

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TEORÍA DE COLAS EVALUANDO LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR FERRETERO

APPLICATION OF THE QUEUE THEORY METHODOLOGY EVALUATING EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY IN THE HARDWARE SECTOR

Zoraima Victalia Peñaranda¹ - Ayala¹, Sandra Milena Castro² -Escobar² - Jarol Derley Ramón³ – Valencia³

¹ Grupo de Investigación INGPPO-GES, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad de Pamplona, Colombia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5450-7224>. correo electrónico: zorapayala@unipamplona.edu.co

² Grupo de Investigación INGPPO-GES, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad de Pamplona, Colombia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1745-0019>. correo electrónico: sandra.castro@unipamplona.edu.co

³ Grupo de Investigación Programa Ingeniería Ambiental, Universidad de Pamplona, Colombia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4929-8544> correo electrónico: jarol.ramon@unipamplona.edu.co

Cite this article as: Z. Peñaranda – Ayala, S. Castro -Escobar, J. Castro² -Escobar “APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE TEORÍA DE COLAS EVALUANDO LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR FERRETERO”, Prospectiva, Vol 23, N° 2, 2025.

Recibido: 27/09/2024 / Aceptado: 25/04/2025
<http://doi.org/10.15665/rp.v23i2.3670>

RESUMEN

El presente artículo muestra cómo la aplicación de teoría de colas permite medir la eficiencia, calidad, capacidad del sistema y por ende, el aumento de la productividad en un sector tan competitivo como lo son las ferreterías. Se realizó inicialmente un diagnóstico de satisfacción a trabajadores y clientes seguido de la toma de tiempos de servicio junto al tiempo de espera lo cual permite obtener el nivel de insatisfacción por parte de clientes y empleados. La investigación se realizó principalmente con dos poblaciones de objeto de estudio; los clientes, tanto permanentes como transitorios y los empleados. En la investigación se aplicó una metodología mixta, utilizando un enfoque descriptivo y cuantitativo en el cual se obtiene que la cantidad de trabajadores que atiende el servicio es insuficiente, por ende se concluye la necesidad de revisar y ajustar la contratación relacionada con esta área de la empresa.

Palabras clave: Eficiencia, variables, calidad del servicio, tiempo de espera, tiempo servicio, capacidad del servicio, inactividad.

ABSTRACT

This article shows how the application of queuing theory allows us to measure the efficiency, quality, system capacity and therefore, the increase of productivity in such a competitive sector as hardware stores. Initially, a diagnosis of worker and customer satisfaction was carried out, followed by the taking of service times together with waiting time, which allows obtaining the level of dissatisfaction

on the part of customers and employees. The research was carried out mainly with two target populations; customers, both permanent and transitory, and employees. The research applied a mixed methodology, using a descriptive and quantitative approach in which the number of workers attending the service is insufficient, thus concluding the need to review and adjust the recruitment related to this area of the company.

Keywords: Efficiency, variables, service quality, waiting time, service time, service capacity, inactivity

1. Introducción

En el transcurso de los años el servicio al cliente ha presentado muchos cambios, iniciando con la espera de una solución durante días, semanas y hasta meses sobre inquietudes al adquirir un producto o servicio. Desde la era preindustrial, se espera que el servicio al cliente sea inmediato, satisfactorio y receptivo basado en un modelo social. Al evolucionar el servicio al cliente, se ha evidenciado que se trata de un principio fundamental y no negociable [1].

Siguiendo la línea de tiempo que ha tenido el servicio al cliente, para los años 90 se materializó un puesto de atención al cliente donde el usuario podía resolver su duda o hacer un reclamo, y tan solo un año después, se creó el medio electrónico donde se puede solicitar la atención y generar PQRS [2].

En la actualidad, el mercado expone una gran competencia, por esto, es necesario innovar de manera continua a la par de los avances que el mismo exija, ya que al realizar estos cambios o planteamientos de mejora se logra un mejor posicionamiento en el mercado al brindar un servicio de calidad que satisfaga las necesidades y requerimientos de los usuarios, logrando así una excelente experiencia para cada uno de los clientes del servicio.

Por lo tanto, hoy en día las organizaciones dedicadas a la prestación de servicio encuentran valor en el aumento de eficiencia y productividad para su éxito empresarial, esto dado por el gran auge de la aplicación de modelos matemáticos como lo es la teoría de colas o líneas de espera, herramienta cuyo fin es evaluar las variables en cuanto a la eficiencia, capacidad, calidad del servicio y satisfacción de clientes y trabajadores.

La investigación contó con dos poblaciones de objeto de estudio: clientes permanentes y transitorios que están directamente relacionados con el servicio, y empleados. Se les aplicaron encuestas de satisfacción a estas poblaciones objetivo donde se evaluaron las variables que determinan el tiempo de espera, la calidad y exactitud, además del grado de aprobación de los empleados en cuanto a lo relacionado a la entrega del servicio. Posteriormente el análisis de las encuestas fue realizado en la herramienta SPSS, aplicando un modelo matemático básico de teoría de colas M/M/1 y el modelo M/M/C, modelos que permiten estudiar la necesidad de instalar o en su defecto eliminar un servidor.

