|UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO

"ESTUDIO DE TEORÍA DE COLAS EN EL ÁREA DE INFORMACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE MOVILIDAD TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL GADM RIOBAMBA"

AUTOR

PAGUAY GARCIA JORGE LUIS

TUTOR

ING. CARLOS BEJARANO

Riobamba - Ecuador

Año 2020

REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros de tribunal de graduación, en relación con el proyecto de investigación titulado: **“Estudio de teoría de colas en el área de información de la dirección de movilidad tránsito y transporte del GADM Riobamba”** presentado por el señor Paguay García Jorge Luis y dirigido por el Ing. Carlos Bejarano, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas y requerimientos, remitimos el presente, su uso y custodia en la biblioteca de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Mgs. Carlos Mesías Bejarano Naula

DIRECTOR DEL PROYECTO

Mgs. Cabrera Vallejo Mario Vicente

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Mgs. López Telechana Luis Stalin

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DERECHO DE AUTORÍA

Yo, **PAGUAY GARCÍA JORGE LUIS** soy responsable de gran parte de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en el presente trabajo de investigación, y los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

Jorge Luis Paguay García
C.I: 060469593-2

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria de mi gusto y anhelo, con salud y fuerza para culminarla.

A la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Chimborazo, por abrirme las puertas para poder emprender en mi vida profesional, en especial a todos los docentes que mediante su guía y enseñanzas me formaron en el hermoso campo de la Ingeniería Industrial.

A mi tutor y miembros del tribunal, quienes, mediante su conocimiento, su experiencia y su guía, fueron un gran apoyo para la elaboración de este trabajo.

A mis padres y hermanos, por estar siempre apoyándome incondicionalmente en todo lo que me he propuesto en mi vida, sin ustedes nada de esto sería posible.

A mis familiares y amigos, quienes con su voz de aliento y motivación han logrado ayudar a superar cada barrera a lo largo de este proceso.

Mis más sinceros agradecimientos

DEDICATORIA

A mis padres Paguay Ruiz Mario Gualberto y Garcia Ramírez Rosa Targelia, quienes durante todo el trayecto de mi vida han estado prestos a guiarme, apoyarme y brindarme la fuerza para prevalecer en todos los obstáculos, siendo su amor mi inspiración de vida, enseñándome valores y sobre todo siendo mi ejemplo para hoy poder ser la persona que me caracteriza.

A mi hermano Paguay Garcia Mario Vinicio, quien más que un hermano ha sido mi mejor amigo, la persona que supo cuidarme en cada instante de mi vida, quien es mi fuente de inspiración como persona y profesional.

A mi hermanas Paguay Garcia Tania Elisabeth y Paguay Garcia Lorena Maribel, por el amor que ha sabido brindarme y por todas las alegrías que ha generado en mi vida, la cual me ha inspirado ser su ejemplo en el trascurso de su formación.

Este trabajo es para ustedes, Gracias.

Índice General

REVISIÓN DEL TRIBUNAL i

DERECHO DE AUTORÍA ii

AGRADECIMIENTO iii

DEDICATORIA iv

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I: PROBLEMATIZACIÓN 3

1.1. Planteamiento del problema. 3

1.2. Objetivo general 3

1.3. Objetivos específicos 3

1.4. Justificación 3

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 5

2.1 Antecedentes de investigaciones anteriores 5

2.2 Fundamentación teórica 5

2.2.1 Introducción a la Teoría de colas 5

2.2.2 Clasificación de un sistema de línea de espera 6

2.2.3 Distribución de llegadas 7

2.2.4 Distribución de tiempos de servicio 7

2.2.5 Notación Kendall 8

2.2.6 Modelos de colas 8

2.2.6.1 Modelo de un solo canal llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales..9

2.2.6.2 Modelo de línea de espera con múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales. 10

2.3 Definición de términos básicos 12

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO...13

3.1 Diseño de la investigación..13

3.2 Tipo de investigación 13

3.3 Población y muestra 13

3.4 Técnicas de investigación...14

3.5 Procedimiento..14

3.6 Análisis de datos..15

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN...............................16

4.1 Resultados de las encuestas..16

4.1.1 Resultado global del análisis de la encuesta 22

4.2 Resultados de la tasa de llegada y tasa de servicio. 23

4.2.1 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día lunes. 24

4.2.2 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día lunes 25

4.2.3 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día martes. 30
4.2.4 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día martes 31
4.2.5 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día miércoles 36
4.2.6 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día miércoles 37
4.2.7 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día jueves.. 42
4.2.8 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día jueves.. 43
4.2.9 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día viernes 47
4.2.10 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día viernes 49
4.2.11 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día sábado.. 53
4.2.12 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día sabado.. 55
4.3 Conclusiones de los resultados.. 59
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.. 63
Conclusiones.. 63

Recomendaciones 63

CAPÍTULO VI: PROPUESTA.. 65

6.1 Objetivo 65

6.2 Justificación.. 65

6.3 Descripción de la propuesta 65

6.4 Análisis Económico de líneas de espera 66

Conclusiones 70

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS 72

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS... 72

ANEXOS 1

Índice de tablas

Tabla 1 Datos de Número de Clientes Atendidos en el Área de información al Cliente........13

Tabla 2 Resultado del análisis de encuestas realizadas 22

Tabla 3 Valores de la tasa media de llegada y tasa media de servicio...................................23

Tabla 4 Tasa media de llegada y servicio día lunes..24

Tabla 5 Resultado de los parámetros operacionales día lunes. 29

Tabla 6 Tasa media de llegada y servicio día martes..30

Tabla 7 Resultado de los parámetros operacionales día martes...35

Tabla 8 Tasa media de llegada y servicio día miércoles...36

Tabla 9 Resultado de los parámetros operacionales día miércoles.......................................41

Tabla 10 Tasa media de llegada y servicio día jueves 42

Tabla 11 Resultado de los parámetros operacionales día jueves. 47

Tabla 12 Tasa media de llegada y servicio día viernes...47

Tabla 13 Resultado de los parámetros operacionales día viernes..53

Tabla 14 Tasa media de llegada y servicio día sábado 53

Tabla 15 Resultado de los parámetros operacionales día sábado 59

Índice de figuras

Figura 1. Proceso básico de colas 6

Figura 2. Clasificación de líneas de espera 6

Figura 3. Sistema de colas de múltiples servidores. 10

Figura 4.Porcentaje sobre conocimiento de derechos y obligaciones de información 16

Figura 5. Porcentaje sobre el tiempo de espera para ser atendido 16

Figura 6. Porcentaje de trato del personal de información 17

Figura 7. Porcentaje de confianza en el departamento de información 17

Figura 8. Porcentaje sobre el ambiente del departamento de información 18

Figura 9. Porcentaje de satisfacción al ser atendido 18

Figura 10. Porcentaje factores a implementarse 19

Figura 11. Porcentaje del grado de satisfacción en conocimiento y competencia 19

Figura 12. Porcentaje del grado de satisfacción en información proporcionada 20

Figura 13. Porcentaje del grado de satisfacción en confidencialidad y discreción 20

Figura 14. Porcentaje del grado de satisfacción en predisposición y escuchar 21

Figura 15. Porcentaje del grado de satisfacción en amabilidad y respeto mostrado 21

Figura 16. Estructura del sistema de colas a implementar…………………………………… .66

RESUMEN

El Departamento de Información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte GADM Riobamba hoy en día se encuentra con una aglomeración considerable de clientes llevando a un sistema ineficiente de atención debido que el número de servidores no es suficiente. El objetivo del trabajo de investigación fue realizar un estudio de la teoría de colas en el Área de Información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Trasporte del GADM Riobamba, pues en la actualidad el cliente es el más importante en una entidad que brinda servicio. Como técnica de investigación se utilizó la observación y una encuesta, los modelos de teoría de colas analizados fueron, modelo de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial y modelo de canales múltiples con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial, la encuesta corroboró que el 81% de los usuarios no se encuentran satisfechos con el servicio. Mediante la recolección de datos sobre el número de clientes que llegan por el servicio y el número de clientes atendidos en el día se procedió a la evaluación de la eficiencia. El modelo de un solo canal nos indicó que el sistema es ineficiente, y el modelo de canales múltiples nos arrojó que con 3 y 4 canales el sistema es eficiente. Se concluyó que por lo menos se debería incrementar dos servidores ya que el análisis económico de la línea de espera nos mostró que es más económico con cuatro canales.

Palabras claves: Teoría de Colas, tasa de llegada, tasa de servicio, un solo canal, canales múltiples.

ABSTRACT

The Information Department of the Directorate of Traffic and Transportation Mobility of GADM Riobamba today faces a considerable agglomeration of customers that leads to an inefficient system of attention because the number of servers is not enough. The objective of the research work was to conduct a queue theory study in the Information Area of the Directorate of Traffic and Transportation Mobility of the GADM Riobamba because currently, the client is the most important in an entity that provides service. As a research technique, observation, and a survey used, the queue theory models analyzed were a single channel model with Poisson arrivals and exponential service time and a multiple channel model with Poisson arrivals and exponential service time. The survey confirmed that 81% of users are not satisfied with the service. Through the collection of data, the customer's number who arrived at the service, and the number of customers served on the day; the efficiency evaluation carried out. The single-channel model indicated that the system is inefficient, and the multichannel model showed us that with 3 and 4 channels, the system is efficient. It concluded that at least two servers should increase since the economic analysis of the waiting line showed us that it is cheaper with four channels.

Keywords: theory of tails, arrival rate, service rate, single-channel, multiple channels.

Reviewed by: Chávez, Maritza

Language Center Teacher

INTRODUCCIÓN

Las empresas o instituciones públicas o privadas que brindan un servicio específico al usuario. Se han encontrado con problemas de eficiencia en la atención, sea esta por demora, falta de información, falta de experiencia de sus servidores, entre otros aspectos. Esto genera en el momento que la demanda de un servidor sobrepasa la capacidad de servicio del mismo, es decir; si en una empresa de recaudación existe mucha gente esperando en la cola para que sea atendido por el servidor. He aquí la importancia de la optimización de las actividades que nos permitan obtener mejores resultados.

El presente trabajo de investigación se enfoca en el estudio de colas o líneas de espera en el área de información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte del GADM Riobamba. Dentro de su prestación de servicios, recibe a cientos de clientes que esperan una atención ágil, la aplicación de este estudio permitirá a la empresa poder encontrar variantes para mejorar la atención de sus usuarios.

Se realizó una encuesta a los usuarios del Área de Información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte para conocer su opinión sobre la eficiencia del sistema utilizado. Evaluando parámetros como el tiempo de espera para ser atendido, trato recibido por parte del personal y ambiente en esta área, entre otros. Los datos arrojados en esta encuentran fueron analizados dando como resultado incomodidad de los clientes tanto por el exceso tiempo de espera como la aglomeración de personas en el Área de Información. Por la tanto, se concluyó que el sistema actual de atención es ineficiente.

La teoría de colas o línea de espera, son modelos matemáticos que describen sistemas en donde los clientes esperan en una cola para recibir un servicio, estos clientes son elegidos de acuerdo a ciertos criterios de selección. Entre muchos usos, los modelos de colas pueden ser empleados para encontrar un “estado estable” en el sistema que genere un consumo óptimo de recursos, también se puede determinar la longitud promedio de la línea de espera (cola) y el tiempo de espera promedio para un sistema dado (Redondo, 2010).

Posterior a los resultados arrojados del estudio de la eficiencia del sistema de atención, se procedió a la implementación del modelo de teoría de colas para determinar las medidas de desempeño como el tiempo de espera, cantidad de personas en el sistema y cola. Los resultados obtenidos de aplicar este modelo fueron estudiados con la finalidad de obtener una solución al problema de eficiencia del sistema de atención.

Se presenta una propuesta para aumentar la eficiencia en a la atención para el Área de información. Que consiste en aumentar el número de servidores y mejoramiento de actividades. El respaldo del número de servidores establecido que equilibre el costo que estos generan y el beneficio se realizó mediante un análisis económico de líneas de espera.

CAPÍTULO I: PROBLEMATIZACIÓN

1.1. Planteamiento del problema.

La Dirección de Movilidad Tránsito y Trasporte del GADM Riobamba, ha intentado mejorar los indicadores de atención al cliente, poniendo los avances tecnológicos al servicio de la ciudadanía. Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado el tiempo de espera innecesario en la atención al cliente lo que ha generado consecuencias negativas por las demoras ocasionadas.

Por lo tanto, está afectando a los ingresos económicos del GADM ya que los usuarios prefieren realizar la matriculación de sus vehículos en otros Cantones de la Provincia. Mediante unas encuestas de satisfacción realizada a 100 clientes se corroboró las molestias y exceso de tiempo de espera.

1.2. Objetivo general

Realizar un estudio de teoría de colas en el Área de Información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Trasporte del GADM Riobamba.

1.3. Objetivos específicos

- Realizar una encuesta a los usuarios para saber su opinión sobre la eficiencia del sistema.
- Aplicar el estudio de teoría de colas mediante modelos matemáticos para establecer su eficiencia.
- Realizar una propuesta de mejora en el departamento de información.

1.4. Justificación

Mediante encuestas realizadas a clientes de la Dirección de Movilidad de Tránsito y Transporte se corroboró que la eficiente de la atención al cliente en el área de información es baja. El motivo de la presente investigación tiene mucha importancia y relevancia para establecer mejoras en la atención al cliente, se centra en conocer los parámetros que intervienen en el tiempo de espera de los clientes la tasa de llegada y la tasa de servicio; la misma que servirá para presentar una propuesta de mejora en este departamento.

