

ANALISIS DE LOS TIEMPOS DE ESPERA EN EL SERVICIO DE LA  
COOPERATIVA UTRAHUILCA DEL MUNICIPIO DE SAN AGUSTIN HUILA  
BASADO EN LA APLICACIÓN DE TEORIA DE COLAS

autor

**MARLY YORLENDY MUÑOZ MARTINEZ**

Director

**ROSA YANETH CONTRERAS GONZALEZ**  
Mag. En Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos

PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS MECÁNICA, MECATRÓNICA E INDUSTRIAL  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**  
**PAMPLONA, marzo,2021**

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del  
municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

## **Agradecimientos**

Agradezco enormemente a cada una de las personas que estuvieron involucradas de alguna manera en el crecimiento y proceso universitario (académico, moral, económico).

## Tabla de Contenido

1. Introducción.....	9
2. Resultados.....	10
2.1 Primera Fase, Revisión Documental.....	10
2.1.1 Teoría de colas.....	10
2.1.1.1 Origen.....	10
2.1.1.2 Que es teoría de colas.....	11
2.1.2 Mecanismo de servicio.....	12
2.1.3 Cola.....	13
2.1.4 Sistema de Cola.....	13
2.1.5 Calidad en el Servicio.....	13
2.1.6 Modelos.....	14
2.1.6.1 Nomenclatura.....	15
2.1.6.2 M/M/1.....	16
2.1.6.3 Sistema M/M/C.....	18
2.1.7 Marco Conceptual.....	21
2.1.8 Antecedentes.....	25
2.1.8.1 Internacionales.....	25
2.1.8.2 Nacionales.....	28
2.2 Segunda Fase, Recolección de Información.....	32

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

2.2.1 Entrevista.....	32
2.2.2 Diseño de encuesta.....	33
2.2.2.1 Población y Muestra.....	36
2.2.2.2 Aplicación de Encuesta.....	37
2.2.3 Organización de la Información Obtenida .....	43
2.4 Fase Tres, Aplicación de Teoría de Colas.....	49
2.4.1 Modelo M/M/1.....	49
2.4.2 Modelo M/M/C.....	54
2.5 Fase Cuatro, Análisis de la Información Obtenida por el Estudio Previo .....	48
3. Conclusiones.....	61
4. Bibliografía.....	63
5. Apéndices y anexos.....	65
5.1 Registro fotográfico.....	69
5.2 Evidencia entrevista.....	70

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de servicio.....	11
Figura 2. Respuesta a servicio de atención.....	35
Figura 3. Respuesta a tiempo de espera.....	36
Figura 4. Respuesta a asesoría.....	37
Figura 5. Respuesta a experiencia general con el servicio.....	39
Figura 6. Respuesta a recepción de quejas, sugerencias y preguntas.....	40
Figura 7. Toma de tiempos .....	44
Figura 8. Llegada de clientes.....	47
Figura 9. Modelo M/M/1 resultado en calculadora de teoría de colas.....	54
Figura 10. Modelo M/M/C resultado en calculadora de teoria de colas.....	60

## TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Entrevista.....	32
Tabla 2. Toma de datos con respecto a la llegada de clientes .....	45
Tabla 3. Toma de tiempos de servicio.....	48
Tabla 4. Cantidad de personas en el sistema.....	50
Tabla 5. Cantidad de tiempo en el sistema .....	50
Tabla 6. Promedio de usuarios en el sistema.....	51
Tabla 7. Cantidad de tiempo en la cola.....	51
Tabla 8. Uso del sistema.....	52
Tabla 9. Probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado.....	52
Tabla 10. Probabilidad de que se encuentren cinco clientes en el sistema .....	53
Tabla 11. Probabilidad de que no haya clientes .....	55
Tabla 12. Clientes en el sistema .....	56
Tabla 13. Clientes en la fila .....	56
Tabla 14. Tiempo promedio en el sistema .....	57
Tabla 15. Tiempo en la cola .....	57
Tabla 16. Uso del sistema .....	58

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Tabla 17. Probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado .....	59
Tabla 18. Probabilidad de que se encuentren cinco clientes .....	59
Tabla 19. Análisis de modelos de teoría de colas .....	61

Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas

### RESUMEN

En la presente investigación se realizó un estudio apoyado en la herramienta de teoría de colas, la cual se desarrolló mediante información recolectada oportuna y precisa, relacionada con el tema de estudio, por medio de consulta de artículos o investigaciones anteriores equivalentes a la mencionada en este documento. Por otro lado, se recolectó información sobre la satisfacción de la calidad del servicio que presta la cooperativa utrahuilca, sede san Agustín Huila, por medio de una encuesta aplicada a los usuarios para conocer sus inquietudes con el servicio que reciben y finalmente se aplicó teoría de colas a dicha entidad para así analizar su situación actual.

**Palabras claves:** Calidad del Servicio, Líneas de Espera, Cola.

### Abstract

In this research, a study was carried out based on the glue theory tool, which was developed using timely and accurate information collected, related to the study topic, by consulting articles or previous research equivalent to that mentioned in this document. On the other hand, information was collected on the satisfaction of the quality of the service provided by the cooperative utrahuilca, headquarters of San Agustin Huila, by means of a

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



survey applied to users to know their concerns with the service they receive and finally queue theory was applied to that entity to analyze its current situation.

**Keywords:** Quality of Service, Waiting Lines, Queue

## 1. Introducción

La calidad del servicio de cada empresa prestadora de servicios es un punto clave para el crecimiento de esta, en contexto las empresas se denominan de servicios porque su principal función es el ofrecimiento de una actividad en pro de la satisfacción de las necesidades de los clientes a cambio de una contraprestación.

Es importante mencionar que la cooperativa Utrahuilca (Unión de trabajadores del Huila y Caquetá) es una empresa dedicada a la prestación de servicios en el área financiera con el fin de mejorar la calidad de vida de sus afiliados. Esta entidad tiene dentro de sus servicios, la afiliación para asociarse y obtener beneficios según la antigüedad y tipo de ahorro que tenga cada afiliado, obtener cuenta de ahorros, consulta de cuentas, pagos de facturas y recibos según el convenio que tiene con otras entidades como Finagro, Findeter y Efecty.

Esta investigación se va a llevar a cabo por medio de diferentes fases; en primera medida se hará la primera fase que se basa en toda la investigación documental que soporte el tema a tratar. Posteriormente se procede a la etapa número dos donde se hará un diagnóstico en la cooperativa Utrahuilca que se llevará a cabo por medio de diferentes tareas, en la primera tarea se hará una encuesta, la cual va a ser aplicada a un trabajador de

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

la cooperativa Utrahuilca, seguido del diseño y la aplicación de una encuesta aplicada a los clientes de la empresa, que permita identificar si la cooperativa está presentando falencias en la calidad de servicio que esta presta y en la tercera tarea se anotará la cantidad de personas que ingresan a la cooperativa durante un tiempo determinado y se organizaran los datos. Posteriormente se llevará a cabo la tercera fase que es la aplicación de la herramienta teoría de colas con respecto a los datos anteriormente tomados y se obtendrán los resultados pertinentes. Por último, como cuarta fase se analizará la situación dependiendo de los resultados obtenidos. Cabe mencionar que no existen estudios previos que hagan más evidente las falencias que se encuentran en el servicio actual de la cooperativa utrahuilca, es por esto que se busca indagar puntos de vista del tema que se está abordando con ayuda del uso de una encuesta, documentos, artículos, informes, entre otros.

## **2. RESULTADOS**

### **2.1 PRIMERA FASE, REVISION DOCUMENTAL**

#### **2.1.1 Teoría de colas**

##### **2.1.1.1 Origen**

La teoría de colas inició gracias al esfuerzo de Agner Kraup Erlang (Dinamarca, 1878 - 1929) trabajador de la Copenhagen Telephone Exchange quien divulgó el primer artículo sobre este asunto en 1909 una vez que sintió la necesidad de conocer el tiempo de espera que provocaba la congestión de una alta

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

demanda de llamadas en el sistema telefónico de Copenhague. Lo cual hizo que sus indagaciones llegaran al final a una totalmente nueva teoría llamada teoría de colas o tiempos de espera.

### **2.1.1.2 Qué es teoría de colas**

La teoría de colas es un conjunto de líneas de espera, donde cada línea de espera es una “cola” los cuales son recolectados por medio de modelos matemáticos que permiten describir estos sistemas (A. K. Erlang, 1909). Este modelo sirve para conocer los tiempos de espera y la capacidad de atención de cualquier empresa además de evidenciar los costes del sistema de la misma, en donde es importante balancear el costo del servicio y el costo que produce la espera por ese servicio. Las líneas de espera se producen cuando existe una cola y hay diferentes usuarios esperando a ser atendidos por un servidor, pero cuando dicho servidor se encuentra ocupado o no está disponible en ese momento entonces el usuario decide esperar y se van creando las líneas de espera. Un comprador que ingresa a una entidad prestadora de servicio, podría ser atendido rápido, como puede además aguardar en una cola si los servidores de la compañía permanecen ocupados, una vez que la instalación acaba de atender a un comprador, proviene a atender a la primera persona que está esperando en la cola, si es que lo hay, en caso de que no exista una cola o no haya ningún comprador, la instalación se vuelve ociosa hasta que ingresa un nuevo comprador. El servicio se mide conforme el tiempo de servicio por comprador (Taha, 2012, p.595).

