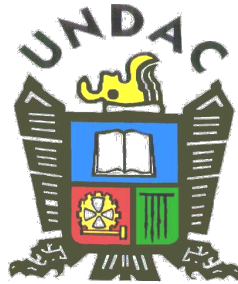


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela de Formación Profesional de Sistemas y Computación



**“APLICACIÓN DE LA SIMULACION DE SISTEMAS PARA REDUCIR
LA FORMACION DE COLAS EN PIZZA PALACE, LIMA – 2018”**

TESIS

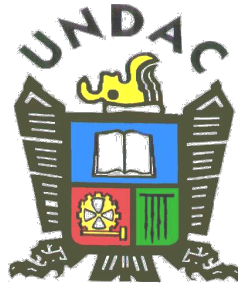
Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

PRESENTADO POR: Bach. John Eduard REYNOSO BERNACHEA

Pasco – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela de Formación Profesional de Sistemas y Computación



**“APLICACIÓN DE LA SIMULACION DE SISTEMAS PARA REDUCIR
LA FORMACION DE COLAS EN PIZZA PALACE, LIMA – 2018”**

PRESENTADO POR: Bach. John Eduard REYNOSO BERNACHEA

SUSTENTADO Y APROBADO ANTE LA COMISION DE JURADOS

Mg. Hebert Carlos CASTILLO PAREDES

PRESIDENTE

Mg. Melquiades Artiuro TRINIDAD MALPARTIDA

MIEMBRO

Mg. Zenón Manuel LOPEZ ROBLES

MIEMBRO

DEDICATORIA

Para mi madre, hermanos y esposa quienes contribuyeron en mi formación profesional y me brindaron las mejores enseñanzas de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer cordialmente:

El apoyo constante de mi madre y hermanos, así como la fortaleza que me ha brindado mi familia en este largo camino.

La gran motivación que siempre me brindaron mi esposa Marleni e hijo Diego André para seguir superando los desafíos y nunca dejar de creer y avanzar día a día.

Asimismo, agradezco a mi asesor de Tesis Mg. Oscar Cleворio Campos Salvatierra por su aportes, sugerencias y experiencia en la realización de mi investigación.

A la gerencia de la empresa Societa Del Ponte S.A.C. por su apoyo incondicional al facilitarme la información que sirvió de base para la presente investigación.

Y por último, a las personas y/o clientes que dedicaron su tiempo para proporcionar información de mucho interés.

RESUMEN

Hoy en día el creciente desarrollo económico y demográfico de las distintas regiones en el mundo viene de la mano con una creciente problemática de colas. Problemática que poco a poco se va tornando incontrolable y por ende considerado de importancia y de preocupación mundial.

En este marco, el problema de las colas se perfila como una de las formas que crea malestar e incomodidad para las personas; pues está presente en prácticamente todas las actividades y afecta la calidad de vida de las poblaciones.

Es así, que la empresa Societa Del Ponte S.A.C, cuyo establecimiento de venta de comida rápida Pizza Palace se encuentra inmersa en esta problemática de colas, que en pleno Jr. De la Unión y la Plaza de Armas de Lima se ve alborotado de clientes que rebasan su capacidad y a exteriores tienen que formar largas colas creando incomodidad en el público transeúnte; motivo por el cual se realiza la presente investigación, con el fin de proporcionar alternativas de cómo reducir la formación de colas aplicando la simulación de sistemas.

Para el desarrollo de la investigación, realizamos previamente un diagnóstico para identificar la causa principal por la que se generan las largas colas y mediante la aplicación de la simulación de sistemas con el empleo de software Promodel, se hizo posible comprender, analizar y mejorar las condiciones del sistema en estudio.

Esto podría haberse realizado por experimentación con el sistema mismo, pero factores de costos, seguridad y otros fueron los factores por la que esta opción generalmente no sea viable. A fin de superar estos inconvenientes, se reemplazó el sistema real por un modelo, que viene a ser la abstracción del sistema real, el cual sirvió para llevar a cabo las experiencias necesarias sin los inconvenientes planteados anteriormente.

Construido el modelo y haciendo uso de Promodel, realizamos la simulación tomando en consideración dos escenarios: Modelo Actual y otro Modelo Propuesto, en el primero viendo la realidad de la formación de colas con la finalidad de encontrar las causas que lo provocan; a partir de ello, en el segundo escenario, analizar escenarios a fin de encontrar la mejor solución para aminorar el problema, con la cual finalmente terminar proponiendo alternativas que reduzcan y ayuden a controlar la formación de colas y dar bienestar a la población.

No dudo pues, que esta Tesis sea un aporte significativo y contribuya al desarrollo académico universitario de las futuras generaciones.

ABSTRACT

Today the growing economic and demographic development of the different regions in the world comes hand in hand with a growing problem of queues. Problematic that little by little is becoming uncontrollable and therefore considered of importance and global concern.

In this context, the problem of queues is emerging as one of the forms that creates discomfort and discomfort for people; It is present in practically all activities and affects the quality of life of the populations.

Thus, the company Societa Del Ponte SAC, whose establishment of fast food Pizza Palace is immersed in this problem of queues, which in full Jr. De la Union and Plaza de Armas in Lima is disturbed by customers who They exceed their capacity and outside they have to form long tails creating discomfort in the public passerby; reason for which the present investigation is carried out, with the purpose of providing alternatives of how to reduce the formation of queues by applying the simulation of systems.

For the development of the research, we previously made a diagnosis to identify the main cause by which the long queues are generated and through the application of the simulation of systems with the use of Promodel software, it became possible to understand, analyze and improve the conditions of the system under study.

This could have been done by experimenting with the system itself, but factors of costs, security and others were the factors why this option is generally not viable. In order to overcome these drawbacks, the real system was replaced by a model, which becomes the abstraction of the real system, which served to carry out the necessary experiences without the drawbacks raised above.

Built the model and making use of Promodel, we performed the simulation taking into consideration two scenarios: Current Model and another Proposed Model, in the first one seeing the reality of the formation of tails

in order to find the causes that cause it; from this, in the second scenario, analyze scenarios in order to find the best solution to reduce the problem, with which finally end up proposing alternatives that reduce and help control queue formation and give welfare to the population.

I do not doubt that this Thesis is a significant contribution and contributes to the university academic development of future generations.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	Determinación del Problema	1
1.2	Formulación del Problema	3
1.2.1	Problema General	3
1.2.2	Problemas Específicos.....	3
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo General	3
1.3.2	Objetivos Específicos	3
1.4	Justificación del Problema.....	3
1.5	Importancia y Alcances de la Investigación.....	4
1.6	Limitaciones	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1	Antecedentes.....	6
2.2	Bases Teórico - Científicos	8
2.2.1	Simulación de Sistemas.....	8
2.2.2	Formación de Colas.....	20
2.2.3	Software Promodel	27
2.2.4	Pizza Palace	31
2.3	Definición de Términos.....	35
2.4	Hipótesis	36
2.4.1	Hipótesis General.....	36

2.4.2 Hipótesis Específicos	37
2.5 Identificación de Variables	37
2.5.1 Variable Independiente	37
2.5.2 Variable Dependiente	37
CAPITULO III	
METODOLOGIA	
3.1 Tipo de Investigación	38
3.2 Diseño de Investigación	38
3.3 Población y Muestra.....	39
3.3.1 Población.....	39
3.3.2 Muestra.....	39
3.4 Métodos de la Investigación	39
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	39
3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	40
3.7 Tratamiento Estadístico de Datos.....	40
CAPITULO IV	
DESARROLLO DEL MODELO DE SIMULACION	
4.1 Proceso de Atención.....	41
4.2 Análisis de Datos.....	44
4.3 Construcción del Modelo	48
4.4 Simulación de Escenarios	52
CAPITULO V	
RESULTADOS Y DISCUSION	
5.1 Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros	54
5.2 Presentación de Resultados.....	65
5.3 Prueba de Hipótesis.....	67
5.4 Discusión de Resultados	68
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INTRODUCCION

Hoy en día los problemas de las colas en las organizaciones hacen que las demandas quedan poco satisfechas, tiempos de espera desperdiciados que crean malestar en el público consumidor demandan su urgente atención.

Pizza Palace, conscientes de la problemática está en la búsqueda de una solución con el fin de crear bienestar en sus clientes y evitar conflictos sociales entre los clientes, la población y el estado, puesto que opera en medio de un emporio comercial y turístico del Jr. De la Unión y la Plaza Mayor de Lima.

Por lo que esta investigación aporta modos de cómo afrontar la problemática y tiende con la simulación de sistemas brindar una alternativa para reducir la formación de colas en Pizza Palace, gracias a la participación activa de los consumidores a quienes se les hizo una encuesta.

Es así que presentamos el producto de nuestra investigación compuesto de cinco Capítulos:

En el CAPÍTULO I de este documento de Tesis se presenta el PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA que contiene Determinación del Problema, Formulación del Problema, Objetivos, Justificación del Problema, Importancia y Alcance de la Investigación y Limitaciones.

En el CAPÍTULO II se presenta el MARCO TEÓRICO que contiene los Antecedentes, Bases Teórico – Científicas, Definición de Términos, Hipótesis, Identificación de Variables.

En el CAPÍTULO III se describe la METODOLOGÍA que contiene el Tipo de Investigación, Diseño de Investigación, Población y Muestra, Métodos de la Investigación, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos, Tratamiento Estadístico de Datos.

En el CAPÍTULO IV se presenta la DESARROLLO DEL MODELO DE SIMULACIÓN que contiene Proceso de Atención, Análisis de Datos, Construcción del Modelo y la Simulación de Escenarios.

En el CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN contiene Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros, Presentación de Resultados, Prueba de Hipótesis, Discusión de Resultados.

Finalmente, se presenta la CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES para trabajos futuros relacionados al tema planteado.

Con la seguridad que nuestra investigación servirá como base para futuras investigaciones que proporcionen la solución definitiva al problema de formación de colas en Pizza Palace, ponemos a disposición para el público lector si antes agradecer a todos quienes contribuyeron a la relación de la presente investigación.

El Autor.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del Problema

Un estudio en América concluye que, en promedio, un ciudadano pierde cinco años de su vida formando las colas, a nadie le gusta esperar demasiado.

Según una investigación, en Estados Unidos, el 89 % de los clientes abandona las tiendas cuando ve a muchos esperando; eso no siempre ocurre así en todos los espacios, pues en ocasiones la única alternativa es seguir ahí hasta conseguir la meta.

Cuentan que la más grande cola, hasta ahora, reportada fue en Bruselas en el año 2009, cuando 756 individuos debieron aguardar su oportunidad para acceder al baño, aunque no se conoció cuánto demoró el último.

En el Perú a diario se ven personas formando colas en espera de ser atendidas por la demanda de algún bien o servicio; colas que

muchas de las veces se vuelven en la peor pesadilla de los clientes y en uno de los mayores retos de las organizaciones.

Colas de diversas dimensiones notamos al pasar por las calles o cercanías de instituciones y empresas que muchas de las veces cubren varias cuadras de la acera y provocan malestar en la población.

En los últimos años, en nuestro país, las colas se han vuelto muy habituales, desde filas que se forman para comprar productos de consumo masivo hasta decenas de personas esperando por retirar dinero del banco o pacientes esperando para ser atendidos por un nosocomio desde horas de la madrugada e inclusive desde un día anterior soportando las inclemencias del clima.

De la misma manera, encontramos estos problemas de colas en cosas mucho menos vitales, como puede serlo comprar snacks en un quiosco, o realizar un pedido en un establecimiento de comida rápida. Se trata de un problema que ya se ha naturalizado.

Lima, la capital del Perú, no es ajena a estos problemas que, debida a la conglomeración de personas de diferentes partes del país y el mundo, constantemente se ve inmersa con este fenómeno de colas.

Un claro ejemplo podemos notarlo en las inmediaciones de la Plaza Mayor de Lima, donde afueras de un establecimiento de comida rápida y en plena Jr. De la Unión, a diario se forma una larga cola para atender a clientes de diversas categorías y status; cola de clientes que está al acecho de personas de dudoso comportamiento y provoca malestar en los transeúntes.

Pizza Palace, un establecimiento de comida rápida dedicado a la venta de pizza para todas las clases socioeconómicas, al igual que otros como Pizza Hut, Papa John's, entre otros, tienen un problema en común que son las largas colas que se forman al realizar el pago por la compra de las pizzas lo cual ocasiona que el cliente salga insatisfecho del establecimiento, en especial en los fines de semana

y fin de mes en que hay mayor concurrencia de personas que acuden a estos establecimientos.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo reducir la formación de colas, mediante la aplicación de la simulación de sistemas en Pizza Palace, Lima – 2018?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo representar la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018?
- ¿Cómo obtener información relevante de la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la reducción de la formación de colas, mediante la aplicación de la simulación de sistemas en Pizza Palace, Lima - 2018.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la forma de representar la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018.
- Buscar la forma de obtener información relevante de la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018.

1.4 Justificación del Problema

La necesidad generada ante el incremento de la demanda, requiere con urgencia mejorar el problema de colas en Pizza Palace - Lima, para así poder brindar un buen servicio y satisfacer las necesidades de los clientes.

Es por ello que esta investigación se enfoca en determinar en cómo mediante el modelamiento y la simulación reducir la formación de colas en Pizza Palace - Lima y si estas contribuyen en la mejora de la atención a los clientes y la cual genere confianza y fidelidad y por tanto aumento en las utilidades.

1.5 Importancia y Alcances de la Investigación

2.5.1 Importancia

Es importante, en el mundo de los negocios y empresa, cuya problemática es la formación de colas, que el empresario intente tener bajo control todas aquellas consecuencias que se puedan estimar mediante la aplicación de técnicas adecuadas, no dejando nada al azar.

Las organizaciones que hacen esperar a los clientes corren el riesgo de perder negocios o por lo menos, que los clientes queden insatisfechos.

Es por ello que herramientas de modelamiento y simulación puedan simplificar la realidad y predecir consecuencias basados en diversos escenarios, las cuales nos ayuden a proponer alternativas de solución a estos problemas de colas.

2.5.2 Alcances

La investigación que estamos desarrollando se ciñe a las entrevistas y datos recolectados de los clientes de Pizza Palace, establecimiento de venta de pizzas en la ciudad de Lima, en los meses de abril - agosto del presente año.

Los datos recolectados corresponden solo a un tipo de producto que se expende en el establecimiento, la pizza, en el horario de 07:00 p.m. a 09:00 p.m.

Está claro que la economía de hoy exige que los negocios sean las más eficientes y eficaces para generar decisiones inteligentes, la manera de alcanzar estos propósitos es empleando estrategias en sus organizaciones, como el de aplicar la simulación de sistema.

1.6 Limitaciones

La primera y gran limitante encontrada en el desarrollo de la investigación, fue la poca disposición de los encuestados, puesto que algunos se sienten muy apáticos para darnos respuestas sobre el cuestionario, instrumento de recolección de datos útil para la determinación del problema y la formulación de alternativas de solución.

De la misma forma, otra limitante detectada fue el acceso a la información interna de la empresa, por la privacidad en el uso de la información y la confidencialidad con que se tratan los proyectos, así como también el recelo que tienen los propietarios de brindar información abierta.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

Como referencia se tiene los siguientes trabajos de investigación:

Internacional

- “Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramienta para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente”, trabajo realizado en Universidad Nacional de Colombia, en el año 2008, presentado por Fredy Alexander Gómez Jiménez. Este trabajo, muestra la aplicación de una herramienta de la investigación de operaciones como la Teoría de Colas, la cual busca modelar los procesos de líneas de espera, aplicado en una entidad financiera que posee problemas para la atención de sus clientes en la agencia principal, especialmente en la variable tiempo de atención al cliente. Su finalidad fue conocer inicialmente el flujo de los clientes durante los días de la semana

a diferentes horas, a través de esto se propuso un modelo de teoría de colas, que mostro un número óptimo de promotores que ofrecerían un tiempo determinado de espera de los clientes con una eficiencia aceptable para la empresa.