Los resultados de los modelos brindaron un panorama claro de las variables que afectan la eficiencia y satisfacción de los clientes, con el fin de diseñar un plan estratégico que facilite mejorar la calidad y eficiencia del servicio para ser más productivas y competitivas, logrando un mejor posicionamiento en el mercado junto con la lealtad y permanencia de los clientes.

Conjuntamente, se desarrolló una investigación mixta con enfoque descriptivo y cuantitativo, con el propósito de analizar el grado de satisfacción de los trabajadores, la satisfacción de los clientes y la calidad del servicio, teniendo en cuenta que, el cliente es el eje central de cualquier organización (J. C Bustamante, 2015)

2. METODOLOGÍA

Para dar cumplimiento a los objetivos, se trabajó bajo un enfoque mixto, es decir, cualitativo y cuantitativo. Para ello, se diseñaron tres fases metodológicas, las cuales se enfocan en:

2.1. Primera Fase

En esta etapa inicial, se llevó a cabo el diagnóstico para conocer la situación actual del servicio de atención al cliente, basado en la satisfacción de los clientes, eficiencia, calidad y capacidad del servicio que presta la ferretería, donde se identificaron los principales problemas y necesidades de esta, tales como: ¿Cuántos empleados son necesarios para mejorar el servicio de atención al cliente? ¿Qué estrategias se pueden implementar para aumentar la satisfacción de los clientes? Todo esto mediante un enfoque cualitativo y cuantitativo, donde, dado que se utilizó un método científico deductivo, es indispensable contar con una teoría ya construida [3].

Dentro del diagnóstico anteriormente mencionado, primeramente, se aplicó la encuesta a los 3 empleados de la ferretería encargados de la atención al cliente, lo que permitió identificar el grado de conformidad de estos con relación a su trabajo. Seguidamente, se aplicó la encuesta a 301 clientes de la ferretería, en donde se evidenció el grado de satisfacción con respecto al servicio, tiempo de espera y calidad del mismo.

Por medio de un proceso previamente planificado en su paso a paso, se realizó la recolección de información según las necesidades de la ferretería, con la finalidad de obtener resultados coherentes y precisos que contribuyan favorablemente al logro de los objetivos propuestos. Gracias a dicho plan estructurado, se logró dar un manejo de los datos de gran importancia [4].

2.2. Segunda fase

Durante el desarrollo de la segunda fase, se evaluó el servicio teniendo en cuenta los factores de eficiencia, capacidad y tiempos de espera para ser atendidos los clientes permanentes y transitorios por el personal de la ferretería. Se entiende por cliente transitorio aquel que no adquiere los productos de la ferretería periódicamente. Por consiguiente, dicha evaluación del servicio permitió diseñar estrategias de mejora continua, apoyadas en el conocimiento de la satisfacción del cliente (Josué et al., 2020).

Para esta fase, durante un mes, en diferentes horas del día y distintos días de la semana, se tomaron los tiempos de forma aleatoria a 301 clientes. Se determinó la tasa de llegada de los clientes y la tasa del servicio, dado que estas dos variables son determinantes para evaluar la eficiencia y capacidad del sistema. Esto permitió identificar su desempeño, aplicando metodologías tales como la observación y el control del tiempo de llegada de cada cliente, así como el tiempo de espera para recibir el servicio, utilizando un cronómetro.

Aplicando la herramienta matemática de la teoría de colas, mediante el modelo básico M/M/1, se analizaron estos tiempos (tasa de llegada y tasa del servicio) para los tres servidores (trabajadores de la ferretería). Este modelo permitió medir el tiempo de espera en cola para ser atendidos y el tiempo de duración del servicio para satisfacer las necesidades de los clientes. Por lo tanto, la teoría de colas emplea modelos para representar los distintos tipos de sistemas de líneas de espera que forman parte de la vida diaria [5].

2.3. Tercera fase

La tercera y última fase consistió en la validación de la satisfacción de los clientes con relación a la calidad y eficiencia en la entrega del servicio, comparado con la aplicación del modelo multi servidores de la

metodología de teoría de colas o línea de espera M/M/C. En esta fase se incrementó un nuevo servidor o trabajador, con el fin de determinar la viabilidad de su inclusión en este caso de estudio. La letra C representa al cuarto trabajador. Lo anterior se planteó como una estrategia de mejoramiento del servicio, con el objetivo de lograr un incremento en la satisfacción de los clientes y observar oportunidades de mejora en la atención al cliente.

Cabe mencionar que, cuando se hace referencia al servicio al cliente, se entiende como el conjunto de servicios y/o productos que una organización, marca o institución ofrece a un cliente interesado en obtenerlos. Esto se realiza con el objetivo de establecer una relación directa con los clientes, permitiendo conocer sus necesidades y perspectivas, de manera que la empresa pueda satisfacerlas e incluso superarlas [6].

