



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Propuesta de aplicación de teoría de colas para reducir el tiempo de atención
de servicios virtuales en una empresa de servicios

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Industrial

AUTOR

Zavaleta Naccha, Dayana Fiorella
ORCID: 0000-0002-0864-1852

ASESOR

José Abraham, Falcón Tuesta
ORCID 0000-0002-1070-7304

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos del autor(es)

Zavaleta Naccha, Dayana Fiorella

DNI: 76284725

Datos de asesor

José Abraham Falcón Tuesta

DNI: 081883404

Datos del jurado

JURADO 1

Rodríguez Vásquez, Miguel Alberto

DNI: 08544988

ORCID: 0000-0001-9829-2571

JURADO 2

Rivera Lynch, César Armando

DNI: 07228483

ORCID: 0000-0001-9418-5066

JURADO 3

Quispe Canales, Gustavo Raúl

DNI: 08766026

ORCID: 0000-0002-1871-1295

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 02.11.04

Código del Programa: 722026

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada principalmente a mis padres; quienes, han sido el soporte perfecto para no decaer ante las dificultades; al Ingeniero José Abraham Falcón Tuesta por ser un excelente asesor y apoyarme en la realización de la presente tesis y a mi hija Mia Victoria por ser la mi mayor motivación por superarme. Gracias a ellos por creer en mí.

Dayana Zavaleta

AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a mi alma máter, por haberme formado como profesional y brindado los conocimientos necesarios de esta maravillosa carrera. A la empresa MAINPE EIRL por abrirme sus puertas, y además a todas aquellas personas que de alguna manera aportaron en el desarrollo de la tesis, entre ellos mis queridos docentes y familiares.

Dayana Zavaleta

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Delimitación de la investigación	4
1.4.1. Delimitación temporal	4
1.4.2. Delimitación espacial	5
1.4.3. Delimitación temática.....	6
1.5. Importancia y justificación	7
1.5.1. Importancia.....	7
1.5.2. Justificación	8
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	11
2.1. Marco Histórico	12
2.2. Antecedentes del estudio de investigación	14
2.2.1. Antecedentes Internacionales	14
2.2.2. Antecedentes Nacionales	20
2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	24
2.3.1. Proceso del tiempo de atención	24
2.3.2. Proceso de respuesta automática	25
2.3.3. Reglas de programación de trabajo	26
2.3.4. Teoría de colas.....	26
2.3.5. Reglas de programación heurística	30
2.4. Definición de términos básicos.....	44

2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis: Mapa conceptual	46
2.6. Hipótesis.....	47
2.6.1. Hipótesis general	47
2.6.2. Hipótesis específicas	47
2.7. Variables	47
2.7.1. Definición conceptual de las variables	47
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	50
3.1. Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación.....	50
3.2. Población y muestra.....	52
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55
3.3.1. Técnicas e Instrumentos	55
3.3.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	57
3.3.3. Procedimientos para la recolección de datos.....	58
3.4 Descripción de procedimientos de análisis de datos.....	59
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	60
4.1. Presentación de resultados	60
4.1.1. Objetivo Específico 01	63
4.1.2. Objetivo Específico 02	82
4.1.3. Objetivos Específico 03.....	91
4.1.4. Resumen de resultados	97
4.2. Análisis de Resultados	98
4.2.1. Primera Hipótesis	98
4.2.1. Segunda Hipótesis	101
4.2.2. Tercera Hipótesis.....	103
CONCLUSIONES	106
RECOMENDACIONES	107
BIBLIOGRAFIA	108
ANEXOS.....	111
Anexo 1: Matriz De Consistencia	111
Anexo 2: Matriz De Operacionalización	112

Anexo 3: Diagrama De Gantt Del Cronograma De Actividades	113
Anexo 4: Diagrama De Flujo De La Sistematización De Mejora Implementando Una Estructura de Atención.....	114
Anexo 5: Periodo Mensual de los Servicios Desarrollados por la empresa	115
Anexo 6: Periodo Mensual de los tiempos total (minutos) para los servicios atendidos	115
Anexo 7: Periodo De Análisis Para La Muestra De Los Servicios y Del Tiempo Total (Minutos)	116
Anexo 8: Permiso De La Empresa.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Parámetros que sufrieron variaciones.	29
Tabla N°2: Cuadro resumen Hipotesis	49
Tabla N°3: Unidad de Análisis, muestra pre y post para la variable dependiente.....	55
Tabla N°4: Técnica e Instrumentos	57
Tabla N°5:Tabla de Validez Y Confiabilidad De Instrumentos	58
Tabla N°6: Descripción de Procesamiento de Análisis de Datos (Para el trabajo de tesis).....	59
Tabla N°7: Distribuciones del tiempo entre llegada de solicitudes.....	65
Tabla N°8: Distribuciones del tiempo de espera de respuesta.....	66
Tabla N°9: Registro de respuestas solicitadas	67
Tabla N°10: Distribuciones del tiempo de atención	68
Tabla N°11 Registro de Servicios Solicitados.....	68
Tabla N° 12: Muestra Antes.	71
Tabla N°13: Distribuciones de la Navegación Web	73
Tabla N° 14: Distribuciones de llenado de datos y solicitud de servicios.....	75
Tabla N° 15: Distribuciones de la revisión de solicitudes	77
Tabla N° 16: Distribuciones del sistema que informa disponibilidad	79
Tabla N°17: Porcentaje de disponibilidad de atención a los clientes	81
Tabla N°18: Muestra después.....	82
Tabla N°19: Muestra después.....	84
Tabla N° 20: Distribuciones de la revisión de especificaciones y términos del servicio	85
Tabla N°21: Porcentaje de cliente acepta el servicio.....	87
Tabla N°22: Muestra Antes	91
Tabla N°23: Muestra Antes	93
Tabla N° 24: Muestra Después	97
Tabla N° 25: Resumen de Resultados.....	98
Tabla N°26: Resumen de procesamiento de casos	98
Tabla N°27: Descriptivos.....	99
Tabla N°28: Pruebas de normalidad	99
Tabla N°29: Resumen de contrastes de hipótesis	100

Tabla N°30: Resumen de prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	100
Tabla N° 31 Resumen de procesamiento de casos	101
Tabla N°32: Descriptivos.....	101
Tabla N°33: Pruebas de normalidad	102
Tabla N°34: Resumen de contrastes de hipótesis	102
Tabla N° 35: Resumen de prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes	103
Tabla N°36: Resumen de procesamiento de casos	103
Tabla N°37: Descriptivos.....	104
Tabla N° 38: Pruebas de normalidad	104
Tabla N° 39: Estadísticas de grupo.....	105
Tabla N°40: Prueba de muestras independientes.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Dirección legal de la empresa.....	6
Figura N° 2 Historia de la Simulación.....	14
Figura N° 3: Modelo básico de una Línea de Espera	27
Figura N° 4: Pantalla principal de ARENA con el formato del modelo de colas.....	28
Figura N° 5: Diseño final del Modelo de Simulación de Colas implementados.	29
Figura N° 6: Diseño del Método Heurístico	31
Figura N° 7: Ventana del software de simulación ARENA versión estudiante.	33
Figura N° 8: Modelado primera sección.....	36
Figura N° 9: Ventana de Este Comando (Input Analyzer).....	37
Figura N° 10: Módulo Create	38
Figura N° 11: Módulo Assing.....	38
Figura N° 12: Módulo Assing Módulo Process Control de Calidad	39
Figura N° 13: Simulación del diagrama de flujo del software ARENA.....	40
Figura N° 14: Llegadas de Consultas Generales.	46
Figura N° 15: Llegadas de Solicitudes De Cotizaciones	46
Figura N° 16: Llegadas de Solicitud de cotización.....	47
Figura N° 17: Diagrama de los efectos del problema de tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes a través de redes sociales y de las causas que provocan en la empresa	61
Figura N° 18: Diagrama de los efectos del problema de tiempo de emisión de la cotización del servicio a los clientes y de las causas que provocan en la empresa.	62
Figura N° 19: Diagrama de los efectos del problema de tiempo de los servicios a los clientes y de las causas que provocan en la empresa.	62
Figura N° 20: Tiempo Entre Llegada	65
Figura N° 21: Gráfico Estadístico del Tiempo de Espera de Respuesta.....	66
Figura N° 22: Gráfico Estadístico del Tiempo de Atención.....	68
Figura N° 23: Primera iteración de la simulación para la situación actual.....	69
Figura N° 24: Segunda iteración (óptima) de la simulación para la situación actual.	70
Figura N 25: Aplicación de la teoría.....	72
Figura N° 26: Gráfico Estadístico de la Navegación Web	74
Figura N° 27: Gráfico de Visualización en la Simulación (Navegación Web)	74
Figura N° 28: Gráfico Estadístico de la Llenado de datos y solicitud de servicios.....	76

Figura N° 29: Gráfico de Visualización en la Simulación (Llenado de datos y solicitud de servicios)	76
Figura N° 30: Gráfico Estadístico de la Revisión de Solicitudes	78
Figura N° 31: Gráfico de Visualización en la Simulación (Revisión de Solicitudes)	78
Figura N° 32: Gráfico Estadístico de Sistema Informa Disponibilidad	80
Figura N° 33: Gráfico de Visualización en la Simulación (Porcentaje de Disponibilidad de Atención).....	80
Figura N° 34: Gráfico de Visualización en la Simulación (Porcentaje de disponibilidad de atención)	81
Figura N 35: Canales Digitales	84
Figura N° 36: Gráfico Estadístico de Revisión de especificaciones y términos del servicio	86
Figura N° 37: Gráfico de Visualización en la Simulación (Revisión de especificaciones y términos del servicio)	86
Figura N° 38: Gráfico de Visualización en la Simulación (Cliente Acepta Servicio)....	88
Figura N° 39: Primera iteración de la simulación para la Post-Implementación.....	89
Figura N° 40: Segunda iteración de la simulación (óptima) para la Post-Implementación	90
Figura N°41: Canales Digitales	94
Figura N° 42: Ejecución de la Simulación.....	95
Figura N° 43: Diagrama de flujo de la Simulación Post Implementación.....	96

RESUMEN

La empresa objeto de estudio brinda servicios de simulación y capacitación en optimización de procesos en base a simulaciones con el software arena. Atiende los servicios de acuerdo con su orden de llegada, pero no puede responder a tiempo: las consultas generales, las solicitudes de cotización de servicios y termina ejecutando servicios menos rentables que en general llevan más tiempo en lugar de los servicios más rentables que son más elaborados y llevan menos tiempo realizarlos.

El problema de la investigación fue ¿Cómo reducir el tiempo de atención de servicios virtuales? El objetivo general fue proponer la aplicación de teoría de colas para reducir el tiempo de atención de servicios virtuales.

La investigación fue cuantitativa, aplicada, explicativa, cuasi experimental, con una población de 525 servicios ejecutados en el periodo Ene2021-May2022, con una muestra pre en el mes de julio2021 que tiene mayor cantidad de servicios ejecutados, 120 en total, y mediante simulación de la solución generar una muestra post de igual cantidad de servicios.

La simulación pudo clasificar los servicios y priorizarlos, para programar ejecutarlos en base a la mayor rentabilidad esperada, y obtener una reducción del tiempo de respuesta a las consultas generales en un 55%, el tiempo de respuesta de las emisiones de cotizaciones de los servicios a los clientes en un 88% y el tiempo de ejecución de los servicios en un 30%, obteniéndose una propuesta que permite aprovechar mejor la capacidad operativa en la realización de los servicios a los clientes.

Palabras claves: Arena, Reglas de Programación Heurística, Teoría de colas.

ABSTRACT

The company under study provides simulation services and training in process optimization based on simulations with arena software. Serves services on a first-come, first-served basis, but can't respond on time: general inquiries, service quote requests, and ends up running less profitable services that generally take longer instead of more profitable services that are more made and take less time to do.

The research problem was how to reduce the attention time of virtual services? The general objective was to propose the application of queuing theory to reduce the attention time of virtual services.

The research was quantitative, applied, explanatory, quasi-experimental, with a population of 525 services executed in the period Jan2021-May2022, with a pre-sample in the month of July 2021 that has a greater number of services executed, 120 in total, and through simulation. From the solution, generate a post sample of the same number of services.

The simulation was able to classify the services and prioritize them, to schedule their execution based on the highest expected profitability and obtain a 55% reduction in the response time to general inquiries, the response time of the issuance of service quotes to customers by 88% and the execution time of the services by 30%, obtaining a proposal that allows better use of the operational capacity in the performance of services to customers.

Keywords: Queuing theory, Arena, Heuristic Programming Rules.

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones se encuentran en busca del crecimiento constante, frecuentemente atraviesan situaciones donde el rendimiento de sus instalaciones se ven estancadas, ya que no son capaces de brindar un mejor servicio a su cartera de clientes debido a la elevada cantidad de estos que solicitan el mismo servicio, aquí es donde surgen los inconvenientes más frecuentes tales como el elevado tiempo de espera, cancelaciones de servicios por contratiempos, además de la entrega de trabajos ineficientes y a esto se le puede añadir la pésima organización en cuanto a la entrega de servicios realizados, un caso particular en dichas empresas que brindan servicios de simulación es que surge siempre la pregunta de ¿Cómo reducir el tiempo de emisión de la cotización del servicio a los clientes?, dado que, esto se traduce en un margen de variación considerable en las ganancias percibidas por la institución.

La presente investigación utiliza la Teoría de Colas para representar y simular algunos comportamientos de la reducción de tiempo total promedio del servicio de la empresa, obteniéndose información estadística suficiente y recrear las situaciones que presenta el proceso de atención que han permitido identificar las mejores medidas de desempeño y proponer la solución con un proceso de atención rápido en cuanto a los servicios de cotización y entrega de los mismos, tales como el tiempo de espera medio y su utilización del sistema.

