30 = 30\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

## PROYECCIONES ALTERNATIVA II

DIA DE CIERRE

+ 3 Cajas +

\* Excluiremos los horarios de servicio de caja de 9:00 a.m. - 3:00 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	5	5
9:00 -10:00	1/3	30	15
10:00 -11:00	3	50	17
11:00 -12:00	3	56	19
12:00 - 1:00	3	58	19
1:00 - 2:00	3	57	19
2:00 - 3:00	2	46	23
3:00 - 3:30	2	14	7

316

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atenderfa 18 clientes/hora

+ 18 clientes x 3' de servicio = 54 minutos de servicio por cada hora.

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 6 minutos por cada hora.

$$\frac{6}{60} = 0.10 = 10\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

## PROYECCIONES ALTERNATIVA II

DIA NORMAL  
+ 5 Cajas +

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	8	8
9:00 -10:00	3/5	24	6
10:00 -11:00	5	35	7
11:00 -12:00	5	42	9
12:00 - 1:00	5	54	11
1:00 - 2:00	5	50	10
2:00 - 3:00	4	44	11
3:00 - 3:30	2	13	7

270

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atendería 9 clientes/hora.

+ 9 clientes x 2'30" de servicio = 23 minutos de servicio por cada hora.

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 37 minutos por cada hora.

$$\frac{37}{60} = 0.62 = 62\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PROYECCIONES ALTERNATIVA II

DIA NORMAL  
+ 4 Cajeras +

\* Supondremos mayor número de clientes y excluido el horario de servicio - de caja de 9:00 a.m. - 3:00 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	8	8
9:00 -10:00	2/4	26	9
10:00 -11:00	4	40	10
11:00 -12:00	4	47	12
12:00 - 1:00	4	52	13
1:00 - 2:00	4	50	13
2:00 - 3:00	3	44	15
3:00 - 3:30	2	13	7

. 280

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atendería 12 clientes/hora.

+ 12 clientes x 2'30" de servicio = 30 minutos de servicio por cada hora

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 30 minutos por cada hora.

$$\frac{30}{60} = 0.50 = 50\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## PROYECCIONES ALTERNATIVA II

DIA NORMAL

+ 3 Cajas +

\* Excluiremos los horarios de servicio de caja de 9:00 a.m. - 3:00 p.m.

HORA	No. DE CAJAS EN SERVICIO	No. DE CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES ATENDIDOS POR CAJERA
8:00 - 9:00	1	8	8
9:00 -10:00	1/3	24	12
10:00 -11:00	3	35	12
11:00 -12:00	3	42	14
12:00 - 1:00	3	54	18
1:00 - 2:00	3	50	17
2:00 - 3:00	2	44	22
3:00 - 3:30	2	13	7

270

PROMEDIOS ESTIMADOS

+ Cada cajera atenderia 15 clientes/hora.

+ 15 clientes x 2'30" de servicio = 38 minutos de servicio por cada hora.

+ Existe un tiempo ocioso (no imputable a la cajera) de 22 minutos por cada hora.

$$\frac{22}{60} = 0.37 = 37\% \text{ de tiempo ocioso.}$$

#### 4.3 VALUACION DE ALTERNATIVAS

##### ALTERNATIVA I

###### + VENTAJAS

1. Los horarios de servicio de cajas son los óptimos, ya que van de acuerdo al comportamiento de las llegadas de los clientes.
2. Equilibrar la cantidad de trabajo para cada cajera, ya que el horario de servicio de 6 horas (8:00 a.m. - 2:00 p.m.) permite recibir una cantidad similar de clientela a los otros 3 horarios de 5.5 horas que reciben pagos hasta las últimas horas la borables del día.
3. Conceder media hora a cada cajera en la mañana para realizar labores de apertura a su caja respectiva.

###### + DESVENTAJAS

1. Tener 4 horarios diferentes de trabajo.

## ALTERNATIVA II

**+ VENTAJAS**

1. Mayor amplitud en los horarios de servicio a la clientela (Cada caja otorgaría 6 horas).
2. Tener menores líneas de espera de 9:00 - 10:00 a.m. y de 2:00 3:00 p.m.

**+ DESVENTAJAS**

1. Mayor cantidad de trabajo para las cajas que dan servicio de - 9:00 a.m. - 3:00 p.m. y de 9:30 a.m. - 3:30 p.m. en comparación con la de 8:00 a.m. - 2:00 p.m.
2. Actividad de apertura de cada caja por parte del Jefe del Departamento al fin de que cada cajera comience a dar servicio a su hora de llegada.
3. Tener 3 horarios diferentes de trabajo.



## COMPARACION DE ALTERNATIVAS

CONCEPTO	DIA DE CIERRE + 4 Cajas +		DIA NORMAL + 3 Cajas +	
	I	II	I	II
1. Promedio de clientes/hora atendidos por cada cajera	15	14	17	15
2. Porcentaje de tiempo de trabajo durante el horario de servicio	75%	70%	72%	63%
3. Porcentaje de tiempo ocioso durante el servicio	25%	30%	28%	37%

En base a las proyecciones de comportamiento de servicio de cajas de ambas alternativas, es claro notar que la atención brindada a la clientela con 4 cajeras en un día de cierre y 3 en un día normal es muy eficiente, ya que las filas de espera no serían largas y el tiempo ocioso por cajera no sería excesivo.