Finalmente, considerando la descripción de las tres fases metodológicas que permitieron el cumplimiento del objetivo del caso de estudio —centrado en evaluar la eficiencia de la atención al cliente mediante la aplicación del modelo matemático de teoría de colas, con el fin de mejorar la calidad del servicio en la empresa Ferretería—, se procedió a determinar una muestra. Según la teoría, para calcular el tamaño de la muestra cuando el universo es finito (es decir, contable) y la variable es de tipo categórica, primero se debe conocer N_0 , es decir, el número total de clientes esperados con base en años anteriores. En este caso, se identificaron 1380 clientes.

A su vez, para la recolección de información, se tuvieron en cuenta criterios de inclusión tales como: personas mayores de 18 años, habitantes del municipio de Saravena y clientes de la ferretería.

Si la población es finita, es decir, si se conoce el total de la población y se desea saber cuántos individuos del total deben ser estudiados, la fórmula sería:

$$n = \frac{N * Z^2 \alpha p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 \alpha p * q} \quad (1)$$

Donde:

N = Total de la población

Z α = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en su investigación use un 5%).

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

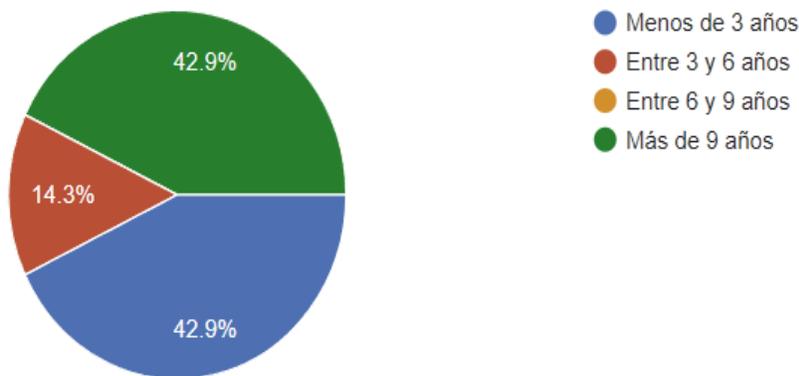
A continuación, se describen los resultados logrados de la aplicación de las diferentes encuestas a los trabajadores, personal administrativo y clientes de la Ferretería.

Para dar cumplimiento a la primera fase, estos resultados permitieron identificar la experiencia, capacidad del servicio y los tiempos que se utilizan para atender o dar respuesta a los clientes:

En cuanto a los trabajadores se encontró que:

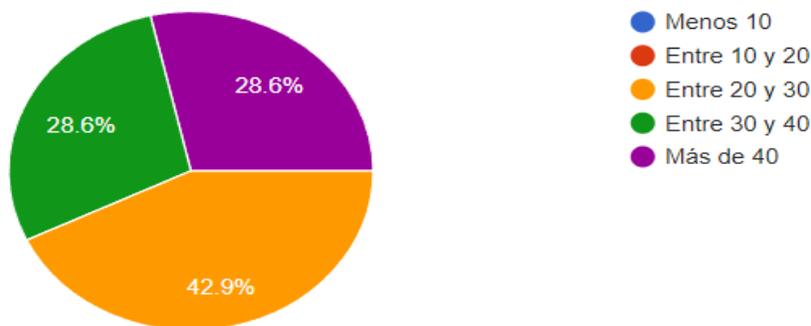
En la Figura 1 se presentan los años de experiencia de los trabajadores dentro de la empresa. La mayoría de los resultados evidencian que el personal tiene entre 3 y 9 años de experiencia laboral, mientras que un porcentaje menor cuenta con entre 3 y 6 años trabajando en la Ferreteria. Lo anterior demuestra que la empresa dispone de personal con una amplia experiencia y conocimiento en relación con los servicios que ofrece, siendo este un factor clave, ya que permite brindar un servicio seguro y eficiente orientado a la satisfacción de los clientes.

Figura 1. Años de experiencia de los trabajadores dentro de la empresa



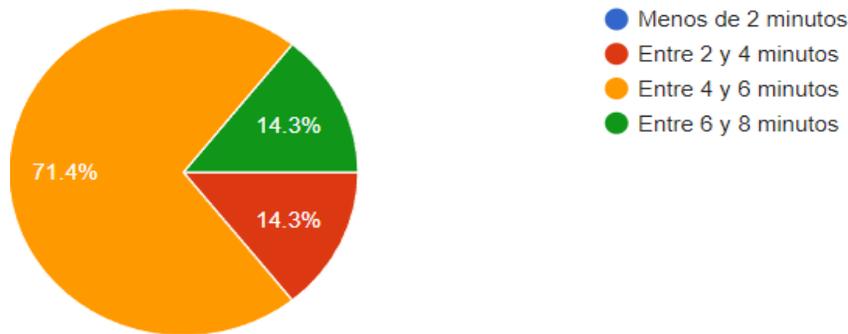
La Figura 2 describe el número de clientes o usuarios que atiende diariamente, por lo que se observa que los trabajadores de la ferreteria tienen un ritmo alto de trabajo dado que el 42% de los mismos atienden entre 20 y 30 clientes cada uno en el día, seguido de un 28% para las dos partes con una atención de 30 a 40 clientes o más, indicando que el flujo del trabajo de la ferreteria es bastante alto y que implica la atención y dedicación de los trabajadores para dar cumplimiento a la eficiencia y entrega del servicio.

