

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

TESIS DE GRADUACIÓN:

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD”

TEMA

**MEJORA EN EL PROCESO DE ATENCIÓN DE CLIENTES EN VENTANILLAS DE UNA DE LAS
SUCURSALES DE UNA INSTITUCIÓN BANCARIA**

AUTORAS

GINGER SOLÓRZANO GARCÍA

KARINA LÓPEZ MUÑOZ

Guayaquil - Ecuador

AÑO

2015

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestra familia, por tenernos la paciencia en este tiempo que dejamos de compartir con ellos y por estar dispuestos siempre a ayudarnos.

“A mis gemelas: Daniela y Estefanía”.

Ginger Solórzano García

“A mi papá, a mis hermanos, sobrinos y en especial a mi mamá porque desde el cielo sé que estás orgullosa de tu hija”.

Karina López Muñoz

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos las fuerzas necesarias en toda esta etapa de estudio y bendicirnos con la posibilidad de caminar a su lado durante toda nuestra vida.

A los profesores de la Maestría por todas sus enseñanzas impartidas.

Al M.Sc. Eduardo Calderón quien como Tutor nos dio las guías necesarias para el desarrollo de este trabajo.

Y principalmente agradecemos a nuestro Co-tutor, Ph.D. Omar Ruiz Barzola, por su paciencia, profesionalismo y orientación para la culminación de este proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en esta Tesis, nos corresponden exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.


Ginger Solórzano García


Karina López Muñoz

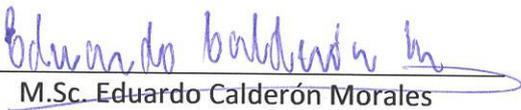
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



MPC. Miriam Ramos Barberán
Presidente



MPC. Diana Montalvo Barrera
Vocal



M.Sc. Eduardo Calderón Morales
Tutor



Ph.D. Omar Ruiz Barzola
Co-Tutor

AUTORAS DE LA TESIS DE GRADUACIÓN

Ginger Solórzano García

GINGER SOLÓRZANO GARCÍA

Karina López Muñoz

KARINA LÓPEZ MUÑOZ

Tabla de contenido

CAPÍTULO I	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVOS PLANTEADOS	2
1.3. ALCANCE.....	3
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.5. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II	5
2.1. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.1. TEORÍA DE COLAS.....	5
2.1.2. DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DISCRETA Y CONTINUA	6
2.1.3. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE.....	7
2.1.4. SIMULACIÓN.....	8
2.1.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	9
2.1.6. SIMULACIÓN BAJO EL MÉTODO DE MONTECARLO	9
2.1.7. ANÁLISIS FODA	10
2.1.8. MATRIZ IMPORTANCIA DESEMPEÑO.....	10
2.2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO.....	12
CAPÍTULO III	14
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	14
3.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
3.3. METODOLOGÍA	14
3.4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	16
3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	18
3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS	19
3.6.1. ANÁLISIS DE DATOS.....	20
3.6.2. ANÁLISIS DE VARIABLES	22
a) Cantidad de clientes que arriban a la agencia	22
b) Tiempo entre llegadas.....	25
c) Tiempo de servicio por transacción	28
d) Tiempo de espera del cliente.....	34
3.6.3. DESCRIPCIÓN DE LA COLA.....	37

CAPÍTULO IV	41
4.1. SIMULACIÓN.....	41
4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SIMULADO	41
4.1.2. ANÁLISIS DE VARIABLES DEL MODELO SIMULADO	43
a) Tiempo entre llegadas.....	43
b) Tiempo de servicio	45
c) Tiempo de espera en la cola	47
d) Tiempo total en el Banco	53
4.2. EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO	59
CAPÍTULO V	63
5.1. CONCLUSIONES	63
5.2. RECOMENDACIONES	64
ANEXOS	65
BIBLIOGRAFÍA.....	67

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de colas básico	5
Figura 2: Matriz Importancia-Desempeño	11
Figura 3: Pasos de la Metodología	15
Figura 4: Proceso de Atención de Ventanillas.....	18
Figura 5: Diagrama de Pareto de Transacciones por Tipo	21
Figura 6: Representación de la frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días lunes ordinario.....	22
Figura 7: Representación de la frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días martes ordinario.....	23
Figura 8: Representación de le frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días miércoles ordinario.	24
Figura 9: Representación de la frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días jueves ordinarios.	25
Figura 10: Gráfico de probabilidad del Tiempo entre Llegadas.....	27
Figura 11: Histograma del Tiempo de servicio por transacción.....	29
Figura 12: Gráfico de probabilidad del Tiempo entre Llegadas.....	35
Figura 13: Resultados de Análisis de Varianza del número de clientes que llegan por intervalos de 30 minutos	38
Figura 14: Sistema de cola para atención en Sucursal Principal de la Institución Bancaria	42
Figura 15: Histograma frecuencias del Tiempo entre Llegadas (simulado).....	43
Figura 16: Histograma frecuencias del Tiempo de servicio (simulado)	46
Figura 17: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con un cajero.....	48
Figura 18: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con dos cajeros....	49
Figura 19: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con tres cajeros ...	51
Figura 20: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con cuatro cajeros	52
Figura 21: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con un cajero	54
Figura 22: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con dos cajeros	55
Figura 23: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con tres cajeros.....	57
Figura 24: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con cuatro cajeros....	58
Figura 25: Tiempo extra por día	61
Figura 26: Gráfico de la Función objetivo	61

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Calificación del servicio de atención en ventanillas	1
Tabla 2: Resultados de encuestas vía Call Center	2
Tabla 3: Interpretación de la Matriz Importancia-Desempeño	12
Tabla 4: Análisis FODA de la Entidad Bancaria.....	17
Tabla 5: Transacciones en ventanilla por tipo de servicio	21
Tabla 6: Medidas de tendencia central y de distribución del tiempo entre llegadas.....	26
Tabla 7: Distribución empírica del tiempo entre llegadas	28
Tabla 8: Tiempo promedio de servicio por transacción.....	28
Tabla 9: Distribución empírica del tiempo de Depósito en Cuenta Corriente	30
Tabla 10: Distribución empírica del tiempo de Retiro en cuenta de ahorros.....	31
Tabla 11: Distribución empírica del tiempo de Cheque pagado en ventanilla	31
Tabla 12: Distribución empírica del tiempo de Depósito en Cuenta de Ahorros (sin libreta)	32
Tabla 13: Distribución empírica del tiempo de Depósito en Cuenta de Ahorros (con libreta).....	32
Tabla 14: Distribución empírica del tiempo de servicio por Actualización de libreta	33
Tabla 15: Distribución empírica del tiempo de servicio de recaudaciones varias	33
Tabla 16: Distribución empírica del tiempo de servicio de emisión de cheque certificado	34
Tabla 17: Medidas de tendencia central y de distribución del tiempo de espera en la cola.....	36
Tabla 18: Número promedio de clientes que llegan a la Sucursal Bancaria	37
Tabla 19: Análisis de las Varianzas de cada intervalo	38
Tabla 20: Tasa de llegada por intervalos de tiempo	39
Tabla 21: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo entre llegadas (simulado).....	45
Tabla 22: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de servicio (simulado)	47
Tabla 23: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola con un cajero (simulado)	48
Tabla 24: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola (simulado) con dos cajeros	50
Tabla 25: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola (simulado) con tres cajeros.....	51
Tabla 26: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola (simulado) con cuatro cajeros.....	53
Tabla 27: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con un cajero.....	54
Tabla 28: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con dos cajeros	56
Tabla 29: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con tres cajeros.....	57
Tabla 30: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con cuatro cajeros.....	59
Tabla 31: Abreviatura función objetivo	60

RESUMEN

Las esperas desesperan, cuantos hemos ido a un Banco a realizar una transacción y nos encontramos con una cola de más de cuarenta personas, o lugares donde existen turnos de diez personas o a veces de ochenta a cien, surge la inquietud de que si los Bancos analizan esta situación y realmente sí. En el mercado de hoy, las instituciones financieras deben cumplir con diversas regulaciones emitidas por entes de control y es por ello que enfocan sus esfuerzos en dar servicios de calidad para exceder las expectativas de sus clientes, uno de los mayores retos es reducir los tiempos de atención. Nos preguntamos cómo reducir esos tiempos y la respuesta podemos encontrarla con la ayuda de herramientas estadísticas así como la de teoría de colas y modelos de simulación.

En primer lugar se recolectó información del tiempo de espera en la cola del Banco, tiempo entre llegadas por cliente, número de clientes, tipo de servicio, tiempo de atención por tipo de servicio en días ordinarios de 08H30 a 15h00.

A cada una de estas variables se aplicaron pruebas de Bondad de ajuste para determinar el tipo de distribución estadística de los datos observados, utilizando el test Kolmogorov-Smirnov. Se utilizaron los programas estadísticos Infostat, Minitab y R para obtener estos resultados.

El uso de la estadística inferencial ayudó a obtener conclusiones sobre el comportamiento de las variables analizadas.

Posteriormente, se realizó la simulación del comportamiento del sistema de cajas utilizando el método de Montecarlo, el cual permitió disminuir la recolección de datos in situ y representar el comportamiento de los clientes y las transacciones.

El desarrollo de esta tesis aportaría a mejorar las prácticas en el ámbito de servicios de las instituciones bancarias, evaluando los tiempos de atención en ventanillas y detectando oportunidades de mejora.

CAPÍTULO I

1.1. ANTECEDENTES

La Institución Financiera en su planificación estratégica realizada a una proyección de 3 años, tiene como objetivo ser el primer Banco mediano del país; actualmente se posiciona en el tercer lugar.

Hoy por hoy, los resultados de la percepción del cliente en cuanto al servicio brindado en ventanillas no son contundentes como para evidenciar si hace falta o no realizar un mejoramiento en este proceso, ya que aproximadamente el 81% de los clientes atendidos en la Sucursal Principal afirma que la atención es “excelente”, mientras que 19% califican al servicio como “malo”, “bueno” y regular, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Calificación del servicio de atención en ventanillas

MESES	EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO	TOTAL
ENERO	80.2%	7.4%	2.3%	10.0%	100%
FEBRERO	80.1%	7.3%	2.4%	10.1%	100%
MARZO	83.6%	6.4%	2.1%	7.9%	100%

Fuente: Institución Bancaria

Autor: Área de Servicio al Cliente de la Institución Bancaria

Adicionalmente, el Banco cuenta con un Call Center, donde trimestralmente se obtiene la calificación de manera específica en 7 dimensiones del servicio de ventanillas: saludo inicial, amabilidad del cajero, presentación personal, expresión verbal, solución de dudas, tiempo de espera y agilidad en la transacción. Los resultados están totalizados en la Tabla 2, donde se indica que el cliente está inconforme con el tiempo de espera en la cola.

Tabla 2: Resultados de encuestas vía Call Center

	DIMENSIÓN	IMPORTANCIA	DESEMPEÑO
A	SALUDO INICIAL	3.60	4.34
B	AMABILIDAD DEL CAJERO	4.10	4.40
C	PRESENTACIÓN PERSONAL	3.00	4.68
D	EXPRESIÓN VERBAL	2.00	4.21
E	SOLUCIÓN DE DUDAS	3.80	4.34
F	TIEMPO DE ESPERA	4.90	3.53
G	AGILIDAD EN LA TRANSACCIÓN	4.40	4.21

Fuente: Institución Bancaria

Autor: Departamento de Call Center de la Institución Bancaria

1.2. OBJETIVOS PLANTEADOS

Para mejorar la percepción del servicio brindado en el área de cajas del Banco, lo que aportará al cumplimiento del objetivo estratégico, se plantea el siguiente objetivo general de la tesis:

“Optimizar el tiempo de atención en ventanillas para mejorar la calidad en el servicio”.

Para cumplir el objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar los tiempos de atención al cliente en ventanilla (tiempo de espera y tiempo total de servicio) mediante la aplicación de técnicas estadísticas y de calidad para detectar oportunidades de mejora.
- Identificar cuál es el modelo del comportamiento de la cola en esta entidad bancaria, para adecuar el sistema de atención a clientes.

- Establecer el tiempo promedio de atención de los cajeros por cada tipo de transacción.
- Determinar si la capacidad instalada para brindar el servicio es suficiente para cubrir la demanda de clientes.

1.3. ALCANCE

En este trabajo de tesis se realizará la aplicación de la Teoría de colas en una Institución Financiera, como una herramienta para el mejoramiento del proceso de atención en ventanillas.

Cabe recalcar que este trabajo se realizó para la Sucursal Principal; y, si se desea conocer si los recursos asignados en otra oficina del Banco son o no los suficientes para atender la demanda, se debe realizar este mismo estudio con la información correspondiente a dicha localidad, ya que cada oficina tiene un comportamiento diferente, por su ubicación, tamaño, estructura, etc.

Esta tesis no abarca el establecimiento de un modelo para establecer el número de cajeros necesarios cuando el Banco desee abrir una agencia nueva; sin embargo la metodología utilizada puede servir como insumo para un estudio de este tipo.

1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El principal inconveniente que presenta esta empresa es la presentación de largas colas que se generan para obtener los servicios en el área de ventanillas. Este fenómeno es heterogéneo, porque hay días en que existe poca demanda en la cola y otros donde la espera es interminable.

Es necesario conocer si los Cajeros existentes son los suficientes para atender la demanda, la preocupación de este Banco es no incurrir en costos excesivos

por incluir más Cajeros sin un análisis previo y poder responder a la demanda de clientes.

1.5. HIPÓTESIS

El número de cajeros actuales es suficiente para atender la demanda actual de clientes en el Banco, en días ordinarios de labores.

CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. TEORÍA DE COLAS

La teoría de colas sirve para la planificación de la capacidad encontrando un equilibrio entre la atención al cliente y el costo de agregar capacidad. Se representan los distintos servidores donde se llevarán a cabo las actividades que se desarrollan en el sistema mediante un conjunto de estaciones de trabajo interconectadas. (Guasch, 2009).

Una representación gráfica de la teoría de colas es la siguiente Figura 1:

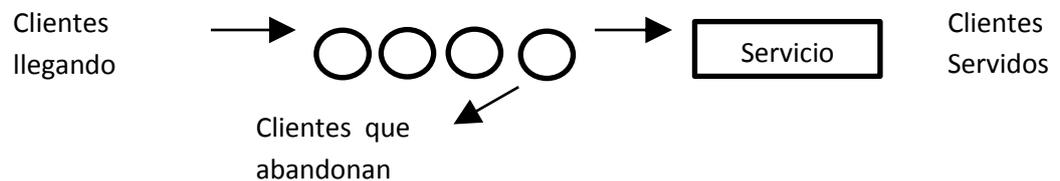


Figura 1: Sistema de colas básico

Fuente: Teoría de Colas, Universidad Politécnica de Valencia (2010).