En el caso de que se quisiera disminuir el tiempo ocioso, habría que reducir el número de cajas en servicio ocasionando con ello filas de espera más largas durante las horas pico del día y mayor cantidad de trabajo para las cajeras, así como perder eficiencia y calidad en el servicio otorgado a la clientela.

Por tanto, es aconsejable reducir de 6 a 5 el personal de Cajas Receptoras en el 2° piso, ya que normalmente se dará servicio con 4 cajas por motivos de incapacidades y vacaciones.

La alternativa II será la elegida para efectuar la Simulación, ya que a pesar de tener más desventajas es la más óptima para su funcionamiento interno en la oficina, por tener solamente 3 horarios diferentes de trabajo e igualdad en las horas de servicio otorgadas por cada caja (6 horas), dándose dos horas más de servicio a la clientela en comparación con la alternativa I que tiene 4 horarios de 5.5 horas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### 4.4 SIMULACION DEL SERVICIO CON 4 CAJAS

La simulación es una técnica de experimentación en que se usan modelos lógico-matemáticos. Una simulación puede ser determinista o probabilista según el comportamiento de las variables incluidas. Las simulaciones deterministas son bastante comunes en la planeación corporativa. Sin embargo, se hará incapié en la simulación probabilista para comprobar como se tratan -- las variables aleatorias.

La experimentación no es nueva ni rara en el mundo de los negocios. Por ejemplo, cuando se quiere tomar decisiones sobre un nuevo producto, el fabricante debe considerar precio, calidad, nombre de marca, reacción competitiva, reacción del cliente, promoción, distribución y otros factores. El administrador de un supermercado, al asignar personal en las cajas, debe tomar en cuenta las variaciones de tráfico de clientes de un día a otro y de una hora a otra, la disponibilidad de empleados, el nivel de entrenamiento, además de los efectos de baratas especiales. Estos problemas incluyen eventos aleatorios, muchas variables que tienen relaciones complejas y fenómenos dinámicos, es decir, que cambian a través del tiempo. Debido al comportamiento de las variables y a la complejidad de sus interacciones, una posibilidad es experimentar. Puede pensarse en la experimentación como en un método organizado de prueba y error que usa un modelo del mundo real para obtener información. La información obtenida de la simulación acorta el tiempo y es menos costosa que llevar todo esto a la práctica.

Típicamente la simulación comprende la construcción de un modelo que, en naturaleza, es matemático en gran parte. En lugar de describir directamente el comportamiento global del sistema, el modelo de simulación describe la operación del sistema en términos de eventos individuales de los componentes del sistema por separado. El sistema se divide en elementos cuyo comportamiento se puede predecir para cada uno de los diversos estados posibles del sistema y sus entradas.

El modelo se activa generando datos de entrada para simular la operación real del sistema en el tiempo y registrar su comportamiento conjunto. Así pues, la simulación es una técnica para efectuar experimentos de muestreo sobre el modelo del sistema, ya que sería demasiado inconveniente, caro y tardado hacerlo sobre el propio sistema real.

La repetición es común en la simulación. La razón es que los resultados de un experimento de simulación están sujetos a las probabilidades si el modelo incluye variables aleatorias. Cada corrida de prueba es solo una muestra y los resultados de muchas iteraciones son estadísticos, y no leyes inmutables o soluciones óptimas. Al repetir el experimento muchas veces, es posible aumentar la confianza de los resultados, pero de todas maneras se deberán interpretar en forma estadística.

El riesgo más importante al experimentar se refiere a los resultados del experimento; estos pueden diferir de los resultados de la puesta en práctica. El modelo que se usa debe ser una representación válida del mundo real. Esto es, debe incluir todas las variables significativas y sus relaciones en forma correcta. Si el modelo no es válido, existen muy pocas posibilidades que conduzca a resultados seguros.

La simulación no está limitada a una categoría de problemas, como control de inventarios, líneas de espera o programación lineal. Los límites que existen son los de la imaginación, de los recursos de computación y del tiempo.

### **Procedimiento de Simulación**

Las simulaciones se llevan a cabo con una secuencia de cinco pasos. Los pasos sirven como una guía de lo que debe incluirse para realizar con éxito un experimento.

1. Definición de los objetivos
2. Formulación del modelo
3. Diseño del experimento
4. Realización del experimento
5. Evaluación de los resultados

Para este caso, el objetivo principal será determinar como se comportaría el sistema en caso de otorgar el servicio a la clientela con 4 cajas en un día de cierre, conforme a los horarios propuestos en la alternativa II.

Se usará el método tabular, ya que es el más aplicable a este problema y se usa ampliamente por su simplicidad.