Figura 2. Número de clientes o usuarios que atiende diariamente



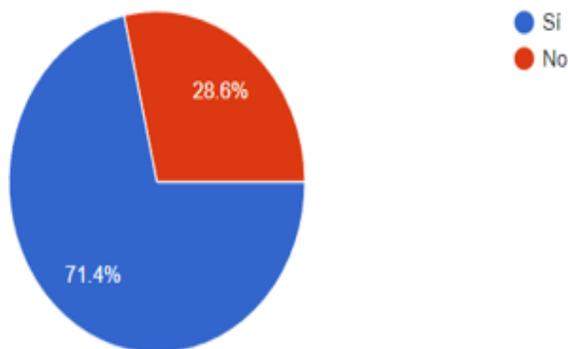
A partir de la pregunta sobre el tiempo promedio que se demora en atender a un cliente, la Figura 3 permite observar que, en una mayor proporción porcentual, la atención tarda en promedio entre 4 y 6 minutos. Los porcentajes restantes corresponden a tiempos de entre 2 y 4 minutos o entre 6 y 8 minutos. Este tiempo de atención resulta considerable en relación con la cantidad de clientes atendidos diariamente por el número de trabajadores disponible. Dichos tiempos pueden generar molestias e insatisfacción en los clientes.

Figura 3. Tiempo promedio que demora en atender a un cliente



En la Figura 4, la representación visual permite identificar de manera clara la necesidad, reconocida por parte de los empleados de la ferretería, de contratar un nuevo servidor o trabajador. Esta contratación tiene la intención de disminuir los tiempos de atención y reducir la cantidad de clientes que atiende cada trabajador en un día. De esta manera, se lograría un servicio más claro, además de una disminución del desgaste y la fatiga de los empleados en relación con la carga diaria de trabajo. Esto permite diseñar estrategias de mejora en cuanto a la calidad, eficiencia y capacidad del servicio, con la finalidad de aumentar el nivel de satisfacción de los clientes y atraer nuevos clientes.

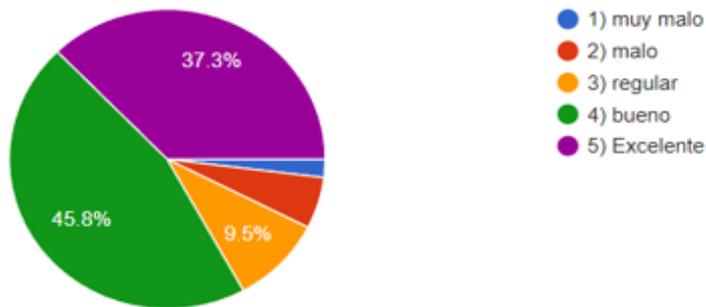
Figura 4. Aumento en el número de trabajadores o servidores de la ferretería



A continuación, dando seguimiento a la primera fase se dan los resultados de las encuestas a aplicadas a los clientes para conocer su percepción de satisfacción, se realizaron los siguientes análisis:

En la Figura 5, en relación con la percepción que tienen los clientes sobre las instalaciones de la ferretería, se destaca que el 45.8% considera que están en buen estado, mientras que un 37.3% las evalúa como excelentes. Por otro lado, un 9.5% percibe que las instalaciones tienen un estado regular, un 5.6% las cataloga como malas y un 2% como muy malas. En consecuencia, se evidencia que, aunque no es predominante, sí existe cierta insatisfacción por parte de los clientes en cuanto al estado de las instalaciones de la ferretería.

Figura 5. Percepción de las instalaciones de la ferretería



En la Figura 6 se identificó que la mayor proporción de clientes califica el cumplimiento del servicio por parte de los trabajadores como bueno. Sin embargo, un porcentaje importante, aunque menor, lo califica como excelente, mientras que otros lo ubican en regular, malo o muy malo. Por ende, se determina que sí existe cierto nivel de insatisfacción con respecto a la eficiencia, capacidad y calidad del servicio, lo cual también se evidenció en las encuestas aplicadas a los trabajadores, a pesar de que la mayoría de ellos considera que el servicio prestado es bueno o excelente. Lo anterior refuerza la necesidad de disponer o contratar un nuevo trabajador como estrategia de mejora.