El informe de la presente investigación empieza en el capítulo 1 con la descripción del problema, justificación, importancia y los objetivos a lograr para esta. Luego en el capítulo 2 tomamos en consideración los aspectos teóricos e hipótesis, donde los antecedentes relacionados a la presente investigación son colocados; para luego pasar a describir la metodología que utilizamos para el procesamiento y análisis de datos, la cual se debe utilizar con su técnica e instrumentos apropiados de la investigación. En el capítulo 3 tenemos el enfoque y diseño de la investigación. En el capítulo 4 se presenta los resultados, el análisis de datos que entran en el modelo de simulación, la validación del modelo, la propuesta de mejora con los resultados y un resumen de los mismos para así cerrar con las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

Situación del Sector

Las entidades que operan en este sector última década tienen variedad de procesos los cuales procuran su optimización debido a la presión competitiva generada por la globalización, en ese sentido las herramientas de simulación han sido las preferidas por las empresas porque con ellas se puede simular la mayor eficiencia de los procesos antes de implementarlos en la realidad.

Estas herramientas de simulación otorgan a las empresas la facilidad de experimentar cambios en sus procesos mediante la simulación para ser más productivos y eficientes.

Según (Harrell & Tumay, K., 2001), “la simulación podría definirse como un medio que experimenta con un modelo detallado de un sistema real para determinar cómo responderá el sistema a los cambios en su estructura o entorno”.

Los modelos de simulación por ende se muestran hoy en día como una alternativa con la que se puede predecir cómo se verá afectado cualquier sistema, en caso se quiera implementar cambios y conocer las consecuencias de estos antes de implementarlos. Es ahí donde entra a jugar un papel muy importante la simulación, pues se puede analizar escenarios, examinar sus falencias y mejorar los procesos en el sistema incidiendo en lo que se quiere llevar a cabo para una optimización de los costos e incremento de capacidad para reducir el tiempo de los procesos los cuales son dos factores claves y esenciales que garantizan en el corto y largo plazo el éxito de cualquier negocio de cualquier empresa.

Según (Harrington & Tumay, K., 1999), “un modelo de simulación permite experimentar y comprender mejor los procesos, con el fin de mejorar las actividades en las empresas”.

Estas herramientas de simulación son softwares que otorgan la base para lograr nuestra experimentación simulada ganancias en los procesos empresariales, no obstante, esto sin el consumo de los recursos tan escasos que se utilizan en la etapa de su desarrollo.

En tal sentido el software de simulación ARENA es uno de los más utilizados porque su fortaleza radica en considerar los posibles eventos y actividades que ocurrirán en los procesos de forma estocástica; la que permite una mejor evaluación, obtención de resultados experimental y optimización de sistemas, asimismo de ayudar con el análisis de datos estadístico con su pronóstico de datos en tiempo real. Por lo que ARENA nos ayuda a eliminar riesgos de las deficiencias en los procesos, reducir los costos en simulaciones empleadas para así replicar las tareas ya que cuenta con todas las herramientas necesarias para implementar un modelo desde lo más simple hasta lo más complejo en cuanto al manejo mostrando así resultados eficientes y rápidos.

Es sumamente importante comprender la mejora de dichos procesos mediante la simulación no se focaliza solo en ejecutar sistemas modernos o diagramas dificultosos para su entendimiento, además, reemplazar tareas humanas con la implementación de la automatización, para así suponer una jerarquía de soluciones, asimismo de actualizaciones que se implementan en mejora de los procesos actuales con la finalidad de alcanzar los resultados esperados de la forma óptima posible.

En un contexto como el actual cada vez más las empresas están recurriendo a los sistemas de simulación y automatización a fin de simplificar procesos tan básicos como la atención al cliente, sin embargo, existen recursos que no se han usado y por este motivo, los nuevos emprendimientos están surgiendo en base a la capacitación del uso de estas herramientas digitales además de estar implementando un Bot que les ayuden a clasificar la información que reciben y minimizar el trabajo.

Han surgido pequeñas empresas que brindan este servicio de simulación de procesos a través de las redes sociales, las que han tomado un papel muy importante en el desarrollo y en el alcance que de los servicios para cubrir diferentes necesidades que puedan presentar los clientes, creando una conexión directa, pero al ser un servicio tan personalizado se dificulta una respuesta y seguimiento masivo, además de la dificultad de disponer recursos para la clasificación en una base de datos necesaria y hacer un correcto seguimiento, así como la realización de estadísticas que permitan saber cuáles son las preferencias de los clientes en cuanto a trabajos personalizados o especiales.

Problemas que se han encontrado en la empresa

La empresa objeto de estudio ha visto incrementado sus servicios de simulación a raíz de la pandemia del COVID-19, como toda su interacción con los clientes se realiza a través de internet, WhatsApp y Facebook, tanto las consultas generales y las solicitudes de cotización de servicios así como las respuestas por parte de la empresa a los mismos clientes, prácticamente no se abastece en atender todas las consultas generales sobre sus servicios, por lo tanto les lleva más tiempo responder a las consultas generales, responder a las emisiones de cotizaciones y finalmente como se termina eligiendo los servicios a realizar en función de atender los primeros que llegan se ejecutan servicios que no son los más rentables y llevan más tiempo ejecutarlos, quedando servicios más elaborados, más rentables pero que en general llevan menos tiempo ejecutarlos, de forma que los ingresos de dichos servicios se pierden.

Posibles causas raíz de los problemas

En cuanto a la demora en las consultas generales, dado que estas se han multiplicado la respuesta manual es muy lenta, la misma que no se resuelve con colocar más personas, se requiere de un mecanismo automatizado de respuesta para poder afrontar el incremento notable de los servicios.

En cuanto a la emisión de cotizaciones también son lentas y no se llega a emitir todas las cotizaciones de los servicios, se requiere de algún mecanismo o estrategia para clasificar los servicios y responder primeramente las cotizaciones de los servicios más rentables.

En cuanto a la ejecución de servicios la falta de un mecanismo de selección de los servicios más rentables.

Consecuencias generadas por los problemas

Saturación de la capacidad de la empresa en la ejecución de servicios menos rentables, pérdida de servicios rentables y de clientes debido a la demora en los tres segmentos del servicio: consultas generales, emisión de cotizaciones y ejecución del servicio

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo reducir el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo reducir el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios?
- b. ¿Cómo reducir el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes?
- c. ¿Cómo reducir el tiempo de ejecución de los servicios a los clientes?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer la aplicación de Teoría de Colas para reducir el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Proponer la aplicación de la Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática para reducir el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios.
- b. Proponer la aplicación de la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística para reducir el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de una empresa de servicios.
- c. Proponer la aplicación de Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística para reducir el tiempo de ejecución del servicio a los clientes de una empresa de servicios.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Delimitación temporal

Esto nos señalará la extensión temporal que abarca el estudio que se realiza, la cual podría estar expresada desde meses hasta incluso años, pues de esta manera observaremos constantemente los intervalos de tiempo. Además, según Gallardo (2008) lo que se busca con esto es indicar de

forma sencilla el contexto histórico y geográfico en el cual queda sobrepuesto el trabajo realizado en el campo para proyecto de investigación (p.37).

El trabajo de investigación presentado a continuación se analizó el periodo desde enero del 2021 a mayo del 2022, seleccionándose el mes de julio 2021 para la realización de la muestra pre, en dicho mes se realizó la mayor cantidad de servicios, 120 en total, la muestra post fue simulada como producto de la simulación de la solución en base a la aplicación de la teoría.

1.4.2. Delimitación espacial

Esto consiste en conocer explícitamente el límite que se fijará para el tema a tratar. Entonces, debemos ubicar la investigación en una determinada área geográfica, para lo cual tenemos que indicar claramente el lugar elegido para realizarla. Estas pueden ser limitadas en una zona de alguna ciudad, región o país hasta incluso un continente (Gómez, 2012).

La investigación se realizó en una empresa dedicada al rubro de otros tipos de enseñanza, enfocada específicamente en capacitaciones y provisión de instrucción y/o entrenamiento especializado a clientes profesionales, estudiantes o público en general interesados en poder capacitarse y conocer más sobre la simulación de procesos en el software ARENA. La empresa está situada en el distrito de Santiago de Surco, Lima, Perú. A continuación, en la figura 1 se muestra el lugar donde está establecida la empresa.

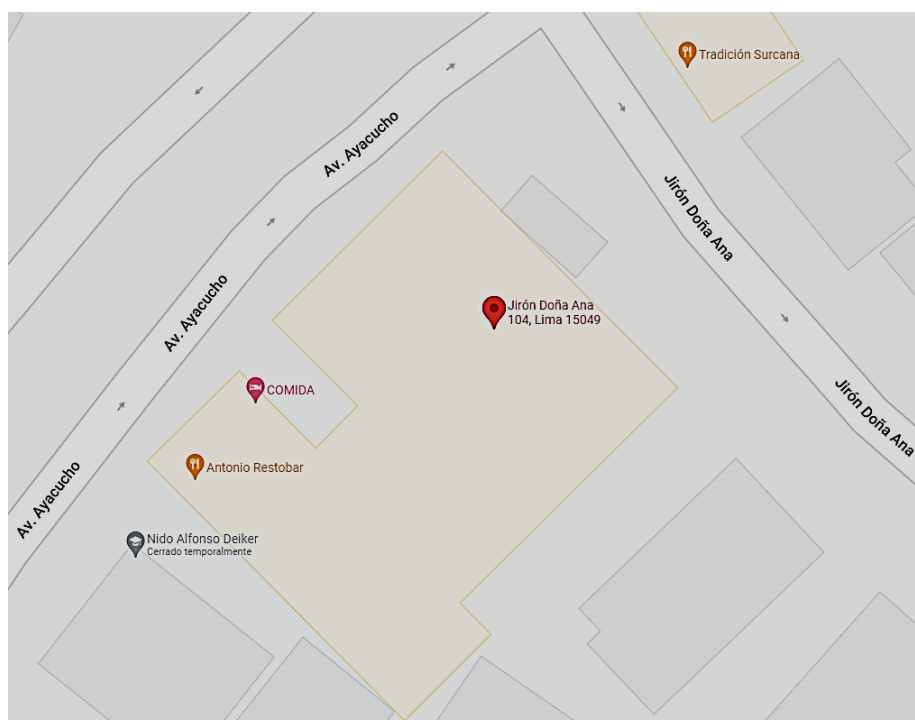


Figura N° 1: Dirección legal de la empresa.

Nota: Esta figura muestra la ubicación de la empresa

Fuente: Google Maps

1.4.3. Delimitación temática

Este paso es uno de los principales, ya que para la elaboración de un texto académico expositivo. Como nos plantea en Mauchi y Tavera (2012), este paso se debe involucrar con la elección del asunto al interior de la disciplina y así tener por objetivo evitar cubrir muchos tópicos de manera superficial, lo que se podría expresar con el refrán “el que mucho abarca poco aprieta”. Es decir, esto no se considerará “la contaminación minera” como tema delimitado, dado que este comprende diversos aspectos para construir solo textos acerca de tal contenido (p.132).

La realización del presente trabajo de investigación busca reducir el tiempo total promedio del servicio brindado por la empresa objeto de estudio, en tal sentido se implementará un sistema de respuesta automática y reglas de programación utilizando el software ARENA que permitirá simular todos los escenarios comerciales y comprender las operaciones de los procesos en detalle, además se evaluará el modelo para la ratificación de los

resultados estadísticamente óptimos. Vale decir que, esta herramienta y los métodos de mejora empleados lograran los resultados esperados.

1.5. Importancia y justificación (teórica, práctica, metodológica, etc.)

1.5.1. Importancia

“La justificación e importancia de la investigación consiste en mencionar las razones para que se lleve a cabo la investigación, cuyas razones deben ser fundamentadas y convincentes. Es explicar el por qué se debe realizar la investigación y para qué servirán los resultados que se obtengan” (Orosco, 2012).

La presente investigación es importante debido a tres razones fundamentales que se mencionan a continuación:

- a) Es importante la optimización del tiempo promedio de atención en respuestas a las consultas generales pues es donde se comienza con la primera interacción de la empresa con el cliente lo que fomenta la relación posterior que se crea mejorando la calidad del servicio total y ayudando a futuras recomendaciones.
- b) En un mundo tan globalizado como el actual las empresas que no sobreviven a los cambios tecnológicos que se atraviesan son las que no permiten la instalación de ayuda virtual por lo que este estudio promueve la implementación de un Bot que aparte de minimizar el tiempo de espera ayude a el ordenamiento de información dentro de la empresa simplificando el trabajo de la misma y dando mejores resultados.
- c) la implementación de reglas de programación en la ejecución de los servicios brindados por la empresa, tendrá una evaluación y clasificación en los clientes que ayudará a mejorar la reducción en los tiempos de respuesta y programación en cuanto al número de trabajos, precios de los servicios, fechas de entrega, calidad y contribución en el marco de la comunidad de capacitaciones empresariales, todo ello se implementará para optimizar la eficiencia de la empresa y poder generar un valor agregado en la productividad en la reducción del tiempo de sus procesos.

1.5.2. Justificación

En esta parte debemos fundamentar y argumentar las razones por la cual se está realizando el estudio, es decir, por qué se debe realizar la investigación y cuáles son los aportes que esta nos dará (Hernández, 1997). Estos deberán ir acorde con el nivel formativo en el que desarrollamos el proyecto. Por otra parte, debemos tener en cuenta que la justificación debe ser orientada a la importancia de darle solución a la problemática planteada (Lerma, 2001).

Este estudio se justifica acorde a la situación de la empresa en cuestión, buscando mejorar su nivel de competitividad tomando como base de su desarrollo a su productividad principalmente en la reducción del tiempo promedio de sus servicios que estaría ofreciendo a sus clientes, en consecuencia, tiene la meta de automatizar dichos procesos para optimizar sus operaciones. Todo ello provoca implementar cambios para la mejora y no solamente reducir los tiempos de atención en respuesta sino implementar reglas de programación del trabajo en ejecución a los servicios brindados a sus clientes.

a) Justificación teórica

“Una investigación tiene una justificación teórica cuando el propósito de estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente. Cuando en una investigación se busca mostrar las soluciones de un modelo, está haciéndose una justificación teórica” (Bernal, 2010, p.106).