Para comenzar se construye una tabla de cada valor de las variables aleatorias (tiempos entre llegadas y tiempos de servicio) y su probabilidad asociada. Después se tabula la distribución acumulada y se establecen intervalos de números aleatorios usando las probabilidades acumuladas como límites superiores de cada intervalo. Esto se muestra en las tablas 4.4.A y 4.4.B

Para los tiempos entre llegadas se asignarán de acuerdo a la hora del día en que llega el cliente, y para los tiempos de servicio será independiente este factor. Como se observa, la distribución de los tiempos entre llegadas es de tipo Poisson al graficarlas en tiempos enteros y no en intervalos ya que al estar las cajas en un segundo piso, los clientes llegan en grupos al subir por el elevador, por lo que su tiempo entre llegadas es cero. Caso similar ocurre con los tiempos de servicio en que es de tipo exponencial, ya que un gran porcentaje de clientes paga 3 recibos o menos y el tiempo de servicio ya redondeado es de 1 minuto. Los tiempos fueron redondeados a minutos para evitar el trabajo con segundos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los números aleatorios para designar los tiempos entre llegadas y los -- tiempos de servicio para cada cliente, serán generados conforme a un programa de la calculadora Texas Instrument 58-C. Se designarán por separado los números aleatorios para los tiempos entre llegadas y los tiempos de servicio.

Ejemplo:

<u>Tiempos entre llegadas</u>			<u>Tiempo de Servicio</u>	
<u>Hora del día</u>	<u>No. Aleatorio</u>	<u>Tiempo</u>	<u>No. Aleatorio</u>	<u>Tiempo</u>
8 - 9	735	7'	453	2'

El tiempo entre llegadas y el tiempo de servicio asignado a cada cliente será anotado en la siguiente tabla para el cálculo de los demás parámetros de la línea de espera.

CLIENTE	CAJA	TIEM.DE LLEGADA	INICIO SERVICIO	FIN DE SERVICIO	TIEM.DE SERVICIO	TIEM.DE ESPERA	TIEMPO EN EL SISTEMA	TIEMPO OCIOSO

Los clientes se anotarán en número consecutivo. La caja que atenderá a cada cliente será la primera en desocuparse, ya que este sistema de cola -- tiene opción al cambio de línea de espera. En caso de que haya 2 o más cajas desocupadas será designada aleatoriamente la que dará el servicio. Las cajas darán inicio al servicio conforme a los horarios mencionados en la alternativa II, otorgando 10 minutos de retardo como tolerancia por el tiempo de apertura de caja. Los datos de las columnas restantes serán calculados - en base al tiempo de llegada y de servicio asignado a cada cliente.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
 TABLA 4.4.A

TIEMPO	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA	Nos. ALEATORIOS ASOCIADOS
0	0.137	0.137	001 - 137
1	0.438	0.575	138 - 575
2	0.164	0.739	576 - 739
3	0.102	0.841	740 - 841
4	0.057	0.898	842 - 898
5	0.034	0.932	899 - 932
6	0.017	0.949	933 - 949
7	0.015	0.964	950 - 964
8	0.013	0.977	965 - 977
9	0.012	0.989	978 - 989
10	0.006	0.095	990 - 995
11	0.005	1.000	996 - 1000

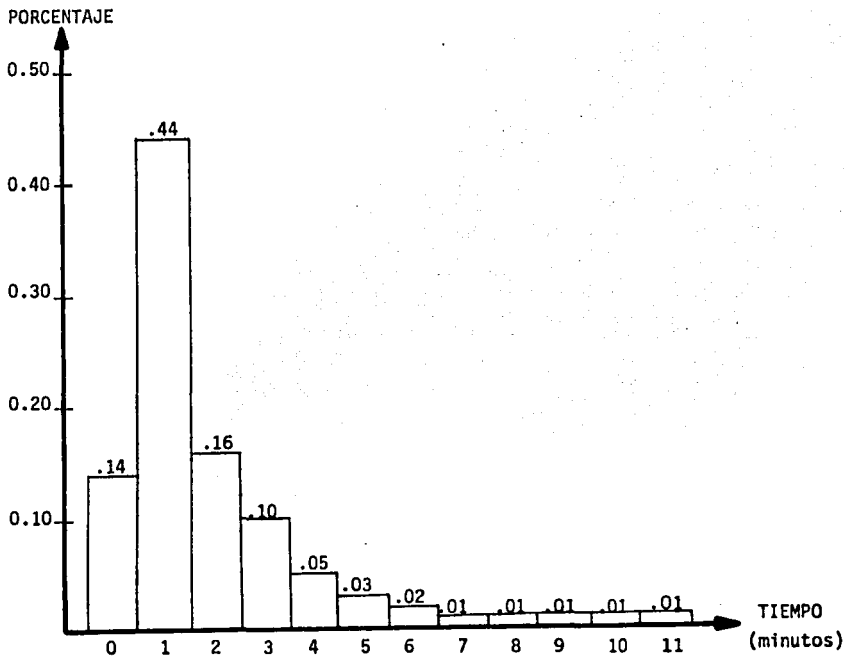
Tiempo Promedio entre llegadas = 1'36"

Tasa Promedio de llegadas = 38 clientes/hora

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

Fig. 4.4.1



Tiempo Promedio entre llegadas = 1'36"

