

Simulación de un Modelo de Atención al Usuario en Confiterías

Edna Yissell Pérez Junco

Universidad de La Sabana
Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativa
Maestría Gerencia de Operaciones
Chía, Colombia
2018

Simulación de un Modelo de Atención al Usuario en Confiterías

Edna Yissell Pérez Junco

Trabajo de grado para optar el título de
Magister en Gerencia de Operaciones

Director

Jairo Rafael Montoya Torres, PhD.

Universidad de La Sabana
Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativa

Maestría Gerencia de Operaciones

Chía, Colombia

2018

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a mis padres Reinaldo Perez y Matilde Junco, quienes con su amor de padres me impulsaron a realizar la maestría en PRO de un mejor futuro y adquirir conocimiento. A mis hermanas por su colaboración y asesoría en algunos aspectos y apoyo incondicional.

Agradezco a la Universidad de La Sabana por haberme aceptado en la elaboración de este Posgrado y poder ser parte de la gran familia SABANA y a mis Profesores quienes se esforzaron para ayudarme en mi formación y compartir su sabiduría.

Agradezco también a mi director del trabajo de grado Jairo Rafael Montoya Torres, PhD por acoger mi idea y convertirla en un grandioso trabajo, así como también la dedicación, paciencia y tiempo brindado para poder elaborar este trabajo.

Por último, agradezco a mis compañeros de clase por acogerme en los grupos de estudio, a la empresa por aprobar la realización de este programa dándome el tiempo necesario para sacar adelante este título y a Dios por escuchar mis oraciones y permitirme culminar este estudio dándome salud y vida.

¡Muchas Gracias a TODOS!

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	iv
Lista de Tablas	vi
Lista de Figuras	vii
Lista de Anexos.....	viii
Introducción y Presentación del Problema.....	1
Contexto	1
Organización del Documento.....	4
Objetivos	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Descripción y Caracterización del Sistema Bajo Estudio	5
Capítulo 1 Marco Teórico	8
1.1 Problemática de Consumo en las Salas de Cine	8
1.2 Teoría de Colas	9
1.3 Modelo de Colas Basado en Costos.....	11
1.4 ¿Qué es Simulación?.....	13
1.5 Pasos en un Estudio de Simulación	14
1.6 Tipos de Simulación	15
1.7 Software de Simulación Simio.....	19
1.8 Revisión de la Literatura.....	22
Capítulo 2 Aspectos Metodológicos del Estudio	24
2.1 Situación Actual	25
2.2 Herramientas Estadísticas	27
2.2.1 Recolección de la información.....	27
2.2.2 Estimación de tiempos	28
2.2.3 Variables aleatorias	32

2.2.4 Pruebas de hipótesis	33
2.3 Modelo Computacional de Simulación Discreta.....	34
2.3.1 Definición de réplicas y duración	38
Capítulo 3 Simulación Caso de Estudio y Validación del Modelo	41
3.1 Inputs del Modelo.....	42
3.2 Outputs del Modelo.....	42
3.3 Validación	42
Capítulo 4 Descripción de Alternativas	44
4.1 Primera Propuesta de Mejora	44
4.2 Segunda Propuesta de Mejora	46
4.3 Tercera Propuesta de Mejora.....	47
4.4 Análisis de Resultados	48
4.5 Análisis Financiero.....	56
4.5.1. Ventas por tipo de producto	57
4.5.2. Tasa de abandono.....	57
Capítulo 5 Conclusiones y Perspectivas	61
Referencias.....	63
VITA	66
ANEXOS.....	67

Lista de Tablas

<i>Tabla 1. Biblioteca estándar de objetos en Simio</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 2 Cantidad promedio de clientes en los días de alta afluencia</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 3. Pruebas estadísticas para tiempos de llegada de los clientes que consumen en la confitería</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 4. Tipos de error</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 5. Tipo de productos vendidos</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 6. Cálculo de réplicas por tipo de entidad</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 7. Parámetros de la corrida del modelo.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 8. Resultados de los modelos propuestos</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 9. Análisis descriptivo de la variable tiempo de espera promedio en fila</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 10. Tiempo de espera promedio en fila.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 11. Medias en los subconjuntos de datos</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 12. Valor de la transacción por tipo de producto.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 13. Tasa de abandono de cada propuesta</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 14. Valor de la transacción de la tasa de abandono.....</i>	<i>60</i>

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Espectadores por Exhibidor en el año 2016.....</i>	<i>1</i>
<i>Figura 2. Proceso de atención al usuario en confiterías.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3. Proceso de alistamiento y entrega del pedido.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 4. Modelo de decisión de colas basado en costos</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5. Pasos de una simulación.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6. Espectadores y ventas por día en el año 2016.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7. Confitería del Multiplex objeto de estudio.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 8. Cantidad de equipos de la Confitería objeto de estudio.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 9. Promedio de transacciones realizadas por hora.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 10. Modelo de cola actual en la confitería</i>	<i>31</i>
<i>Figura 11. Cantidad de transacciones por hora en los días de alta afluencia.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 12. Porcentaje de participación de las entidades sobre la cantidad de productos vendidos.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 13. Configuración de réplicas en Simio 9.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 14. Simulación de la situación actual de la confitería en Simio 9.</i>	<i>41</i>
<i>Figura 15. Propuesta 1 para el modelo de filas en la confitería</i>	<i>45</i>
<i>Figura 16. Propuesta 2 para el modelo de filas en la confitería</i>	<i>46</i>
<i>Figura 17. Propuesta 3 para el modelo de filas en la confitería</i>	<i>48</i>
<i>Figura 18. Tiempo de espera promedio de los clientes en fila</i>	<i>53</i>
<i>Figura 19. Gráfica de medias por propuesta</i>	<i>55</i>
<i>Figura 20. Cantidad de clientes que abandonan el sistema</i>	<i>58</i>

Lista de Anexos

Anexo A. <i>Cadbox: Asociación Colombiana de distribuidores de películas cinematográficas. Sistema que genera la información de espectadores de cada teatro del país.</i>	67
Anexo B. <i>Sistema de Gestión de Informes: Sistema contable de la compañía, el cual genera reportes sobre las ventas generadas en cada punto de venta.</i>	68
Anexo C. <i>Sistema Ewave Corporate: sistema para generar informes estadísticos sobre las transacciones realizadas en cada punto de pago de las confiterías.</i>	69
Anexo D. <i>Sistema Ewave Corporate ECOM: Genera informes sobre las ventas realizadas en cada punto de pago de la confitería de cada punto de venta.</i>	70
Anexo E. <i>Análisis de entrada: distribuciones de probabilidad calculados con la herramienta Stat::Fit de Promodel.</i>	72
Anexo F. <i>Prueba T con la herramienta SPSS entre los datos reales y arrojados por Simio.</i>	77
Anexo G. <i>Lista de precios de la confitería.</i>	82

Resumen:

El trabajo consiste en un estudio de Simulación de Eventos Discretos (DES) para determinar el modelo de líneas de espera de la venta de productos en el proceso de atención del usuario en la confitería y cómo estas restricciones cambian bajo distintos modelos de colas. Este modelo de simulación comprende las etapas de realizar la fila, decidir qué comprar, qué medio de pago utilizar y la entrega del pedido.

El objetivo principal de este trabajo de grado fue proponer un modelo de simulación que permita evaluar el modelo de colas en una confitería para garantizar un buen nivel de prestación del servicio y comparar, a través de simulación, varios modelos de líneas de espera aplicados al análisis del proceso actual, el cual representa un sistema en paralelo con una cola por servidor. Para ello se utilizó el software SIMIO®. Los resultados numéricos mostraron el comportamiento en los distintos escenarios de operación y el modelo de líneas de espera que mejor se adapta a la operación de la confitería. La propuesta 3 generó más del 60% de ingreso que el sistema real siendo la mejor propuesta para mejorar el servicio en la confitería.

Palabras clave: Confitería, DES, SIMIO, Modelo de Línea de Espera

Abstract:

The paper consists of a Discrete Event Simulation (DES) study to determine the model of waiting lines for the sale of products in the process of user attention in confectionery and how these restrictions change under different queuing models. This simulation model includes the steps of queuing, deciding what to buy, what payment method to use and order delivery.

The main objective of this study was to propose a simulation model that allows to evaluate the queuing model in a confectionery to guarantee a good level of service provision and to compare, through simulation, several models of waiting lines applied to the analysis of the current process, which represents a system in parallel with one queue per server. SIMIO® software was used for this purpose. The numerical results showed the behavior in the different operating scenarios and the model of waiting lines that best adapts to the operation of the confectionery. Proposal 3 generated more than 60% of revenue than the real system being the best proposal to improve the service in the confectionery.

Keywords: Confectionery, DES, SIMIO, Waiting Line Model

Introducción y Presentación del Problema

Contexto

El presente trabajo sustenta la necesidad de determinar el mejor diseño de colas en una confitería para minimizar el tiempo que permanece el cliente en fila y satisfacer sus necesidades. Debido al aumento de la asistencia a cine en las salas de una empresa de entretenimiento, se recibieron a 24.82 millones de espectadores en el año 2016 (archivos contables de CAD BOX), se presenta la necesidad de minimizar el tiempo que permanece el cliente en fila. Según lo evidenciado en la Figura 1, en el año 2016 la industria del cine en Colombia recibió a más de 61.4 millones de espectadores, creciendo un 7.9% en ingresos con respecto al año 2015, contando con 172.817 sillas, 978 salas de cine en 189 teatros del país; esta compañía participó con el 40.4% del mercado de entretenimiento en Colombia (CAD BOX, 2016). El analista Luis Naranjo, gerente de www.losdatos.com, estima que la oferta de alimentos y bebidas pueden llegar a representar cerca del 35% de los ingresos totales de estas empresas de entretenimiento (Garzón, 2014).



Figura 1. Espectadores por Exhibidor en el año 2016

Fuente: Gerencia de Distribución

Pero este negocio de entretenimiento viene acompañado con la venta de productos alimenticios que representan cerca del 44.3% de los ingresos totales de la compañía. Aunque en una confitería se pueden encontrar más de 300 referencias de bebidas y alimentos nacionales e importados, los productos estrella son las crispetas que representan la mayor participación junto con el perro caliente: 35,7% y 17% respectivamente (cifras contables, 2016). Con base en lo anterior, Naoui (2014) hace hincapié en que las campañas de las empresas tienen que ver con los servicios que integran la entrega rápida y contacto amistoso con los clientes, ya que los productos ofrecen pocas ventajas competitivas, pero el servicio al cliente proporciona una diferenciación importante. En este orden de ideas, la importancia de ofrecer una buena atención al cliente se justifica por fuertes presiones competitivas, que se traducen en particular, en el aumento de las necesidades de los clientes con respecto a la capacidad de servicio de la confitería, lo cual depende desde el momento de adquirir las materias primas hasta la entrega oportuna del pedido al cliente.

Los días de la semana con mayor volumen de ventas son el miércoles (debido a la oferta de boletas a mitad de precio), sábado y domingo con participación en las ventas respectivamente del 21%, 21,4% y 23,7% (cifras contables, 2016). Este alto nivel de asistencia de público genera filas en la confitería con un tiempo de espera aproximado de 11 minutos (dependiendo de la forma de pago) a la hora de adquirir alimentos, lo cual puede afectar la decisión de compra de los espectadores para ingresar a tiempo a la sala antes de iniciar la película. Este problema ha impactado de forma negativa en el recaudo de las ventas de la compañía, ya que los espectadores al ver filas que pueden llegar hasta los 9 metros de largo se desmotivan en el momento de comprar. Por lo anterior, la problemática que presenta la compañía se debe a la longitud que las filas pueden tomar en horas de alta afluencia debido a que no se tiene un modelo de filas apto para la operación, lo que conlleva

a mejorar el proceso de espera (tiempo en fila) que permanece el consumidor y aumentar las transacciones accediendo a más personas. Para ello, el objetivo principal del presente trabajo es proponer un modelo de simulación que permita evaluar la capacidad de servicio (modelo de filas) en la confitería de las salas de cine para garantizar un buen nivel de prestación del servicio.

Con el fin de brindar una solución al problema anteriormente descrito, se realizó una simulación con el software SIMIO que consistió en construir un modelo sobre el cual se estudiaron los comportamientos y respuestas del servicio de atención al usuario en la confitería seleccionada, con la finalidad de estudiar y analizar la situación real y promover oportunidades de mejora en la operación.

El impacto de este proyecto permitirá a la compañía tomar decisiones más objetivas para satisfacer las necesidades de los usuarios e incrementar sus transacciones. La ejecución de este proyecto se realizó con el fin de determinar cuál es el modelo de filas más adecuado en los nuevos complejos y aplicar este estudio en todos los puntos a nivel nacional ya existentes, sin importar la ciudad donde está ubicado el complejo o el tamaño del mismo para aumentar la cantidad de clientes atendidos e incrementar las ganancias por la venta de alimentos. Sin embargo, para validar la propuesta formal basada en simulación, se estudió el caso particular en una de las salas de cine de esta empresa de entretenimiento ubicada en la ciudad de Bogotá y se espera que la metodología de recolección de datos, diseño del modelo de simulación y análisis de resultados sea de manera genérica con el fin de transferirla a otras salas de cine nuevas o existentes.

Organización del Documento

La estructura de este documento se divide en cinco (5) capítulos, así: El Capítulo 1 presenta el marco teórico donde se describen los estudios realizados anteriormente sobre la simulación de eventos discretos. En el capítulo 2, se observan los aspectos metodológicos del estudio. En el capítulo 3 se presenta la descripción y análisis de resultados obtenidos. En el capítulo 4 se describen las propuestas de mejora; finalmente, en el capítulo 5 se mencionan las conclusiones del trabajo.

Objetivos

Objetivo general

Proponer un modelo de simulación que permita evaluar la capacidad de servicio (estructura de colas) en una confitería para garantizar un buen nivel de prestación del servicio.

Objetivos específicos

1. Caracterizar el proceso de atención en una de las confiterías de la empresa con el fin de identificar el comportamiento de la fila en momentos de alta afluencia.
2. Diseñar un modelo de simulación por computador que permita evaluar el impacto del rediseño del servicio al usuario en confiterías.
3. Validar el modelo propuesto empleando datos reales de la confitería objeto de estudio con el propósito de evaluar los indicadores del nivel de servicio.

4. Analizar el costo del modelo propuesto con el fin de evaluar el impacto monetario que representa a la compañía.

Descripción y Caracterización del Sistema Bajo Estudio

El proceso de atención y servicio al cliente en las confiterías de la compañía se conforma en dos procesos: 1. Proceso de atención del cliente en el momento de tomar su orden. 2. Proceso de alistamiento y entrega del pedido.

El primer proceso hace referencia cuando el cliente se dirige a la confitería una vez adquirida la boleta para disfrutar de alguna película. El espectador se dirige a la confitería donde analiza, según su tiempo disponible, si hace la fila para comprar algún producto. Si decide comprar, da un vistazo a los monitores donde se proyecta el precio y disponibilidad de combos y alimentos al mismo tiempo que va haciendo la fila y espera a ser atendido por el Auxiliar en caja. Al llegar su turno, el Auxiliar da la bienvenida, pregunta que desea consumir y el medio de pago, mientras va ingresando la orden al POS (terminal punto de venta, point of service) y entrega la factura al cliente. Acto seguido, el cliente espera hasta que su pedido le sea entregado. En la Figura 2 se describe el sistema actual de atención al usuario en una confitería de las salas de cine, mientras que la Figura 3 presenta el proceso de alistamiento y entrega del pedido, según se describe a continuación.

El segundo proceso hace referencia a las actividades que debe realizar el personal de la compañía para prestar el servicio y entregar al cliente su pedido oportunamente satisfaciendo sus necesidades.

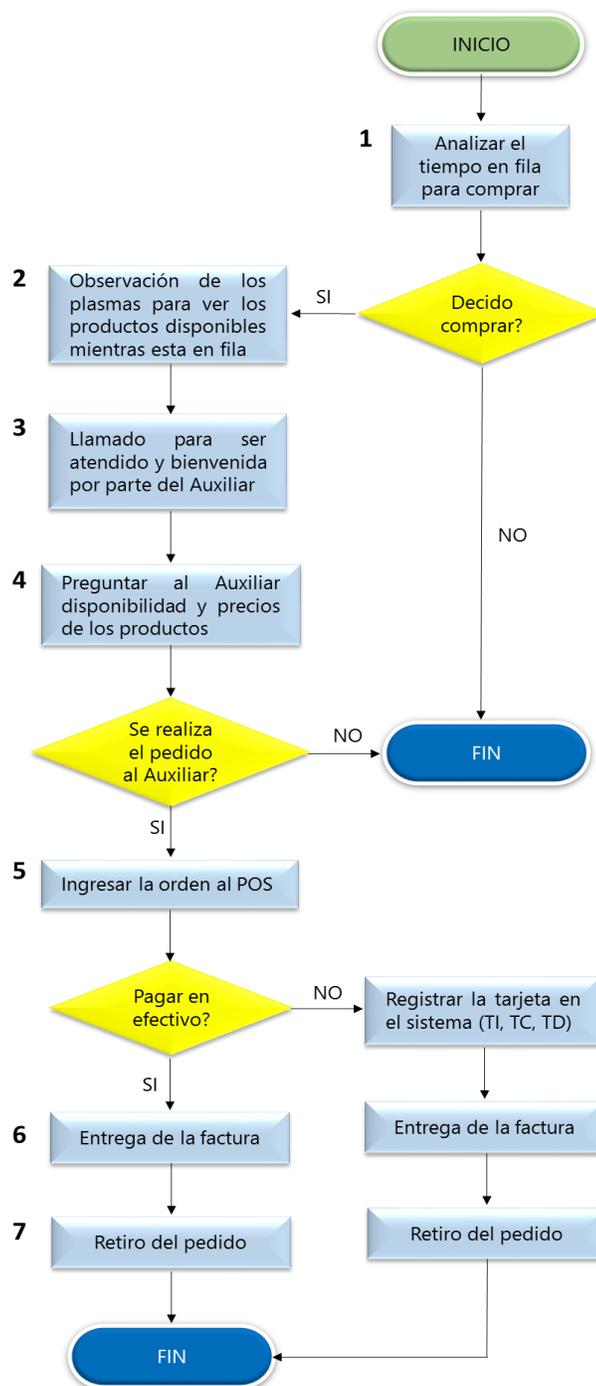


Figura 2. Proceso de atención al usuario en confiterías.