La presente investigación permite desarrollar el manejo de las empresas tradicionales ayudando así a tener un mejor uso de las herramientas que proporcionan los servicios virtuales como Facebook y WhatsApp, mediante el desarrollo de un sistema de respuesta automática, programación, etc. Además, demuestra que mediante el análisis de la situación actual de la empresa acerca de su atención y selección; la empresa obtendrá resultados positivos y hará uso óptimo de los canales digitales.

b) Justificación práctica

Consideramos una justificación práctica, cuando el desarrollo de la tesis ayuda a dar solución a la problemática, es decir, esta plantea estrategias que contribuirían en el proceso de solución (Villalpando, 2012).

La investigación ha sido realizada debido a la carencia existente en el desempeño de la empresa en reducir los tiempos de atención en respuesta y en ejecución de sus servicios por este motivo se efectuó un diagnóstico y a continuación se analizó los problemas con los que cuenta la empresa y a partir de ello se buscó posibles mejoras implementando así un sistema que logre reducir el tiempo promedio en sus servicios y por ende mejorar su competitividad en el rubro que actualmente desempeña la empresa. Los valores obtenidos después de haber realizado la presente investigación han sido calculados en base a herramientas y técnicas de la mejora continua, asimismo de la implementación de un sistema de automatización mediante la utilización del software ARENA, para la reducción del tiempo promedio de sus procesos y la implementación de reglas de programación en sus servicios, que ayudará a ahorrar tiempo, así como establecer los procesos de mejora, aplicando además un diseño en los indicadores que nos permiten medir los resultados en la empresa.

c) Justificación metodológica

En esta sección, el estudio del proyecto debe realizar y proponer un método o alguna estrategia característica para obtener conocimiento confiable y válido. Dado esto, un estudio debe proponer técnicas o métodos para obtener conocimientos relacionados al tema en cuestión (Zemelman, 1992).

Una vez iniciada la investigación es necesario tener un buen y extenso conocimiento de las metodologías de desarrollo del software de simulación, ya que se utilizará en el aspecto teórico y nos permitirá percibir enteramente todo aquello que requiere un análisis y desarrollo e implementación de dicho sistema de mejora para reducir los tiempos de atención de respuesta. Asimismo, es significativo, por la demanda

que se tiene hoy en día por parte de muchas instituciones tanto educativas como empresas, cabe decir que, el conocimiento de estas metodologías en el desarrollo de software de simulación para mejorar y optimizar sus procesos es por ello por lo que este caso se utilizara el software ARENA, ya que se adapta de una excelente forma a este proyecto, y así poder obtener resultados óptimos de los tiempos esperados.

d) Justificación económica

Baena (2017) aduce que una investigación debe justificar si podrá recuperarse el dinero que se invierte durante su proceso.

Se propone una simulación de la mejora planteada lo que no requiere ningún tipo de inversión de dinero por el contrario da una mejor vista de cuanto se está perdiendo y cuando se podría ganar sin necesidad de parar las operaciones o interrumpir los servicios con pruebas.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

Las técnicas de simulación generalmente se ven como un último recurso, no obstante, recientes avances en las metodologías de simulación y la gran disponibilidad de softwares existentes en el mercado hacen de estas técnicas de simulación unas de las herramientas más ampliamente usadas en el análisis de procesos de negocios. Por otro lado, tenemos que, según Thomas H. Naylor (2010) ha sugerido que un estudio de simulación es muy recomendable porque presenta variedad de ventajas.

El software ARENA es una herramienta para simulación de procesos que se originó en 1982 cuando Dennis Pegden hizo público el lenguaje de simulación creado para modelar sistemas de manufactura, no obstante, en 1993 fue introducido como ARENA, software que combina dos lenguajes de simulación SIMAN y CINEMA. Este realiza el diagrama de flujo del proceso facilitando la interacción con el programa y con el modelo. Su diagrama se puede realizar mediante la utilización de plantillas, las cuales dependen de su grado de complejidad. El programa utiliza varios módulos y submodelos para disminuir su complejidad, entre estos se conocen process, create, batch, etc.

Los resultados que se obtienen debido a la facilidad de su instalación están directamente relacionados con el tiempo, ya que estos requieren que el funcionamiento del programa posea un aspecto gráfico amigable con el usuario. Por lo que, solo se pueden utilizar los objetos que otorgan sus herramientas y además los que están en programas como CAD, BMP, JPEG, GIF. Cabe decir que programas como el Input y el Process Analyzer están incorporados en el software, estos proporcionan pruebas para determinar los ajustes en las distribuciones y datos de entrada. La desventaja de esta herramienta es que solo se puede observar el comportamiento de los parámetros en función del tiempo y carece de funcionalidad estadística. Además, Gómez Cabrera (2010) indica: "...permitiendo el análisis detallado de los procesos y de los recursos utilizados... mediante una representación gráfica del proceso modelado tipo diagrama de flujo". (p. 2)

El software está presente en algunas aplicaciones de las simulaciones en la industria tales como, mejoramiento de la productividad, mejoramiento de la calidad, análisis y reducción del tiempo de ciclo, secuenciación de las tareas, análisis de cuellos de botella, planeamiento de la producción, programación de los recursos, programas de mantenimiento, diseño de controles de sistemas, entre otras.

Actualmente esta herramienta permite crear modelos a través de ambientes gráficos e interactivos con el fin de simular áreas específicas de los procesos de producción, permite la reducción del tiempo total promedio del servicio (tiempo de ciclo) debido a la implementación de un sistema de respuesta automática y reglas de programación del trabajo.

En lo que respecta a las características de la simulación resultante del software tenemos, según Torres Vega (2016) “El Software ... es suficientemente versátil para modelar cualquier sistema... dinámico, provee información estadística sobre múltiples indicadores de desempeño, ...los resultados que se obtienen son visuales y cuantitativos” (Torres Vega, 2016, p. 25)

Por otra parte, la simulación a trabajar es en un escenario cronológico en el cual se evitarán pérdidas de tiempo y sin interrumpir el funcionamiento del sistema existente, ya que ambos sistemas pueden trabajar en paralelo y potenciarse entre sí.

2.1. Marco Histórico

Durante las últimas décadas los avances tecnológicos han permitido el uso de la simulación en la investigación. Uno de los métodos de simulación más usados es el método de simulación Monte Carlo para resolver problemas matemáticos técnicamente imposible o cuya solución exige un alto costo por exceso de tiempo de trabajo, mediante la simulación de procesos aleatorios.

Con el “Método de Monte Carlo” se agrupan un conjunto de métodos que analizan distribuciones de variables aleatorias mediante la generación de números aleatorios. El Método de Monte Carlo ofrece solución a una gran variedad de problemas matemáticos experimentando con muestreos estadísticos en la plataforma de una computadora. Y se aplica a cualquier tipo de problema, estocástico o determinístico.

En estadística los modelos aleatorios son utilizados para simular fenómenos que tienen componentes aleatorios. Además, en el método de Monte Carlo, el objeto de la investigación es el objeto en sí mismo, un suceso aleatorio se usa para estudiar el modelo.

Después de la segunda guerra mundial el uso de la simulación se extendió para resolver militares; trayectorias y dinámicas de; satélites, misiles, entre otros. Este tipo de problemas requiere solución de sistemas de ecuaciones diferenciales no

lineales, los cuales fueron abordados con ordenadores analógicos que usaban elementos electrónicos para resolver las operaciones matemáticas: integración, suma, multiplicación, generación de funciones, entre otros.

A partir de la década de los 60 surgen los programas de simulación de sistemas de acontecimientos discretos que se usaron para resolver problemas civiles. Entre los más destacados fueron el GPSS de IBM (General Purpose System Simulator) y el SIMSCRIPT. Los modelos de eventos discretos son muy usados en la actualidad para estudiar problemas de procesos de producción, logística, distribución, transporte, comunicaciones y servicios. Estos problemas se caracterizan por centrar su interés en los cambios que hay en el sistema como consecuencia de los eventos y en su capacidad para modelar los aspectos aleatorios del sistema.

En los años 80 se produjo una revolución en la informática a partir de los años 80, la cual tuvo como impacto importante en la simulación por ordenador. El uso de simuladores se difundió en todos los ámbitos de la ciencia y la ingeniería, por ejemplo:

Predicción del clima: el primer modelo numérico de predicción del tiempo que dio resultados positivos fue desarrollado por J. G. Charney, R. Fjörtoft y J. von Neumann con el ordenador «ENIAC» (Electronic Numerical Integrator and Computer).

Entrenamiento de pilotos: en sus inicios a falta de ordenadores y programas informáticos de simulación, los primeros pilotos se entrenaban con primitivos simuladores físicos. Actualmente, todos los pilotos están obligados a entrenar en sofisticados simuladores para estar preparados para resolver cualquier problema durante los vuelos.

Finalmente, en los últimos años, la simulación se ha ampliado a la industria del ocio y ha entrado al ámbito familiar que usan todos los recursos de la computadora: gráficos, bases de datos, computación intensiva, entre otros. Algunos de los simuladores más populares son MS Flight Simulator, NASCAR Racing, SimCity, Civilization, RollerCoaster Tycoon, y The Sims.

En los últimos años se está difundiendo la SIMULACION EMPRESARIAL DE PROCESOS, con diferentes herramientas para simular como el software Arena,

Promodel y FlexSim, caracterizados por tener interfaces gráficas hasta simular en 3D.

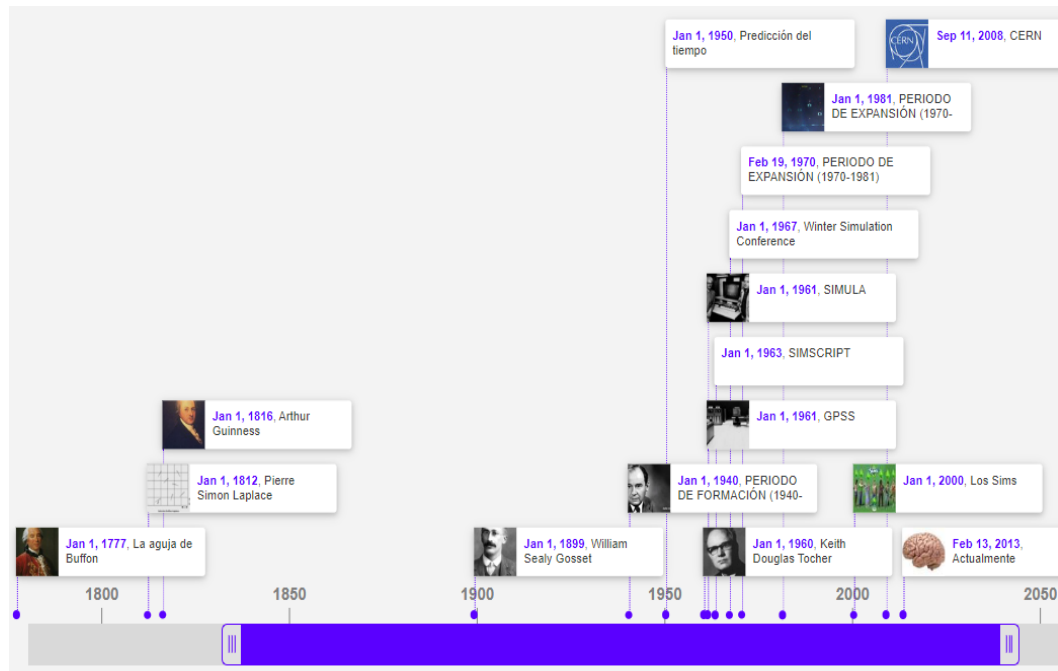


Figura N° 2: Historia de la Simulación

Autor: Jenny Pérez P.

Fuente: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-la-simulacion-42f0d38f-33d2-4980-991d-f2ca53ecf4fb>

2.2. Antecedentes del estudio de investigación

En relación con el tema planteado se encontraron varios estudios realizados en diferentes áreas, las cuales han utilizado el software y realizado la implementación de mejora, estas desarrollaron simulaciones de sus procesos y evidenciaron notables mejoras en los resultados obtenidos.

2.2.1. Antecedentes Internacionales

- Primer Antecedente:
 - ✓ Bermeo y Seni (2017), en la tesis de pregrado para optar por el título Profesional de Ingeniería Industrial “Propuesta de mejora para reducir el tiempo de ciclo de manufactura en una empresa de producción de calzado en la ciudad de Cali, integrando métodos de modelación estocástica de operaciones”, de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali-Colombia consideró lo siguiente:

- ✓ Como objetivo el desarrollo de un modelo cuantitativo para proponer acciones de mejoramiento al sistema de manufactura de la empresa para disminuir el tiempo de ciclo y aumentar la productividad, se simuló una misma población de trabajadores tanto al inicio como al final. El estado actual arrojado por la simulación contrasta con el ideal que pretende la empresa e ilustra que efectivamente hay demoras durante el proceso que impiden acercarse al esperado. Para entender y dar respuesta al problema que presentó la empresa se abarcan tres grandes temas de investigación; la teoría de colas, la ley de Little y conceptos fundamentales de la teoría de la probabilidad
Se concluyó: La reducción de la variabilidad en los procesos impacta directamente en la reducción del tiempo ciclo sin necesidad de aumentar la capacidad de producción dando como resultado un aumento del 17,37% en la productividad.
 - ✓ Este hallazgo revela que no es necesario implementar mayores gastos ni contratar más personal para llegar a los objetivos esperados, no se implementó ningún adicional en el tiempo de pruebas y se llegó a una solución óptima utilizando solo un programa de simulación.
 - ✓ Se relaciona directamente con la tesis actual ya que ambas utilizan programas de simulación para ahorrar a la empresa tiempo y costos de implementación dando datos confiables para un mejor aprovechamiento de herramientas que ya se posee.
 - ✓ Este antecedente influye en la tesis presentada de manera positiva, alegando que se puede confiar en los resultados de una simulación como muy cercanos a la realidad para tomar decisiones fundamentales en las mejoras de la empresa.
- Segundo Antecedente:
 - ✓ Braga Iván (2018), en su tesis para Optar por el título profesional de Magister en Gestión y dirección de empresas “Propuesta de rediseño de procesos de recepción y distribución de productos de

moda en un centro de distribución retail mediante simulación”, presentado a la Universidad de Chile señaló lo siguiente:

- ✓ Como objetivo Mejorar los rendimientos y costos asociados a la operación logística de cajas importadas a través de propuestas de rediseño de procesos medidos por simulación, teniendo como población, productos importados de una tienda por departamento basó su metodología en el análisis de los procesos actuales de recepción y distribución de los productos importados de tipo textil en un centro de distribución retail, de manera de determinar las variables involucradas en los procesos y que afectan el rendimiento de la operación. Para llevar a cabo un análisis de la situación actual y una propuesta de rediseño de los procesos de distribución de mercadería importada- textil - caja, se construyó un modelo de simulación en el software especializado Arena. El modelo considera bastantes supuestos que merman el 100% de representatividad, pero que se acerca de buena forma a la realidad de la operación. Se concluyó que la elección de plasmar la propuesta de mejora con modelamiento de procesos y un modelo de simulación fue acertada. Definitivamente posibilitó comprender la situación actual de los procesos de distribución, permitió comprender donde se producen los actuales cuellos de botella, las principales demoras y su impacto en términos de costos operativos, en distintos escenarios de flujo de mercadería del año.