Tasa Media de llegadas = 38 clientes/hora

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
+ Probabilidades +

TIEMPO (minutos)	H O R A   D E L   D I A							
	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	12 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3:30
0	0.045	0.111	0.103	0.143	0.166	0.174	0.167	0.184
1	0.273	0.383	0.586	0.529	0.573	0.510	0.439	0.211
2	0.045	0.161	0.121	0.157	0.172	0.201	0.219	0.237
3	0.183	0.123	0.078	0.093	0.038	0.058	0.098	0.132
4	0.045	0.098	0.051	0.051	0.032	0.045	0.053	0.079
5	0.092	0.037	0.025	0.027	0.019	0.012	0.008	0.053
6	0.045	0.025	0.009				0.008	0.026
7	0.092	0.025	0.009				0.008	0.026
8	0.045	0.025	0.009					0.026
9	0.045	0.012	0.009					0.026
10	0.045							
11	0.045							
Tiempo Promedio entre llegadas (minutos)	7	2	2	1	1	1	1	2

TABLA 4.4.A-1

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS

+ PROBABILIDADES ACUMULADAS +  
HORA DEL DIA

TIEMPO (minutos)	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-3:30
0	0.045	0.111	0.103	0.143	0.166	0.174	0.167	0.184
1	0.318	0.494	0.689	0.672	0.739	0.684	0.606	0.395
2	0.363	0.655	0.810	0.829	0.911	0.885	0.825	0.632
3	0.546	0.778	0.888	0.922	0.949	0.943	0.923	0.764
4	0.591	0.876	0.939	0.973	0.981	0.988	0.976	0.843
5	0.683	0.913	0.964	0.964	1.000	1.000	0.984	0.896
6	0.728	0.938	0.973				0.992	0.922
7	0.820	0.963	0.982				1.000	0.948
8	0.865	0.988	0.991					0.974
9	0.910	1.000	1.000					1.000
10	0.955							
11	1.000							

TABLA 4.4.A-2

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
+ Números Aleatorios Asociados +

TIEMPO (minutos)	H O R A   D E L   D I A			
	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12
0	001 - 045	001 - 111	001 - 103	001 - 143
1	046 - 318	112 - 494	104 - 689	144 - 672
2	319 - 363	495 - 655	690 - 810	673 - 829
3	364 - 546	656 - 778	811 - 888	830 - 922
4	547 - 591	779 - 876	889 - 939	923 - 973
5	592 - 683	877 - 913	940 - 964	974 -1000
6	684 - 728	914 - 938	965 - 973	
7	729 - 820	939 - 963	974 - 982	
8	821 - 865	964 - 988	983 - 991	
9	866 - 910	989 -1000	992 -1000	
10	911 - 955			
11	956 -1000			

TESIS CON  
 SELLO DE CONTROL

TABLA 4.4.A-3

DISTRIBUCION DE TIEMPOS ENTRE LLEGADAS  
 + Números Aleatorios Asociados +

H O R A D E L D I A

TIEMPO (minutos)	12 - 1	1 - 2	2 - 3	3 - 3:30
0	001 - 166	001 - 174	001 - 167	001 - 184
1	167 - 739	175 - 684	168 - 606	185 - 395
2	740 - 911	685 - 885	607 - 825	396 - 632
3	912 - 949	886 - 943	826 - 923	633 - 764
4	950 - 981	944 - 988	924 - 976	765 - 843
5	982 - 1000	989 - 1000	977 - 984	844 - 896
6			985 - 992	897 - 922
7			993 - 1000	923 - 948
8				949 - 974
9				975 - 1000

TABLA 4.4.A-3

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO  
 TABLA 4.4.B

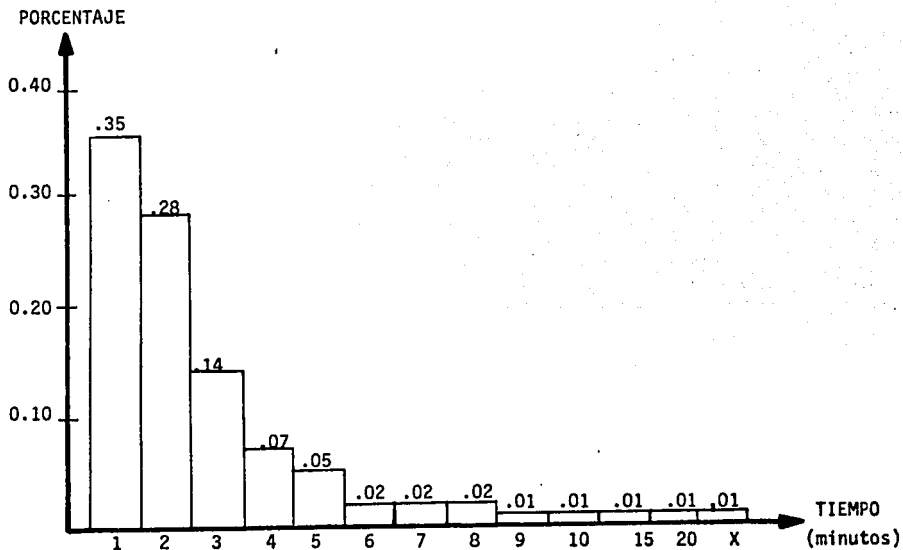
TIEMPO	PROBABILIDAD	PROBABILIDAD ACUMULADA	Nos. ALEATORIOS ASOCIADOS
1	0.351	0.351	001 - 351
2	0.274	0.625	352 - 625
3	0.136	0.761	626 - 761
4	0.066	0.827	762 - 827
5	0.052	0.879	828 - 879
6	0.021	0.900	880 - 900
7	0.017	0.917	901 - 917
8	0.017	0.934	918 - 934
9	0.014	0.948	935 - 948
10	0.010	0.958	949 - 958
11 - 15	0.014	0.972	959 - 972
16 - 20	0.014	0.986	973 - 986
21 - X	0.014	1.000	987 - 1000