Fuente: Elaboración propia.

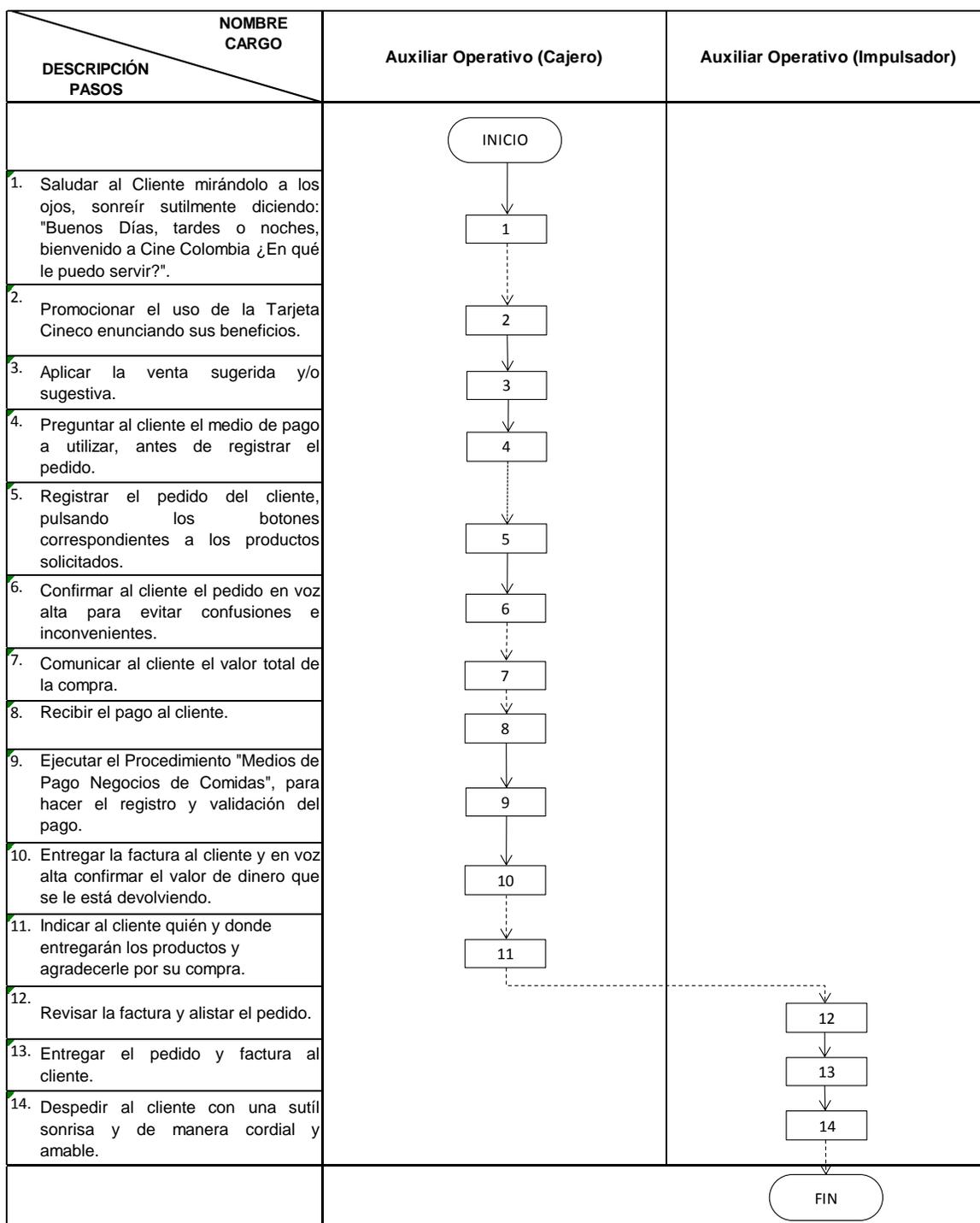


Figura 3. Proceso de alistamiento y entrega del pedido

Fuente: Procesos y Normatividad

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1 Problemática de Consumo en las Salas de Cine

Una de las causas por las cuales la compra de alimentos en las salas de cine ha presentado demoras en el servicio es debido al aumento del tamaño del multiplex (complejo multi-pantallas). De acuerdo con el último estudio de la MPAA (Motion Picture Association of America), en el año 2016, el número de pantallas de cine a nivel mundial aumentó en un 8% a más de 164.000 pantallas y la taquilla mundial alcanzó \$38.6 billones de dólares aumentando 1% en comparación del año 2015 (MPAA, 2016). Esto significa que, al haber más pantallas, hay más películas, por ende, más recaudación y oportunidad en el incremento de consumo de alimentos en las salas de cine.

Un sistema de venta de comida rápida en confiterías puede ser descrito como un conjunto de procesos que son necesarios para cumplir con un objetivo predefinido. Usando esta definición, un modelo de dicho sistema podría incluir las etapas de toma, preparación y entrega del pedido con el fin de cumplir con la meta de satisfacción al cliente, reduciendo al mínimo el tiempo de espera. Estos sistemas pueden ser más complejos ya que tienen un cierto grado de variabilidad. Por ejemplo, el Auxiliar Operativo que está tomando la orden puede ser nuevo, por lo tanto, necesita más tiempo de lo normal para tomar una orden. Otro ejemplo podría ser el método de pago que utiliza el cliente y que puede tomar más tiempo en el momento de pagar la orden, el cual varía entre 3 a 4 minutos. Por lo tanto, no habría un impacto en el tiempo de preparación de alimentos. Al reconocer estas fuentes de variabilidad, un modelo más preciso tendría que ser usado (Al-Refai, 2016).

1.2 Teoría de Colas

La teoría de colas estudia el comportamiento de sistemas donde existe un conjunto limitado de recursos para atender las peticiones generadas por los usuarios, donde puede haber más demanda de recursos que recursos disponibles, lo cual genera que estas solicitudes de servicio deberán esperar a ser atendidas, formándose así una cola de acceso de las tareas a los recursos. Los procesos de llegada de Poisson y el proceso de servicio demandado se puede modelar por variables aleatorias con distribución exponencial (Pazos. A, Suárez. G, & Díaz. R, 2003).

El carácter aleatorio de los fenómenos de colas implica evidentemente el análisis de las distribuciones de probabilidad. El conjunto de formulaciones y relaciones de los datos a una determinada distribución probabilística constituye un modelo matemático que se denomina proceso estocástico en el cual una o varias variables pueden variar en forma aleatoria en función del tiempo.

Una línea de espera está constituida por un cliente que requiere de un servicio que es proporcionado por un servidor en un determinado periodo. Los clientes entran aleatoriamente al sistema y forman una o varias colas para ser atendidos. Si el servidor está desocupado, se proporciona el servicio a los elementos de la cola en un periodo determinado de tiempo, llamado tiempo de servicio y luego abandonan el sistema. Las líneas de espera se pueden clasificar de acuerdo con (Mathur, Solow, & Dominguez, 1996):

- a) El número de clientes que pueden esperar en la cola y población.
- b) Intervalo de tiempo transcurrido entre un cliente y otro.
- c) El tiempo de servicio.
- d) La disciplina de la cola. (Peps, Ueps, etc.)
- e) El número de servidores.
- f) La estructura de las estaciones de servicio.
- g) La estabilidad del sistema.

El análisis de cola aplicado a este estudio es la cola $M/M/S/k$, donde la primera “M” señala que el proceso de llegada es *Markoviano*; significa que los tiempos entre llegadas son independientes. La segunda “M” representa la distribución del tiempo del servicio, la cual también es exponencial y la “S” indica que hay S servidores. Además, el número de clientes que pueden estar en la cola es como mucho K (Kelton D. S., 2014).

Una cola $M/M/S/k$ es un sistema al que los clientes llegan según una distribución de Poisson de media λ , la atención se presta según una negativa exponencial y tienen varios servidores (Ayala, 2007). Por tanto:

$$\lambda = \frac{\text{cantidad de clientes que llegan al sistema}}{\text{total de intervalos de tiempo}}$$

$$\mu = \frac{\text{cantidad de clientes totales atendidos}}{\text{total de intervalos de tiempo}}$$

Tasa de llegada λ : es la razón o tasa de llegada de clientes en una línea de espera que llegan para ser atendidos, origina una cola o fila en el Modelo de Colas o Líneas de Espera (Amaya, 2004).

Tasa de servicio μ : o razón de servicio, en un modelo de colas es el tiempo que demora una estación de servicio en atender a un cliente (Amaya, 2004).

En la empresa, la disciplina de las líneas de espera determina el orden en el cual los espectadores son atendidos, en este caso se comporta como FCFS (first come, first served), es decir, el primer espectador que llega al sistema va a ser el primero en ser atendido. Por otro lado, se realizan colas independientes en los servidores de la confitería, es decir, es un sistema multicanal ya que se realiza una fila para cada cajero y ellos brindan el mismo servicio. Los espectadores que deseen comprar solo deben pasar por uno de ellos y pueden desistir en realizar la fila por varias razones, pero al ser más subjetivas que objetivas no se tomarán en cuenta para el presente estudio. Sin embargo, es necesario mencionar que una de esas razones es la cantidad de espectadores que ya se encuentran dentro del sistema, lo cual provoca que el espectador que quiera ingresar desista de hacerlo.

1.3 Modelo de Colas Basado en Costos

El resultado del análisis de colas puede incorporarse a un modelo de optimización de costos que busca minimizar la suma del costo de ofrecer el servicio y la espera por parte de los clientes. El obstáculo principal al implementar modelos de costos es la dificultad de determinar el costo de la espera, sobre todo la que experimentan las personas. En la figura 4 se puede observar un modelo de costos, donde el costo del servicio se incrementa con el aumento del nivel de servicio. Al mismo tiempo, el costo de esperar se reduce con el incremento del nivel de servicio (Taha, 2012).

El modelo de costos trata dos tipos de costos:

- a) El costo del ofrecimiento del servicio.
- b) El costo de la demora al ofrecer el servicio (tiempo de espera del cliente).

El incremento de un costo provoca automáticamente una reducción del otro, como se observa en la figura 4. El modelo de costos se expresa como (Taha, 2012):

$$ETC(x) = EOC(x) + EWC(x)$$

Donde,

ETC= Costo total esperado por unidad de tiempo

EOC= Costo de operación esperado de la instalación por unidad de tiempo

EWC= Costo de espera anticipado por unidad de tiempo

Las formas más simples de EOC y EWC son las siguientes funciones lineales:

$$EOC(x) = C_1x$$

$$EWC(x) = C_2L_S$$

Donde,

C_1 = Costo marginal por unidad de x por unidad de tiempo.

C_2 = Costo de espera por unidad de tiempo por cliente (en espera).

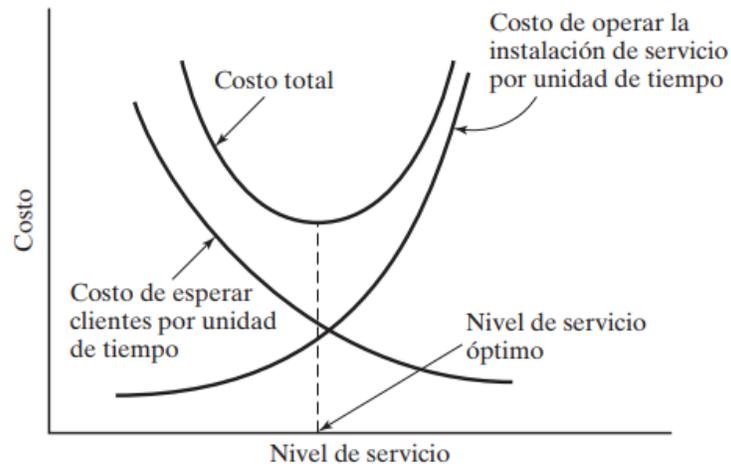


Figura 4. Modelo de decisión de colas basado en costos

Fuente: Taha, 2012

Para el estudio de sistemas de modelos de colas cuya solución es muy difícil de obtener, se suele recurrir a técnicas de simulación debido a que la capacidad de servicio (en algún momento) es menor que la capacidad demandada, mediante el empleo de programas de computación, permiten obtener estimaciones de las variables de interés implicadas en el comportamiento del sistema.

1.4 ¿Qué es Simulación?

Según el autor Kelton (2014) define la simulación como: “un gran conjunto de métodos y aplicaciones que buscan imitar el comportamiento de sistemas reales, generalmente en una computadora con un software apropiado, para llevar a cabo experimentos numéricos que den un mejor entendimiento al comportamiento del sistema en estudio bajo unas condiciones dadas”.

La simulación es uno de los análisis más poderosos utilizados para diseñar un sistema de manufactura ya que ayuda a su planeación, empleando algoritmos que reproducen el

comportamiento del modelo (Urquía. M & Martín. V, 2013). Según Ispas (2002) “los modelos de simulación pueden ser usados para estudiar y analizar situaciones reales o predecir el efecto de los cambios del diseño o desempeño de un nuevo sistema”. Prácticamente cualquier sistema, entendiendo éste como un conjunto de objetos o entidades, reales o virtuales, que interactúan entre sí siguiendo una lógica orientada a un objetivo común, es susceptible de ser simulado. Para ello se construye un modelo sobre el cual se estudian los comportamientos y respuestas del sistema a acciones instantáneas (eventos) que ocurren en momentos puntuales de la vida del sistema.

1.5 Pasos en un Estudio de Simulación

Para diseñar o analizar un sistema complejo por simulación, existen una serie de pasos que componen un estudio de simulación. No todos los estudios necesariamente contendrán todos los pasos y en el orden indicado, pues un estudio de simulación no es un simple proceso secuencial. La figura 5 muestra los pasos a seguir en un modelo de simulación; el número junto al símbolo enumera cada paso, los cuales son explicados en el libro de referencia.

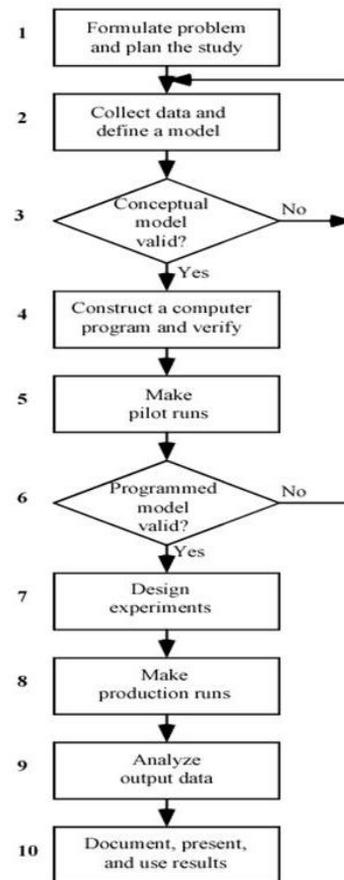


Figura 5. Pasos de una simulación.

Fuente: Law, 2013.

1.6 Tipos de Simulación

Existen tres tipos de simulación por ordenador dependiendo del tipo de programación y de construcción en las que se base el programa:

Simulación de Monte Carlo: Se emplea en esquemas de números aleatorios, es decir, $U(0,1)$ variables aleatorias al azar, que son usadas para resolver problemas estocásticos o determinísticos.

Por lo tanto, las simulaciones de Monte Carlo son generalmente estáticas en lugar de dinámicas (Law A. M., 2013).

Simulación continua: Este tipo de modelo tiene variables que cambian continuamente con el tiempo. Por lo general, implican ecuaciones diferenciales que relacionan las tasas de cambio de las variables de estado con el tiempo. Periódicamente, el programa de simulación resuelve todas las ecuaciones y usa los resultados para cambiar el valor de las variables de estado de la simulación. Algunas áreas en donde se usa esta técnica son: producción de químicos, tiendas de productos médicos que abren 24 horas, análisis de comportamiento del consumidor, en desarrollo organizacional, y en problemas matemáticos y físicos (Bandyopadhyay, 2014).

Simulación de eventos discretos: En este tipo de simulación se generan y administran eventos en el tiempo por medio de una cola de eventos ordenada según el tiempo de simulación en que deben ocurrir y de esta forma el simulador lee de la cola y dispara nuevos eventos. Esta modalidad de simulación se usa típicamente en el diseño de la mayoría de eslabones de la cadena de suministro tales como: líneas de producción, plantas de procesamiento, sistemas de control de inventarios, bodegas de producto terminado, puntos de atención a clientes, hospitales, centros de atención médica (Allen, 2011).

De acuerdo con Goldman, Nance & Wilson (2010), si bien las ideas hoy en día formalizadas y los principios de la simulación existen desde hace muchos años (antes de la Segunda Guerra Mundial), los primeros intentos para simular sistemas de eventos discretos datan de la década de los años 1960, donde se desarrollan las primeras simulaciones en ordenador para planear proyectos de gran envergadura, aunque a un costo muy alto y utilizando lenguajes de propósito general. Las primeras herramientas para facilitar el uso de la simulación de evento discreto aparecen en la forma de lenguajes de simulación en la década de los años 1970 y principios de la década de los años 1980,

utilizada en el sector automotriz. A finales de la década de los años 1980, la simulación empezó a ser utilizada en los negocios gracias a la difusión de las computadoras personales y a la aparición de software de simulación que se programan en ambientes gráficos y con capacidades de animación. Esto, permitió que la simulación se difundiera ampliamente como herramienta para el diseño y análisis en diversos sectores tanto de la industria de manufacturas como de servicios.

En la simulación de eventos discretos las dos variables más importantes son: el tiempo y el estado. Entre los eventos, los estados de las entidades que componen el sistema permanecen constantes, el cambio en el estado es inducido por los eventos que son los elementos motores de cualquier modelo de simulación de eventos discretos. A parte del tiempo y los estados hay que comprender los elementos que construyen el sistema, ya que de ellos dependerá el nivel de detalle que se corresponde con la realidad. En lo que se refiere al tiempo también hay que tener en cuenta el reloj de simulación, que es la variable que lleva control del tiempo virtual de simulación, el cual no se debe confundir con el tiempo real de ejecución, ya que se pueden simular 8 horas de reloj de simulación en 5 minutos de tiempo real (Allen, 2011).