Los resultados de la simulación son alentadores, debido a que permitió evidenciar que es posible disminuir los costos operacionales cerca del 3% respecto al total de costos logísticos de la compañía, ámbito que se traduce en una optimización de 0,6 millones de dólares anuales.

- ✓ La importancia de este antecedente recae en que se puede observar diferentes sectores de los problemas al momento de simular, es decir no solo se evalúa el factor humano sino también los procesos por los que pasan los productos en cuestión y los servicios que se están dando.

- ✓ Al tener como objeto de estudio en la tesis actual el tiempo de servicio de la empresa, se relaciona directamente con el tema planteado.
- ✓ Cabe decir que una de las mayores ventajas de realizar una simulación se observó en la no necesidad de interrumpir los procesos operacionales cotidianos para identificar procesos con problemas, lo cual hizo posible revisar y evaluar el diseño abordado en distintos escenarios de flujo de mercadería y evaluar los impactos financieros en cada uno de ellos.
- Tercer Antecedente:
 - ✓ JLC Corea · 2018 en su artículo “Política de inventarios máximos y mínimos en cadenas de suministro multinivel”. Presentada en una revista de Centroamérica (Nicaragua) consideró lo siguiente:
 - ✓ Donde el caso de estudio es una empresa de distribución farmacéutica se abordó el análisis de la política que se tienen para los inventarios mínimos y máximos en cuanto a cadenas de suministros de multiniveles. Esta investigación se realizó con una base en el caso en una empresa de distribución farmacéutica. Para la cual se utiliza el producto con el máximo número de ventas que tiene la empresa, y de esta manera evaluar su política de inventarios. Debido a esto, el estudio de dicha política de inventarios es analizada a través de indicadores que trabajan con la rotación de inventarios y el nivel de servicio. Para ello, la solución obtenida para la teoría será comparada con las soluciones óptimas, puesto que aquellos métodos de optimización no se encuentran limitados con algoritmos de búsqueda o búsqueda dispersa. Los valores experimentales obtenidos a través de las simulaciones en la política de inventarios avalan que la solución no es más que una teoría que garantiza un alto nivel de servicio la cual presenta variedad de oportunidades para la mejora en términos de rotación de inventarios (p.1). Además, se ajustaron los datos de tal manera que encajaran con la entrada del modelo de simulación, para ello se utilizó el input analyzer del software ARENA y comprobamos

el ajuste de los datos en distribuciones teóricas. Estos históricos de venta diaria del año 2017 fueron analizados para todas las sucursales. (Díaz Chamorro, 2018).

- ✓ Este antecedente tiene importancia porque habla de una de las herramientas representativas del software Arena que permite crear datos de manera aleatoria y dispersa y guardarlos respetando un patrón.
 - ✓ Se relaciona con el trabajo de tesis presentado pues en ambos casos fue necesario la creación de datos para una evaluación con mayor cantidad de entradas.
 - ✓ Dicha investigación nos confirma que la creación de datos aleatorios puede ayudar a tener una amplia gama de entradas y no afecta directamente los resultados del estudio realizado, siendo incluso de más ayuda para ampliar el panorama de estudio.
- Cuarto Antecedente:
 - ✓ Jacobo Felipe (2020), en su investigación con el objetivo de optar el grado de maestro en manufactura avanzada “Diseño de un modelo de simulación de eventos discretos, para el mejoramiento de la línea de producción de tejido industrial sección c, en la empresa guantes internacionales”, presentada en CIATEQ, Centro de Tecnología Avanzada, concluyo que:
 - ✓ El uso de modelamientos de simulación en eventos de dicha tesis les permitió evaluar las diversas variables y proponer mejoras en los procesos continuos, los cuales beneficiaran con un incremento por encima del 3 % mensual. (pg. 30–31).
 - ✓ En este sentido tenemos que un aporte principal del tema desarrollado es que un modelo de simulación de eventos es discreto dentro del proceso industrial, ya que con el apoyo de un software de simulación se pueden lograr considerables aportes; tan solo utilizando la recopilación de datos y el tratamiento adecuado que se le asigna a cada uno de ellos para así alimentar el software y con ello lograr obtener un modelo fiable. Entre otro de los aportes que se tienen de trabajar con modelos de simulación es que, gracias a

estos se logran predecir resultados de los análisis del sistema productivo, los cuales pudieron evaluar diversos escenarios, sin necesidad de realizar un cambio físico para la línea de producción.

- ✓ En este antecedente estamos viendo el uso de una simulación como única herramienta de demostración de una solución planteada, lo cual favorece la investigación de esta tesis, pues a su vez se usa el tipo de distribución de probabilidad que representa mejor cada conjunto de datos que es otro punto que se enfatiza al momento de toma de datos y resultados.

- Quinto Antecedente:
 - ✓ Zambrano Ángela & Salazar Leidy (2019) publicó un artículo que lleva por título: “Mejoramiento continuo en el proceso de aprovisionamiento de alimentos en el área de nutrición a pacientes a través de manufactura esbelta”, Universidad Libre, Bogotá D. C., Colombia
 - ✓ Se incorporó la simulación en el software ARENA para realizar y evaluar sus respectivos análisis y así determinar los impactos de las sugerencias que se plantearon con relación al actual escenario. Fue necesario el empleo de una matriz de priorización como mejor metodología para determinar la mejor opción.
 - ✓ Los resultados obtenidos en la redistribución de franjas horarias y actividades han minimizado los costos de mano de obra en 48 %, a comparación del escenario inicial donde los recursos modificados tenían un 0.08 referente al costo promedio de la mano de obra, entonces el área de nutrición presentando en el caso de estudio obtuvo una reducción en los tiempos mudos de espera, es decir, en los procesos críticos que reflejaban el 0.46. Estos resultados serán utilizados como soporte para validar la utilización simulaciones en el software ARENA. Es válido decir que, la eficiencia que posee el software para maximizar el aprovechamiento de los recursos humanos es utilizando no solo su capacidad física; sino su conocimiento general acerca del proceso, entonces. estos provocarían ideas que aporten en mejoramiento continuo; por otro

lado, podemos enfatizar que entre más alternativas o modelos se realicen para dar solución a los tiempos de espera y mejora de la utilización de los recursos, amplia el panorama para una mejor toma de decisiones. Sus resultados fueron óptimos y anualmente la entidad obtendrá un beneficio de 8 % de todo el costo promedio que se utiliza en la mano de obra en el área de nutrición del caso planteado.

- ✓ Entonces, es válido decir que el software ARENA es muy útil para diseñar diversos escenarios con sistemas experimentales; todo ello sin ocasionar interrupciones ni modificaciones dentro del entorno real. Puesto que, se lograron obtener resultados fiables para poder realizar diversas réplicas cuando se ejecuta la simulación de forma dinámica, se logra poner en evidencia la circulación de entidades que pasan por el sistema, esto nos permite apreciar la problemática. Ya que, una vez finalizada la simulación se nos emite un informe automático en donde los resultados son un promedio general de esta, donde se especifican aspectos tales como: los tiempos del proceso, utilización de recursos, costos, tiempos de espera entre otros.
- ✓ Es posible decir que, la transformación tecnológica que estamos viviendo nos hace testigos, de esta denominada “Industria 4.0”, puesto que, cada vez es más frecuente en todos los sectores. Tales como: el aprendizaje, apoyado en softwares de simulación, aportes sociales y analistas en la industria; lo que la convierte en una herramienta de mucho valor para el mayor entendimiento y análisis característico de las problemáticas, en este sentido tenemos que, la necesidad de realizar cambios e inversiones estructurales físicos, emiten resultados favorables en la resolución del problema planteado el cual podrá ser una base para futuros proyectos relacionados.

2.2.2. Antecedentes Nacionales

- Primer Antecedente:

- ✓ Tenemos que Aguirre Víctor, (2017) en su investigación presentada para sustentar el título profesional de ingeniero civil titulada “Simulación estocástica del proceso constructivo de cimentaciones e indicadores de desempeño en la construcción del edificio industriales wankas”, en la Universidad Nacional del Centro del Perú:
- ✓ La simulación estocástica que se genera en la interfaz del software ARENA a partir de un desarrollo metodológico que influencia a la producción mediante una simulación de escenarios, los cuales evalúan constantemente esta que se da forma global a lo largo del proceso de cimentación. Entonces, se obtuvo un escenario con indicadores de productividad sobresalientes, puesto que se logra aumentar la productividad en un $8.18 \pm 0.32\%$ en el sistema real. Por lo tanto, concluimos que existe una diferencia significativa entre los escenarios comparados para proceso de este análisis del reflejo de resultados en búsqueda de mejoras considerables (p. 100).
- ✓ Puesto que la diferencia que existe es significativa para ambos escenarios, debemos tomarlas en consideración, debido a que estas reflejan el proceso optimizado por el software ARENA, arrojando resultados que aportan significativamente en la tesis planteada.
- Segundo Antecedente
 - ✓ Silva Nazario (2020) en su tesis realizada con el objetivo de optar por el título profesional de licenciado en matemática, cuyo título fue “Uso de software ARENA para la simulación de colas de las operaciones de carga y descarga del área de almacén del operador logístico Alcosa”. La cual se presentó a la facultad de Ciencias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión arrojó los siguientes resultados:
 - ✓ Tenemos que la simulación de colas con el software ARENA permitió desarrollar diversos modelos y así poder medir sus respectivos desempeños sin generar cargos de implementación, esto se convirtió en un gran apoyo en la toma de decisiones y el rediseño de procesos. Dicha, herramienta ayudó con la identificación del modelo, puesto que no solo necesita aumentar

sus recursos, sino que también se deben modificar las configuraciones existentes del horario de atención; esto conlleva a configurar cuatro recursos de los tipos de la mañana y solo uno de cada tipo de la tarde, donde arroja un cargo total de S/24 342.41 mensual. El tiempo máximo para el pesaje en la balanza de las UT aduanas llega a los 13.5 minutos, esto nos quiere decir que no hay un personal que se encuentre constantemente esperando a las UT (p. 77).

- ✓ Puesto que podemos observar que los resultados arrojados son valores óptimos, queda en evidencia la eficiencia con la que el software ARENA trabaja, ya que posee gran potencial en cuanto a la optimización de simulaciones.
- Tercer Antecedente
 - ✓ Sánchez Rosa (2018) con el objetivo de optar por el título de Licenciada en Investigación Operativa, titulada “Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa”, que presento a la Universidad Nacional Mayor de San Marcos llego a los siguientes resultados:
 - ✓ En las tablas que se colocaron los resultados se pueden apreciar las mejoras en el proceso, reduciendo tiempos en varios procesos de índole manual.
 - ✓ Se dejó en evidencia que el problema para mejorar el proceso de devoluciones y cambios puede ser sistematizado y así representar y resolver modelos matemáticos utilizando uno de simulación, en donde se deben sustentar los resultados obtenidos tanto técnica como científicamente (p.60).
 - ✓ Se presenta como un claro ejemplo de la tesis planteada, pues se tiene una respuesta no solo de los resultados del software sino a su vez de probabilidades que ayudan en una toma de decisiones basada en datos científicos.
- Cuarto Antecedente
 - ✓ Fernández Miluska (2020) realizo la investigación de “Aplicación del Software ARENA para la Simulación del Proceso de Atención al Cliente de una Entidad Financiera de la Ciudad de Arequipa para

el año 2020”, de la cual podemos desprender los siguientes resultados:

- ✓ La simulación producida por el software ARENA en el área de atención para la primera plataforma concluyó que se debe presentar una mayor afluencia en el turno tarde, ya que la cantidad promedio de clientes retirados en ese lapso varía entre 16 a 17 personas. Además, se observó que en el turno mañana se registró un máximo de 5 a 15 personas en promedio retirados de la agencia.
- ✓ Con la actual cantidad de los servidores, el tiempo promedio de espera que se presenta en cola es de 0.347 horas; pues se está presenciando una cantidad promedio de 82 personas atendidas por día. La entidad presentó cuatro operaciones realizadas en la primera plataforma, de las cuales son más efectuadas durante el periodo evaluado, se obtuvieron desembolsos con un 59% y un pago de cuotas con un 27%. En este sentido, lo que se presenta con un mayor tiempo productivo de servidores que con dicha cantidad de tiempo en espera promedio es de 0.1664 horas. Pues todos estos lograron una reducción del 29% con respecto al actual valor y un beneficio de s/. 326.125.
- ✓ Podemos concluir que, son evidentes las mejoras que se obtuvieron en la simulación del software ARENA, la cual produjo mejoras significativas que llegan a aumentar el rendimiento de los procesos testeados.
- ✓ Tiene impacto directo con la tesis planteada pues se habla de mejoras en tiempos de servicio lo cual comparte el tema de investigación.
- Quinto Antecedente
 - ✓ Alarcon Jhazim (2021), la cual nos explica en su trabajo presentada para optar por el Título profesional de Ingeniería Industrial llamado “Propuesta de mejora de la congestión vehicular en un eje vial de la ciudad de Arequipa mediante un modelo de simulación”, en La Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa lo siguiente:
 - ✓ Su estudio de simulación tuvo por objetivo investigar aquellas características que producían la congestión vehicular en aquel

tramo seleccionado, pues se simularon diversos escenarios en los cuales se podría realizar la implementación de sincronización de carriles y semáforos utilizando un modelo desarrollado por así decir, para poder proponer la solución más óptima y práctica con el objetivo de mejora en cuanto a la congestión vehicular en un eje vial de la ciudad de Arequipa; el trabajo planteado logró obtener un tiempo promedio de recorrido vehicular para la propuesta 1 de 7.85 minutos y para la propuesta 2 de 7.96; todo esto a comparación de 8.22 minutos que resulta del actual modelo, así pues logro ahorrar un total de costo en combustible de S/. 1,041,381.27 y ahorro de tiempo de 2157 horas.