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Después de detectar que hay mucho tiempo de ocio entre los servidores o existe una cantidad de tiempo de espera considerable, se procede a analizar los tiempos de atención y a conocer la situación actual de cualquier organización que presente estos problemas.

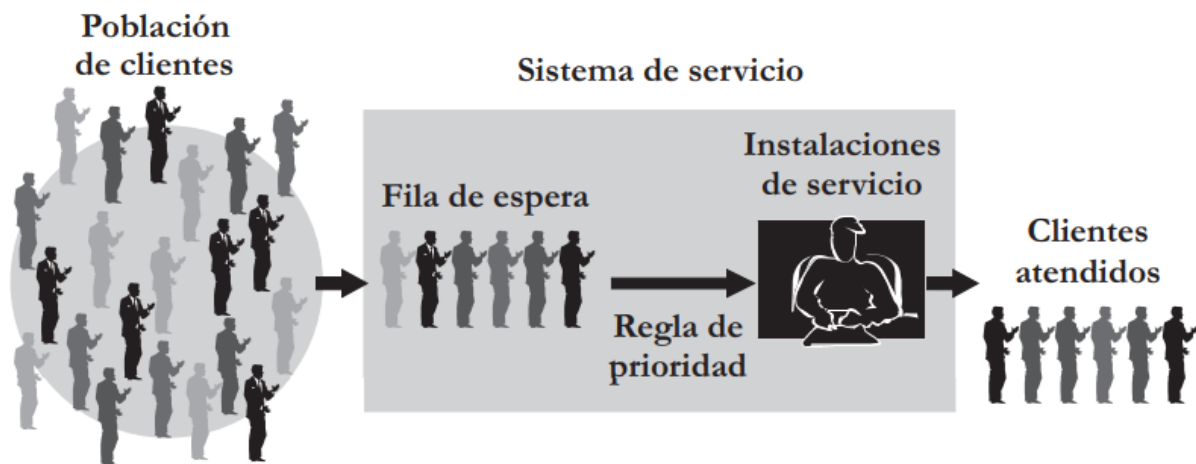
### **2.1.2 Mecanismo de servicio**

Es un procedimiento compuesto por los servidores, los cuales son la cantidad de canales servicio a disposición del cliente, este mecanismo se calcula con el número de servidores y la totalidad del tiempo que tardan en ofrecer el servicio (José Mendoza, 2010).

Según el autor del libro Kenneth, (1974) los “mejores procesos pueden resultar en un uso más eficiente del tiempo, menos desechos o menos defectos” (p.94). Es necesario mantener un mejoramiento continuo en los procesos de las empresas, en este caso en la cooperativa utrahuilca, sede San Agustín, donde se pretende analizar la situación actual del mecanismo de servicio que esta tiene.

**Figura 1.**

*Proceso de un sistema de servicio*



Tomada de (Roberto Carro Paz, 2012).

### 2.1.3 Cola

Cantidad de clientes en espera para recibir el servicio (Frederick S. Hiller, 2007).

El fenómeno de las “Colas” según Seow (2000) citado por Cortez (2011) “nace una vez que un recurso compartido requiere ser accedido u ofrecer un servicio a un alto número de consumidores, lo que se traduce en un desequilibrio transitorio entre oferta y demanda” (Seow 2000). Las líneas de espera se pueden ver reflejadas no solo en empresas prestadoras de servicios, sino también en manufactureras ya que se relaciona la llegada de los clientes con el sistema.

### 2.1.4 Sistema de la cola

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Un modelo de sistema de colas debería especificar la posibilidad de los tiempos de servicio para cada servidor, comúnmente se emplea una distribución exponencial para los tiempos de servicio, sin embargo, además se puede usar la distribución degenerada o determinística para tiempos de servicio constantes o la de Erlang (Gamma).

(FREDERICK S. HILLER., 2010).

Es importante conocer el sistema de colas para así poder aplicarlo al estudio de tiempos que se lleva a cabo en cualquier entidad, en este caso en la cooperativa utrahuilca, mediante el modelo que más se adapta a la situación actual de la empresa.

### **2.1.5 Calidad en el servicio**

La capacidad de respuesta en el servicio a los clientes es un punto clave de cualquier empresa prestadora de servicios, generalmente los usuarios que requieren un servicio desean ser atendidos con el menor tiempo de espera posible, por esta razón la calidad de servicio es básicamente una exigencia. El autor Velasco afirma: “la actualidad de globalización y competitividad pide un enfoque hacia el servicio. El comprador tiene para la compañía un costo no solo en el instante de la compra sino a extenso plazo, y para mantenerlo se necesita recurrir a cada una de los instrumentos, el tesón y el talento viable” (Velazco 1997 p. 119).

Teniendo en cuenta que la organización está creciendo constantemente, es muy importante la mejora del servicio, aunque es claro que esto requerirá un esfuerzo por parte de toda la organización y por supuesto algunos gastos que ayudará con las estrategias de la mejora de la calidad del servicio. Albrecht y Zemke afirman “vivimos en

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

el mundo del servicio, donde las empresas tienen que hacer más que generar y los productos físicos se diferencian por la calidad del servicio inherente a ellos más que por sus atributos” (Albrecht y Zemke 2000).

### 2.1.6 Modelos

Un modelo es una representación simplificada de un sistema desarrollada para entender, predecir y mantener el control de la conducta de un sistema (Echeverría, 2014). Los modelos son útiles para planificar la capacidad de un sistema, por lo que a continuación se muestran los tipos de modelos utilizados en este proyecto y su nomenclatura.

#### 2.1.6.1 Nomenclatura

- ✓  $\lambda$  = cantidad de entradas por unidad de tiempo.
- ✓  $\mu$  = cantidad de servidores por unidad de tiempo si el servidor está ocupado.
- ✓  $C$  = cantidad de servidores en paralelo.
- ✓  $P = \lambda / c * \mu$ : implementación del servicio.
- ✓  $N(t)$ : número de consumidores en el sistema en el momento  $t$ .
- ✓  $N_q(t)$ : número de consumidores en la cola en el instante  $t$ .
- ✓  $N_s(t)$ : número de consumidores en el servicio en el instante  $t$ .
- ✓  $P_n(t)$ : posibilidad de que haya  $n$  consumidores en el sistema en el momento  $t = \text{pr}\{N(t)=n\}$ .
- ✓  $N$ : número de consumidores en el sistema en el estado estable.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

- ✓  $P_n$ : posibilidad de que haya  $n$  consumidores en el estado estable  $p_n = pr\{N=n\}$ .
- ✓  $L$ : número medio de consumidores en el sistema.
- ✓  $L_q$ : número medio de consumidores en la cola.
- ✓  $T_q$ : representa el tiempo que un comprador participa en la cola.
- ✓  $S$ : representa el tiempo de servicio.
- ✓  $T$ :  $T_q + S$ : representa el tiempo total que un comprador participa en el sistema.
- ✓  $W_q$ : tiempo medio de espera de los consumidores en cola.
- ✓  $W$ : tiempo medio de estancia de los consumidores en el sistema.
- ✓  $R$ : número medio de consumidores que se atienden por término medio.
- ✓  $P_b$ : posibilidad de que cualquier servidor este ocupado.

(José A. Ruiz Maciáuna, 2013, p.47)

### 2.1.6.2 M/M/1

En este modelo se dispone únicamente de un canal para ofrecer servicio, las llegadas siguen un proceso de Poisson y el reparto del tiempo de servicio es exponencial (Diego Echeverria, 2012), de esta forma las tasas de origen y muerte no dependen del número de consumidores en el sistema y la capacidad del sistema es sin límite y la disciplina de la cola es FIFO.

Los autores Curry y Feldman, proponen una modificación de la fórmula que es bastante interesante (además de exacta) puesto que otorga una interacción directa en medio de las colas M/M/1 y las colas M/G/1 (Curry y Feldman, 2010).

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



$$\Lambda_n = \Lambda, n= 0,1,2, 3, \quad \mu_n = \mu, n=1,2,3, \dots$$

En este modelo hay un solo servidor. Las medidas de desempeño de estado estable se calculan de la siguiente forma:

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

Donde  $\lambda$  es la tasa promedio de arribos al sistema y  $\mu$  la tasa promedio de servicio.

$$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}; \text{ cantidad de personas en el sistema}$$

$$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}; \text{ cantidad de tiempo en el sistema}$$

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}; \text{ promedio de usuarios en el sistema}$$

$$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}; \text{ Tiempo total en la cola}$$

$$P = \frac{\lambda}{\mu} * 100; \text{ porcentaje del uso del sistema}$$

$$P_o = 1 - p; \text{ probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado.}$$

$$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n; \text{ probabilidad de que haya exactamente "n" usuarios en el}$$

sistema.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

(VAC Cújar, SVD Armando, CUJ Ángel, 2010)

### 2.1.6.3 Sistema M/M/C

Para este sistema se poseen las próximas propiedades

- ✓ Se tiene un sistema de entradas que se generan según un proceso de poisson de razón  $\lambda$ , donde los tiempos entre llegada estarán distribuidos exponencialmente.
- Donde  $\lambda$  es el número medio de entradas por unidad de tiempo.
- ✓ Los tiempos entre los servicios son distribuidos de forma exponencial  $\mu$ .
- Donde  $\mu$  es el número medio de paquetes que el servidor es capaz de atender por unidad de tiempo

(Jiménez, 2016).