Nacional

- “Mejora en el nivel de atención a los clientes de una entidad bancaria usando simulación”, Tesis presentado por Luis Alfredo Manuel Clemente Moquillaza, Pontificia Universidad Católica del Perú, para optar el Título de Ingeniero Industrial. El presente trabajo trata el tema del análisis de las colas originadas en las Oficinas de una entidad bancaria producto de la configuración propia del Sistema encargado de administraras, con el fin de realizar mejoras en busca de la disminución del tiempo de espera de los clientes. Se centró el análisis en las colas generadas únicamente en las ventanillas y se diseñó un modelo que replicase la situación actual mediante simulaciones. El programa utilizado para esto fue el software ARENA 9.0.

Regional

- “Simulación para mejorar el proceso productivo de Té Verde en la Empresa Prodenpex E.I.R.L – Planta Lima”, investigación realizado en Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en el año 2015, presentado por Victor Adolfo Ferruzo Baldeón. Esta investigación está orientado a mejorar el proceso de industrialización del Té Verde, mediante la aplicación de la simulación con software Flexsim y formulación de un modelo del proceso de secado de Té Verde en la empresa Prodenpex E.I.R.L. El fin a conseguir incrementar la producción, obtener buenas utilidades, cumplimiento de tiempos y satisfacción de los clientes.

2.2 Bases Teórico - Científicos

2.2.1 Simulación de Sistemas

Simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a cabo experiencias con él, con la finalidad de aprender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias para el funcionamiento del sistema (Shannon, 1988).

Según Winston (1994) se puede definir la Simulación como la técnica que imita el funcionamiento de un sistema del mundo real cuando evoluciona en el tiempo. La simulación no es una técnica de optimización. Más bien es una técnica para estimar las medidas de desempeño del sistema modelado.

Definición propuesta por C. West Churchman es estrictamente formal:

“X simula a Y” si y solo si:

- a) X e Y son sistemas formales.
- b) Y se considera como sistema real.
- c) X se considera como una aproximación del sistema real.
- d) Las reglas de validez en x no están exentas de error.

La definición de Shubik es la definición típica entre las más populares: Simulación de un sistema (o un organismo) es la operación de un modelo (simulador), el cual es una representación del sistema. Este modelo puede sujetarse a manipulaciones que serían imposibles de realizar, demasiado costosas o imprácticas.

En tanto, Roger Schroeder planeaba: la simulación es una técnica que puede utilizarse para resolver una amplia gama de modelos. Su aplicación es tan amplia que se ha dicho: “cuando todo falle utilice simulación”. La simulación es, esencialmente, una técnica que enseña a construir el modelo

de una situación real aunada a la realización de experimentos con el modelo.

La definición que plantea Thomas Naylor (1975) es bastante adecuada: Simulación, es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital, las cuales requieren ciertos tipos de modelos lógicos y matemáticos, que describen el comportamiento de un negocio o un sistema económico (o algún componente de ellos) en periodos extensos de tiempo real.

Tipos de simulación

De acuerdo a la naturaleza del modelo empleado, la simulación puede ser por (Fishman, 1978):

- **Identidad:** Es cuando el modelo es una réplica exacta del sistema en estudio. Es la que utilizan las empresas automotrices cuando realizan ensayos de choques de automóviles utilizando unidades reales.
- **Cuasi-identidad:** Se utiliza una versión ligeramente simplificada del sistema real. Por ejemplo, los entrenamientos militares que incluyen movilización de equipos y tropas, pero no se lleva a cabo una batalla real.
- **Laboratorio:** Se utilizan modelos bajo las condiciones controladas de un laboratorio. Se pueden distinguir dos tipos de simulaciones:
 - **Juego operacional:** Personas compiten entre ellas, ellas forman parte del modelo, la otra parte consiste en computadoras, maquinaria, etc. Es el caso de una simulación de negocios donde las computadoras se limitan a recolectar la información generada por cada participante y a presentarla en forma ordenada a cada uno de ellos.

- **Hombre-Máquina:** Se estudia la relación entre las personas y la máquina. Las personas también forman parte del modelo. La computadora no se limita a recolectar información, sino que también la genera. Un ejemplo de este tipo de simulación es el simulador de vuelo.
- **Simulación por computadora:** El modelo es completamente simbólico y está implementado en un lenguaje computacional. Las personas quedan excluidas del modelo. Un ejemplo es el simulador de un sistema de redes de comunicación donde la conducta de los usuarios está modelada en forma estadística. Este tipo de simulación a su vez puede ser:
 - **Digital:** Cuando se utiliza una computadora digital.
 - **Analógica:** Cuando se utiliza una computadora analógica. En este grupo también se pueden incluir las simulaciones que utilizan modelos físicos.

Etapas de una simulación

En el desarrollo de una simulación se pueden distinguir las siguientes etapas (Banks et al., 1996):

- **Formulación del problema:** En este paso debe quedar perfectamente establecido el objeto de la simulación. El cliente y el desarrollador deben acordar lo más detalladamente posible los siguientes factores: los resultados que se esperan del simulador, el plan de experimentación, el tiempo disponible, las variables de interés, el tipo de perturbaciones a estudiar, el tratamiento estadístico de los resultados, la complejidad de la interfaz del simulador, etc. Se debe establecer si el simulador será operado por el usuario o si el usuario sólo recibirá los

resultados. Finalmente, se debe establecer si el usuario solicita un trabajo de simulación o un trabajo de optimización.

- **Definición del sistema:** El sistema a simular debe estar perfectamente definido. El cliente y el desarrollador deben acordar dónde estará la frontera del sistema a estudiar y las interacciones con el medioambiente que serán consideradas.
- **Formulación del modelo:** Esta etapa es un arte y será discutida más adelante. La misma comienza con el desarrollo de un modelo simple que captura los aspectos relevantes del sistema real. Los aspectos relevantes del sistema real dependen de la formulación del problema; para un ingeniero de seguridad los aspectos relevantes de un automóvil son diferentes de los aspectos considerados por un ingeniero mecánico para el mismo sistema. Este modelo simple se irá enriqueciendo como resultado de varias iteraciones.
- **Colección de datos:** La naturaleza y cantidad de datos necesarios están determinadas por la formulación del problema y del modelo. Los datos pueden ser provistos por registros históricos, experimentos de laboratorios o mediciones realizadas en el sistema real. Los mismos deberán ser procesados adecuadamente para darles el formato exigido por el modelo.
- **Implementación del modelo en la computadora:** El modelo es implementado utilizando algún lenguaje de computación. Existen lenguajes específicos de simulación que facilitan esta tarea; también, existen programas que ya cuentan con modelos implementados para casos especiales.

- **Verificación:** En esta etapa se comprueba que no se hayan cometido errores durante la implementación del modelo. Para ello, se utilizan las herramientas de depuración provistas por el entorno de programación.
- **Validación:** En esta etapa se comprueba la exactitud del modelo desarrollado. Esto se lleva a cabo comparando las predicciones del modelo con: mediciones realizadas en el sistema real, datos históricos o datos de sistemas similares. Como resultado de esta etapa puede surgir la necesidad de modificar el modelo o recolectar datos adicionales.
- **Diseño de experimentos:** En esta etapa se decide las características de los experimentos a realizar: el tiempo de arranque, el tiempo de simulación y el número de simulaciones. No se debe incluir aquí la elaboración del conjunto de alternativas a probar para seleccionar la mejor, la elaboración de esta lista y su manejo es tarea de la optimización y no de la simulación. Debe quedar claro cuando se formula el problema si lo que el cliente desea es un estudio de simulación o de optimización.
- **Experimentación:** En esta etapa se realizan las simulaciones de acuerdo el diseño previo. Los resultados obtenidos son debidamente recolectados y procesados.
- **Interpretación:** Se analiza la sensibilidad del modelo con respecto a los parámetros que tienen asociados la mayor incertidumbre. Si es necesario, se deberán recolectar datos adicionales para refinar la estimación de los parámetros críticos.
- **Implementación:** Conviene acompañar al cliente en la etapa de implementación para evitar el mal manejo del simulador o el mal empleo de los resultados del mismo.

- **Documentación:** Incluye la elaboración de la documentación técnica y manuales de uso. La documentación técnica debe contar con una descripción detallada del modelo y de los datos; también, se debe incluir la evolución histórica de las distintas etapas del desarrollo. Esta documentación será de utilidad para el posterior perfeccionamiento del simulador.

Thomas H. Taylor ha sugerido que un estudio de simulación es muy importante para la ingeniería de sistemas porque presenta las siguientes ventajas en el diseño de estos:

- A través de un estudio de simulación, se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema, al hacer alteraciones en el modelo del sistema y observando los efectos de esas alteraciones en el comportamiento del sistema.
- Una observación detallada del sistema que se está simulando puede conducir a un mejor entendimiento del sistema y por consiguiente a sugerir estrategias que mejoren la operación y eficiencia del sistema.
- La simulación de sistemas complejos puede ayudar a entender mejor la operación del sistema, a detectar las variables más importantes que interactúan en el sistema y a entender mejor las interrelaciones entre estas variables.
- La técnica de simulación puede ser utilizada para experimentar con nuevas situaciones, sobre las cuales tiene poca o ninguna información. A través de esta experimentación se puede anticipar mejor a posibles resultados no previstos.
- Cuando nuevos elementos son introducidos en un sistema, la simulación puede ser usada para anticipar

cuellos de botella o algún otro problema que puede surgir en el comportamiento del sistema.

- En simulación cada variable puede sostenerse constante excepto algunas cuya influencia está siendo estudiada. Como resultado el posible efecto de descontrol de las variables en el comportamiento del sistema necesita no ser tomados en cuenta. Como frecuentemente debe ser hecho cuando el experimento está desarrollado sobre un sistema real.

Modelos de Simulación de Eventos Discretos

La simulación de eventos discretos, es una herramienta de análisis que se difunde rápidamente en el ambiente empresarial, comprobando su utilidad para apoyar la toma de decisiones relacionadas con la planeación de la producción y los inventarios, y con el diseño de los sistemas de producción y sus cadenas de suministro, Guasch, Piera, y Figueras (2003).

El concepto de sistema de evento discreto tiene por finalidad identificar a sistemas en los que los eventos que cambian el estado del mismo ocurren en instantes espaciados en el tiempo, a diferencia de los sistemas cuyo estado puede cambiar continuamente en el tiempo (como la posición de un vehículo en movimiento). Aunque aparentemente simples, los sistemas de eventos discretos, pueden modelar muchos de los fenómenos que enfrentan los responsables de la administración de los procesos productivos en una empresa. Por ejemplo, los inventarios de cualquier producto sólo se alteran ante la ocurrencia de alguno de dos eventos: ingreso de un lote de abastecimiento, retiro de cierta cantidad del producto para satisfacer el pedido de un cliente, de la misma

manera como el dinero disponible en cualquier cuenta bancaria sólo puede cambiar a consecuencia de un depósito, o a consecuencia de un retiro Rico (1992)

Los primeros intentos para simular sistemas de eventos discretos, datan de la década de los años 60, donde se desarrollan las primeras simulaciones en ordenador para planear proyectos de gran envergadura, aunque a un costo alto y utilizando lenguajes de propósito general (a menudo FORTRAN). 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 70, aunque la programación en estos lenguajes se realiza todavía por medio de comandos escritos en un archivo. Lenguajes como GPSS, SIMSCRIPT, SLAM y SIMAN tienen una amplia difusión en los años 80, paralela a una gran producción científica relacionada con las posibles aplicaciones de la simulación de evento discreto, y el desarrollo de métodos para el análisis de experimentos por simulación, para generar por ordenador la ocurrencia de eventos siguiendo patrones probabilísticos, y para permitir que el motor del lenguaje pueda modelar una gama amplia de aplicaciones.

En la década de los 90, la difusión de los ordenadores personales, y la aparición de paquetes de simulación que se programan en ambientes gráficos, y con capacidades de animación, permite que la simulación se difunda ampliamente como herramienta para el diseño y análisis en diversos sectores tanto de la industria de manufacturas como de servicios (por ejemplo, telecomunicaciones, salud, transporte y cadenas de restaurantes).

Actualmente se pueden distinguir en el mercado dos tipos de paquetes para simulación de evento discreto: los de propósito

general y los orientados hacia alguna aplicación o sector industrial específico. Entre los paquetes más conocidos de propósito general, se pueden mencionar a Arena, Simul8, GPSS/H, AweSim, y MODSIM III, mientras que entre los paquetes con orientación hacia alguna aplicación se puede mencionar a AutoMod, ProModel, SIMFACTORY II.5, QUEST y Arena Packaging Edition para manufactura, COMNET III y OPNET Modeler para redes de comunicaciones, SIMPROCESS, ProcessModel, ServiceModel y Arena Business Edition para analizar flujos en procesos de negocios, y MedModel para servicios del cuidado de la salud. Los paquetes mencionados permiten la programación en un ambiente gráfico por medio de módulos, y pueden incorporar animación a sus modelos, lo que además de facilitar la programación del modelo de simulación, se constituye en una herramienta valiosa para la verificación y demostración de las capacidades del modelo.

2.2.1.1 Sistemas

Conjunto de objetos o ideas que están interrelacionados entre sí como una unidad para la consecución de un fin (Shannon, 1988). También se puede definir como la porción del Universo que será objeto de la simulación.

Clasificación de sistemas

De acuerdo a su naturaleza, un sistema puede ser (Law and Kelton, 1991):

- **Determinístico:** Si el sistema no contiene ningún elemento aleatorio es un sistema determinístico. En

este tipo de sistema, las variables de salidas e internas quedan perfectamente determinadas al especificar las variables de entrada, los parámetros y las variables de estado. Es decir, las relaciones funcionales entre las variables del sistema están perfectamente definidas. Un calentador eléctrico es un sistema determinístico.

- **Estocástico:** En este caso algún elemento del sistema tiene una conducta aleatoria. Entonces, para entradas conocidas no es posible asegurar los valores de salida. Un ejemplo de sistema estocástico es una máquina tragamonedas en la cual una misma acción (tirar la palanca) genera un resultado incierto (ganar o perder). Cuando un sistema determinístico es alimentado con entradas estocásticas, la respuesta del sistema es también estocástica. Por ejemplo, la temperatura ambiente es una variable estocástica que afecta la respuesta del calentador eléctrico.

En el mundo real, los sistemas siempre tienen elementos estocásticos ya sea por su propia naturaleza o porque son fenómenos no comprendidos actualmente; por ejemplo, a un cavernícola le podía parecer que las eclipses eran fenómenos aleatorios, hoy ellas son predichas. Sin embargo, se puede considerar a un sistema real con un sistema determinístico si su incertidumbre es menor que un valor aceptado.

- **Continuo:** Se tiene un sistema continuo cuando las relaciones funcionales entre las variables del sistema sólo permiten que el estado evolucione en el tiempo en forma continua (basta que una variable evolucione continuamente). Matemáticamente, el estado cambia en infinitos puntos de tiempo. El recipiente del calentador es un subsistema continuo porque evoluciona en forma continua durante la operación del sistema.
- **Discreto:** Se tiene un sistema discreto cuando las relaciones funcionales del sistema sólo permiten que el estado varíe en un conjunto finito (contable) de puntos temporales. Las causas instantáneas de los cambios de estados se denominan eventos. El interruptor del calentador es un subsistema discreto porque la intensidad sólo puede variar en los instantes que se abre o se cierra el interruptor. La apertura y el cierre del interruptor son eventos. Un sistema continuo puede comportarse en forma discreta si las entradas son discretas.

Los sistemas reales son combinaciones de continuos y discretos. La forma de tratarlos se adopta de acuerdo a la característica dominante.