- ✓ Vale decir que, analizando las variables obtenidas en el análisis de mejora respecto a la actual situación ha sido determinante, ya que dichas propuestas optimizan de manera global a todo el sistema; no obstante, la sincronización de semáforos evidencio mejoras en todas las variables resultantes detalladas por tipo de vehículo.
- ✓ Este antecedente nos ayuda a tener más conocimientos acerca de los estudios de tiempos y bajo qué términos poder plantear una mejor solución para optimizar los mismos y mejorar las coordinaciones internas.

2.3. Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1. Proceso del tiempo de atención

Si queremos determinar y evaluar los tiempos de atención obtenidos tendremos que utilizar la metodología de Teoría de Colas en la interfaz de utilización del Software ARENA, por lo que esta ira a realizar un modelo computarizado del área de atención en cuestión y así de la primera plataforma, en la que se colocará la distribución de los tiempos entre llegadas y del tiempo de servicio, asimismo, la cantidad de servidores y las operaciones que se efectúan.

Los resultados que se obtendrán de la simulación vendrían a ser la cantidad de personas que solicitan servicios de la entidad, las personas atendidas y retiradas, los cuales van a ser analizadas empleando hojas de cálculo.

Asimismo, determinaremos los tiempos promedio de llegadas, el tiempo promedio de atención en un servidor. Además, nos indica (Fernández Miluska, 2020):

Luego de observar el comportamiento implementando la simulación. Se obtuvo que el tiempo de servicio promedio se redujo en 1.54 minutos, donde el primer día registró un total 11.21 minutos y en el cuarto día 9.67 minutos.

Por otro lado, el tiempo de llegada promedio fue de 5.73 minutos. Además, se registró que en el día cuatro hubo un mayor tiempo de espera a diferencia de los anteriores días, puesto que se pudo presentar debido a que el tiempo entre llegada de clientes fue de 5.27 minutos, el cual es mucho menor a comparación al del promedio de los cuatro días.

En ese sentido el software arrojó valores óptimos considerables en respuesta a las cuestiones planteadas anteriormente, por lo que, es preciso decir que en lo que respecta al proceso del tiempo de atención se obtendrán resultados más que aceptables.

2.3.2. Proceso de respuesta automática

Con respecto al proceso de respuesta automática, se presentan algunas cuestiones que deben ser atendidas, ya que este aspecto en el sistema de atención presenta dificultades. No obstante, Fernández Miluska (2020) expresa en su investigación:

Una vez obtenidos los resultados con el software ARENA, se hace una comparación con el valor o aporte de la sistematización para un escenario con el objetivo de estimar más fácilmente las fuerzas que deberían estar presentes en la plataforma que registra las atenciones de los clientes. Por lo tanto, en los respectivos cálculos, se toma en cuenta la cantidad de clientes atendidos, esto con la finalidad de obtener los tiempos promedios de los servicios asociados para uno de estos y a partir de ello desarrollar la simulación, donde los resultados evidencian una relación inversamente proporcional a la cantidad de clientes, puesto que este número incremento

de 5 a 6. Lo cual nos quiere decir que la cantidad promedio de personas que se retiran de la agencia disminuye y por consiguiente se infiere que el tiempo de atención promedio del servicio para cada uno se reduce.

No obstante, aunque la relación obtenida en la optimización realizada por el software ARENA no sea tan elevada, cabe decir que es suficiente para considerarla como respuesta a la cuestión planteada, es decir, los datos que se obtengan serán valores óptimos utilizables.

2.3.3. Reglas de programación de trabajo

El proceso de evaluación de las reglas de programación de trabajo deberá tener una estructura como la que Fernández Miluska (2020) plantea:

Para realizar el análisis de la situación cronológica actual de la entidad, debemos recolectar todo lo concerniente a tiempos y proceso de atención. Luego dentro de este contexto, se identificará a la persona que trabaje en el área de atención de la entidad para que nos brinde la información a través de una entrevista que tiene el propósito de realizar un diagnóstico de los tiempos de espera; por otro lado, los costos de operación, número de clientes que ingresaron a la sede durante horarios registrados (p. 29).

Asimismo, el software ARENA arrojará los procedimientos a ejecutar tal y como ocurrió en el caso ya indicado, pues se evidencia la eficacia con la que el software optimizó las cuestiones planteadas.

2.3.4 Teoría de colas

Según Hillier & Lieberman (2010) nos dicen que la teoría de colas es una recolección de herramientas matemáticas encargados de describir a los sistemas que tienen líneas particulares de espera. Este tiene por objetivo principal hallar un estado estable del ordenador para así calcular la capacidad de servicio apropiada que pueda garantizar el equilibrio entre los costos del sistema y su respectiva satisfacción del cliente por cada servicio.

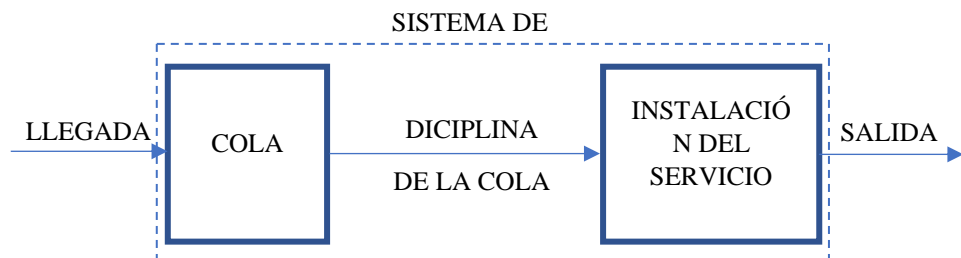


Figura N° 3: Modelo básico de una Línea de Espera

Nota. Presenta un sistema básico de líneas de espera en el caso de una sola cola y un solo servidor disponible, en este caso el cliente llega al sistema y si no hay nadie en la cola, procede a recibir el servicio, caso contrario, pasa a la cola, los servicios en curso no se encuentran dentro de la cola.

Además, Taha (2012) estudia el análisis de las colas que se desarrolla teniendo en consideración la toma de valores numéricos del fenómeno de espera utilizando las medidas de desempeño más representativas, de igual manera la longitud promedio de cola de espera, el uso promedio de la instalación, y tiempo medio de espera de cola.

A. Desarrollo

Los elementos que intervienen o también llamados elementos principales en una situación, vienen a ser los servidores y el cliente, ya que estos llegan a la instalación buscando algún servicio (servidor) desde alguna fuente.

Este análisis de colas representa las llegadas de los clientes a través del tiempo entre las llegadas progresivas, y el servicio brindado a través del tiempo que se emplea por el cliente. Por lo general, los tiempos entre llegadas y los tiempos de servicio nos resultan determinísticos o probabilísticos.

El tamaño que tiene la cola se debe de tener en cuenta durante el análisis. Debido a que, este puede ser finito o infinito.

El análisis en colas nos representa el orden en que se van seleccionando los clientes a lo largo de esta, esto es un factor importante en el análisis de los modelos de colas, ya que esta comúnmente se utiliza es la del primero en llegar y primero en salir,

también se involucran otras disciplinas tales como último en presentarse, primero en ser atendido y del servicio aleatorio.

La fuente encargada de la generación de los clientes debe ser determinada o indeterminada. Es decir, determinada nos limita la cantidad de personas solicitantes que llegan, mientras que un almacén indeterminado nos rinde en todo el propósito práctico, debido a su abundancia.

Sintetizando lo anteriormente dicho, utilizaremos un modelo de colas con una metodología muy relacionada con el siguiente caso que nos plantea

Considérese un fenómeno de espera en el que los tiempos entre llegadas de los clientes al sistema están distribuidos exponencialmente con parámetro $M = 0,2$ y el tiempo de servicio es constante e igual a 1,5 minutos por cliente. Realizar el proceso de simulación para 20 clientes según la norma FIFO y suponiendo que el primer cliente llega al sistema en el instante $t = 0$. Informar por fin de la simulación (Barreto, 2013, p. 5). Los datos por considerar en la simulación fueron los siguientes:

Factor de utilización del servidor.

Número medio en la cola.

Número medio en el sistema.

Tiempo medio de permanencia en el sistema.

Tiempo medio de espera en cola.

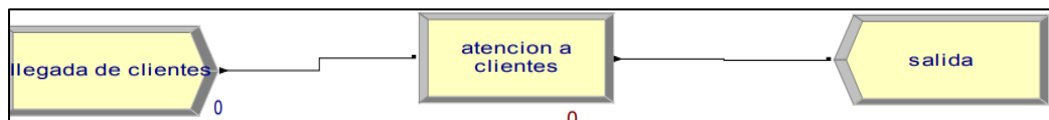


Figura N° 4: Pantalla principal de ARENA con el formato del modelo de colas.

Nota. En esta área de trabajo se genera el modelo y la simulación. En la sección superior de la misma, la parte gráfica muestra el diagrama de flujo del modelo y la animación (p.3), por Barreto, 2013.

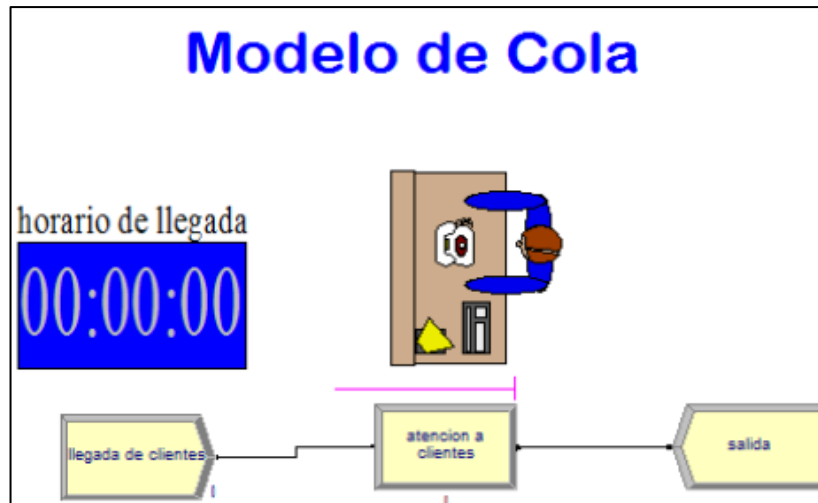


Figura N° 5: Diseño final del Modelo de Simulación de Colas implementados.
 Nota. En esta área de trabajo se abre paso a presentar el informe final luego de la corrida del modelo de colas (p.3).
 Fuente: Barreto, 2013.

B. Generalización del modelo de desarrollo

Con el objetivo de experimentar la modelización de los problemas de colas, se realizaron repetidas simulaciones en las que ocurrieron variaciones en los parámetros, tales como:

Tabla N° 1:
 Parámetros que sufrieron variaciones.

Llegada de clientes.	Factor de utilización del servidor.	Número medio en la cola.	Número medio en el sistema.	Tiempo medio de permanencia en el sistema.	Tiempo medio de espera en cola.
M	FUS	NMC	NMS	TMPS	TMEC

Fuente: Elaboración Propia

C. Metodología para recopilación de datos para el modelo del sistema

Para utilizar correctamente la Teoría de colas es necesario identificar su respectivo sistema, ya que es esencial tener una base de datos que se obtiene del sistema en cuestión, puesto que este se desea representar el modelo. Cabe decir que, para realizar la validación de la aplicación

de la Teoría de Colas, se tendrá que comparar los resultados obtenidos con el número recetas atendidas por día.

2.3.5. Reglas de programación heurística

Esta se define como el uso específico de conocimiento y del dominio cuyo fin era cubrir la mayor cantidad de posibilidades encaminando la búsqueda por las rutas más seguras. Es decir, esta se podría entender como aquella programación computacional aplicada en la resolución de problemas reglas de buena lógica. Estas proporcionan entre varios cursos de acción resultados prometedores, pero no necesariamente nos garantiza el curso de acción adecuado.

A. Introducción A Los Procesos Heurísticos

Los métodos heurísticos son estrategias generales de resolución y está conformada por reglas de decisión utilizadas por los que desean solucionar problemas, basadas en la experiencia previa con problemas similares. Estos planteamientos indican las vías o posibles orientaciones a seguir para alcanzar una solución.

Herramientas

Tratamiento primordialmente simbólico, puesto que la mayor parte de los problemas que determinan el tratamiento heurístico tienen estructura simbólica.

Unidades funcionales autosuficientes que posibiliten modelar una heurística y su artificio de ejecución, definiendo módulos independientes.

Estructuras de datos que posibilitan explicar estados de problemas y relaciones entre estados.

Estructuras de procedimiento de control y de proceso que facultan la ejecución acorde del modelo heurístico, y permiten la adquisición y utilización del conocimiento adquirido en el transcurso de la resolución del problema.

B. Pasos Del Método Heurístico

CONCEBIR UN PLAN

Utilizaremos una estrategia conveniente. La cual establecerá el camino o caminos que debemos seguir. Algunas de las preguntas que deberíamos hacernos son estas: ¿Se ha encontrado algún problema con similitud? ¿Ha surgido el mismo inconveniente expresado en otra forma? ¿Conoce problemas relacionados con este? ¿Es posible utilizar el problema concurrente con este ya resuelto? ¿Podría manifestar el problema de otra forma? ¿Se necesitan elementos auxiliares? ¿Podría emplear su método y resultado?