- ✓ Se tiene un estado de servicio igual a uno, es decir una sola cola, el cual se puede omitir también.

Este sistema al igual que el sistema M/M/1 muestra una capacidad del sistema infinita por lo que está establecida una condición de no saturación para conseguir el estado estable debido a que se cuida que el número de entradass no crezca continuamente. (Marco D., 2000).

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

$$L = \left\{ \begin{array}{l} \frac{\rho}{1-\rho} - \frac{(K+1)\rho^{K+1}}{1-\rho^{K+1}} \rightarrow \text{cuando } (\rho \neq 1) \\ \frac{K}{2} \rightarrow \text{cuando } (\rho = 1) \end{array} \right\}$$

Dónde:

$\rho$  = Magnitud de flujo en el sistema.

$\lambda$  = Número medio de entradas por unidad de tiempo.

$c$  = Numero de servidores en el sistema

$\mu$  = número medio de elementos que el servidor es capacitado de atender por unidad de tiempo.

$$P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda^n}{\mu}\right)\right) + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda^c}{\mu}\right) \frac{c*\mu}{c*\mu-\lambda}} \quad P_n = \frac{\lambda}{c^{n-c} c! \mu^n} P_0$$

Dónde:

$P_0$  = probabilidad de que haya elementos en el sistema

$N$  = Elementos en el sistema

$P_n$  = probabilidad de que haya  $n$  elementos en el sistema

Las fórmulas para este sistema son:

$$\blacksquare P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda^n}{\mu}\right)\right) + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda^c}{\mu}\right) \frac{c*\mu}{c*\mu-\lambda}}$$

$P_0$  = Probabilidad de que no haya ningún usuario en el sistema

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

$$\bullet \quad L = \frac{\lambda * \mu * \frac{\lambda^c}{\mu} * P_0}{(c-1)! * (c * \mu - \lambda)^2} + \frac{\lambda}{\mu}$$

$L$  = Cantidad de usuarios en el sistema

$$\bullet \quad L_q = \frac{\lambda * \mu * \frac{\lambda^c}{\mu} * P_0}{(c-1)! * (c * \mu - \lambda)^2} + \frac{\lambda}{\mu} = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

$L_q$  = promedio de usuarios en el sistema

$$\bullet \quad W_s = \frac{\lambda * \mu * \frac{\lambda^c}{\mu} * P_0}{(c-1)! * (c * \mu - \lambda)^2} + \frac{\lambda}{\mu} = \frac{L_s}{\lambda}$$

$W_s$  = cantidad de tiempo promedio dentro el sistema

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

$W_q$  = cantidad de tiempo en la cola

$$\bullet \quad P = \frac{\lambda}{c * \mu}$$

$P$  = porcentaje del uso del sistema

$$\bullet \quad P = 1 - p$$

$P$  = probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado

(AA Letelier Díaz, 2018).

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

### 2.1.7 MARCO CONCEPTUAL

**Clientes:** son un conjunto de individuos, los cuales son los actores directos de solicitar un servicio determinado, se puede determinar población finita o infinita, aunque la población infinita en este caso no es real, se puede conocer como una población finita pero muy grande (American Marketing Association A.M.A.). Es importante conocer la cantidad de clientes que frecuentan a la organización para estudiar los tiempos de espera y de esa manera obtener y analizar la información de forma precisa con el fin de brindar una buena atención a cada uno de ellos. Según The Chartered Institute of Marketing, el cliente es "una persona o empresa que adquiere bienes o servicios (no necesariamente el Consumidor final)" (CIM, del Reino Unido, 2009).

**Capacidad de la cola:** Es el límite de clientes que pueden estar en una línea de espera, el mayor número de usuarios que pueden esperar a ser atendidos por el servidor, generalmente se puede clasificar como finita o infinita, se requiere mencionar que lo importante en las líneas de espera es que no son una condición fija de un sistema benéfico, sino que la gestión del servicio o el diseño del sistema en el que está la fila, se puede mantener el control (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009).

Es necesario conocer el límite de clientes que pueden esperar en una cola, ya que cuando se rebasa este límite es importante hacer un análisis con el objetivo de lograr tomar decisiones que ayuden a solucionar este problema, como la aplicación de teoría de colas.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

**La disciplina FIFO (first in first out):** Para Moruno el método FIFO consiste en “lo primero que se haya recibido es lo primero que se usará, pues los productos más viejos van a tener una fecha de caducidad más pronta” (Moruno, 2014). Este método es el más utilizado por las organizaciones hoy en día ya que se trata de atender primero al primer cliente que ingresa en busca del servicio.

Esta definición cobra relevancia a la hora de analizar la forma de atención de la mayoría de organizaciones, ya sea prestadoras de servicio, como manufactureras, ya que para los clientes es primordial este tipo de atención.

**Encuesta :** Para Richard L. Sandhusen, “las encuestas obtienen información sistemáticamente de los encuestados a través de preguntas, ya sea personales, telefónicas o por correo” (Richard L. Sandhusen, 2004).

Según lo anterior mencionado se puede entender que las encuestas son herramientas de recopilación de datos con el fin de obtener información de cierto número de personas sobre determinado tema. Los datos de esta investigación fueron recolectados por medio de encuestas, durante la primera semana de marzo. Existen diferentes tipos de preguntas en una encuesta:

- Preguntas abiertas: Son aquellas preguntas que deben ser contestadas con las propias palabras del encuestado, con lo que esta persona considere que es la respuesta adecuada según su criterio.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

- Preguntas de elección única: Las preguntas de una sola elección son aquellas que plantean diferentes respuestas a una pregunta y el encuestado tiene la opción de elegir una sola de estas opciones, según lo que consideren correcto.
- Preguntas de elección múltiple: Se utilizan este tipo de preguntas en una encuesta cuando se requiere que el encuestado tenga más de una opción por contestar.
- Ranking: Este tipo de preguntas se utilizan cuando se da la opción a encuestado de ordenar las respuestas de la pregunta, por ejemplo, por orden de preferencia.
- Preguntas mixtas en la encuesta: Pueden ser mixtas las preguntas por ejemplo cuando aparece en la pregunta una opción “Añadir opción de respuesta abierta (Otros)”.

Para recolectar la información se mantuvo una observación directa principalmente del servicio prestado en la cooperativa utrahuilca y posteriormente se aplicó la encuesta a los clientes de dicha entidad, donde estos hacen saber su inconformidad con el servicio prestado, respondiendo preguntas de tipo cerradas de elección única y posteriormente se procede a analizar la información obtenida por dicha encuesta.

**Entrevista:** Es un instrumento para recabar datos y obtener respuestas verbales a los interrogantes planteados sobre el problema propuesto, la cual sirve para para descubrir o plantear preguntas que ayuden a un fin determinado distinto al simple hecho de conversar (Sampieri, 2014). Se requería conocer el punto de vista tanto de los usuarios como del servidor de la cooperativa utrahuilca, para tener información más precisa sobre la calidad

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

del servicio que esta presta y la situación actual de la entidad, por lo que se le hacen un par de preguntas al trabajador de la cooperativa para obtener información de interés que aporta a esta investigación.

**Gráfico:** Un gráfico es una herramienta que permite visualizar los datos de manera que sea más sencillo analizarlos, comprenderlos e interpretarlos, además de proyectar y realizar comunicaciones visuales con el objetivo de transmitir mensajes específicos a grupos determinados (Jorge Frascara, 2000, p. 19). Esta herramienta permitirá analizar los datos de la encuesta de forma visual y porcentual para interpretar de una forma más sencilla la respuesta de los usuarios con respecto a la inconformidad del servicio de la cooperativa Utrahuilca.

**Población:** La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes que están en proceso de algún estudio estadístico, esta queda delimitada por el problema y por los objetivos de dicho estudio (Arias, 2006, p. 81). La población a estudiar serán los clientes de la cooperativa Utrahuilca y para conocer esta población se procede a solicitar información por parte del personal de la cooperativa utrahuilca.

**Muestra:** La muestra es un subconjunto de elementos de la población que se selecciona para ser estudiada estadísticamente, además de ser un grupo de operaciones para estudiar la distribución de determinadas características en todo el universo, se selecciona esta

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



parte de la población, porque la selección de la muestra es tan importante como el tamaño de la muestra a estudiar (Tamayo y Tamayo, 2006, p. 176).

## **2.1.8 ANTECEDENTES**

### **2.1.8.1 Internacionales**

#### **Teoría de colas en el área de operaciones de la Agencia 1 – Cusco del Banco de la Nación**

Publicado por: Aparicio González, Mireya Anaya Berdejo, Jhonatan Fisher Casanova León, Daniel Alejandro, Universidad Andina del Cusco, fecha de publicación: 20-ago-2018.

Este documento se basa en un estudio que se hace al banco de la nación en Cusco Perú, en donde se identificó que es una entidad financiera bastante solicitada, por lo tanto, el número de personas que ingresan diariamente es significativa, por lo que se notan evidentes demoras en la prestación del servicio, además de estudiar el orden que se tiene de atención, la cantidad de usuarios y la cantidad de clientes que tiene. El objetivo de este documento es conocer como es la teoría de colas aplicándola a esta empresa e identificar fallas puntuales para así poder dar solución, de esta manera este trabajo aporta la presente investigación algunos métodos de recolección de información sobre la empresa para la debida aplicación del tema de estudio.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

### **Teoría de colas para la reducción del tiempo de ciclo de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019**

Publicado por: Jaico Carranza, Jenny Elizabeth Vera Cuya, Ronald Martin Benites Silva, Jazmin Estefany Virhuez Castro, Katherine, Universidad Tecnológica del Perú, año 2019.