Figura 6. Cumplimiento del servicio solicitado por parte de los trabajadores

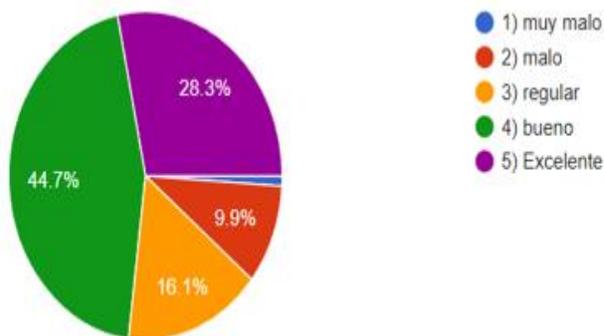
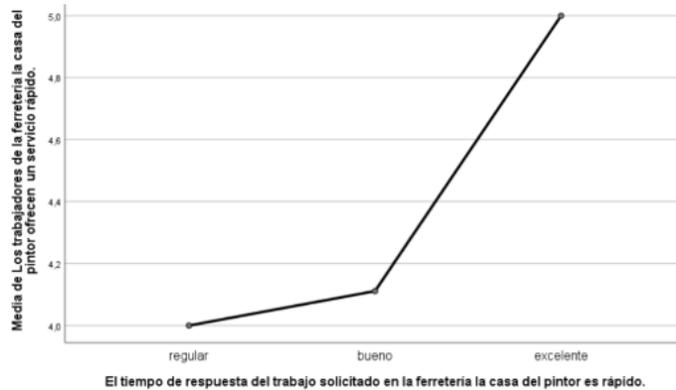


Figura 7. Tiempo de respuesta del servicio por parte de los trabajadores

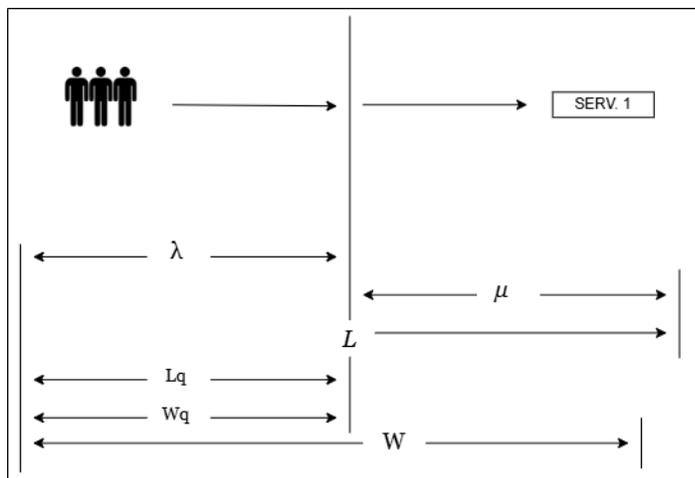


Se logra evidenciar que los clientes califican el tiempo de atención del servicio como regular, bueno y excelente, lo que indica que sí existe cierto nivel de insatisfacción por los tiempos de espera. Esto debido a la carga de trabajo de los tres trabajadores actuales.

3.1. Análisis de resultado fase dos:

Para esta fase se aplicó el modelo matemático básico de teoría de colas M/M/1, correspondiente a un solo servidor, como se representa en la imagen a continuación. Este modelo considera cuatro tipos de variables: las tasas de llegada y de servicio (las cuales son aleatorias y cumplen con una distribución de Poisson o de Markov), el tiempo de espera en cola y el tiempo total del servicio. La disciplina de cola empleada para la toma de tiempos y el modelamiento de la eficiencia del sistema se rigió bajo el método FIFO (First In, First Out), es decir, primeras en entrar, primeras en salir.

Figura 8. Modelo básico de colas para un solo servicio o servidor M/M/1



Fuente. Creación de los autores

En la imagen anterior se describe el funcionamiento del modelo desde que un cliente ingresa a la ferretería y es atendido por un servidor (trabajador), hasta que finaliza el proceso y se retira. A su vez, se visualizan los tiempos de espera en cola y el tiempo total del servicio. El modelo está representado por:

λ = Representa la tasa de llegadas

μ = Tasa o Ritmo del servicio

L_q = Número esperado de unidades que se atienden y/o esperan en el sistema

W_q = Tiempo promedio de espera en la línea

N = Número de unidades en el sistema

L = Número promedio de unidades en la línea

Para nuestro objeto de estudio, se tomaron los tiempos de atención a 301 clientes que, durante un mes, recibieron el servicio por parte de la ferretería. Se promediaron tanto los tiempos de llegada como los tiempos de servicio. De esta forma, se calculó la tasa de llegada $\lambda = 5,44$ y tasa del servicio $\mu = 9,23$, Estos valores, al ser tiempos aleatorios, permitieron obtener:

Donde,

$\lambda = 5,44$; $\mu = 9,23$ y ; $t = 10$ horas

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu} \quad (2)$$

$$P_0 = 1 - \frac{5,44}{9,23} \quad (3)$$

$$P_0 = 0,41 \quad (4)$$

$$P_0 = 41 \% \quad (5)$$

El 41% inactividad el sistema tiene un 59% de actividad. Por lo anterior con un horario laboral de 10 se identificó una inactividad considerable lo que puede llegar a ocasionar pérdidas económicas en la ferretería.