EJECUTAR EL PLAN

En el estudio de conceptos matemáticos, es necesario valerse de pensamientos móviles o dúctil, debemos estar aptos de encontrar caminos diferentes, para encontrar una resolución. De este modo tenemos que verificar lo que hemos realizado, además, de ser preciso anularlo con antelación y entonces establecer las relaciones de lo hallado.

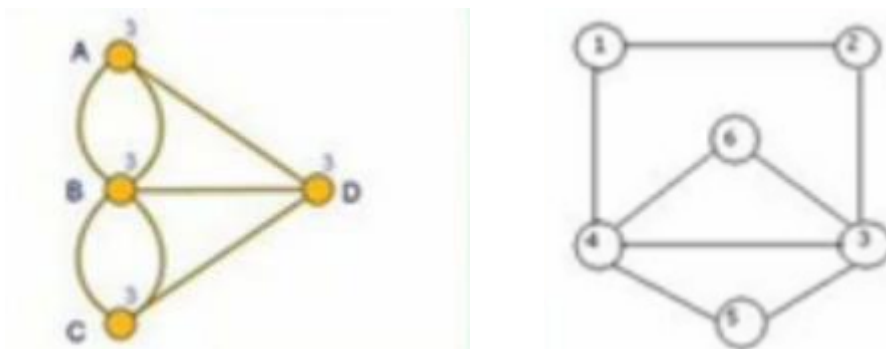


Figura N° 6: Diseño del Método Heurístico

Nota. En esta área de trabajo se genera el modelo y la simulación. En la sección superior de la misma, la parte gráfica muestra el diagrama de flujo del modelo y la animación (p.3).

Fuente: Barreto, 2013.

COMPRENDER EL PROBLEMA

Es importante reflexionar en cuestiones como “que se pide” “que se tiene” y “a donde se quiere llegar”. Algunas preguntas que debemos hacernos: ¿Cuál es la incógnita? ¿Es la condición suficiente para determinar la incógnita? ¿Es suficiente?

En lo siguiente se exponen los siete puentes de Koninsberg ¿Es probable hacer el recorrido sin pasar dos veces de por sí el puente?

EXAMINAR LA SOLUCIÓN OBTENIDA

Indagar acerca de la respuesta resultante obtenida para así corroborar e identificarla a esta, debemos realizar las siguientes preguntas: ¿Se pueden cotejar las resultantes? ¿Es posible verificarse el razonamiento? ¿Podría obtenerse el resultado de otra manera? ¿Puede observarse directamente? ¿Podría desarrollarse el resultado o el método en otro asunto? En retrospectiva podemos revisar como se planteó inicialmente, además es importante conocer cómo se hicieron los cálculos, toda la trayectoria recorrida para obtener la solución.

En el problema de esto es que, se admite un recorrido euleriano en donde tenemos que, observar con detenimiento lo que ocurre cuando se tienen al menos dos coordenadas a los que llegan un número par de segmentos o líneas.

C. Software de simulación

Se denomina así al software con el que se puede modelar procesos para documentar y definir; esto permite ver el desempeño futuro de un sistema con el objetivo de comprender relaciones complejas y así poder identificar oportunidades mejorables; el poder visualizar las operaciones con gráficos dinámicos y analizarlo hace posible trabajarlo como un sistema que permite trabajar en su configuración inicial y cómo responderá en posibles alternativas futuras, todo esto con el objetivo de llegar a elegir la situación más conveniente para el sistema. (Alarcon Jhazim, 2021).

❖ SOFTWARE ARENA

ARENA es un programa (software) que se utiliza para realizar simulaciones, este le pertenece a Rockwell Automation; este programa nos permite simular procesos

discretos de eventos, analizando las medidas de desempeño en donde evalúa los posibles cambios para implementar y así

determinar el escenario que mejor optimice el modelo. Este se encuentra basado en lenguaje SIMAN y nos permite escribir el código en dicho lenguaje donde el uso de animaciones, y los análisis de entrada y salida de datos están sujetos a verificación. La versión que se utiliza en el desarrollo del presente trabajo de investigación es la versión estudiante (Student en ARENA).

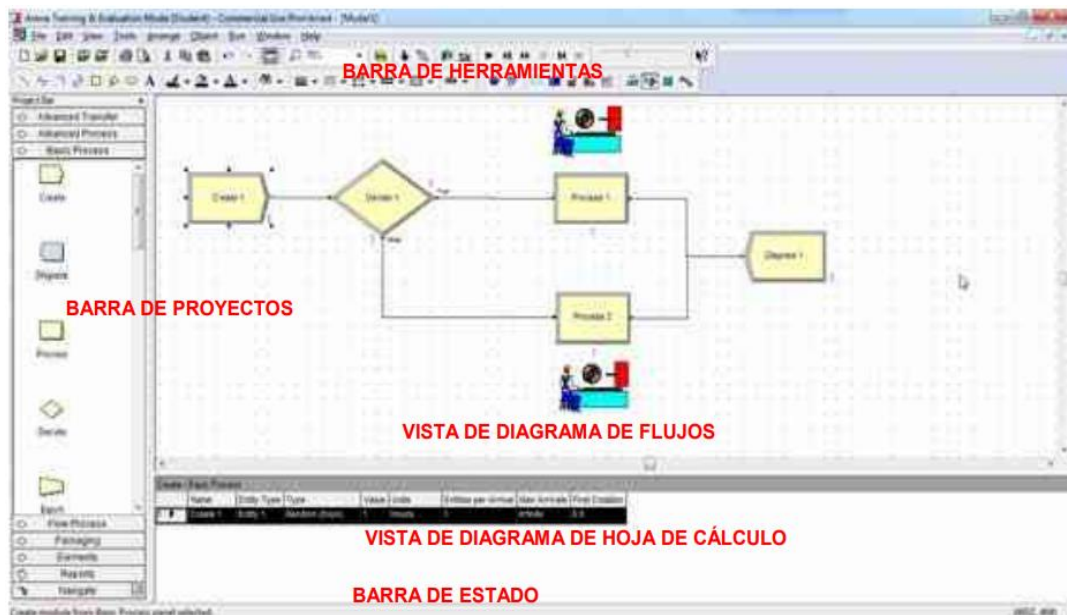


Figura N° 7: Ventana del software de simulación ARENA versión estudiante.

Nota. Se tiene que en la interfaz del software se divide en cinco áreas las cuales se indican en la imagen. Fuente: El uso de software ARENA en la simulación que emplea diagrama de colas.

Fuente: Nazaro Angelo 2020, Huacho.

❖ MÓDULOS DE ARENA

En lo que respecta al funcionamiento del software ARENA, Kelton (2008) explica lo siguiente:

Los módulos del software ARENA son elementos básicos que posee el modelo, puesto que determinan dos tipos: los diagramas de flujo que se ven como nodos los cuales sirven para ingresar datos; además, estos realizan una determinada tarea y sus módulos de datos definen las características de los elementos en el proceso, tales como las colas y recursos, también se usan expresiones o variables numéricas. (p. 59).

❖ MÓDULOS BASIC PROCESS

De flujo:

Create: Aquí se crean las entidades que son registradas según su ingreso al sistema, todo ello de acuerdo con una distribución de probabilidad que relaciona los tiempos en donde se consideran la cantidad de llegadas.

Dispose: Este permite utilizar los entes, ósea a través de este módulo la entidad sale del sistema

Process: en este módulo definimos los parámetros que se procesan en la entidad, estos pueden ser distribución de probabilidad del tiempo de servicio o volumen y clases de recursos a usar. Aquí se toma la entidad y le da un servicio para luego liberarla y que siga su ruta por el sistema.

Decide: este nos permite decidir qué camino debemos tomar, ya que el sistema está en base a una probabilidad o una condición.

Assign: se asignan las características y propiedades de los entes, tales como clase de entidad o alguna imagen para animación.

De datos:

Attribute: Define el tipo, sus dimensiones y su valor inicial de una característica resaltante de nuestra entidad.

Entity: Veremos los tipos de entidades y sus imágenes que se implementaran (que se usaran en la animación), ya que también esta define aquí valores iniciales.

Queue: La usamos para determinar el grupo de espera donde aguardaran las entidades porque así es la regla de atención (según el orden de llegada o algún valor agregado).

Resource: Nos define los recursos que intervienen dando servicio en el sistema desarrollado de simulación, en donde se incluyen los costos y disponibilidad de los recursos. Estos pueden definir variables con capacidad fija que van de acuerdo con un calendario programado.

Variable: Nos define las dimensiones y valores de las variables, ya que esta se puede encontrar en matriz, tal como: 1-D o en 2-D.

Schedule: se usa de la mano con el módulo resource para crear un horario de servicio o con el módulo create para definir un horario de llegadas.

Picture: se usa para definir la imagen de animación asociada al proyecto, esta se encuentra almacenada en el sector de la entidad Entity Picture.

❖ MÓDULOS ADVANCED PROCESS

De flujo:

Módulo Seize: este módulo asigna unidades de un recurso a alguna entidad que ingresa a éste, colocándolo en una cola hasta que todos los recursos especificados estén disponibles simultáneamente.

Módulo Release: libera unidades de un recurso que fue asignado a alguna entidad previamente o libera recurso dentro de un conjunto de recursos.

Módulo Hold: este módulo retiene en una cola interna la entidad que ingresa en él hasta que la libera mediante una señal o una condición verdadera.

De datos:

Expression: El módulo de expresión define expresiones y sus valores asociados, puede contener cualquier lógica de expresión compatible con ARENA, como valores reales, distribuciones probabilidad, variables del sistema definidas por el usuario o por ARENA, y combinaciones de estas. Pueden ser matrices en 1-D o 2-D.

Statistic: se usa para recopilar estadísticas adicionales durante la simulación. Aquí se pueden definir estadísticas de tiempos, recuento, salidas y frecuencias.

❖ MÓDULOS ADVANCED TRANSFER

De flujo:

Route: este módulo transfiere una entidad a una estación específica. Se puede definir un tiempo de demora para la transferencia.

Station: El módulo define una estación (o un conjunto de estaciones) correspondiente a una ubicación física o lógica donde se produce el procesamiento de la entidad.

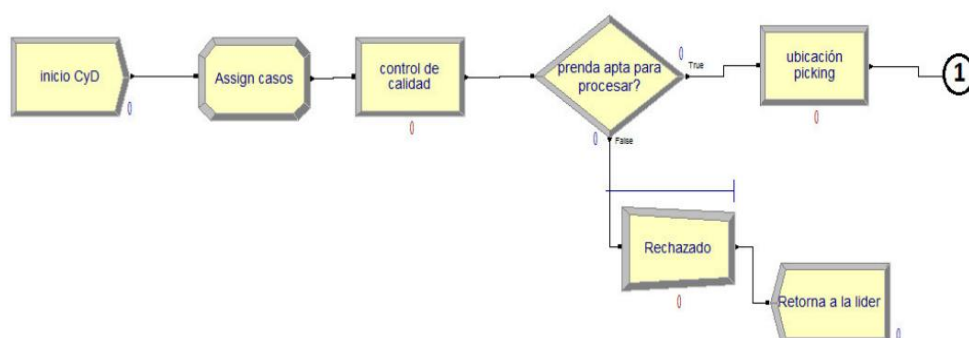


Figura N° 8: Modelado primera sección

Nota. Se muestra el primer modelado que realizara el software con los datos que se le ingresaron.

Fuente: Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa (p. 42), Sánchez Rosa 2018, UNMSM.

❖ INPUT ANALYZER

Es una herramienta que el software ARENA utiliza para determinar procesos específicos, tales como: realizar la prueba de bondad de ajuste de los datos observados y determinar la distribución de probabilidad que se aproxime mejor a dichos datos. Utiliza el método Chi-cuadrado y Kolomogorov-Smirnov, obteniendo el p-value, si éste es mayor al nivel de confianza (0.05) podemos indicar que los datos observados se aproximan a la distribución de probabilidad.

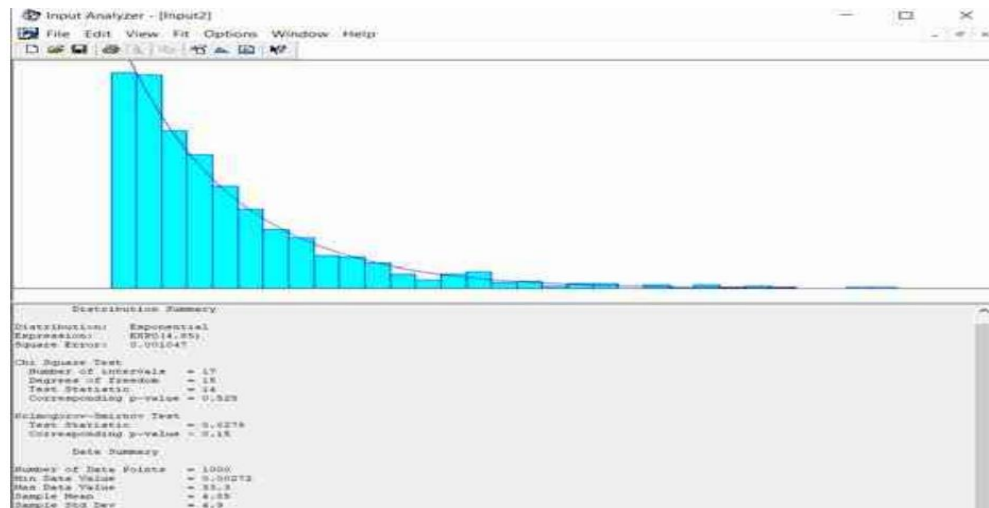


Figura N° 9: Ventana de Este Comando (Input Analyzer)

Fuente: Elaboración Propia en Arena

Nota. Dado que tenemos un $p > 0.15 > 0.05$. Aceptamos, la hipótesis nula y así concluimos que los datos se ajustan a la distribución de probabilidad exponencial con media 4.85.