Tiempo Promedio de Servicio = 3'07"

Tasa Media de Servicio = 19 clientes/hora

## DISTRIBUCION DE TIEMPOS DE SERVICIO

Fig. 4.4.2



Tiempo Promedio de Servicio = 3.07"

Tasa Media de Servicio = 19 clientes/hora

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA EN UN DIA DE CIERRE

CONFORME A LA SIMULACION REALIZADA

+ 4 Cajas en Servicio +

HORA	*No. CAJAS EN SERVICIO	CLIENTES RECIBIDOS	CLIENTES POR CAJERA	TIEMPO PROMEDIO ENTRE LLEGADAS
8:00 - 9:00	1	8	8	7'00"
9:00 -10:00	2/4	32	10/6	1'52"
10:00 -11:00	4	52	13	1'09"
11:00 -12:00	4	58	15	1'02"
12:00 - 1:00	4	60	15	1'00"
1:00 - 2:00	4	57	14	1'03"
2:00 - 3:00	3	50	17	1'12"
3:00 - 3:30	2	15	8	2'00"
PROMEDIOS	3	44	14	1'21"

\* Horarios de servicio de caja propuestos en la alternativa II.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA EN UN DIA DE CIERRE CONFORME

A LA SIMULACION REALIZADA

+ 4 Cajas en Servicio +

HORA	TIEMPO PROMEDIO DE SERVICIO	TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA	TIEMPO PROMEDIO EN EL SISTEMA	*TIEMPO OCIOSO POR CAJERA	PORCENTAJE DE TIEMPO OCIOSO	PROBABILIDAD DE HACER FILA
8:00 - 9:00	4'00"	30"	4'30"	14'	23%	50%
9:00 -10:00	3'28"	1'41"	5'09"	8'	13%	59%
10:00 -11:00	2'58"	35"	3'33"	23'	38%	23%
11:00 -12:00	3'26"	13"	3'39"	13'	21%	20%
12:00 - 1:00	3'44"	1'44"	5'28"	6'	10%	62%
1:00 - 2:00	4'02"	2'50"	6'52"	3'	5%	67%
2:00 - 3:00	3'10"	1'56"	5'06"	6'	10%	54%
3:00 - 3:30	4'40"	4'04"	8'44"	1'	3%	87%
PROMEDIOS	3'25"	1'35"	5'00"	10'	17%	48%

\* Es importante aclarar que este tiempo no es imputable a la cajera.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## LLEGADA DE CLIENTES A CAJAS