Mediante el estudio del modelo de colas dentro del departamento de información, se manejó los parámetros de operación para minimizar el tiempo de espera en consecuencia el tamaño de fila garantizando satisfacción al usuario. Aplicar un modelo de línea de espera a un departamento de información elevará la eficiencia en la atención, elevando la tasa media de servicio, disminuyendo la aglomeración de usuarios en las institución y molestias.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigaciones anteriores

En el proyecto de investigación de Tamayo (2017), se implementó un estudio de teoría de colas para la Empresa Eléctrica matriz Riobamba en el departamento de recaudación para garantizar la satisfacción de los usuarios.

La investigación presentada por Cazorla (2014), muestra un análisis estadístico mediante la teoría de colas para medir el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente de Riobamba.

La Dirección de Movilidad de Transito es una de las diez sub instituciones del Municipio de Riobamba, se encarga de regular y ordenar las actividades de transporte terrestre, señalización, seguridad vial y transito asegurando un servicio de calidad a la ciudadanía. Los servicios que brindan son cuatro: Matriculación y revisión técnica vehicular, señalización, seguridad vial, terminal terrestre. Esta dirección es nueva por lo que o se han realizado ningún tipo de estudios referente al tema (Municipio de Riobamba, 2014).

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Introducción a la Teoría de colas

El estudio de espera en filas en sus diferentes formas de acuerdo se catalogó como la teoría de colas. La representación de los sistemas de líneas de colas se logra gracias a los modelos de esta teoría. Mediante las fórmulas respectivas de cada modelo se puede determinar el tiempo de espera, el número de personas en la cola en una gama de circunstancias (Martínez, 2009).

“Debido al carácter aleatorio en que se ve involucrado el fenómeno de colas es evidente que el análisis es el cálculo de probabilidades contribuyendo a un modelo matemático que se denomina proceso estocástico” (Martínez, 2009, P.30).

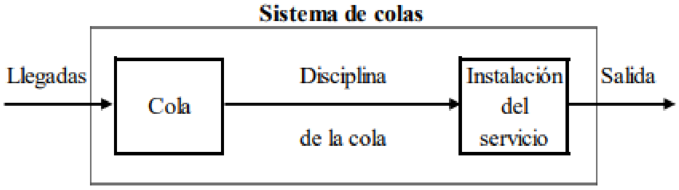

Figura 1. Proceso básico de colas (Fuente; Tamayo, 2017, p.6)

El modelo básico de una línea de espera es constituido por un cliente que espera ser atendido por un servidor en un determinado tiempo. El ingreso de clientes al sistema es aleatorio formando una o varias colas para ser atendido (Martínez, 2009).

2.2.2 Clasificación de un sistema de línea de espera

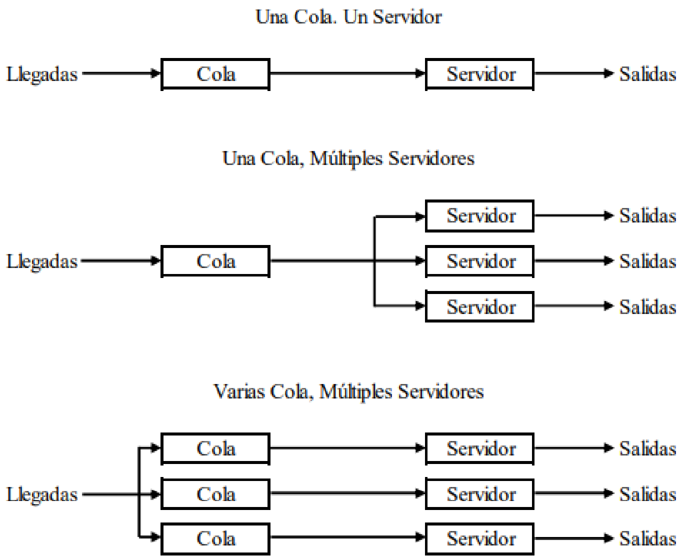

Figura 2. Clasificación de líneas de espera (Fuente; Tamayo, 2017, p.9)

La configuración de número de colas y servidores en la teoría de colas son tres. Una cola un servidor, una cola y múltiples servidores, varias colas y múltiples servidores. La utilización de una u otro es la interrogante en este estudio. La notación de Kendall nos permite determinar las características de los sistemas de colas (Gámez, 2018, pág. 18).

2.2.3 Distribución de llegadas

De acuerdo a Anderson, Sweeney, & Williams (2009), establecen que el número de usuarios que ingresan en busca de un servicio no es un valor constante, los analistas cuantitativos han encontrado que una buena descripción del patrón de llegadas es una distribución de probabilidad de Poisson. Siendo las llegadas aleatorias e independientes.

La función de probabilidad de Poisson de llegadas en un periodo de tiempo específico es la siguiente: Anderson, Sweeney, & Williams (2009).

$$P_{(x)} = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \; con \; x = 0,1,2,\ldots \qquad (1)$$

Donde:

x = número de llegadas en un periodo de tiempo

λ = número promedio de usuarios que llegan a la cola en un tiempo determinado

e = 2.71828

2.2.4 Distribución de tiempos de servicio

El tiempo que pasa un cliente en la instalación una vez que el servicio a iniciado se denomina tiempo de servicio. Anderson, Sweeney, & Williams (2009), describe que se puede suponer que la distribución de probabilidad para este tiempo sigue una distribución de probabilidad exponencial. El tiempo de servicio sea menor o igual al tiempo de duración t es:

$$P(tiempo\ de\ servicio\ \leq t) = 1 - e^{-\mu t} \qquad (2)$$

Donde:

μ = Cantidad media de unidades que pueden servirse por periodo

e = 2.71828

2.2.5 Notación Kendall

El sistema de Kendall y Lee es el más conocido y aplicado, fue elaborado con la finalidad de estandarizar características similares en algunos modelos de esta forma analizarlos de igual manera. El sistema asocia cierto tipo de fórmulas calculadas a sistemas con características similares en el caso de distribución exponencial (Martínez, 2009).

La notación Kendall para un sistema de línea de espera consta de tres letras (Anderson, Sweeney, & Williams, 2009).

$$A/B/\,K$$

Donde:

A = Distribución de la probabilidad de llegadas

B = Distribución de la probabilidad del tiempo de servicio

K = Número de canales

Anderson, Sweeney, & Williams (2009), describen que las letras A o B pueden tomar diferentes notaciones. Si tenemos una letra M expresa una llegada probabilística y la taza de servicio distribcii0n exponencial. Al tener una letra D las llegadas y tiempo de servicio son constantes. La letra G significa que las llegadas y tiempo de servicio tienen una distribución de probabilidad con un a media y varianza conocida.

2.2.6 Modelos de colas

El propósito de este apartado es exponer diferentes modelos de colas. No es excesivamente complicado conocer el origen de las fórmulas, y puede ser un ejercicio interesante cuando las condiciones de partida no son exactamente las aquí consideradas. Sin embargo, se ha optado por la exposición de los resultados directos ya que se pretende la aplicación de éstos y no su consecución. Todos los resultados se han obtenido para el estado estacionario (Redondo, 2010).

2.2.6.1 Modelo de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales.

Según Kendall la notación para este modelo es M/M/1 es un sistema al que los clientes llegan según una distribución de Poisson, la atención se presta según una negativa exponencial y tienen un único servidor como se puede observar en la figura 1.

Cada cliente debe pasar por un canal, una estación para tomar y surtir el pedido, para colocar el pedido, pagar la cuenta y recibir el producto. Cuanto llegan más clientes forman una línea de espera y aguardan que se desocupe la estación para tomar y surtir el pedido. (Anderson, Sweeney, & Williams, 2009),

El objetivo de las fórmulas es mostrar cómo se puede dar información acerca de las características operativas de la línea de espera. (Anderson, Sweeney, & Williams, 2009).

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$P_o = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \tag{3}$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \tag{4}$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

$$L = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \tag{5}$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en la línea de espera

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \tag{6}$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

$$W = W_q + \frac{1}{\mu} \tag{7}$$

- Probabilidad de que una unidad llega tenga que esperar por un servicio

$$P_w = \frac{\lambda}{\mu} \tag{8}$$

- Probabilidad de n unidades en el sistema

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0 \tag{9}$$

Donde:

λ= Cantidad de promedio de llegadas por periodo.

μ= cantidad de promedios de servicio por periodo.

2.2.6.2 Modelo de línea de espera con múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales.

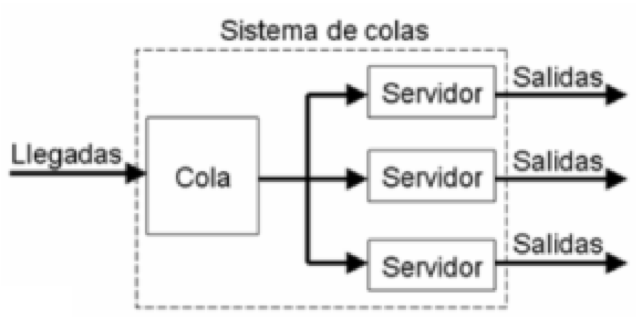

Figura 3. Sistema de colas de múltiples servidores (Fuente; García, 2011).

De acuerdo a Tamayo (2017), consiste en dos o más canales idénticos desde su punto de vista de capacidad. Éste modelo es similar al anterior con la diferencia que en el transcurso de la espera en la fila y ser atendido tendrá la posibilidad de ser atendido por más de un servidor.

A continuación, las fórmulas que pueden usarse para determinar las características operativas de estado estable para líneas de espera con múltiples canales (Anderson, Sweeney, & Williams, 2009).

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$P_o = \frac{1}{\sum_{n=0}^{k-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^k}{k!} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right)} \tag{10}$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu - \lambda)^2} * Po \tag{11}$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

$$L = Lq + \frac{\lambda}{\mu} \tag{12}$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} \tag{13}$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

$$W = Wq + \frac{1}{\mu} \tag{14}$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po \tag{15}$$

Estas fórmulas son aplicables si existen las siguientes condiciones (Anderson, Sweeney, & Williams, 2009).

- Las llegadas siguen una distribución de probabilidad de Poisson.
- Tiempo de servicio para cada canal sigue una distribución de probabilidad exponencial.

- El tiempo de espera

2.3 Definición de términos básicos

Capacidad de la cola: Es el máximo número de clientes que pueden estar haciendo cola (antes de comenzar a ser servidos) (Redondo, 2010).

Sistema de la cola: es el conjunto formado por la cola y el mecanismo de servicio, junto con la disciplina de la cola, que es lo que nos indica el criterio de qué cliente de la cola elegir para pasar al mecanismo de servicio (Frederick, 2010).

Características operativas: Medidas de desempeño para una línea de espera que incluye la probabilidad de que no haya unidades en el sistema, cantidad promedio de unidades en la línea de espera, tiempo de espera promedio, etc. (Anderson, Sweeney, & Williams, 2009).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se considera no experimental porque no se manipula intencionalmente las variables.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva, porque se describen las actividades, se ha recolectado datos sobre la llegada de los clientes y el servicio que presta el departamento, luego se utiliza los modelos de teoría de colas obteniendo resultados los cuales sirven para el planteamiento de la propuesta.

3.3 Población y muestra

La población en nuestro estudio son las personas que utilizan el servicio en la Dirección de Movilidad de Tránsito y Transporte del GADM RIOBAMBA. La siguiente tabla muestra las personas atendidas de enero a mayo del año 2019.

Cálculo de la muestra.

Tabla 1

Datos de Número de Clientes Atendidos en el Área de información al Cliente

Mes	Año 2019
Enero	1365
Febrero	3202
Marzo	3835
Abril	3505
Mayo	3818
Promedio	3145

Datos obtenidos departamento de información. (Fuente: GADM Riobamba)

Promedio de personas atendidas en el día: 157.25

Con estos valores se procede a calcular el número de encuestas a realizar.

$$n = \frac{N}{(N-1)E^2 + 1}$$

$$n = \frac{158}{(158-1)0.05^2 + 1} = 100\ encuestas$$

3.4 Técnicas de investigación

En la presente investigación se aplicará la encuesta a los usuarios del área de información de la Dirección de movilidad Tránsito y Transporte del GAMD Riobamba. También acudiremos a la observación para establecer el número de personas que llegan por el servicio y el tiempo de espera.

3.5 Procedimiento

En primera instancia se diseñó la encuesta (Ver Anexo 1), de satisfacción de acuerdo a las características a evaluar, para su aplicación a un total de 100 encuestados. Con la cual se corroboro las molestias en los usuarios. Las mismas fueron analizadas con la finalidad de obtener resultados específicos de los parámetros como el tiempo de espera, confianza sobre el departamento de información, ambiente, entre otros.

Se realizaron numerosas observaciones sistemáticas en dicho departamento en el periodo comprendido entre agosto y septiembre del 2019. Donde se determinó que la tasa media de llegada λ= 125,92 clientes por hora, y la tasa media de servicio μ= 49,29 clientes por hora del mes de agosto. La tasa media de llegada λ= 127,84 clientes por hora, y la tasa media de servicio μ= 55,64 clientes por hora del mes de septiembre. En la presente investigación el sistema de información se modelo con un sistema de colas del tipo: M/M/K, con el número de servidores igual a 3 y 4. Para observar el comportamiento de los parámetros operativos.