Autor: José Pedro García Sabater

Características de los sistemas de colas (García, 2010):

- a) Patrón de llegada de los clientes.
- b) Patrón de servicio de los servidores.
- c) Disciplina de cola.
- d) Capacidad del sistema.
- e) Número de canales de servicio.
- f) Número de etapas de servicio.

2.1.2. DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DISCRETA Y CONTINUA

Una distribución de probabilidad indica todos los posibles valores que pueden representarse como resultado de un experimento en un evento futuro. (Martínez C. , 2005).

Variable Aleatoria Discreta

Una distribución discreta es aquella cuya función de probabilidad sólo toma valores puntuales en un conjunto de valores de X finito o infinito numerable.

La distribución Poisson es utilizada para encontrar el número de éxitos que ocurren cuando los sucesos son impredecibles (ocurrencia aleatoria) durante un periodo de tiempo, volumen, distancia o área fija. Es utilizada para la aproximación de experimentos de tipo binomial cuando el número de veces que se realiza el experimento “n” es grande y la probabilidad de éxito “p” del experimento es muy pequeña. El número de veces que ocurre el suceso (éxito) durante el intervalo dado, es la constante lambda λ . (Martínez & Marí).

Características que tiene una distribución Poisson:

- El suceso es aleatorio.
- La población es infinita.
- La muestra de tamaño n bastante elevada.
- Cada intervalo de tiempo/volumen/distancia/área es independiente entre sí.
- El valor promedio del número de éxitos (llamado λ) es una constante para todos los intervalos.

Variable Aleatoria Continua

Una variable aleatoria es continua si entre dos valores, puede tomar infinitos valores intermedios.

La distribución exponencial es utilizada en aplicaciones de teoría de colas y estudios de confiabilidad porque tiene la propiedad de mantenerse en el tiempo dado que la probabilidad de éxito de un evento (sea éste presente o futuro) no es dependiente de los ya ocurridos.

En aplicaciones de Teoría de colas para determinar el tiempo del servicio puede utilizarse la distribución exponencial, mientras que para determinar la extensión de la fila de espera se puede utilizar la distribución de Poisson.

2.1.3. PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

Las Pruebas de Bondad de Ajuste sirven probar estadísticamente que la distribución de frecuencias observadas se ajustan con alguna distribución teórica conocida: Uniforme, Multinomial, Binomial, Poisson, Normal, etc. (Reynaga, 2012).

KOLMOGOROV-SMIRNOV

La prueba de *Kolmogorov Smirnov* se utiliza para confirmar si los datos se ajustan a una distribución determinada, mide el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. (Alford, 2011).

2.1.4. SIMULACIÓN

La simulación es un modelo que permite reproducir el comportamiento de un sistema manipulando ciertas variables para medir los efectos de los cambios introducidos en la operación a estudiar.

Es útil aplicar simulación cuando se manejan demasiadas variables o restricciones, también para realizar experimentos sin intervenir en el funcionamiento real de un sistema y en casos donde se dispone de poco tiempo para recolectar los datos.

Para llevar a cabo una simulación es necesario realizar los siguientes pasos (Coss, 1994):

- **Definición del sistema.** Analizarlo preliminarmente para establecer la interacción del mismo con otros sistemas, restricciones, variables (considerando las interrelaciones entre sí), medidas de certidumbre y resultados a obtener del análisis.
- **Formulación del modelo.** Para la formulación del modelo se definen las variables del mismo (con sus relaciones) y diagramas de flujo que representen el modelo de manera completa.
- **Colección de datos.** Definir clara y exactamente los datos de entrada del modelo. Los datos pueden ser históricos o generados a través de un experimento.
- **Implementación del modelo en computadora.** Definir la herramienta para el procesamiento de la información; ya sea algún lenguaje de programación o software de simulación.
- **Validación.** Se deben validar los datos del modelo utilizando la técnica que aplique por ejemplo regresión lineal, opinión de usuarios o técnicos que conozcan del tema.

- **Experimentación.** Se debe generar resultados con el modelo y analizar la información obtenida.
- **Interpretación.** La información que proporciona la simulación ayudará a tomar una decisión.
- **Documentación.** Dejar sentado por escrito el modelo utilizado.

2.1.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se denomina también prueba de significación o test de hipótesis, evalúa suposiciones o afirmaciones acerca de los valores estadísticos de la población. (Martínez C. , 2005).

Es indispensable cuando se requiere tomar una decisión sobre la validez de la representación en una población, con base a resultados obtenidos a través de una muestra, para ello es necesario plantear posibilidades acerca de las características a estudiar en un población determinada.

Hipótesis nula y alternativa

Una hipótesis nula es aquella en la cual se hace una afirmación sobre el parámetro a constatar con el resultado muestral, mientras que la hipótesis alternativa es lo contrario de la hipótesis nula, es decir, se afirma que la hipótesis nula es falsa.

2.1.6. SIMULACIÓN BAJO EL MÉTODO DE MONTECARLO

Es un tipo de método numérico que haciendo uso de la inferencia estadística y computadoras permite reproducir el comportamiento de variables aleatorias (Grijalva, 2009). Con esta técnica se identifican las variables aleatorias que con

su comportamiento determinan la conducta del sistema. Para cada una de las variables aleatorias, se realiza un experimento donde se generan muestras aleatorias con ayuda de un computador y luego se determina cómo se comporta el sistema. Al realizar de manera repetitiva un mayor número de experimentos de este tipo, se obtienen resultados que permitirán conocer el sistema de manera precisa.

2.1.7. ANÁLISIS FODA

Hemos incluido un análisis FODA que resume temas claves sobre el entorno empresarial y de la capacidad estratégica de una empresa que puedan afectar el desarrollo de la estratégica a aplicarse (Johnson, Scholes, & Whittington, 2006).

Para elaborar un FODA separamos en cada cuadrante las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Las fortalezas y debilidades afectan internamente a la empresa en tanto que las oportunidades y las amenazas están relacionadas con el entorno empresarial.

2.1.8. MATRIZ IMPORTANCIA DESEMPEÑO

Una de las herramientas para evaluar el servicio es la Matriz de Importancia/Desempeño creada por Martilla y James en el año 1977, en principio fue utilizado como una herramienta de marketing; sin embargo, le dieron aplicación en otros ámbitos ya que consiste en representar gráficamente, los elementos a mejorar de un servicio determinado (Abalo, Varela, & Rial, 2005).

El Análisis Importancia/Desempeño (*Importance-Performance Analysis (IPA)*, Martilla y James, 1977) hace una comparación entre la importancia que la empresa da a los atributos o elementos que componen el servicio versus la valoración que hacen los clientes una vez que han utilizado el servicio, esta última información se obtiene a través de encuestas.

Una vez obtenida la información se grafican los resultados en una matriz de relación la cual se divide en cuatro cuadrantes (Figura 2).

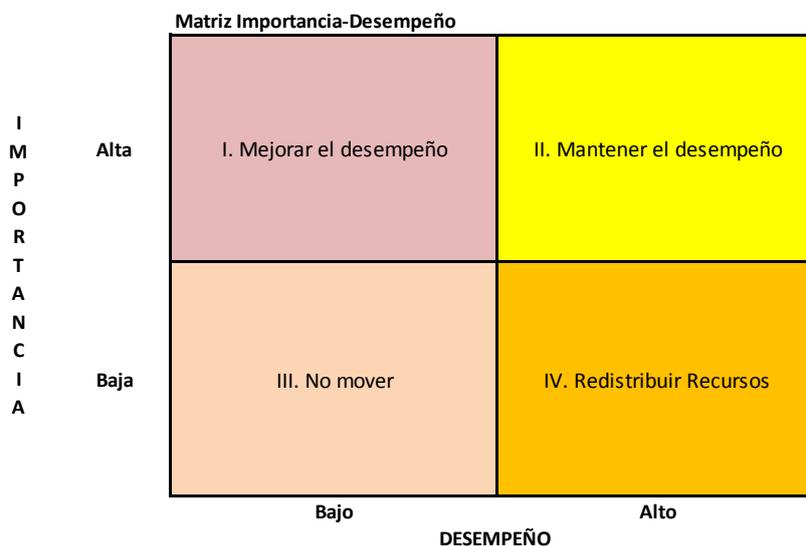


Figura 2: Matriz Importancia-Desempeño

Autores: Martilla & James (1977)

Dependiendo donde se agrupen los resultados se priorizan los atributos a ser mejorados a partir de la identificación de fortalezas y debilidades, además de que provee una guía para la formulación de estrategias y las acciones que se deriven de estas (Betancourt & Mayo). En la Tabla 3 se observa la definición de cada cuadrante de la matriz con la respectiva estrategia sugerida para mejorar el servicio:

Tabla 3: Interpretación de la Matriz Importancia-Desempeño

Interpretación de la Matriz Importancia-desempeño		
Cuadrantes	Interpretación	Estrategia a seguir
Cuadrante I	ALTA IMPORTANCIA Y BAJO DESEMPEÑO Este cuadrante revela los atributos vulnerables, o sea, aquellos que necesitan un esfuerzo especial debido a que tienen una alta importancia pero su desempeño no alcanza los niveles deseados.	Concentrarse en la mejora del desempeño de estos atributos
Cuadrante II	ALTA IMPORTANCIA Y ALTO DESEMPEÑO Este cuadrante muestra los atributos importantes que son bien desempeñados por la organización y representan las fortalezas	Mantener el desempeño de estos atributos
Cuadrante III	BAJA IMPORTANCIA Y BAJO DESEMPEÑO El desempeño de los atributos ubicados en este cuadrante no alcanzan la calidad del servicio requerida, pero los encuestados no le atribuyen un alto nivel de importancia, por lo que se les trata con relativa indiferencia.	Baja prioridad, estos atributos no necesitan de atención especial.
Cuadrante IV	BAJA IMPORTANCIA Y ALTO DESEMPEÑO Este cuadrante muestra los atributos menos importantes que están siendo desempeñados con excelencia, por lo que se considera que se les ha atribuido una superioridad irrelevante.	Redistribuir recursos o esfuerzo hacia atributos más importantes que tengan un desempeño bajo.

Autores: Martilla & James (1977)

2.2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO

La teoría de Colas es excelente a la hora de mejorar productos intangibles, ha sido utilizada en instituciones financieras de diversa índole, como lo publicado en la Revista EAFIT (Gómez, 2008) en una Cooperativa financiera donde lo fundamental para ellos era dar buen servicio; es por ello que se basaron en controlar el tiempo de espera de atención a los usuarios. La metodología fue recolectar los datos de tiempos de llegada y tiempos de atención, y el análisis exploratorio estadístico para comprobar supuestos del modelo y confiabilidad de los datos para aplicar el modelo de teoría de colas y determinar las variables de salida, el cual les permitió calcular el número óptimo de promotores sin sacrificar la eficiencia de la empresa.

Otras aplicaciones en el campo financiero usan la teoría de colas de la mano con la simulación. En el año 2010 (Moya, 2010) con el objetivo de estudiar el desempeño de una sucursal de servicios bancarios separaron la variación de las tasas de entrada en períodos de treinta minutos.

En este estudio utilizaron el Programa de Simulación Arena y enfatizan la importancia de estudiar correctamente los procesos de servicios que se comportan como modelos Poisson para evitar invalidar los resultados obtenidos de los modelos de simulación, es por ello que hay que analizar correctamente los datos observados ya que no siempre la distribución se ajusta a un modelo probabilístico conocido.

CAPÍTULO III

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo cuantitativo, debido que conlleva el análisis de algunas variables para conseguir la respuesta a un problema medible u observable. Para ello, es necesario la recolección de datos, medición numérica y el análisis estadístico que permita observar un patrón de comportamiento para posteriormente probar una hipótesis (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010).

3.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación realizada busca determinar si el número de cajeros es el suficiente para atender a la demanda actual de clientes del Banco en días normales de atención. No se trata de determinar una relación entre estas variables, se recogerá información sobre ellas para someterlas a un análisis estadístico y posteriormente la aceptación o rechazo de la hipótesis.

3.3. METODOLOGÍA

Debido a que la presente investigación trata de conocer la realidad que suscita en la atención que brinda el Banco en la Sucursal Principal a través de sus cajeros, se ha considerado una metodología de investigación aplicada (ver la Figura 3), la cual está definida de la siguiente manera: “Es aquella que incluye cualquier esfuerzo sistemático y socializado por resolver problemas o intervenir situaciones” (Vargas, 2009).

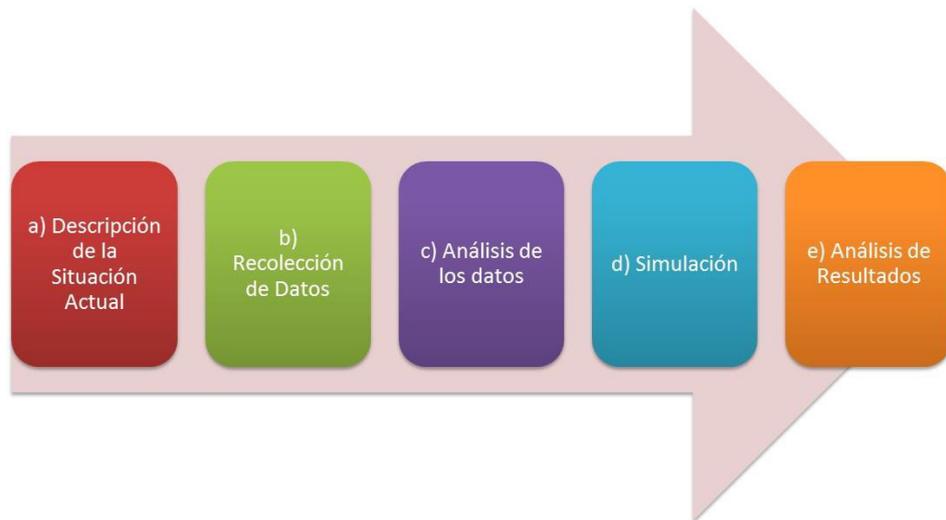


Figura 3: Pasos de la Metodología

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

a) Diagnóstico de la Situación Actual

Para conocer mejor la situación del banco se describirá cualitativamente a través de un análisis FODA y cuantitativamente mediante una matriz de criticidad para mostrar el nivel de servicio. También se presenta el proceso de atención en las ventanillas del Banco.

b) Recolección de datos.