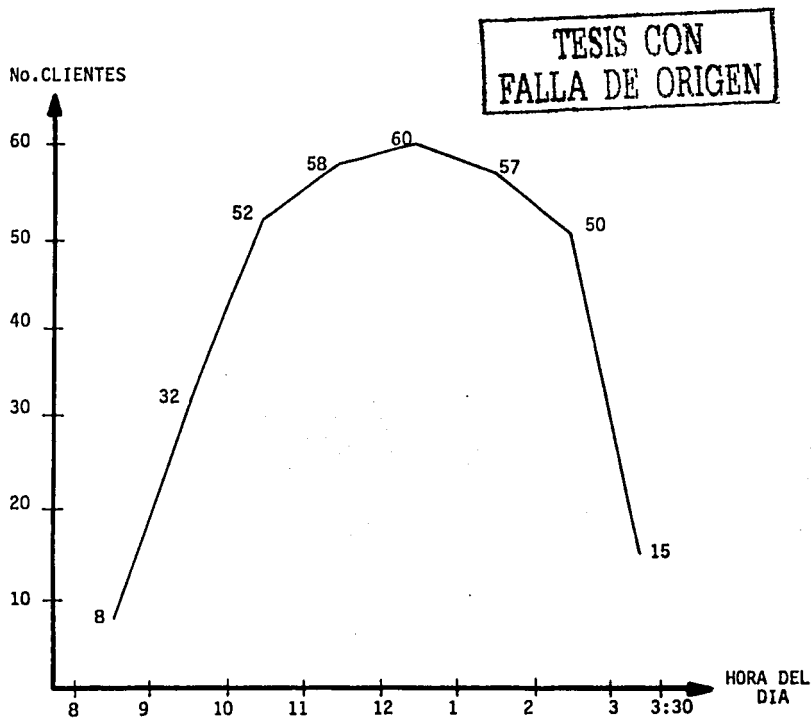


Fig. 4.4.3

Llegadas al dfa = 332 clientes

Tasa media de llegadas = 44 clientes/hora

## TIEMPOS PROMEDIO DE SERVICIO DE LAS CAJERAS DURANTE EL DIA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

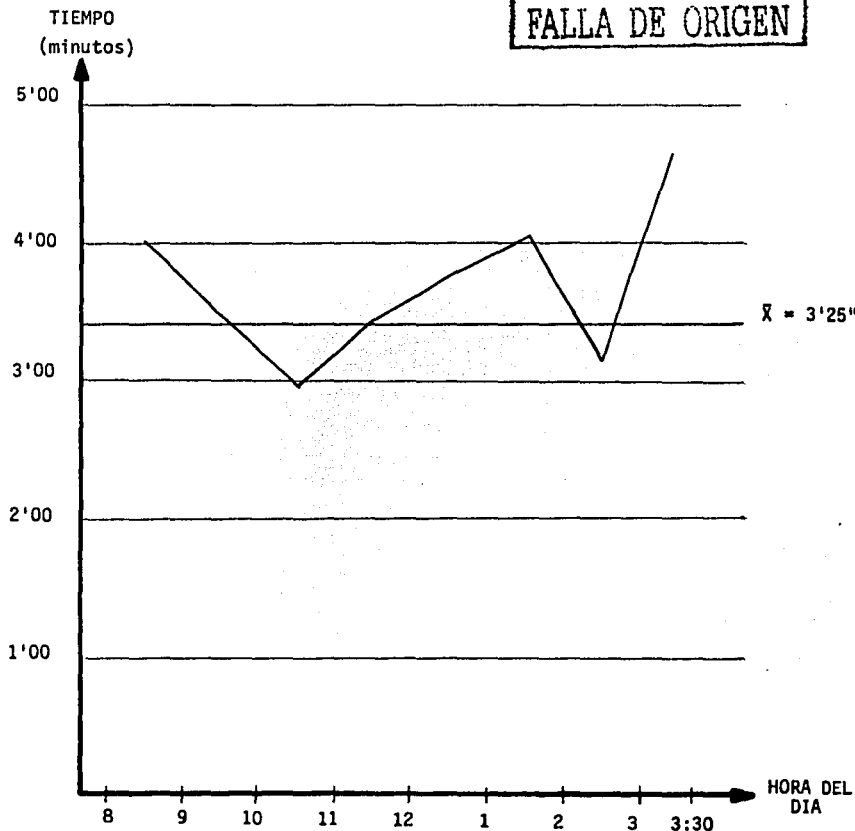


Fig. 4.4.4

Tiempo Promedio de Servicio = 3'25"

Tasa Media de Servicio = 18 clientes/hora

## TIEMPOS PROMEDIO DE ESPERA DE LOS CLIENTES DURANTE EL DIA

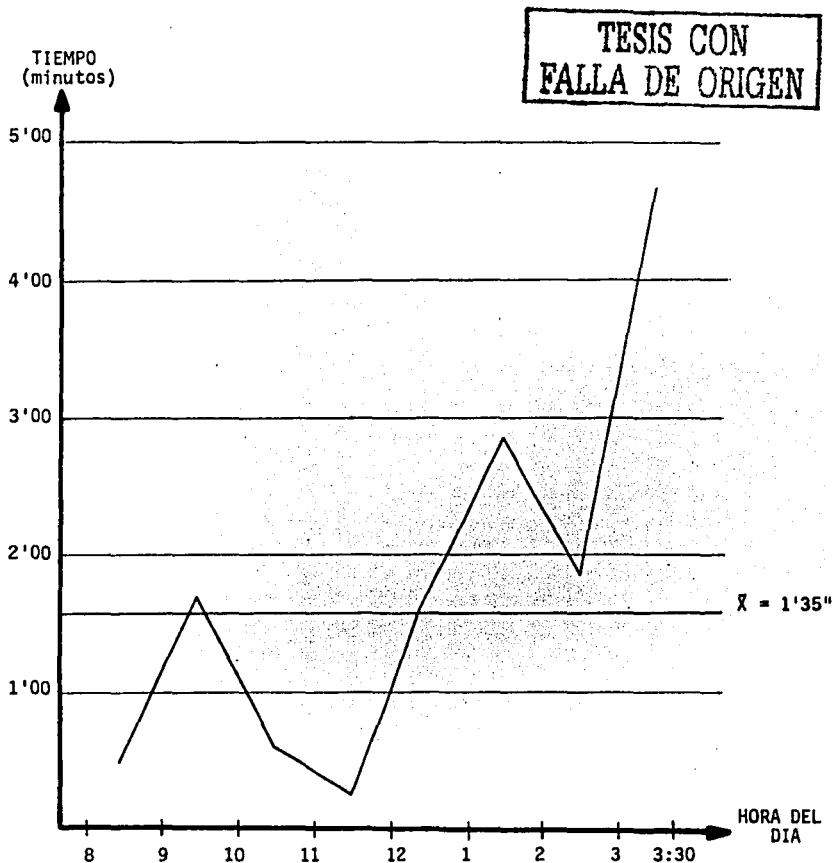


Fig. 4.4.5

Tiempo Promedio de espera por cliente = 1'35"

Tiempo Promedio de Espera de los clientes que esperan = 3'15"