2.2.1.2 Modelos

Se puede entender como modelo de un sistema, toda la información que se tiene de las características y los componentes de un sistema, de su estructura y comportamiento con respecto al medio que lo rodea y

que permita crear una representación mental del mismo. Cuando estos modelos mentales deben comunicarse a otras personas surge la necesidad de la representación física o abstracta de tales modelos. En resumen, un modelo es la representación simplificada de un objeto o sistema y cuando se plantean situaciones hipotéticas del funcionamiento del sistema en cualquier momento o situación se entiende como simulación del comportamiento del sistema en el modelo que lo representa.

Modelado

Modelado es el proceso de construcción de un modelo. Un modelo es una representación de un objeto, sistema, o idea. Usualmente, su propósito es ayudar explicar, entender o mejorar un sistema (Shannon, 1988). Los modelos son útiles para:

- El pensamiento: Al construir un modelo necesariamente se debe ordenar y completar el conocimiento que del sistema real se posee.
- La comunicación: Un modelo elimina la ambigüedad del lenguaje para comunicarse con expertos.
- El entrenamiento y la instrucción: Un modelo puede ser utilizado para entrenar con costo y riesgo casi nulos. Por ejemplo, los submarinos a escala utilizados por la marina alemana para entrenar en secreto antes de la segunda guerra mundial; o también, el sistema de barcos a escalas utilizados actualmente en Francia para entrenar a los capitanes de barcos petroleros.

- La predicción: Un modelo sirve para predecir la conducta del sistema real. Es el caso de los modelos utilizados para predecir, mediante simulación, la evolución del clima mundial. El modelo de la teoría de la relatividad predice, sin hacer una simulación, que no es posible superar la velocidad de la luz.
- La experimentación: La experimentación con un modelo es barata y segura. Se emplea frecuentemente en el diseño de un sistema; por ejemplo, las pruebas que se realizan en un túnel de viento con un modelo a escala de un avión o de un automóvil.

2.2.2 Formación de Colas

La formación de colas tiene su fundamento en la Teoría de Colas:

Teoría de Colas

Se entiende por *Teoría de Colas* el estudio de las líneas de espera que se producen cuando llegan clientes demandando un servicio, esperando si no se les puede atender inmediatamente y partiendo cuando ya han sido servidos. El creador de la Teoría de Colas fue el matemático danés A. K. Erlang por el año 1909. Ha tenido un fuerte auge por su utilidad en el modelado del comportamiento estocástico de gran número de fenómenos, tanto naturales como creados por el hombre. Se puede aplicar en problemas relacionados con redes de teléfonos, aeropuertos, puertos, centros de cálculo, supermercados, venta mediante máquinas, hospitales, gasolineras.

El origen de la Teoría de Colas está en el esfuerzo de Agner Krarup Erlang (Dinamarca, 1878 - 1929) en 1909 para analizar la congestión de tráfico telefónico con el objetivo de cumplir la demanda incierta de servicios en el sistema telefónico de Copenhague. Sus investigaciones acabaron en una nueva teoría llamada teoría de colas o de líneas de espera. Esta teoría es ahora una herramienta de valor en negocios debido a que muchos de sus problemas pueden caracterizarse, como problemas de congestión llegada - partida. Una Cola es una línea de espera y la teoría de colas es una colección de modelos matemáticos que describen sistemas de líneas de espera particulares o de sistemas de colas. Los modelos sirven para encontrar un buen compromiso entre costes del sistema y los tiempos promedio de la línea de espera para un sistema dado. El problema es determinar qué capacidad o tasa de servicio proporciona el balance correcto. Esto no es sencillo, ya que un cliente no llega a un horario fijo, es decir, no se sabe con exactitud en qué momento llegarán los clientes. También el tiempo de servicio no tiene un horario fijo. Los problemas de “Colas” se presentan permanentemente la vida diaria: un estudio de EE.UU. concluyó que un ciudadano medio pasa 5 años de su vida esperando en distintas Colas, y de ellos casi 6 meses parado en los semáforos. Problemas típicos de Teoría de Colas son:

Tabla 01. Teoría de colas

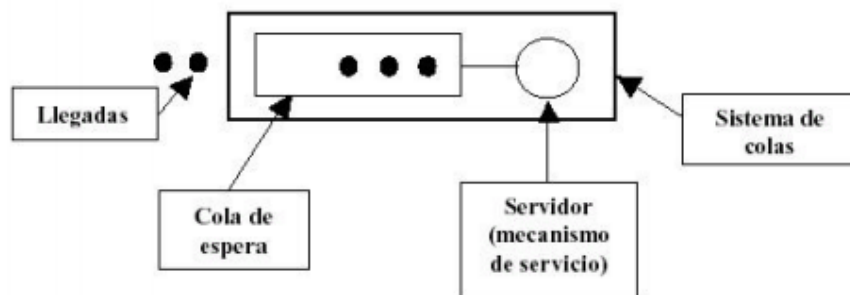
Situación	Llegadas	Cola	Mecanismo de Servicio
Aeropuerto	Pasajeros	Sala de espera	Avión
Dpto. de bomberos	Alarma de incendio	Incendios	Dpto. de Bomberos

Compañía telefónica	Números marcados	Llamadas	Conmutador
Panadería	Clientes		Vendedor
Carga de camiones	Camiones	Camiones en espera	Muelle de carga
Oficina de correos	Cartas	Buzón	Empleados de correos
Fábrica	Piezas para ensamblar	Inventario en proceso	Estación de trabajo
Hospital	Pacientes	Personas enfermas	Médicos

ción

Teoría de Colas es el estudio matemático del comportamiento de líneas de espera. Estas se presentan cuando "clientes" llegan a un "lugar" demandando un servicio a un "servidor" el cual tiene cierta capacidad de atención. Si el servidor no está disponible inmediatamente y el cliente decide esperar, entonces se forma en la línea de espera.

Figura 01. Sistema de colas



Historia

En la historia de la humanidad siempre han existido filas de todo tipo. Para entrar a un establecimiento, comprar un producto o servicio, ser servido de alguna forma; en fin, de muchas maneras vemos este fenómeno que se da en todo el mundo.

Las filas se dan cuando la demanda de un servicio es demasiado grande para la capacidad que tiene la entidad que presta el servicio. Esto es un problema muy común en la vida diaria y que se vio en la obligación de prestarle atención debido a la gran demanda que tienen los clientes y la competitividad que ha ido creciendo a través de los años. Es precisamente este problema el que da origen a la teoría de colas que se observó por ciertas personas ya hace más de 100 años. Un ejemplo es en 1909, cuando AK. Erlang publicó un trabajo acerca de la congestión en el tráfico telefónico.

Figura 02. Estructura de sistema de colas

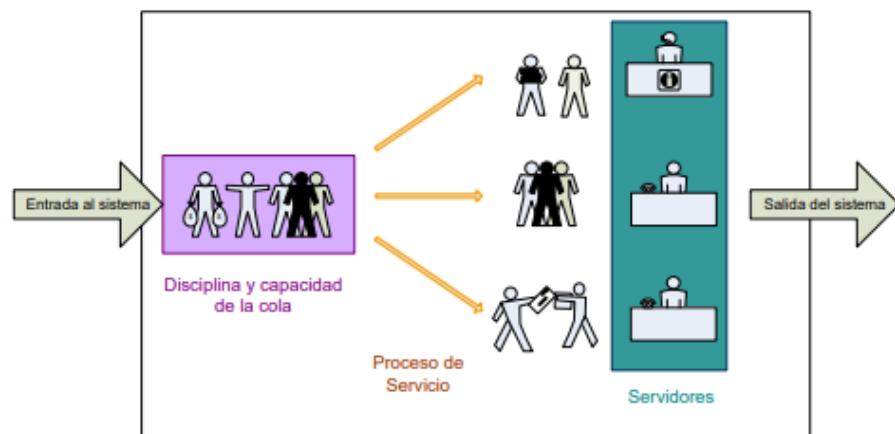
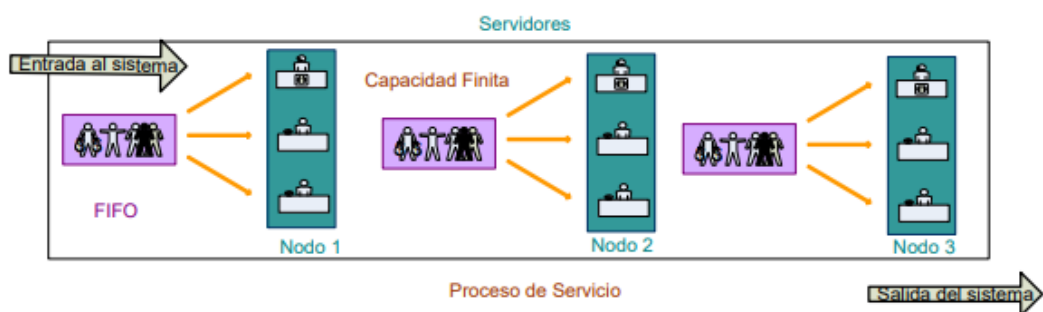


Figura 03. Estructura de la red de colas definida



Características de los sistemas de colas

Seis son las características básicas que se deben utilizar para describir adecuadamente un sistema de colas:

- Patrón de llegada de los clientes
- Patrón de servicio de los servidores
- Disciplina de cola
- Capacidad del sistema
- Número de canales de servicio
- Número de etapas de servicio

Algunos autores incluyen una séptima característica que es la población de posibles clientes.

- Patrón de llegada de los clientes

En situaciones de cola habituales, la llegada es estocástica, es decir la llegada depende de una cierta variable aleatoria, en este caso es necesario conocer la distribución probabilística entre dos llegadas de cliente sucesivas. Además, habría que tener en cuenta si los clientes llegan independiente o simultáneamente. En este segundo caso (es decir, si llegan lotes) habría que definir la distribución probabilística de éstos. También es posible que los clientes sean "impacientes". Es decir, que lleguen a la cola y si es demasiado larga se vayan, o que tras esperar mucho rato en la cola decidan abandonar. Por último, es posible que el patrón de llegada varíe con el tiempo.

- Patrones de servicio de los servidores

Los servidores pueden tener un tiempo de servicio variable, en cuyo caso hay que asociarle, para definirlo, una función de probabilidad. También pueden atender en lotes o de modo individual. El tiempo de servicio también puede variar

con el número de clientes en la cola, trabajando más rápido o más lento, y 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.

- **Disciplina de cola**

La disciplina de cola es la manera en que los clientes se ordenan en el momento de ser servidos de entre los de la cola. Cuando se piensa en colas se admite que la disciplina de cola normal es FIFO (atender primero a quien llegó primero) Sin embargo en muchas colas es habitual el uso de la disciplina LIFO (atender primero al último). También es posible encontrar reglas de secuencia con prioridades, como por ejemplo secuenciar primero las tareas con menor duración o según tipos de clientes. En cualquier caso, dos son las situaciones generales en las que trabajar. En la primera, llamada en inglés “preemptive”, si un cliente llega a la cola con una orden de prioridad superior al cliente que está siendo atendido, este se retira dando paso al más importante. Dos nuevos sub casos aparecen: el cliente retirado ha de volver a empezar, o el cliente retorna donde se había quedado. La segunda situación es la denominada “no-preemptive” donde el cliente con mayor prioridad espera a que acabe el que está siendo atendido.

- **Capacidad del sistema**

En algunos sistemas existe una limitación respecto al número de clientes que pueden esperar en la cola. A estos casos se les denomina situaciones de cola finitas. Esta

limitación puede ser considerada como una simplificación en la modelización de la impaciencia de los clientes.

- **Número de canales del servicio**

Es evidente que es preferible utilizar sistemas multiservidor con una única línea de espera para todos que con una cola por servidor. Por tanto, cuando se habla de canales de servicio paralelos, se habla generalmente de una cola que alimenta a varios servidores mientras que el caso de colas independientes se asemeja a múltiples sistemas con sólo un servidor. En la figura 1 se dibujó un sistema mono-canal, en la figura 2 se presenta dos variantes de sistema multicanal. El primero tiene una sola cola de espera, mientras que el segundo tiene una sola cola para cada canal.

Figura 04. Sistema de cola multicanal.



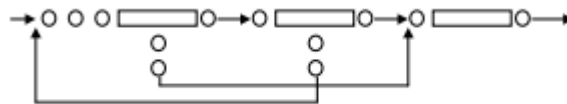
Se asume que, en cualquiera de los dos casos, los mecanismos de servicio operan de manera independiente.

- **Etapas de servicio**

Un sistema de colas puede ser unietapa o multietapa. En los sistemas multietapa el cliente puede pasar por un número de etapas mayor que uno. Una peluquería es un sistema unietapa, salvo que haya diferentes servicios (manicura, maquillaje) y cada uno de estos servicios sea desarrollado por un servidor diferente. En algunos sistemas

multietapa se puede admitir la vuelta atrás o “reciclado”, esto es habitual en sistemas productivos como controles de calidad y reprocesos. Un sistema multietapa se ilustra en la Figura 5.

Figura 05. Sistema multietapa con retroalimentación.



2.2.3 Software Promodel

ProModel es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Puedes simular bandas de transporte, grúas viajeras, ensamble, corte, talleres, logística, etc. que no requiere programación, aunque sí lo permite.

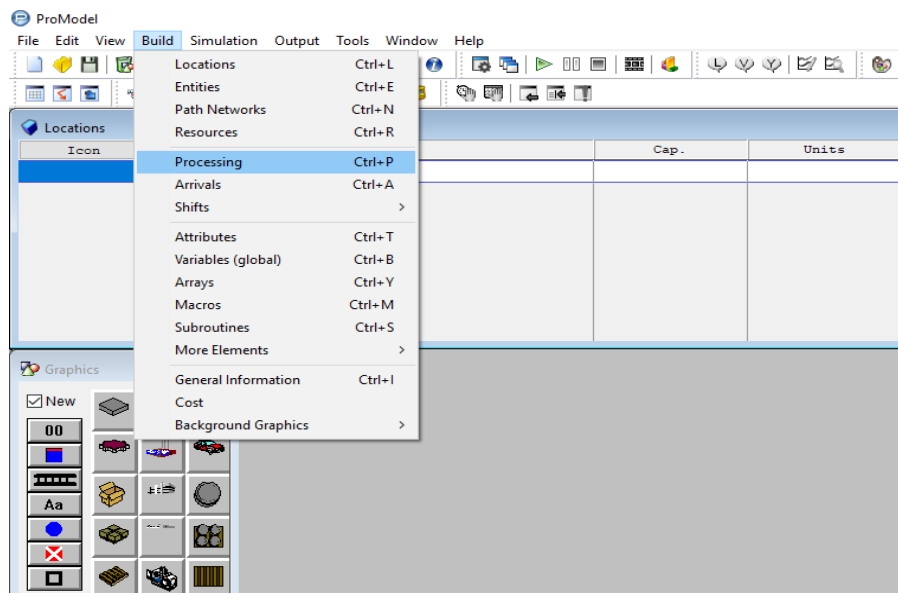
Puedes simular Justo a Tiempo, Teoría de Restricciones, Sistemas de Empujar, Jalar, Logística, etc. Prácticamente, cualquier sistema puede ser modelado.

Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo, minimizar el número de camiones sin penalizar el servicio, etc.

El módulo de optimización nos ayuda a encontrar rápidamente la solución óptima, en lugar de solamente hacer prueba y error. ProModel cuenta con 2 optimizadores disponibles y permite de esta manera explotar los modelos de forma rápida y confiable. Este software de simulación se ajusta al paradigma de Locaciones, Entidades, Procesamiento, y

Llegadas. Cualquier sistema de manufactura, Logística y servicio puede ser modelado utilizando este paradigma.

Figura 06. Interfaz de Promodel



Generalidades

Para hacer una simulación con ProModel® se deben cumplir dos eventos:

1. Los elementos que conforman el modelo han de estar correctamente definidos, porque el programa antes de hacer la simulación comprueba la corrección en la definición del modelo.
2. El modelo debe contener al menos los siguientes elementos: Locaciones, entidades, arribos y proceso.