Para el desarrollo de trabajo se recolectará de la sucursal matriz la siguiente información:

1. Cantidad de clientes que arriban a la agencia.
2. Tiempo entre llegadas.
3. Tiempo de servicio por transacción.
4. Tiempo de espera del cliente.

c) Análisis de los Datos

Una vez obtenidos los datos se aplicará la prueba de Bondad de ajuste para determinar el tipo de distribución estadística de los datos observados, utilizando el test de Kolmogorov-Smirnov.

d) Simulación

Se realizará la simulación, utilizando la simulación de Montecarlo, para representar el comportamiento de los clientes y las transacciones.

e) Análisis de Resultados

Una vez obtenidos los datos de la simulación estos se analizarán utilizando los programas estadísticos Infostat, Minitab y R para obtener los resultados y tomar decisiones.

3.4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

La determinación de la situación actual del Banco se ha realizado a partir de herramientas tanto cualitativas como cuantitativas. Para examinar la interacción entre las características particulares del Banco y el entorno en el que se desenvuelve se ha considerado elaborar un análisis FODA. En la Tabla 4 se puede visualizar la primera columna el análisis organizacional (identificación de fortalezas y debilidades) y en la segunda columna el análisis del entorno (identificación de amenazas y oportunidades).

Tabla 4: Análisis FODA de la Entidad Bancaria

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Ser el séptimo banco privado (7 de 26) y 3º banco mediano ¹ (3 de 7) del país.	Aplicar la fabrialización de productos ² , lo que permitirá una reducción significativa de costos.
Estructura financiera sólida y solvente.	Desarrollo de REMESAS como producto principal del Banco, ya que es reconocido internacionalmente.
Colocación diversificada de la cartera de créditos.	Explotación de la Banca Virtual para un mejor servicio.
Software para el aprendizaje interno (e-learning).	Recaptura de clientes inactivos y captación de nuevos.
Buen posicionamiento de marca e imagen de la empresa en el Austro.	Alianzas con empresas estratégicas para colocación de productos y servicios.
Personal con antigüedad y experiencia en el Banco.	Necesidad de las Universidades para establecer alianzas (desarrollo de pasantías, de tesis, personal temporal).

DEBILIDADES	AMENAZAS
Alta rotación en personal de atención de público.	Alta calificación de Riesgo de la competencia.
Ciertos procesos operativos de los productos y servicios no son automatizados	Nuevas disposiciones contenidas en la Constitución referentes al Sector Financiero y sus consecuencias en el sector productivo.
Falta de sistema integrado (ERP).	Tecnología avanzada utilizada por la competencia que permite rapidez en los servicios.
Falta consolidación de imagen a nivel nacional (actualmente solo en el Austro).	Saturación de Tarjetas de crédito en el mercado.
	Expansión del mercado de las Cooperativas.
	Nuevas formas aplicadas para el lavado de activos y fraude informático.

Fuente: Institución Bancaria

Autor: Área de Servicio al Cliente de la Institución Bancaria

¹ La Superintendencia de Banco y Seguros (SBS) agrupa a las entidades financieras utilizando la metodología de percentiles de acuerdo a la participación del Activo, considerando un "Banco Mediano" los que se en el encuentran rango menor de 9% y mayor o igual al 2%.

² En la institución financiera estudiada utilizan el concepto de "Fabrialización de Producto" a la aplicación de reingeniería de procesos.

3.5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

En la Figura 4 se muestra el proceso de atención en ventanillas en la Sucursal Principal del Banco:

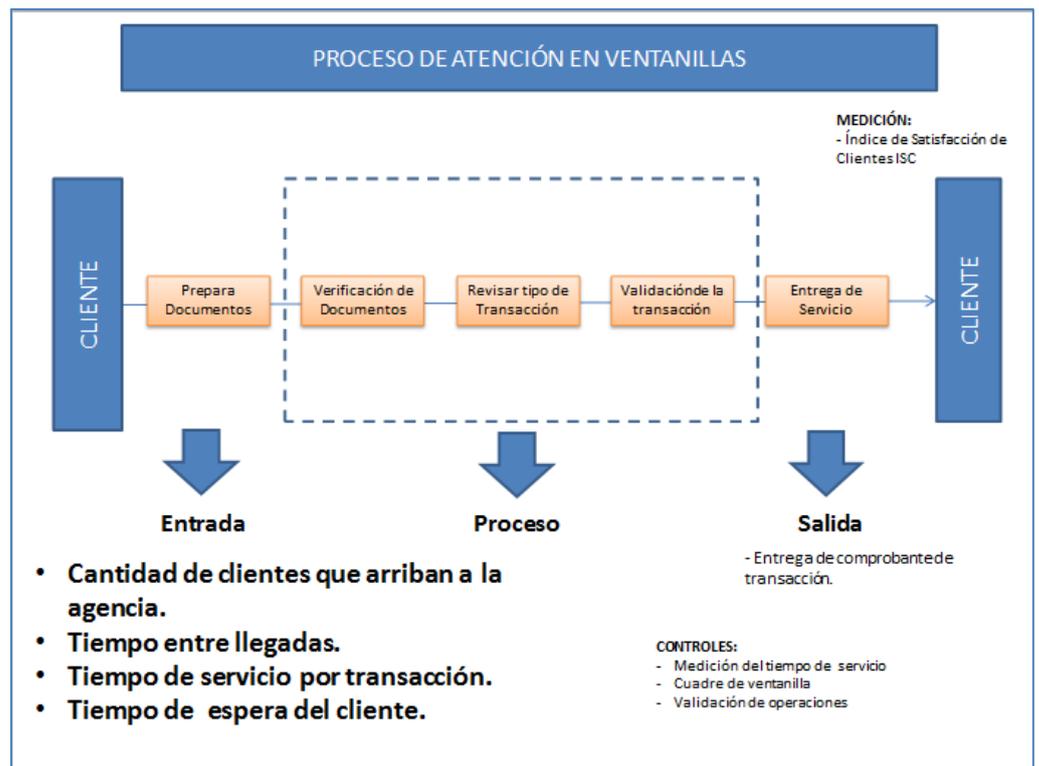


Figura 4: Proceso de Atención de Ventanillas

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

A través del proceso de atención en ventanillas de la Sucursal Principal del Banco, se realizan la prestación de los siguientes servicios:

Para Cuentas Corrientes:

- Pago de cheques.
- Depósitos en efectivo o cheques.

Para Cuentas de Ahorro:

- Retiro de ahorros

- Depósitos de ahorros.
- Actualización de libreta.

Recaudaciones varias:

- Servicios básicos
- Matriculación vehicular
- Impuestos prediales
- Servicios privados (tv cable, etc.).

Servicios varios

- Emisión de cheques certificados

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se obtuvo mediante la aplicación de la caracterización del sistema de servicio. Esto consiste en clasificar el comportamiento de los clientes a la llegada a la Sucursal, dependiendo de la tasa de arribo de los mismos.

Los datos deben contener ciertas características para evitar incluir el sesgo, tal como: ningún día festivo o que contenga comportamiento inusual, ningún mes con gran actividad financiera y la recolección de datos en horas de atención por la Sucursal.

Con las características arriba mencionadas, los datos utilizados en este trabajo corresponden a:

- Los arribos de clientes a la Sucursal principal de un Banco de la ciudad de Cuenca.
- Tipo de días: Ordinarios; es decir ninguno de los días es feriado, ni fin de semana, ni quincena, ni fin de mes; que se sabe que tienen comportamiento inusual.

- Mes: abril, el cual no tiene ninguna particularidad para que los datos sean significativamente diferentes al resto de meses del año; como sí lo son el mes de Diciembre o Enero.
- Lugar: Sucursal Principal.
- Días observados: de lunes a jueves. Los días viernes se consideran como fines de semana.
- Horario: de 09h00 a 15h00.

3.6.1. ANÁLISIS DE DATOS

Antes de empezar con el análisis de las variables se ha considerado importante analizar las transacciones con mayor demanda a través de un Diagrama de Pareto. Para lo cual es relevante conocer que la atención se brinda a través de 4 cajeros, quienes para tomar su hora de almuerzo se dividen en 2 grupos que son:

- 12h00 a 13h00
- 13h00 a 14h00

Como se observa en el gráfico de Pareto (Figura 5), el 83% de las transacciones que se realizan en ventanilla corresponden a los servicios de depósito en cuenta corriente, retiro en cuenta de ahorros, pago de cheques y depósito en cuenta de ahorros (sin libreta).

Tabla 5: Transacciones en ventanilla por tipo de servicio

DESCRIPCION DE TRANSACCIÓN	CANTIDAD	f(x)	F(x)
DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	18254	0.3194	0.3194
RETIRO EN CUENTA DE AHORROS	17571	0.3074	0.6268
CHEQUE PAGADO	6812	0.1192	0.7460
DEPOSITO EN CUENTA DE AHORROS (SIN LIBRETA)	4982	0.0872	0.8332
DEPOSITO EN CUENTA DE AHORROS (CON LIBRETA)	4760	0.0833	0.9164
ACTUALIZACION DE LIBRETA	4612	0.0807	0.9971
RECAUDACIONES VARIAS	82	0.0014	0.9986
EMISION DE CHEQUE CERTIFICADO	82	0.0014	1.0000
Total general	57155		

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

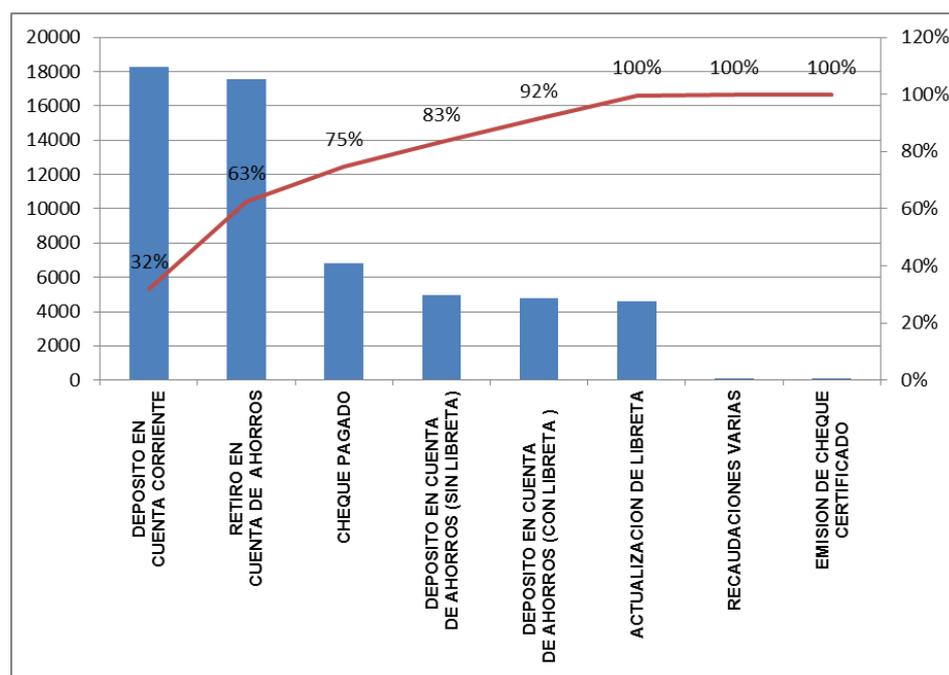


Figura 5: Diagrama de Pareto de Transacciones por Tipo

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Una vez identificadas las transacciones de mayor demanda, se analizan los datos de las variables involucradas para entender el comportamiento que tiene la cola en esta Sucursal Bancaria. A

continuación se detallan específicamente el análisis efectuado tanto de las variables como la de la cola.

3.6.2. ANÁLISIS DE VARIABLES

a) Cantidad de clientes que arriban a la agencia

De los datos recolectados se obtienen los siguientes gráficos, donde se observa que el número de clientes que arriban a la agencia por día es variante.

- Número de clientes que arribaron el día Lunes ordinario: De acuerdo a la Figura 6 un día lunes ordinario tiene la mayor frecuencia de arribo de clientes entre las 09:00 y 9:30. También se observa una disminución del número que clientes que llegan a la Sucursal Bancario después del mediodía.

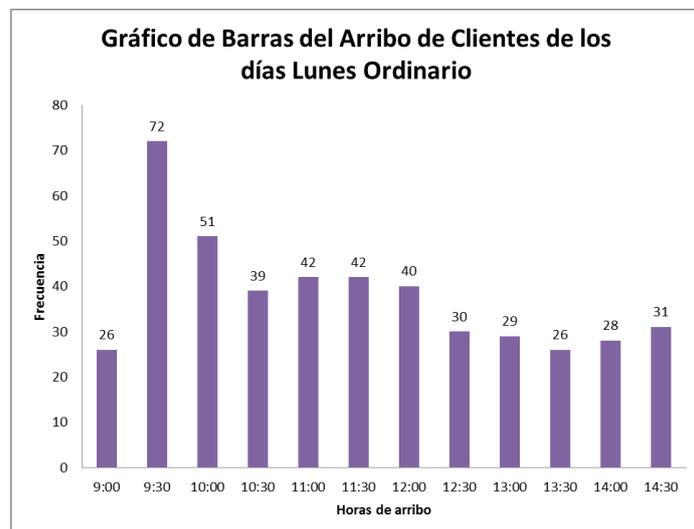


Figura 6: Representación de la frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días lunes ordinario.

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

- Número de clientes que arribaron el día martes ordinario

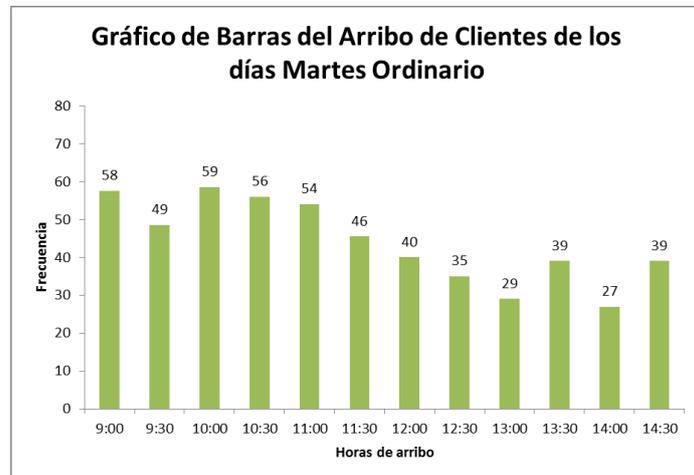


Figura 7: Representación de la frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días martes ordinario.