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} \quad (6)$$

$$L = \frac{5,44}{9,23 - 5,44} \quad (7)$$

$$L = 1,4 \quad (8)$$

1,4 persona o unidades que se atienden en el sistema.

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} \quad (9)$$

$$L_q = \frac{(5,44)^2}{9,23(9,23 - 5,44)} \quad (10)$$

$$Lq = 0,8 \quad (11)$$

0,8 personas o Unidades que esperan en cola.

$$wq = \frac{Lq}{\lambda} \quad (12)$$

$$wq = \frac{0,8}{5,44} \quad (13)$$

$$wq \simeq 0.15 \text{ horas} \quad (14)$$

$$w = wq + \frac{1}{\mu} \quad (15)$$

$$w \simeq 0,15 + \frac{1}{9,23} \quad (16)$$

$$w \simeq 0,25 \text{ h tiempo promedio de espera} \quad (17)$$

$$T = \lambda * t * wq \quad (18)$$

$$T = 4 * 24 * 0.8 = 76.8 \text{ horas} \quad (19)$$

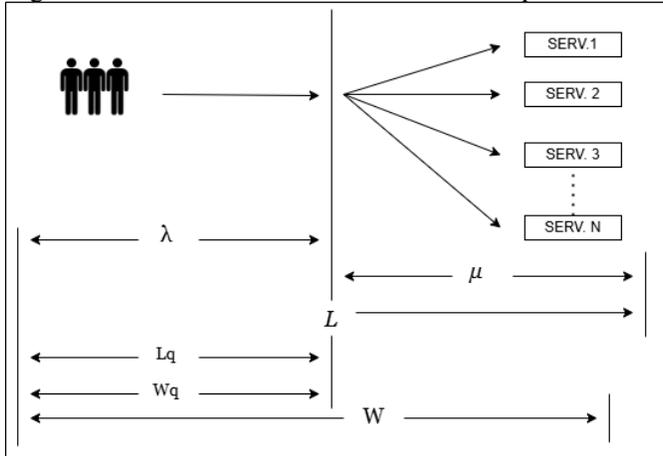
$$T = 5,44 * 10 * 0,15 = 8,16 \text{ horas} \quad (20)$$

Lo anterior representa los resultados de la aplicación del modelo básico de teoría de colas, en donde se visualiza que el tiempo que debe esperar un cliente para ser atendido es de 0.15 horas; y el número de personas que esperan en cola es de 1 persona por hora, por consiguiente, se define un servicio ineficiente teniendo en cuenta que solo está atendido por tres trabajadores y durante las 10 horas laborales siempre hay una persona en cola, con esto se corrobora la insatisfacción de los clientes y la sobrecarga de los trabajadores.

3.2. Análisis de resultado fase tres:

Esta fase corresponde a la validación de una estrategia de mejora la cual se enfocó en la simulación del incremento de un cuarto trabajador mediante el modelo Multi Servidores de la metodología de teoría de colas M/M/ C, en donde se corresponde a los cuatro trabajadores, se manteniendo los tiempos de llegada y los del servicio, de esta forma se calculó la tasa de llegada $\lambda = 5,44$ y tasa del servicio $\mu = 9,23$.

Figura 9. Modelo multi servidores de colas para más de un servidor M/M/c



Fuente. Creación de los autores

En la imagen anterior se representa el modelo ideal del flujo del servicio mediante la incorporación de un trabajador adicional, lo que permite mejorar de manera significativa la eficiencia, calidad y capacidad del servicio. Este modelo mantiene las mismas variables, y la disciplina de cola para la toma de tiempos y el modelamiento de la eficiencia del sistema se rigió bajo el método FIFO (First In, First Out), es decir, primeras en entrar, primeras en salir. Las tasas de llegada y de servicio se describen a continuación:

λ = Representa la tasa de llegadas

μ = Tasa o Ritmo del servicio

Lq = Número esperado de unidades que se atienden y/o esperan en el sistema

Wq = Tiempo promedio de espera en la línea

N = Número de unidades en el sistema

L = Número promedio de unidades en la línea

Donde,

$\lambda = 5,44$; $\mu = 9,23$ y $C = 4$ trabajadores; $t = 10$ horas

Se halla el número de clientes en cola;

$$Lq = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c+1}}{c * c! \left(1 - \frac{\lambda}{\mu * c}\right)^2} * P_0 \quad (21)$$