En el presente trabajo se hace un estudio de tiempos por medio de teoría de colas al servicio de ascensores en una universidad privada de Perú, donde para el diagnóstico se toma principalmente los tiempos de espera en las horas de mayor demanda del servicio, además de aplicar encuestas a los usuarios para conocer su inconformidad con el servicio, donde se pudo comprobar que efectivamente existen problemas que influyen, como el largo tiempo de paradas, las constantes paradas y el largo tiempo del servicio.

Se propone para este proyecto una nueva asignación de pisos para dos de los tres ascensores que se encuentran en la torre principal de dicha universidad, para así poder lograr una mayor satisfacción por parte de los usuarios con el tiempo de espera logrando disminuir el tiempo del ciclo de los ascensores 2 y 3, de esta manera este trabajo aporta la presente investigación del análisis de información sobre la empresa para la debida aplicación del tema de estudio, ya que es un caso similar al planteado en este documento.

### **Teoría de colas para minimizar tiempos de espera en una empresa financiera**

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Publicado por: Robin Eleazar Acuña Lizárraga, Percy John Ruiz Gómez, Lourdes Jossefyne Esquivel Paredes, Revista de investigación científica escuela académica profesional de ingeniería industrial, volumen 3, N° 1, Universidad Cesar Vallejo, Chimbote Perú (2017).

La presente investigación busca analizar los diferentes modelos de colas que se generan en una entidad bancaria, El análisis se hizo con la herramienta de recolección de teoría de colas, la cual se tomó a los consumidores que llegan diariamente al área de cajas, los datos fueron tomados a lo largo de 5 semanas de 9 am. a 6 pm., los cuales fueron en días intercalados para encontrar el tiempo entre llegadas y tiempo de atención por comprador, además de cuantos consumidores se llegaban a atender por hora, de esta forma se ha podido obtener los datos necesarios para establecer el modelo de colas, las cuales son de 9 am a 2 pm el modelo M/M/1 y de 3 pm a 6 pm el modelo M/M/2. Esta investigación utiliza los mismos modelos que se van a utilizar en el presente documento, lo que hace que este caso sea muy similar al estudiado y aporte información de cómo llevar a cabo la correcta recolección de datos y el análisis de los mismos.

**Sistema Web basado en teoría de colas para mejorar la gestión de clientes de la Empresa Key Partners-Solutions & Consulting 2018.**

Publicado por: Chuquipoma Ramírez, Danny Daniel, Universidad Cesar Vallejo, Piura Perú (2018).

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

La presente indagación tuvo como fin primordial el mejorar la Administración con los consumidores de la compañía KEY PARTNERS-SOLUTIONS & CONSULTING para el año 2018, se tomó como población y una muestra representativa a los consumidores de la compañía, realizando un total de 186. Se utilizaron diversos instrumentos de recolección de información como son: encuestas, entrevistas, observación directa, entre otros. En el desarrollo de la investigación, se implementó un sistema web con base en teoría de colas, que, desde un estudio del proceso de la administración de colas, se automatizó el sistema postulado. Este proyecto busca aumentar la satisfacción al cliente por medio de esta herramienta que es la teoría de colas, de esta manera este trabajo aporta la presente investigación del análisis de información sobre la empresa para la debida aplicación del tema de estudio, ya que es un caso similar al planteado en este documento.

#### **2.1.8.2 Nacionales**

##### **Aplicación de teoría de colas en una empresa de manufactura de plásticos para determinar tiempos de entrega de pedidos y planeación de los mantenimientos de Equipos**

Publicado por: Pastrana Sánchez, Tania Marcela Garcia Sandoval, Escuela Tecnológica Instituto Técnico Central, Bogotá-Colombia. Año de publicación: agosto 2016.

Este articulo tiene como objetivo resaltar la falta de planeación y saturación que se presenta en una empresa de manufactura de plásticos, por lo que se menciona que esto ha

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

ocasionado fallas en pedidos, atrasando la entrega de estos; por lo tanto, se hace un estudio de teoría de colas que es posible mediante pruebas estadísticas que evidencien por medio de un análisis, el mejor punto de partida para aplicar mejoras que ayuden a solucionar dichas problemáticas que se presentan en esta empresa (Pastrana Sánchez, Tania Marcela Garcia Sandoval 2016). Este artículo resalta las posibles fallas en los procesos que se pueden encontrar en una organización como la falta de planeación y la saturación en las tareas.

### **Análisis y simulación de tiempos de espera aplicando teoría de colas en la terminal de transportes de Popayán Cauca Colombia**

Publicado por: J E Narváez Gómez, W A Ordoñez Luna, Paz Ruiz (UNAD, 2018), revista especializada en ingeniería, Vol. 12 Núm. 2 (2018).

Este artículo está enfocado en la aplicación de una herramienta de la investigación de operaciones, como lo es la teoría de colas, con el fin de mejorar la calidad de servicio de una entidad prestadora de servicios como lo es el terminal de transportes de Popayán Cauca, en la que se evidencian problemas en la atención de sus clientes, especialmente en el tiempo de espera para ser atendidos o para poder dirigirse a su lugar de destino, esto se ve en mayor medida en días festivos donde se presencia una mayor cantidad de personas que desean viajar, por lo cual esta investigación se dirige principalmente a la búsqueda de una medición del desempeño de la prestación de sus servicios para conocer su estado

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

actual en cuanto a la calidad de sus servicios y poder llegar a una toma de decisiones que beneficie dicho servicio. Este documento resalta la importancia de brindar al cliente una buena calidad del servicio, teniendo en cuenta la mejora continua en los procesos, que lleva a garantizar buen flujo de clientes.

### **Propuesta metodológica para evaluar los niveles de servicio del lado aire de los aeropuertos en Colombia**

Publicado por: Vásquez Pérez, Laura, universidad de los Andes, Cali Colombia (2019).

El propósito de esta indagación es plantear una metodología para evaluar los niveles de servicio del lado aire de los aeropuertos en Colombia, teniendo como caso de análisis el Aeropuerto Alfonso Bonilla Aragón de la localidad del Palmira, del departamento del Valle del Cauca. Para medir la interacción de dichos 2 componentes se tuvo presente la teoría de colas con un sistema M/M/1 con un servidor y 2 colas, aterrizajes y despegues, siendo los aterrizajes prioridad sobre los despegues, se debería tener en cuenta que este sistema de colas está condicionado por la función de la infraestructura y operaciones/hora del aeropuerto. Se puede denotar en esta investigación la importancia de conocer los tiempos en cola con el objetivo de definir los niveles de servicio y las condiciones operacionales empleadas por los servicios de tránsito aéreo de este aeropuerto y así poder llegar a la toma de decisiones.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

**Aplicación de la Teoría de líneas de Espera en el servicio de Biblioteca de una Organización Educativa en Cartagena – Colombia.**

Publicado por: Muñoz Vergara, Amaury, Magister en Administración de Empresas de la Universidad del Norte. Estudiante del Doctorado en Administración de la Universidad del Norte, Saber, revista ciencia y libertad, Vol. 14, N°. 1, 2019.

Este trabajo propone examinar el manejo operacional del servicio de la biblioteca Ramón de Zubiría de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco Cartagena, para eso, se toma como relacionado los límites establecidos por la teoría de Colas (líneas de espera), los cuales permiten explicar la dinámica y eficiencia de las estaciones de servicios por medio de diversas medidas de rendimiento. Esta investigación permite concluir que el sistema de servicio tiene una seguridad pese a las tasas de llegadas y de salida a la biblioteca que resultan muy elevados y se sostiene una búsqueda de estas falencias que presenta la biblioteca, de esta manera este trabajo aporta la presente investigación algunos métodos de recolección de información sobre la empresa para la debida aplicación del tema de estudio.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

## 2.2 SEGUNDA FASE, RECOLECCION DE INFORMACION EN LA COOPERATIVA UTRAHUILCA SAN AGUSTIN

### 2.2.1 Entrevista.

**Tabla 1.**

*Resultados de la entrevista*

Entrevistador	Entrevistado (Trabajador cooperativa Utrahuilca)
1. ¿Considera usted que el flujo de personas en la cola constantemente es alto?	1. No siempre, pero si se presenta seguido una cantidad considerable de personas haciendo cola.
2. ¿Cuál es la cantidad promedio de clientes de la cooperativa Utrahuilca, San Agustín?	2. La cantidad de clientes en promedio que tiene la cooperativa Utrahuilca, San Agustín es de 700.
3. ¿Recibe constantes quejas por parte de los clientes con respecto a la calidad de atención?	3. No es muy constante presenciar este tipo de quejas, pero eso no quiere decir que no se presenten.
4. ¿Qué días se observa mayor cantidad de personas ingresando a la cooperativa?	4. Generalmente el día que más flujo de personas ingresan a la cooperativa es el viernes.

Fuente: Elaboración Propia.