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

En la Figura 7 observamos que la frecuencia de clientes está entre las 09:00 y 11:00 empezando a disminuir a partir de las 11:30. Adicionalmente se observa una disminución del número de clientes que llegan después del almuerzo.

- Número de clientes que arribaron el día miércoles ordinario

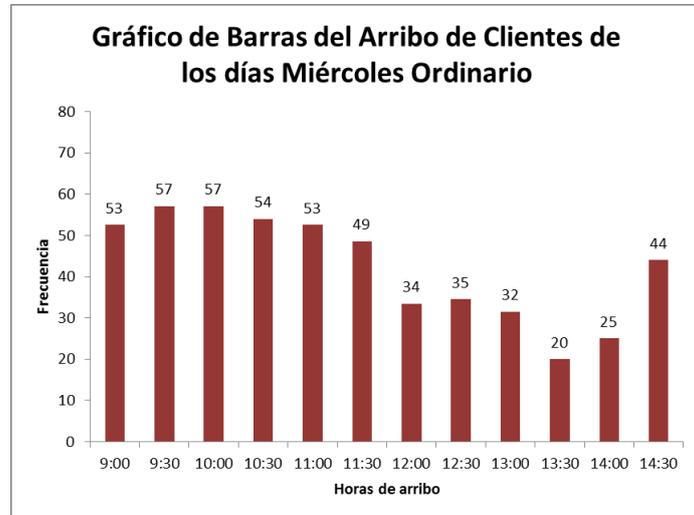


Figura 8: Representación de la frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días miércoles ordinario.

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

En la Figura 8, se observa que los clientes prefieren las horas de la mañana en el horario comprendido entre las 9:00 y 12:00 para realizar las transacciones en esta Sucursal Bancaria, este comportamiento se asemeja al del día martes.

- Número de clientes que arribaron el día jueves ordinario: se observa (Figura 9) que el día jueves la preferencia de los clientes a realizar las transacciones está comprendida entre las 9:30 y 11:00, la frecuencia de clientes excede los 50 clientes.

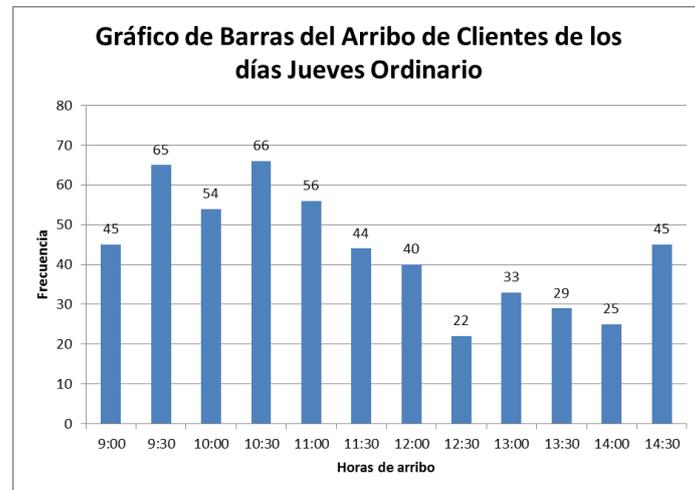


Figura 9: Representación de la frecuencia de arribo de clientes cada media hora los días jueves ordinarios.

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

b) Tiempo entre llegadas

A partir de la estadística descriptiva y de los intervalos construidos con el 95% confianza para medidas de tendencia central y distribución, que se muestran en la Tabla 6 se obtuvieron los siguientes resultados:

- ✓ El tiempo promedio entre llegada de un cliente en la fila es de 0.025 horas, lo que equivale aproximadamente a 1,5 minutos.
- ✓ El tiempo entre llegada de un cliente y otro en la fila, tiene una gran variabilidad debido a que la desviación estándar es de 0.113 horas, lo que equivale a 7 minutos aproximadamente.

- ✓ El tiempo máximo que debe transcurrir para que un cliente llegue a la cola es de 1 hora.
- ✓ Los datos observados tienen distribución sesgada a la izquierda ya que el valor del sesgo es positivo y corresponde a 4.856.
- ✓ La distribución de los datos recolectados es una curva leptocúrtica debido que el valor de Kurtosis es de 25,0564.

Tabla 6: Medidas de tendencia central y de distribución del tiempo entre llegadas

Media	0,02521
Desv .Est.	0,11330
Varianza	0,01284
Sesgo	4,8555
Kurtosis	25,0564
N	3057
Mínimo	0,00001
1er cuartil	0,00012
Mediana	0,00035
3er cuartil	0,00075
Máximo	1,00000
Intervalo de confianza de 95% para la media	
0,02120	0,02923
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
0,00034	0,00037
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
0,11053	0,11621

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

En la Figura 10 se observa el gráfico de probabilidad de tiempo entre llegadas. Para determinar el tipo de Distribución del tiempo entre llegadas de los clientes a la Sucursal, se realizó la prueba de bondad de ajuste con las siguientes hipótesis:

Ho: Los datos poseen una Distribución Exponencial

Vs.

H₁: Los datos no poseen una Distribución Exponencial

Como se observa en la Figura 10, con nivel de significancia del 5%; se obtuvo el valor p menor que 0.003, el mismo que es menor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto los datos no tienen una Distribución Exponencial.

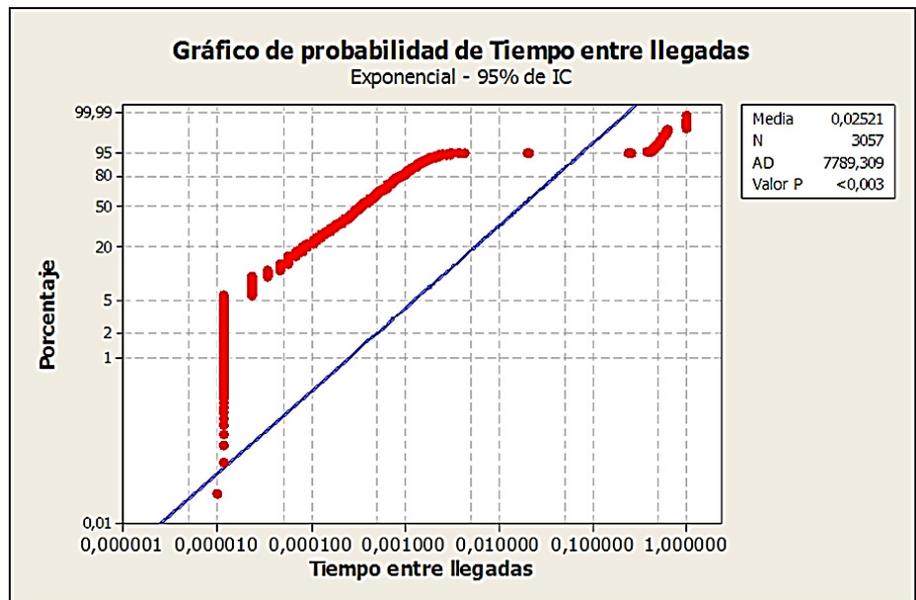


Figura 10: Gráfico de probabilidad del Tiempo entre llegadas

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Al referirse a tiempos, los datos observados no siempre se ajustan a un modelo probabilístico conocido: Poisson, Exponencial, etc. Por lo tanto se obtuvo la distribución empírica del tiempo entre llegadas. En primer lugar se realizó la transformación de los datos a minutos y los resultados se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7: Distribución empírica del tiempo entre llegadas

N°	Intervalos	f(x)	F(x)
1	[0.001-0.010]	0,5800	0,580
2	[0.011-0.020]	0,2305	0,810
3	[0.021-0.030]	0,0984	0,909
4	[0.031-0.040]	0,0463	0,955
5	[0.041-0.050]	0,0210	0,976
6	[0.051-0.060]	0,0101	0,986
7	[0.061-0.070]	0,0062	0,992
8	[0.071-0.080]	0,0076	1,000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

c) Tiempo de servicio por transacción

El tiempo de servicio de los cajeros depende del tipo de transacción (servicio) que el cliente se acerca a realizar a la ventanilla.

En la Tabla 8 se muestran los tiempos promedios de servicio por cada transacción que se realiza en la Sucursal Bancaria:

Tabla 8: Tiempo promedio de servicio por transacción

DESCRIPCION DE TRX	TIEMPO PROM
DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	00:01:03
RETIRO EN CUENTA DE AHORROS	00:02:14
CHEQUE PAGADO EN VENTANILLA	00:02:18
DEPOSITO EN CUENTA DE AHORROS (SIN LIBRETA)	00:01:01
DEPOSITO EN CUENTA AHORROS (CON LIBRETA)	00:02:56
ACTUALIZACION DE LIBRETA	00:02:56
RECAUDACIONES VARIAS	00:02:00
EMISIÓN DE CHEQUE CERTIFICADO	00:01:03

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

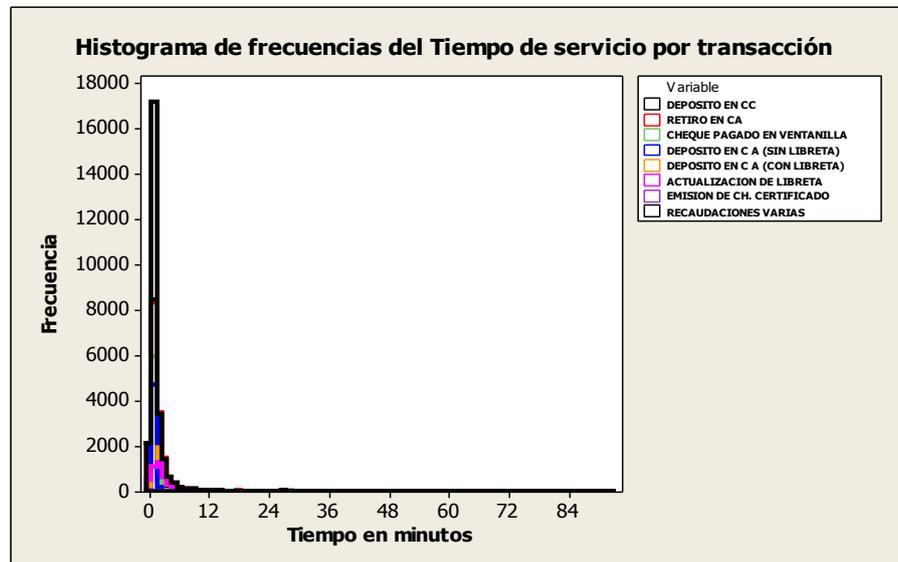


Figura 11: Histograma del Tiempo de servicio por transacción

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Para determinar el tipo de Distribución del tiempo de servicio por transacción, se realizó la prueba de bondad de ajuste con las siguientes hipótesis:

H₀: Los tiempos de servicio por transacción poseen una
Distribución Exponencial

Vs.

H₁: Los tiempos de servicio por transacción no poseen una
Distribución Exponencial

Como se observa en el ANEXO N° 1: Gráfica de probabilidad del Tiempo de servicio por Transacción, con nivel de significancia del 5%; se obtuvo el valor p menor que 0.003, en todos los tipos de transacción, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, es decir

que los tiempos de servicio por cada tipo de transacción no tienen una Distribución Exponencial.

Para el análisis de esta variable se obtuvo la Distribución empírica de los datos recolectados por cada tipo de transacción, las cuales se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 9: Distribución empírica del tiempo de Depósito en Cuenta Corriente

Marca de clase	Intervalos	f(x)	F(x)
0,25	[0.001-0.50]	0,0010	0,0010
0,75	[0.501-1.00]	0,6658	0,6667
1,25	[1.001-1.50]	0,2718	0,9385
1,75	[1.501-2.00]	0,0297	0,9683
2,25	[2.001-2.50]	0,0092	0,9775
2,75	[2.501-3.00]	0,0039	0,9814
3,25	[3.001-3.50]	0,0023	0,9837
3,75	[3.501-4.00]	0,0011	0,9848
4,25	[4.001-4.50]	0,0007	0,9855
4,75	[4.501-5.00]	0,0005	0,9860
5,25	[5.001-5.50]	0,0006	0,9866
5,75	[5.501-6.00]	0,0004	0,9870
6,25	[6.001-6.50]	0,0006	0,9876
6,75	[6.501-7.00]	0,0002	0,9878
7,25	[7.001-7.50]	0,0003	0,9881
8,75	[7.501-10.00]	0,0008	0,9889
12,5	[10.001-15.00]	0,0007	0,9896
17,5	[15.001-20.00]	0,0004	0,9900
40	[20.001-60.00]	0,0100	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 10: Distribución empírica del tiempo de Retiro en cuenta de ahorros

Marca de clase	Intervalos	f(x)	F(x)
0,25	[0.001-0.50]	0,1192	0,1192
0,75	[0.501-1.00]	0,2980	0,4172
1,25	[1.001-1.50]	0,1783	0,5955
1,75	[1.501-2.00]	0,1215	0,7170
2,25	[2.001-2.50]	0,0742	0,7911
2,75	[2.501-3.00]	0,0483	0,8395
3,25	[3.001-3.50]	0,0312	0,8706
3,75	[3.501-4.00]	0,0225	0,8931
4,25	[4.001-4.50]	0,0138	0,9069
4,75	[4.501-5.00]	0,0110	0,9179
5,25	[5.001-5.50]	0,0087	0,9266
5,75	[5.501-6.00]	0,0082	0,9348
6,25	[6.001-6.50]	0,0046	0,9394
6,75	[6.501-7.00]	0,0045	0,9439
7,25	[7.001-7.50]	0,0029	0,9468
8,75	[7.501-10.00]	0,0165	0,9633
12,5	[10.001-15.00]	0,0105	0,9738
17,5	[15.001-20.00]	0,0064	0,9801
40	[20.001-60.00]	0,0199	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 11: Distribución empírica del tiempo de Cheque pagado en ventanilla

Marca de clase	Intervalos		f(x)	F(x)
0,25	0,0001	0,5	0,0001	0,0001
0,75	0,500	1,00	0,5294	0,5295
1,25	1,000	1,50	0,3500	0,8795
1,75	1,500	2,00	0,0483	0,9278
2,25	2,000	2,50	0,0125	0,9403
2,75	2,500	3,00	0,0057	0,9460
3,25	3,000	3,50	0,0038	0,9498
3,75	3,500	4,00	0,0018	0,9516
4,25	4,000	4,50	0,0012	0,9527
4,75	4,500	5,00	0,0015	0,9542
5,25	5,000	5,50	0,0007	0,9549
5,75	5,500	6,00	0,0013	0,9563
6,25	6,000	6,50	0,0009	0,9571
6,75	6,500	7,00	0,0004	0,9576
7,25	7,000	7,50	0,0004	0,9580
7,75	7,500	8,00	0,0006	0,9586
8,25	8,000	8,50	0,0010	0,9596
8,75	8,500	9,00	0,0004	0,9601
9,25	9,000	9,50	0,0006	0,9607
9,75	9,500	10,00	0,0004	0,9611
30,00	10,000	50,00	0,0327	0,9938
75,00	50,000	100,00	0,0062	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 12: Distribución empírica del tiempo de Depósito en Cuenta de Ahorros (sin libreta)