Considerando estos elementos se determinó:

- La probabilidad de que no haya unidades en el sistema

- Cantidad promedio de unidades en línea de espera
- Cantidad promedio de unidades en el sistema
- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera
- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema
- Probabilidad de que una unidad que llegue tenga que esperar por el servicio

Los resultados obtenidos del estudio de la teoría de colas mediante la inserción de 3 y 4 servidores fueron estudiados con la finalidad de determinar el número de servidores que garantice una mejor eficiencia en el servicio.

3.6 Análisis de datos

Los datos obtenidos de las encuestas fueron examinados mediante el software SPSS. Se insertó los valores numéricos de cada pregunta, para posteriormente visualizar tablas de frecuencias que nos permiten interpretar la información.

Los valores diarios obtenidos de la tasa media de llega de clientes y la tasa media de servicio de los meses de agosto y septiembre, se analizaron con la ayuda del software Excel y las formuladas que detalla de la teoría de colas para el modelo de un solo canal y múltiples canales. Con la finalidad de obtener los parámetros operativos y su posterior interpretación.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Resultados de las encuestas.

Se presenta los resultados arrojados de las encuestas realizadas a los usuarios del Departamento de Información de la Dirección Movilidad, Tránsito y Transporte GADM Riobamba.

1.- ¿Conoce sus Derechos y Obligaciones en el Departamento de Información?

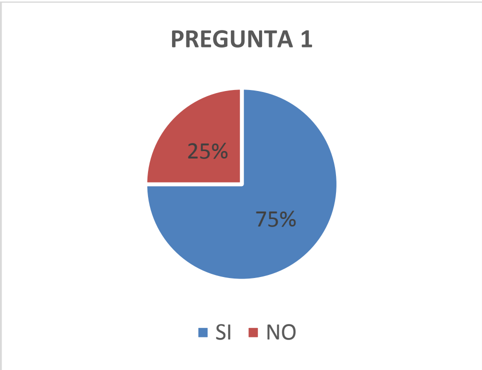

*Figura 4.*Porcentaje sobre conocimiento de derechos y obligaciones de información (Fuente; Elaboración propia)

Interpretación: Se puede apreciar que, de las 100 encuestas realizadas respecto al conocimiento de los Derechos en el Departamento de Información, 75 personas respondieron que, SI conocen y 25 personas que NO conocen, de un total de 100 encuestados, teniendo así un índice aceptable.

2.- ¿Cuánto tiempo ha esperado en ser atendido?

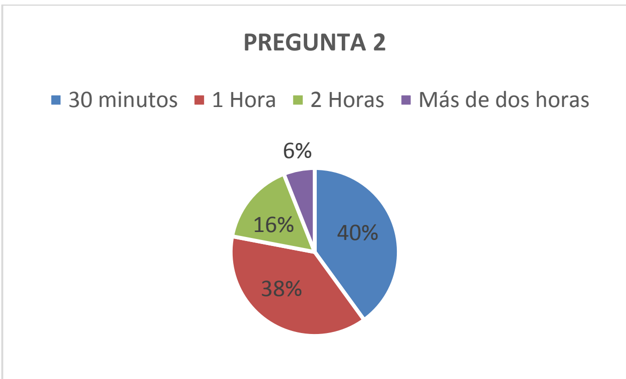

Figura 5. Porcentaje sobre el tiempo de espera para ser atendido (Fuente; Elaboración propia)

Interpretación: En el sistema 40 personas se demorar 30 minutos, de igual manera 38 personas esperaron 1 hora,16 personas esperaron 2 horas y 6 personas esperaron más de 2 horas, de un total de 100 encuestados; teniendo un tiempo considerable de espera mayor a lo debido.

3.- ¿Cómo le trato el personal de Información?

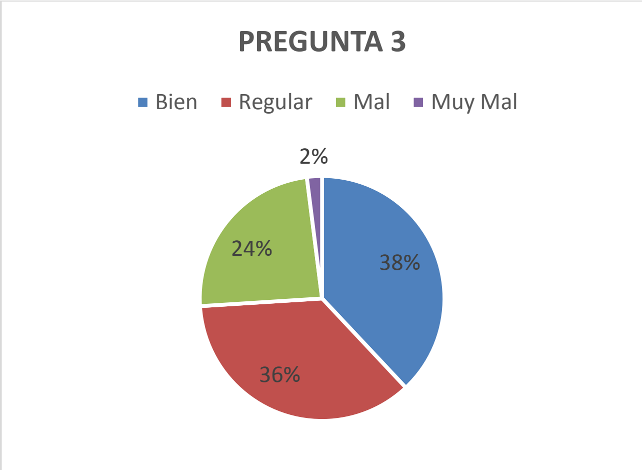

Figura 6. Porcentaje de trato del personal de información (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: El servicio brindado por el personal de Información para 38 personas fue Bueno, 36 personas Regular, 24 personas Malo y 2 personas Muy Malo, de un total de 100 encuestados.

4.- ¿El servicio dentro del Departamento de Información le Inspira Confianza?

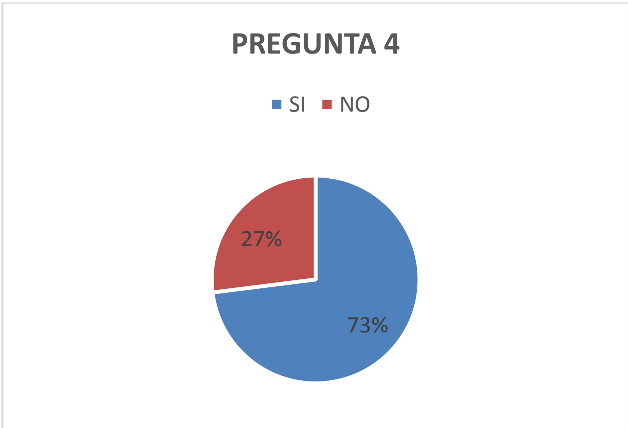

Figura 7. Porcentaje de confianza en el departamento de información (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Se puede apreciar que 73 personas si le Inspira Confianza el Departamento de Información, mientras que 27 personas manifiestan que no le inspira confianza, de un total de 100 encuestados.

5.- ¿El ambiente o área física de espera de Información en éste Departamento es?

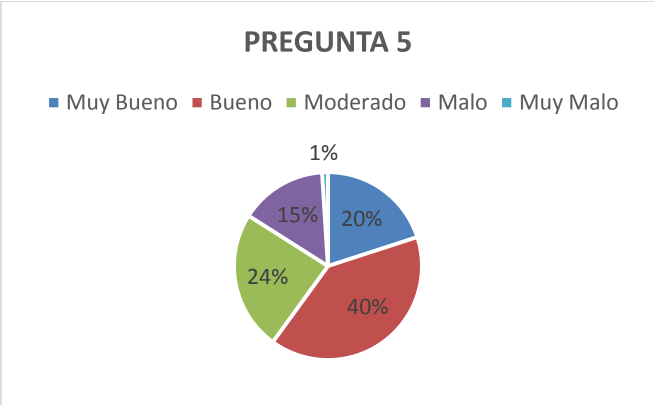

Figura 8. Porcentaje sobre el ambiente del departamento de información (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Tan solo una persona considera que el ambiente en el departamento de atención es Muy Malo, 15 personas Malo, 24 personas consideran el área Moderado, 40 personas Bueno y 20 personas Muy Bueno de un total de 100 encuestados.

6.- ¿Cuál es su nivel de Satisfacción al ser Atendido en el Departamento de Información?

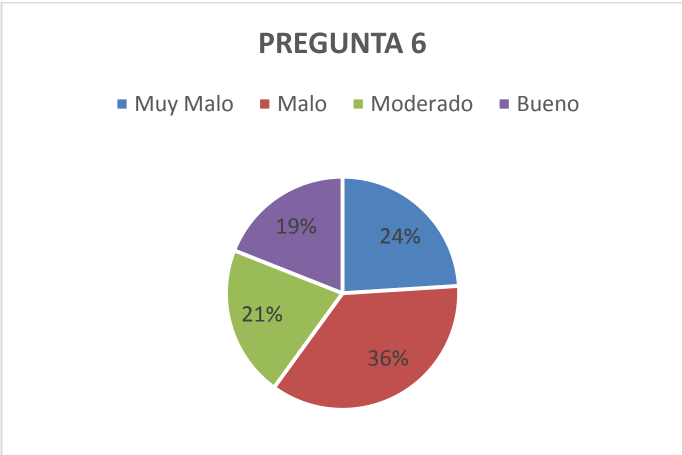

Figura 9. Porcentaje de satisfacción al ser atendido (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Las 24 personas indican que el nivel de satisfacción al ser atendido es Muy Malo, Malo 36 personas, 21 personas moderado y bueno tan solo 19 personas de un total de 100 encuestados, teniendo un nivel bajo con respecto a la satisfacción del cliente.

7.- ¿Cuál de estos factores cree usted que debería implantarse en el Área de Información?

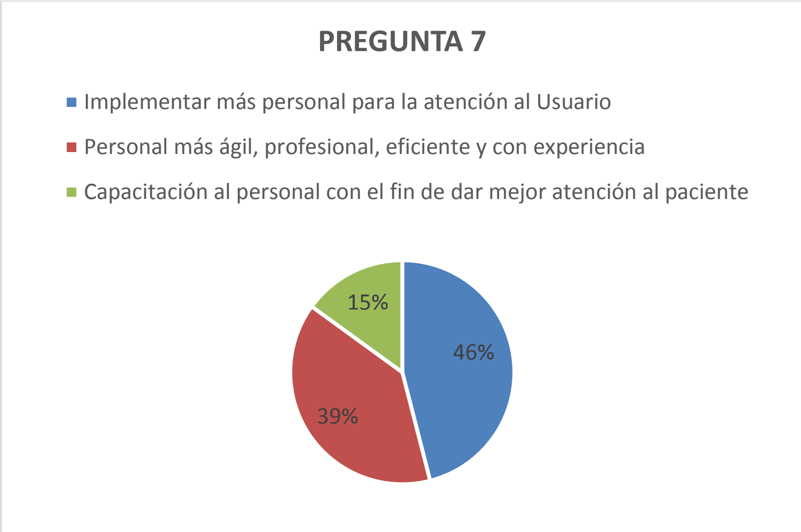

Figura 10. Porcentaje factores a implementarse (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: Las 46 personas indican que implementar más personal es óptimo para mejorar el servicio, 39 personas indican que se necesita personal más ágil, 15 personas indican que la capacitación al personal sería una solución.

8.- Por favor, indique su grado de satisfacción con los siguientes aspectos relacionados para el personal que le atendió en Información.

8.1.- Conocimiento y competencia

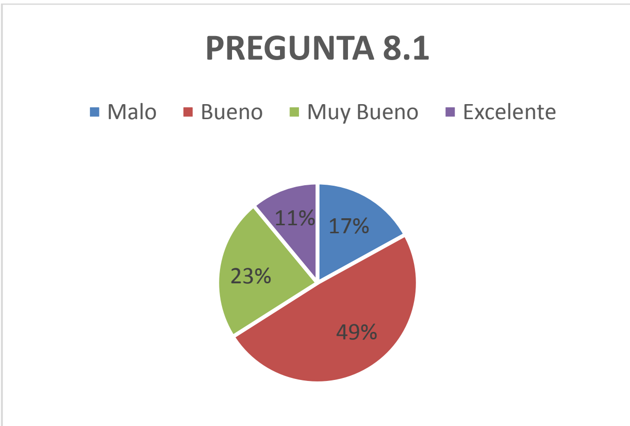

Figura 11. Porcentaje del grado de satisfacción en conocimiento y competencia (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: El grado de satisfacción en conocimiento y competencia del personal de información es Malo para 11 personas, Bueno para 49 personas, 23 personas Muy Bueno, 17 personas es Excelente. Dando como resultado que la satisfacción respecto al conocimiento y competencia es buena.

8.2- Información proporcionada

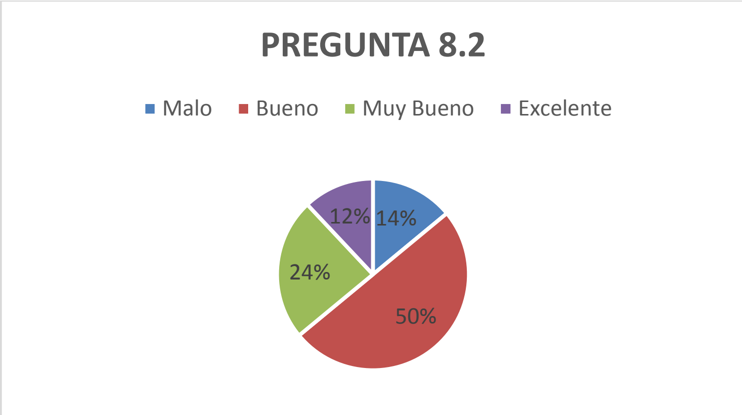

Figura 12. Porcentaje del grado de satisfacción en información proporcionada (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: El grado de satisfacción en información proporcionada es Malo para 14 clientes, Bueno 50 personas, Muy Bueno 24 personas, Excelente tan solo 12 personas. Donde se puede resaltar que el nivel que se presenta sobre información proporciona es buena.