Los elementos en la simulación de eventos discretos se componen principalmente de las entidades, que pueden ser fijas como los objetos que representen máquinas o temporales, que son las que se crean y se destruyen a lo largo de la simulación; los atributos, que son las diferentes características que se le otorgan a las entidades para que estas adquieran un comportamiento adecuado a la simulación; las variables, que son aquellas que definen el modelo y sus estados como un conjunto o individualmente; y los recursos, son objetos a los que se les asocia algún tipo de gasto o de

consumo de los mismos para realización de tareas de operación o transporte que pueden ser tanto para entidades fijas como temporales.

Hoy en día los programas por eventos discretos son los más utilizados en la industria para planificar posibles cambios en la planificación ya que son programas muy gráficos cuyo entendimiento de manejo es muy sencillo y los costes que generan sobre otro tipo de simulaciones es mucho menor. La simulación por eventos discretos tiene una mayor facilidad de modelamiento en cuanto al resto de tipo de simulaciones, ya que permite modelar situaciones de alto nivel de complejidad con funciones relativamente sencillas, de esta forma es posible construir modelos que representen la realidad en el nivel de detalle deseado. También posee una diferenciación en cuanto a indicadores estadísticos, ya que dada la estructura de la simulación por eventos discretos se pueden obtener todo tipo de estadísticas e indicadores que nos proporcionen información adicional, incluso información que no sería posible sacar directamente de un sistema real (Hiro Fujita, 2014).

La simulación ha ayudado a las compañías a lograr beneficios significativos, tales como (Ispas Constantin, 2002):

- Mejor utilización de los recursos para la eliminación de los cuellos de botella.
- Reducir el tiempo de entrega al mercado
- Mejorar el rendimiento de las líneas existentes
- Mejorar el servicio al cliente con recursos existentes

Las industrias de hoy en día pueden modificar su estructura mediante el diseño de fabricación para poder examinar la capacidad de reconfiguración con técnicas de modelado de simulación, dicho sistema necesita ser investigado mediante el uso de software de aplicación para analizar diferentes cambios que sean necesarios y atender los requisitos del cliente y la variedad de demandas y productos. No obstante, existen obstáculos que impiden que la simulación se convierta en una herramienta bien utilizada, como son el tiempo de desarrollo del modelo y las habilidades de modelado que se necesitan para desarrollar una simulación exitosa.

Para satisfacer la mayor parte de las posibles necesidades de los clientes, es un reto fundamental que las industrias manufactureras tienen que superar y encontrar las posibles y eficaces formas de llegar a un modelo de sistema de fabricación inteligente que reducen costos, tiempo, esfuerzo y la energía para los cambios frecuentes del sistema y modificaciones que aumentan la productividad, la creación de valor y satisfacción.

1.7 Software de Simulación Simio

Simio es un software de simulación basado en objetos inteligentes, el cual permite construir modelos usando la librería estándar por defecto (para una simulación de eventos discretos), o creando objetos nuevos de forma gráfica. Un objeto en Simio tiene propiedades, estados y lógica. La librería estándar la cual tiene 15 definiciones de objetos puede ser modificada y extendida usando lógicas de procesos; un objeto puede ser un cliente, una máquina, o cualquier cosa que se pueda encontrar en un sistema. Las entidades son objetos inteligentes que pueden controlar su propio comportamiento. Simio se puede utilizar para modelar con precisión las relaciones espaciales y para comunicar el comportamiento del modelo a las partes interesadas proyectos de

simulación. Un modelo puede tener asociado un "experimento" que especifica un conjunto de escenarios para ejecutar. También puede ser utilizado en un entorno operativo como herramienta de planificación y programación basado en el riesgo para mejorar el funcionamiento cotidiano de una organización (Law A. M., 2013).

Dentro de Simio, cada objeto tiene su propio comportamiento definido mediante su modelo interno que responde a los eventos en el sistema. Por ejemplo, una línea de producción es construida mediante el emplazamiento de objetos que representan maquinas, transportadores, pasillos y los objetos necesarios para su funcionamiento. También es posible construir librerías propias de objetos para que sean específicas para un área de trabajo o modificar y extender el comportamiento del objeto de la librería usando procesos lógicos (Hiro Fujita, 2014).

En Simio, el concepto básico del marco orientado a objetos es que las clases definen el comportamiento de los objetos. Esas clases, cuando se colocan juntas en un modelo, resultan en la aparición del comportamiento del sistema de las interacciones previamente definidas del objeto. Los tipos de objetos básicos en Simio se muestran en la tabla 1 (Pasupathy *et al.*, 2013, p. 4073):

Tabla 1.
Biblioteca estándar de objetos en Simio

Objetos	Descripción
Source	Genera objetos entidad para un tipo especificado.
Worker	Recurso movable que es aprovechado para tareas y transportar entidades.
Server	Modela procesos definidos con un tiempo de procesamiento.
Workstation	Incluye configuración, procesamiento, desmontaje y recursos secundarios.
Sink	Destruye entidades que han sido procesadas en el modelo.
Node	Intersección entre enlaces.
Entity	Un agente que se mueve a través de enlaces y entra en objetos.
Transporter	Una entidad que lleva otras entidades.
Combiner	Asigna los miembros agrupados a una entidad principal.
Separator	Separa los miembros agrupados a una entidad principal o realiza copias de los objetos entidad.
BasicNode	Modelos de una intersección simple entre múltiples enlaces.
TransferNode	Modela una intersección compleja para cambiar el destino y el modo de viaje.
Path	Un enlace sobre el cual las entidades pueden moverse independientemente a sus propias velocidades.

Definición de objetos (Fuente: Elaboración propia)

Simio utiliza algoritmos para generar un modelo de los procesos del sistema y señalar las zonas de riesgo o cuellos de botella que presenta la operación actual, para así simular el mejor escenario y obtener mejores resultados en el servicio al cliente (Kelton D. S., 2013).

Esta herramienta de simulación se utilizó para apoyar la toma de decisiones sobre el modelo de colas que requiere un punto de venta según la cantidad de sillas disponibles en las salas de cine para minimizar tiempos de espera en la entrega del pedido al cliente en las Confeiterías mediante indicadores en los modelos de simulación de eventos discretos.

1.8 Revisión de la Literatura

A continuación, se presenta una breve revisión de algunos artículos académicos relacionados con el problema bajo estudio enfocado en el sector servicio:

- a) La falta de información a los clientes sobre el tiempo de espera es una fuente de incertidumbre y provoca estrés. Existen dos tipos de información que pueden ser suministradas a los clientes con relación a la espera: la información sobre la duración de la espera y la información sobre la causa de la espera. Se concluyó que al colocar música reduce la percepción del tiempo de espera y aumenta la satisfacción del cliente (Whiting, 2006).
- b) Singer, M., Donoso, P., & Scheller, A., (2008) explican la relevancia que tiene el tiempo que espera un cliente en fila en la calidad del servicio, relacionando la eficacia, la eficiencia y el diseño del sistema. Para aliviar la molestia del cliente se recomienda colocar distractores mientras realizan la fila o utilizar la política *FIFO* (*first in first out*), es decir, atender en orden de llegada.
- c) Portilla, L., Arias, L. & Fernandez, S, (2010) presentan un contraste entre los modelos de la Teoría de Colas y la Simulación en un sistema de atención en una entidad bancaria, el cual está conformado por una línea de espera “fila Preferencial” y un servidor “El Cajero” encargado de atender los clientes respectivos con el fin de determinar si el sistema está siendo subutilizado.

Por otro lado, hay estudios que indican que la simulación de este tipo de eventos discretos se puede realizar de manera más fácil y analítica con la ayuda de un software como Simio que permite analizar la situación actual del evento y las alternativas que permitirán mejorar el sistema, como es el caso de un restaurante de comida rápida. Un modelo de dicho Restaurante podría incluir los pasos de tomar, preparar y servir una comida con el fin de minimizar el tiempo de espera del cliente (Al-Refai, 2016).

De los artículos analizados, se puede indicar que la simulación de eventos discretos puede ser utilizada como una poderosa herramienta de apoyo para la planificación, diseño y mejoramiento de sistemas de producción. Por otro lado, no se identifican artículos que se orienten a la manufactura de alimentos en establecimientos con alta afluencia de consumidores y que su decisión de compra dependa de un factor externo como disfrutar de un deporte, película, o atracción en un parque de diversiones, lo cual se convierte en una oportunidad de investigación.

Capítulo 2

Aspectos Metodológicos del Estudio

Con el fin de determinar los días que representan mayor venta en la confitería del Múltiplex objeto de estudio, en la Figura 6 se ilustran los días de la semana, la cantidad de espectadores promedio que ingresaron en el año 2016 y las ventas generadas por día. Como se puede observar en la gráfica, los días de mayor flujo de espectadores y ventas son: miércoles, sábado y domingo. Razón por la cual se decidió realizar este estudio en días de alta afluencia de espectadores y ventas ya que son escenarios ácidos para la operación del punto de venta.

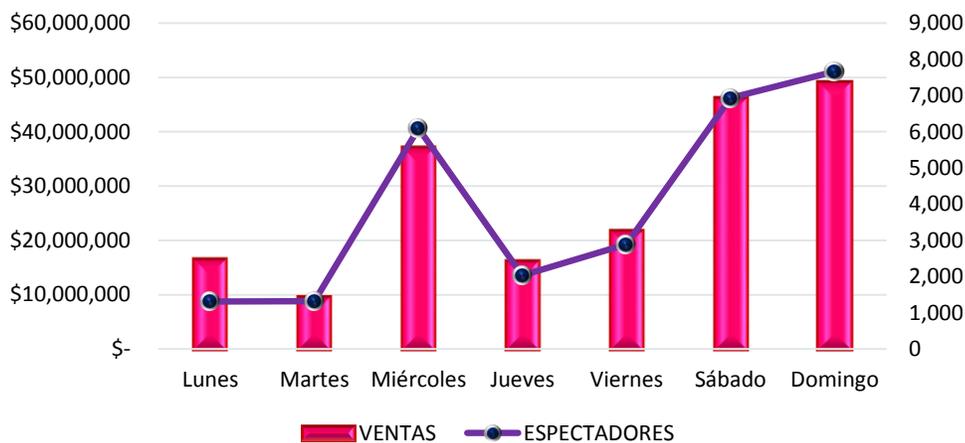


Figura 6. Espectadores y ventas por día en el año 2016

Fuente: Elaboración propia

Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la confitería del punto de venta para analizar los factores que influyen en la entrega oportuna del pedido al cliente, la cual se describe a continuación.

2.1 Situación Actual

Con el fin de contextualizar la situación actual de una de las confiterías de esta empresa de entretenimiento, a continuación se explica lo que ocurre actualmente.

Este estudio se realizó en el Multiplex que representa el segundo puesto con la confitería que más vende en el país, cuenta con 3390 sillas distribuidas en 12 salas de cine. En el año 2016, este complejo entretuvo cerca de 1.556.000 espectadores con un porcentaje de incidencia en el consumo de crispetas y perro caliente de 40% y 30% respectivamente (cifras contables, 2016). Como se puede observar el Figura 7, la confitería está conformada por 11 puntos de pago y 24 colaboradores encargados de la preparación y entrega de pedidos, los cuales están distribuidos en cada punto de pago para registrar la orden del cliente y un impulsador quien entrega su pedido, además de un Coordinador de Comidas y Adjunto de Comidas quienes son los responsables de supervisar las labores de los auxiliares de los negocios de comidas y garantizar la correcta operación del negocio.

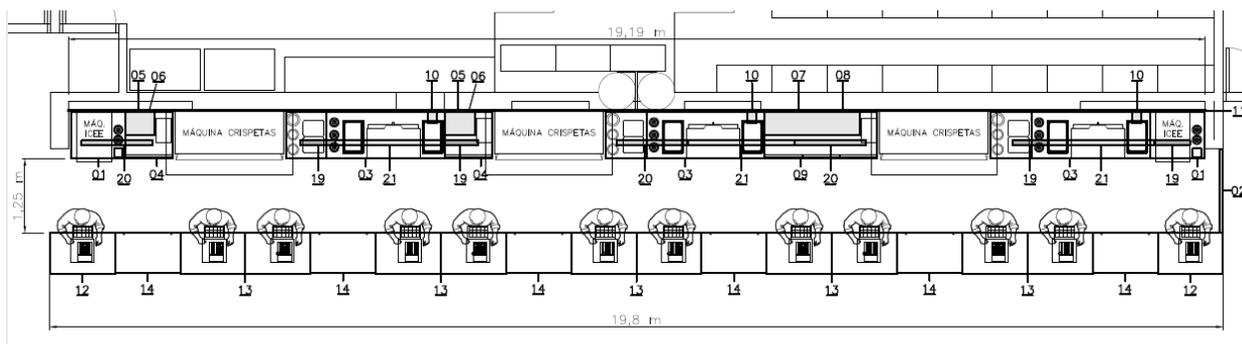


Figura 7. Confitería del Multiplex objeto de estudio

Fuente: Gerencia de Construcciones

Para atender las necesidades de consumo de los espectadores que ingresan a cine a este teatro, en la Figura 8 se ilustra la cantidad de equipos que actualmente cuenta la confitería del punto de venta. Por otro lado, en la tabla 2 muestra la cantidad de espectadores promedio que ingresaron en los días de alta afluencia entre las 3 pm y 9 pm en el año 2016. Cabe resaltar que, durante los días de alta afluencia de espectadores y vespertina, se utiliza la política de cascada donde los auxiliares de otras áreas ayudan a impulsar en la confitería para agilizar la entrega de pedidos y minimizar el tiempo en fila del consumidor.



Figura 8. Cantidad de equipos de la Confitería objeto de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Cantidad promedio de clientes en los días de alta afluencia

DÍAS	ESPECTADORES
Miércoles	4,006
Sábado	4,064
Domingo	4,600

Cifras contables 2016 (Elaboración propia)

Lo anterior refleja que del 100% de los espectadores que fueron a cine el año 2016, el 42% corresponden a los espectadores que fueron en los días miércoles, sábados y domingos de 3 pm a 9 pm con un promedio de 4,223 espectadores diarios.

2.2 Herramientas Estadísticas

A continuación, se explican los conceptos estadísticos necesarios que se utilizaron para la implementación y validación del modelo. Se realizó la recolección de datos históricos en el año 2016 de la confitería, los cuales se analizaron mediante distribuciones de probabilidad para encontrar la mejor distribución con el fin de obtener un modelo de simulación que represente de la mejor manera al sistema real. Dichos resultados, se analizaron mediante diferencia de medias, para así elaborar las pruebas de hipótesis que permitieron validar el modelo con el sistema real. Finalmente se determinó el modelo de líneas de espera óptimo-representada en el menor tiempo que el cliente espera para ser atendido.

2.2.1 Recolección de la información

Debido a que los arribos de los clientes que ingresan al punto por diversidad de razones, tales como: entrar a ver una película sin consumir ningún alimento, los que compran en otro negocio de comidas, los que ingresan al servicio sanitario, entre otras. Se tomó en cuenta los arribos de los clientes que entraron a la confitería y realizaron compra de algún producto, debido a que esta información se registró en el sistema contable E-WAVE de la compañía ya que no se tiene un registro de todas las personas que ingresan al punto de venta (incluyendo las personas que no compran boleta) y desisten en comprar en la confitería.

Los datos de entrada recolectados para realizar el modelo de simulación se obtuvieron a través de la información obtenida del sistema contable E-wave de la empresa. Este programa arroja la siguiente información:

- Fecha, día y hora de la transacción
- Nombre del auxiliar que atendió al cliente
- Producto, precio y cantidad que se vendió
- Total de la transacción
- Tipo de pago (efectivo, tarjeta debido...etc.)
- Número del punto de pago

Con la información anterior, se procedió a encontrar la configuración de la distribución estadística que más se ajustara a los tiempos entre llegada, tasas de abandono y tiempos de servicios del modelo.

2.2.2 Estimación de tiempos

Este modelo puede incluir los pasos de: decidir hacer la fila, tomar, preparar y servir el pedido (comida) con el fin de cumplir las expectativas del cliente minimizando el tiempo que permanece en fila, ya que de esto depende del tipo de pedido que realizará el cliente. Por lo general, los tiempos entre llegadas y de servicio son probabilísticos ya que provienen de la modalidad aleatoria de la llegada de los clientes y de las variaciones presentadas en los distintos tiempos de servicio. En la tabla 3 se muestran los tiempos que fueron analizados con la ayuda de la herramienta Stat::fit de Promodel, en donde se hizo un análisis descriptivo univariado de los datos históricos obtenidos

por el software contable de la compañía E-wave, simplificando el tipo de distribución de probabilidad implementado en el modelo. El detalle de los arribos se observa en el anexo E.

En el caso del tiempo de los arribos de las personas que consumen crispetas, combos y productos unitarios, debido a la alta variabilidad de estas variables, para determinar la distribución de probabilidad fue necesario eliminar los datos atípicos de la muestra que, según lo observado durante la operación, son causados por la existencia de situaciones en las que: el servidor no está disponible porque el auxiliar está haciendo reposición de alimentos o bandejas, los clientes se arrepienten de alguna elección de alimentos y no deciden comprar o cuando están realizando cambio de turno en un servidor, entre otras causas posibles que se pueden presentar en la operación.

Tabla 3.
Pruebas estadísticas para tiempos de llegada de los clientes que consumen en la confitería

TIEMPOS ESTIMADOS	DESCRIPCIÓN	DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD
Arribo de los clientes	Número de arribos en un intervalo de tiempo, t	Poisson (1.26, 0.006)
Arribo de las personas que consumen crispetas	Tiempo entre llegadas sucesivas, t	Exponential (1.4, 29.9)
Arribo de las personas que consumen combos	Cantidad de llegadas n , durante un periodo de tiempo específico T	Poisson (3.852, 0.277)
Arribo de las personas que consumen productos individuales	Número de eventos en un periodo de tiempo dado t	Lognormal (1.08, 2.42, 0.952)

Distribuciones de Probabilidad (Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 3, el proceso de llegada de los clientes es Poisson; los tiempos de llegada son completamente aleatorios con una distribución de probabilidad sobre el periodo analizado.