Marca de clase	Intervalos		f(x)	F(x)
0,25	0,0001	0,5	0,0008	0,0008
0,75	0,500	1,00	0,6716	0,6724
1,25	1,000	1,50	0,2796	0,9520
1,75	1,500	2,00	0,0299	0,9819
2,25	2,000	2,50	0,0088	0,9908
2,75	2,500	3,00	0,0036	0,9944
3,25	3,000	3,50	0,0008	0,9952
3,75	3,500	4,00	0,0004	0,9956
4,25	4,000	4,50	0,0004	0,9960
4,75	4,500	5,00	0,0002	0,9962
7,50	5,000	10,00	0,0028	0,9990
12,50	10,000	15,00	0,0004	0,9994
32,50	15,000	50,00	0,0006	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 13: Distribución empírica del tiempo de Depósito en Cuenta de Ahorros (con libreta)

Marca de clase	Intervalos		f(x)	F(x)
0,25	0,0001	0,5	0,0000	0,0000
0,75	0,500	1,00	0,0101	0,0101
1,25	1,000	1,50	0,2290	0,2391
1,75	1,500	2,00	0,2429	0,4819
2,25	2,000	2,50	0,1557	0,6376
2,75	2,500	3,00	0,0973	0,7349
3,25	3,000	3,50	0,0611	0,7960
3,75	3,500	4,00	0,0460	0,8420
4,25	4,000	4,50	0,0269	0,8689
4,75	4,500	5,00	0,0246	0,8935
5,25	5,000	5,50	0,0174	0,9109
5,75	5,500	6,00	0,0134	0,9244
6,25	6,000	6,50	0,0086	0,9330
6,75	6,500	7,00	0,0069	0,9399
7,25	7,000	7,50	0,0057	0,9456
7,75	7,500	8,00	0,0078	0,9534
8,25	8,000	8,50	0,0055	0,9588
8,75	8,500	9,00	0,0046	0,9634
9,25	9,000	9,50	0,0034	0,9668
9,75	9,500	10,00	0,0032	0,9700
15,00	10,000	20,00	0,0258	0,9958
40,00	20,000	60,00	0,0042	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 14: Distribución empírica del tiempo de servicio por Actualización de libreta

Marca de clase	Intervalos	f(x)	F(x)
0,25	[0.001-0.50]	0,1169	0,1169
0,75	[0.501-1.00]	0,0889	0,2058
1,25	[1.001-1.50]	0,1585	0,3643
1,75	[1.501-2.00]	0,1594	0,5236
2,25	[2.001-2.50]	0,1110	0,6346
2,75	[2.501-3.00]	0,0817	0,7164
3,25	[3.001-3.50]	0,0553	0,7717
3,75	[3.501-4.00]	0,0384	0,8101
4,25	[4.001-4.50]	0,0260	0,8361
4,75	[4.501-5.00]	0,0228	0,8588
5,25	[5.001-5.50]	0,0152	0,8740
5,75	[5.501-6.00]	0,0150	0,8890
6,25	[6.001-6.50]	0,0104	0,8994
6,75	[6.501-7.00]	0,0115	0,9109
7,25	[7.001-7.50]	0,0067	0,9176
8,75	[7.501-10.00]	0,0269	0,9445
12,5	[10.001-15.00]	0,0262	0,9707
17,5	[15.001-20.00]	0,0121	0,9829
40	[20.001-60.00]	0,0171	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 15: Distribución empírica del tiempo de servicio de recaudaciones varias

Marca de clase	Intervalos	f(x)	F(x)
0,25	[0.001-0.50]	0,1148	0,1148
0,75	[0.501-1.00]	0,2532	0,3680
1,25	[1.001-1.50]	0,1913	0,5593
1,75	[1.501-2.00]	0,1705	0,7298
2,25	[2.001-2.50]	0,0912	0,8210
2,75	[2.501-3.00]	0,0423	0,8633
3,25	[3.001-3.50]	0,0302	0,8935
3,75	[3.501-4.00]	0,0215	0,9150
4,25	[4.001-4.50]	0,0118	0,9268
4,75	[4.501-5.00]	0,01	0,9368
5,25	[5.001-5.50]	0,0067	0,9435
5,75	[5.501-6.00]	0,0052	0,9487
6,25	[6.001-6.50]	0,0026	0,9513
6,75	[6.501-7.00]	0,0015	0,9528
7,25	[7.001-7.50]	0,0019	0,9547
8,75	[7.501-10.00]	0,0125	0,9672
12,5	[10.001-15.00]	0,0105	0,9777
17,5	[15.001-20.00]	0,0024	0,9801
40	[20.001-60.00]	0,0199	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 16: Distribución empírica del tiempo de servicio de emisión de cheque certificado

Marca de clase	Intervalos		f(x)	F(x)
0,05	0,0001	0,1	0,0976	0,0976
0,15	0,100	0,20	0,4390	0,5366
0,25	0,200	0,30	0,1463	0,6829
0,35	0,300	0,40	0,1220	0,8049
0,45	0,400	0,50	0,0732	0,8780
0,55	0,500	0,60	0,0122	0,8902
0,65	0,600	0,70	0,0122	0,9024
3,65	0,700	6,60	0,0244	0,9268
12,15	6,600	17,70	0,0122	0,9390
23,25	17,700	28,80	0,0610	1,0000

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

d) Tiempo de espera del cliente

Para determinar el tipo de Distribución del tiempo de espera de los clientes, se realizó la prueba de bondad de ajuste con las siguientes hipótesis:

Ho: Los datos poseen una Distribución Exponencial

Vs.

H₁: Los datos no poseen una Distribución Exponencial

Como resultado de la prueba de Bondad de Ajuste, con un nivel de significancia 5% se obtuvo que el valor de P es menor a 0.003 (Figura 12); por lo tanto se demuestra que los datos de los tiempos de espera de los clientes en la cola no se ajustan a una distribución exponencial.

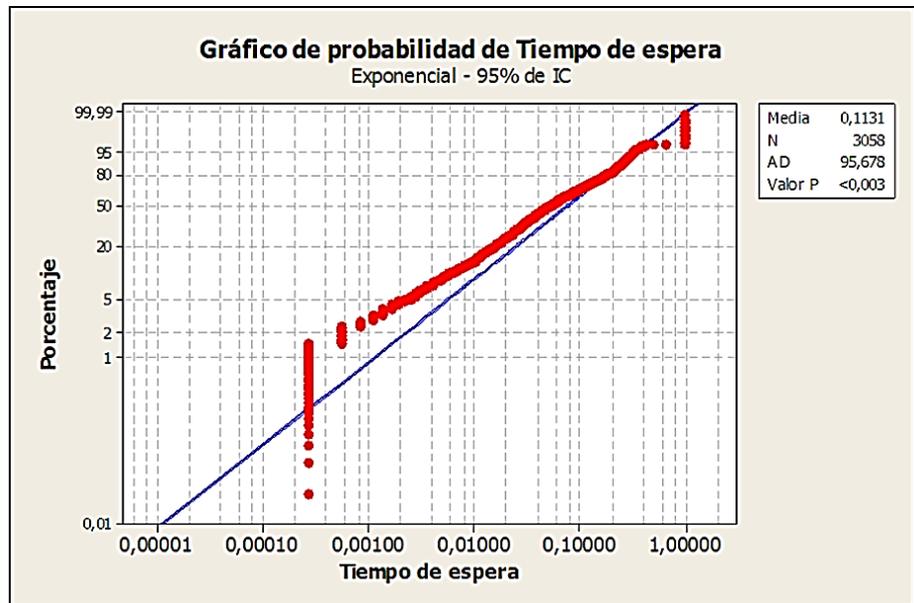


Figura 12: Gráfico de probabilidad del Tiempo de espera

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

En los resultados obtenidos en los intervalos construidos con el 95% de confianza para las medidas de tendencia central y dispersión que se puede observar en la Tabla 17 que:

- ✓ El tiempo promedio que permanece un cliente en la fila es de 0.089 horas, lo que equivale a 5 minutos aproximadamente.
- ✓ El tiempo de espera en la fila tiene una gran variabilidad ya que la desviación estándar es de 0.095 horas lo que equivale a 6 minutos aproximadamente.
- ✓ El tiempo mínimo que permanece un cliente en la fila es de cero horas, con un máximo de tiempo de espera de 0.656 horas, equivalente a 39 minutos.

- ✓ El 50% de los clientes esperan en la fila hasta 0.050 horas (valor de la mediana) lo que equivale a 3 minutos y el 75% de los clientes espera hasta en 0.134 horas (tercer cuartil), es decir 8 minutos.
- ✓ Los datos observados tienen distribución sesgada a la izquierda ya que el valor del sesgo es positivo y corresponde a 1.362.
- ✓ No existe una concentración de datos alrededor de los valores centrales; por lo tanto, la distribución es una curva platicúrtica ya que el resultado del coeficiente de kurtosis es 1.243.

Tabla 17: Medidas de tendencia central y de distribución del tiempo de espera en la cola

Media	0,089206
Desv .Est.	0,095432
Varianza	0,009107
Sesgo	1,36248
Kurtosis	1,24307
N	3058
Mínimo	0,000000
1er cuartil	0,018611
Mediana	0,050000
3er cuartil	0,134444
Máximo	0,655556
Intervalo de confianza de 95% para la media	
0,085823	0,092590
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
0,046944	0,053246
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
0,093099	0,097886

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

3.6.3. DESCRIPCIÓN DE LA COLA

El comportamiento de la cola en esta Sucursal de la entidad bancaria tiene las siguientes características:

a) Patrón de llegada

Para analizar la tasa de llegada de los clientes, se dividió el intervalo 6 horas en 12 intervalos de 30 minutos.

De acuerdo a este intervalo, en la Tabla 18 se muestra el número de clientes que arriban a la Sucursal del Banco.

Tabla 18: Número promedio de clientes que llegan a la Sucursal Bancaria

Horas	09H00 - 09H30	09H31 - 10H00	10H01 - 10H30	10H31 - 11H00	11H01 - 11H30	11H31 - 12H00
Promedio	40	65	58	57	49	47
Horas	12H01 - 12H30	12H31 - 13H00	13H01 - 13H30	13H31 - 14H00	14H01 - 14H30	14H31 - 15H00
Promedio	35	30	29	28	26	40

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Se realizó el análisis de las varianzas (ANOVA) de los intervalos para determinar si el patrón de llegada de los clientes se mantiene o varía conforme va transcurriendo el tiempo (Tabla 19).

Las hipótesis planteadas son:

Ho: El número promedio de clientes que arriban por intervalos de 30 minutos son iguales

Vs.

H₁: El número promedio de clientes que arriban por intervalos de 30 minutos no son iguales

Tabla 19: Análisis de las Varianzas de cada intervalo

ANOVA

Fuente	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	P
Factor	11	11755,5	1068,7	30,71	0,000
Error	60	2088,0	34,8		
Total	71	13843,5			

S = 5,899 R-cuad. = 84,92% R-cuad. (ajustado) = 82,15%

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Los resultados en el Software estadístico Minitab, utilizando el test de Tukey son:

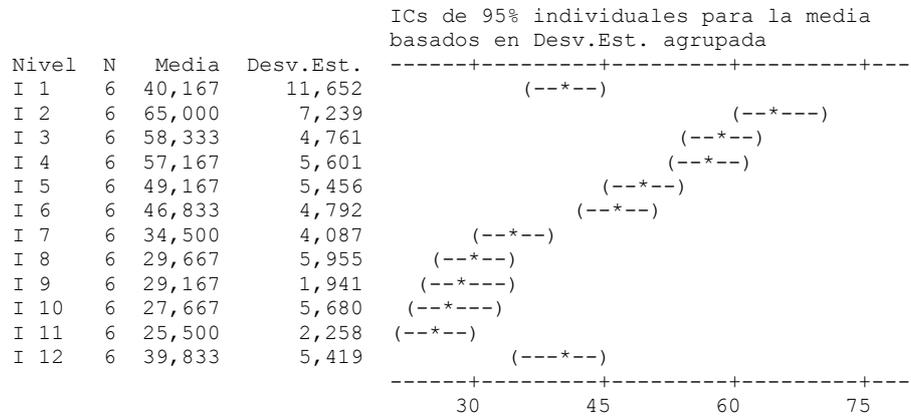


Figura 13: Resultados de Análisis de Varianza del número de clientes que llegan por intervalos de 30 minutos

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Con el resultado del p-valor obtenido con el 5% de significancia, que es prácticamente nulo (0.000) se demuestra que existen diferencias significativas en el número promedio de clientes que arriban a la Sucursal bancaria entre un intervalo de tiempo y otro.

Por esta razón, la tasa de llegada se obtuvo individualmente por cada intervalo de tiempo de 30 minutos (Tabla 20):

Tabla 20: Tasa de llegada por intervalos de tiempo

Horas	09H00-09H30	09H31-10H00	10H01-10H30	10H31-11H00	11H01-11H30	11H31-12H00
$\lambda(t)$	0,803	2,167	1,944	1,906	1,639	1,561
Horas	12H01-12H30	12H31-13H00	13H01-13H30	13H31-14H00	14H01-14H30	14H31-15H00
$\lambda(t)$	1,150	0,989	0,972	0,922	0,850	1,328

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

b) Patrón de servicio de los servidores

El patrón de servicio es variable, ya que depende de tipo de transacción que realiza el cliente: depósitos o retiros en cuentas de ahorro, depósitos en cuentas corrientes, pago de servicios, etc.

c) Disciplina de la cola

Los clientes son atendidos de modo en que llegan, es decir se atiende primero a quién llegó primero. Esta disciplina es conocida como FIFO.

d) Capacidad del sistema

La capacidad del sistema es finita en razón de que la cola se formará hasta la hora de atención del Banco.

e) Número de canales de servicio

Es multicanal con una sola fila de espera. En esta Sucursal Bancaria se tiene asignados 4 Cajeros durante el tiempo de atención al cliente.

f) Número de etapas de servicio

En el Banco es una fila que se forma para que sea atendida por los diversos cajeros, no pasan por otra etapa para recibir el servicio.