La simulación con ProModel® es la forma como se animan las interacciones entre los elementos (locaciones, entidades, ...) y la lógica definida. En la Figura 06, se presenta un esquema de las interacciones de los elementos del software ProModel® y el modelador.

Componentes de Promodel

a) Locations

Representan lugares fijos en el sistema. Las entidades son ruteadas a estas locaciones para procesamiento, almacenamiento, cualquier actividad o toma de decisiones.

Para construir una locación en Promodel:

- Click izquierdo en el gráfico deseado de entidades en la caja de Gráficos, posteriormente click izquierdo en la ventana de Layout en donde desees que aparezca la locación.
- Escribir el nombre, unidades, capacidades, etc. puede ahora ser cambiada con sólo dar click en el cuadro apropiado.

b) Entities

Cualquier cosa que el modelo PROCESA es llamada entidad. Algunos ejemplos incluyen piezas, productos, gente y aun papel en el trabajo.

Para construir entidades:

- Click izquierdo en el gráfico deseado de entidades en la caja de Gráficos, posteriormente click izquierdo en la ventana Layout en donde desees que aparezca la locación.
- Se creará un registro automáticamente en la tabla de Edición de Entidades.

c) Processing

Describe las operaciones que toman lugar en una locación como la entidad de tiempo que una entidad está en un lugar, los recursos que se necesitan para realizar el

proceso de cualquier otra cosa que ocurra o suceda en la locación, incluyendo la elección del siguiente destino de la entidad.

Para crear el Procesamiento:

- Click izquierdo sobre el nombre de la entidad en la barra de herramientas, posteriormente click izquierdo en la locacion de inicio.
- Click izquierdo en la locacion de inicio.
- Se creará un registro automáticamente.
- Para añadir más líneas de ruteo al mismo registro, click izquierdo en el botón Añadir Rutas en el cuadro de herramientas.
- Para rutear la identidad a la salida del sistema, hacer click izquierdo en el botón Route to Exit, el cual este nos dice que ese será el final de dicho proceso.

d) Arrivals

Cada vez que una nueva entidad es introducida en el sistema se le conoce como llegada.

Para crear una llegada:

- Click izquierdo en la entidad en el cuadro de herramientas y Click izquierdo en la locación donde “llegará la entidad”.
- Click izquierdo en la entidad en el cuadro de herramientas y Click izquierdo en la locación donde “llegará la entidad”.
- Qty Each: (Cantidad por llegado) El número de entidades (en un grupo) que llegarán en el momento específico.
- First Time: (Primera Ocasión) La primera vez (en tiempo de reloj de simulación) que ocurrirá la llegada.

- Occurrences: (Ocurrencias) El número de repeticiones de esta llegada que habrá.
- Frequency: (Frecuencia) El tiempo entre las ocurrencias.

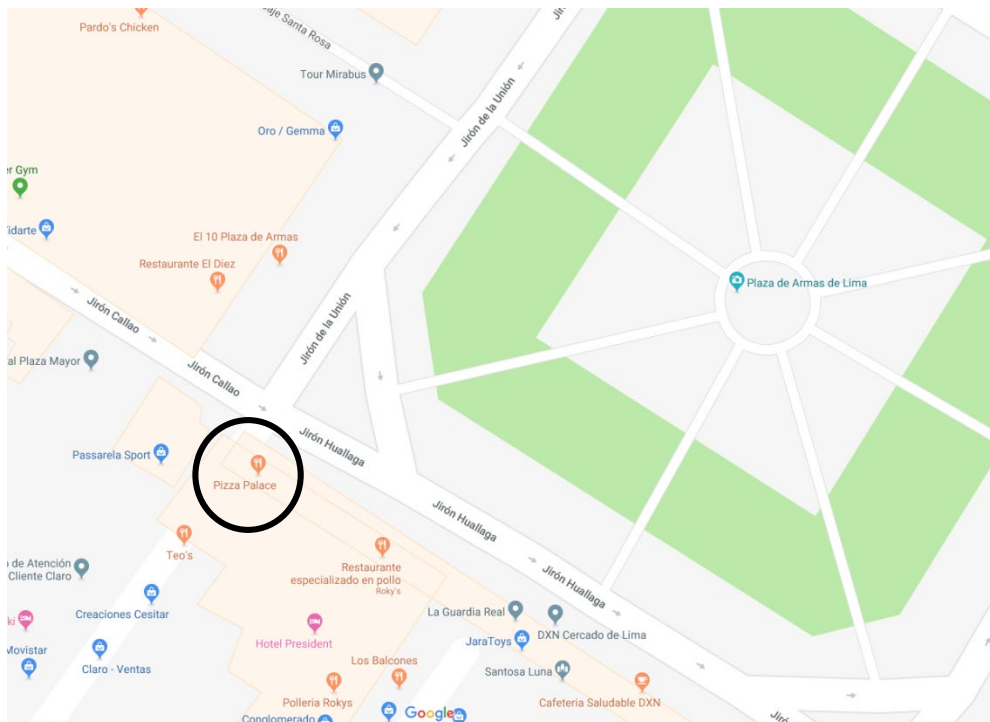
e) Variables

Para colocar una variable en el modelo como un contador, simplemente señalar el registro de la variable en la tabla de edición, y posteriormente click en el layout en donde quieres que aparezca.

2.2.4 Pizza Palace

Pizza Palace es propiedad de la empresa Societa Del Ponte S.A.C, ubicado en la Plaza de Armas de Lima, esquina Jiron De la Unión y Jiron Huallaga. Ver Figura 07.

Figura 07. Ubicación de Pizza Palace



Nació en 1994, con el fin de ofrecer un producto accesible para todos y de calidad, se desarrolló una pizza de 42cm de diámetro dividida en 12 porciones.

Se inició vendiendo la pizza en el Boulevard de Barranco, en un carrito pizzeria. Luego en varias universidades, hasta que en 1998 se inauguró el primer local en el Centro de Lima en Jr. De la Unión. En el 2003 se inauguró el local actual, ubicado en una esquina de la Plaza Mayor de Lima -Jr. de la Unión con Jr. Huallaga- y se nombró PIZZA PALACE.

Figura 08. Logo de Pizza Palace



Misión

La misión de Pizza Palace es desarrollar alimentos de calidad a bajo precio.

Visión

La visión de Pizza Palace es seguir siendo una alternativa de alimentación atractiva gracias a la calidad de sus productos y rápida atención al cliente.

Pizza Palace también cuenta con sucursales en Ica. Se espera seguir creciendo con responsabilidad.

Es importante destacar la participación en los programas de la Municipalidad de Lima como Restaurantes Saludables.

Figura 09. Local de Pizza Palace



Oportunidad de negocio

Pizza Palace también ofrece los productos terminados para que los emprendedores puedan iniciar sus propios negocios. Se comparten recetas y procesos, con lo que se incrementan las posibilidades de éxito del negocio.

Figura 10. Equipamiento de Pizza Palace



Productos

- a) PIZZA: Es una masa gruesa con borde de mantequilla de ajo, salsa de tomate (receta propia de Pizza Palace), mozzarella, jamón y salame de calidad (marca Cerdeña).

Figura 11. La deliciosa pizza



- b) HELADOS: Con leche de la Universidad Agraria, frutas frescas e insumos naturales se producen los helados artesanales de Pizza Palace.

Sabores: Chocochip, lúcuma, chocolate, coco, pecana, fresa, maracuyá, limón, vainilla, café, mango y limón sour.

Figura 12. Helado de sabores



- c) HOT DOG: Pan producido en la panadería de Pizza Palace, salchichas vienesas marca Cerdeña y papas al hilo.

Figura 13. Hot Dog Palace



2.3 Definición de Términos

1. **Arribos.**- Es el número de clientes que llegan a las instalaciones de servicio.
2. **Atributo.**- Características de una entidad.
3. **Beneficios.**- Término utilizado para designar la ganancia que se obtiene de un proceso o actividad económica.
4. **Clientes.**- Es todo individuo de la población potencial que solicita servicio como por ejemplo una lista de trabajo esperando para imprimirse.
5. **Comportamiento.**- Conducta o manera de proceder que tienen las personas u organismos, en relación con su entorno.
6. **Comunicación.**- Actividad consciente de intercambiar información entre dos o más participantes.
7. **Entidad.**- Representación de los flujos de entrada a un sistema.
8. **Estado.**- Determinado por el conjunto de variables o parámetros necesarios utilizados para describir el sistema en cualquier instante temporal, en relación con los objetivos del estudio.
9. **Evento.**- Suceso instantáneo que puede cambiar el estado del sistema.

10. **Localizaciones.**-Todos aquellos lugares en los que la pieza puede detenerse para ser transformada o esperar a serlo.
11. **Modelo.**- Es una representación simplificada de un sistema, construido con el propósito de estudiarlo, donde son considerados los aspectos que afectan al problema de estudio y debe ser lo suficientemente detallado para obtener conclusiones que apliquen al sistema real.
12. **Recursos.**- Dispositivos necesarios para llevar a cabo una operación.
13. **Reloj de la simulación.**- Contador de tiempo de la simulación. Mediante este se establece el tiempo que debe durar una simulación.
14. **Simulación.**- Es un acto que consiste en imitar o fingir que se está realizando una acción cuando en realidad no se está llevando a cabo.
15. **Sistema.**- Colección de entes que actúan o interactúan para la consecución de un determinado fin. Dados los objetivos del estudio del sistema, generalmente se condiciona el conjunto total de entidades a ser evaluadas.
16. **Tiempo de Atención.**- Término usado para designar al tiempo que permanece una entidad al ser atendido.
17. **Variables.**- Condiciones cuyos valores se crean modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

“Mediante la aplicación de la simulación de sistemas con software Promodel se reduce la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018”.

2.4.2 Hipótesis Específicos

- “Mediante la construcción de un modelo se representa la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018”.
- “Mediante la simulación de escenarios se obtiene información relevante de la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018”.

2.5 Identificación de Variables

2.5.1 Variable Independiente

Simulación de sistemas.

2.5.2 Variable Dependiente

Formación de colas.

CAPITULO III METODOLOGIA

3.1 Tipo de Investigación

La investigación será de tipo descriptiva y correlacional.

Descriptiva, es de tipo descriptiva porque se describirán los hechos tal como se observan en la realidad.

Correlacional, es de tipo correlacional porque estudia las relaciones entre variables dependientes e independientes, ósea estudia la correlacional entre variables.

3.2 Diseño de Investigación

El tipo de diseño es: No Experimental de corte Transversal, porque la investigación se realiza en un solo tiempo sin manipular deliberadamente las variables y observando el fenómeno tal como se da en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

La población sujeta de estudio de la investigación está constituida por todos los clientes de Pizza Palace – Lima 2018.

3.3.2 Muestra

La muestra será No Probabilística, Intencionada en base a una opinión particular y constituida por 100 clientes Pizza Palace – Lima 2018.

3.4 Métodos de la Investigación

El método a utilizar es el Analítico – Sintético, que consiste en la descomposición de un todo en sus elementos para estudiarlas en forma individual, por separado, y posteriormente integrarlas y formular una solución global.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1 Técnicas

- a. Entrevistas.
- b. Análisis de Documentos.
- c. Observación.

3.5.2 Instrumentos

- a. Cuestionarios.
- b. Documentos Bibliográficos.
- c. Ficha de Observación

3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de datos se considera los siguientes procesos: clasificación, registro, tabulación y análisis mediante tablas de frecuencias. (Utilización del software SPSS).

3.7 Tratamiento Estadístico de Datos

En el tratamiento estadístico se usó el reporte estadístico generado por el software ProModel, el cual permitió facilitar la interpretación de los resultados obtenidos de la investigación.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA SIMULACION DE SISTEMAS

4.1 Proceso de Atención

La atención de los clientes se realiza todos los días de lunes a domingo de 9:00 a.m. a 11:00 p.m.

Para nuestra investigación se considera datos que corresponden a ocho días de fin de semana (jueves, viernes, sábado y domingo) entre las 7:00 p.m. y 9:00 p.m., considerada las más críticas por la mayor afluencia de clientes.

Descripción del Proceso de Atención

a) Población

La población está formada por todos aquellos clientes quienes acuden al establecimiento para adquirir las pizzas.

El tamaño de la población es infinito y se desconoce la demanda de clientes. Ver Figura 14.

Figura 14. Población infinita de Pizza Palace



b) Llegada de los clientes

Los clientes provienen de una población infinita arriban al establecimiento en cualquier momento y se desconoce los tiempos entre arribo. Ver Figura 15.

Figura 15. Llegada o arribo de clientes.



c) Formación de Colas

Los clientes que arriban al establecimiento se dirigen directamente a Caja para hacer efectiva el pago de las pizzas o en todo caso forman colas de espera si en caso ésta se encuentra ocupado; posteriormente se dirigen a la sección de despacho para poder adquirir las pizzas o de igual manera forman colas en caso ésta se encuentra ocupado. Ver Figura 16 y 17..

Figura 16. Colas de clientes en Caja.



Figura 17. Colas de clientes en Despacho.



d) Atención en despacho

Los clientes son atendidos por un Cajero y posteriormente por un Pizzero de acuerdo a una política que define quien será atendido a continuación. Ver Figura 18.

Figura 18. Sección de Despacho.



La política empleada comúnmente es FIFO (First In First Out): basada en el orden de llegada, indica que se debe atender primero al cliente que haya entrado antes al sistema.

Los tiempos de atención a clientes son variantes de acuerdo a la experiencia y cantidades de pizzas adquiridas.

4.2 Análisis de Datos

La obtención de los datos, necesarios para la construcción del modelo, se realizó por observación y medición un día de fin semana de 7:00p.m. a 9:00p.m. por considerar un horario crítico donde se observan largas colas al exterior del establecimiento.

Se consideraron: Tiempo entre Llegadas de los clientes al establecimiento (Tiempo de acuerdo al horario de llegada), Tiempo

de Atención en Caja (Tiempo que demora atender un Cajero) y el Tiempo de Atención en Despacho (Tiempo que demora un Pizzero en realizar el despacho de las pizzas).

Para determinar la distribución de probabilidad correspondiente, se cargaron los datos de tiempos en una herramienta del Promodel llamado Stat Fit. Este programa ayuda en la determinación de la mejor distribución de probabilidad a emplearse para cada caso, obteniendo de esta forma los parámetros para realizar la simulación de los modelos.

Características de Stat Fit

Una de las actividades más importantes para que un estudio de simulación sea exitoso es que cada fuente de un sistema aleatorio sea representada mediante distribuciones de probabilidad adecuadas.

Con la ayuda de Stat Fit se puede realizar un completo análisis de los datos de entrada, el software identifica la mejor de todas las distribuciones de probabilidad candidatas, y también indica si la distribución ajustada es lo suficientemente buena para ser utilizada en el modelo de simulación.