8.3.- Confidencialidad y discreción

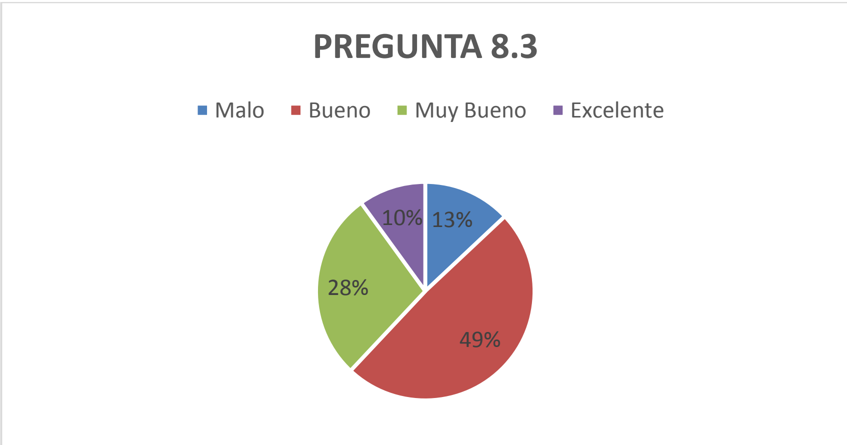

Figura 13. Porcentaje del grado de satisfacción en confidencialidad y discreción (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: El grado de satisfacción en confidencialidad y discreción del personal de información es Malo para 13 personas, Bueno 49 personas, Muy Bueno 28 personas y Excelente para 10 personas. Donde se concluye que el parámetro de confidencialidad y discreción es bueno.

8.4.- Predisposición a escucharle

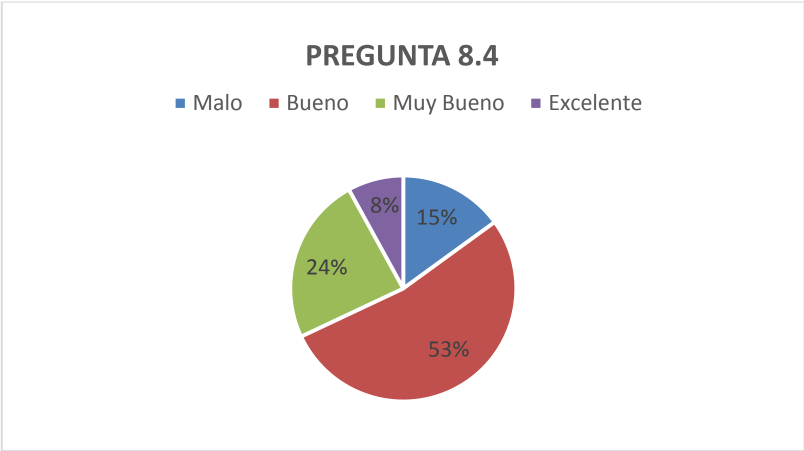

Figura 14. Porcentaje del grado de satisfacción en predisposición y escuchar (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: El grado de satisfacción en predisposición a escuchar del departamento de información es Malo para 15 personas, Bueno 53 personas, Muy Bueno 24 personas y Excelente a 8 personas. Donde el grado de satisfacción en predisposición a escuchar es bueno con un porcentaje del 53% que es la mayoría.

8.5.- Amabilidad y respeto mostrado

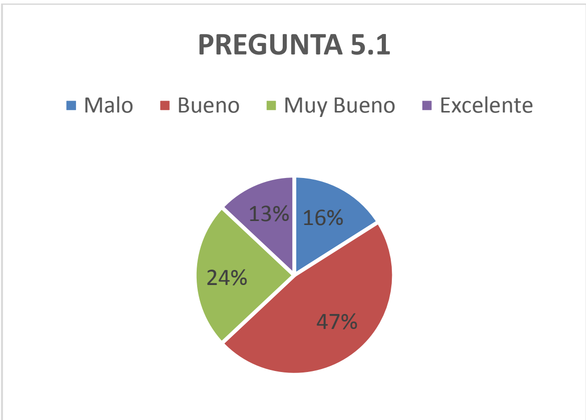

Figura 15. Porcentaje del grado de satisfacción en amabilidad y respeto mostrado (Fuente: Elaboración propia)

Interpretación: El grado de satisfacción en amabilidad y respeto del personal de información es Malo para 16 personas, Bueno 47 personas, Muy Bueno 24 personas y Excelente 13 personas. Para este parámetro la mayoría de encuestados decidieron que la amabilidad y respeto en esta área es bueno con un 47%.

4.1.1 Resultado global del análisis de la encuesta

A continuación, se muestra la tabla 8 donde se puede observar los valores del análisis de encuestas de manera global. Se detalla cada parámetro evaluado en función del número de personas.

Tabla 2

Resultado del análisis de encuestas realizadas

Preguntas	Parámetros evaluados (personas)				
1. ¿Conoce sus Derechos y Obligaciones como usuario en el Departamento de Información?	Si: 75	No: 25			
2. ¿Cuánto tiempo ha esperado usted en ser atendido?	30 minutos: 40	1 hora: 38	2 horas: 16	Más de dos horas: 6	
3. ¿Cómo le trato el personal de Información?	Bien: 38	Regular: 36	Mal: 24	Muy mal: 2	
4.El servicio dentro del departamento de Información ¿le inspira confianza?	Si: 73	No: 27			
5. ¿El ambiente o área física de espera de Información en este Departamento es?	Muy Bueno: 20	Bueno: 40	Moderado: 24	Malo: 15	Muy Malo: 1
6. ¿Cuál es su nivel de Satisfacción al ser Atendido en el Departamento de Información?	Muy malo: 24	Malo: 36	Moderado: 21	Bueno: 19	
7. ¿Cuál de estos factores cree usted que debería implantarse en el Área de Información?	Implementar más personal: 46	Personal más ágil, eficiente: 39	Capacitación al personal: 15		
8.1 Grado de satisfacción conocimiento y competencia	Malo 17	Bueno 49	Muy bueno 23	Excelente 11	
8.2 Grado de satisfacción información proporcionada.	14	50	24	12	
8.3 Grado de satisfacción confidencialidad y discreción	13	49	28	10	
8.4 Grado de satisfacción predisposición al escucharle	15	53	24	8	
8.5 Grado de satisfacción amabilidad y respeto	16	47	24	13	

Elaborado por: El autor

4.2 Resultados de la tasa de llegada y tasa de servicio.

El Anexo 4 muestra los datos del número de llegada de personas y número de personas atendidas por cada hora de los días del mes de agosto y septiembre del 2019. Obtenidos del departamento de información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte. Donde se pude apreciar incrementos semanales significantes de la tasa media de llegada duplicando hasta triplicando a la tasa media de servicio.

Para la primera semana del mes de agosto tenemos un valor de 3411 personas que llegaron por el servicio. Para la siguiente semana este valor aumento a 3664 personas, la tercera semana se tuvo un valor de 6505 personas y finalmente la cuarta semana el valor se triplica con respecto a la primera semana obtenido un valor de 9758 personas.

Para la primera semana del mes de septiembre las personas que llegaron por el servicio fueron 3036. La semana siguiente 3504 personas, para la tercera semana el valor es de 4489 personas y finalmente la cuarta semana el valor se cuadriplico respecto a la primera semana con un valor de 11941 personas.

Tabla 3
Valores de la tasa media de llegada y tasa media de servicio.

Días	**Llegadas λ(c/h)**	**Servicio μ(c/h)**
Lunes	122.65	49.31
Martes	96.58	43.95
Miércoles	120.36	49.06
Jueves	116.67	47.74
Viernes	131.06	53.08
Sábado	185.18	71.90

Elaborado por: El autor

Para un mejor análisis se optó por agrupar los valores del número de personas que llegan como el número de personas atendidas ver en el ANEXO 4. Estos valores fueron agrupados por días, es decir, todos los lunes, todos los martes y así hasta el día sábado. Obtenido un lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado promedio. Con estos valores se procede al análisis por medio de la teoría de colas.

4.2.1 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día lunes.

4.2.1.1 Modelo M/M/1.

El modelo M/M/1, se refiere a la notación Kendall, tomando en cuenta la tasa de llegada, tasa de servicio y número de canales.

Tabla 4
Tasa media de llegada y servicio día lunes

Tasa media de llegada (λ)	Tasa media de servicio (μ)	Unidades
122.65	49.31	Clientes/hora

Tasas medias obtenidas de la tabla 3. (Fuente: Elaboración propia

Cálculo de las características operativas

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$Po = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Po = 1 - \frac{122,65}{49,31}$$

$$Po = -148\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$Lq = \frac{122,65^2}{49,31(49,31 - 122,65)}$$

$$Lq = -4.16$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -4.16 + \frac{122,65}{49,31}$$

$$L = \ -1,67$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-4,16}{122,65}$$

$$Wq = \ -0,034$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0,034 + \frac{1}{49,31}$$

$$W = -0,014$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Pw = \frac{122,65}{49,31}$$

$$Pw = 249\%$$

Tenemos valores negativos por lo que la tasa media de llegada(λ)es mayor a la tasa media de servicio (μ).

4.2.2 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día lunes

4.2.2.1 Modelo M/M/2

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{122,65}{49,31} = 2.49$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=2.

$$P_o = -11\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(122,65/49,31)^2 * (122,65) * 49,31}{(2-1)!\,(2 * 49,31 - 122,65)^2} * (-0,11)$$

$$Lq = -7.14\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -7,14 + \frac{122,65}{49,31}$$

$$L = -4,65\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-7,14}{122,65}$$

$$Wq = -0,058\ horas = -3,5\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0,058\ h + \frac{1}{49,31}$$

$$W = -0,038\ horas = -2,26\ \ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu-\lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{2!} * \left(\frac{122,65}{49,31}\right)^2 * \left(\frac{2 * 49,31}{2 * 49,31 - 122,65}\right) * (-0,11)$$

$$Pw = 140\%$$

4.2.2.2 Modelo M/M/3

Se escoge 3 servidores para el cálculo de los parámetros de operación.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{122,65}{49,31} = 2.49$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=3.

$$P_o = 4,45\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu - \lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(122,65/49,31)^3 * (122,65) * 49,31}{(3-1)!\,(3 * 49,31 - 122,65)^2} * 0,0445$$

$$Lq = 3,25\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 3,25 + \frac{122,65}{49,31}$$

$$L = 5,74\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{3,25}{122,65}$$

$$Wq = 0,026\ horas = 1,59\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}026\ h + \frac{1}{49{,}31}$$

$$W = 0{,}046\ horas = 2{,}78\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{3!} * \left(\frac{122{,}65}{49{,}31}\right)^{3} * \left(\frac{3 * 49{,}31}{3 * 49{,}31 - 122{,}65}\right) * 0{,}0445$$

$$Pw = 67\%$$

4.2.2.3 Modelo M/M/M4.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{122{,}65}{49{,}31} = 2.49$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=4.

$$P_o = 7{,}51\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^{K}\lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu - \lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(122{,}65/49{,}31)^4 * (122{,}65) * 49{,}31}{(4-1)!\,(4 * 49{,}31 - 122{,}65)^2} * 0{,}0751$$

$$Lq = 0{,}01\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 0{,}01 + \frac{122{,}65}{49{,}31} = 2{,}50\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{0,01}{122,65}$$

$$Wq = 0,0000816\ horas = 0,005\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0,0000816\ h + \frac{1}{49,31}$$

$$W = 0,020\ horas = 1,22\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{4!} * \left(\frac{122,65}{49,31}\right)^{4} * \left(\frac{4 * 49,31}{4 * 49,31 - 122,65}\right) * 0,0751$$

$$Pw = 32\%$$

Tabla 5

Resultado de los parámetros operacionales día lunes.

Parámetros	**Lunes**				**Unidades**
Servidores (K)	1	2	3	4	-
Probabilidad de que no haya unidades en el sistema (Po)	-148%	-11%	4,45%	7,51%	-
Cantidad promedio de unidades en línea de espera (Lq)	-4,16	-7,14	3,25	0,01	Clientes/h
Cantidad promedio de unidades en el sistema (L)	-1,67	-4,65	5,74	2,50	Clientes/h
Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera (Wq)	-0,034	-0,058	0,026	0,000081	Horas
Tiempo promedio que pasa un unidad en el sistema (W)	-0,014	-0,038	0,046	0,020	Horas
Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio (Pw)	2,49	1,40	67 %	32 %	-

(Fuente: El Autor).

4.2.3 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día martes.

4.2.3.1 Modelo M/M/1.

El modelo M/M/1 se ajusta a los fenómenos de llegada y servicio del caso de estudio.