CAPÍTULO IV

4.1. SIMULACIÓN

4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SIMULADO

Se realizó la simulación del sistema de la fila de espera en cajas, observado en la Sucursal principal de la entidad bancaria (Figura 14), para determinar si la capacidad instalada en esta oficina es suficiente para atender la demanda de clientes.

La simulación se realizó utilizando “Montecarlo” y a través de fórmulas en Excel. El sistema está compuesto por:

- Una sola fila de clientes. No existe caja preferencial.
- Horario de trabajo: se consideró el horario de atención de 08H30 a 15H30 como es en la actualidad.
- Factor Número de cajeros: se hará la simulación para 1, 2, 3 y 4 cajeros.
- Variable N° 1: Cantidad de clientes que arriban a la agencia.
- Variable N° 2: Tiempo entre llegadas.
- Variable N° 2: Tiempo de servicio por transacción.
- Variable N° 3: Tiempo de espera del cliente.

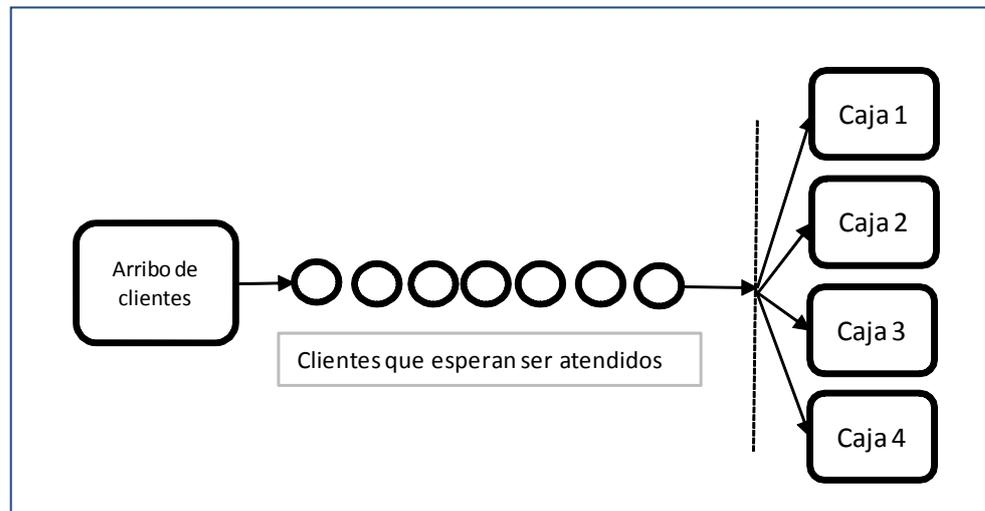


Figura 14: Sistema de cola para atención en Sucursal Principal de la Institución Bancaria

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

En este modelo las variables de entrada son: tiempo entre llegadas y tipo de transacción (servicio solicitado por el cliente), luego de la aplicación de las fórmulas correspondientes en Excel (ver Anexo N° 2: Simulación utilizando el Método de Montecarlo en Excel), se tiene como variables de salida:

- Tiempo de espera en la cola
- Tiempo total en el Banco de cada cliente

Para la simulación del tipo de transacción a realizar se consideraron los siguientes servicios:

1. Depósito en cuenta corriente
2. Retiro en cuenta de ahorros
3. Cheque pagado en ventanilla
4. Depósito en cuenta de ahorros (sin libreta)

5. Depósito en cuenta de ahorros (con libreta)
6. Actualización de libreta
7. Recaudación de servicios varios
8. Emisión de cheque certificado

4.1.2. ANÁLISIS DE VARIABLES DEL MODELO SIMULADO

a) Tiempo entre llegadas

La frecuencia del tiempo entre llegadas de los clientes a la Sucursal Bancaria para la atención en ventanilla, se presenta en Figura 15, donde se observa que 406 clientes (frecuencia mayor) llegaron con una diferencia de medio minuto.

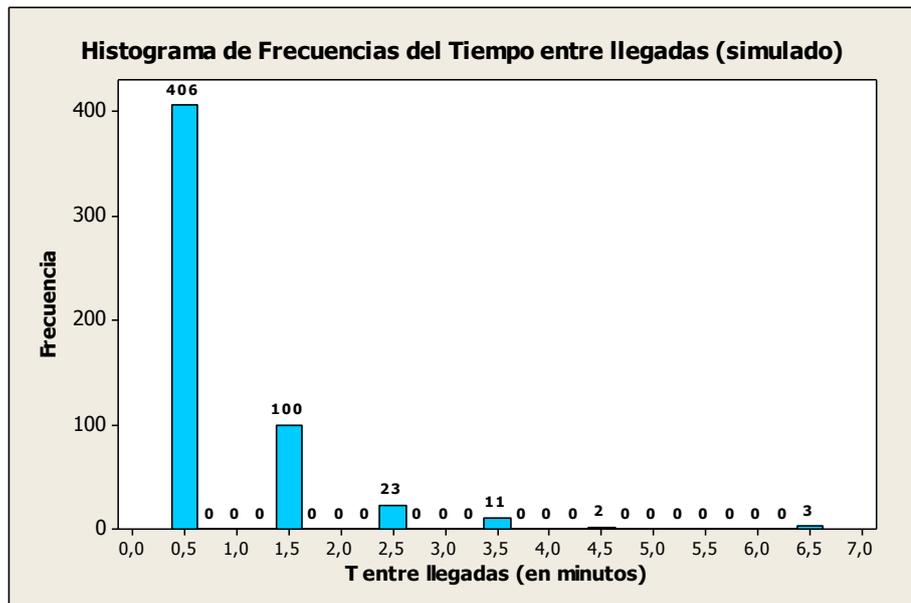


Figura 15: Histograma frecuencias del Tiempo entre Llegadas (simulado)

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Los resultados de las medidas de tendencia central y dispersión construidos con un intervalo de confianza del 95% (Tabla 21) son:

- ✓ El promedio del tiempo entre llegadas de los clientes a la Sucursal Bancaria es de 0.88 minutos, lo que equivale a 53 segundos aproximadamente.
- ✓ El tiempo entre llegadas de los clientes tiene una gran variabilidad ya que la desviación estándar es de 0.81 minutos, lo que equivale a 49 segundos aproximadamente.
- ✓ El tiempo mínimo entre llegadas es de 0.5 minutos, es decir 30 segundos; mientras que el máximo de tiempo entre llegadas corresponde a 6,50 minutos.
- ✓ El 50% de los clientes llegaron con una diferencia de medio minuto respecto al cliente anterior (valor de la mediana) y el 75% de los clientes llegó con una diferencia de un minuto y medio respecto al cliente anterior (tercer cuartil).
- ✓ Los datos observados tienen distribución sesgada a la izquierda ya que el valor del sesgo es positivo y corresponde a 3.26.

Tabla 21: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo entre llegadas (simulado)

Media	0,87615
Desv .Est.	0,80656
Varianza	0,65053
Sesgo	3,2655
Kurtosis	14,7725
N	545
Mínimo	0,50000
1er cuartil	0,50000
Mediana	0,50000
3er cuartil	1,50000
Máximo	6,50000
Intervalo de confianza de 95% para la media	
0,80828	0,94401
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
0,50000	0,50000
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
0,76135	0,85751

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

b) Tiempo de servicio

La frecuencia del tiempo de servicio en ventanilla, se presenta en Figura 16, donde se observa que 254 clientes (frecuencia mayor) realizaron transacciones cuyo tiempo de ejecución fue de hasta un minuto.

En los resultados obtenidos en los intervalos construidos con el 95% de confianza para las medidas de tendencia central y dispersión presentadas en la Tabla 22 son:

- ✓ El promedio del tiempo de servicio en ventanilla es de 2.55 minutos.
- ✓ El tiempo de servicio tiene una gran variabilidad ya que la desviación estándar es de 6.32 minutos.

- ✓ El tiempo de servicio menor es de 0.25 minutos, es decir 15 segundos; mientras que el máximo de tiempo de servicio es de 40 minutos.

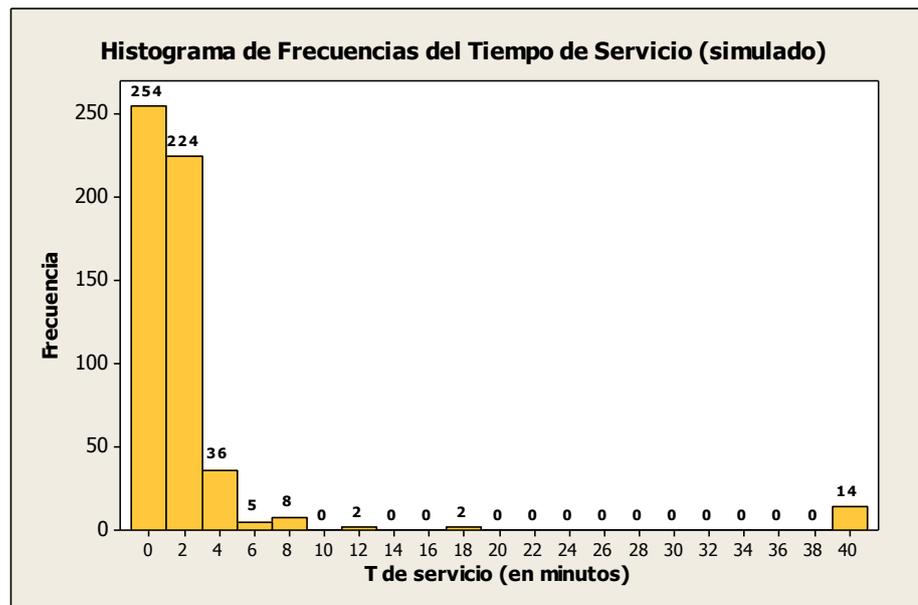


Figura 16: Histograma frecuencias del Tiempo de servicio (simulado)

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

- ✓ El 50% de los clientes realizaron transacciones cuyo tiempo de ejecución fue de 1.25 minutos (valor de la mediana) y el 75% de los clientes realizó transacciones con una duración de 1,75 minutos (tercer cuartil).
- ✓ Los datos observados tienen distribución sesgada a la izquierda ya que el valor del sesgo es positivo y corresponde a 5.41.

Tabla 22: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de servicio (simulado)

Media	2,5537
Desv .Est.	6,3277
Varianza	40,0397
Sesgo	5,4166
Kurtosis	29,0524
N	545
Mínimo	0,2500
1er cuartil	0,7500
Mediana	1,2500
3er cuartil	1,7500
Máximo	40,0000
Intervalo de confianza de 95% para la media	
2,0213	3,0861
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
0,7500	1,2500
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
5,9730	6,7275

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

c) Tiempo de espera en la cola

En el análisis del tiempo de espera de los clientes en la cola se realizó considerando los escenarios de tener una, dos, tres o cuatro ventanillas habilitadas para la atención al cliente.

CON UNA CAJA

Como se puede observar en la Figura 17 y Tabla 23, el tiempo de espera en la cola en la Sucursal bancaria cuando se dispone de un sola caja (ventanilla de atención) habilitada es demasiado alto, ya que el promedio asciende a 462 minutos aproximadamente, lo que equivale a 7 horas; y la desviación estándar asciende a 249,68 minutos.

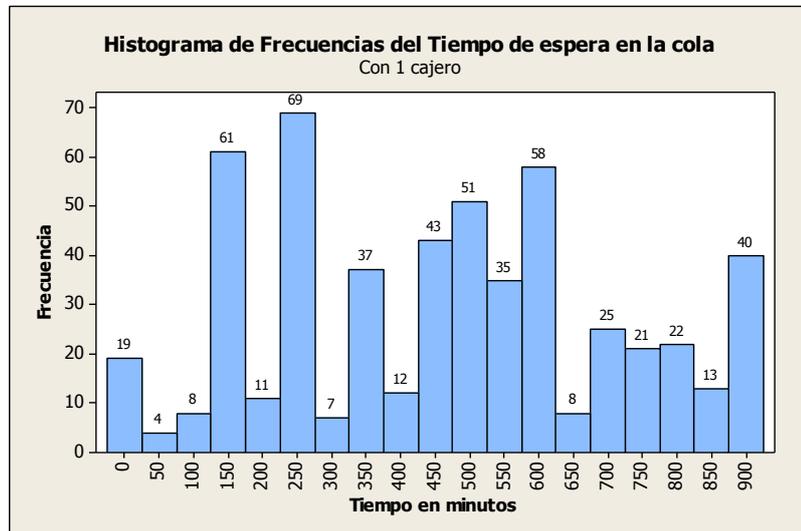


Figura 17: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con un cajero

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 23: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola con un cajero (simulado)

Media	462,80
Desv. Est.	249,68
Varianza	62337,81
Sesgo	0,097286
Kurtosis	-0,938006
N	544
Mínimo	0,00
1er cuartil	236,06
Mediana	476,38
3er cuartil	621,02
Máximo	914,78
Intervalo de confianza de 95% para la media	
441,78	483,83
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
456,04	491,55
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
235,67	265,47

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

CON DOS CAJAS

Como se puede observar en la Figura 18 y Tabla 24, el tiempo de espera en la cola en la Sucursal bancaria ha disminuido cuando se dispone de dos cajas (ventanilla de atención) habilitadas. El promedio asciende a 120.11 minutos aproximadamente, lo que equivale a 2 horas; sin embargo este tiempo de espera tiene una desviación estándar que asciende a 54,37 minutos, es decir casi una hora de diferencia.

En esta simulación el 50% de los clientes esperó en la cola 123,38 minutos, es decir 2 horas aproximadamente y solamente el 25% de los clientes esperaron 68,59 minutos, que equivalen a 1 hora aproximadamente.

Los clientes no estarían dispuestos a esperar este tiempo en la cola.