Gracias a la información suministrada por un servidor que opera en la cooperativa

Utrahuilca se pudo conocer información esencial, como la cantidad de clientes que tiene

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



dicha entidad para posteriormente aplicar una encuesta a los usuarios de la cooperativa y así conocer ambos puntos de vista con respecto a la calidad del servicio que se presta.

### **2.2.2 Diseño de encuesta.**

La presente encuesta va dirigida a los usuarios de la cooperativa utrahuilca en el municipio de san Agustín Huila con la finalidad de identificar la satisfacción de estos en cuanto a la calidad del servicio que presta dicha entidad.

A continuación, se presenta una serie de preguntas que se espera que el encuestado responda con la mayor seriedad y exactitud que contribuya a la calidad de la información a recolectar.

## Encuesta: medición de la satisfacción de la atención al cliente Utrahuilca

Considera que la calidad del servicio de atención que ofrece Utrahuilca es:

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo
- NS/NC

Considera que el tiempo de espera de atención en la oficina de Utrahuilca, ubicada en San Agustín, Huila es

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo
- NS/NA

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Considera que la asesoría brindada por la oficina de Ultrahuilca, ubicada en San Agustín, Huila es

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo

Como califica su experiencia general con el servicio ofrecido por la cooperativa

- Satisfecho
- Satisfactorio
- Neutro
- Insatisfecho

Como considera la recepción de quejas, sugerencias y preguntas por parte del personal de la cooperativa

- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo
- NS/NA

(Se puede evidenciar la aplicación de la encuesta en el anexo 3, página 70).

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa ultrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

### 2.2.2.1 Población y muestra

Para realizar la encuesta se toma en cuenta la población de clientes que hay en la cooperativa utrahuilca, sede San Agustín Huila. Para este estudio se aplicó la fórmula de muestreo de población finita, ya que se conoce el tamaño de la población, con una población de 700 clientes en promedio, un error probabilístico del 0,05, por lo que el estadístico de prueba  $Z= 1,96$ .

Ya que la empresa no tiene un estudio previo como este, se toma:

$$P=0,5$$

$$Q=0,5$$

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{700 \cdot 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{0,05^2 \cdot (700-1) + 1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5} = 248$$

Gracias a la anterior ecuación, se puede apreciar que, para una población aproximada de 700 personas, se toma una muestra de 248 clientes a los cuales se le aplicará la encuesta.

### 2.2.2.2 Aplicación de encuesta

Esta encuesta de diseño propio, se hace de manera virtual, ya que es un procedimiento de menor contacto físico con las personas, teniendo en cuenta la situación actual de emergencia sanitaria que estamos atravesando a nivel mundial.

A continuación, se explican los resultados obtenidos del análisis de estudio con respecto a la satisfacción de los clientes ante la calidad del servicio.

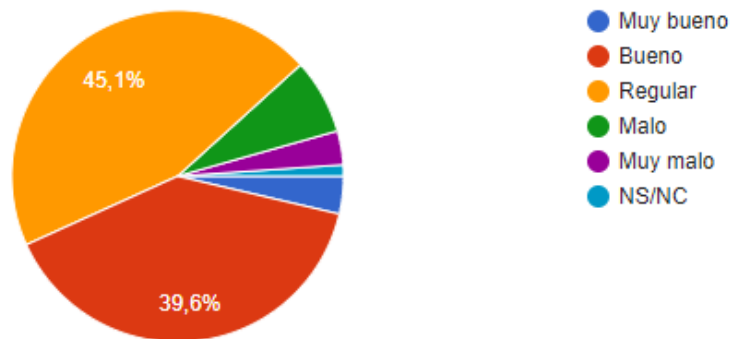
1.

#### Fifura 2.

*Respuesta a servicio de atención.*

Considera que la calidad del servicio de atención que ofrece Ultrahuilca es:

273 respuestas



Elaboracion Propia.

Se puede observar en el anterior gráfico que la mayoría de respuestas, es decir, el 45,1 % de las personas consideran que la atención es regular, seguido de esto se obtiene un 39,6% que consideran que la calidad de servicio es buena en la cooperativa, por otro lado, *Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa ultrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

tenemos porcentajes más bajos para la respuesta de muy bueno, malo, muy malo y NS/NC de 3,7%, 7,3%, 3,3% y 1,1% respectivamente.

Lo que opinan los usuarios o clientes de la cooperativa Utrahuilca con respecto a la calidad del servicio de atención en esta entidad es en mayor parte, regular y aunque no es del todo malo, hace que se evidencie que hay falencias por mejorar aun en la atención.

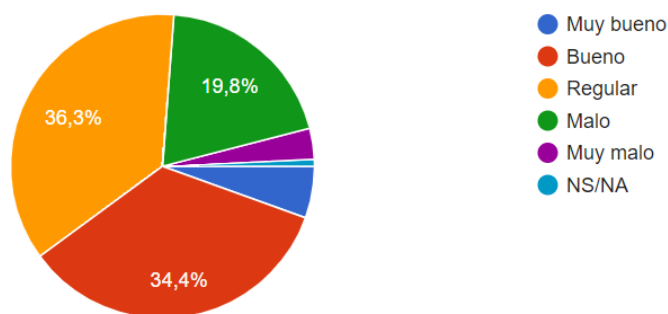
2.

### Figura 3

*Respuesta a tiempo de espera*

Considera que el tiempo de espera de atención en la oficina de Ultrahuilca, ubicada en San Agustín, Huila es

273 respuestas



Elaboracion propia.

En la pregunta numero dos se puede observar que la mayor respuesta con un 36,3% considera que el tiempo de espera de atención al cliente es regular, seguido por un 34,4% y 19,8% que consideran bueno y malo respectivamente, por último, el porcentaje de las *Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

respuestas que consideran muy bueno, muy malo y NS/NA con respecto al tiempo de espera es de 5,5%, 3,3% y 0,7% respectivamente.

Según la opinión de los clientes con respecto al tiempo de espera para ser atendidos varía entre bueno, regular y malo, puesto que son la mayor cantidad de respuestas según el grafico anterior, y aunque hay bastantes personas satisfechas con el servicio, existe una gran cantidad de personas que respondieron que el tiempo de espera es regular y malo, lo que significa que hay un número considerable de personas que han tenido una experiencia no tan agradable en cuanto al tiempo de espera en esta organización.

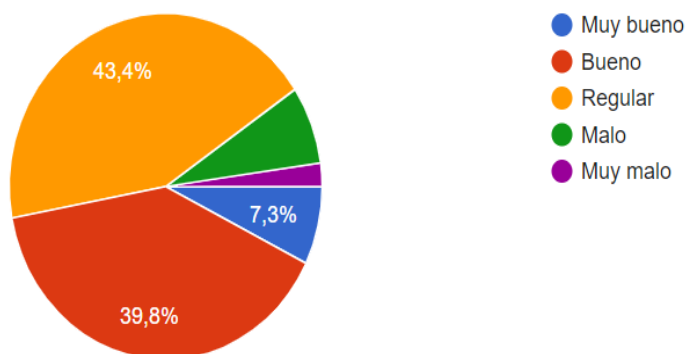
3.

#### Figura 4.

*Respuesta a asesoría.*

Considera que la asesoría brindada por la oficina de Ultrahuilca, ubicada en San Agustín, Huila es

274 respuestas



*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa ultrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Elaboracion propia.

En el grafico anterior se puede observar que la mayoría de clientes consideran que la asesoría brindada por la oficina de utrahuilca es regular y buena con un 43,4% y un 39,8% respectivamente, seguido por las más bajas respuestas que son las que consideran muy bueno, malo y muy malo con porcentajes de 7,3%, 7,3% y 2,2% respectivamente.

En esta tercera respuesta, se percibe ante la mayoría de clientes que la respondieron, entre bueno y regular con respecto a la asesoría que brinda la cooperativa Utrahuilca San Agustín, lo que se hace evidente que, aunque hay una gran cantidad de clientes que consideran que es buena, también hay bastantes que consideran que la asesoría es regular, lo que quiere decir que la cooperativa debe cuestionarse un poco más sobre este punto mejorar la forma en que se brinda la asesoría en esta entidad.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



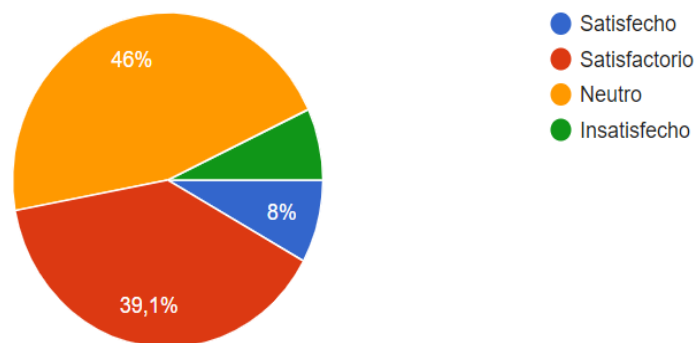
## 4.

**Figura 5.**

*Respuesta a experiencia general con el servicio.*

Como califica su experiencia general con el servicio ofrecido por la cooperativa

274 respuestas



Elaboracion propia.

La experiencia general con el servicio ofrecido es calificada por parte de los usuarios de la siguiente manera: 46% neutro, es decir la mayor parte considera que está en un nivel medio, por otro lado se califica satisfactorio con un total de 39,1% y por ultimo se califica como satisfecho e insatisfecho con un porcentaje de 8% y 6,9% respectivamente.