Tabla 6

Tasa media de llegada y servicio día martes

Tasa media de llegada (λ)	Tasa media de servicio (μ)	Unidades
96,58	43,95	Clientes/hora

Tasas medias obtenidas de la tabla 3. (Fuente: Elaboración propia

Cálculo de las características operativas

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$Po = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Po = 1 - \frac{96{,}58}{43{,}95}$$

$$Po = -120\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$Lq = \frac{96{,}58^2}{43{,}95(43{,}95 - 96{,}58)}$$

$$Lq = -4.03$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -4.03 + \frac{96{,}58}{43{,}95}$$

$$L = \ -1{,}84$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-4{,}03}{96{,}58}$$

$$Wq = -0{,}042$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0{,}042 + \frac{1}{43{,}95}$$

$$W = -0{,}020$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Pw = \frac{96{,}58}{43{,}95}$$

$$Pw = 220\%$$

4.2.4 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día martes

4.2.4.1 Modelo M/M/2

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{96{,}58}{43{,}95} = 2.20$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=2.

$$P_o = 1{,}1\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(96{,}58/43{,}95)^2 * (96{,}58) * 43{,}95}{(2-1)!\,(2 * 43{,}95 - 96{,}58)^2} * (0{,}011)$$

$$Lq = 3\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 3 + \frac{96{,}58}{43{,}95}$$

$$L = 5{,}20\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{3}{96{,}58}$$

$$Wq = 0{,}031\ horas = 1{,}86\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}031\ h + \frac{1}{43{,}95}$$

$$W = 0{,}054\ horas = 3{,}25\ \ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu-\lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{2!} * \left(\frac{96{,}58}{43{,}95}\right)^2 * \left(\frac{2 * 43{,}95}{2 * 43{,}95 - 95{,}58}\right) * (0{,}011)$$

$$Pw = -30\%$$

4.2.4.2 Modelo M/M/3

Se escoge 3 servidores para el cálculo de los parámetros de operación.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{96,58}{43,95} = 2.20$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=3.

$$P_o = 8,15\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(96,58/43,95)^3 * (96,58) * 43,95}{(3-1)!\,(3*43,95-96,58)^2} * 0,0815$$

$$Lq = 1,48\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 1,48 + \frac{96,58}{43,95}$$

$$L = 3,68\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{1,48}{96,58}$$

$$Wq = 0,015\ horas = 0,92\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0,015\ h + \frac{1}{43,95}$$

$$W = 0,038\ horas = 2,27\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{3!} * \left(\frac{96{,}58}{43{,}95}\right)^3 * \left(\frac{3 * 43{,}95}{3 * 43{,}95 - 96{,}58}\right) * 0{,}0815$$

$$Pw = 54\%$$

4.2.4.3 Modelo M/M/M4.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{96{,}58}{43{,}95} = 2.20$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=4.

$$P_o = 10{,}46\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu - \lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(96{,}58/43{,}95)^4 * (96{,}58) * 43{,}95}{(4-1)!\,(4 * 43{,}95 - 96{,}58)^2} * 0{,}1046$$

$$Lq = 0{,}28\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 0{,}28 + \frac{96{,}58}{43{,}95}$$

$$L = 2{,}47\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{0{,}28}{96{,}58}$$

$$Wq = 0{,}003\ horas = 0{,}17\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}003\ h + \frac{1}{43{,}95}$$

$$W = 0{,}026\ horas = 1{,}55\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{4!} * \left(\frac{96{,}58}{43{,}95}\right)^{4} * \left(\frac{4 * 43{,}95}{4 * 43{,}95 - 96{,}58}\right) * 0{,}1046$$

$$Pw = 23\%$$

Tabla 7

Resultado de los parámetros operacionales día martes.

Parámetros		**Martes**			**Unidades**
Servidores (K)	1	2	3	4	-
Probabilidad de que no haya unidades en el sistema (Po)	-120%	1,1%	8,15%	10,46%	-
Cantidad promedio de unidades en línea de espera (Lq)	-4,03	3	1,48	0,28	Clientes/h
Cantidad promedio de unidades en el sistema (L)	-1,84	5,20	3,68	2,47	Clientes/h
Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera (Wq)	-0,042	0,031	0,015	0,003	Horas
Tiempo promedio que pasa un unidad en el sistema (W)	-0,020	0,054	0,038	0,026	Horas
Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio (Pw)	220%	-30%	54 %	23 %	-

(Fuente: El Autor).

4.2.5 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día miércoles

4.2.5.1 Modelo M/M/1.

El modelo M/M/1 se ajusta a los fenómenos de llegada y servicio del caso de estudio.

Tabla 8
Tasa media de llegada y servicio día miércoles

Tasa media de llegada (λ)	Tasa media de servicio (μ)	Unidades
120,36	49,06	Clientes/hora

Tasas medias obtenidas de la tabla 3. (Fuente: Elaboración propia)

Cálculo de las características operativas

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$Po = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Po = 1 - \frac{120{,}36}{49{,}06}$$

$$Po = -145\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$Lq = \frac{120{,}36^2}{49{,}06 * (49{,}06 - 120{,}36)}$$

$$Lq = -4.14$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -4.14 + \frac{120{,}36}{49{,}06}$$

$$L = -1{,}69$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-4{,}14}{120{,}36}$$

$$Wq = -0{,}034$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0{,}034 + \frac{1}{49{,}06}$$

$$W = -0{,}014$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Pw = \frac{120{,}36}{49{,}06}$$

$$Pw = 245\%$$

4.2.6 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día miércoles

4.2.6.1 Modelo M/M/2

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{120{,}36}{49{,}06} = 2.45$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=2.

$$P_o = -0{,}01\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(120{,}36/49{,}06)^2 * (120{,}36) * 49{,}06}{(2-1)!\,(2 * 49{,}06 - 120{,}36)^2} * (-0{,}001)$$

$$Lq = -0{,}07\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -0{,}07 + \frac{120{,}36}{49{,}06}$$

$$L = -2{,}52\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-0{,}07}{120{,}36}$$

$$Wq = -0{,}00058\ horas = -0{,}035\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0{,}00058\ h + \frac{1}{49{,}06}$$

$$W = -0{,}021\ horas = -1{,}26\ \ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu-\lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{2!} * \left(\frac{120{,}36}{49{,}06}\right)^2 * \left(\frac{2 * 49{,}06}{2 * 49{,}06 - 120{,}36}\right) * (0{,}001)$$

$$Pw = -1{,}3\%$$

4.2.6.2 Modelo M/M/3

Se escoge 3 servidores para el cálculo de los parámetros de operación.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{120,36}{49,06} = 2.45$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=3.

$$P_o = 4,62\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(120,36/49,06)^3 * (120,36) * 49,06}{(3-1)!\,(3 * 49,06 - 120,36)^2} * 0,0462$$

$$Lq = 2,78\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 2,78 + \frac{120,36}{49,06}$$

$$L = 5,23\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{2,78}{120,36}$$

$$Wq = 0,023\ horas = 1,39\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0,023\ h + \frac{1}{49,06}$$

$$W = 0,043\ horas = 2,60\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{3!} * \left(\frac{120{,}36}{49{,}06}\right)^{3} * \left(\frac{3 * 49{,}06}{3 * 49{,}06 - 120{,}36}\right) * 0{,}0462$$

$$Pw = 62\%$$

4.2.6.3 Modelo M/M/M4.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{120{,}36}{49{,}06} = 2.45$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=4.

$$P_o = 7{,}31\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^{K}\lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^{2}} * Po$$

$$Lq = \frac{(120{,}36/49{,}06)^{4} * (120{,}36) * 49{,}06}{(4-1)!\,(4 * 49{,}06 - 120{,}36)^{2}} * 0{,}0731$$

$$Lq = 0{,}45\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 0{,}45 + \frac{120{,}36}{49{,}06}$$

$$L = 2{,}90\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{0{,}45}{120{,}36}$$

$$Wq = 0{,}0037\ horas = 0{,}22\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}0037\ h + \frac{1}{49{,}06}$$

$$W = 0{,}046\ horas = 2{,}78\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{4!} * \left(\frac{120{,}36}{49{,}06}\right)^{4} * \left(\frac{4 * 49{,}06}{4 * 49{,}06 - 120{,}36}\right) * 0{,}0731$$

$$Pw = 28\%$$

Tabla 9

Resultado de los parámetros operacionales día miércoles.

Parámetros	**Miércoles**				**Unidades**
Servidores (K)	1	2	3	4	-
Probabilidad de que no haya unidades en el sistema (Po)	-145%	-1,0%	4,62%	7,31%	-
Cantidad promedio de unidades en línea de espera (Lq)	-4,14	-0,07	2,78	0,45	Clientes/h
Cantidad promedio de unidades en el sistema (L)	-1,69	-2,52	5,23	2,90	Clientes/h
Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera (Wq)	-0,034	-0,0058	0,023	0,0037	Horas
Tiempo promedio que pasa un unidad en el sistema (W)	-0,014	-0,021	0,043	0,046	Horas
Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio (Pw)	245%	-1,3%	62 %	28 %	-

(Fuente: Elaboración propia).

4.2.7 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día jueves

4.2.7.1 Modelo M/M/1.

Tabla 10
Tasa media de llegada y servicio día jueves

Tasa media de llegada (λ)	Tasa media de servicio (μ)	Unidades
116,67	47,74	Clientes/hora

Tasas medias obtenidas de la tabla 3. (Fuente: Elaboración propia)

Cálculo de las características operativas

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$Po = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Po = 1 - \frac{116,67}{47,74}$$

$$Po = -144\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$Lq = \frac{116,67^2}{47,74 * (47,74 - 116,67)}$$

$$Lq = -4.14$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -4.14 + \frac{116,67}{47,74}$$

$$L = -1,69$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-4{,}14}{116{,}67}$$

$$Wq = -0{,}035$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0{,}035 + \frac{1}{47{,}74}$$

$$W = -0{,}0145$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Pw = \frac{116{,}67}{47{,}74}$$

$$Pw = 2{,}44$$

4.2.8 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día jueves

4.2.8.1 Modelo M/M/2

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{116{,}67}{47{,}74} = 2.44$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=2.

$$P_o = -10\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(116{,}67/47{,}74)^2 * (116{,}67) * 47{,}74}{(2-1)!\,(2 * 47{,}74 - 116{,}67)^2} * (-0{,}10)$$

$$Lq = -7{,}4\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -7{,}4 + \frac{116{,}67}{47{,}74}$$

$$L = -4{,}94\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-7{,}4}{116{,}67}$$

$$Wq = -0{,}063\ horas = -3{,}8\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0{,}063\ h + \frac{1}{47{,}74}$$

$$W = -0{,}042\ horas = -2{,}52\ \ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{2!} * \left(\frac{116{,}67}{47{,}74}\right)^{2} * \left(\frac{2 * 47{,}74}{2 * 47{,}74 - 116{,}67}\right) * (-0{,}10)$$

$$Pw = 130\%$$

4.2.8.2 *Modelo M/M/3*

Se escoge 3 servidores para el cálculo de los parámetros de operación.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{116{,}67}{47{,}74} = 2.44$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=3.

$$P_o = 4{,}62\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(116{,}67/47{,}74)^3 * (116{,}67) * 47{,}74}{(3-1)!\,(3*47{,}74-116{,}67)^2} * 0{,}0462$$

$$Lq = 2{,}65\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 2{,}65 + \frac{116{,}67}{47{,}74}$$

$$L = 5{,}10\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{2{,}65}{116{,}67}$$

$$Wq = 0{,}023\ horas = 1{,}39\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}023\ h + \frac{1}{47{,}74}$$

$$W = 0{,}044\ horas = 2{,}63\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu-\lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{3!} * \left(\frac{116{,}67}{47{,}74}\right)^3 * \left(\frac{3*47{,}74}{3*47{,}74-116{,}67}\right) * 0{,}0462$$

$$Pw = 60\%$$

4.2.8.3 Modelo M/M/M4.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{116{,}67}{47{,}74} = 2.44$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=4.

$$P_o = 7{,}31\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(116{,}67/47{,}74)^4 * (116{,}67) * 47{,}74}{(4-1)!\,(4 * 47{,}74 - 116{,}67)^2} * 0{,}0731$$

$$Lq = 0{,}43\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 0{,}43 + \frac{116{,}67}{47{,}74}$$

$$L = 2{,}87\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{0{,}43}{116{,}67}$$

$$Wq = 0{,}0037\ horas = 0{,}22\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}0037\ h + \frac{1}{47{,}74}$$

$$W = 0{,}025\ horas = 1{,}48\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu-\lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{4!} * \left(\frac{126,67}{47,74}\right)^4 * \left(\frac{4 * 47,74}{4 * 47,74 - 116,67}\right) * 0,0731$$

$$Pw = 28\%$$

Tabla 11
Resultado de los parámetros operacionales día jueves.

Parámetros	**Jueves**				**Unidades**
Servidores (K)	1	2	3	4	-
Probabilidad de que no haya unidades en el sistema (Po)	-144%	-1,0%	4,62%	7,31%	-
Cantidad promedio de unidades en línea de espera (Lq)	-4,14	-7,4	2,65	0,43	Clientes/h
Cantidad promedio de unidades en el sistema (L)	-1,69	-4,94	5,10	2,82	Clientes/h
Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera (Wq)	-0,035	-0,063	0,023	0,0037	Horas
Tiempo promedio que pasa un unidad en el sistema (W)	-0,0145	-0,042	0,044	0,025	Horas
Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio (Pw)	244%	130%	60 %	28 %	-

(Fuente: Elaboración propia).