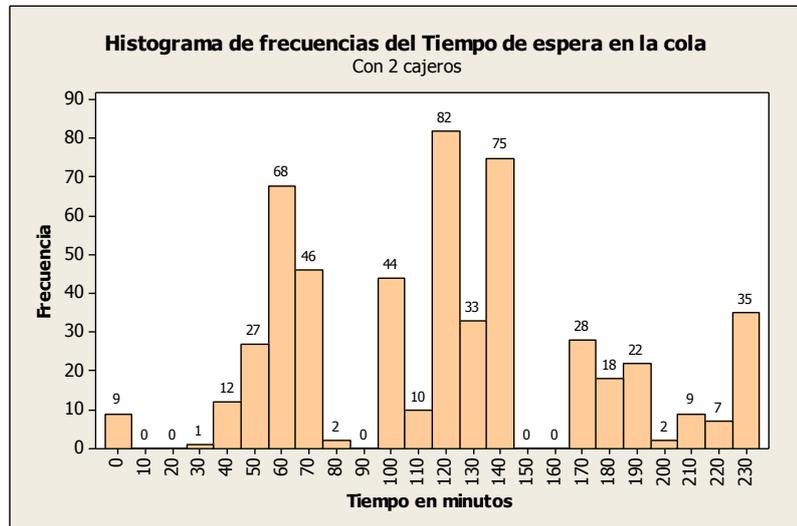


Figura 18: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con dos cajeros

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 24: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola (simulado) con dos cajeros

Media	120,11
Dev. Est.	54,37
Varianza	2956,43
Sesgo	0,273471
Kurtosis	-0,517876
N	530
Mínimo	0,25
1er cuartil	68,59
Mediana	123,38
3er cuartil	141,65
Máximo	231,13
Intervalo de confianza de 95% para la media	
115,47	124,75
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
118,99	124,13
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
51,28	57,86

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

CON TRES CAJAS

Como se puede observar en la Figura 19 y Tabla 25, el tiempo de espera en la cola en la Sucursal bancaria ha disminuido considerablemente al disponer de tres cajeros para la atención al cliente.

El promedio del tiempo de espera en la cola asciende a 13.55 minutos aproximadamente; sin embargo la desviación estándar asciende a 8,91 minutos.

En esta simulación el 50% de los clientes esperó en la cola cuando más 13,25 minutos y el 75% de los clientes esperaron cuando más 20 minutos. Se considera que este no es un tiempo óptimo para que el cliente espere por ser atendido en la ventanilla.

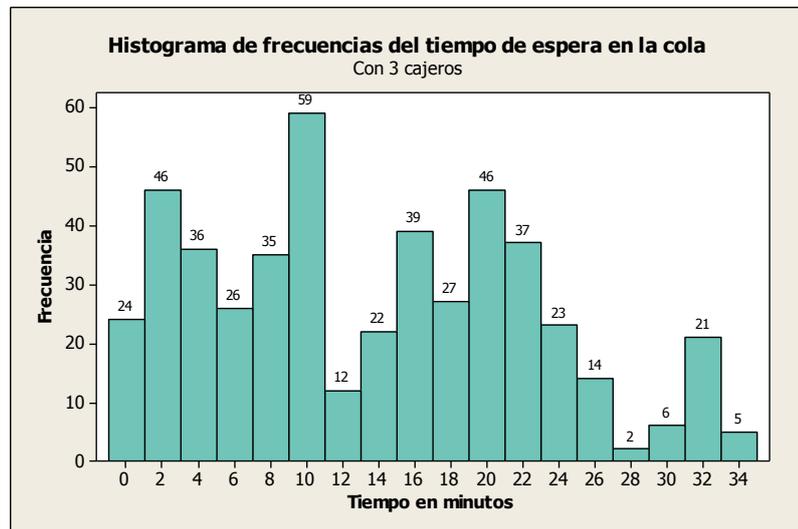


Figura 19: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con tres cajeros

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 25: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola (simulado) con tres cajeros

Media	13,553
Desv. Est.	8,911
Varianza	79,412
Sesgo	0,319698
Kurtosis	-0,786052
N	480
Mínimo	0,250
1er cuartil	6,083
Mediana	13,254
3er cuartil	20,008
Máximo	34,250
Intervalo de confianza de 95% para la media	
12,754	14,353
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
10,501	15,000
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
8,381	9,514

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

CON CUATRO CAJAS

Como se puede observar en la Figura 20 y Tabla 26, el tiempo de espera en la cola en la Sucursal bancaria ha disminuido considerablemente al disponer de cuatro cajeros para la atención al cliente.

El tiempo promedio de espera en la cola no asciende ni al minuto (0.92 minutos); y, la desviación estándar ha disminuido a 0.75 minutos.

En esta simulación el 50% de los clientes esperó en la cola 0.75 minutos y el 75% de los clientes esperaron 1.25 minutos. Se considera que este es un tiempo óptimo para el cliente.

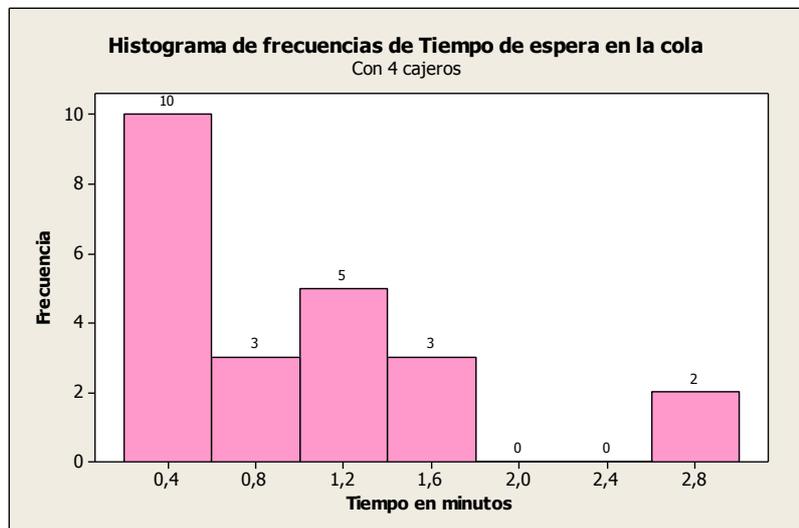


Figura 20: Histograma frecuencias del Tiempo de espera en la cola (simulado) con cuatro cajeros

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 26: Medidas de Tendencia central y de dispersión del tiempo de espera en la cola (simulado) con cuatro cajeros

Media	0,92391
Desv. Est.	0,75165
Varianza	0,56497
Sesgo	1,24417
Kurtosis	1,16132
N	23
Mínimo	0,25000
1er cuartil	0,25000
Mediana	0,75000
3er cuartil	1,25000
Máximo	2,75000
Intervalo de confianza de 95% para la media	
0,59888	1,24895
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
0,25000	1,25000
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
0,58132	1,06384

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

d) Tiempo total en el Banco

CON UNA CAJA

En la Figura 21 y Tabla 27, se ha graficado y se obtienen las medidas de tendencia central y dispersión del tiempo total que permanece el cliente en la Sucursal bancaria cuando se dispone de un sola caja (ventanilla de atención). Se puede determinar con el 95% de nivel de confianza que el tiempo promedio asciende a 464,51 minutos aproximadamente, lo que equivale a 7 horas; y la desviación estándar asciende a 250,18 minutos. Este tiempo total que un cliente permanece en el Banco no es aceptable para la administración de la entidad bancaria.

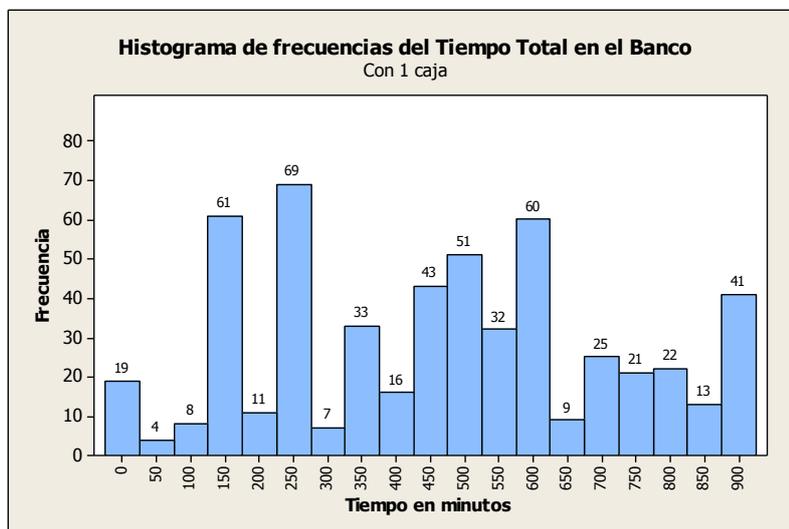


Figura 21: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con un cajero

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 27: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con un cajero

Media	464,51
Desv. Est.	250,18
Varianza	62591,03
Sesgo	0,097770
Kurtosis	-0,940891
N	545
Mínimo	0,75
1er cuartil	237,13
Mediana	477,13
3er cuartil	621,90
Máximo	915,78
Intervalo de confianza de 95% para la media	
443,46	485,56
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
457,16	492,71
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
236,16	265,99

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

CON DOS CAJAS

Como se puede observar en la Figura 22 y Tabla 28, el tiempo total que un cliente permanece en la Sucursal bancaria ha disminuido cuando se dispone de dos cajas (ventanilla de atención) habilitadas. Con el 95% de nivel de confianza se puede determinar que el promedio del tiempo asciende a 119.36 minutos, lo que equivale a 2 horas aproximadamente; sin embargo este tiempo de espera tiene una desviación estándar que asciende a 57,21 minutos, es decir casi una hora de diferencia.

En esta simulación el 50% de los clientes esperó en la cola 123,88 minutos, es decir 2 horas aproximadamente y solamente el 25% de los clientes esperaron 68,19 minutos, que equivalen a 1 hora aproximadamente. Los clientes no estarían dispuestos a esperar este tiempo en la cola.

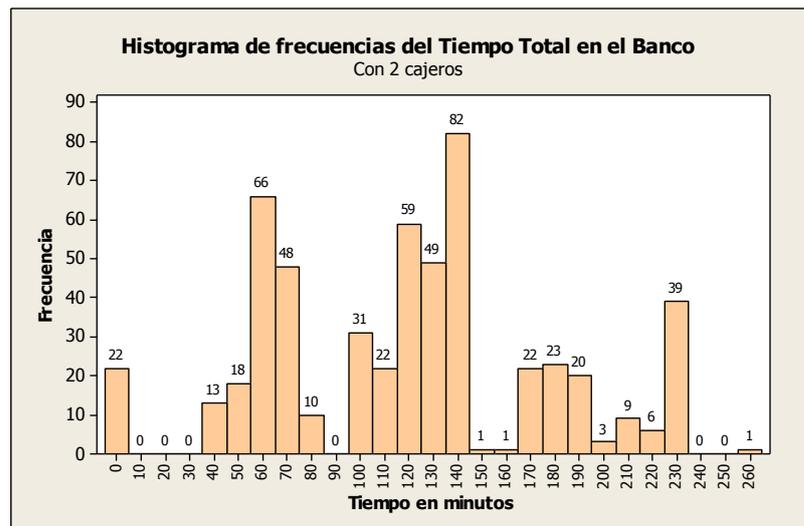


Figura 22: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con dos cajeros
Fuente: Institución Bancaria
Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 28: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con dos cajeros

Media	119,36
Desv. Est.	57,21
Varianza	3273,54
Sesgo	0,164999
Kurtosis	-0,457599
N	545
Mínimo	0,75
1er cuartil	68,19
Mediana	123,88
3er cuartil	142,88
Máximo	257,13
Intervalo de confianza de 95% para la media	
114,55	124,17
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
119,52	125,25
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
54,01	60,83

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

CON TRES CAJAS

Como se puede observar en la Figura 23 y Tabla 29, el tiempo total que el cliente permanece en la Sucursal bancaria ha disminuido considerablemente al disponer de tres cajeros para la atención al cliente.

Con el 95% de nivel de confianza se determina que el tiempo total promedio asciende a 14.49 minutos aproximadamente; sin embargo este tiempo tiene una desviación estándar que asciende a 10,86 minutos.

En esta simulación el 50% de los clientes estuvo 12,25 minutos en la sucursal bancaria y el 75% de los clientes estuvieron 21,76

minutos. Se considera que este no es un tiempo óptimo para que el cliente espere por ser atendido en la ventanilla.

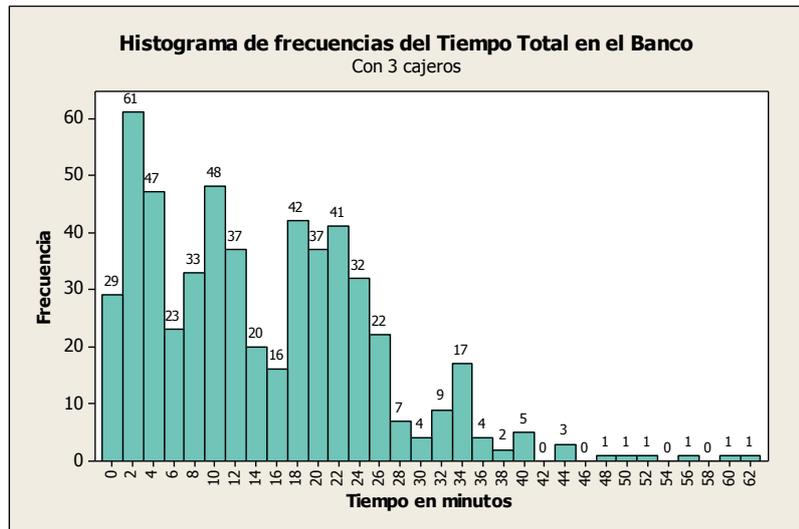


Figura 23: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con tres cajeros
Fuente: Institución Bancaria
Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 29: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con tres cajeros

Media	14,491
Desv. Est.	10,869
Varianza	118,138
Sesgo	0,87710
Kurtosis	1,01539
N	545
Mínimo	0,250
1er cuartil	4,754
Mediana	12,251
3er cuartil	21,760
Máximo	62,500
Intervalo de confianza de 95% para la media	
	13,576 15,405
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
	11,250 14,757
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
	10,260 11,556

Fuente: Institución Bancaria
Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

CON CUATRO CAJAS

Como se puede observar en la Figura 24 y Tabla 30, el tiempo total que permanece un cliente en la Sucursal bancaria ha disminuido considerablemente al disponer de cuatro cajeros para la atención al cliente.

El tiempo promedio de permanencia asciende a 2.59 minutos; pero la desviación estándar asciende a 6.32 minutos.

En esta simulación el 50% de los clientes esperó en la cola 1.25 minutos y el 75% de los clientes esperaron 1.75 minutos. Se considera que este es un tiempo óptimo para el cliente.