Ahora quien es

$$P_0 = P_0 \left[\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{c! \left(1 - \frac{\lambda}{\mu * c}\right)} + 1 + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^1}{1!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^2}{2!} + \dots + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c-1}}{(c-1)!} \right]^{-1} \quad (21)$$

Ahora cuando $C = 4$

$$P_0 = \left[\frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^c}{c! \left(1 - \frac{\lambda}{\mu * c}\right)} + 1 + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^1 \right]^{-1} \quad (22)$$

$$P_0 = \left(\frac{\left(\frac{5,44}{9,23}\right)^4}{4! \left(1 - \frac{5,44}{9,23*4}\right)} + 1 + \frac{\left(\frac{5,44}{9,23}\right)^1}{1!} + \frac{\left(\frac{5,44}{9,23}\right)^2}{2!} + \frac{\left(\frac{5,44}{9,23}\right)^3}{3!} \right)^{-1} \quad (23)$$

$$P_0 = 0.56 \quad (24)$$

$$Lq = \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{c+1}}{c * c! \left(1 - \frac{\lambda}{\mu * c}\right)^2} * P_0 \quad (25)$$

$$Lq = \frac{\left(\frac{5,44}{9,23}\right)^5}{4*4! \left(1 - \frac{5,44}{9,23*4}\right)^2} * 0.56 \quad (26)$$

$$Lq = 0.000246 \text{ personas por hora} \quad (27)$$

$$L = Lq + \frac{\lambda}{\mu} \quad (28)$$

$$L = 0.000246 + \frac{5,44}{9,23} \quad (29)$$

$$L = 0.58 \text{ personas esperando en cola} \quad (30)$$

Como resultado de lo mencionado, el número de personas en cola es menor a uno, lo que sugiere que, al contratar un nuevo trabajador, no se tendrían personas en cola de espera, rectificando que la estrategia de mejora a implementar es adecuada. Contratar un nuevo trabajador ayuda a aumentar la eficiencia del servicio, lo que conlleva al aumento en la calidad y capacidad del servicio y, por ende, en la satisfacción de los clientes, atrayendo nuevos clientes, facilitando el servicio que dan los mismos trabajadores y, por consiguiente, el aumento de la productividad.

4. Conclusiones

De los hallazgos obtenidos tras ejecutar las etapas metodológicas de la investigación, se concluye lo siguiente:

Con base en el diagnóstico realizado en la primera etapa, mediante la aplicación de encuestas a las poblaciones objeto de estudio, se evidencia una amplia experiencia por parte de los trabajadores en el manejo de los procesos de servicios prestados por la ferretería. Este factor mejora la eficiencia; sin embargo, la alta cantidad de clientes que atienden diariamente supera su capacidad, lo que genera inconformidad, fatiga y desgaste físico. Esto impacta negativamente la calidad del servicio y, en consecuencia, la satisfacción del cliente.

Seguidamente, en cuanto a los resultados de las encuestas de percepción y satisfacción, se observa que, si bien el servicio es calificado como bueno, más del 20 % de los clientes lo aprecia como regular. Principalmente por los amplios tiempos de respuesta, la baja efectividad del servicio y la falta de interés en resolver problemas, lo que conduce a una experiencia de servicio poco satisfactoria.

Al analizar los tiempos de llegada y duración del servicio mediante el modelo básico M/M/1, se determinó que, durante la jornada laboral de 10 horas, hay un promedio de 0,8 personas en espera, con un tiempo promedio de 0,15 horas para ser atendidas. Relevando una ineficiencia en el sistema, por lo que se propone contratar un trabajador adicional para mejorar la atención al cliente.

Finalmente, al simular el modelo multiservidor M/M/c con cuatro trabajadores, se comprobó que la carga laboral disminuye y el servicio se vuelve más efectivo, eliminando las colas. Por ello, se recomienda la contratación de un cuarto empleado, lo que permitirá agilizar la atención y hacer el servicio más eficiente, productivo y competitivo, logrando captar así a una mayor cantidad de clientes.

5. Recomendaciones

Se recomienda a la ferretería la incorporación o contratación de un trabajador adicional, que permitirá facilitar el trabajo y el aumento de la eficiencia y la rápida atención al cliente sin que se formen colas de espera, por lo cual aumenta el flujo de clientes, esto ya demostrado mediante el modelo matemático MMC. Por consiguiente, se logrará el aumento de la productividad de la ferretería y la satisfacción de los clientes.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Ferretería la casa del pintor, y a su equipo de trabajadores, de la misma forma se agradece a los clientes habitantes del municipio de Arauca, por contribuir con la toma de datos y tiempos los cuales fueron de gran ayuda para poder realizar y lograr los objetivos de la investigación.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional

No aplica

Declaración de consentimiento informada

No aplica

Bibliografía

[1] J. Linares-Cos, J. A. Vilalta-Alonso y R. Garza-Ríos, “La teoría de colas aplicada a una Oficina Comercial de Telecomunicaciones”, Ingeniería Ind., vol. XLI, n.º 2, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.redalyc.org/journal/3604/360464740007/html/>