4.2.9 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día viernes

4.2.9.1 Modelo M/M/1.

Tabla 12
Tasa media de llegada y servicio día viernes

Tasa media de llegada (λ)	Tasa media de servicio (μ)	Unidades
131,06	53,08	Clientes/hora

Tasas medias obtenidas de la tabla 3. (Fuente: Elaboración propia)

Cálculo de las características operativas

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$Po = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Po = 1 - \frac{131,06}{53,08}$$

$$Po = -147\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$Lq = \frac{131,06^2}{53,08 * (53,08 - 131,06)}$$

$$Lq = -4.15$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -4.15 + \frac{131,06}{53,08}$$

$$L = -1,68$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-4,15}{131,06}$$

$$Wq = -0,032$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0,032 + \frac{1}{53,08}$$

$$W = -0,013$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Pw = \frac{131{,}06}{53{,}08}$$

$$Pw = 2{,}47$$

4.2.10 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día viernes

4.2.10.1 Modelo M/M/2

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{131{,}06}{53{,}08} = 2.47$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=2.

$$P_o = -12\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(131{,}06/53{,}08)^2 * (131{,}06) * 53{,}08}{(2-1)!\,(2*53{,}08-131{,}06)^2} * (-0{,}12)$$

$$Lq = -8{,}2\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -8{,}2 + \frac{131{,}06}{53{,}08}$$

$$L = -5{,}73\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-8{,}2}{131{,}06}$$

$$Wq = -0{,}063\ horas = -3{,}8\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0{,}063\ h + \frac{1}{53{,}08}$$

$$W = -0{,}044\ horas = -2{,}62\ \ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{2!} * \left(\frac{131{,}06}{53{,}08}\right)^{2} * \left(\frac{2 * 53{,}08}{2 * 53{,}08 - 131{,}06}\right) * (-0{,}12)$$

$$Pw = 156\%$$

4.2.10.2 ***Modelo M/M/3***

Se escoge 3 servidores para el cálculo de los parámetros de operación.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{131{,}06}{53{,}08} = 2.47$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=3.

$$P_o = 3{,}96\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^{K}\lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu - \lambda)^{2}} * Po$$

$$Lq = \frac{(131{,}06/53{,}08)^{3} * (131{,}06) * 53{,}08}{(3-1)!\,(3 * 53{,}08 - 131{,}06)^{2}} * 0{,}0396$$

$$Lq = 2{,}61\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 2{,}61 + \frac{131{,}06}{53{,}08}$$

$$L = 5{,}08\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{2{,}61}{131{,}06}$$

$$Wq = 0{,}020\ horas = 1{,}19\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}020\ h + \frac{1}{53{,}08}$$

$$W = 0{,}039\ horas = 2{,}33\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^K * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{3!} * \left(\frac{131{,}06}{53{,}08}\right)^3 * \left(\frac{3 * 53{,}08}{3 * 53{,}08 - 131{,}06}\right) * 0{,}0396$$

$$Pw = 56\%$$

4.2.10.3 ***Modelo M/M/M4.***

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{131{,}06}{53{,}08} = 2.47$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=4.

$$P_o = 7{,}61\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^{K}\lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^{2}} * Po$$

$$Lq = \frac{(131{,}06/53{,}08)^{4} * (131{,}06) * 53{,}08}{(4-1)!\,(4 * 53{,}08 - 131{,}06)^{2}} * 0{,}0761$$

$$Lq = 0{,}49\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 0{,}49 + \frac{131{,}06}{53{,}08}$$

$$L = 2{,}97\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{0{,}49}{131{,}06}$$

$$Wq = 0{,}0037\ horas = 0{,}22\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}0037\ h + \frac{1}{53{,}08}$$

$$W = 0{,}023\ horas = 1{,}35\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{4!} * \left(\frac{131{,}06}{53{,}08}\right)^{4} * \left(\frac{4 * 53{,}08}{4 * 53{,}08 - 131{,}06}\right) * 0{,}0761$$

$$Pw = 31\%$$

Tabla 13

Resultado de los parámetros operacionales día viernes.

Parámetros	**Viernes**				**Unidades**
Servidores (K)	1	2	3	4	-
Probabilidad de que no haya unidades en el sistema (Po)	-147%	-12%	3,96%	7,61%	-
Cantidad promedio de unidades en línea de espera (Lq)	-4,15	-8,2	2,61	0,49	Clientes/h
Cantidad promedio de unidades en el sistema (L)	-1,68	-5,73	5,08	2,97	Clientes/h
Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera (Wq)	-0,032	-0,063	0,020	0,0037	Horas
Tiempo promedio que pasa un unidad en el sistema (W)	-0,013	-0,044	0,039	0,023	Horas
Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio (Pw)	247%	156%	56 %	31 %	-

(Fuente: Elaboración propia).

4.2.11 Modelos de teoría de colas de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponencial para el día sábado

4.2.11.1 Modelo M/M/1.

Tabla 14

Tasa media de llegada y servicio día sábado

Tasa media de llegada (λ)	Tasa media de servicio (μ)	Unidades
185,18	71,90	Clientes/hora

Tasas medias obtenidas de la tabla 2. (Fuente: Elaboración propia)

Cálculo de las características operativas

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$Po = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Po = 1 - \frac{185,18}{71,90}$$

$$Po = -157\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$Lq = \frac{185,18^2}{71,90 * (71,90 - 185,18)}$$

$$Lq = -4.21$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -4.21 + \frac{185,18}{71,90}$$

$$L = -1,63$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-4,21}{185,18}$$

$$Wq = -0,023$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0,023 + \frac{1}{71,90}$$

$$W = -0,0010$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{\lambda}{\mu}$$

$$Pw = \frac{185{,}18}{71{,}90}$$

$$Pw = 257\%$$

4.2.12 Modelo de teoría de colas de múltiples canales con llegadas de Poisson y tiempo de servicio exponencial para el día sabado

4.2.12.1 Modelo M/M/2

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{185{,}18}{71{,}90} = 2.58$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=2.

$$P_o = -12{,}5\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(185{,}18/71{,}90)^2 * (185{,}18) * 71{,}90}{(2-1)!\,(2 * 71{,}90 - 185{,}18)^2} * (-0{,}125)$$

$$Lq = -6{,}47\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = -6{,}47 + \frac{185{,}18}{71{,}90}$$

$$L = -3{,}89\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{-6{,}47}{185{,}18}$$

$$Wq = -0{,}035\ horas = -2{,}10\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = -0{,}035\ h + \frac{1}{71{,}90}$$

$$W = -0{,}022\ horas = -1{,}31\ \ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{2!} * \left(\frac{185{,}18}{71{,}90}\right)^{2} * \left(\frac{2 * 71{,}90}{2 * 71{,}90 - 185{,}18}\right) * (-0{,}125)$$

$$Pw = 145\%$$

4.2.12.2 ***Modelo M/M/3***

Se escoge 3 servidores para el cálculo de los parámetros de operación.

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{185{,}18}{71{,}90} = 2{,}58$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=3.

$$P_o = 3{,}4\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^{K}\lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu - \lambda)^{2}} * Po$$

$$Lq = \frac{(185{,}18/71{,}90)^{3} * (185{,}18) * 71{,}90}{(3-1)!\,(3 * 71{,}90 - 185{,}18)^{2}} * 0{,}0345$$

$$Lq = 4{,}23\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 4{,}23 + \frac{185{,}18}{71{,}90}$$

$$L = 6{,}81\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{4{,}23}{185{,}18}$$

$$Wq = 0{,}023\ horas = 1{,}38\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}023\ h + \frac{1}{71{,}90}$$

$$W = 0{,}037\ horas = 2{,}21\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{3!} * \left(\frac{185{,}18}{71{,}90}\right)^{3} * \left(\frac{3 * 71{,}90}{3 * 71{,}90 - 185{,}18}\right) * 0{,}0345$$

$$Pw = 70\%$$

4.2.12.3 ***Modelo M/M/M4.***

- Probabilidad de que no haya unidades en el sistema

$$\frac{\lambda}{\mu} = \frac{185{,}18}{71{,}90} = 2.58$$

Con la ayuda del anexo 2, se puede hallar el valor de la probabilidad con los datos de entrada λ/μ y k=4.

$$P_o = 6{,}51\%$$

- Cantidad promedio de unidades en la línea de espera

$$Lq = \frac{(\lambda/\mu)^K \lambda\mu}{(K-1)!\,(K\mu-\lambda)^2} * Po$$

$$Lq = \frac{(185{,}18/71{,}90)^4 * (185{,}18) * 71{,}90}{(4-1)!\,(4 * 71{,}90 - 185{,}18)^2} * 0{,}0651$$

$$Lq = 0{,}61\ clientes/h$$

- Cantidad promedio de unidades en el sistema

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

$$L = 0{,}61 + \frac{185{,}18}{71{,}90}$$

$$L = 3{,}18\ clientes/h$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera

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

$$Wq = \frac{0{,}61}{185{,}18}$$

$$Wq = 0{,}0033 horas = 0{,}20\ minutos$$

- Tiempo promedio que pasa una unidad en el sistema

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

$$W = 0{,}0033\ h + \frac{1}{71{,}90}$$

$$W = 0{,}017\ horas = 1{,}03\ minutos$$

- Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio

$$Pw = \frac{1}{K!} * \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{K} * \left(\frac{K\mu}{K\mu - \lambda}\right) * Po$$

$$Pw = \frac{1}{4!} * \left(\frac{185{,}18}{71{,}90}\right)^{4} * \left(\frac{4 * 71{,}90}{4 * 71{,}90 - 185{,}18}\right) * 0{,}0651$$

$$Pw = 34\%$$

Tabla 15
Resultado de los parámetros operacionales día sábado

Parámetros		**Sábado**			**Unidades**
Servidores (K)	1	2	3	4	-
Probabilidad de que no haya unidades en el sistema (Po)	-157%	-12,5%	3,45%	6,51%	-
Cantidad promedio de unidades en línea de espera (Lq)	-4,21	-6,47	4,23	0,61	Clientes/h
Cantidad promedio de unidades en el sistema (L)	-1,63	-3,89	6,81	3,18	Clientes/h
Tiempo promedio que pasa una unidad en línea de espera (Wq)	-0,023	-0,035	0,023	0,0033	Horas
Tiempo promedio que pasa un unidad en el sistema (W)	-0,001	-0,022	0,037	0,017	Horas
Probabilidad de que una unidad que llega tenga que esperar por el servicio (Pw)	257%	145%	70 %	34 %	-

(Fuente: Elaboración propia).

4.3 Conclusiones de los resultados

Los aspectos relevantes de las encuestas realizadas son dos: el tiempo de espera siendo este excesivo y el nivel de satisfacción con un nivel sumamente bajo.

Teniendo una tendencia de espera en su mayoría entre 30 minutos y 1 hora para ser atendido. Consecuentemente generando molestias en los usuarios y corroborando este aspecto con un valor de satisfacción Muy Malo del 24% y Malo del 36%.

El comportamiento del sistema de información de la Dirección de Movilidad de Tránsito y Transporte GADM Riobamba, bajo el modelo de teoría de colas se muestran en la tabla de resultados. Donde se puede apreciar la disminución de valores como el tiempo de espera y número de clientes en la cola a medida que el número de servidores aumenta ofreciendo así un mayor y mejor servicio.

El día lunes se tiene una tasa media de llegada 122,65 clientes por hora y una tasa media de servicio de 49,31 clientes por hora. El análisis del comportamiento de los parámetros operativos por medio de la teoría de colas para un servidor y dos nos indica que el sistema es ineficiente creando colas indefinidas. Los parámetros operativos al tener 3 servidores muestran que la cantidad promedio de unidades es 5,74 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 2,76 minutos. Estos valores se reducen al tener 4 servidores dando como resultado la cantidad promedio de unidades es 2,59 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 1,22 minutos.

El día martes se tiene una tasa media de llegada 96,58 clientes por hora y una tasa media de servicio de 43,95 clientes por hora. El análisis del comportamiento de las medidas de desempeño por medio de la teoría de colas para un servidor y dos nos indica que el sistema es ineficiente creando colas indefinidas. Los parámetros operativos al tener 3 servidores muestran que la cantidad promedio de unidades es 3,68 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 2,28 minutos. Estos valores se reducen al tener 4 servidores dando como resultado la cantidad promedio de unidades es 2,47 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 1,56 minutos.

El día miércoles se tiene una tasa media de llegada 120,36 clientes por hora y una tasa media de servicio de 49,06 clientes por hora. El análisis del comportamiento de los parámetros operativos por medio de la teoría de colas para un servidor y dos nos indica que el sistema es ineficiente creando colas indefinidas. Los parámetros operativos al tener 3 servidores muestran que la cantidad promedio de unidades es 5,23 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 2,58 minutos. Estos valores se reducen al tener 4 servidores dando como resultado la cantidad promedio de unidades es 2,90 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 1,51 minutos.

El día jueves se tiene una tasa media de llegada 116,67 clientes por hora y una tasa media de servicio de 47,74 clientes por hora. El análisis del comportamiento de los parámetros operativos por medio de la teoría de colas para un servidor y dos nos indica que el sistema es ineficiente creando colas indefinidas. Los parámetros operativos al tener 3 servidores muestran que la cantidad promedio de unidades es 5,10 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 2,64 minutos. Estos valores se reducen al tener 4 servidores dando como resultado la cantidad promedio de unidades es 2,82 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 1,50 minutos.

El día viernes se tiene una tasa media de llegada 131,06 clientes por hora y una tasa media de servicio de 53,08 clientes por hora. El análisis del comportamiento de los parámetros operativos por medio de la teoría de colas para un servidor y dos nos indica que el sistema es ineficiente creando colas indefinidas. Los parámetros operativos al tener 3 servidores muestran que la cantidad promedio de unidades es 5,08 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 2,34 minutos. Estos valores se reducen al tener 4 servidores dando como resultado la cantidad promedio de unidades es 2,97 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 1,38 minutos.