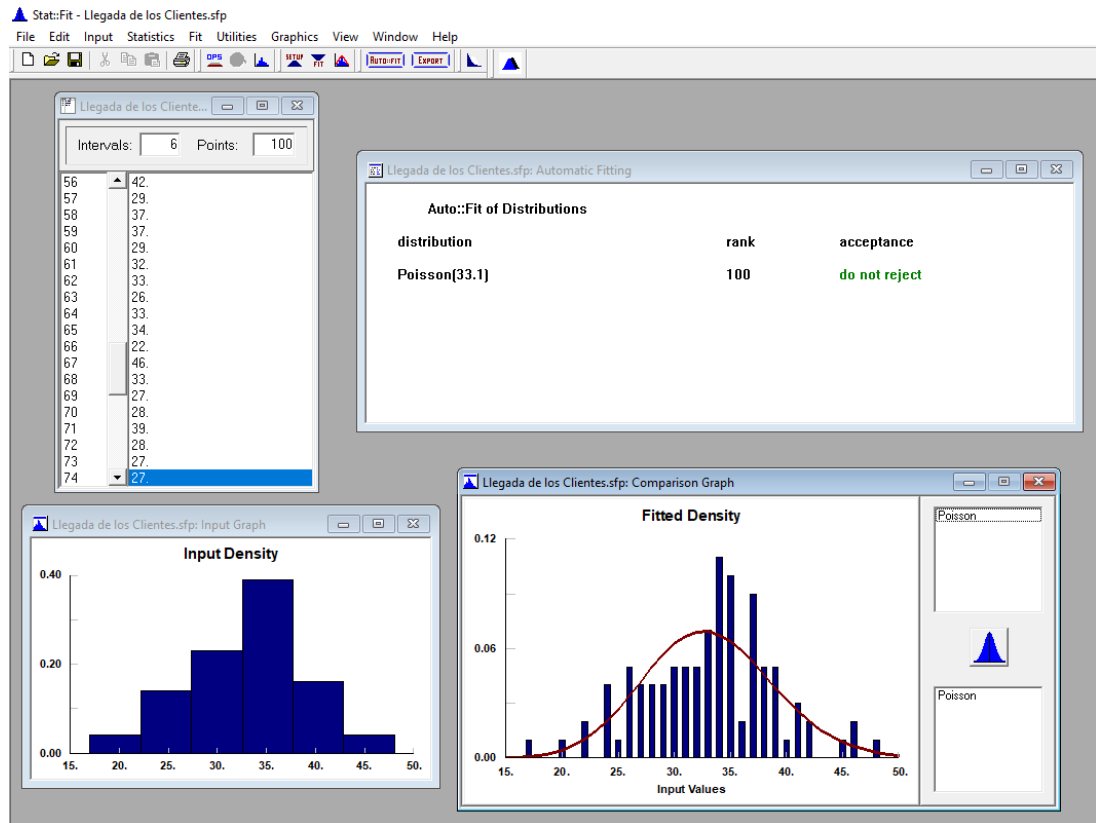
A continuación, se muestra las tablas y distribuciones de probabilidad generadas por Stat Fit, según cada caso:

a) Llegada de los clientes

La recolección de datos con respecto a la llegada de clientes se efectúa de forma general, tomando en consideración el Tiempo entre Llegadas de cada uno de los Clientes y estas medidas en unidades de Segundos.

Registrados los Tiempos entre Llegadas de 100 Clientes, software Stat Fit genera la distribución. Ver Figura 19.

Figura 19. Distribución de Probabilidad propuesta para Llegada de los clientes.



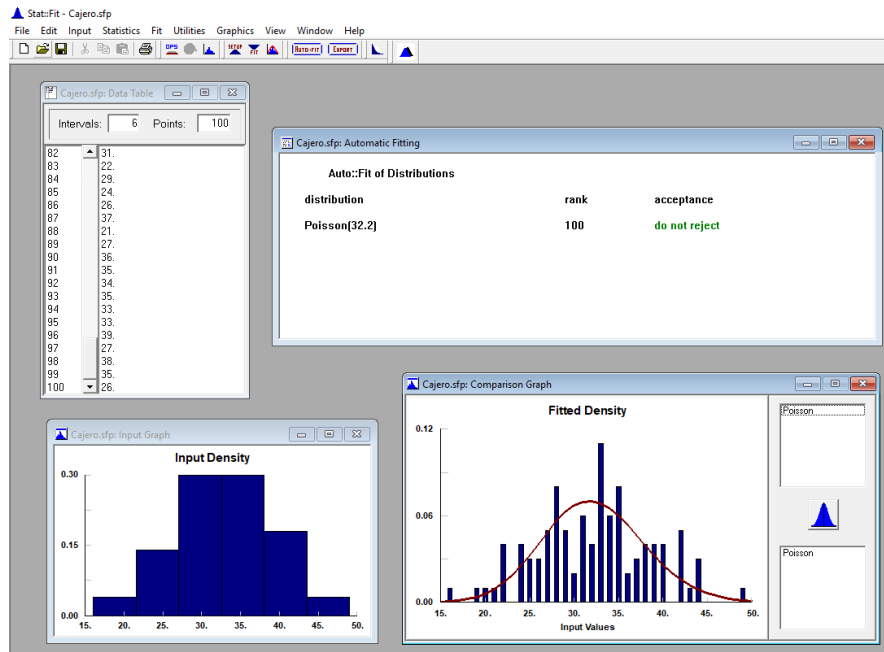
b) Tiempo de atención

Corresponde a la recolección del tiempo de atención empleada en Caja y en Despacho, que como se observa depende de la experiencia y cantidades adquiridas.

Caja

Según los Tiempos de Atención recolectados para Caja, el software Stat Fit genera la distribución. Ver Figura 20.

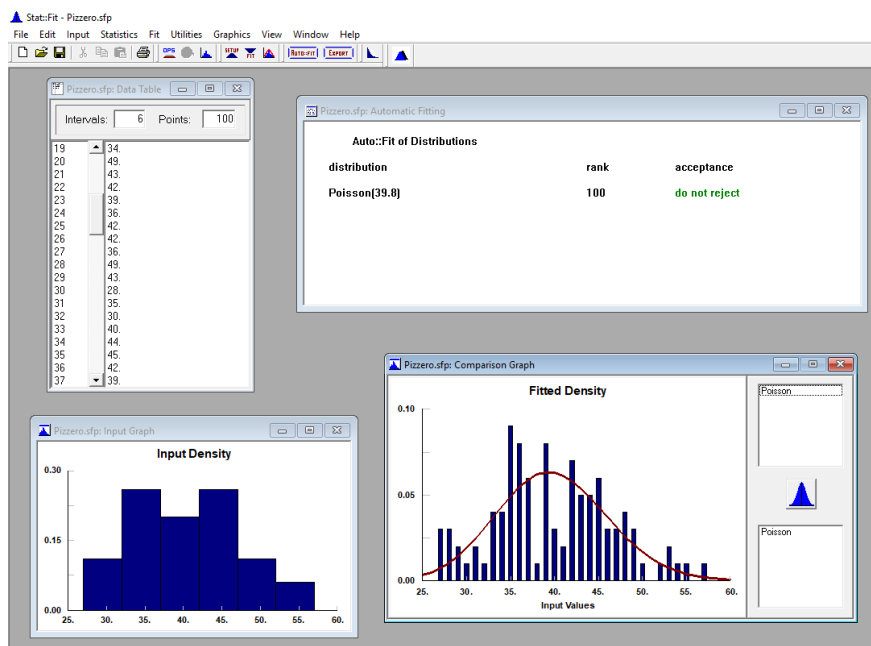
Figura 20. Distribución de Probabilidad propuesta para Caja.



Despacho

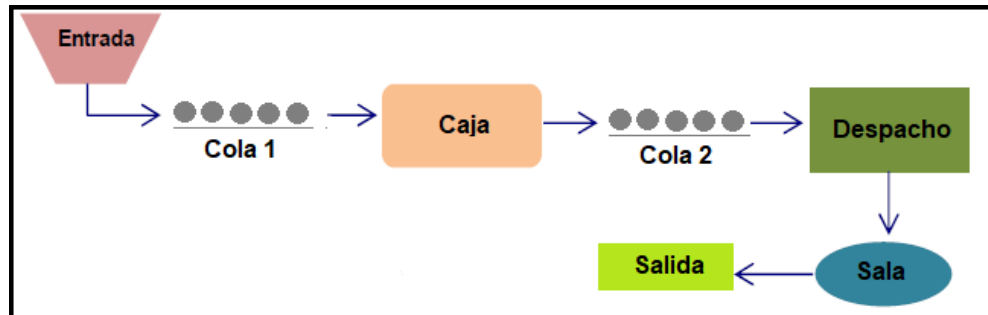
Datos recolectados de los Tiempos de Atención en Despacho, el software Stat Fit genera la distribución. Ver Figura 21.

Figura 21. Distribución de Probabilidad propuesta para Despacho.



4.3 Construcción del Modelo

Figura 22. Diagrama de flujo para el Modelo.



El presente diagrama (Figura 22), es la base sobre la cual se construyó el modelo de simulación, desarrollado en el software Promodel.

Se implemento dos escenarios, una que considera el Modelo Actual y otro un Modelo Propuesto.

Modelo Actual

Modelo que representa la situación actual, tal como viene funcionando actualmente el establecimiento de Pizza Palace. Ver figura 23.

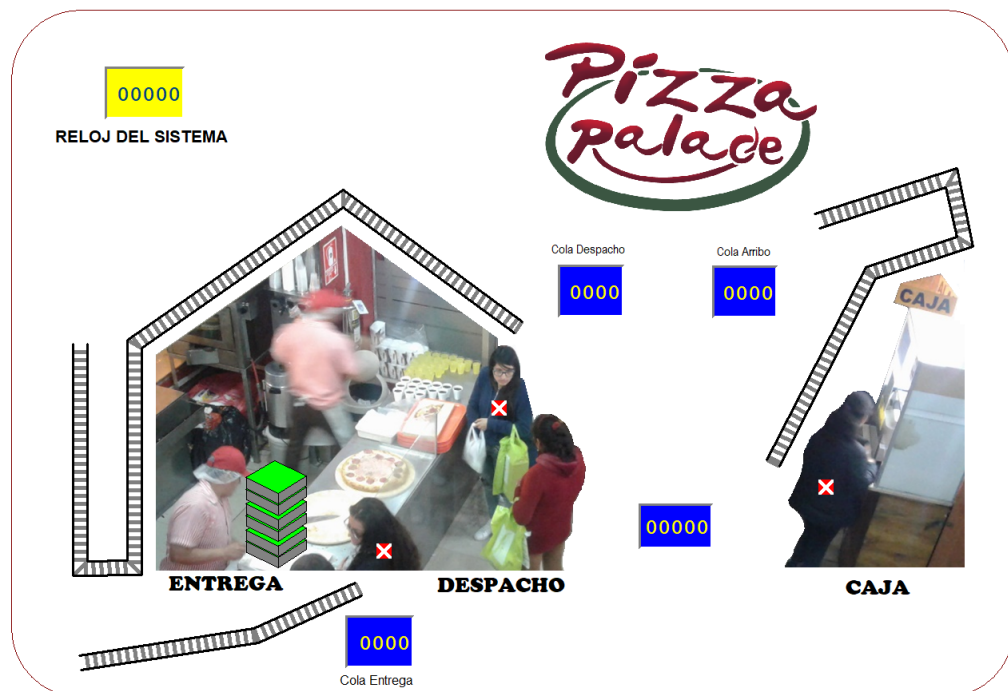
Figura 23. Modelo actual de Pizza Palace.



Modelo Propuesto

Se constituye en la alternativa de solución de la presente investigación, y donde se logra reducir la formación de colas en Pizza Palace. Ver Figura 24.

Figura 24. Modelo propuesto de Pizza Palace.



Componentes del modelo

a) Locations

Nuestro modelo cuenta con cuatro locaciones, de las cuales dos de ellas dedicada a la atención de los clientes como son Caja y Despacho y las otras dos Cola_Arriba y Cola_Despacho que representan las líneas de espera para acceder a la atención en una de las dos locaciones anteriormente mencionadas. Ver Figura 25.

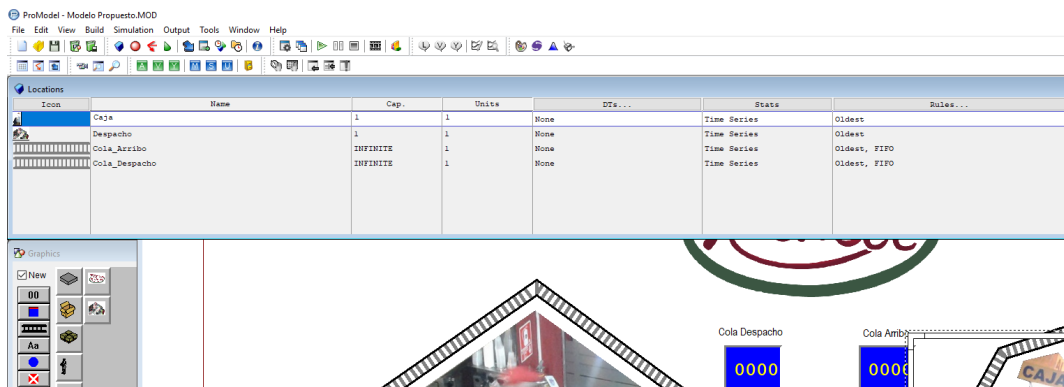
- Caja, lugar donde se realizan los pagos por la compra del producto.

- Despacho, en esta locación se concreta la entrega del producto al cliente.
- Cola_Arribo, área determinada para albergar a los clientes que esperan efectivizar los pagos por la compra del producto.
- Cola_Despacho, lugar donde se espera la entrega del producto y que depende de la cantidad de clientes que efectuaron el pago correspondiente.

Adicionalmente en nuestro modelo propuesto adicionamos dos locaciones Entrega y Cola_Entrega.ojo

- Entrega, en esta locación se realiza la entrega de los pedidos realizados por internet.
- Cola_Entrega, espacio exclusivo para clientes que realizaron su pedido a través de internet.

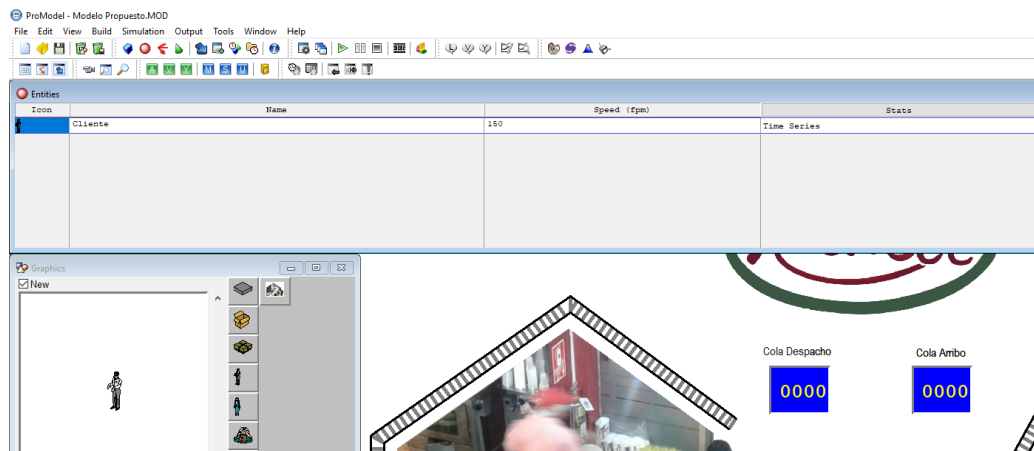
Figura 25. Determinación de locaciones.



b) Entities

Representada por los clientes que acuden a las instalaciones de Pizza Palace para servirse de la comida rápida (pizza), que es especialidad del establecimiento. Ver Figura 26.

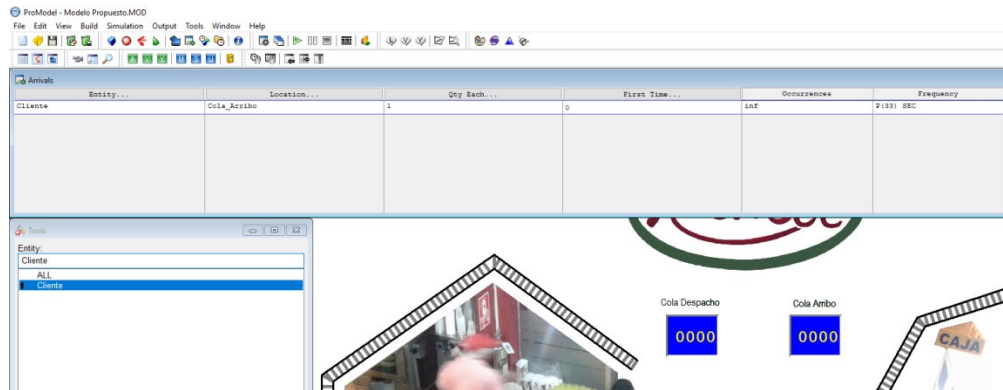
Figura 26. Determinación de entidades.



c) Arrivals

Se define el arribo de los clientes al establecimiento, considerando la distribución de probabilidad generada por la herramienta Stat Fit, realizado en la fase de análisis de datos. Ver Figura 27.