[2] G. Esteban Velázquez, “Modelos de teoría de colas”, Trabajo Fin de Grado Inédito, Univ. Sevilla, Sevilla, 2018. [En línea]. Disponible:

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/77595/Esteban%20Velázquez%20Gabriel%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[3] D. Alaniz, H. Rocha y B. Castillo, “Estrategias de servicio al cliente en la Ferretería Franklin en la ciudad de Estelí en el año 2016”, Repos. Inst. UNAN Managua, 2016. [En línea]. Disponible: <https://core.ac.uk/download/pdf/94852343.pdf>

[4] L. d. P. Baca Flores, “ANÁLISIS DE LÍNEAS DE ESPERA PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAS DE UNA TIENDA ESPECIALIZADA EN EL MEJORAMIENTO DEL HOGAR”, Trabajo de Grado, Univ. Nac. Piura, Piura, Perú, 2018. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1955/IND-PIL-BAC-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

[5] M. Rojas Sánchez, “ESTRATEGIAS DEL SERVICIO AL CLIENTE PARA MEJORAR LA RENTABILIDAD EN LA FERRETERIA J&M DE JAEN”, Señor Sipan, Pimentel Perú, 2018.

[6] A. Calderón Lazo, “Gestión de compras y satisfacción del cliente en una empresa de ferretería, Ucayali - 2019”, Tesis de Grado, Univ. Peru. Union, Lima, Perú, 2020. [En línea]. Disponible: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3059/Abel_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y

[7] G. Cervantes, G. Muñoz y A. D. Inda, “El trabajo en equipo y su efecto en la calidad del servicio a cliente”, Rev. Espac., vol. 41, n.º 14, p. 27, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.revistaespacios.com/a20v41n14/a20v41n14p27.pdf>

[8] E. E. Espinoza Martínez, “DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DE CRECIMIENTO PARA ITQ CHILE”, Trabajo de Grado, Univ. Chile, Santiago de Chile, 2014. [En línea]. Disponible: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115616/cf-espinoza_em.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[9] B. Gavino, “Nivel de satisfacción de la calidad de servicio al cliente basado en el modelo SERVQUAL en el Mercado Central Ciudad Universitaria, Huancayo - 2020”, Trabajo de Grado, Univ. Cont., Huancayo, 2020. [En línea]. Disponible: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10237/1/IV_FIN_108_TI_Gavino_delaCruz_2020.pdf

[10] Z. V. Peñaranda Ayala, A. Quijano Parra y S. Thomas Manzano, “Evaluar el nivel de satisfacción del cliente de las entidades financieras del municipio de Pamplona”, BISTUA REV. FAC. CIENC. BASICAS, vol. 17, n.º 1, p. 94, diciembre de 2018. Accedido el 16 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.24054/01204211.v1.n1.2019.3153>

[11] R. M. Hernández Carrera, “La investigación cualitativa a través de entrevistas: su análisis mediante la teoría fundamentada”, Cuest. Pedagog., vol. 23, 2014, art. n.º 1.

[12] E. López Hung, “Teoría de colas aplicada al estudio del sistema de servicio de una farmacia”, Rev. Cuba. Inform. Medica, vol. 10, n.º 1, p. 13, 2018.

[13] Y. Gallardo De Parada, APRENDER A INVESTIGAR. Santa Fe de Bogotá, 2017

[14] G. M. Flores-Zavala, F. W. Villegas-Cayllahua y A. C. Napán-Yactayo, “Calidad de servicio y su relación con la fidelización de los clientes”, *Rev. Arbitr. Interdiscip. Koinonia*, vol. 6, n.º 1, p. 200, mayo de 2021. Accedido el 16 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.35381/r.k.v6i1.1225>

[15] S. Castro, R. Monroy, J. Gelevez y Y. Romero, “A PROGRAMACIÓN LINEAL EN LOS SECTORES ECONÓMICOS DE NORTE DE SANTANDER: ESTADO ACTUAL Y POTENCIALIDADES DE USO”, en *Investigación, desarrollo e innovación en ingeniería y administración*. Pamplona: Sello Unipamplona, 2020, pp. 89–107. [En línea]. Disponible: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portaIG/home_10/recursos/2020/documentos/07122020/1_innovacion.pdf

[16] F. A. Gómez Jiménez, “Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente”, *Rev. Univ. EAFIT*, vol. 44, n.º 150, pp. 51–63, 2008. [En línea]. Disponible: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/154/153>

[17] P. V. Abril Lopera, “Mejora en la Atención al Cliente a Través de la Teoría de Colas. Caso: Distribuidora el Hueco S.A.S”, Tesis de Grado, Univ. Santander, Bucaramanga, 2022. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/23d35f52-0d04-4dc2-a0d5-d7176e332a90/content>

[18] R. Hernández Sampieri, *Metodología De La Investigación*. Montreal Canadá, 2014