La respuesta de la mayoría de los clientes con respecto a esta pregunta de como percibe el servicio en general de la cooperativa, es entre Satisfecho y neutro, lo que significa que en general el servicio no esta mal para la mayoría.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

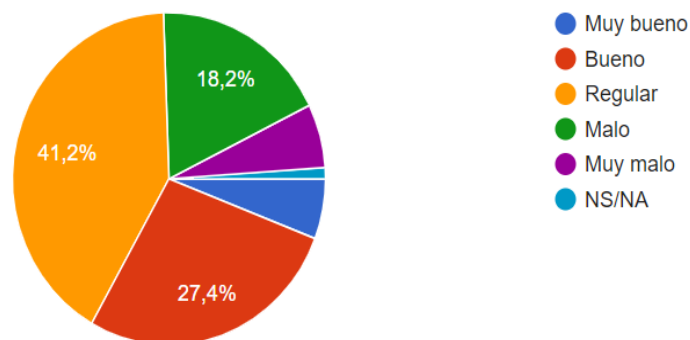
## 5.

**Figura 6.**

*Respuesta a recepcion de quejas, sugerencias y preguntas.*

Como considera la recepción de quejas, sugerencias y preguntas por parte del personal de la cooperativa

274 respuestas



Elaboracion propia.

La recepcion de quejas y sugerencias por parte del personal de la cooperativa fue calificado de la siguiente manera: con un total de 41,2% regular, siendo el mayor porcentaje de respuestas, seguido de un 27,4% calificado como bueno, por otro lado se calificó como malo un 18,2%, un porcentaje considerable y por ultimo la calificacion de muy bueno, muy malo y NS/NA con porcentajes de 5,8%, 6,2% y 1,1% respectivamente.

Los clientes consideran que no hay una suficiente comunicación entre cliente-empresa, puesto que la mayoría de respuestas ante quejas o sugerencias que estos hacen a la

entidad, varia entre bueno, regular y malo, lo que se evidencia que a pesar de que hay

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

respuestas positivas, también hay una cantidad considerable de respuestas negativas en este punto.

### 2.2.3 Organización de la información obtenida

Se procede a visitar la cooperativa Utrahuilca y se inicia por tomar el tiempo de llegada de los usuarios en las jornadas de la mañana y tarde, durante un periodo de una semana (de lunes a viernes). Las horas de jornadas de esta empresa son de 8 am a 12 pm y de 2 pm a 6 pm.

Figura 7.

*Toma de tiempos en la cooperativa Utrahuilca*



Fuente: Elaboración propia.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Se clasificaron las jornadas en intervalos de la siguiente manera:

**Intervalo 1:** 8 am a 10 am

**Intervalo 2:** 10 am a 12 pm

**Intervalo 3:** 2 pm a 4 pm

**Intervalo 4:** 4 pm a 6 pm

En la siguiente tabla se puede apreciar el número de clientes que ingresan a la cooperativa utrahuilca en los intervalos clasificados anteriormente, durante cinco días de la primera semana del mes de marzo de 2021.

✓ **Llegada de clientes**

**Tabla 2.**

*Toma de Datos con Respecto a la Llegada de Clientes*

	Intervalo 1	Intervalo 2	Intervalo 3	Intervalo 4	Total
Lunes	17	20	22	19	78
Martes	23	25	27	17	92
Miércoles	28	30	28	21	107
Jueves	19	30	28	25	102
Viernes	27	25	20	27	99

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

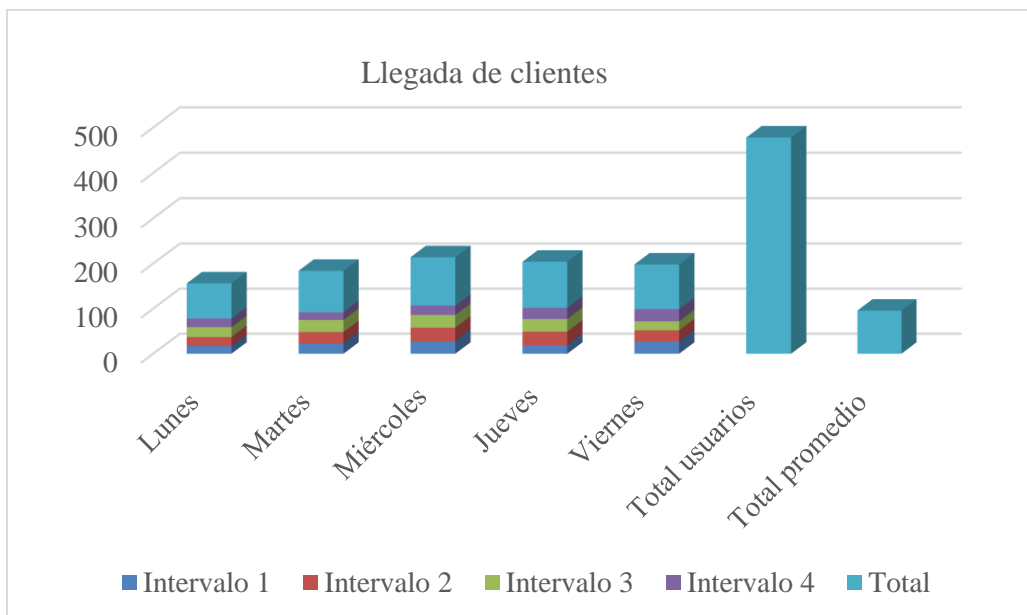
	Intervalo 1	Intervalo 2	Intervalo 3	Intervalo 4	Total
Total					478
Usuarios					
Total					95,6
Promedio					

Nota. Cantidad de clientes que ingresan al sistema según los intervalos mencionados anteriormente.

Elaboración Propia.

De los datos recolectados se calcula un promedio de la cantidad de personas que ingresan diariamente a la cooperativa Utrahuilca, sede San Agustín Huila, donde se puede apreciar que hay un promedio de 96 usuarios que ingresan diariamente. Cabe mencionar que las filas se hacen desde la parte de afuera de la cooperativa (como se muestra en el [anexo 2](#)) ya que esta exige un distanciamiento necesario, debido a la emergencia sanitaria que estamos atravesando.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

**Figura 8.***Llegada de clientes.*

Fuente: Elaboracion propia.

Se puede apreciar gracias a la figura anterior que la llegada de los clientes a la cooperativa utrahuilca San Agustín es más frecuente en el primer intervalo, es decir, hay un mayor flujo de personas entre las 8am a las 10 am.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

✓ **Tiempo de servicio**

**Tabla 3.**

*Toma de tiempos de servicio*

Llegada	Tiempo inicial	Tiempo final	Tiempo total Minutos
1	0:00:00	0:05:20	00:5:20
2	0:05:20	0:09:40	00:4:20
3	0:09:40	0:17:05	00:8:05
4	0:17:05	0:26:44	00:9:39
5	0:26:44	0:35:15	00:9:11
6	0:35:15	0:42:07	00:6:28
7	0:42:07	0:47:54	00:5:47
8	0:47:54	0:54:02	00:6:48
9	0:54:02	0:59:13	00:5:11
10	0:59:13	1:08:27	00:7:14
11	1:08:27	1:13:33	00:5:06
12	1:13:33	1:20:13	00:7:20
13	1:20:13	1:27:02	00:7:29
14	1:27:02	1:33:41	00:6:39
15	1:33:41	1:38:59	00:5:18
16	1:38:59	1:43:39	00:5:20
17	1:43:39	1:49:39	00:6:00
18	1:49:39	1:53:59	00:4:20

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Llegada	Tiempo inicial	Tiempo final	Tiempo total Minutos
19	1:53:59	1:58:45	00:5:26
20	1:58:45	2:05:11	00:7:34
Total			1:25:55
Promedio(X)			0:06:28

fuelle: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede denotar que hay un promedio de 6,28 minutos de demora en el servicio de cada cliente, un dato importante para la aplicación de teoría de colas en la cooperativa utrahuilca san Agustín Huila.

## 2.3 FASE TRES, APLICACIÓN DE TEORÍA DE COLAS.

### 2.3.2 Modelo M/M/1

Este es el modelo que mejor se ajusta a la situación de la cooperativa Utrahuilca San Agustín, ya que actualmente la empresa cuenta con un solo servidor (como se evidencia en el registro fotográfico, [anexo 1](#)) para la atención de los pagos en general.

Para poder aplicar este modelo, se toman los siguientes valores:

Donde:

- ✓  $\lambda$ = número de llegadas por unidad de tiempo.
- ✓  $\mu$ = número de servidores por unidad de tiempo si el servidor está ocupado.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



✓ C= número de servidores en paralelo.

$\lambda = 96$  clientes/día, donde es dividido entre 8 horas laborales para convertirlo a horas y así obtener un total de 12 clientes/hora, es decir, 6 clientes cada 30 minutos aproximadamente.

$\mu = 6:28$  (minutos)

✓ Se calcula la cantidad de personas en el sistema

**Tabla 4.**

*Cantidad de personas en el sistema.*

Ecuación	Valor
$LS = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$	$LS = \frac{6}{6,28 - 6} = 21,43$

Fuente: Elaboración propia.