## TIEMPOS PROMEDIO QUE UN CLIENTE PERMANECE EN CAJAS

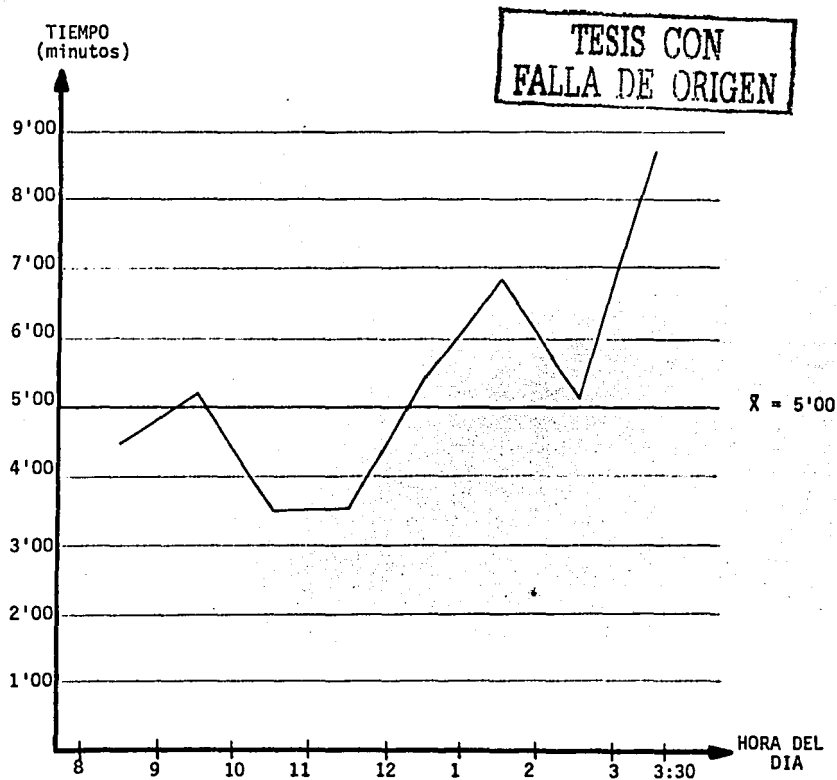


Fig. 4.4.6

Tiempo Promedio que un cliente permanece en cajas = 5'00

\* TIEMPO OCIOSO POR CAJERA DURANTE EL DIA

\* Es importante aclarar que este tiempo no es imputable a la cajera

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

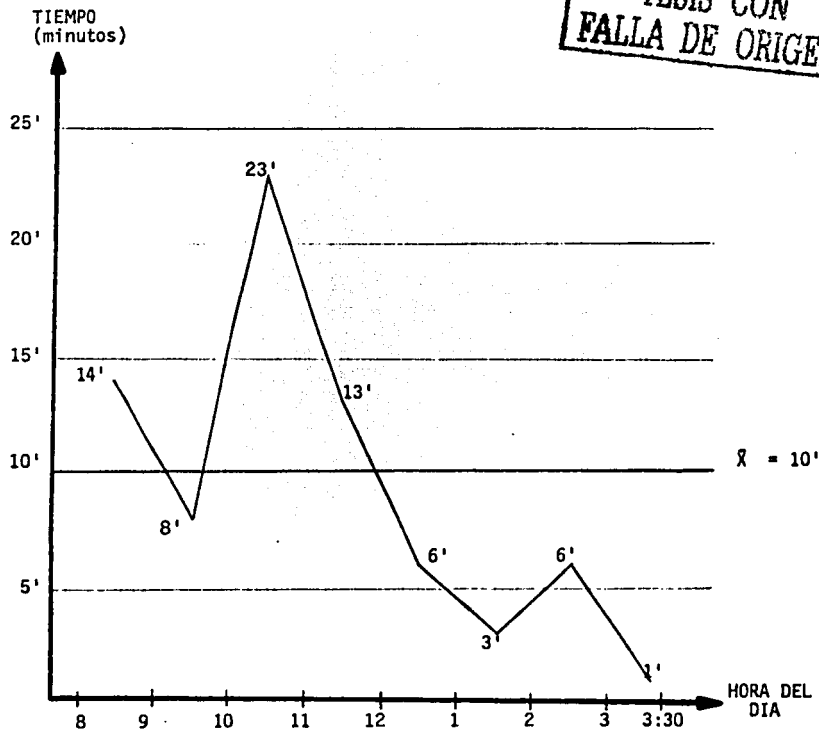


Fig. 4.4.7

Promedio de tiempo ocioso/hora = 10'  
 Tiempo ocioso/dfa = 1 hora  
 Porcentaje de tiempo ocioso/dfa = 17%