Figura 27. Determinación de llegadas de clientes.

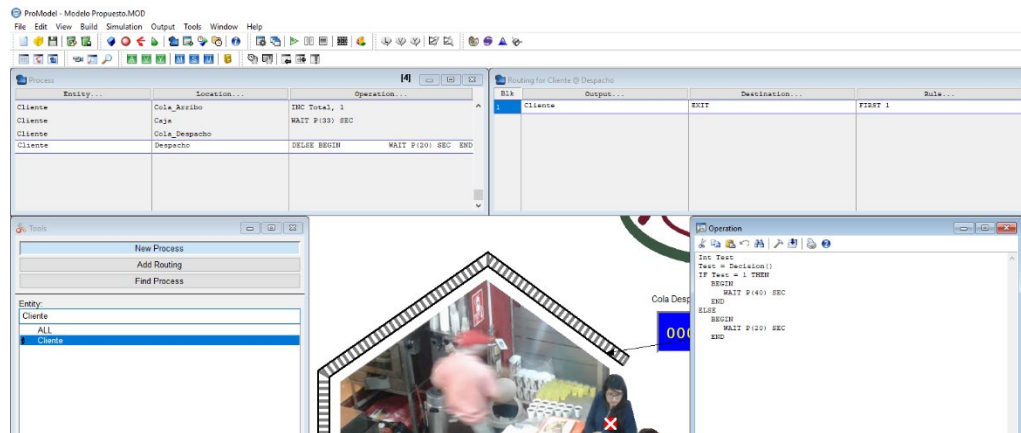


d) Processing

Aquí se especifica la lógica de procesamiento, desde el arribo del cliente al establecimiento y su posterior enrutamiento a cada una de las locaciones definidas inicialmente. En esta fase se establecen todas las reglas, de acuerdo a las relaciones establecidas entre las locaciones y considerando los tiempos de

procesamiento o atención según las distribuciones de probabilidad generadas en la fase de análisis de datos, mediante herramienta Sta Fit. Ver Figura 28.

Figura 28. Determinación de los procesos.



4.4 Simulación de Escenarios

La simulación se realizó tomando en consideración un tiempo de 2 horas, desde las 7:00 p.m. hasta 9:00 p.m., por considerar este intervalo crítica en el estudio. En nuestro modelo este tiempo es controlado en segundos por el Reloj del Sistema. Ver Figura 29.

Figura 29. Simulación del sistema de Pizza Palace.



Los resultados generados producto de la simulación se pueden mostrar basado en las estadísticas de la Teoría de Colas. Ver Figura 30.

Figura 30. Resultados de la simulación.

prueba 2.rdb - Output Viewer 3DR
 File View Tools Window Help
 Views: <undefined view>

General Report (Normal Run - All Reps)
 General Locations Location States Multi Location States Single Failed Arrivals Entity Activity Entity States Variables

Prueba 2.mod (Normal Run - All Reps)

Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Llegada	1	2.00	999999.00	217.00	2.86	5.17	9.00	8.00	27.84
Llegada	2	2.00	999999.00	220.00	3.34	6.12	9.00	9.00	32.93
Llegada	3	2.00	999999.00	223.00	4.81	8.95	16.00	15.00	48.16
Caja	1	2.00	1.00	208.00	0.55	0.95	1.00	0.00	94.51
Caja	2	2.00	1.00	211.00	0.54	0.96	1.00	1.00	95.58
Caja	3	2.00	1.00	208.00	0.55	0.95	1.00	1.00	95.48
Cola Pizza	1	2.00	999999.00	207.00	11.06	19.08	32.00	31.00	36.64
Cola Pizza	2	2.00	999999.00	210.00	8.24	14.43	24.00	23.00	27.70
Cola Pizza	3	2.00	999999.00	207.00	10.72	18.49	32.00	31.00	35.50
Entrega	1	2.00	1.00	176.00	0.62	0.91	1.00	1.00	91.01
Entrega	2	2.00	1.00	187.00	0.58	0.90	1.00	1.00	90.43
Entrega	3	2.00	1.00	176.00	0.62	0.91	1.00	1.00	91.16

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Tratamiento Estadístico e Interpretación de Cuadros

A fin de analizar todos los datos obtenidos en la encuesta de los 100 clientes que acuden a Pizza Palace, una vez desarrollado el cuestionario y realizado la respectiva encuesta a los clientes que visitan el establecimiento de Pizza Palace se analizaron los datos recolectados a través del software SPSS y la ayuda de tablas y gráficos.

1. ¿Con qué frecuencia viene a comer pizza al establecimiento?
 - a) Semanal
 - b) Quincenal
 - c) Mensual

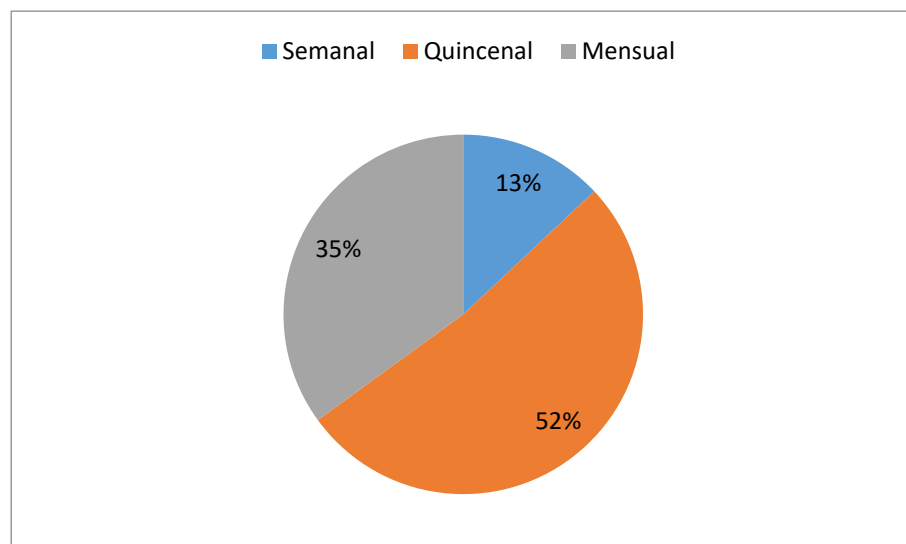
Tabla 02. Frecuencia de comer pizza

¿Con qué frecuencia viene a comer pizza al establecimiento?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Semanal	13	13,0	13,0	13,0
	Quincenal	52	52,0	52,0	65,0
	Mensual	35	35,0	35,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Fuente: SPSS

Figura 31. Frecuencia de comer pizza.



a) Análisis

Tomando en cuenta el porcentaje del Gráfico N° 5.4 ¿Con qué frecuencia viene a comer pizza al establecimiento?, el 52% de los encuestados responden que quincenalmente comen pizza en el establecimiento, 35% de los encuestados responden semanal, 13% responden mensual.

a) Interpretación

Un alto porcentaje de los encuestados responden que acuden a comer pizza quincenalmente al establecimiento.

2. ¿Ud. está de acuerdo con el servicio que le brinda Pizza Palace?

- a) Si
- b) No

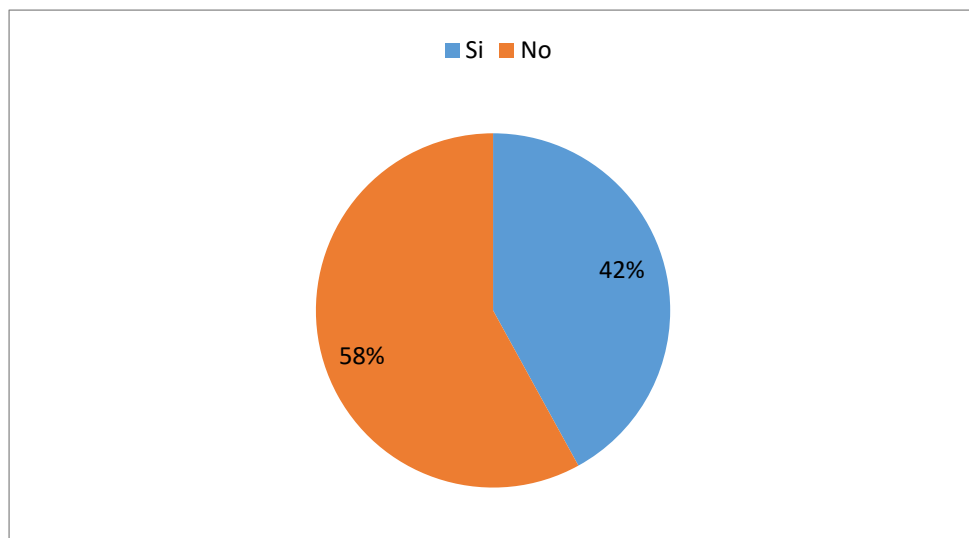
Tabla 03. Conformidad de servicio.

¿Ud. está de acuerdo con el servicio que le brinda Pizza Palace?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Si	42	42,0	42,0	42,0
	No	58	58,0	58,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Fuente: SPSS

Figura 32. Conformidad de servicio.



a) Análisis

En referencia al Gráfico N° 5.5 ¿Ud. está de acuerdo con el servicio que le brinda Pizza Palace?, el 58% de los encuestados responden que no están de acuerdo con el servicio que brinda Pizza Palace y el 42% están de acuerdo.

b) Interpretación

Un mayor porcentaje de los encuestados no están de acuerdo con el servicio que brinda Pizza Palace.

3. ¿Cómo es la atención en Pizza Palace?

- a) Lento
- b) Regular
- c) Rápido

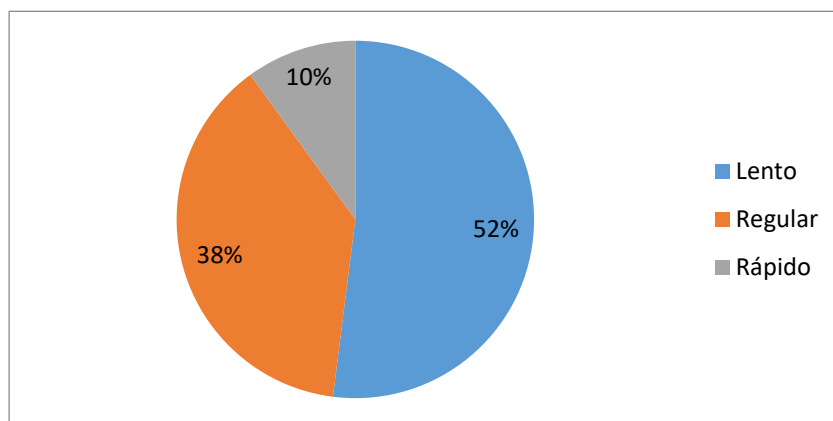
Tabla 04. Forma de atención.

¿Cómo es la atención en Pizza Palace?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Lento	52	52,0	52,0	52,0
	Regular	38	38,0	38,0	90,0
	Rápido	10	10,0	10,0	100,0
	Total	100	100,0	100,0	

Fuente: SPSS

Figura 33. Forma de atención



a) Análisis

Tomando en cuenta el porcentaje del Gráfico N° 5.6 ¿Cómo es la atención en Pizza Palace?, el 52% de los encuestados

responden que la atención en Pizza Palace es lenta, 38% de los encuestados responden que la atención es regular y un 10% responden que es rápida.

b) Interpretación

Un mayor porcentaje de los encuestados mencionan que la atención es lenta.

4. ¿Cómo accede a la atención para que le entreguen las pizzas?

a) Instante

b) Cola

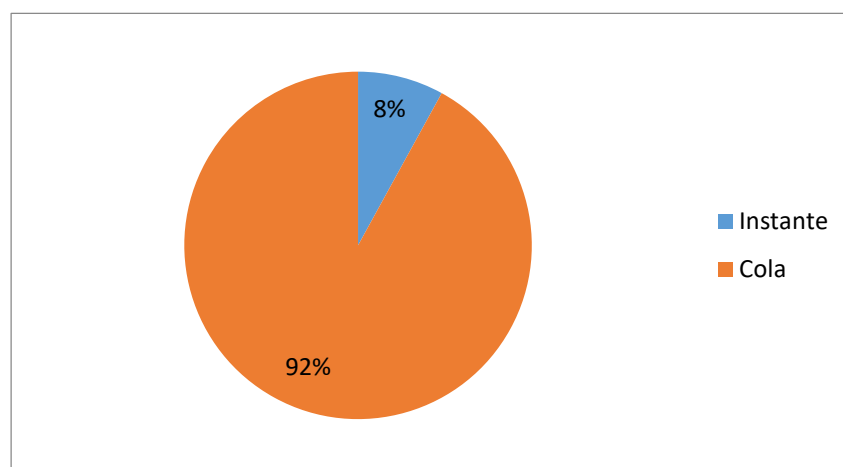
Tabla 05. Forma de acceso a la atención

¿Cómo accede a la atención para que le entreguen las pizzas?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Instante	8	8.0	8.0	8.0
	Cola	92	92.0	92.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

Fuente: SPSS

Figura 34. Forma de acceso a la atención



a) Análisis

En referencia al Gráfico N° 5.7 ¿Cómo accede a la atención para que le entreguen las pizzas?, el 92% de los encuestados responden que tienen que hacer cola y un 8% que son atendidos al instante.

b) Interpretación

Alto porcentaje de los encuestados realizan cola para que le entreguen las pizzas.

5. ¿Cada vez que Ud. viene hay cola?

- a) Siempre
- b) Muy a menudo
- c) A veces

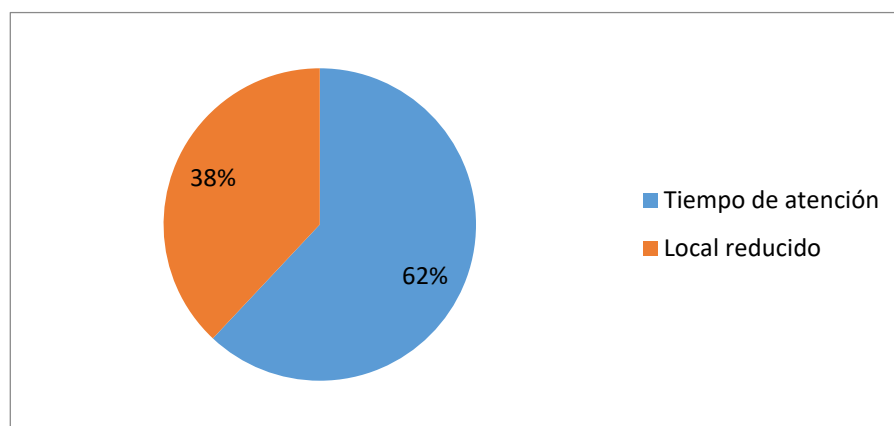
Tabla 06. Frecuencia de cola

¿Cada vez que Ud. viene hay cola?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Siempre	72	72.0	72.0	72.0
	Muy a menudo	23	23.0	23.0	95.0
	A veces	5	5.0	5.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

Fuente: SPSS

Figura 35. Frecuencia de cola.



a) Análisis

Tomando en cuenta el porcentaje del Gráfico N° 5.8 ¿Cada vez que Ud. viene hay cola?, el 72% de los encuestados responden que siempre hay cola, 23% de los encuestados responden que muy a menudo hay cola y un 5% responden que a veces hay cola.

b) Interpretación

Alto porcentaje de los encuestados mencionan que siempre hay cola cada vez que visitan Pizza Palace.

6. ¿Cree Ud. que la cola es un problema?