Se puede evidenciar que después de aplicar la fórmula (Ls) que hay 21 clientes en el sistema en promedio aproximadamente.

✓ Se calcula la cantidad de tiempo en el sistema

**Tabla 5.**

*Cantidad de tiempo en el sistema.*

Ecuación	Valor
$WS = \frac{1}{\mu - \lambda}$	$WS = \frac{1}{6,28 - 6} = 3,57$

Fuente: Elaboración propia.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Con la tabla anterior se puede apreciar que el tiempo de espera en el sistema de los clientes con un solo servidor es de 3,57 minutos.

- ✓ Promedio de clientes en el sistema

**Tabla 6.**

*Promedio de clientes en el sistema.*

Ecuación	Valor
$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$	$Lq = \frac{6^2}{6,28(6,28 - 6)} = 20,47$

Fuente: Elaboración propia

Se denota que la cantidad de clientes formados en la fila es de 20 aproximadamente, es decir, 20 personas esperando a ser atendidas.

- ✓ Se calcula la cantidad de tiempo en la cola.

**Tabla 7.**

*Cantidad de tiempo en la cola*

Ecuación	Valor
$Wq = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$	$Wq = \frac{6}{6,28(6,28 - 6)} = 3,41$

Fuente: Elaboración propia.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

El tiempo que se demora desde que llega el cliente hasta que es atendido es de 3,41 minutos como se puede apreciar en la tabla anterior.

- ✓ Porcentaje del uso del sistema.

**Tabla 8.**

*Uso del sistema.*

Ecuación	Valor
$P = \frac{\lambda}{\mu} * 100$	$P = \frac{6}{6,28} * 100 = 95,54\%$

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula que el porcentaje del uso del sistema en la cooperativa Utrahuilca, sede San Agustín Huila es de 95,54%.

- ✓ Probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado

**Tabla 9.**

*Probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado.*

Ecuación	Valor
$P = 1 - p$	$P = 1 - 95,54\% = 4,46\%$

Fuente: Elaboración propia.

La probabilidad de que un servidor esté en tiempo de ocio es de 4,46%

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

- ✓ Probabilidad de que en el sistema se encuentren cinco clientes

**Tabla 10.**

*Probabilidad de que se encuentren cinco clientes en el sistema*

Ecuación	Valor
$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$	$P_5 = \left(1 - \frac{6}{6,28}\right) \left(\frac{6}{6,28}\right)^5 = 3,55\%$

Fuente: Elaboración propia.

La probabilidad de que se encuentren cinco clientes en el sistema es de 3,55%

Para rectificar los datos anteriormente obtenidos por las ecuaciones de teoría de colas, se utilizó una herramienta llamada calculadora de teoría de colas, la cual ayuda con la veracidad de las respuestas. A continuación, se muestran los resultados obtenidos por dicha calculadora.

**Figura 9.**

*Modelo M/M/1 resultado en calculadora de teoria de colas.*

### 3. Ver tus resultados.

Ver resultados en: No Units y mostrar los resultados con 4 decimales



Fuente: Tomado de calculadora de teoria de colas.

### 2.3.3 Modelo M/M/C

Al aplicar el modelo anterior (M/M/1) en la cooperativa, se observó que los tiempos de espera son significativamente altos, por lo cual se aplica este modelo, suponiendo que sean dos servidores los que estén encargados de recibir a los usuarios, para analizar si los tiempos de espera disminuyen de una forma apropiada, de modo que la organización preste un servicio de calidad a todos sus usuarios.

Para la aplicación de modelo M/M/C tomamos los siguientes valores:

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Donde:

- ✓  $\lambda$  = número de llegadas por unidad de tiempo.
- ✓  $\mu$  = número de servidores por unidad de tiempo si el servidor está ocupado.
- ✓  $C$  = número de servidores en paralelo.

$\lambda$  = 6 clientes cada 30 minutos

$\mu$  = 6,28 minutos

$C$  = 2

Aplicando las formulas generales de teoría de colas del modelo M/M/2, obtenemos lo siguiente:

- ✓ Probabilidad de que no haya ningún cliente en el sistema

**Tabla 11.**

*Probabilidad de que no haya clientes*

Ecuación	Valor
$P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\lambda^n}{\mu}\right)\right) + \frac{1}{c!} \left(\frac{\lambda^c}{\mu}\right) \frac{c \cdot \mu}{c \cdot \mu - \lambda}}$	$P_0 = \frac{1}{\left(\sum_{n=0}^1 \frac{\left(\frac{6}{6,28}\right)^n}{n!}\right) + \frac{1}{2!} \left(\frac{6^2}{6,28}\right) \frac{2 \cdot 6,28}{2 \cdot 6,28 - 6}} = \mathbf{0,025}$

Fuente: Elaboración propia.

La probabilidad de que no haya ningún cliente en el sistema de la cooperativa Utrahuilca es de 2,54%

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

- ✓ Cantidad de clientes en el sistema

**Tabla 12.**

*Clientes en el sistema.*

Ecuación	Valor
$L = \frac{\lambda * \mu * \frac{\lambda^c}{\mu} * P_0}{(c-1)! * (c * \mu - \lambda)^2} + \frac{\lambda}{\mu}$	$L = \frac{6 * 6,28 * \frac{6^2}{6,28} * 0,025}{(2-1)! * (2 * 6,28 - 6)^2} + \frac{6}{6,28} = 1,238$

Fuente: Elaboración propia

Aplicando el modelo M/M/2 se puede evidenciar que el promedio de la cantidad de clientes en el sistema de la cooperativa Utrahuilca San Agustín es de 2 clientes.

- ✓ Promedio de clientes en la fila

**Tabla 13.**

*Clientes en la fila.*

Ecuación	Valor
$L_q = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$	$L_q = 1 - \frac{6}{6,28} = 0,2825$

Fuente: Elaboración propia

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

La cantidad de personas formadas en la fila para ser atendidos por un servidor es de 1 cliente aproximadamente.

- ✓ Cantidad de tiempo promedio en el sistema

**Tabla 14.**

*Tiempo promedio en el sistema.*

Ecuación	Valor
$W_s = \frac{\lambda * \mu * \frac{\lambda^c}{\mu} * P_0}{(c-1)! * (c * \mu - \lambda)^2} + \frac{\lambda}{\mu} = \frac{ls}{\lambda}$	$W_s = \frac{1,238}{6} = 0,206$

Fuente: Elaboración propia.

El tiempo total que esperan los clientes en el sistema con dos servidores es de 0,206 minutos

- ✓ Cantidad de tiempo en la cola

**Tabla 15.**

*Tiempo en la cola*

Ecuación	Valor
$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{lq}{\lambda}$	$W_q = \frac{0,2825}{6} = 0,047$

Fuente: Elaboración propia.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



El tiempo total que espera un cliente desde que ingresa a la cooperativa, hasta que es atendido es de 0,047 minutos

✓ Porcentaje del uso del sistema

**Tabla 16.**

*Uso del sistema.*

Ecuación	Valor
$P = \frac{\lambda}{c * \mu}$	$P = \frac{6}{2 * 6,28} = 0,47$

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje del uso del sistema para los servidores de la cooperativa utrahuilca es de 47%

✓ Probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado

**Tabla 17.**

*Probabilidad de que el sistema se encuentre desocupado.*

Ecuación	Valor
$P = 1 - p$	$P = 1 - 47\% = 53\%$

Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje de que el servidor esté en tiempo de ocio es de 53%

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

- ✓ Probabilidad de que en el sistema se encuentren cinco clientes

**Tabla 18.**

*Probabilidad de que se encuentren cinco clientes.*

Ecuación	Valor
$P_n = \frac{\lambda}{c^{n-c} c! \mu^n} p_0$	$P_n = \frac{6}{2^5 - 2^2} \frac{1}{6,28^5} * 0,025 = 0,017$

Fuente: Elaboración propia.

La probabilidad de que en el sistema se encuentren cinco clientes es de 1,76%

- ✓ Comprobando los resultados con la calculadora de teoría de colas

**Figura 10.**

*Modelo M/M/C resultado en calculadora de teoria de colas.*



Fuente: Tomado de calculadora de teoria de colas.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

## 2.4 FASE CUATRO, ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA POR EL ESTUDIO PREVIO

**Tabla 19.**

*Análisis de modelos de teoría de colas*

Sistema existente	Sistema propuesto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L (Cantidad de clientes en el sistema) = 21 clientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L (Cantidad de clientes en el sistema) = 2 clientes</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lq (Promedio de clientes en la fila) = 20 cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lq (Promedio de clientes en la fila) = 1 cliente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• W (Tiempo promedio dentro del sistema) = 3,57 minutos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W (Tiempo promedio dentro del sistema) = 0,206 minutos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wq (Tiempo promedio en la fila) = 3,41 minutos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wq (Tiempo promedio en la fila) = 0,047 minutos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pn (Probabilidad de que en el sistema se encuentren cinco clientes) = 3,55%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pn (Probabilidad de que en el sistema se encuentren cinco clientes) = 1,76%</li> </ul>

Como se observa en los anteriores ítems de comparación, la cooperativa Utrahuilca, sede San Agustín Huila, optimizaría su calidad del servicio al instalar un nuevo servidor. Esta propuesta disminuiría los tiempos de espera de los clientes, lo que generaría un estímulo en el flujo de las colas en la presente organización.