Fuente: Operaciones de carga y descarga del área de almacén del operador logístico alcosa (p. 46), por Nazaro Angelo 2020, Huacho.

El procedimiento que se implementa desde analizar el flujo de actividades tiene como objetivos lograr el modelado de dichas actividades utilizando distribuciones conocidas, tales como: la de probabilidad y por consiguiente la realización del modelo de simulación del proceso constructivo en la cimentación con un análisis estadístico de los resultados, se puede llegar a obtener una herramienta valiosa para el conocimiento del proceso constructivo para así mejorar la toma de decisiones.

El software trabaja con ventanas emergentes que deben de ser rellenadas con los respectivos datos que se requieren para realizar la simulación. A continuación, se muestran estas:

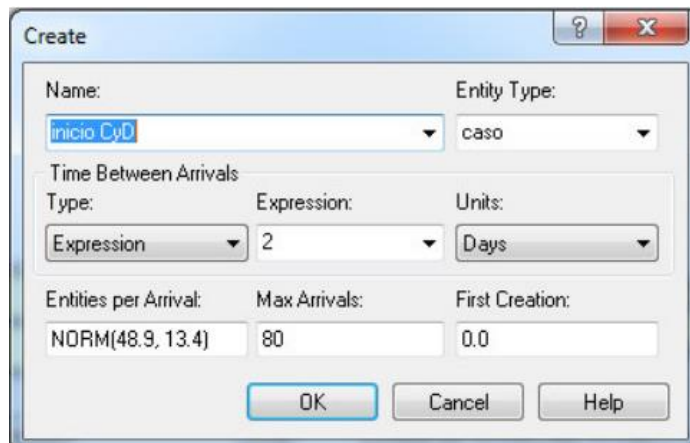


Figura N° 10: Módulo Create

Nota. Se muestra la primera ventana emergente solicitando los datos necesarios para empezar la simulación.

Fuente: Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa (p. 45), por Sánchez Rosa 2018, UNMSM.

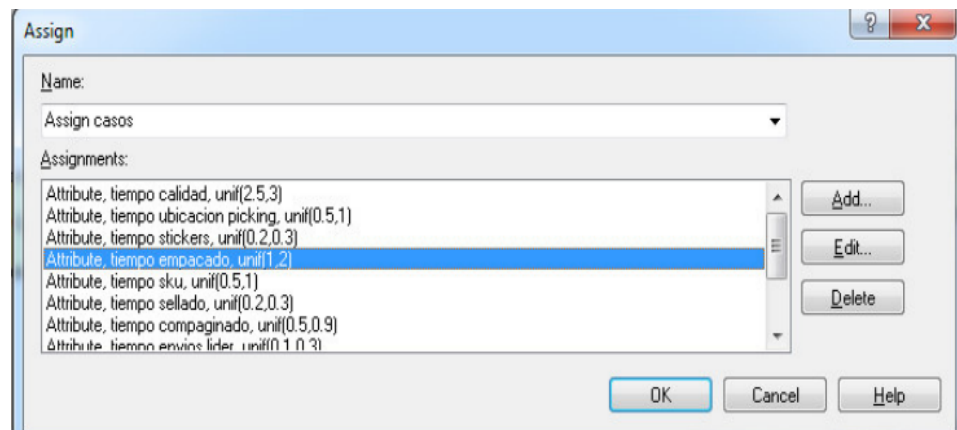


Figura N° 11: Módulo Assing

Nota. Se muestra la segunda ventana emergente solicitando seleccionar el caso adecuado para la evaluación correspondiente.

Fuente: Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa (p. 45), por Sánchez Rosa 2018, UNMSM.

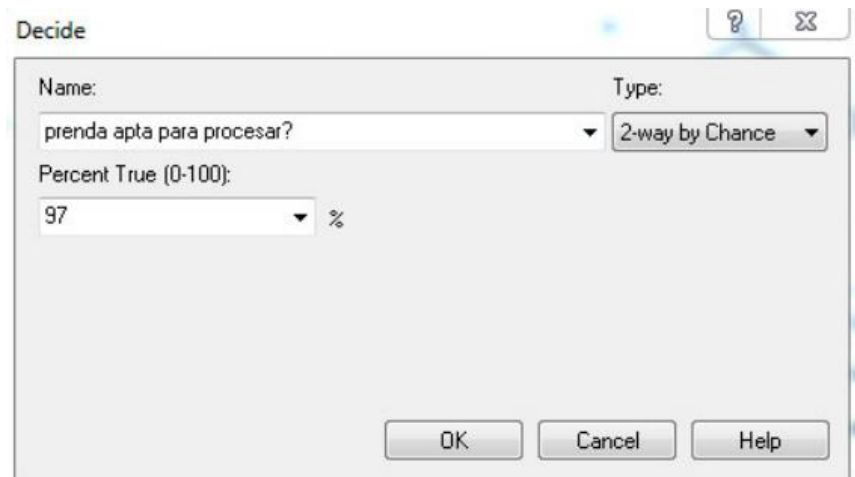


Figura N° 12: Módulo Assing Módulo Process Control de Calidad

Nota. Se muestra la tercera ventana emergente solicitando colocar el caso y porcentaje de error permitido para la evaluación correspondiente.

Fuente: Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa (p. 47), por Sánchez Rosa 2018, UNMSM.

En nuestro caso trabajado se analizaron los tiempos de duración en el transcurso en cada etapa del proceso de atención y emisión de las cotizaciones, de esta manera se logrará establecer las etapas críticas y cuáles son las etapas que se puede mejorar de todo el proceso en estudio.

Como parte de la primera solución del problema se ha procedido con la simulación del primer escenario el cual comprende la utilización de productos tecnológicos. Luego de obtener los resultados de los nuevos tiempos se simulará el escenario óptimo para poder tener nuestra primera propuesta de mejora.

Luego se ha procedido a simular el escenario 2 donde se simula en base a los tiempos obtenidos en el escenario 1 pero se disminuye el tiempo de ejecución del cronograma establecido, de tal manera que procedemos a analizar si es factible una reducción en los tiempos de espera en atención a las solicitudes recibidas.

Donde se realizó un modelo computarizado del proceso de atención el cual se rellenará con la descripción del modelo orientado a los eventos del sistema; estos eventos son las acciones realizadas en cada estación, recepción del cliente, cotización del trabajo, respuesta al cliente y despacho. También tenemos que la

condición de activación de cada evento, por lo que la condición de activación de cada evento es la aceptación de las solicitudes de análisis recibidas. Cabe decir que, en cuestión al cálculo de las medidas del comportamiento del sistema, estas vienen a ser las medidas de tiempo del sistema ya se encuentran estandarizadas en la programación de las reglas de trabajo.

Podemos afirmar que, el creador de este proyecto de investigación permitirá realizar proyectos opimos y eficientes respecto al tiempo, costo y optimización de recursos, es decir, este podrá simular varios posibles escenarios del proceso de respuesta autónoma y reglas de programación del trabajo.

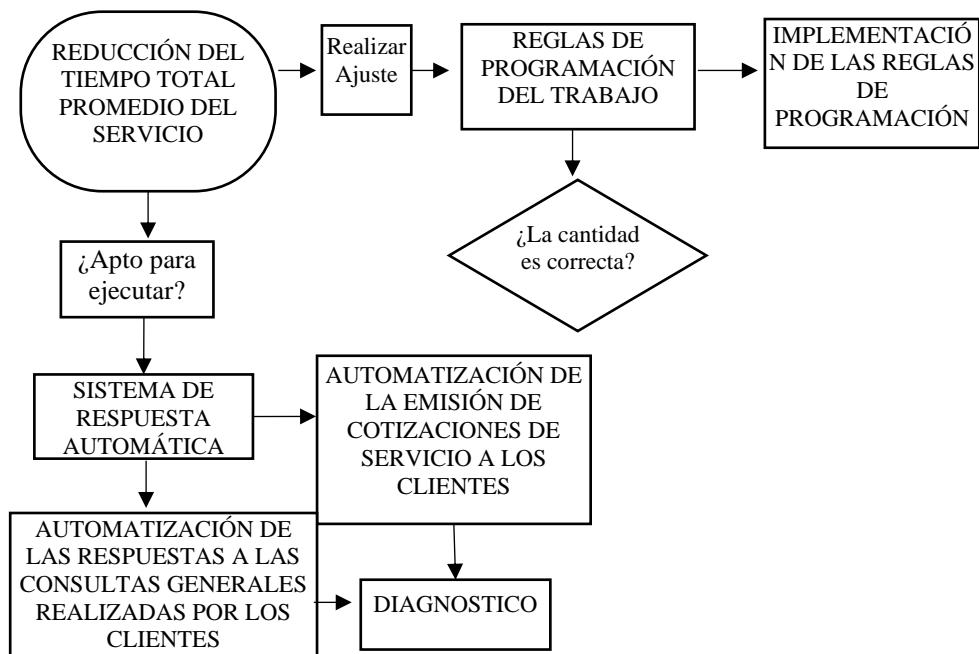


Figura N° 13: Simulación del diagrama de flujo del software ARENA

Nota. La figura a continuación nos bosqueja la forma en la que el software ARENA va a operar con las hipótesis planteadas.

Fuente: Elaboración propia.

❖ CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Mediante su creación en la computadora y en base a las reglas del sistema elegido el modelo conceptual pasa a convertirse en un modelo de simulación, que en este caso es el software ARENA.

Un modelo será bueno cuando es lo suficientemente útil para localizar los objetivos de la simulación, a través de un detalle y precisión que lo permitan, el resultado se traduce en cierto grado de fidelidad, el cual es asociado con la extensión del desarrollo y depuración, así como con el tiempo de ejecución. Es por ello, que resulta mejor establecer un mínimo requerido de fidelidad para lograr los objetivos del estudio y posteriormente agregar los detalles estratégicos necesarios.

❖ EXPERIMENTO DE SIMULACIÓN, EJECUCIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO SIMULACIÓN

La experimentación de esta simulación posee amplias definiciones incluso estas pueden añadir desde un bosquejo, hasta un complejo programa de computadora, no obstante, utilizaremos bajo la definición planteada por Kelton et al. (2008):

En esta sección planteamos lo que deseamos saber, se determina de la manera más eficaz y precisa, esto es posible con las simulaciones que se realizaran. Se sabe que en la simulación existen las variables independientes que se nombran variable de entrada o de experimento, las cuales si son manipuladas o alteradas producen efectos en otros objetos de estudio que se denominan dependientes o de desempeño, las cuales son medidas.

Sin embargo, para contextualizar mejor el concepto acerca del modelo empleado, tendremos que basarnos en la definición de Eppen, Gould, Schmidt, Moore y Weatherford (2000) la cual nos expresa que “la idea básica de la simulación es la construcción de un dispositivo experimental, o simulador, que actuará como (simulará) el sistema de interés en ciertos aspectos importantes, de una manera rápida y redituable” (p. 506)

Dado esto, debemos considerar la observación de que el modelo de optimización es diferente al modelo implementado, esto se explica en el planteamiento propuesto por Eppen et al. (2000):

Tenemos que el modelo de optimización utiliza resultados de las variables de decisión. Este es un modelo de simulación debe de utilizar los valores de dichas variables de decisión; para que el modelo evalúe la función objetivo en este conjunto de valores particulares (p. 507).

La finalidad en la conducción de experiencias es recolectar el suficiente conocimiento de cómo mejorar el desempeño del sistema, para que así se logre lo mejor, identificando los orígenes de los problemas, no obstante, la información recolectada después de la simulación es tan solo capaz de identificarlas pocas veces, lo cual nos va reportando solo el comportamiento errático del problema.

Una vez en ejecución el experimento de simulación, su conjunto de valores de los indicadores que resultan sea de estado estable o transitorio, deberá ser sometido a pruebas estadísticas de bondad de ajuste a la distribución Normal, las cuales son las pruebas de Chi-cuadrado, Kolmogorov-Smirnov y Anderson Darling. El objetivo de esta prueba es corroborar que se aplica el Teorema del Límite Central (los N valores promedio que se logren producto de las N réplicas forman un conjunto de valores que se ajustan a una distribución de probabilidad Normal); es decir, podremos realizar inferencia estadística al indicador.

- Recursos

Se denomina así a los elementos que dan soporte de forma directa o indirecta, en el procesamiento de los entes que intervienen en el sistema. Sabemos que, la implementación de los recursos produce impacto en el desarrollo de estos entes, las cuales evidencian esta alteración en los tiempos de espera (Torres Vega, 2016).

- Atributos

Se les considera variables asociadas aquellas que reúnen valores o información acerca de cada entidad, las cuales hacen que dicha información específica se distinga unas de otras (Alarcon Jhazim, 2021).

Las etapas que se deben seguir para realizar un estudio como este (simulación) deben de tener la siguiente estructura y seguir un orden necesario para llevar a cabo un experimento con dicha simulación, los cuales son planteados por Silva Nazario (2020):

- Definir el sistema

Consiste en la reactividad del sistema o las restricciones de este; pueden ser medidas como la efectividad o resultados pronosticados.

- Formulación de modelo

Entonces, definimos todos los objetos de estudio (variables) que participan en el modelo, tales como relaciones lógicas o los correspondientes diagramas de flujo descritos.

- Colección de datos

Estos deben definir la cantidad de datos necesarios que intervendrán para que el modelo se considere representativo.

Implementar el modelo en la maquina

Debemos escoger el lenguaje de programación adecuado para desarrollar el procesamiento en la computadora y así poder registrar los resultados pronosticados. Estaremos utilizando el software ARENA.

- Realizar la validación

Aquí determinamos las deficiencias del modelo, el cual se basa la opinión de expertos para la precisión de la predicción de los datos previamente registrados, fallas comprobadas cuando se introducen cambios que provocan fallas en el

sistema real. Es decir, la aceptación y confianza de los resultados que se hacen uso en el modelo de simulación.

- Experimentación

Una vez realizada la validación se producen datos esperados que deben ser sometidos a un análisis de sensibilidad.