Patrón de llegada de los clientes

La llegada de los clientes es estocástica, es decir depende de una variable aleatoria, También es posible que los clientes sean “impacientes” lo que significa que al llegar a la cola si esta es demasiado larga se vayan, o tras esperar mucho rato en la fila decidan abandonar. El patrón de llegada varía con el tiempo, es decir la llegada de los clientes varia con las horas del día como se puede observar en la Figura 9, su comportamiento es no-estacionario. Esta información se obtuvo de la cantidad de transacciones realizadas en la confitería desde las 3pm hasta las 9 pm en los días miércoles, sábado y domingo.

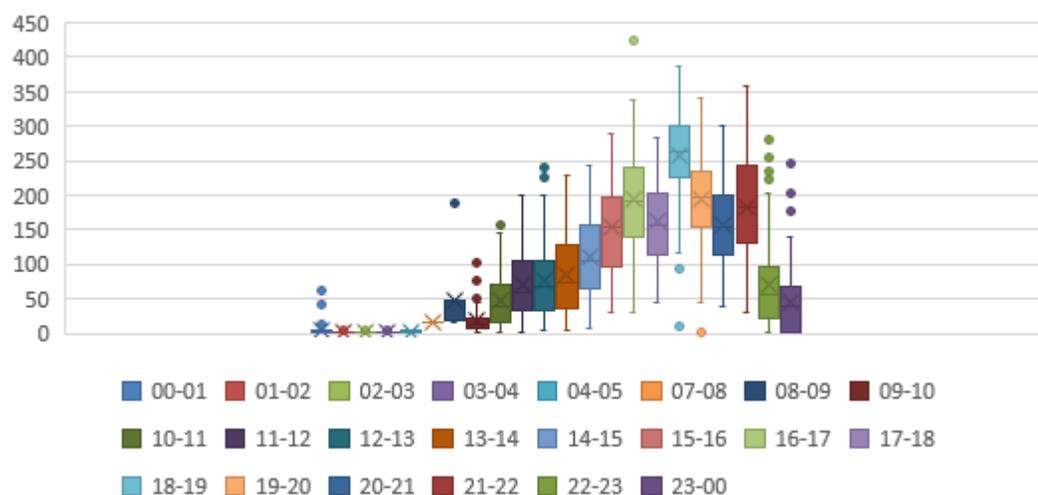


Figura 9. Promedio de transacciones realizadas por hora

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 el trabajo de los servidores es en paralelo y se puede evidenciar el modelo de colas que presenta actualmente la confitería, cuyo modelo es $M / M / S / k$, donde la cantidad de servidores $S > 1$ y el número de clientes en el sistema es $\leq k$, esto hace referencia a la capacidad máxima de recibo del sistema ya que, si este se encuentra lleno al llegar un cliente, se pierde.

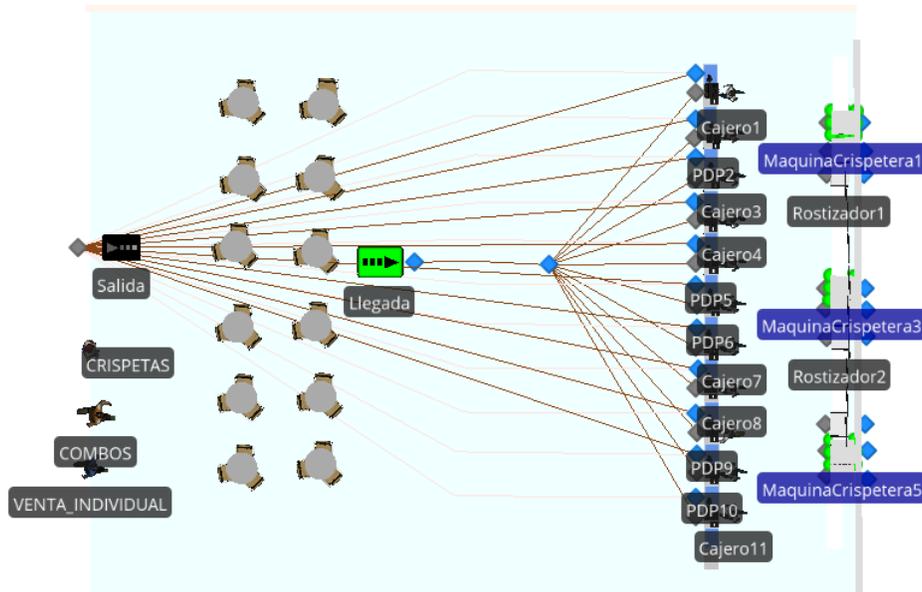


Figura 10. Modelo de cola actual en la confitería

Fuente: Elaboración propia – Simio 9

Uno de los problemas que se pueden presentar en las líneas de espera es que los clientes en el momento de realizar la fila pueden ser **pacientes** o **impacientes**. Un cliente paciente es aquel que entra al sistema y espera hasta ser atendido; un cliente impaciente es aquel que puede tomar dos caminos: se arrepiente al ingresar al sistema o desierta y sale del sistema sin ser atendido. En la situación actual de la confitería, se utilizó como supuesto que todos los clientes fueron pacientes.

Patrones de servicio de los servidores

El sistema de servicio se describe en términos del número de filas y la disposición de los servidores. En el sistema bajo estudio, las líneas de espera se diseñan en forma de **filas múltiples** ya que se disponen de servidores múltiples y cada uno de ellos maneja transacciones de tipo general.

Los servidores (puntos de pago) pueden tener un tiempo de servicio variable, el cual se debe definir con una función de probabilidad. El tiempo de servicio también puede variar con el número de clientes en la cola, según el nivel de trabajo de los auxiliares, ya sea siendo ágil (rápido) en atender un cliente o despacio en caso de ser nuevo; en este caso se llama patrones de servicio dependientes. Al igual que el patrón de llegadas el patrón de servicio puede ser no estacionario, variando con el tiempo transcurrido.

2.2.3 Variables aleatorias

Según Law y Kelton (2000), los eventos se pueden definir de muchas maneras y pueden ser muy complejos. Una forma de cuantificar y simplificar los eventos es definir las variables aleatorias relativas a ellos. Matemáticamente la variable aleatoria está definida por una función dentro del espacio muestral de los números reales y pueden ser de dos clases: discretas y continuas.

Según los fundamentos de teoría de colas, a pesar de las variaciones lógicas de la variable en este estudio, el tiempo entre llegadas de los clientes al sistema es definido por una variable aleatoria continua con distribución exponencial y por consiguiente las llegadas de los clientes al sistema por unidad de tiempo son representadas por una variable aleatoria discreta con valores no negativos que sigue una distribución de probabilidad de Poisson.

En este orden de ideas, según los conceptos de Teoría de cola para el caso de estudio se asume que los clientes llegan uno a la vez y en intervalos de tiempo, sucesivos e idénticos (Kulkarni, 1999, pág. 252).

2.2.4 Pruebas de hipótesis

Según (Córdova, 2003), se denomina hipótesis estadística a cualquier afirmación o conjetura que se hace acerca de la distribución de una o más poblaciones. Se denomina Hipótesis nula, representada por H_0 , a la hipótesis que es aceptada provisionalmente como verdadera y cuya validez será sometida a comprobación. Se denomina hipótesis alternativa, representada por H_1 , a la suposición contraria a la hipótesis nula, y es aceptada en caso de que la hipótesis nula H_0 sea rechazada.

Error tipo I: Es el error que se comete al rechazar la hipótesis nula H_0 cuando es verdadera.

Error tipo II: Es el error que se comete al aceptar la hipótesis nula H_0 cuando es falsa.

Al momento de aceptar o rechazar la hipótesis nula se tiene 4 posibles situaciones que determinan si la decisión que se toma es correcta o incorrecta, las cuales se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4.
Tipos de error

<i>Decisión</i>	<i>H₀ Verdadera</i>	<i>H₀ Falsa</i>
<i>Rechazar H₀</i>	<i>Error tipo I</i> <i>Probabilidad = α</i>	<i>Decisión correcta</i> <i>Probabilidad = $1-\beta$</i>
<i>Aceptar H₀</i>	<i>Decisión correcta</i> <i>Probabilidad = $1- \alpha$</i>	<i>Error tipo II</i> <i>Probabilidad = β</i>

Decisión de cada error (Córdova, 2003)

A partir de la información de la muestra, se utilizó el contraste de hipótesis nula H_0 para conocer si el espectador consumió alguno de los productos de estudio, si no los consumió se rechaza la hipótesis nula. Cuando la hipótesis nula es falsa y no se rechaza, es la probabilidad de cometer un error tipo II llamado Beta β . Es decir, se concluye que todos los espectadores consumen perro caliente y crispetas cuando en realidad no todos los espectadores consumen.

2.3 Modelo Computacional de Simulación Discreta

Para el análisis por simulación de la Atención de Usuarios en la Confitería del Multiplex objeto de estudio, se utilizó el software de simulación por eventos discretos SIMIO 9 en 2D y 3D, que permite modelar conceptualmente los procesos y recursos del sistema en estudio. SIMIO SIMULATION se basa en la utilización de librerías que contienen objetos como: server o workstation (procesos o actividades), vehicles (equipos de manejo de materiales), resources (recursos), path (caminos), entities (clientes o personas), entre otros. Adicionalmente, el software permite programar el tiempo entre llegadas, tiempos de procesos, entre otras variables considerando condiciones de incertidumbre (Montoya, Vahos, & Espinal, 2016).

La simulación por eventos discretos permite representar las diferentes operaciones (abastecimiento de insumos, preparación de pedidos, entrega de pedidos, entre otras) y los recursos (auxiliares, equipos, insumos) en 2D y 3D considerando condiciones de incertidumbre. Debido a la naturaleza dinámica de la simulación de eventos discretos, es necesario contar con una variable general que lleve control del tiempo en cada corrida. A esta variable se le conoce como *reloj de la simulación* y es necesaria ya que es un determinante en la ocurrencia de un cambio de estado en el sistema.

El reloj de la simulación es el contador de tiempo de la simulación, y su función consiste en responder preguntas tales como cuánto tiempo se ha utilizado el modelo en la simulación, y cuánto tiempo en total se quiere que dure esta última. En general, el reloj de simulación se relaciona con la tabla de eventos futuros, pues al cumplirse el tiempo programado para la realización de un evento futuro, éste se convierte en un evento actual (García, 2006).

En el proceso de la realización del modelo de simulación, se contó con una base de datos de entrada que se obtuvo por el sistema real objeto de estudio para poder realizar la simulación. Estos datos se analizaron de tal forma que fue posible encontrar la mejor distribución de probabilidad con el fin de obtener un modelo de simulación que representara la mejor manera al sistema real y así poder determinar los escenarios propuestos. Para la realización de este estudio, se simularon los días de alta afluencia entre las 3 pm y 9 pm, como se puede observar en la Figura 11, las horas donde más se presentaron transacciones durante los días miércoles, sábado y domingo fueron desde las 3 pm hasta 9 pm, las cuales representaron el 73% del total de transacciones realizadas en el día.



Figura 11. Cantidad de transacciones por hora en los días de alta afluencia

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para simular la llegada de las entidades (clientes), se analizaron los productos que se vendieron los días miércoles, sábado y domingo y se dividieron en tres grupos como se muestra en la tabla 5, tales como:

Tabla 5.
Tipo de productos vendidos

COMBO C Y P	COMBO CRISPETA	VENTA INDIVIDUAL
AGROCAMPOPERRO	AGROCAMPO2017	AGUAS
B. EXITO PERRO	BONO AGRO SAND	BEBIDA ICEE
C.RF8 COMBINAD	BONOPUNTOSEXIT	BESITOS
C.SING COM	C.RF8 SANDWICH	CHOCM MICKEY
COM 90AÑOS PER	CINE COMBITO	CHOCOJOHNNYS
COM NACHOPERRO	COM 90AÑOS COM	CHOCOLAT JET 3
COM PERSON PER	COM	CHOSNICKERS52.
COMBO 3	NACHOSANDW	
COMBO 4	COMBI ERA HIEL	COCOSLETTE
COMBORF8 PERRO	COMBITO PITUFO	GALLETAS ALCAG
COMPENSAR 3	COMBITOPOWRANG	GASEOSAGRANDE
COMPENSAR COMB	COMBO 1	GASEOSAMEDIANA
PERROCALIENTE	COMBO 2	GASEOSAPEQUENA
PLATC.MIERCOPE	COMBO EXITO	JUGOS DEL VALLE
PLATICOMBO3PER	COMBO GRUPON	KIT KAT
PLATICOMBO4PER	COMPENSAR 1	M&M
PLATINO COMBO2	CRISPETA 85 OZ	MANI ALCAGÜETE
PREMIO 400 PER	CRISPGRAN170	MANI PASAS
PROMO 2 PERROS	CRISPMED130	MILO NUGGETS
	PAREJA ÉXITO	MR TEA
	PREMIO 150	NACHOSQUESO
	PREMIO 400 SAN	PONYMALTA
		SANDWICH
		SNOW MINT

Productos ofrecidos en la Confitería (Elaboración propia)

1. **COMBO C Y P:** está compuesto por la venta del perro caliente y todos los combos que lo contienen, incluidas las crispetas.
2. **COMBO CRISPETA:** está compuesto por la venta de crispetas y todos los combos que la contienen sin incluir el perro caliente.
3. **VENTA INDIVIDUAL:** está compuesto por la venta de los productos de manera individual sin incluir el perro caliente y las crispetas.

En la Figura 12 se evidencia el porcentaje de participación de cada grupo sobre la cantidad de productos vendidos en la confitería durante el año 2016 en los días antes mencionados. Por esta razón, estas son las entidades que se van a simular, ya que categoriza a los clientes según el producto que compraron en la confitería.

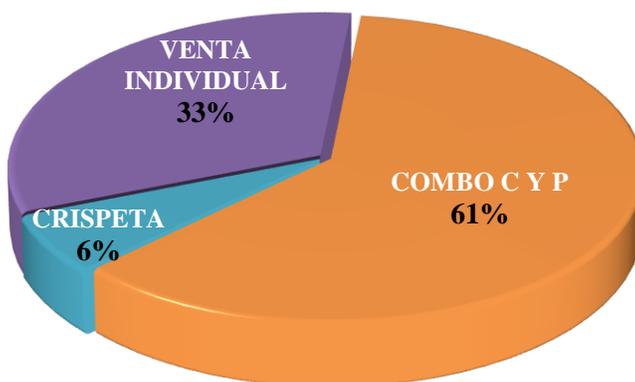


Figura 12. Porcentaje de participación de las entidades sobre la cantidad de productos vendidos

Fuente: Elaboración propia

2.3.1 Definición de réplicas y duración

La precisión con que se estima una distribución de probabilidad depende del número de replicaciones a implementar en el simulador, cada ejecución de simulación la controla una corriente de números aleatorios 0-1 distinta, la cual produce observaciones estadísticamente independientes.

Con el fin de calcular el número de réplicas se utilizó la formula clásica de Banks (Banks *et al.*, 2010), así:

Estimación de intervalo de confianza para el indicador θ :

$$\hat{\theta} - Z_{\alpha/2} * \frac{S_0}{\sqrt{R_0}} \leq \theta \leq \hat{\theta} + Z_{\alpha/2} * \frac{S_0}{\sqrt{R_0}}$$

En el informe de resultados de Simio se reporta el valor de la mitad de la amplitud del intervalo de confianza (hw), con un $(1-\alpha) = 0.95$. Por lo tanto, $Z_{\alpha/2} = 1.96$. Se tiene entonces una estimación de la desviación estándar S_0 , así:

$$S_0 = hw * \frac{\sqrt{R_0}}{Z_{\alpha/2}}$$

Con esta estimación de la desviación estándar, se puede calcular el número de réplicas requerido para obtener una precisión de ϵ , así:

$$R \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} * S_0}{\epsilon} \right)^2$$

En la tabla 6 se puede observar el cálculo de R para el indicador clave de número de clientes que compran en la confitería, discriminado por tipo de entidad (crispetas, combo y venta individual).

Tabla 6

Cálculo de réplicas por tipo de entidad

ENTIDAD	$Z_{\alpha/2}$	R_0	hw	S_0	\square	R
COMBOS	1.96	157	8.13	51.97	0.1	1,037,721
CRISPETAS	1.96	157	1.16	7.42	0.1	21,126
VENTA INDIVIDUAL	1.96	157	4.80	30.69	0.1	361,728

Cálculo de R (Elaboración propia)

Según los cálculos evidenciados, se utilizó una precisión del 10% ya que, al tomar una precisión más baja, el número de réplicas iba aumentando. Sin embargo, la cantidad de réplicas a realizar son demasiadas como se observa en la fila R de la tabla 6, lo cual puede afectar la realización de este trabajo ya que el tiempo de cálculo en el simulador es elevado.

Por lo anterior, el número de réplicas se determinó con el ánimo de simular un año de trabajo en la confitería como se muestra en la tabla 7; ya que este trabajo hace referencia a la operación en los días de alta afluencia (miércoles, sábados y domingos) y tomando en cuenta que la empresa opera todos los días de la semana, el año 2016, tuvo 52 miércoles, 53 sábados y 52 domingos, para un total de 157 días. Por otro lado, como se explicó anteriormente, las horas pico de la operación son desde las 3 pm hasta las 9 pm, se simularon 6 horas en un día de la operación.

Tabla 7.
Parámetros de la corrida del modelo

Parámetros de la corrida	
Número de réplicas	157
Longitud de la réplica	6
Unidades de tiempo	Horas

Parámetros utilizados en el simulador SIMIO 9 (Elaboración propia).