El día sábado se tiene una tasa media de llegada 185,18 clientes por hora y una tasa media de servicio de 71,90 clientes por hora. El análisis del comportamiento de los parámetros operativos por medio de la teoría de colas para un servidor y dos nos indica que el sistema es ineficiente creando colas indefinidas. Los parámetros operativos al tener 3 servidores muestran que la cantidad promedio de unidades es 6,81 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 2,22 minutos. Estos valores se reducen al tener 4 servidores dando como resultado la cantidad promedio de unidades es 3,18 clientes por hora y el tiempo promedio de espera en el sistema de 1,02 minutos.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el procesamiento de las encuestas, dio como resultado que un 78% de personas encuestadas deben esperar entre 30 minutos y 1 hora para ser atendidos. Otro parámetro evaluado mediante las encuestas nos arrojó como resultado que el 60% de personas encuestadas consideran entre Malo y Muy Malo el nivel de satisfacción.

- Al utilizar el modelo de teoría de colas de un solo canal, es decir un solo servidor, se evidenció que el sistema evaluado es ineficiente para los días lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado y con el modelo de canales múltiples nos arroja que al incrementar dos servidores el sistema es óptimo.

- El sistema es eficiente al incrementar 2 y 3 servidores, debido al aumento de la tasa media de servicio, y al superar la tasa media de llegada. De esta manera se mejora la satisfacción del cliente.

Recomendaciones

- Debido que en la mayoría de casos el usuario que es atendido en Información posteriormente debe acercarse al Departamento de Recaudación a cancelar por los tramites, el mismo usuario vuelve para ser atendido en el Departamento de Información causando aglomeración y aumentando así la tasa media de llegada. Se recomienda un nuevo diseño del puesto de trabajo para que las actividades se realicen de mejor manera.

- Se recomienda se tome en cuenta la propuesta para disminuir el tiempo de espera y mejorar la satisfacción del cliente.

- Se recomienda realizar estudios similares para los demás departamentos, con la finalidad de evaluar en su totalidad el servicio de la Dirección de Tránsito y Transporte GADM Riobamba.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Tema: Incremento de dos servidores y mejoramiento de las actividades en el Departamento de Información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte GADM Riobamba

6.1 Objetivo

- Mejorar la eficiencia de las actividades e incremento de dos servidores en el Departamento de Información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte GADM Riobamba.

6.2 Justificación

Los resultados arrojados del estudio de teoría de colas al aplicar el modelos de un solo canal con llegadas de Poisson y tiempo se servicio exponencial y con el modelo de canales múltiples con llegadas de Poisson tiempo de servicio exponencial, determinan un sistema ineficiente e inestable, creando así una línea de espera indefinida que crece en función del tiempo, es decir una tasa media de llegada sumamente mayor a la tasa media de servicio, produciéndose una inconformidad y abandono de los clientes.

Debido a estos inconvenientes, la eficiencia en la atención al cliente se vio afectada, para lo cual se justifica la inclusión de 2 servidores para evitar la insatisfacción del cliente.

6.3 Descripción de la propuesta

La propuesta para aumentar la eficiencia, es decir disminuir la cantidad de personas esperando en la cola, así como el tiempo de espera mediante la inclusión de 2 servidores. De esta manera obtendremos un aumento de la tasa media de servicio de todos los días de la semana, con la finalidad de superar la tasa media de llegada.

La siguiente figura nos muestra la configuración de la cola, servidores y salida de clientes del sistema. La inclusión de dos servidores extras en el sistema actual garantizará una mayor eficiencia en el servicio, debido que la tasa media de servicio (μ) supera la tasa media de llegada (λ), es decir, los clientes serán atendidos con mayor rapidez, disminuyendo el tiempo de espera y la cantidad de personas en la cola.

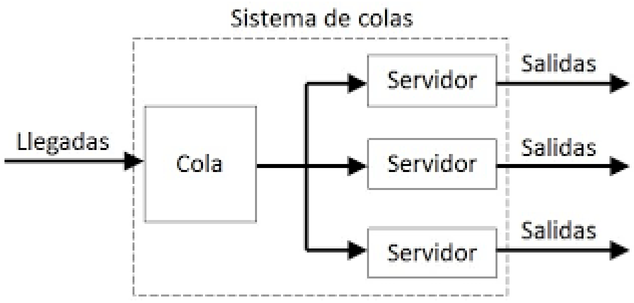

Figura 16. Estructura del sistema de colas a implementar (Fuente; Tamayo, 2017, p.6)

Para el aumento en la eficiencia de servicio se propuso el mejoramiento de actividades del servidor en el Departamento de Información. El servidor realizará la atención, generación de pagos y el visto bueno al cliente en una sola etapa. De esta manera eliminaremos una atención doble al mismo cliente. Es decir, el cliente una vez atendido avanzará a los otros Departamentos de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte.

Con esto garantizaremos un aumento en la tasa media de servicio y disminución en la tasa de llegada, debido que el cliente no volverá por el trámite de visto bueno para avanzar a los otros departamentos.

6.4 Análisis económico de líneas de espera

Las decisiones se basan en una evaluación subjetiva de las medidas de desempeño y el costo de operación mínimo por hora del sistema.

El costo total de una línea de espera según Anderson, Sweeney & Williams (2009) es la suma del costo de espera y el costo de servicio, es decir,

$$\boldsymbol{TC = c_w L + c_s k}$$

Donde:

c_w: $costo\ de\ espera\ por\ periodo\ de\ tiempo\ de\ cada\ unidad$

L: $número\ promedio\ de\ unidades\ en\ el\ sistema$

c_s: $costo\ de\ servicio\ por\ periodo\ de\ tiempo\ de\ cada\ canal$

k: $número\ de\ canales$

TC: $costo\ total\ por\ periodo\ de\ tiempo$

Costo de espera por periodo de tiempo de cada unidad.

Se basa en el número promedio de unidades que hay en el sistema. Incluyendo el tiempo empleado en la línea de espera más el tiempo empleado mientras lo esperan. Es decir, el costo por minuto que un cliente espera para que lo atiendan. Este costo no es un costo directo para la empresa, sin embrago se debe incluir debido a la generación de colas y abandono de clientes. El costo de espera se establece:

$$c_w = N * c_T$$

$$c_w = Costo\ de\ espera\ (\frac{\$}{h})$$

$$N = Número\ de\ clientes\ que\ abandonan\ la\ cola\ (\frac{Clientes}{hora})$$

$$c_T = Costo\ promedio\ de\ trámite\ (\$)$$

De acuerdo a la base de datos de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte establece que el número de clientes que no culmina los tramites en su totalidad o que abandonan la cola por día es igual a 4. El día de trabajo en Dirección tiene 8 horas laborables por lo tanto el número de clientes que abandona la cola por hora es igual a

$$N = 0{,}5\ Clientes/h.$$

El costo promedio de trámite en la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte es igual a 11,50 dólares rigiéndose en las Tarifas descritas por esta Dirección.

$$c_T = 11{,}50\ \$$$

Con estos datos procedemos a obtener el costo de espera

$$c_w = (0{,}5\ Clientes/h) * (11{,}5\ \$)$$

$$\boldsymbol{c_w = 5{,}75\ \$/h}$$

Costo de servicio por periodo de tiempo de cada canal

El costo de servicio es el costo que le genera un servidor a la empresa. Es la suma del salario, las prestaciones del servidor y cualquier otro costo asociado con la operación del canal de servicio (Anderson, Sweeney & Williams ; 2009).

El costo de mensual total de un servidor en departamento de atencion es 675 dólares incluye prestaciones,salario y costos asociados. En cada mes el servidor trabaja 180 horas, por lo tanto el costo de servicio $c_s = \$\ 3{,}75/hora$

Costo de la linea de espera.

- Lunes K=3

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (5{,}74\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (3)$$

$$TC = 44{,}26\ \$/h$$

- Lunes K=4

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (2{,}50\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (4)$$

$$TC = 29{,}38\ \$/h$$

- Martes K=3

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (3{,}68\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (3)$$

$$TC = 32{,}41\ \$/h$$

- Martes K=4

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (2{,}47\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (4)$$

$$TC = 29{,}20\ \$/h$$

- Miercoles K=3

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (5{,}23\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (3)$$

$$TC = 41{,}32\ \$/h$$

- Miercoles K=4

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (2{,}90\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (4)$$

$$TC = 31{,}68\ \$/h$$

- Jueves K=3

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (5{,}10\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (3)$$

$$TC = 40{,}58\ \$/h$$

- Jueves K=4

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (2{,}87\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (4)$$

$$TC = 31{,}50\ \$/h$$

- Viernes K=3

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (5{,}08\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (3)$$

$$TC = 40{,}46\ \$/h$$

- Viernes K=4

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (2{,}97\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (4)$$

$$TC = 32{,}08\ \$/h$$

- Sábado K=3

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (6{,}81\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (3)$$

$$TC = 50{,}41\ \$/h$$

- Sábado K=4

$$TC = c_w L + c_s k$$

$$TC = \left(\frac{5{,}75\$}{\mathrm{h}}\right) * (3{,}18\ \text{clientes}) + \left(\frac{3{,}75\$}{h}\right) * (4)$$

$$TC = 33{,}29\ \$/h$$

Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis económico para los días lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado con el incremento de 1 y 2 servidores más, muestran que a medida que se aumenta el número de servidores el costo total por hora disminuye. Esto se debe a que el costo de espera es mayor al costo de servicio. Siendo este un argumento importante para la inclusión de servidores.

Con la inclusión de 2 servidores extras disminuye el tiempo y la cantidad de clientes promedio esperando por el servicio en todos los días de la semana, como se puede observar en el apartado de resultados.

De no existir la posibilidad en incrementar servidores una opción según el estudio de teoría de colas es la siguiente: consta en la atención única en un solo Departamento, es decir Información y Recaudación con la finalidad de aumentar la tasa media de servicio y disminuir la tasa media de llegada.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2009). *Métodos cuantitativos para los negocios* (Novena Edición ed.). Estados Unidos: CENGAGE Learnig.

Cazorla, F. (2014). Análisis estadístico mediante teoria de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del hospital provincial general docente de Riobamba. *(Tesis de ingeniería).* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3207/1/226T0026.pdf

Escudero, L. (2009). *Aplicación de la teoria de colas.* Ediciones deusto, Valencia, Barcelona. Obtenido de https://www.iberlibro.com/APLICACIONES-TEORIA-COLAS-Laureano-F-Escudero/7994686147/bd

GADM. (2014). Dirección de gestión y movilidad, tránsito y transporte. *(En línea).* Dirección de Gestión de Movilidad, Riobamba, Ecuador. Obtenido de http://www.gadmriobamba.gob.ec/index.php/alcaldia/competencias/gadm

Galeon. (s.f.). *Galeon.com*. Obtenido de http://metodoscuantitativo2.galeon.com/enlaces2219625.html

Gámez, E. (2018). Propuesta de mejora mediante modelo de teoria de colas para el estudio de frecuencias en la empresa transportes FONTIBÓN S.A, ruta ZP - C66. *(Tesis de ingeniería).* Universidad Católica de Colombia, Bogota, Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16100/1/Elvira%20Gamez%20-%20Trabajo%20de%20grado%20-

%20PROPUESTA%20DE%20MEJORA%20MEDIANTE%20MODELO%20DE%20TEOR%C3%8DA%20DE%20COLAS%20PARA%20EL%20.pdf

Garcia, J. (2011). *Teoria de Colas.* Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España. Obtenido de http://iocontadoresuaeh.blogspot.com/2014/06/estructura-de-la-teoria-de-colas-o.html

Hillier, S. y. ((2010) México). *Teoría de colas. En Introducción a la* .

Huaman, S., & Sandoval, S. (2014). Optimizacion de las lineas de espera en el proceso de atención al cliente del BCT Tarma, en el periodo 2014. *(Tesis de Licenciatura).* Universidad Nacional del Centro de Perú, Tarma. Obtenido de http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4705/Huaman%20Barzola%20-%20Sandoval%20Vasquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez, C. (2009). Análisis de redes de colas modeladas con tiempos entre llegadas exponenciales e hiper erlang para la asignación eficiente de los recursos. *(Tesis de ingeniería).* Pontifica Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Obtenido de https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7286

Tamayo, J. (2017). Aplicación de un modelo en colas para determinar el numero óptimo de ventanillas que satisfaga a los usuarios de la Empresa Eléctrica matriz Riobamba. *(Tesis de ingeniería).* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8350/1/226T0036.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta realizada a usuarios del departamento de información de la Dirección de Movilidad Tránsito y Transporte.

ENCUESTA USUARIOS

ENCUESTA PARA DETERMINAR EL NIVEL DE SATISFACCIÓN A LOS USUARIOS EN EL ÁREA DE INFORMACIÓN DE LA DIRECCIÓN DE MOVILIDAD TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL GADM RIOBAMBA

<u>Por favor, dedique unos minutos a rellenar esta encuesta. Su opinión es muy importante para mejorar el servicio. Gracias</u>

1. ¿Conoce sus Derechos y Obligaciones como usuario en el Departamento de Información?

SI	
NO	

2. ¿Cuánto tiempo ha esperado usted en ser atendido?

30 Minutos	
1 Hora	
2 Horas	
Más de dos Horas	

3. ¿Cómo le trato el personal de Información?