PROBABILIDAD DE QUE UN CLIENTE TENGA QUE HACER FILA DURANTE EL DIA

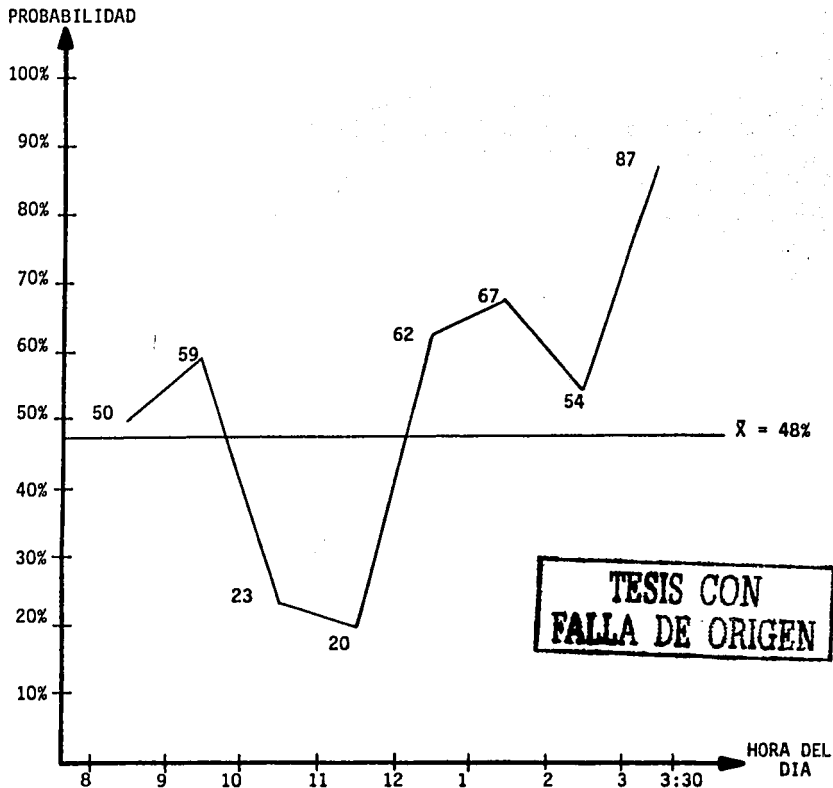


Fig. 4.4.8

Probabilidad de que un cliente tenga que hacer fila durante el día = 48%

## COMPORTAMIENTO DEL SISTEMA EN UN DIA DE CIERRE CONFORME A LA SIMULACION REALIZADA

## + 4 Cajas en Servicio +

1. Tiempo promedio entre las llegadas de los clientes	1'22"
2. Tiempo promedio de servicio	3'25"
3. Tiempo promedio de espera por cliente	1'35"
4. Tiempo promedio de espera <u>de los clientes que esperan</u>	3'15"
5. Tiempo promedio que un cliente permanece en cajas receptoras	5'00"
6. Probabilidad de que un cliente tenga que hacer fila	48%
*7. Porcentaje del tiempo que la cajera está ociosa	17%
	(1 hora)

\* Es importante aclarar que este tiempo no es imputable a la cajera

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

A través del presente estudio he querido mostrar de una forma accesible y sencilla la gran importancia que tiene la Teoría de Colas para la toma de decisiones en las áreas de negocios, con el fin de lograr un balance apropiado entre la demanda de un servicio que éstas proporcionan y la espera por ese servicio.

La decisión final queda restringida de acuerdo a las normas, políticas y necesidades internas de cada empresa, así como el criterio de selección que tengan las personas para tomar una alternativa de solución.

El tratamiento de líneas de espera aquí expuesto nos muestra un enfoque de solución para un modelo de canales múltiples y en determinadas condiciones para un clásico sistema de colas como lo es un área de Cajas. Pero la aplicación de la Teoría de Colas no queda sujeta a este tipo de problemas; abarca muy diversos campos como fábricas, oficinas, departamentos de ventas y sitios públicos. El lector puede identificar fácilmente otras áreas donde puede utilizarse la disciplina de líneas de espera si aprovecha su imaginación y su experiencia.

Actualmente se están desarrollando políticas para controlar los sistemas de colas con el fin de ajustar dinámicamente el número de servidores o tasa de servicio, para compensar los cambios en el número de clientes en el sistema. Se ha enfocado la atención en tres variables de decisión particularmente comunes ( $S$ ,  $\mu$  y  $\lambda$ ) como un vehículo para presentar e ilustrar estos conceptos.

Sin embargo, en muchos casos, una empresa puede obtener grandes ahorros de costos sin necesidad de hacer una importante inversión en el estudio de líneas de espera. Los grupos de Investigación de Operaciones recientemente organizados deben dar gran consideración a la aplicación de esta técnica a los programas iniciales para lograr sustanciosos ahorros de capital.



**BIBLIOGRAFIA**

**Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones**  
**Vol. II Modelos Estocásticos**  
Juan Prawda Witenberg.

**Métodos y Modelos de la Investigación de Operaciones**  
**Tomo I**  
Arnold Kaufmann

**Introducción a la Investigación de Operaciones**  
Hillier / Lieberman

**Métodos Cuantitativos para la toma de decisiones en Administración**  
Gallagher / Watson

**Investigación de Operaciones**  
Serie Schaum  
Richard Bronson

**Introducción a la Investigación de Operaciones**  
Robert J. Thierauf

**Toma de decisiones por medio de la Investigación de Operaciones**  
Thierauf / Grosse

**Investigación de Operaciones**  
Hamdy A. Taha

**Fundamentos de la Investigación de Operaciones**  
Ackoff / Sasieni.