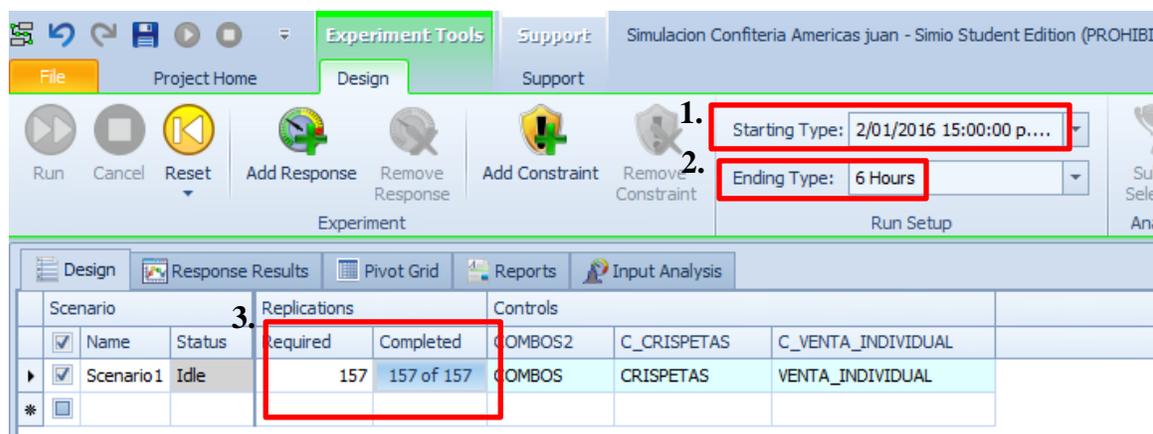


Figura 13. Configuración de réplicas en Simio 9.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se puede evidenciar el número de réplicas a utilizar en el simulador SIMIO 9 con el fin de simular un año de trabajo en la confitería objeto de estudio en los días de alta afluencia, donde:

1. Primer miércoles de 2016. Hora de inicio de alta afluencia.
2. Horas de atención objeto de estudio.
3. Número de días objeto de estudio.

Capítulo 3

Simulación Caso de Estudio y Validación del Modelo

Este capítulo hace referencia a la validación del modelo computacional realizado en el simulador SIMIO 9, utilizando datos empíricos de la operación en el año 2016 de la confitería objeto de estudio, los cuales se analizaron con la ayuda del programa SPSS con el fin de obtener un modelo de experimentación creíble, para así proponer diferentes escenarios de mejora y tomar decisiones operacionales.

La animación del proceso hace referencia a la llegada de los clientes y al modelo de las colas en la confitería, lo cual permite analizar el porcentaje de utilización de los puntos de pago y la cantidad de productos vendidos. El modelo se puede observar en la figura 14.

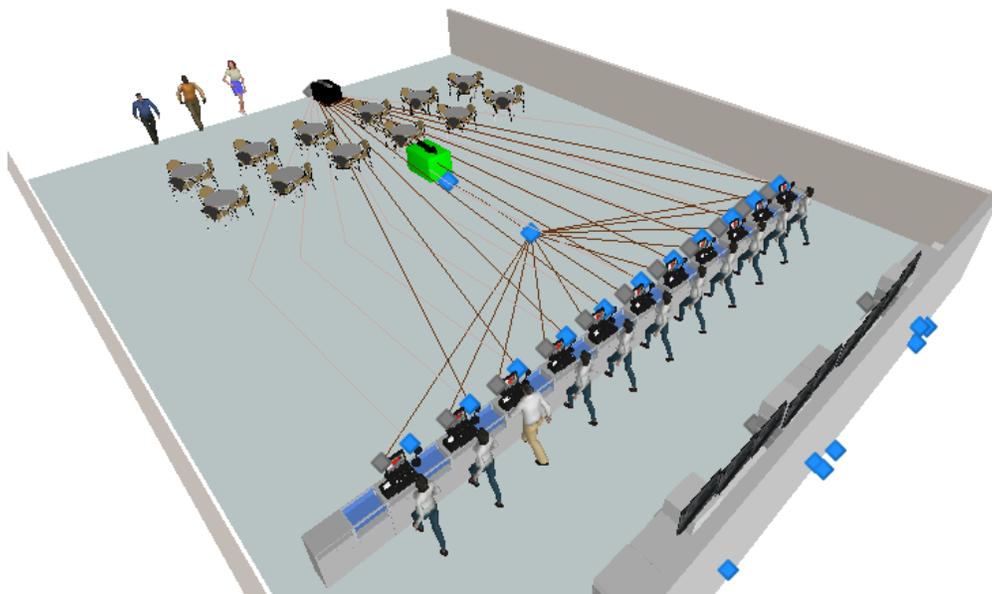


Figura 14. Simulación de la situación actual de la confitería en Simio 9.

Fuente: Elaboración propia – Simio 9.

3.1 Inputs del Modelo

En el modelo de simulación de eventos discretos, las llegadas de los clientes son programadas con base a la decisión de compra como se puede observar en la Figura 11 y se ingresan al simulador mediante calendario y turnos de atención al cliente. Puesto que las horas donde se ve reflejada la mayor cantidad de transacciones son de 3pm a 9 pm, a pesar de tener toda la planta del personal disponible esto condujo a una incertidumbre sobre las causas que generan la formación de colas largas.

Las variables de entrada consideradas fueron las siguientes:

- Cantidad de clientes atendidos
- Tiempo de atención en caja

3.2 Outputs del Modelo

Las variables de salida se obtuvieron por medio de plantillas Excel®, las cuales se consideraron:

- Tiempo promedio de atención al cliente
- Utilización de los equipos
- Cantidad de clientes que abandonan el sistema

3.3 Validación

A continuación, se presenta la descripción de la validación y resultados del modelo los cuales demuestran que su comportamiento efectivamente es muy similar al comportamiento real de la

confitería mediante un análisis de varianza. Por lo anterior, se realizó una revisión de los resultados arrojados en el modelo computacional desarrollado en el software SIMIO SIMULATION® después de realizar 157 réplicas.

Se realizó la validación por medio del programa estadístico SPSS con el fin de determinar si la simulación es una representación acertada del sistema bajo estudio utilizando pruebas estadísticas de igualdad de medias, realizando una comparación entre los valores obtenidos en el modelo computacional versus la información obtenida por la empresa en el año 2016. Esta comparación se realizó mediante la prueba T de comparación de medias como se puede observar en el anexo F.

Los resultados obtenidos (nivel de confianza mayor al 95%) fueron concluyentes para determinar que el sistema que fue modelado, sí representa la realidad que se está viviendo actualmente en el proceso de atención al usuario en la confitería objeto de estudio. Como se muestra en el anexo F, se aplicó una prueba Anova para corroborar la hipótesis y contrastar la igualdad de medias entre la cantidad de combos, crispetas y productos individuales vendidos en la confitería objeto de estudio y el modelo de simulación, las hipótesis del contraste son:

1. $H_0: \mu_1 = \mu_2$ Las medias poblacionales son iguales
2. $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$ Las medias poblacionales son diferentes

Capítulo 4

Descripción de Alternativas

Una vez se validó el modelo de simulación del sistema real, se realizaron propuestas para mejorar la operación del sistema actual, modificando el modelo de las filas para optimizar el servicio. Dichos resultados se compararon para tomar la decisión más adecuada y escoger el escenario que favorece de manera positiva el sistema real, aumentando las transacciones del negocio. Se realizaron 157 réplicas en cada escenario para analizar los resultados.

4.1 Primera Propuesta de Mejora

El sistema actual opera con fila única para cada punto de pago, se decidió realizar una propuesta dejando solo una fila única para todos los puntos de pago, con el fin de generar orden en el momento en que el cliente realice la fila y ésta se mueva más rápido. En la figura 15 se puede observar el modelo realizado para atender los usuarios en la confitería objeto de estudio donde se tiene una única llegada (entrada a la fila) y múltiples servidores donde el cliente que llega a la cabeza de la fila, pasa a una caja disponible para ser atendido; la disciplina de la cola sigue el mismo comportamiento FIFO.

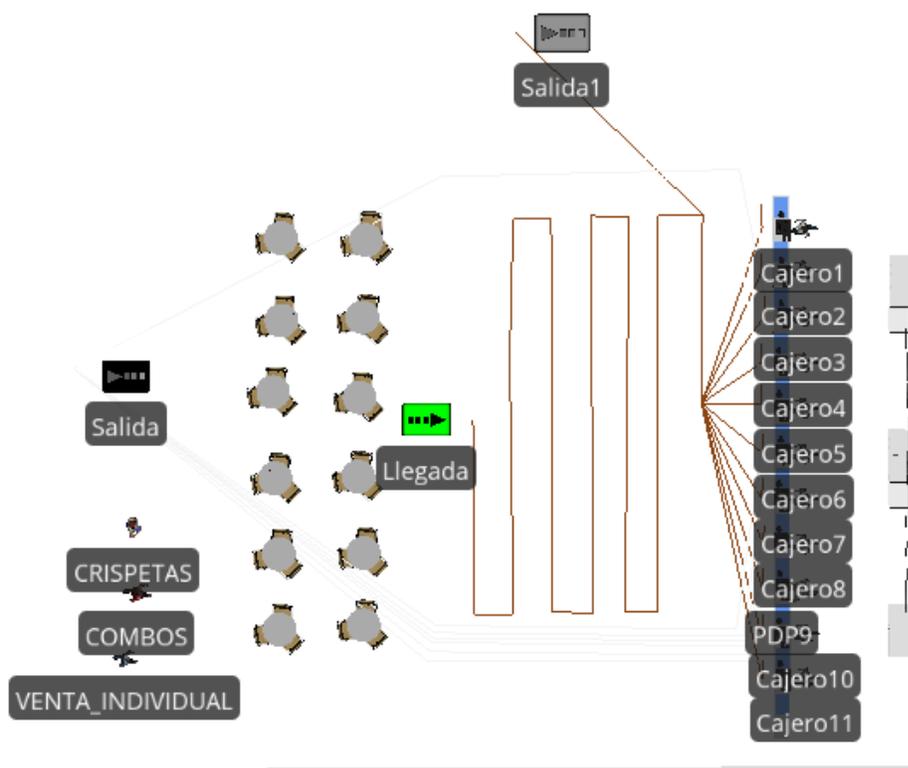


Figura 15. Propuesta 1 para el modelo de filas en la confitería

Fuente: Elaboración propia – Simio 9

Por otro lado, se decidió analizar la cantidad de clientes que abandonan el sistema, para esto se determinó que esta decisión estaba influenciada al ver más de 60 personas en fila, pues la atención al cliente dura aproximadamente 2 minutos, valor promedio *Time in Station* arrojado por el simulador siendo un tiempo de espera de más de 10 minutos en fila. Por otro lado, el área del lobby es de aproximadamente 8 metros de largo y si no caben las personas para realizar la fila, los clientes se desplazan a los otros negocios de comidas para realizar su compra. La salida se realiza por el sink (salida1) como se observa en la figura 15.

4.2 Segunda Propuesta de Mejora

Para la segunda propuesta, se decidió realizar un escenario dejando dos filas dividiendo la atención de los 11 puntos de pago en dos grupos, con el fin de generar orden en el momento en que el cliente realice la fila y ésta se mueva más rápido. En la figura 16 se puede observar el modelo realizado para atender los usuarios en la confitería objeto de estudio donde se tiene dos entradas y el cliente puede decidir que fila es más corta para realizar la cola. El cliente que llega a la cabeza de la fila pasa a una caja disponible para ser atendido; la disciplina de la cola sigue el mismo comportamiento FIFO.

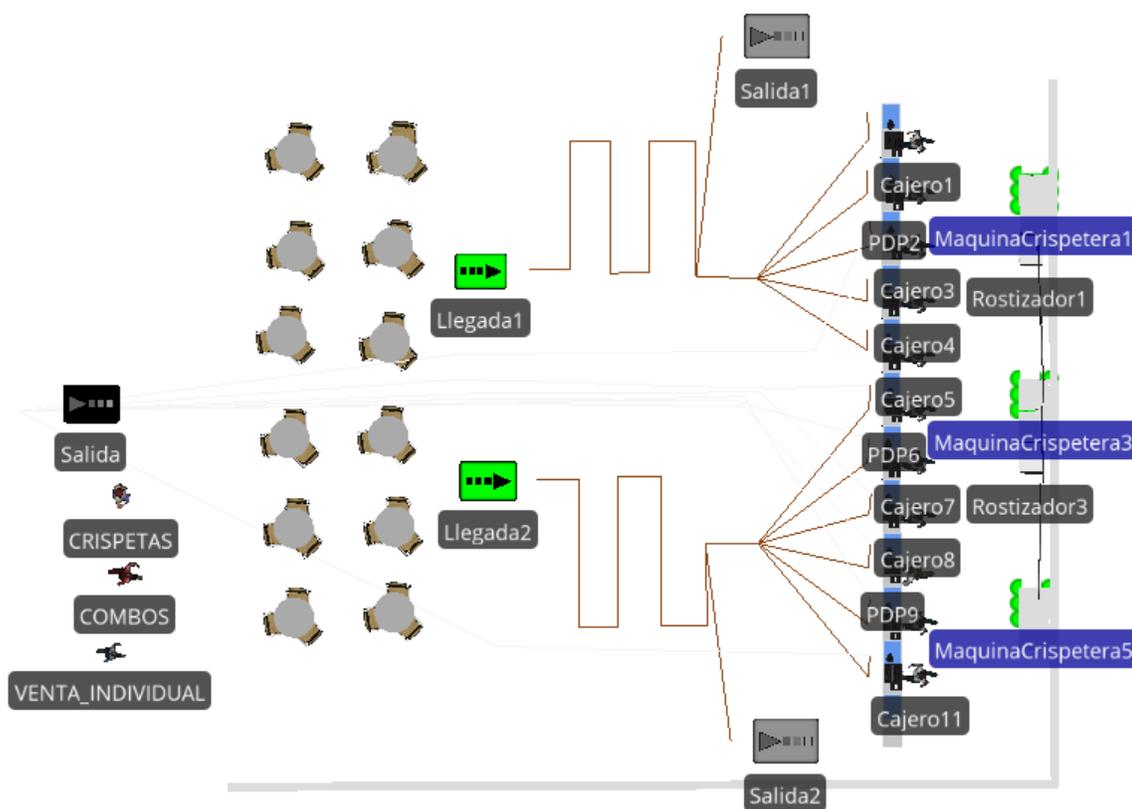


Figura 16. Propuesta 2 para el modelo de filas en la confitería

Fuente: Elaboración propia – Simio 9

Por otro lado, se decidió analizar la cantidad de clientes que abandonan el sistema, para esto se determinó que esta decisión estaba influenciada al ver más de 30 personas en cada fila. La salida de estas personas de cada fila lo realizan por el sink (salida1 y 2) como se observa en la figura 16.

4.3 Tercera Propuesta de Mejora

En la tercera propuesta, se decidió realizar un escenario similar al implementado en los hipermercados, dejando una fila solo a las personas que deseen comprar productos de manera individual, ya sea una bebida, un paquete o un perro, dejando dos cajas disponibles de pago para estos clientes. La segunda fila, la cual es atendida por los 9 puntos de pago restantes, recibe a los clientes que deseen comprar combos o crispetas. En la figura 17 se puede observar el modelo realizado para atender los usuarios en la confitería objeto de estudio donde se tiene dos entradas y el cliente puede realizar la fila según el pedido a realizar. El cliente que llega a la cabeza de la fila pasa a una caja disponible para ser atendido; la disciplina de la cola sigue el mismo comportamiento FIFO. Cabe resaltar que, si las cajas de la fila de venta individual están desocupadas, estas pueden atender los clientes que se encuentran realizando la otra fila.

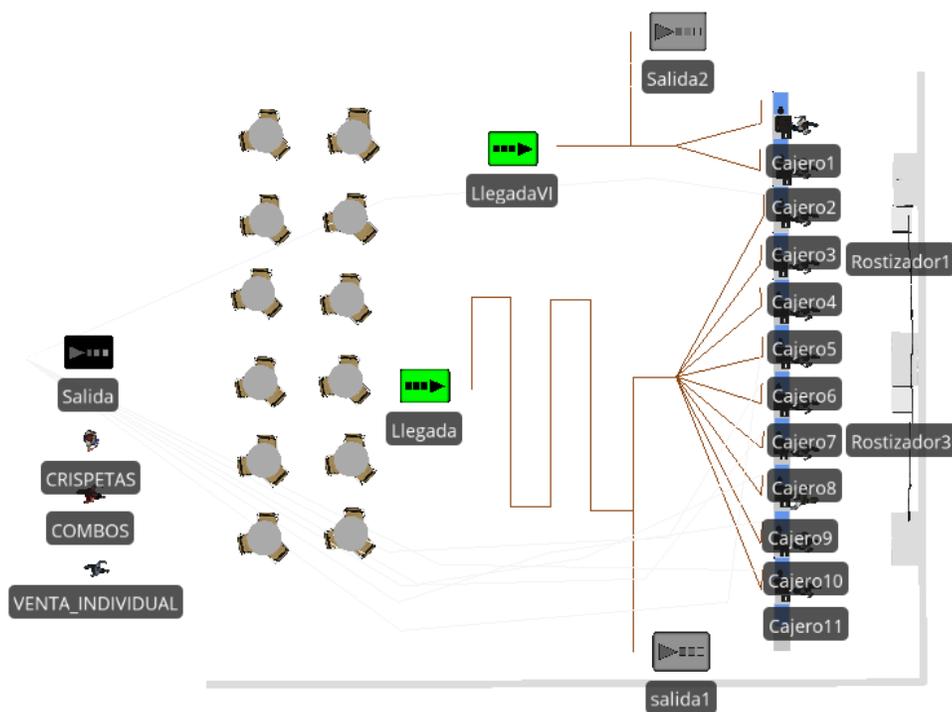


Figura 17. Propuesta 3 para el modelo de filas en la confitería

Fuente: Elaboración propia – Simio 9

Por otro lado, se decidió analizar la cantidad de clientes que abandonan el sistema, para esto se determinó que esta decisión estaba influenciada al ver más de 15 personas en la fila de venta individual y 50 en la fila general. La salida de estas personas de cada fila lo realizan por el sink (salida1 y 2) como se observa en la figura 17.

4.4 Análisis de Resultados

El simulador se utilizó para: (i) representar el funcionamiento actual del sistema, (ii) llevar a cabo un análisis de las variables críticas del sistema, evaluando sus límites de operación bajo las condiciones actuales de funcionamiento, y (iii) plantear el mejor escenario que permita atender la mayor cantidad de clientes en el menor tiempo posible de espera.

En este capítulo se procederá a analizar los resultados obtenidos en la simulación del caso objeto de estudio y sus propuestas, así como los costos generados de cada una. Una vez realizadas las corridas del modelo objeto de estudio y las tres propuestas mencionadas anteriormente durante las 6 horas de trabajo en los 157 días del año, en la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos de los indicadores más relevantes en cada propuesta (P1, P2 y P3) para este estudio con el fin de poder compararlos con respecto al sistema real.