- a) Si
- b) No

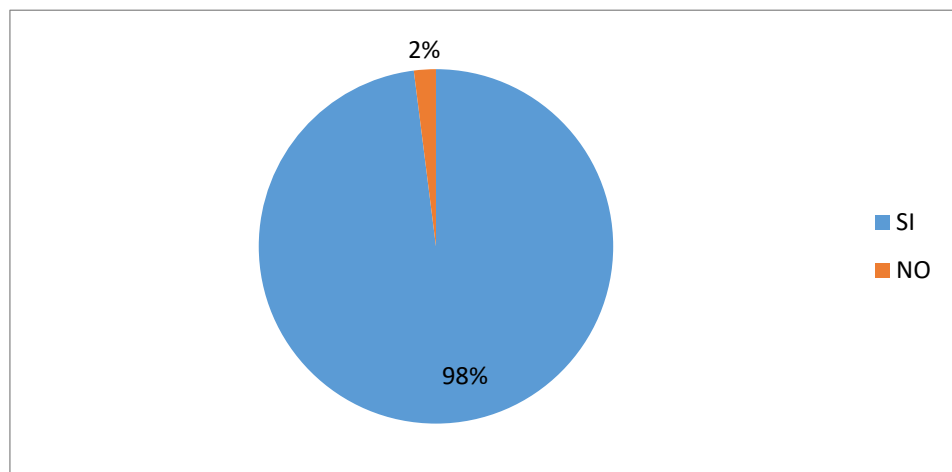
Tabla 07. Cola como problema

¿Cree Ud. que la cola es un problema?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	98	98.0	98.0	98.0
	NO	2	2.0	2.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

Fuente: SPSS

Figura 36. Cola como problema



a) Análisis

En referencia al Gráfico N° 5.9 ¿Cree Ud. que la cola es un problema?, el 98% de los encuestados responden que la cola es un problema y un 2% que no.

b) Interpretación

Un alto porcentaje de los encuestados creen que la cola es un problema.

7. ¿Por qué cree que hay cola?

a) Tiempo de atención

b) Local reducido

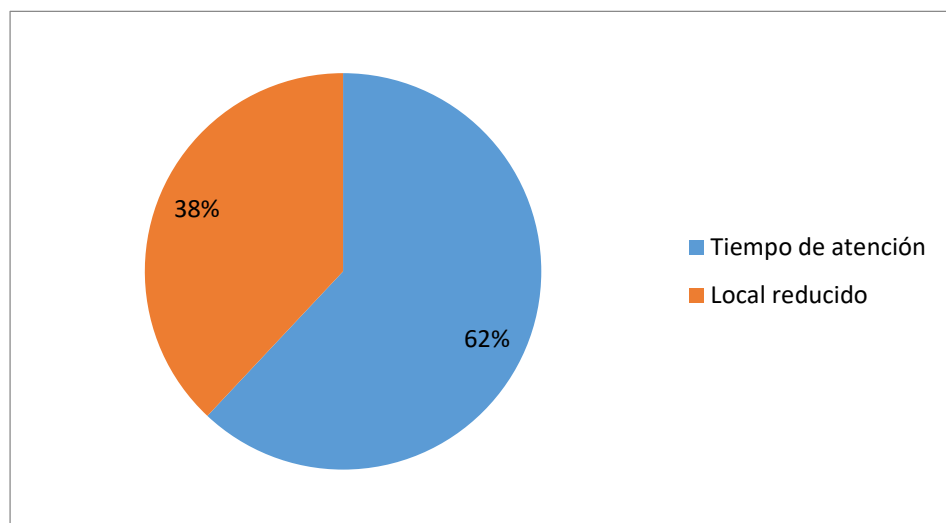
Tabla 08. Motivo de cola

¿Por qué cree que hay cola?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Tiempo de atención	62	62.0	62.0	62.0
	Local reducido	38	38.0	38.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

Fuente: SPSS

Figura 37. Motivo de cola.



a) Análisis

En referencia al Gráfico N° 5.10 ¿Por qué cree que hay cola?, el 62% de los encuestados creen que la cola se debe al tiempo de atención y un 38% por contar con local reducido.

b) Interpretación

Un alto porcentaje de los encuestados creen que la cola se debe al tiempo de atención.

8. ¿Ud. gustaría la pizza para llevar o comer en el establecimiento?

a) Llevar

b) Establecimiento

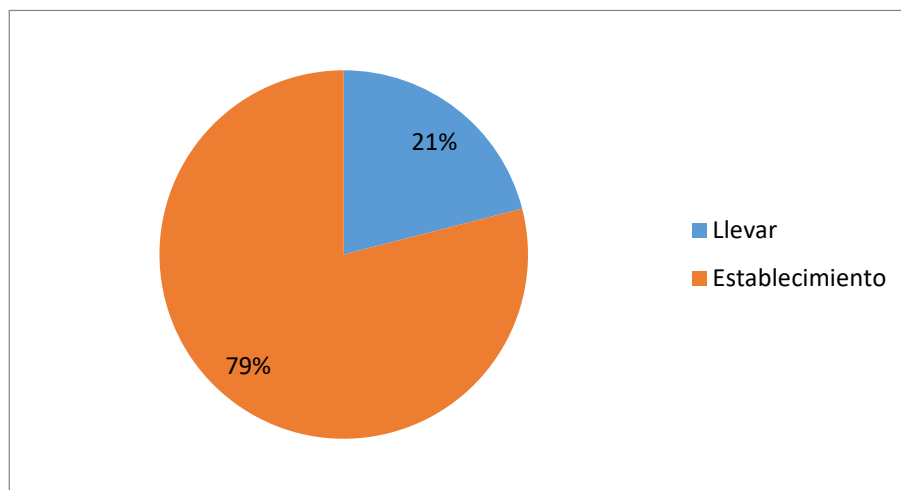
Tabla 09. Modo de adquisición de las pizzas.

¿Ud. gustaría la pizza para llevar o comer en el establecimiento?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Llevar	21	21.0	21.0	21.0
	Establecimiento	79	79.0	79.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

Fuente: SPSS

Figura 38. Modo de adquisición de las pizzas.



a) Análisis

En referencia al Gráfico N° 5.11 ¿Ud. gustaría la pizza para llevar o comer en el establecimiento?, el 79% de los encuestados responden que les gustaría comer las pizzas en el establecimiento y un 21% para llevar.

b) Interpretación

Un alto porcentaje de los encuestados gustaría comer las pizzas en el establecimiento.

9. ¿Cómo le gustaría que le sirvan la pizza?

- a) Papel
- b) Envase
- c) Platos

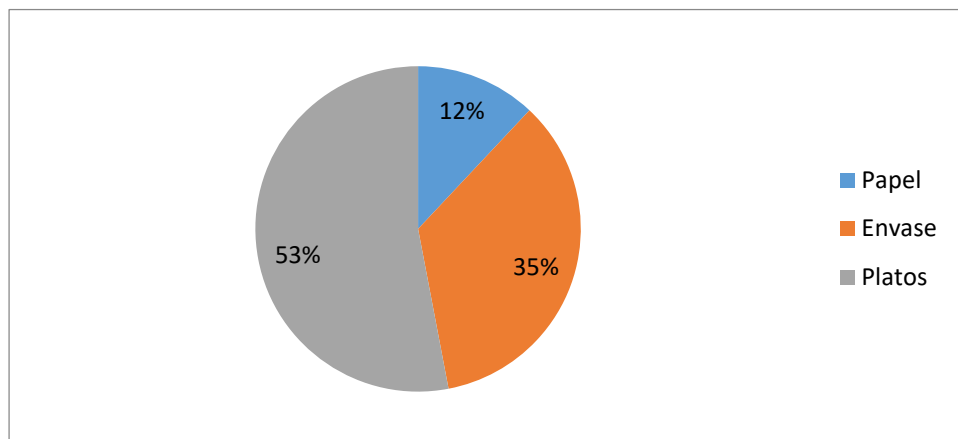
Tabla 10. Forma de servir las pizzas.

¿Cómo le gustaría que le sirvan la pizza?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Papel	12	12.0	12.0	12.0
	Envase	35	35.0	35.0	47.0
	Platos	53	53.0	53.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

Fuente: SPSS

Figura 39. Forma de servir las pizzas



a) Análisis

Tomando en cuenta el porcentaje del Gráfico N° 5.12 ¿Cómo le gustaría que le sirvan la pizza?, el 53% de los encuestados responden que les gustaría que le sirvan la pizza en platos, 35% de los encuestados responden que le gustaría en envases y un 12% responden en papel.

c) Interpretación

Un mayor porcentaje de los encuestados mencionan que les gustaría que le sirvan la pizza en platos.

10. ¿Gustaría realizar pedidos por internet y evitar esperar?

- a) Si
- b) No

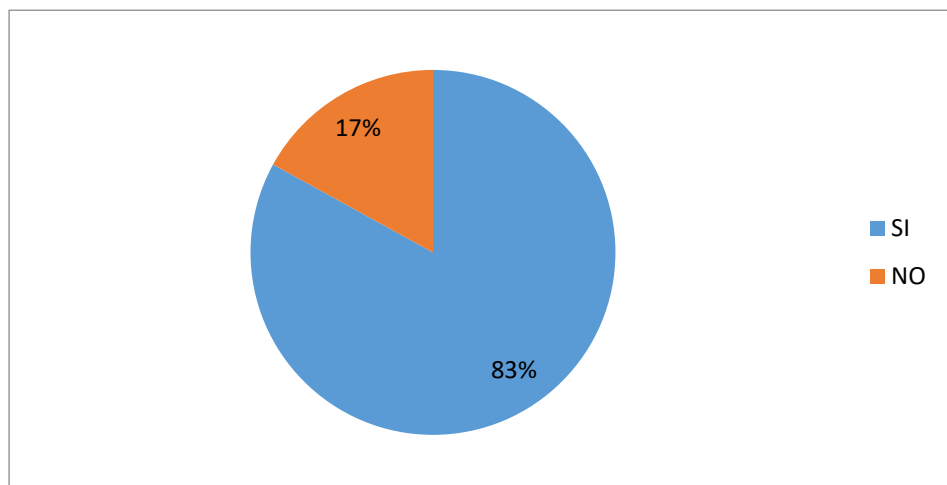
Tabla 11. Gusto de pedidos por internet

¿Gustaría realizar pedidos por internet y evitar esperar?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	83	83.0	83.0	83.0
	NO	17	17.0	17.0	100.0
	Total	100	100.0	100.0	

Fuente: SPSS

Figura 40. Gusto de pedidos por internet



a) Análisis

En referencia al Gráfico N° 5.13 ¿Gustaría realizar pedidos por internet y evitar esperar?, el 83% de los encuestados responden que les gustaría realizar pedidos por internet y evitar esperar y un 17% no gustaría realizar esos pedidos.

b) Interpretación

Alto porcentaje de los encuestados gustaría realizar pedidos por internet y evitar esperar.

5.2 Presentación de Resultados

Realizado el análisis y la interpretación de la información recolectada, se realiza la presentación de resultados basado en la simulación de dos escenarios: Modelo Actual y Modelo Propuesto.

Modelo Actual

El modelo actual considera un escenario en base a la encuesta realizada a los clientes que manifiestan su malestar por el servicio que brinda Pizza Palace, y forman colas con tiempos de espera prolongados debido a la atención lenta. Los siguientes resultados fueron: Ver Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la simulación del modelo actual (Réplicas).

General Report (Normal Run - All Reps)									
Modelo Actual.MDD (Normal Run - All Reps)									
Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Caja	1	2.00	1.00	204.00	0.56	0.96	1.00	1.00	95.73
Caja	2	2.00	1.00	208.00	0.55	0.95	1.00	1.00	94.85
Caja	3	2.00	1.00	208.00	0.55	0.95	1.00	1.00	95.06
Despacho	1	2.00	1.00	165.00	0.67	0.93	1.00	1.00	92.75
Despacho	2	2.00	1.00	169.00	0.66	0.93	1.00	1.00	92.75
Despacho	3	2.00	1.00	169.00	0.66	0.93	1.00	1.00	92.82
Cola Aribo	1	2.00	999999.00	218.00	3.14	5.71	15.00	14.00	33.39
Cola Aribo	2	2.00	999999.00	224.00	3.01	5.61	16.00	16.00	32.78
Cola Aribo	3	2.00	999999.00	220.00	2.76	5.05	13.00	12.00	29.54
Cola Despacho	1	2.00	999999.00	203.00	14.97	25.32	38.00	38.00	65.61
Cola Despacho	2	2.00	999999.00	207.00	14.30	24.67	38.00	38.00	63.94
Cola Despacho	3	2.00	999999.00	207.00	13.91	24.00	38.00	38.00	62.21

Tabla 13. Resultados promedio de la simulación del modelo actual.

General Report (Normal Run - Avg. Repts)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables		
Modelo Actual.MOD (Normal Run - Avg. Repts)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Caja	2.00	1.00	206.67	0.55	0.95	1.00	1.00	95.22	
Despacho	2.00	1.00	167.67	0.66	0.93	1.00	1.00	92.78	
Cola Arribo	2.00	999999.00	220.67	2.97	5.46	14.67	14.00	31.90	
Cola Despacho	2.00	999999.00	205.67	14.39	24.66	38.00	38.00	63.92	

En este reporte se puede visualizar que el tiempo promedio de espera en Cola_Arribo es de 2.97 minutos y el tiempo promedio de espera en Cola_Despacho es de 14.39 minutos. Asimismo, se observa que hubieron 5.46 clientes promedio en Cola_Arribo y 24.66 clientes promedio en Cola_Despacho. Ver Tabla 13.

Modelo Propuesto

Visto el modelo actual y un alto porcentaje de clientes que gustarían realizar pedidos por internet y evitar esperar, considerando un 20% aprox. de clientes que gustaría la pizza para llevar, se construyó un escenario como el modelo propuesto con la implementación de una locación adicional llamada Entrega a ocuparse netamente de estos tipos de pedidos. Ver Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de la simulación del modelo propuesto (Réplicas).

General Report (Normal Run - All Repts)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables		
Modelo Propuesto.MOD (Normal Run - All Repts)									
Name	Replication	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Caja	1	2.00	1.00	211.00	0.54	0.95	1.00	1.00	95.16
Caja	2	2.00	1.00	215.00	0.52	0.94	1.00	1.00	93.87
Caja	3	2.00	1.00	213.00	0.54	0.95	1.00	1.00	95.48
Despacho	1	2.00	1.00	167.00	0.66	0.91	1.00	1.00	91.46
Despacho	2	2.00	1.00	163.00	0.64	0.87	1.00	1.00	87.07
Despacho	3	2.00	1.00	159.00	0.64	0.85	1.00	1.00	85.10
Entrega	1	2.00	1.00	35.00	0.17	0.05	1.00	0.00	4.96
Entrega	2	2.00	1.00	43.00	0.16	0.06	1.00	0.00	5.85
Entrega	3	2.00	1.00	48.00	0.16	0.06	1.00	0.00	6.38
Cola Arribo	1	2.00	999999.00	215.00	2.20	3.94	7.00	4.00	24.86
Cola Arribo	2	2.00	999999.00	217.00	2.11	3.81	7.00	2.00	24.05
Cola Arribo	3	2.00	999999.00	217.00	2.46	4.45	7.00	4.00	28.07
Cola Despacho	1	2.00	999999.00	175.00	4.08	5.95	11.00	8.00	20.01
Cola Despacho	2	2.00	999999.00	171.00	3.42	4.88	8.00	8.00	16.40
Cola Despacho	3	2.00	999999.00	164.00	4.19	5.72	11.00	5.00	19.24
Cola Entrega	1	2.00	999999.00	35.00	0.77	0.22	2.00	0.00	2.52
Cola Entrega	2	2.00	999999.00	43.00	0.77	0.27	2.00	0.00	3.10
Cola Entrega	3	2.00	999999.00	48.00	0.77	0.31	2.00	0.00	3.46

Tabla 15. Resultados promedio de la simulación del modelo propuesto.