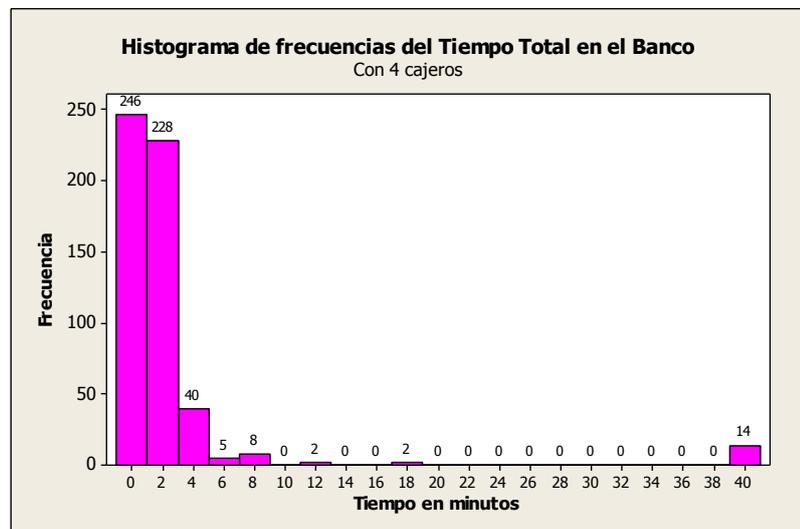


Figura 24: Histograma frecuencias del Tiempo total en el Banco (simulado) con cuatro cajeros

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Tabla 30: Medidas de Tendencia central y de dispersión del Tiempo total en el Banco (simulado) con cuatro cajeros

Media	2,5927
Desv. Est.	6,3249
Varianza	40,0046
Sesgo	5,4057
Kurtosis	28,9740
N	545
Mínimo	0,2500
1er cuartil	0,7500
Mediana	1,2500
3er cuartil	1,7500
Máximo	40,0000
Intervalo de confianza de 95% para la media	
2,0605	3,1249
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
1,2500	1,2500
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
5,9704	6,7245

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

4.2. EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN OBJETIVO

Para responder a la pregunta de ¿Cuánto le cuesta al Banco disponer de un número elevado de cajeros para que el tiempo de espera de cliente disminuya? se formuló la función objetivo para este modelo, utilizando la siguiente ecuación:

$$FO = (\#DLM * SBH * TEH + (SBM * \#C))$$

Donde se describe en la Tabla 31:

Tabla 31: Abreviatura función objetivo

Abreviatura	Descripción
#DLM	Número de días laborables del Mes
SBH	Sueldo Básico en Horas
TEH	Tiempo Extra en Horas
SBM	Sueldo Básico mensual
#C	Número de cajas

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

El resultado de esta función nos permitirá determinar el costo para que los clientes esperen un tiempo óptimo, sin poner en riesgo la eficiencia en la utilización de los recursos (cajeros).

De las variables que componen la función objetivo es necesario aclarar que el tiempo extra corresponde a la diferencia entre el tiempo total que el cajero utiliza para atender diariamente a todos los clientes que llegan a la Sucursal bancaria y el tiempo de atención del horario normal de trabajo. A medida que se incrementa el número de cajeros, el tiempo extra de atención al cliente disminuye, como se observa en la Figura 25.



Figura 25: Tiempo extra por día

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

Con los datos generados en la simulación se realizó la evaluación de la función objetivo considerando que existen uno, dos, tres o cuatro cajeros habilitados, lo que muestra gráficamente en la Figura 26.

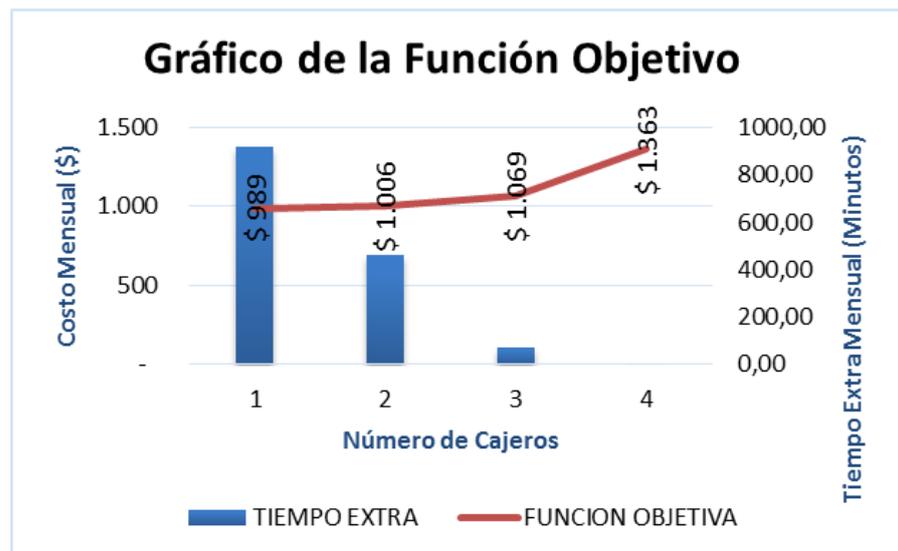


Figura 26: Gráfico de la Función objetivo

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

En la Figura 26 se observa que la Sucursal bancaria debe mantener los cuatro cajeros que tiene actualmente para lograr un balance apropiado entre el costo de proporcionar el servicio y el costo asociado con la espera por ese servicio.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

- Actualmente el tiempo de espera en la cola de la Sucursal bancaria es de 5 minutos aproximadamente, con una desviación estándar de 6 minutos. Estos datos no parecen dramáticos para que exista una gran molestia en los clientes, sin embargo como las transacciones varían y en el caso de depósitos o retiros en efectivo éstas puede extenderse hasta media hora por el monto, se afecta la imagen en general del servicio en el Banco.
- Respecto a la variable tiempo entre llegadas de los clientes a la Sucursal Bancaria, con los resultados obtenidos no se evidenció que exista alguna anomalía o consideración especial sobre la misma. En esta oficina el tiempo entre llegadas es de 0.88 minutos, lo que equivale a 53 segundos aproximadamente.
- El tiempo promedio de atención de los cajeros varía de acuerdo a cada tipo de transacción. Respecto a esta variable se propone a la administración de la entidad bancaria dividir las cajas de atención por monto y por número de transacciones, para que existan dos colas y el cliente que realiza una transacción de un monto bajo espere lo mínimo en el sistema.
- El comportamiento de la llegada de los clientes a la entidad bancaria varía de acuerdo a cada día de la semana, sin embargo en todos los días ordinarios se notó una disminución del arribo de clientes en horas del almuerzo, comprendidas entre las 12H30 a 14H30.
- Se debe mantener el número actual de cajeros para lograr un balance apropiado entre el costo de proporcionar el servicio y el

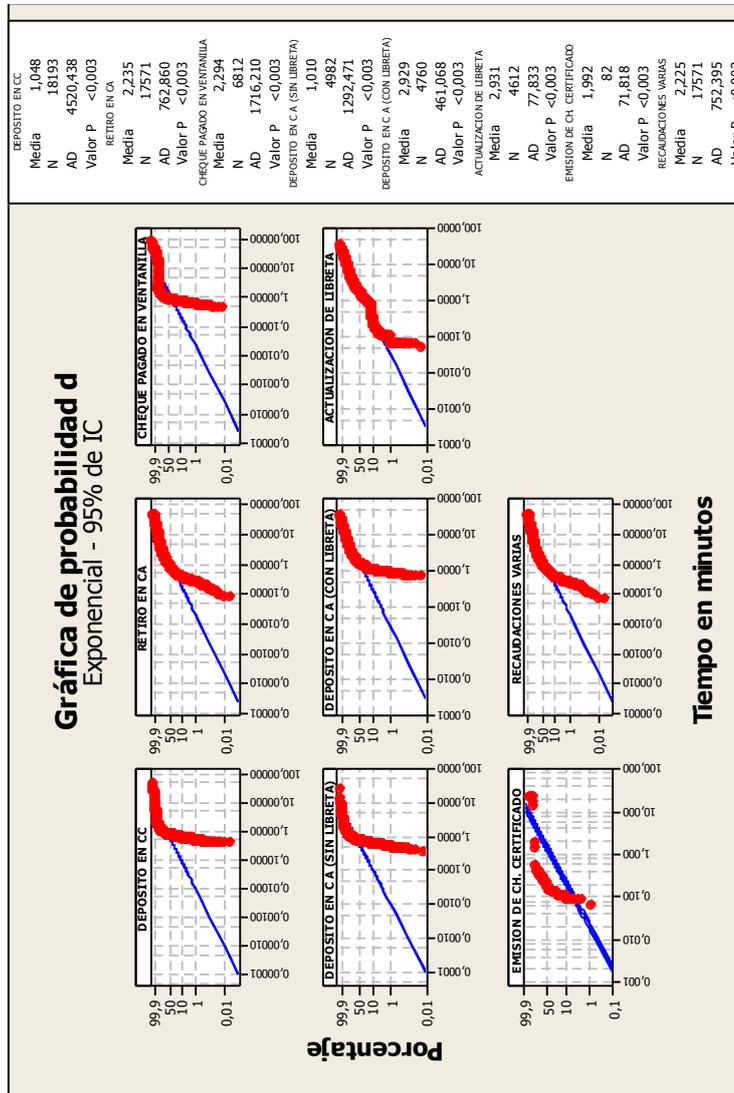
costo asociado con la espera por ese servicio, sin poner en riesgo la productividad de los recursos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Es importante que se haga el mismo análisis para los días no ordinarios y que a través del mismo se determine el número óptimo de cajeros en la institución bancaria. Se presume que existen falencias en la atención en estos días y que esa es la causa de la inconformidad manifestada por los clientes, ya que la sucursal bancaria cuenta con los recursos necesarios para atender la demanda de clientes en días ordinarios.
- La alta administración de la entidad bancaria puede utilizar el trabajo realizado como fuente para la toma de decisiones respecto al número de recursos que debe tener en esta sucursal.
- Se recomienda utilizar esta herramienta como un medio de mejoramiento para los procesos de atención al cliente en esta institución aplicándola también en el área de Servicios Bancarios (balcón de servicios).
- Los clientes que están en la cola ya sea de una Institución bancaria o de otro tipo de empresas en las que se debe esperar por ser atendido, consideran que el tiempo de espera un tiempo perdido (tiempo muerto); por lo tanto cualquiera de éstas compañías pueden aplicar las herramientas utilizadas en este trabajo para disminuir el tiempo muerto, lo que hace a las empresas más eficientes y a su vez contribuye a la productividad del país.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Gráfica de probabilidad del Tiempo de servicio por Transacción



Fuente: Institución Bancaria
Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

ANEXO N° 2: Simulación utilizando el Método Montecarlo en Excel

	T' entre llegadas	Min de llegada	Servicio	T' Servicio en ventanilla	T' Espera en cola	T' total en banco
6	1,5	1,5	DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	1,25		1,25
7	0,5	2	DEPOSITO EN CUENTA AHORROS (CON LIBRETA)	2,75	0,75	3,5
8	2,5	4,5	RETIRO EN CUENTA DE AHORROS	1,75	1	2,75
9	1,5	6	RETIRO EN CUENTA DE AHORROS	0,75	1,25	2
10	0,5	6,5	DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	0,75	1,5	2,25
11	0,5	7	ACTUALIZACION DE LIBRETA	2,75	1,75	4,5
12	0,5	7,5	DEPOSITO EN CUENTA DE AHORROS (SIN LIBRETA)	0,75	4	4,75
13	6,5	14	DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	0,75	0	0,75
14	0,5	14,5	DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	1,25	0	1,25
15	0,5	15	RETIRO EN CUENTA DE AHORROS	1,75	0	1,75
16	0,5	15,5	DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	1,25	0,5	1,75
17	0,5	16	DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	1,75	1,25	3
18	0,5	16,5	RETIRO EN CUENTA DE AHORROS	0,75	2,5	3,25
19	0,5	17	DEPOSITO EN CUENTA AHORROS (CON LIBRETA)	1,75	2,75	4,5
20	0,5	17,5	DEPOSITO EN CUENTA AHORROS (CON LIBRETA)	2,25	4	6,25
21	1,5	19	DEPOSITO EN CUENTA DE AHORROS (SIN LIBRETA)	1,25	4,75	6
22	1,5	20,5	DEPOSITO EN CUENTA CORRIENTE	1,25	4,5	5,75
23	0,5	21	DEPOSITO EN CUENTA DE AHORROS (SIN LIBRETA)	0,75	5,25	6
24	0,5	21,5	CHEQUE PAGADO EN VENTANILLA	0,75	5,5	6,25

Fuente: Institución Bancaria

Autoras: Ginger Solórzano & Karina López

BIBLIOGRAFÍA

- Abalo, J., Varela, J., & Rial, A. (8 de Noviembre de 2005). *Psicothema*. Recuperado el 14 de Mayo de 2013, de <http://www.psychothema.com/pdf/3301.pdf>
- Alford, A. (27 de Febrero de 2011). *Prueba de Bondad de Ajuste*. Recuperado el Enero de 2015, de <http://pruebadbondaddeajuste.blogspot.com/>
- Benavides, L. (30 de Junio de 2002). *www.calidadlatina.com*. Recuperado el 28 de Mayo de 2013, de <http://www.planificar-ge.com.ar/documentos/articulos/029.pdf>
- Betancourt, Y., & Mayo, J. (s.f.). *Eumed.net*. Recuperado el 14 de mayo de 2013, de Universidad a Distancia: <http://www.eumed.net/ce/2010a/bama.htm>
- Coss, R. (1994). *Simulación un enfoque práctico*. México: Noriega Editores.
- Galgano, A. (1995). *Los 7 Instrumentos de la Calidad Total*. Madrid: Díaz de Santos S.A.
- García, J. (2010). Teoría de Colas. *Teoría de Colas*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
- Gómez, F. (2008). Aplicación de Teoría de Colas en una Entidad financiera. *Revista Universidad EAFIT*, 51-63.
- Grijalva, Y. (2009). *Metodos Cuantitativos para los Negocios*. Recuperado el 17 de septiembre de 2014, de <http://uplamcdn.files.wordpress.com/2009/04/libro-cap-08.pdf>
- Guasch, A. (2009). *Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios*. Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). (J. Mares Chacón, Ed.) México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2006). *Dirección Estratégica*. Madrid: Pearson Educación.
- Martínez, C. (2005). *Estadísticas y Muestreo*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Martínez, M., & Marí, M. (s.f.). *Universidad Politecnica de Valencia*. Recuperado el 04 de 04 de 2014, de

<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7937/Distribucion%20Poisson.pdf?sequence=3>

Moya, M. (2010). Simulación de un proceso de Poisson no estacionario usando la metodología thinning. *Tecnología en Marcha*, 68-80.

Reynaga, J. (2012). *Facmed*. Recuperado el Enero de 2015, de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/planunico/spii/antologia2012/3.pdf>

Universidad EAFIT. (2008). Aplicación de Teoría de colas en una entidad financiera. *Revista Universidad EAFIT*, 51-63.

Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *EDUCACIÓN*, 33(1), 155-165.