Tabla 8.
Resultados de los modelos propuestos

	REAL	P1	P2	P3
Clientes que compraron	2,117	3,106	3,375	3,057
Clientes que compraron crispetas	119	154	169	270
Clientes que compraron combos	1,311	2,060	2,139	2,212
Clientes que compraron productos individuales	687	892	1,067	575
Tiempo de espera promedio en fila (horas)	0.430	0.124	0.09	0.05
Cantidad de clientes promedio en fila	50	60	24	35
Tiempo promedio de atención de cada cliente (min)	1.88	1.87	1.85	1.29
Cantidad de clientes que abandonan el sistema		920	835	55
Utilización de los PDP (porcentaje)				
PDP1	99.16	97.30	98.0	97.0
PDP2	98.98	97.80	98.4	96.6
PDP3	99.16	98.20	98.6	89.9
PDP4	99.24	98.70	98.7	90.9
PDP5	99.24	98.80	98.5	91.8
PDP6	99.22	98.60	98.0	92.2
PDP7	99.24	98.20	98.4	92.2
PDP8	99.09	97.70	98.6	91.6
PDP9	99.15	97.30	98.6	90.8
PDP10	99.29	96.70	98.4	89.9
PDP11	99.14	96.20	98.1	89.1
PROMEDIO	99.17	97.77	98.39	92.0

Indicadores más importantes de la simulación (elaboración propia).

Como se puede observar en la tabla 8, la propuesta donde más se registraron compras por parte de los espectadores fue en la 2, atendiendo a 1,258 personas más que el escenario actual. Por otro lado, la cantidad de personas que abandonan el sistema es de 835, siendo una de las tasas de abandono más altas de las tres propuestas. Por esta razón se decide que la mejor propuesta para aumentar las transacciones del negocio es la propuesta 3, ya que atiende un total de 3,057 clientes (940 usuarios más que el escenario actual), además es la propuesta que presentó la mayor cantidad de combos y crispetas vendidas, registrando 2,212 y 270 respectivamente, presentando un aumento en la cantidad de productos vendidos con base al sistema real, entregando 901 combos y 151 crispetas más.

En la tabla 8 también se puede apreciar la cantidad de productos vendidos en cada propuesta y en el sistema real, representada por la línea naranja. La propuesta 3, representada con la línea roja, es la que presenta mayor venta de combos, lo cual genera mayor rotación de productos, por otro lado, también presenta la mayor cantidad de crispetas vendidas lo cual es el producto estrella del negocio y genera un porcentaje de rentabilidad mayor a los demás productos ofrecidos en la confitería.

En cuanto al porcentaje de utilización de los puntos de pago (POS), se puede observar que, en el sistema real, la utilización promedio de los POS es de 99.2%, mientras que en la propuesta 3 es de 92%, lo cual se debe a que el servicio de atención es más rápido (1.29 min) ya que la población es finita y se tiene más tiempo libre entre cada función, evacuando con tiempo a los compradores para disfrutar a tiempo de la película.

Análisis Descriptivo

Se realizó un análisis descriptivo de la variable “Tiempo de espera promedio en fila” de cada propuesta con el fin de determinar las medidas de tendencia central, medidas de dispersión de los datos y si es un indicador que difiere significativamente según el modelo de líneas de espera el cual se muestra en la tabla 9. Los datos de esta variable se sustrajeron de los 157 días simulados.

Tabla 9.

Análisis descriptivo de la variable tiempo de espera promedio en fila

DATOS		Estadístico	Error estándar	
PROPUESTA 1	Media	,10655	,000299	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,10596	
		Límite superior	,10714	
	Media recortada al 5%	,10663		
	Mediana	,10677		
	Varianza	,000		
	Desviación estándar	,003745		
	Mínimo	,093		
	Máximo	,116		
	Rango	,023		
	Rango intercuartil	,005		
	Asimetría	-,360	,194	
	Curtosis	,421	,385	
	PROPUESTA 2	Media	,10005	,002616
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	,09488	

		Límite superior	,10522	
	Media recortada al 5%		,09859	
	Mediana		,09276	
	Varianza		,001	
	Desviación estándar		,032781	
	Mínimo		,020	
	Máximo		,235	
	Rango		,215	
	Rango intercuartil		,029	
	Asimetría		1,130	,194
	Curtosis		4,380	,385
	Media		,05597	,000954
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,05409	
		Límite superior	,05786	
	Media recortada al 5%		,05624	
	Mediana		,05629	
	Varianza		,000	
PRPUESTA 3	Desviación estándar		,011951	
	Mínimo		,020	
	Máximo		,080	
	Rango		,059	
	Rango intercuartil		,017	
	Asimetría		-,273	,194
	Curtosis		-,357	,385

Análisis descriptivo de datos a través de SPSS (elaboración propia).

En la tabla 9 se puede observar que el tiempo medio de espera más bajo es de la propuesta 3, ya que el cliente espera en fila aproximadamente 0.055 horas (4 min) desviados en promedio de ese dato 0.01 horas, mientras que en las propuestas 1 y 2 espera 0.10 horas (6 min), cuya desviación estándar fue de 0.003 y 0.03 respectivamente. Por otro lado, la propuesta 3 presentó menor variación en el rango de datos, los cuales variaron de 0.020 a 0.080 horas y la asimetría es negativa, lo que significa que los valores tienden a agruparse hacia la derecha de la curva (por encima de la media).

En la figura 18 se muestra el diagrama de caja y bigotes, el cual representa el tiempo de espera promedio de cada propuesta arrojados en los 157 días de simulación.

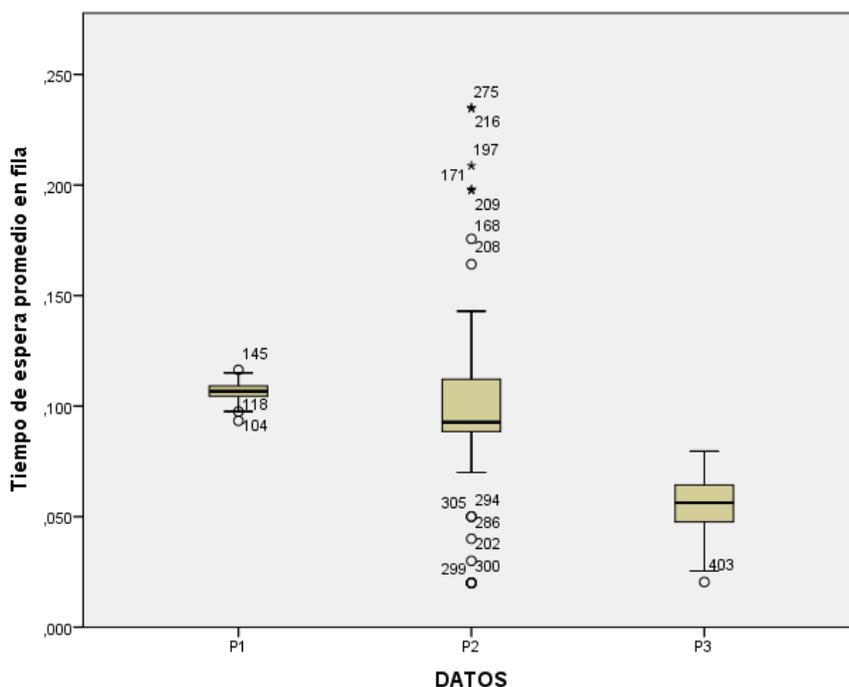


Figura 18. Tiempo de espera promedio de los clientes en fila

Fuente: Elaboración propia – Spss

En este diagrama se puede observar que las dispersiones de los datos entre las propuestas difieren. En la propuesta 2 (P2) se observa el cuartil 2 esta hacia abajo, lo que representa una curva asimetría a la derecha o positiva, además como la caja es más grande que las demás significa que el conjunto de datos es más variable. La propuesta 3 (P3), el cuartil 2 está en la mitad de la caja lo que significa que es simétrica y tiene un tiempo de espera más corto, además tiene menos datos atípicos. La mediana en la propuesta 1 (P1) es más alta que las demás propuestas y como su caja es pequeña significa que los datos tienen poca variabilidad, son más homogéneos. Los datos que se muestran con círculos significan que la P2 tiene más datos atípicos y los datos con asteriscos reflejan los tiempos muy inusuales, lo cual significa que los clientes esperan más tiempo en fila para ser atendidos.

Por otro lado, se realizó un análisis ANOVA de esta variable, cuya hipótesis es:

Ho: Las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa (tiempo de espera promedio en fila) en cada grupo independiente (propuesta) son iguales.

Ha: alguna de las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa en cada grupo uno de los grupos independientes es diferente.

Tabla 10.
Tiempo de espera promedio en fila

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,238	2	,119	289,635	,000
Dentro de grupos	,192	468	,000		
Total	,430	470			

Análisis ANOVA a través de SPSS (elaboración propia).

En la tabla 10 se puede observar que la significancia es menor al 0.05, lo cual significa que alguna de las medias de las propuestas es diferente. Para llevar a cabo este contraste, se recurre al estadístico F de Snedecor, que tiene un valor de 289.635 y tiene un p-valor (sig)= 0.000 lo cual es menor a 0.05. Se rechaza la hipótesis nula ya que las variables TIEMPO DE ESPERA PROMEDIO EN FILA y grupos de DATOS (tipo de propuesta) muestran asociación.

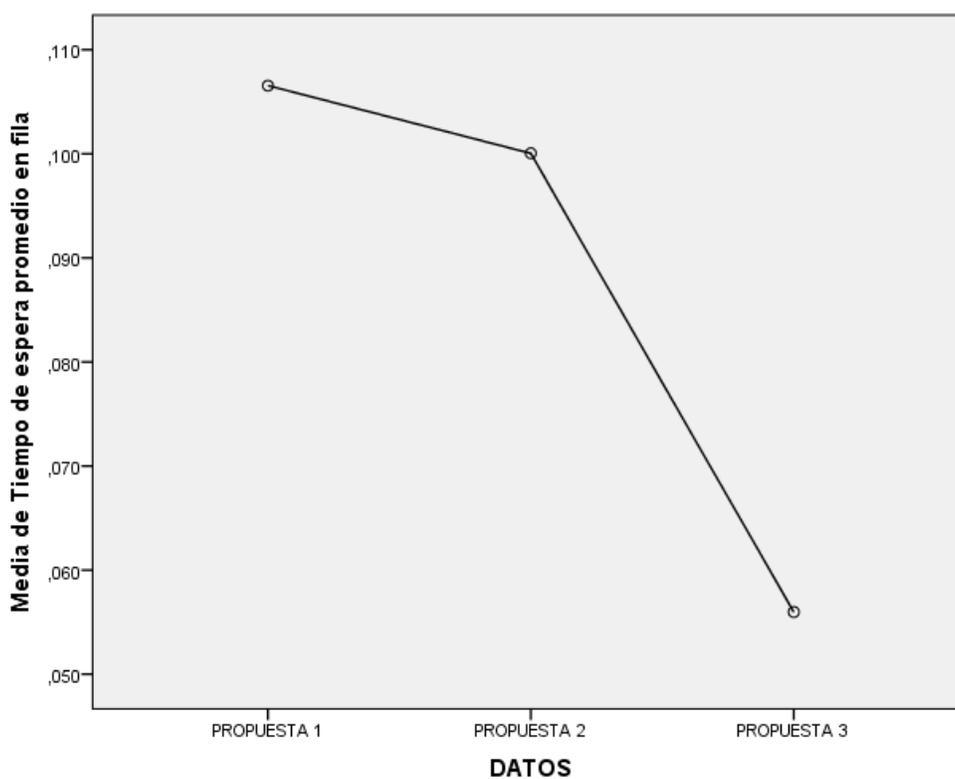


Figura 19. Gráfica de medias por propuesta

Fuente: Elaboración propia – Spss

La figura 19 representa que el tiempo promedio en fila de la propuesta 3 es menor que las otras dos propuestas.

También se analizaron las medias de las propuestas en los subconjuntos homogéneos como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11.
Medias en los subconjuntos de datos

DATOS	N	Subconjunto		
		1	2	3
PROPUESTA 3	157	,05597		
PROPUESTA 2	157		,10005	
PROPUESTA 1	157			,10655
Sig.		1,000	1,000	1,000

Prueba Tukey a través de SPSS (elaboración propia).

La prueba Tukey demuestra que la propuesta 3, el tiempo de espera promedio en fila es estadísticamente menor que el tiempo de las otras dos propuestas.

4.5 Análisis Financiero

Este análisis se hace con el fin de determinar cuál de las propuestas de mejora es la más favorable en términos de costos para la compañía y se define por dos indicadores: a) ventas realizadas por tipo de producto y b) mediante la cantidad de gente que abandonó el sistema sin realizar ninguna compra, debido a diferentes factores que influenciaron en la toma de decisión como la cantidad de personas en fila o la falta de tiempo, entre otros.

4.5.1. Ventas por tipo de producto

En la tabla 12 se pueden observar las ventas promedio generadas en cada propuesta según el tipo de producto. En la columna *precio promedio* se muestra un valor representativo de todos los productos que se venden de la misma categoría en la confitería.

Se puede evidenciar que la propuesta 2 genera el mayor ingreso con \$48,115,202 superando con tan solo \$419.500 de la propuesta 3, pero de los productos de mayor interés para la compañía la propuesta 3 representa el mayor rubro superando las otras dos propuestas, como es el caso de la venta de crispetas y combos.

Tabla 12.
Valor de la transacción por tipo de producto

TRANSACCIÓN	PRECIO PROMEDIO \$	REAL	P1	P2	P3
Crispetas	7,220	\$859,180	\$ 1,111,880	\$ 1,220,180	\$ 1,949,400
Combos	19,329	\$25,340,319	\$ 39,816,857	\$ 41,343,814	\$ 42,754,800
Venta Individual	5,203	\$3,574,461	\$ 4,640,747	\$ 5,551,208	\$ 2,991,513
TOTAL		\$29,773,960	\$ 45,569,485	\$ 48,115,202	\$ 47,695,713

Ventas promedio por tipo de producto (elaboración propia).

4.5.2. Tasa de abandono

Para realizar el análisis de las tasas de abandono, se consideró una probabilidad de abandono de los espectadores, esto debido a que se ha podido observar en la operación que al llegar los clientes a la confitería deciden no proseguir en la cola debido a la impaciencia o limitaciones de tiempo, cantidad de personas en fila o cualquier otra razón que pudiera tener el cliente para no comprar, lo

cual representa para la empresa un costo de imagen, calidad y oportunidad al no poder vender y satisfacer las necesidades de un cliente.

En el presente trabajo no se profundizará en el estudio e identificación de las razones por las cuales un cliente decide o no retirarse de la cola debido a que se necesitan estudios relacionados a la psicología y factores conductuales del individuo, lo cual requiere un estudio más a fondo orientado a las ciencias sociales y no al mejoramiento de los procesos de la operación como es el objetivo del presente trabajo.

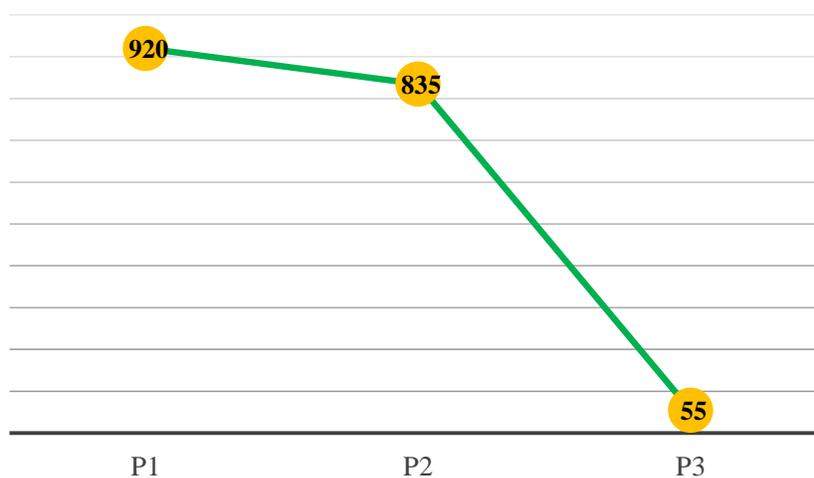


Figura 20. Cantidad de clientes que abandonan el sistema

Fuente: Elaboración propia

En la figura 20, se puede observar la cantidad de espectadores que abandonan la cola sin culminar el proceso de compra, siendo la propuesta 1 con la mayor cantidad de personas que abandonan el sistema. Si en promedio ingresan 4.233 espectadores al día en el Múltiplex objeto de estudio, se puede determinar el porcentaje de los clientes que no compran sobre el total de personas que ingresan al punto, así:

$$Tasa\ de\ abandono = \frac{n}{N} 100\%$$

Donde,

n: Cantidad de espectadores que abandonaron el sistema

N: Cantidad de espectadores que ingresaron al punto

En la tabla 13 se puede apreciar la tasa de abandono que presentó cada propuesta, siendo la P3 con menor cantidad de clientes que abandonaron el sistema, en cambio las 920 personas que abandonaron el sistema en la P1, representa el 21.7% de los espectadores que en promedio van a cine.

Tabla 13.

Tasa de abandono de cada propuesta

	n	TA %
P1	920	21.7
P2	835	19.7
P3	55	1.3
ESP	4,233	

Porcentaje de clientes que abandonan la fila (elaboración propia).

En promedio, cada espectador invierte \$19.900 en la confitería (sistema contable E-wave), si se analiza el valor de las transacciones de las personas que abandonaron el sistema, se puede estimar la cantidad de ingreso que puede perder la compañía como se observa en la tabla 14.

Tabla 14.
Valor de la transacción de la tasa de abandono

	n	Venta Perdida \$
P1	920	18,308,000
P2	835	16,616,500
P3	55	1,094,500

Venta perdida por propuesta (elaboración propia).

Se puede observar en la tabla 14 que la propuesta 3 genera menos pérdida en las ventas de la confitería para la compañía.

Capítulo 5

Conclusiones y Perspectivas

La simulación es una herramienta de la investigación de operaciones que permite anticiparnos a futuros escenarios con el fin de modificar situaciones actuales de una mejor manera para tomar decisiones, además de representar y analizar el desempeño de las líneas de espera considerando condiciones de incertidumbre para el mejoramiento del servicio.