General Report (Normal Run - Avg. Repts)									
General	Locations	Location States Multi	Location States Single	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables		
Modelo Propuesto.MOD (Normal Run - Avg. Repts)									
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization	
Caja	2.00	1.00	213.00	0.53	0.95	1.00	1.00	94.84	
Despacho	2.00	1.00	163.00	0.65	0.88	1.00	1.00	87.88	
Entrega	2.00	1.00	42.00	0.16	0.06	1.00	0.00	5.73	
Cola Arribo	2.00	999999.00	216.33	2.26	4.07	7.00	3.33	25.66	
Cola Despacho	2.00	999999.00	170.00	3.90	5.51	10.00	7.00	18.55	
Cola Entrega	2.00	999999.00	42.00	0.77	0.27	2.00	0.00	3.03	

En este reporte se puede visualizar que el tiempo promedio de espera en Cola_Arribo es de 2.26 minutos, el tiempo promedio de espera en Cola_Despacho es de 3.90 minutos y el tiempo promedio de espera en Cola_Entrega es de 0.77 minutos. Asimismo, se observa que hubieron 4.07 clientes promedio en Cola_Arribo, 5.51 clientes promedio en Cola_Despacho y 0.27 clientes promedio en Cola_Despacho. Ver Tabla 15.

5.3 Prueba de Hipótesis

En este caso no usamos la estadística para contrastar la hipótesis, partimos del uso del software Promodel que se ocupó de la simulación del sistema y se logró obtener información fundamental: En el modelo propuesto, se puede observar que el tiempo de espera de los clientes se han reducido significativamente: 0.71 minutos en Cola_Arribo y 10.49 minutos en Cola_Despacho, sin embargo se consideró 0.77 minutos en Cola_Entrega la cual no representa amenaza alguna para nuestra propuesta; por lo que podemos mencionar que no se puede rechazar que mediante la aplicación de la simulación de sistemas con software Promodel se reduce la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018.

5.4 Discusión de Resultados

Como se observa en los resultados de la simulación, teniendo en cuenta los escenarios simulados: Modelo Actual y Modelo Propuesto, notamos que la reducción de la formación de colas en Pizza Palace se ha de solucionar siempre en cuando se tomen medidas correctivas y el establecimiento considere adicionar un Personal para la atención de pedidos que gustarían la pizza para llevar y previamente realizaron la compra en Caja, aunque esto signifique una inversión adicional.

Por otra parte, mejorar el servicio con propuestas que satisfagan las expectativas de los clientes como el uso de envases biodegradables para entregar las pizzas en cuestión de segundos como opción de aquellos que opten por comer dentro del establecimiento; asimismo, la implementación de la atención online a través de la internet, poseer un portal web y aprovechar las bondades de las redes sociales.

CONCLUSIONES

Al término del presente estudio, se puede citar los siguientes:

- La simulación de sistemas ayuda a experimentar con modelos complejos y proponer alternativas de mejoras sin interactuar directamente con el sistema real.
- El empleo de software Promodel que integra el analizador de datos Stat Fit ayudaron a concretar el proyecto y cumplir con los objetivos propuestos.
- En el modelo de Pizza Palace observamos que mientras más empleados tenga el establecimiento mejor servicio a de brindar a los clientes, solución que requiere de una inversión adicional.
- Los proyectos de simulación han de conducir a solucionar diversos problemas, mientras los modelos construidos se asimilen al sistema real, la cual requiere de información abierta y apta para su uso.

RECOMENDACIONES

- Continuar con el proyecto considerando estudios continuos orientados a dar solución a este problema social de formación de colas.
- Dedicar tiempo en la exploración del software Promodel, cuyo empleo orienta a construir modelos más complejos.
- Contratar personal entrenado, para atención en Despacho y Entrega, que considere la reducción del tiempo de atención a los clientes.
- El problema de formación de colas requiere de mayor investigación y de información abierta y apta para su uso en la construcción de modelos que se asimilen al sistema real y ayuden a solucionar el problema.

BIBLIOGRAFIA

1. **BANKS, JERRY**, 2001, *“Discrete – Event System Simulation”*, (3 ed.). New Jersey, Prentice – Hall, 594p.
2. **BANKS J., CARSON J.S., NELSON B.L.**, 1996, *“Discrete Event System Simulation”*, Second Edition, Prentice - Hall, New Jersey.
3. **BOCQUET, S.**, 2005, *“Queueing Theory with Reneging Defence Systems Analysis Division”*, (DSTO-TR-1772).
4. **CÓRDOVA, MANUEL**, 2006, *“Estadística aplicada”*. Lima, Moshera, 525p.
5. **DALEY, D.J. & SERVI, L.D.**, 1997, *“Estimating customer loss rates from transactional data. Statistics Research Report”*, (SRR 12-97).
6. **DALEY, D.J. & SERVI, L.D.**, 1998, *“Moment estimation of customer loss rates form transactional data. Journal of Applied Mathematics and Stochastic Analysis”*, 11(3): 301-310.
7. **DELGADO, KAREM**, 2007, *“Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de atención a pacientes de emergencia adultos de un hospital público utilizando simulación discreta. Tesis (Ingeniero Industrial)”*. Lima, Perú, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 60p.
8. **FISHMAN G.S.**, 1978, *“Conceptos y métodos en la simulación digital de eventos discretos”*, Limusa, México.
9. **FITZSIMMONS, JAMES & FITZSIMMONS, MONA**, 2004, *“Service management: operations, strategy and information technology”*, (4 ed.). Boston, Mc Graw-Hill, 587p.
10. **KELTON, W. DAVID, SADOWSKI RANDALL P. & STURROCK, DAVID**, 2004, *“Simulation with Arena”*. Boston, Mc Graw-Hill Higher Education, 667p.
11. **LAW A.M., KELTON W.D.**, 1991, *“Simulation Modeling & Analysis”*, Second Edition, McGraw-Hill, New York.

12. **MANUEL, I. J.**, 2008, "*Investigación de operaciones*", México. D.F: trillas, primera edición.
13. **OGUNNAIKE B.A., HARMON RAY W.**, 1994, "*Process Dynamics, Modeling and Control*", Oxford, New York.
14. **SHANNON R.E.**, 1988, "*Simulación de sistemas, diseño, desarrollo e implementación*", Trillas, México.
15. **THIERAUF, R. J.**, 2004, "*Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones*". México D.F: Limusa SA de CV ISBN 9681805.

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Teoría de colas	21
Tabla 02. Frecuencia de comer pizza	55
Tabla 03. Conformidad de servicio	56
Tabla 04. Forma de atención	57
Tabla 05. Forma de acceso a la atención	58
Tabla 06. Frecuencia de cola	59
Tabla 07. Cola como problema	60
Tabla 08. Motivo de cola	61
Tabla 09. Modo de adquisición de las pizzas	62
Tabla 10. Forma de servir las pizzas	63
Tabla 11. Gusto de pedidos por internet	64
Tabla 12. Resultados de la simulación del modelo actual (Réplicas)	65
Tabla 13. Resultados promedio de la simulación del modelo actual	66
Tabla 14. Resultados de la simulación del modelo propuesto (Réplicas)	66
Tabla 15. Resultados promedio de la simulación del modelo propuesto	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Sistema de colas	22
Figura 02. Estructura de sistema de colas	23
Figura 03. Estructura de la red de colas definida	23
Figura 04. Sistema de cola multicanal	26
Figura 05. Sistema multietapa con retroalimentación	27
Figura 06. Interfaz de Promodel	28
Figura 07. Ubicación de Pizza Palace	31
Figura 08. Logo de Pizza Palace	32
Figura 09. Local de Pizza Palace	33
Figura 10. Equipamiento de Pizza Palace	33
Figura 11. La deliciosa pizza	34
Figura 12. Helado de sabores	34
Figura 13. Hot Dog Palace	35
Figura 14. Población infinita de Pizza Palace	42
Figura 15. Llegada o arribo de clientes	42
Figura 16. Colas de clientes en Caja	43
Figura 17. Colas de clientes en Despacho	43
Figura 18. Sección de Despacho	44
Figura 19. Distribución de Probabilidad propuesta para Llegada de los clientes	46
Figura 20. Distribución de Probabilidad propuesta para Caja	47
Figura 21. Distribución de Probabilidad propuesta para Despacho	47
Figura 22. Diagrama de flujo para el Modelo	48
Figura 23. Modelo actual de Pizza Palace	49
Figura 24. Modelo propuesto de Pizza Palace	49
Figura 25. Determinación de locaciones	50
Figura 26. Determinación de entidades	51
Figura 27. Determinación de llegadas de clientes	51
Figura 28. Determinación de los procesos	52

Figura 29. Simulación del sistema de Pizza Palace	52
Figura 30. Resultados de la simulación	53
Figura 31. Frecuencia de comer pizza	55
Figura 32. Conformidad de servicio	56
Figura 33. Forma de atención	57
Figura 34. Forma de acceso a la atención	58
Figura 35. Frecuencia de cola	59
Figura 36. Cola como problema	60
Figura 37. Motivo de cola	61
Figura 38. Modo de adquisición de las pizzas	62
Figura 39. Forma de servir las pizzas	63
Figura 40. Gusto de pedidos por internet	64

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“APLICACIÓN DE LA SIMULACION DE SISTEMAS PARA REDUCIR LA FORMACION DE COLAS EN PIZZA PALACE, LIMA – 2018”

<p>Problema Principal. ¿Cómo reducir la formación de colas, mediante la aplicación de la simulación de sistemas en Pizza Palace, Lima – 2018?</p> <p>Problemas Específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo representar la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018? • ¿Cómo obtener información relevante de la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018? 	<p>Objetivo General. Analizar la reducción de la formación de colas, mediante la aplicación de la simulación de sistemas en Pizza Palace, Lima - 2018.</p> <p>Objetivos Específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analizar la forma de representar la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018. • Buscar la forma de obtener información relevante de la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018. 	<p>Hipótesis General. “Mediante la aplicación de la simulación de sistemas con software Promodel se reduce la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018”.</p> <p>Hipótesis Específicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Mediante la construcción de un modelo se representa la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018”. • “Mediante la simulación de escenarios se obtiene información relevante de la formación de colas en Pizza Palace, Lima - 2018”. 	<p>Variables</p> <p>Independiente X: Simulación de sistemas.</p> <p>Dependiente Y: Formación de colas.</p>	<p>Metodología</p> <p>Tipo de Investigación Descriptiva – Correlacional.</p> <p>Diseño de la Investigación No Experimental. Corte Transversal</p> <p>Población y Muestra La población estará constituida por los clientes de Pizza Palace.</p> <p>La muestra será de 100 clientes, siendo esta No Probabilística e Intencionada.</p> <p>Método de la Investigación Analítico - Sintético.</p>
---	--	---	---	--

ENCUESTA A LOS CLIENTES DE PIZZA PALACE - LIMA

TÍTULO DE LA TESIS: “Aplicación de la simulación de sistemas para reducir la formación de colas en Pizza Palace, Lima – 2018.”

TESISTA : Bach. John Eduard REYNOSO BERNACHEA

FECHA : 17 – 21 de julio del 2018.

Muestra : 100 Clientes.

1. ¿Con qué frecuencia viene a comer pizza al establecimiento?
 - a) Semanal
 - b) Quincenal
 - c) Mensual

2. ¿Ud. está de acuerdo con el servicio que le brinda Pizza Palace?
 - a) Si
 - b) No

3. ¿Cómo es la atención en Pizza Palace?
 - a) Lento
 - b) Regular
 - c) Rápido

4. ¿Cómo accede a la atención para que le entreguen las pizzas?
 - a) Instante
 - b) Cola

5. ¿Cada vez que Ud. viene hay cola?
 - a) Siempre
 - b) Muy a menudo
 - c) A veces

6. ¿Cree Ud. que la cola es un problema?

- a) Si
- b) No

7. ¿Por qué cree que hay cola?

- a) Tiempo de atención
- b) Local reducido

8. ¿Ud. gustaría la pizza para llevar o comer en el establecimiento?

- a) Llevar
- b) Establecimiento

9. ¿Cómo le gustaría que le sirvan la pizza?

- a) Papel
- b) Envase
- c) Platos

10. ¿Gustaría realizar pedidos por internet y evitar esperar?

- a) Si
- b) No

RECOLECCION DE DATOS

ORD.	TIEMPO PROMEDIO ENTRE LLEGADAS	TIEMPO PROMEDIO EN CAJA	TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION
1	22	31	35
2	26	34	36
3	41	37	45
4	29	43	44
5	24	34	31
6	36	33	41
7	35	40	38
8	38	33	40
9	38	28	37
10	46	27	45
11	48	28	39
12	39	27	48
13	35	39	35
14	28	29	39
15	35	31	44
16	26	40	47
17	26	22	52
18	34	19	42
19	33	33	34
20	35	30	49
21	41	44	43
22	35	26	42
23	35	38	39
24	30	22	36
25	38	39	42
26	32	28	42
27	26	34	36
28	32	40	49
29	33	31	43
30	33	28	28
31	25	42	35
32	37	38	30
33	45	35	40
34	35	29	44
35	37	35	45

36	30	34	42
37	31	32	39
38	27	28	45
39	34	33	47
40	31	31	35
41	34	28	48
42	34	39	27
43	40	25	33
44	31	33	34
45	35	44	41
46	29	30	34
47	24	42	44
48	34	28	53
49	30	42	35
50	38	20	54
51	30	38	40
52	35	35	49
53	37	31	55
54	34	35	43
55	42	29	57
56	29	33	33
57	37	32	27
58	37	24	39
59	29	42	29
60	32	24	39
61	33	25	46
62	26	24	27
63	33	42	35
64	34	40	48
65	22	49	39
66	46	33	39
67	33	22	46
68	27	37	36
69	28	33	44
70	39	44	35
71	28	27	32
72	27	33	50
73	27	25	43
74	24	32	35
75	39	16	46
76	38	28	33

77	31	34	45
78	34	35	37
79	20	36	42
80	37	32	28
81	39	29	36
82	37	31	47
83	28	22	36
84	30	29	36
85	39	24	48
86	41	26	28
87	37	37	45
88	36	21	34
89	33	27	43
90	35	36	37
91	17	35	36
92	42	34	37
93	34	35	31
94	34	33	33
95	32	33	37
96	31	39	29
97	32	27	35
98	24	38	53
99	37	35	37
100	32	26	42

SCRIPT DEL MODELO ACTUAL

```

*****
*
*           Formatted Listing of Model:
*           C:\TESIS\Modelo Actual.MOD
*
*****

```

```

Time Units:           Minutes
Distance Units:      Feet

```

```

*****
*                               Locations
*
*****

```

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
Caja	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Despacho	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Cola_Arribo	INFINITE	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Cola_Despacho	INFINITE	1	Time Series	Oldest, FIFO,	

```

*****
*                               Entities
*
*****

```

Name	Speed (fpm)	Stats	Cost
Cliente	150	Time Series	

```

*****
*                               Processing
*
*****

```

Entity	Location	Process		Routing			Move Logic
		Operation	Blk	Output	Destination	Rule	
Cliente	Cola_Arribo	INC Total, 1 Reloj=CLOCK<SEC>					
Cliente	Caja	WAIT P<32.2> SEC	1	Cliente	Caja	FIRST 1	MOVE FOR 1 SEC
Cliente	Cola_Despacho	WAIT P<39.8> SEC	1	Cliente	Cola_Despacho	FIRST 1	MOVE FOR 1 SEC
Cliente	Despacho	WAIT P<39.8> SEC	1	Cliente	Despacho	FIRST 1	MOVE FOR 1 SEC
			1	Cliente	EXIT	FIRST 1	

```

*****
*                               Arrivals
*
*****

```

Entity	Location	Qty Each	First Time	Occurrences	Frequency	Logic
Cliente	Cola_Arribo	1	0	inf	P<33.1> SEC	

```

*****
*                               Variables (global)
*
*****

```

ID	Type	Initial value	Stats
Total	Integer	0	Time Series
Reloj	Integer	0	Time Series