Fuente: Elaboración propia.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

### 3. CONCLUSIONES

**Fase 1:** Para toda organización es importante analizar la calidad del servicio ofrecido a todos sus clientes y el estudio de tiempos resulta ser una herramienta fundamental para diagnosticar el estado actual en el que se encuentra la atención a sus usuarios, es por ello que la teoría de colas es la metodología adecuada que puede desarrollar cada empresa para la toma de decisiones y búsqueda de estrategias que optimicen los tiempos en las líneas de espera.

**Fase 2:** La percepción del cliente frente al servicio ofrecido por la cooperativa utrahuilca, sede San Agustín Huila se mantiene en un rango que varía entre bueno y regular, sin embargo, el tiempo de espera de atención en la oficina y la recepción de quejas, sugerencias y preguntas por parte del personal de la cooperativa se obtiene una respuesta negativa, es decir, los usuarios perciben que la cantidad de tiempo que demoran en ser atendidos es considerablemente alta y además que la organización no brinda la oportunidad al usuario de acceder un canal adecuado para establecer una comunicación externa cliente-empresa. También se observa que los tiempos de espera influyen en la calidad de servicio de la organización, debido a que, a mayor tiempo, menor cantidad de personas atendidas, lo que genera que disminuya productividad y la cantidad de clientes satisfechos con el servicio.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

**Fase 3:** Debido a la aplicación del método de teoría de colas, aplicando el modelo M/M/C se concluye que con dos servidores la atención es la adecuada para la calidad de sus servicios, ya que los tiempos de espera no son altos.

**Fase 4:** Al comparar los dos modelos aplicados en este documento, de acuerdo al que tiene la empresa y el propuesto, se concluye que para obtener un eficiente servicio al cliente es necesario que la cooperativa cuente con más de un servidor, debido a los altos tiempos de espera que se midieron mediante la observación directa y las encuestas aplicadas a los clientes.

#### 4. Bibliografía

Barrantes, R. (2014). *Investigación, Un camino al conocimiento, Un Enfoque Cualitativo, Cuantitativo y Mixto*. San José, Costa Rica, Editorial EUNED.

C.R. (1957, 1 septiembre). *INVESTIGACION OPERATIVA: Colas o líneas de espera - ProQuest. ProQuest.*

<https://search.proquest.com/openview/9c33ec27bfa5bb4d6c05563244fe7683/1?q-origsite=gscholar&cbl=1818612>

C.R.G.G.D.A. (2012). *modelos de lineas de espera*. Universidad nacional de mar de la plata. <http://nulan.mdp.edu.ar/1622/>

Carranza, Vera Cuya, Benites Silva, Virhuez Castro, J. J. E. R. M. J. E. K. (2019). *Teoría de colas para la reducción del tiempo de ciclo de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019*. Universidad Tecnológica del Perú. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/UTP/2780>

Chase R., J. f. (2018). *Administracion de Operaciones*. McGraw-Hill.

*CONCEPTO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN*. (2013, 12 agosto). Metodología de investigación, pautas para hacer Tesis. <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/concepto-de-diseno-de-investigacion.html>

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

David de la Fuente García, Raúl Pino Díez. (2000). *Teoría de líneas de espera; modelo de colas* (ilustrada ed., Vol. 1). Universidad de Oviedo, 2000.  
[https://books.google.es/books?id=2zZzjwMkfnoC&dq=1%C3%ADneas+de+espera&lr=&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.es/books?id=2zZzjwMkfnoC&dq=1%C3%ADneas+de+espera&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

Del libro: Investigación de Mercados Un Enfoque Aplicado, Cuarta Edición, de Malhotra Naresh, Pearson Educación de México, S.A. de C.V., 2004, Págs. 115 y 168.

Donoso, Patricio, and Alan Scheller-wolf. “Una Introducción a La Teoría De Colas Aplicada a La Gestión De Servicios.” *Abante*, vol. 11, no. 2, 2008, pp. 93–120.

E.L. (1972). *Aplicación de teoría de colas*. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) Biblioteca Agrícola Nacional, (BAN), Perú. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=UNCPE.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001455>

Echeverria, D. (s. f.). *Modelos m/m/1 y m/m/s - Modelos y Simulacion - Diego Echeverria*. Modelos y simulación. Recuperado 9 de abril de 2021, de <https://sites.google.com/site/dgecheverria1992/modelos-m-m-1-y-m-m-s>.

Frederick S. Hiller, G. J. (2007). *Introducción a la introducción de operaciones*. México: Mc Graw Hill.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*



FREDERICK S. HILLER., G. J. (2010). INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. *McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A*, 710.

FREDERICK S. HILLER., G. J. (2010). INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES . *McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A*, 709.

González, Berdejo, Casanova León, A. M. A. J. F. D. A. (2018, 20 agosto). *Teoría de colas en el área de operaciones de la Agencia 1 – Cusco del Banco de la Nación - 2017*. Universidad Andina del Cusco.

<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/2154>

Ibañez Calle, G. (1969, 1 diciembre). *McCloskey, J. F., y Trefethen, F. N.: «Introducción a la Investigación Operativa» (Book Review)*. ProQuest.  
<https://search.proquest.com/openview/89d66f00f9b767f69cc8de144960b3fc/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1818612>

Jimenes, F. A. (2008). Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente. *Universidad EAFIT*, 51-63.

Jiménez, F. A. (2008). Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente. *REVISTA Universidad EAFIT*, 51-63.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Jiménez, P. C. (2016). *Análisis estadísticos con R*. Bogotá: Pedro Cañadilla Jimenez.

José A. Ruiz Maciáuna, B. F. (2013). Algunos conceptos básicos Delaware la teoría Delaware colas aplicables en la planificación Delaware Naciones Unidas servicio Delaware anatomía patológica. *española de patología* .

M.S.I.E.L.H.I.M.S.L.L.G.J.T.I.I. (2018, junio). *Teoría de colas aplicada al estudio del sistema de servicio de una farmacia*. Revista Cubana de Informática Médica versión On-line ISSN 1684-1859 RCIM vol.10 no.1 Ciudad de la Habana ene.-jun. 2018. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592018000100002&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592018000100002&script=sci_arttext&tlng=en)

O. Mielnisuk, N. S. I. M. R. Y. A. (2016). *Diseño de un entorno colaborativo. Una aplicación para apoyar el aprendizaje de técnicas de modelado y simulación de la Teoría de Colas*. IE COMUNICACIONES. <http://iecom.adie.es/index.php/IECom/article/view/261>

R. (2014, abril). *Algunos conceptos básicos de la teoría de colas aplicables en la planificación de un servicio de anatomía patológica*. Teoría de colas. [https://www.researchgate.net/publication/260807639\\_Algunos\\_conceptos\\_basicos\\_de\\_la\\_teor%C3%ADa\\_de\\_colas\\_aplicables\\_en\\_la\\_planificaci%C3%B3n\\_de\\_un\\_servicio\\_de\\_anatom%C3%ADa\\_patol%C3%B3gica](https://www.researchgate.net/publication/260807639_Algunos_conceptos_basicos_de_la_teor%C3%ADa_de_colas_aplicables_en_la_planificaci%C3%B3n_de_un_servicio_de_anatom%C3%ADa_patol%C3%B3gica)

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

Romaní, J. (1957, octubre). *Un modelo de la teoría de colas con número variable de canales*. Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF03006469>

Roberto Carro Paz, D. G. (Enero de 2012). *Modelos de líneas de espera*. Obtenido de Administración de las operaciones :  
<https://es.calameo.com/books/004616170a921f7cd5da7>

Silva, V. L. A. (2020, 27 julio). *Análisis del impacto de la aplicación de la teoría de colas en la reducción de tiempos y la satisfacción de clientes en el rubro de alimentos, en los últimos 5 años: una revisión de la literatura científica*. Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24858>

T.C.I.M.C.I.M. (2009, 22 junio). *Definición cliente*. Definición de cliente.  
<https://www.cim.co.uk/>

Echeverri, L. G. C. (2020, 3 septiembre). *Propuesta metodológica para evaluar los niveles de servicio del lado aire de los aeropuertos en Colombia*. Universidad de Los Andes Colombia. <https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/43981>

Muñoz Vergara, A. (2019). *Aplicación de la Teoría de líneas de Espera en el servicio de Biblioteca de una Organización Educativa en Cartagena – Colombia*. Dialnet.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6936099>

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

## 5. Apéndices y anexos

### 5.1 Registro fotográfico

Fotografías en la cooperativa utrahuilca, San Agustín Huila.

#### Anexo 1.

#### Figura

*Imagen evidencia cliente-servidor*



Fuente: Elaboración Propia.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

**Anexo 2.****Figura**

*Evidencia cola fuera de la cooperativa Utrahuilca.*



Fuente: Elaboración Propia.

*Análisis de los tiempos de espera en el servicio de la cooperativa utrahuilca del municipio de san Agustín Huila basado en la aplicación de teoría de colas*

## 5.2 Evidencia diseño de entrevista

### Anexo 3

Adjunto enlace con el que se realizó la encuesta en la cooperativa Utrahuilca.

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeTSn4gzF8l6\\_BRuCKImYFSOSlvAv9zMOSXcaCxK2g\\_\\_mJlw/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeTSn4gzF8l6_BRuCKImYFSOSlvAv9zMOSXcaCxK2g__mJlw/viewform).