El uso de la simulación como herramienta de análisis presenta grandes ventajas, siendo una de las principales, poder modelar un sistema sin necesidad de tener un modelo físicamente, lo cual acarrea costos altos, sino que mediante herramientas computacionales es posible programarlo con gran precisión, incluyendo el análisis de diferentes variables que puedan afectar el sistema o estudiar distintos escenarios en un tiempo relativamente corto. Este desarrollo tecnológico permite la aplicación de programas de simulación como Simio que permita la optimización de cualquier proceso industrial.

Los modelos cuantitativos aplicados en este trabajo son implementados como soporte para la toma de decisiones, ayudando al mejoramiento de los procesos de atención al usuario en las confiterías. De este modo se convierte en una vía para la obtención de ventajas competitivas en las empresas de entretenimiento, donde el tiempo de entrega del producto es el que genera el valor agregado que perciben los clientes.

La aplicación de herramientas estadísticas es muy elemental para realizar esta simulación, ya que la elección de la distribución de probabilidad de los tiempos entre llegadas de las entidades debe ser bien estudiada, de forma tal que represente lo más cercano posible al sistema real ya que ésta determina sustancialmente el comportamiento del sistema y la medición de su desempeño para la toma de decisiones.

Con base en los resultados obtenidos de las tres propuestas, la mejor alternativa que favorece a la operación de la confitería es la propuesta 3, ya que aumenta las transacciones del negocio atendiendo un total de 3,057 clientes (940 usuarios más que el escenario actual), además es la propuesta que presentó la mayor cantidad de combos y crispetas vendidas, registrando 2,212 y 270 respectivamente, presentando un aumento en la cantidad de productos vendidos con base al sistema real, entregando 901 combos y 151 crispetas más, lo cual ayuda a mejorar la rotación de los productos y rentabilidad del negocio. Además, genera más del 60% de ingreso que el sistema real, recaudando 18 millones por el aumento de las transacciones y solo representa el 1.3% de la tasa de abandono con una pérdida de \$1,094,500 aproximadamente.

Finalmente, para estudios futuros se plantea complementar el uso de la simulación discreta con otras herramientas cuantitativas como la estadística descriptiva, el diseño de experimentos y Lean Manufacturing para optimizar los procesos productivos en las confiterías, determinando la cantidad de equipos necesarios en la operación con base a la cantidad de espectadores del punto de venta y datos históricos sobre el consumo de perro caliente y crispetas.

Referencias

- Allen, T. T. (2011). Decision Support and Voting Systems Case Study. In T. T. Allen, *Introduction to Discrete Event Simulation and Agent-based Modeling* (pp. 87-110). Springer London.
- Al-Refai, S. (2016, May). A User-friendly Excel Database Management Toolkit to Model. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 16(5).
- Al-Refai, S. (2016). A User-friendly Excel Database Management Toolkit to Model and Optimize an Arbitrary System. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 16(5), 63 - 66.
- Amaya, J. (2004). *TOMA DE DECISIONES GERENCIALES Métodos cuantitativos aplicados a la administración*. Bucaramanga : Ecoe Ediciones.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). *Estadística para administración y economía* (10 ed.). Santa Fe, México: Cengage Learning.
- Ayala, M. (2007). *Análisis y aplicación de la teoría de colas en un centro médico de consulta externa*. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de maestría.
- Bandyopadhyay, S. B. (2014). *Discrete and Continuous Simulation: Theory and Practice*. New York: CRC Press.
- Cao, R. (2002). *Introducción a la Simulación y a la Teoría de Colas*. Coruña, España: NETBIBLO.
- Córdova, M. (2003). *Estadística Descriptiva e Inferencial* (5 ed.). Lima, Perú: Librería MOSHERA S.R.L.
- Garcia, E. G. (2006). *Simulación y análisis de sistemas con Promodel*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

- Garzón, R. L. (2014, Abril 02). Más salas y comidas impulsan ingresos de los cinemas. *EL TIEMPO*.
- Hiro Fujita, C. L. (2014). *Soto's True Earth Market Optimization*. San Luis Obispo: The Faculty of California Polytechnic State University.
- Ispas Constantin, M. C. (2002). Simulation - Tool of Manufacturing Optimization. *Pakistan Journal of Applied Sciences*, 167 - 169.
- John S. Carson II, B. L. (2010). *Discrete-Event System Simulation - International Economy Edition* (5th ed.). Pearson Education Limited.
- Kelton, D. S. (2013). *Simio and Simulation: Modeling, Analysis, Applications* (3 ed.). Createspace Independent Pub.
- Kelton, D. S. (2014). *Simulation with Arena* (6 ed.). New York, USA: McGraw Hill Education.
- Kulkarni, V. (1999). *Modeling, Analysis, Design, and Control of Stochastic Systems*. New York: Springer-Verlag New York.
- Law, A. K. (2000). *Simulation Modeling and Analysis* (3 ed.). New York: McGraw-Hill.
- Law, A. M. (2013). *Simulation Modeling and Analysis* (5 ed.). New York: McGraw Hill.
- Mathur, K., Solow, D., & Dominguez, A. (1996). *Investigación de operaciones: el arte de la toma de decisiones* (primera ed.). México: Prentice Hall.
- Montoya, R. G., Vahos, J. H., & Espinal, A. C. (2016). Análisis de un sistema de producción de cárnicos utilizando simulación discreta. *Espacios*, 37(01), 12.
- MPAA, M. P. (2016). *Theatrical Market Statistics*. Retrieved from <http://www.mpaa.org/wp-content/uploads/2017/03/2016-Theatrical-Market-Statistics-Report-2.pdf>
- Naoui, F. (2014). Customer service in supply chain. *Journal of Enterprise Information*, 27, 786 - 801.

- Pasupathy, R. K. (2013). Recent Innovations in Simio . *Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference* (pp. 4073 - 4084). Sewickley: Simio Corporation.
- Pazos. A, J., Suárez. G, A., & Díaz. R, R. (2003). *Teoría de Colas y Simulación de Eventos Discretos*. Madrid, España: PEARSON EDUCACIÓN S.A.
- Portilla, L. A. (2010, Diciembre). Análisis de líneas de espera a través de teoría de colas y simulación. Pereira, Colombia.
- Singer, M., Donoso, P., & Scheller-Wolf, A. (2008, Octubre). Una Introducción a la teoría de colas aplicada a la gestión de servicios. *ABANTE*, 11(2), 93 - 120.
- Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones* (9 ed.). México, México: Pearson Education.
- Urquía. M, A., & Martín. V, C. (2013). *Modelado y simulación de eventos discretos*. Madrid, España: UNED.
- Wessa, P. (2013). *Maximum-likelihood Poisson Distribution Fitting (v1.0.3) in Free Statistics Software (v1.2.1)*. (O. f. Education, Editor) Retrieved from http://www.wessa.net/rwasp_fitdistrpoisson.wasp
- Whiting, A. (2006). Managing Voice-to-Voice Encounters: Reducing the Agony of Being Put on Hold. *Journal of Service Research*, 8(3), 234 - 244.

VITA

NOMBRE: Edna Yissell Perez Junco
LUGAR DE NACIMIENTO: Tunja, Boyacá
AÑO DE NACIMIENTO: 1987
EDUCACIÓN: Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia, 2011
Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia, 2011
Cámara de Comercio, Bogotá, Colombia, 2014
CONTACTO: ednay.perezj@gmail.com

ANEXOS

Anexo A. Cadbox: Asociación Colombiana de distribuidores de películas cinematográficas.

Sistema que genera la información de espectadores de cada teatro del país.

Colombian Admissions & Boxoffice Control



Asociación Colombiana
de distribuidores de películas
cinematográficas

Back to home >> User: William Andres Torres

[Multiplex](#) | [Screen](#) | [Reports](#) | [Change Password](#) | [Logout](#)

Report RANKING BY MULTIPLEX

From:	<input type="text" value="2016-01-01"/>	To:	<input type="text" value="2016-12-31"/>
<input type="button" value="Generate"/>			

[Export to spreadsheet](#)

Exhibitor Name	Multiplex Name	City	Q Screens	Q Seat	Box Office	Admissions	Aver. By Screen
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX CENTRO MAYOR	BOGOTA	14	2.791	18.180.509.400	1.993.231	1.298.607.814
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX LAS AMERICAS BOG	BOGOTA	12	3.390	16.524.830.200	1.555.859	1.377.069.183
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX GRAN ESTACION	BOGOTA	8	1.739	13.558.496.350	1.156.237	1.694.812.044
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX TITAN	BOGOTA	9	1.730	12.732.579.700	1.012.756	1.414.731.078
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX UNICENTRO BOG	BOGOTA	8	1.598	12.107.654.200	843.348	1.513.456.775
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX SANTA FE BOG	BOGOTA	10	1.908	11.593.608.400	1.079.682	1.150.360.840
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX UNICALI	CALLI	12	1.890	10.537.143.050	925.357	878.095.254
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX PORTAL DE LA 80	BOGOTA	12	2.842	10.109.643.500	1.389.514	842.470.292
<input type="checkbox"/> CINEPOLIS	CINEPOLIS EL LIMONAR	CALLI	14	2.325	9.512.621.950	903.414	679.472.998
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX CACIQUE	BUCARAMANGA	12	2.177	8.924.094.050	976.145	743.674.504
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX BUENAVISTA BAO	BARRANQUILLA	8	1.619	8.795.051.150	695.518	1.099.381.394
<input type="checkbox"/> CINEPOLIS	CINEPOLIS CALIMA	BOGOTA	8	1.316	8.190.810.200	679.921	1.023.851.275
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX VIVA VVC	VILLAVICENCIO	8	1.667	7.761.090.650	853.091	970.136.331
<input type="checkbox"/> CINEPOLIS	CINEPOLIS LOS HAYUELOS	BOGOTA	9	1.672	7.514.256.500	763.617	834.917.389
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX ANDINO	BOGOTA	6	879	7.138.224.750	471.531	1.189.704.125
<input type="checkbox"/> PROCINAL MEDELLIN	CINEMAS MAYORCA	MEDELLIN	9	1.312	7.087.536.498	547.751	787.504.055
<input type="checkbox"/> CINEMARK	EL TESORO	MEDELLIN	10	1.698	7.048.160.000	441.736	704.816.000
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX MERCURIO	SOACHA	7	1.443	6.429.748.300	930.804	918.535.471
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX MOLINOS	MEDELLIN	7	1.335	6.293.105.200	614.207	899.015.029
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX PALMETTO	CALLI	8	1.804	6.283.806.000	754.912	785.475.750
<input type="checkbox"/> CINEPOLIS	CINEPOLIS FONTANAR	CHIA	11	1.945	6.270.682.700	414.837	570.062.064
<input type="checkbox"/> PROCINAL MEDELLIN	FLORIDA PARQUE COMERCIAL	MEDELLIN	7	1.062	5.552.784.300	564.273	793.254.900
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX LA ESTACION	IBAGUE	6	1.167	5.363.980.250	596.431	893.996.708
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX CENTRO CHIA	CHIA	8	1.186	5.264.907.550	524.405	658.113.444
<input type="checkbox"/> CINEMARK	PLAZA IMPERIAL	BOGOTA	6	1.588	5.152.656.400	605.740	858.776.067
<input type="checkbox"/> CINEMARK	SOLEDA	BARRANQUILLA	7	1.317	5.126.455.000	653.206	732.350.714
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX OVIEDO	MEDELLIN	7	1.593	4.923.269.500	427.206	703.324.214
<input type="checkbox"/> CINE COLOMBIA	MPX SANTA FE MDE	MEDELLIN	6	928	4.727.117.850	405.166	787.852.975
<input type="checkbox"/> CINEMARK	SAN RAFAEL	BOGOTA	8	1.395	4.657.125.650	396.075	582.140.706
<input type="checkbox"/> CINEMARK	BUENAVISTA SMR	SANTA MARTA	6	1.533	4.477.592.650	425.857	746.265.442
<input type="checkbox"/> PROCINAL MEDELLIN	PUERTA DEL NORTE	BELLO	4	594	4.372.764.650	409.968	1.093.191.163

Anexo B. Sistema de Gestión de Informes: Sistema contable de la compañía, el cual genera reportes sobre las ventas generadas en cada punto de venta.

Sistema de Gestión de Informes S.G.I.

Informe Ventas Confiteria

Fecha Inicial: 2016-01-01

Fecha Final: 2016-12-31

Tipo Reporte: Detallado

Teatros: Seleccionar Todos

Activos

- ALAMEDAS
- AMERICAS
- ANDINO
- AV CHILE
- BOCAGRANDE
- BUENAVISTA
- CABECERA
- CACIQUE
- CALLE 100
- CANAVERAL N

Inactivos

- CHIPICHAPE

Generar Reporte

Activ
Ve a C

Anexo C. Sistema Ewave Corporate: sistema para generar informes estadísticos sobre las transacciones realizadas en cada punto de pago de las confiterías.

The screenshot displays the Ewave Corporate web application interface. At the top, the status bar shows 'Ewave Corporate | Conexión: CINECO | Usuario: Mantilla Gonzalez, Juan Pablo'. Below this is a navigation menu with 'Archivo', 'Ver', and 'Ayuda' options, and a set of navigation buttons: 'Atrás', 'Inicio', and 'Avanzar'. The main content area is titled 'CINECO HO Estadísticas Usuario ECOM'. On the left, there is a sidebar with 'Informes' and 'Informes' (with a circular icon). The main area contains a 'Parámetros' section with the following fields:

Parámetro	Valor
Fecha Desde:	01 / 01 / 2016
Fecha Hasta:	31 / 12 / 2016
Usuario:	--- Todos ---
Cine:	AMERICAS
Ubic. de stock:	Almacén Confitería 1

Anexo D. Sistema Ewave Corporate ECOM: Genera informes sobre las ventas realizadas en cada punto de pago de la confitería de cada punto de venta.

The screenshot displays the Ewave Corporate ECOM system interface. At the top, there are navigation buttons: 'Atrás', 'Inicio', and 'Adelante'. Below this is a sidebar menu with various options, including 'Concesiones', 'Grupos de items de stock', 'Sets de productos', 'Productos', 'Items de stock', 'Unidades de medida', 'Proveedores', 'Razones de rechazo', 'Razones de desecho', 'Ubicaciones de stock', 'Grupos de Productos', 'Plantillas de inventario', 'Diseñador de interfaces de venta', 'Grupos de Productos', and 'Informes'. The main content area is titled 'Informe de Transacciones ECOM' and contains three sections: 'Fecha del informe' with 'Fecha desde:' (01 / 09 / 2016) and 'Fecha hasta:' (31 / 12 / 2016) dropdowns; 'Usuario' with a dropdown menu set to '--- Todos ---'; and 'Terminal' with a dropdown menu set to 'Confiteria 07'. A 'Vista Previa...' button is located at the bottom left of the main content area. The status bar at the bottom indicates the date and time: 'Dic 04 martes 07 Abr 2017 | Completar AMPC/AS | Hora: 8:04 AM'.