Bien	
Regular	
Mal	
Muy Mal	

4. El servicio dentro del departamento de Información ¿le inspira confianza?

SI	
NO	

5. ¿El ambiente o área física de espera de Información en este Departamento es?

Muy Bueno	
Bueno	
Moderado	
Malo	
Muy Malo	

6. ¿Cuál es su nivel de Satisfacción al ser Atendido en el Departamento de Información?

Muy Bueno	
Bueno	
Moderado	
Malo	
Muy Malo	

7. ¿Cuál de estos factores cree usted que debería implantarse en el Área de Información?

Implementar más personal para la atención al Usuario	
Personal más ágil, profesional, eficiente y con experiencia	
Capacitación al personal con el fin de dar mejor atención al paciente.	

8. Por favor, indique su grado de satisfacción con los siguientes aspectos relacionados para el personal que le atendió en Información.

ASPECTOS	**CALIFICACIÓN**			
	MALO	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
Conocimiento y competencia				
Información proporcionada				
Confidencialidad y discreción				
Predisposición a escucharle				
Amabilidad y respeto mostrado				

Anexo 2. Valores de Po para líneas de espera de múltiples canales con llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales.

	Número de canales (k)			
Razón λ/μ	2	3	4	5
0.15	0.8605	0.8607	0.8607	0.8607
0.20	0.8182	0.8187	0.8187	0.8187
0.25	0.7778	0.7788	0.7788	0.7788
0.30	0.7391	0.7407	0.7408	0.7408
0.35	0.7021	0.7046	0.7047	0.7047
0.40	0.6667	0.6701	0.6703	0.6703
0.45	0.6327	0.6373	0.6376	0.6376
0.50	0.6000	0.6061	0.6065	0.6065
0.55	0.5686	0.5763	0.5769	0.5769
0.60	0.5385	0.5479	0.5487	0.5488
0.65	0.5094	0.5209	0.5219	0.5220
0.70	0.4815	0.4952	0.4965	0.4966
0.75	0.4545	0.4706	0.4722	0.4724
0.80	0.4286	0.4472	0.4491	0.4493
0.85	0.4035	0.4248	0.4271	0.4274
0.90	0.3793	0.4035	0.4062	0.4065
0.95	0.3559	0.3831	0.3863	0.3867
1.00	0.3333	0.3636	0.3673	0.3678
1.20	0.2500	0.2941	0.3002	0.3011
1.40	0.1765	0.2360	0.2449	0.2463
1.60	0.1111	0.1872	0.1993	0.2014
1.80	0.0526	0.1460	0.1616	0.1646
2.00		0.1111	0.1304	0.1343
2.20		0.0815	0.1046	0.1094
2.40		0.0562	0.0831	0.0889
2.60		0.0345	0.0651	0.0721
2.80		0.0160	0.0521	0.0581
3.00			0.0377	0.0466
3.20			0.0273	0.0372
3.40			0.0186	0.0293
3.60			0.0113	0.0228
3.80			0.0051	0.0174
4.00				0.0130
4.20				0.0093
4.40				0.0063
4.60				0.0038
4.80				0.0017

Valores sobre la probabilidad de que no haya unidades en la cola. (Fuente; Anderson, Sweeney, & Williams, 2009).

Anexo 3. Situación Actual en el Departamento de Movilidad Tránsito y Transporte 2019.

Figura 1. Departamento de información de la Dirección de movilidad tránsito y transporte. (Fuente: Elaboración propia)

Figura 2. Aglomeración de clientes en Departamento de información de la Dirección de movilidad tránsito y transporte. (Fuente: Elaboración propia)

Anexo 3. Evidencias fotográficas de aplicación de encuetas en el Departamento de Movilidad, Tránsito y Transporte.

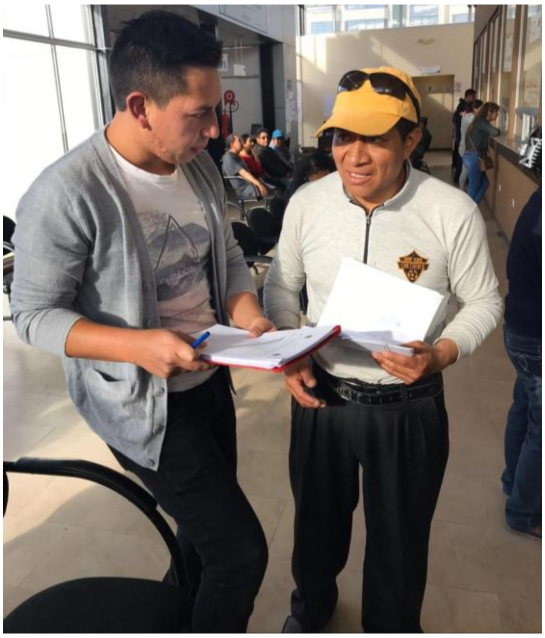

Figura 3. Encuesta a cliente luego de ser atendido en el departamento de información. (Fuente: Elaboración propia).

Figura 4. Encuesta a cliente luego de ser atendido en el departamento de información. (Fuente: Elaboración propia).

Figura 5. Encuesta a cliente luego de ser atendido en el departamento de información. (Fuente: Elaboración propia).

Figura 6. Encuesta a cliente luego de ser atendido en el departamento de información. (Fuente: Elaboración propia).

ANEXO 4. DATOS SOBRE EL NÚMERO DE LLEGADA DE PERSONAS Y NÚMERO DE PERSONAS ATENDIDAS EN UNA HORA

DÍAS LUNES.

	05/08/2019		12/08/2019		19/08/2019		26/08/2019		02/09/2019		09/09/2019		16/09/2019		23/09/2019		30/09/2019		PROMEDIO TODOS LOS LUNES	
Horario	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	**N.Llegada**	**N.atendidos**
08h00-09h00	64	26	58	26	76	29	165	47	49	30	44	26	48	29	152	67	213	55	96.56	37.22
09h00-10h00	70	34	46	21	85	33	182	61	48	33	57	35	62	32	155	41	206	77	101.22	40.78
10h00-11h00	73	41	63	33	102	37	234	76	76	48	82	46	91	46	207	61	310	101	137.56	54.33
11h00-12h00	85	43	84	41	116	46	267	81	81	46	85	45	102	41	218	78	336	104	152.67	58.33
12h00-13h00	79	53	86	35	135	49	260	85	69	55	88	65	108	51	196	103	297	97	146.44	65.89
14h00-15h00	66	49	74	35	109	43	276	76	73	49	65	57	93	47	182	63	288	86	136.22	56.11
15h00-16h00	67	36	63	37	146	44	236	76	59	31	48	26	77	36	150	55	201	64	116.33	45.00
16h00-17h00	52	29	65	29	93	27	193	83	42	27	39	18	55	21	122	44	187	53	94.22	36.78
Total	556	311	539	257	862	308	1813	585	497	319	508	318	636	303	1382	512	2038	637		

DÍAS MARTES.

	06/08/2019		13/08/2019		20/08/2019		27/08/2019		03/09/2019		10/09/2019		17/09/2019		24/09/2019		PROMEDIO TODOS LOS MARTES	
Horario	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	**N.Llegada**	**N.atendidos**
08h00-09h00	48	23	41	32	77	39	112	48	57	39	46	29	44	36	115	87	67.50	41.63
09h00-10h00	64	31	73	34	85	24	165	39	68	21	55	23	57	22	108	69	84.38	32.88
10h00-11h00	71	43	75	31	100	36	178	55	75	34	77	37	86	35	166	76	103.50	43.38
11h00-12h00	82	51	84	35	114	46	197	64	83	44	93	28	88	41	218	103	119.88	51.50
12h00-13h00	78	53	86	41	127	49	260	48	74	51	88	48	96	47	196	108	125.63	55.63
14h00-15h00	74	38	82	35	107	43	238	73	71	49	65	57	106	33	116	63	107.38	48.88
15h00-16h00	55	26	77	37	146	44	205	82	66	39	44	25	68	35	91	55	94.00	42.88
16h00-17h00	41	22	65	33	112	29	126	69	45	26	29	18	57	38	88	44	70.38	34.88
Total	513	287	583	278	868	310	1481	478	539	303	497	265	602	287	1098	605		

DÍAS MIERCOLES.

	07/08/2019		14/08/2019		21/08/2019		28/08/2019		04/09/2019		11/09/2019		18/09/2019		25/09/2019		MEDIO TODOS LOS MIERC	
Horario	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	**N.Llegada**	**N.atendidos**
08h00-09h00	56	34	54	46	112	59	170	65	63	48	51	26	66	43	241	83	101.63	50.50
09h00-10h00	59	27	55	35	133	63	159	63	49	33	48	35	61	55	258	56	102.75	45.88
10h00-11h00	66	28	95	33	167	63	234	68	78	52	77	37	119	41	288	61	140.50	47.88
11h00-12h00	81	43	85	41	155	55	266	81	88	46	83	45	125	52	249	72	141.50	54.38
12h00-13h00	77	53	102	46	141	49	259	85	65	58	91	65	128	41	242	99	138.13	62.00
14h00-15h00	66	49	113	55	166	46	276	76	94	57	76	46	103	58	225	73	139.88	57.50
15h00-16h00	71	31	83	25	146	31	236	71	67	27	48	24	77	36	189	66	114.63	38.88
16h00-17h00	48	28	68	31	108	37	185	67	48	24	41	18	51	22	122	57	83.88	35.50
Total	524	293	655	312	1128	403	1785	576	552	345	515	296	730	348	1814	567		

DÍAS JUEVES.

	01/08/2019		08/08/2019		15/08/2019		22/08/2019		29/08/2019		05/09/2019		12/09/2019		19/09/2019		26/09/2019		PROMEDIO TODOS LOS JUEVES	
Horario	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	**N.Llegada**	**N.atendidos**
08h00-09h00	55	43	41	32	67	34	135	43	246	95	55	43	64	54	61	45	167	48	99.00	48.56
09h00-10h00	62	23	39	21	78	30	137	54	256	87	48	21	48	28	93	34	196	79	106.33	41.89
10h00-11h00	54	24	55	27	87	38	217	55	293	73	77	32	78	37	87	54	295	99	138.11	48.78
11h00-12h00	85	37	78	33	65	46	209	54	234	71	69	39	105	56	98	43	329	86	141.33	51.67
12h00-13h00	65	46	63	38	96	48	198	62	108	68	72	48	89	48	84	35	297	96	119.11	54.33
14h00-15h00	61	41	61	35	82	39	186	71	265	63	61	51	88	41	81	26	265	83	127.78	50.00
15h00-16h00	52	28	54	37	92	47	175	65	249	72	46	24	63	42	77	33	229	69	115.22	46.33
16h00-17h00	44	25	49	23	71	22	106	83	187	64	31	29	42	26	65	38	183	53	86.44	40.33
Total	478	267	440	246	638	304	1363	487	1838	593	459	287	577	332	646	308	1961	613		

DÍAS VIERNES.

	02/08/2019		16/08/2019		23/08/2019		30/08/2019		06/09/2019		13/09/2019		20/09/2019		27/09/2019		PROMEDIO TODOS LOS VIERNES	
Horario	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	N.Llegada	N.atendidos	**N.Llegada**	**N.atendidos**
08h00-09h00	42	33	62	46	176	56	145	56	63	47	54	49	75	45	227	131	105.50	57.88
09h00-10h00	54	25	53	37	187	78	173	46	56	41	78	43	87	43	274	63	120.25	47.00
10h00-11h00	71	29	82	31	165	54	219	74	71	39	98	41	126	44	289	66	140.13	47.25
11h00-12h00	79	33	95	46	186	49	235	79	65	34	129	59	109	46	297	81	149.38	53.38
12h00-13h00	65	37	124	32	176	73	255	83	55	28	115	73	132	65	288	95	151.25	60.75
14h00-15h00	51	26	94	45	252	84	261	65	70	41	126	68	106	68	285	92	155.63	61.13
15h00-16h00	42	30	92	42	187	73	216	73	56	38	85	46	92	44	286	73	132.00	52.38
16h00-17h00	36	33	65	39	93	41	166	63	39	29	57	48	85	32	214	74	94.38	44.88
Total	440	246	667	318	1422	508	1670	539	475	297	742	427	812	387	2160	675		

DÍAS SÁBADOS.

	03/08/2019		17/08/2019		24/08/2019		31/08/2019		07/09/2019		14/09/2019		21/09/2019		28/09/2019		PROMEDIO TODOS LOS SABADOS	
Horario	N.Llegada	N.atendido	N.Llegada	N.atendido	N.Llegada	N.atendido	N.Llegada	N.atendido	N.Llegada	N.atendido	N.Llegada	N.atendido	N.Llegada	N.atendido	N.Llegada	N.atendido	**N.Llegada**	**N.atendidos**
08h00-09h00	85	73	87	56	122	85	185	65	76	72	156	82	193	85	456	117	170.00	79.38
09h00-10h00	125	64	93	51	185	77	199	74	85	66	127	54	234	81	445	132	186.63	74.88
10h00-11h00	84	35	137	49	195	34	245	71	126	68	91	63	231	74	386	129	186.88	65.38
11h00-12h00	88	36	162	66	204	44	266	85	107	64	155	65	181	68	435	122	199.75	68.75
12h00-13h00	78	49	104	56	156	68	276	83	120	51	136	53	224	86	367	123	182.63	71.13
TOTAL	460	257	583	278	862	308	1171	378	514	321	665	317	1063	394	2089	623		