117 AMERICAS
Transversal 71D N° 4-40 Sur

57 TE:404-2463

.A

Listado de Transacciones Ecom

Desde 01/05/2016 Hasta 31/08/2016

Usuario: Todos

Terminal: Confiteria 07

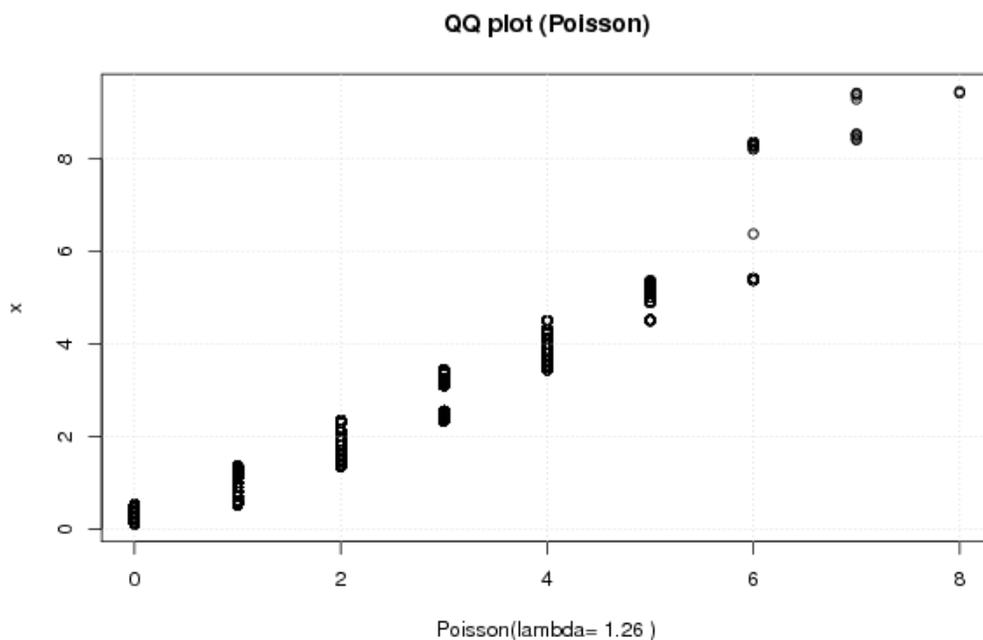
Fecha/Hora	Tipo	Usuario	Terminal	ID	Producto	Precio	Cantidad	Total	Tipo de pago	Transacción
01/05/2016 1149	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40588	*TI AD MIXTA C	900.00	1.00	900.00	Multip	28701482
01/05/2016 1149	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41087	*TC RONY MALTA	3,500.00	1.00	3,500.00	Multip	28701484
01/05/2016 1149	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42654	*TI COMBO 3	26,500.00	1.00	26,500.00	Multip	28701487
01/05/2016 1149	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44767	*TI MEZCLA ARAN	3,600.00	1.00	3,600.00	Multip	28701483
01/05/2016 1153	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42867	*COMBITOPOWRANG	9,000.00	1.00	9,000.00	Efectivo	28701711
01/05/2016 1157	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42868	*TICOMBPOWRANG	8,100.00	3.00	24,300.00	Multip	28701891
01/05/2016 1158	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42839	*PREMIO 150	0.00	1.00	0.00		28701891
01/05/2016 1202	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40589	*TI CRISPETA 85	7,200.00	1.00	7,200.00	Multip	28702222
01/05/2016 1202	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41096	*TI BERRIDA ICEE	5,500.00	1.00	5,500.00	Multip	28702224
01/05/2016 1202	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40593	*TI AD MIXTA C	900.00	2.00	1,800.00	Multip	28702225
01/05/2016 1202	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40525	*TI CRISPIED	9,000.00	1.00	9,000.00	Multip	28702227
01/05/2016 1202	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41029	*TI GASEOSAMED	4,800.00	1.00	4,800.00	Multip	28702228
01/05/2016 1206	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40593	*TI AD MIXTA C	900.00	1.00	900.00	Multip	28702442
01/05/2016 1206	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44782	*TI C RFP PERRO	34,200.00	1.00	34,200.00	Multip	28702441
01/05/2016 1210	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42866	*COMBO 1	20,900.00	1.00	20,900.00	Efectivo	28702691
01/05/2016 1213	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44782	*TI C RFP PERRO	34,200.00	2.00	68,400.00	Ter Cineso Mone	28702911
01/05/2016 1213	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40598	*TI AD MIXTA C	900.00	1.00	900.00	Ter Cineso Mone	28702912
01/05/2016 1213	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41091	*TI JUGO HIT PE	3,500.00	1.00	3,500.00	Ter Cineso Mone	28702913
01/05/2016 1222	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41028	*TI GASEOSAGRAN	5,300.00	1.00	5,300.00	Ter Cineso Mone	28703362
01/05/2016 1222	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42868	*TICOMBPOWRANG	8,100.00	2.00	16,200.00	Ter Cineso Mone	28703361
01/05/2016 1224	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41028	*TI GASEOSAGRAN	5,300.00	1.00	5,300.00	Ter Cineso Mone	28703432
01/05/2016 1224	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40525	*TI CRISPGRAN	11,500.00	1.00	11,500.00	Ter Cineso Mone	28703431
01/05/2016 1226	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41018	*GASEOSAGRANDE	5,800.00	1.00	5,800.00	Efectivo	28703631
01/05/2016 1227	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	46494	RECARGA 5000	50,000.00	1.00	50,000.00	Ter Credito	28703611
01/05/2016 1228	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42682	*TI COMBO 1	18,900.00	1.00	18,900.00	Ter Cineso Mone	28703671
01/05/2016 1228	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44006	*TI NACHOQUESO	6,900.00	1.00	6,900.00	Ter Cineso Mone	28703672
01/05/2016 1230	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40593	*TI AD MIXTA C	900.00	1.00	900.00	Ter Cineso Mone	28703822
01/05/2016 1230	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44782	*TI C RFP PERRO	34,200.00	1.00	34,200.00	Ter Cineso Mone	28703821
01/05/2016 1233	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42868	*TICOMBPOWRANG	8,100.00	3.00	24,300.00	Ter Cineso Mone	28704261
01/05/2016 1236	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44817	*TIAD/CRISPEDU	1,800.00	2.00	3,600.00	Ter Cineso Mone	28704263
01/05/2016 1236	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44004	*TI PERROCALIEN	6,900.00	1.00	6,900.00	Ter Cineso Mone	28704262
01/05/2016 1236	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42687	*TI COMBO 4	16,400.00	2.00	32,800.00	Ter Cineso Mone	28704261
01/05/2016 1241	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42867	*COMBITOPOWRANG	9,000.00	1.00	9,000.00	Efectivo	28704481
01/05/2016 1241	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	41018	*GASEOSAGRANDE	5,800.00	1.00	5,800.00	Efectivo	28704482
01/05/2016 1246	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	40525	*TI CRISPGRAN	11,500.00	1.00	11,500.00	Multip	28704912
01/05/2016 1246	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42654	*TI COMBO 3	26,500.00	5.00	132,500.00	Multip	28704911
01/05/2016 1256	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44781	*COMBORFP PERRO	38,000.00	1.00	38,000.00	Ter Debito	28705441
01/05/2016 1300	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	42682	*TI COMBO 1	18,900.00	1.00	18,900.00	Multip	28705721
01/05/2016 1300	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	43022	*TI TOZNETAS	6,100.00	1.00	6,100.00	Multip	28705728
01/05/2016 1300	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44004	*TI PERROCALIEN	6,900.00	2.00	13,800.00	Multip	28705722
01/05/2016 1304	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44005	*TI SANDWICH	6,900.00	1.00	6,900.00	Ter Cineso Mone	28705991
01/05/2016 1304	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	43021	*TI BISTITOS	6,100.00	1.00	6,100.00	Ter Cineso Mone	28705993
01/05/2016 1304	Venta	JESSON ANDREY CAJARG	Confiteria 07	44704	*TI BERRONAJIPIN	6,900.00	1.00	6,900.00	Ter Cineso Mone	28705992

Anexo E. Análisis de entrada: distribuciones de probabilidad calculados con la herramienta Stat::Fit de Promodel.

1. Tiempo entre llegadas de los clientes que arriban a la confitería

Estadísticos

Parameter	Estimated Value	Standard Deviation
lambda	1.26	0.0061



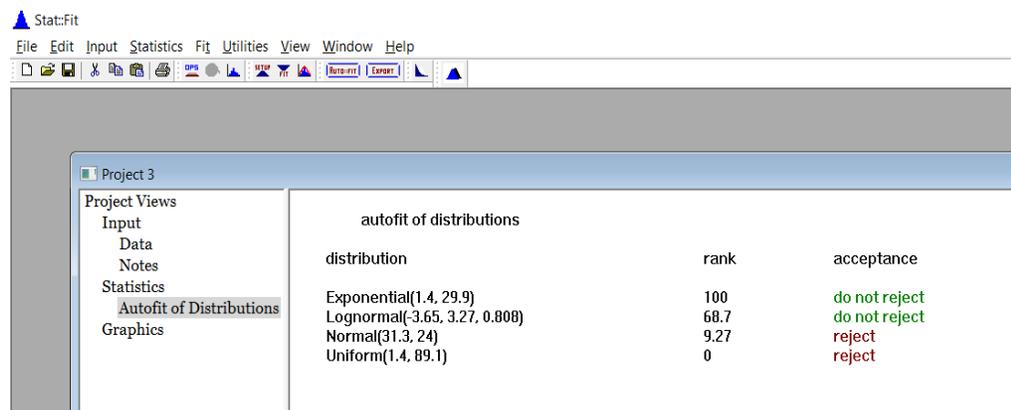
Fuente: (Wessa, 2013)

En promedio un usuario llega al sistema cada 1.26 minutos con una desviación de 0.006 minutos. El arribo de los clientes se comporta como una distribución Poisson ya que expresa la probabilidad que ocurra un determinado número de eventos durante cierto periodo de tiempo. Se puede

evidenciar en la gráfica Cuantil-Cuantil (Q-Q plots) que los datos almacenados en el vector x están más cercanos al minuto 1 con lambda de 1.26 minutos.

2. Tiempo entre llegadas de la entidad CRISPETAS

Estadísticos



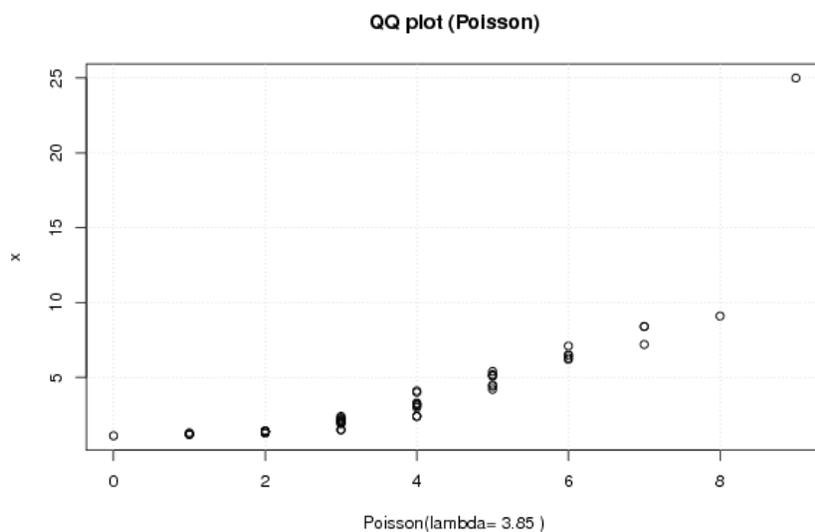
Exponential		
minimum	=	1.4
beta	=	29.8658
Kolmogorov-Smirnov		
data points		50
ks stat		0.117
alpha		0.05
ks stat(50,0.05)		0.188
p-value		0.466
result		DO NOT REJECT
Anderson-Darling		
data points		49
ad stat		0.748
alpha		0.05
ad stat(49,0.05)		2.49
p-value		0.52
result		DO NOT REJECT

Se puede evidenciar que los datos tienen distribución exponencial ya que obtienen una calificación de 100, por lo cual se acepta que los datos siguen esta distribución. También se realizaron las pruebas de Komolgorov-Smirnov y Anderson-Darling para determinar la distribución de la

variable, obteniendo en ambas pruebas que el p-valor es mayor al 5% por lo que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el tiempo entre llegadas de la entidad CRISPETAS se distribuye exponencialmente.

3. Tiempo entre llegadas de la entidad COMBOS.

Parameter	Estimated Value	Standard Deviation
lambda	3.852	0.277560804



Fuente (Wessa, 2013)

Se definió esta distribución como Poisson por el proceso de contar las entidades que consumen combos ya que representan la mayor cantidad de venta en la confitería, además la compra de combos es una variable entera no negativa. Según Cao (2002) afirma que “los procesos de contar sirven para modelizar el número de ocurrencias de un cierto fenómeno habidas desde un inicio de tiempos (fijado en $t = 0$) hasta un instante t (p. 120). Debido a que el arribo de esta entidad es la

más recurrente, se tomó como variable aleatoria el arribo de los clientes que compran combos, se supone una distribución Poisson para calcular la probabilidad de que un cliente tomado al azar compre combos. Lo anterior indica que en promedio llegan 4 clientes que compran combos en un intervalo de tiempo. Por otro lado, la gráfica Cuanti-Cuanti indica que el conjunto de datos está muy cercano a 4.

4. Tiempo entre llegadas de la entidad que consume PRODUCTOS INDIVIDUALES.

Estadísticos

autofit of distributions			
distribution	rank	acceptance	
Lognormal[1.08, 2.42, 0.952]	100	do not reject	
Exponential[2, 16.4]	18.2	do not reject	
Normal[18.4, 16.2]	0.00139	reject	
Uniform[2, 65.4]	0	reject	

Lognormal		
minimum	=	1.079
mu	=	2.4189
sigma	=	0.952
Kolmogorov-Smirnov		
data points		50
ks stat		0.115
alpha		0.05
ks stat(50,0.05)		0.188
p-value		0.488
result		DO NOT REJECT
Anderson-Darling		
data points		50
ad stat		0.733
alpha		0.05
ad stat(49,0.05)		2.49
p-value		0.532
result		DO NOT REJECT

Se puede evidenciar que los datos tienen distribución lognormal ya que obtienen una calificación de 100, por lo cual se acepta que los datos siguen esta distribución. También se realizaron las pruebas de Komolgorov-Smirnov y Anderson-Darling para determinar la distribución de la variable, obteniendo en ambas pruebas que el p-valor es mayor al 5% por lo que existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el tiempo entre llegadas de la entidad que consume PRODUCTOS INDIVIDUALES se distribuye como lognormal.

Anexo F. Prueba T con la herramienta SPSS entre los datos reales y arrojados por Simio.

1. Tiempo entre llegadas de la entidad de personas que consumen CRISPETAS

Estadísticas de grupo

	FUENTE	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
DATOS	1	50	128,92	25,429	3,596
CRISPETAS	2	50	118,92	33,643	4,758

Lo anterior se refiere a 1 como los datos históricos y 2 son los datos arrojados por el simulador. Se puede observar que las medias no son muy diferentes, por esta razón se realiza la prueba estadística t student para verificar si las medias son iguales.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias
		F	Sig.	t
DATOS	Se asumen varianzas iguales	4,082	,046	1,677
CRISPETAS	No se asumen varianzas iguales			1,677

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias		
		gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
DATOS	Se asumen varianzas iguales	98	,097	10,000
CRISPETAS	No se asumen varianzas iguales	91,212	,097	10,000

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias		
		Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Inferior	Superior
DATOS CRISPETAS	Se asumen varianzas iguales	5,964	-1,835	21,835
	No se asumen varianzas iguales	5,964	-1,846	21,846

Como la prueba arroja una significancia bilateral de 0.097, la cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no hay evidencia estadística para no aceptar la hipótesis de igualdad de medias. Se puede observar que las medias son muy próximas y no existe una diferencia significativa entre las medias de la cantidad de crispetas consumidas diariamente arrojados por el simulador SIMIO 9 y los datos reales obtenidos en la confitería objeto de estudio. La distribución de datos cumple los presupuestos paramétricos.

2. Tiempo entre llegadas de la entidad de personas que consumen COMBOS

Estadísticas de grupo

	FUENTE	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
DATOS COMBOS	1	50	1302,46	187,408	26,503
	2	50	1311,46	78,341	11,079

Lo anterior se refiere a 1 como los datos históricos y 2 son los datos arrojados por el simulador. Se puede observar que las medias no son muy diferentes, por esta razón se realiza la prueba estadística t student para muestras independientes, con el fin de verificar si las medias son iguales.

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias
		F	Sig.	t
DATOS	Se asumen varianzas iguales	21,571	,000	-,313
COMBOS	No se asumen varianzas iguales			-,313

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias		
		gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
DATOS	Se asumen varianzas iguales	98	,755	-9,000
COMBOS	No se asumen varianzas iguales	65,618	,755	-9,000

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias		
		Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
			Inferior	Superior
DATOS COMBOS	Se asumen varianzas iguales	28,726	-66,006	48,006
	No se asumen varianzas iguales	28,726	-66,359	48,359

Como la prueba arroja una significancia bilateral de 0.755, la cual es mayor a 0.05, no hay evidencia estadística para no aceptar la hipótesis de igualdad de medias. Se puede observar que las medias son muy próximas y no existe una diferencia significativa entre las medias de la cantidad de combos arrojados por el simulador SIMIO 9 y los datos reales obtenidos en la confitería objeto de estudio. La distribución de datos del simulador cumple los presupuestos paramétricos.

3. Tiempo entre llegadas de la entidad de personas que consumen PRODUCTOS INDIVIDUALES.

Estadísticas de grupo

	FUENTE	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
DATOS VENTA INDIVIDUAL	1	50	692,82	146,598	20,732
	2	50	687,30	69,598	9,843

Lo anterior se refiere a 1 como los datos históricos y 2 son los datos arrojados por el simulador.

Se puede observar que las medias no son muy diferentes, por esta razón se realiza la prueba estadística t student para verificar si las medias son iguales.

Prueba de muestras independientes

			Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias
			F	Sig.	t
DATOS INDIVIDUAL	VENTA	Se asumen varianzas iguales	35,194	,000	,241
		No se asumen varianzas iguales			,241

Prueba de muestras independientes

			prueba t para la igualdad de medias		
			gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
DATOS INDIVIDUAL	VENTA	Se asumen varianzas iguales	98	,810	5,520
		No se asumen varianzas iguales	70,020	,811	5,520

Prueba de muestras independientes

		prueba t para la igualdad de medias	
		95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		Diferencia de error estándar	Inferior
DATOS VENTA INDIVIDUAL	Se asumen varianzas iguales	22,950	-40,023
	No se asumen varianzas iguales	22,950	-40,252

Prueba de muestras independientes

			prueba t para la igualdad de medias
			95% de intervalo de confianza de la diferencia
			Superior
DATOS	VENTA	Se asumen varianzas iguales	51,063
INDIVIDUAL		No se asumen varianzas iguales	51,292

Como la prueba arroja una significancia bilateral de 0.810, la cual es mayor a 0.05, por lo tanto, no hay evidencia estadística para no aceptar la hipótesis de igualdad de medias. Se puede observar que las medias son muy próximas y no existe una diferencia significativa entre las medias de las cantidades diarias que se vendieron de venta individual arrojados por el simulador SIMIO 9 y los datos reales obtenidos en la confitería objeto de estudio. La distribución de datos cumple los presupuestos paramétricos.

Anexo G. Lista de precios de la confitería.

LÍNEA	PRODUCTO	PRECIOS
<i>CRISPETAS</i>	Crispeta Grande 170 Oz (sal)	13,600
	Crispeta Mediana 130 Oz (sal)	10,700
	Crispeta Pequeña 85 Oz (sal)	8,500
	Adición Crispeta Dulce	2,200
	Adición Crispeta mezclada	1,100
<i>COMBOS</i>	Combo 1	22,700
	Combo 2	19,500
	Combo 3	31,800
	Combo 4	19,400
	Combo Nachos	20,100
	Cine Combito	8,800
	Combo Miércoles	13,000
<i>GASEOSAS</i>	Gaseosa Grande 44 oz	6,300
	Gaseosa Mediana 32 oz	5,800
	Gaseosa Pequeña 22 oz	5,100
<i>COMIDAS Y ADICIONES</i>	Perro Caliente	8,100
	Sandwich	8,100
	Nachos con queso	8,100
	Sandwich light	8,400
	Adición Queso Nachos	3,900
	Adición Queso Perros	1,600
<i>PAQUETES SALADOS</i>	Tocinetas	7,200
	Piquitos	7,200
	Nachos	7,200
	Mezclas Alcagüete (sólo Bogotá y Cali)	4,300
	Maní con pasas La Especial	4,300

<i>PAQUETES</i>	Jet - 30 Gramos	3,000
<i>DULCES</i>	Snicker - 52 Gramos	5,600
	M&M	7,000
	Twix	7,000
	Mentas Snow Mint	1,100
	Milo Nuggets 40 gr	5,300
	Cocosette maxi wafer 50 gr	3,000
	Kit Kat 45 gr	7,000
	Barra choco krispis	3,000
	Barra Special K frutas y nueces	5,300
	Jumbo maní 40 gramos	4,300
	Turrón Johnny's 48 gr	4,300
<i>BEBIDAS</i>	Agua Cristal	3,700
	Agua h2oh!	6,000
	Agua Manantial	3,700
	Mr. Tea 500ml	5,400
	Te Fuze 400 ml	5,400
	Pony Malta	4,100
	Jugo Del Valle Fresh 400 ml	4,100
	Jugo Hit 300 ml	4,100
	Bebida ICEE 21 Oz	6,500