- Interpretación

Ahora que se conocen los resultados obtenidos estos son interpretados para poder realizar la toma de decisiones.

- Documentación

Tenemos dos tipos: el informe técnico y su respectivo manual del usuario (pp. 40-42).

- ❖ VERIFICACIÓN DEL MODELO:

Aquí determinamos que, si el modelo de simulación construida refleja de manera precisa el modelo conceptual diseñado, corroborando y confirmando que el modelo se efectúa de manera correcta. Se sigue con el proceso de depuración y refinación del modelo, pero a menor escala que en la fase anterior.

- ❖ VALIDACIÓN DEL MODELO:

Se determina aquí, si el modelo conceptual rediseñado refleja de manera correcta el sistema real, en función de cualquier evidencia disponible para determinar la precisión del modelo.

La recolección de evidencias se realiza examinando la estructura del modelo (los algoritmos y las relaciones) y de esta manera se evalúa la información estadística obtenida a partir del mismo. Si al llevar a cabo lo anterior, no se encuentran ninguna discrepancia entre el sistema real y el modelo, el modelo tiene una representación precisa del sistema.

2.4. Definición de términos básicos

- **Cliente:** es la persona, empresa u organización que adquiere o compra de forma voluntaria productos o servicios que necesita o desea para sí mismo, para otra persona u organización; por lo cual, es el motivo principal por el que

se crean, producen, fabrican y comercializan productos y servicios” (Thompson, 2009).

- **Consultas:** Son las acciones o efectos de preguntar con la espera de obtener información de utilidad que permitan al cliente de la empresa tomar una decisión. (Aguirre, 2017)
- **Cotización:** Es la acción de establecer un precio, en base al valor del servicio solicitado y que tendría que desarrollar la empresa (Zambrano, 2019)
- **Implementar:** Es la aplicación de una medida o método, para concretar una actividad, plan o misión que se ha puesto en marcha (Cruzado, 2018)
- **Indicadores:** Estos vienen a ser valores que permiten medir y evaluar el desempeño o la intensidad de una variable (Braga, 2018)
- **Plazo de entrega:** Se le conoce como el tiempo transcurrido desde que se da la fecha de solicitud del servicio hasta la fecha de respuesta o entrega del servicio (Zambrano, 2019)
- **Proceso:** Conjunto de operaciones que se ejecuta para posteriormente ser transformada (Aguirre, 2017)
- **Reglas de programación de trabajo:** Es un conjunto de normas que se deben cumplir en un centro de trabajo. Éste debe incluir tanto aquellas delimitadas para los colaboradores, como para los clientes, asimismo contiene información acerca de las políticas, responsabilidades, funciones y procedimientos de las operaciones a desarrollar por la empresa (Aguirre, 2017).
- **Requerimiento:** Es la acción de requerir, solicitar, pedir, avisar o necesitar de algo manifestando las especificaciones del servicio (Zambrano, 2019)
- **Servicio:** Es el conjunto de actividades referidas a la satisfacción de una determinada necesidad de los solicitantes o clientes, a través de brindar un producto no tangible y personalizado (Alarcón, 2021).
- **Servicios no oportunos:** Servicios que no llegan a ser atendidos por la empresa debido a la alta demanda que presenta y no dispone del tiempo suficiente para desarrollarlos (Braga, 2018)
- **Sistematización:** Es el proceso o establecimiento mediante el cual se pretende ordenar una serie de pasos, etapas o procedimientos, entre los cuales

están relacionados entre sí, con el objetivo de permitir mejores resultados posibles de acuerdo al fin que se tiene que alcanzar (Alarcón, 2021).

2.5. Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis: Mapa conceptual

Hipótesis específica 1: Si se aplica la Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática, entonces se reducirá el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios.

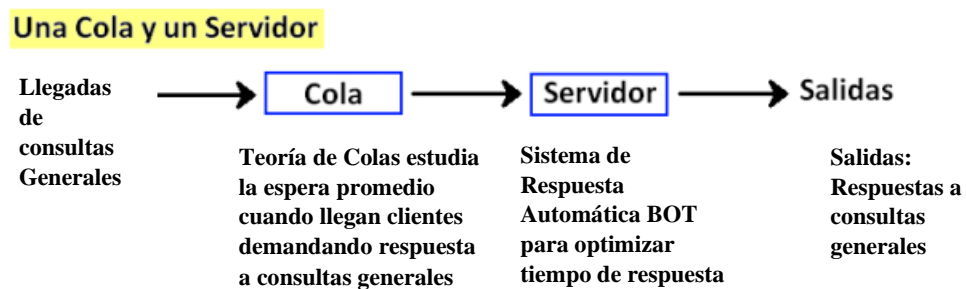


Figura N° 14: Llegadas de Consultas Generales.
Elaboración: propia

Hipótesis específica 2: Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de una empresa de servicios.

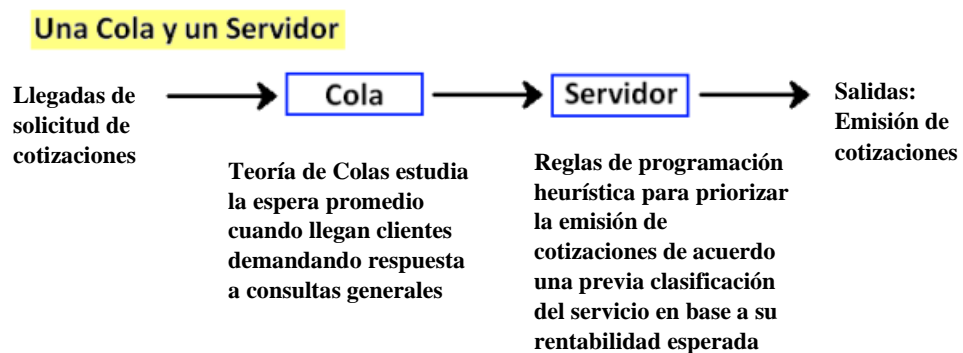


Figura N° 15: Llegadas de Solicitudes De Cotizaciones
Elaboración: propia

Hipótesis específica 3: Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de ejecución del servicio a los clientes de una empresa de servicios.

Una Cola y un Servidor

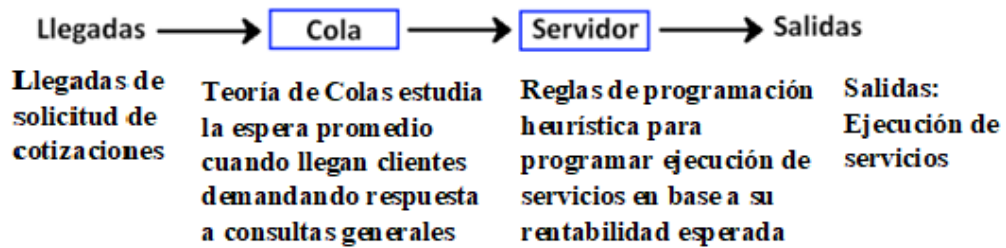


Figura N° 16: Llegadas de Solicitud de cotización

Fuente: Elaboración propia

2.6. Hipótesis

2.6.1. Hipótesis general

Si se aplica la Teoría de Colas se reducirá el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios.

2.6.2. Hipótesis específicas

- Si se aplica la Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática, entonces se reducirá el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios.
- Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de una empresa de servicios.
- Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de ejecución del servicio a los clientes de una empresa de servicios.

2.7. Variables

2.7.1. Definición conceptual de las variables

- Variable independiente:
 - Teoría de Colas con un sistema de Respuesta Automática
 - Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística
 - Teoría de colas con Reglas de programación heurística
- Variable dependiente:

- Tiempo de respuesta a las consultas generales
- Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes
- Tiempo de ejecución por servicio

c) Indicadores:

- Tiempo promedio de respuesta por cada consulta general: $\text{Tiempo total del proceso del servicio} / \text{número total de servicios realizados en el mes}$. Indicador:
- Tiempo total promedio de emisión de cotización: $\text{Tiempo total de emisión de cotización} / \text{número total de servicios realizados en el mes}$.
- Tiempo de ejecución promedio por servicios: $\text{Tiempo total de la ejecución del servicio} / \text{número total de servicios ejecutados en el mes}$.
- Si / No (Valor dicotómico)

Tabla N°2:
Cuadro resumen Hipótesis

HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VARIABLE DEPENDIENTE
Si se aplica la Teoría de Colas se reducirá el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios	Variable Independiente: Teoría de Colas	Si / No	Tiempo de Atención de Servicios Virtuales	Tiempo total promedio del proceso del servicio
Hipótesis específicas	Variable / Dimensión			Indicadores
Si se aplica la Teoría de Colas con un sistema de respuesta automática, entonces se reducirá el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios	Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática	Si / No	Tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes	Tiempo promedio de respuesta por consulta general
Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de una empresa de servicios.	Teoría de Colas con Reglas de programación Heurística	Si / No	Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Tiempo promedio de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes
Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de ejecución del servicio a los clientes de una empresa de servicios.	Teoría de colas con Reglas de Programación Heurística	Si / No	Tiempo de ejecución del servicio	Tiempo promedio de ejecución por servicio

Elaboración: propia

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque, tipo, nivel y diseño de la investigación

Enfoque

Según Hernández, Fernández y Batista (2014), el enfoque **cuantitativo**: “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías”

Según el enfoque cuantitativo el conocimiento debe ser objetivo como resultado de un proceso deductivo que, a través de los conceptos numéricos y el análisis estadístico inferencial, se realizan hipótesis formuladas de manera anticipada, basando la investigación en casos “tipo”, con la intención de obtener resultados que permitan hacer generalizaciones.

La presente investigación se ha desarrollado bajo el enfoque cuantitativo ya que utiliza la recolección de datos y su respectivo análisis con la finalidad de medir la reducción de tiempo del proceso del servicio, como resultado de aplicar la teoría correspondiente, para comprobar las hipótesis planteadas.

Tipo

La investigación aplicada “está interesada en la aplicación de los conocimientos a la solución de un problema práctico inmediato” (Calderón, 2010, pag.44)

El presente trabajo es una investigación del tipo **aplicada**, debido a que depende del conocimiento generado por otras investigaciones, como la aplicación de la simulación en procesos de servicios logísticos, donde el tiempo de atención se considera muy importante como reflejo de la respuesta rápida hacia el cliente.

Nivel

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales.

La investigación **explicativa** es una de las más complejas y rigurosas, lo principal es la comprobación de hipótesis causales o explicativas; el hallazgo de nuevas leyes

científico – sociales, de nuevas micro teorías sociales que revelen las relaciones causales de los rasgos o dimensiones de los hechos, eventos del sistema y de los procesos sociales. Las hipótesis causales, explican las causas de los hechos y procesos naturales como también sociales. Por lo tanto, la formulación de las hipótesis es fundamental, porque se realiza para orientar el trabajo de investigación, dirigido a demostrar las hipótesis de manera experimental y no experimental

Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014).

Por lo tanto, esta investigación cumple con las características de ser del nivel explicativo, por cuanto busca establecer la relación causa efecto en la solución de la problemática identificada.

Diseño de la investigación

Los diseños cuasi-experimental manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes. En este diseño los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes de experimento (Lucas, 2013, pág. 42).

La presente investigación es de tipo **cuasi experimental**, ya que fue diseñado con pre pruebas y post pruebas. Además, tenemos que (Curbeira Hernández, Bravo Estévez, & Morales Díaz, 2017), realizó una investigación regular de las experiencias en donde se le asignan a los grupos intactos diversos diseños cuasi experimentales; tales como:

1. Diseño con un grupo de medición antes y después.
2. Diseño con un grupo de comparación equivalente.
3. Diseño con serie de tiempo interrumpido.

El presente proyecto de investigación responde al estudio cuasi experimental de diseño con un grupo de medidas tomadas previamente y post test, (la opción 1), teniendo en cuenta la variable dependiente e independiente.

La tesis tuvo un diseño de investigación experimental de tipo cuasi-experimental porque se implementaron las variables independientes (se incrementó velocidad al servicio mediante un sistema de respuesta automática y reglas de programación del trabajo) para ver su efecto sobre las variables dependientes (tiempo total promedio del proceso de servicio, tiempo de respuesta a consultas generales, tiempo de respuesta de la evaluación para realizar el servicio) dentro de una situación controlada por el investigador. Para esto se analizan las variables dependientes antes y después del tratamiento.

En ese sentido se tomó el grupo de las mediciones para dos escenarios distintos (un antes y después), es decir los tiempos del procedimiento de ejecución de los servicios considerando todos los registrados en el periodo del mes de julio del 2022, por ser el mes con mayor demanda en cuanto a la cantidad de servicios que ejecutó la empresa, por lo tanto, se está contemplando este escenario como crítico que tuvo la misma, y sobre este se tratará de implementar una sistematización en sus procesos mediante la automatización y reducir los tiempos en cuanto a la atención que brinda a sus clientes.

Ahora bien, una vez recolectado los datos que se toma como muestra para luego realizar el procedimiento de la simulación y así desarrollar una comparación del antes, donde se analiza la situación actual de los tiempos de atención de la empresa con sus clientes y el después donde se lleva a cabo la implementación de la propuesta de mejora a la sistematización de la misma además de incluir las reglas de programación en el trabajo por los servicios atendidos, se logra obtener buenos resultados donde en efecto se presentó la reducción en el tiempo promedio de los servicios en la empresa objeto de estudio, y que se demuestra de igual manera en el capítulo análisis e interpretación de resultados.

3.2. Población y muestra

Según López & Fachelli (2015): “Universo o Población son expresiones equivalentes para referirse al conjunto total de elementos que constituyen al ámbito de interés analítico y sobre el que queremos inferir las conclusiones de nuestro análisis, conclusiones de naturaleza estadística y también sustantiva o teórica. En particular se habla de población marco o universo finito, al conjunto preciso de

unidades del que se extrae la muestra, y universo hipotético o población objetivo, el conjunto poblacional al que se pueden extrapolar los resultados” (p.7)

Población de la investigación

La población está compuesta por todos los servicios realizados por la empresa objeto de estudio en el periodo de enero del 2021 hasta el periodo mayo de 2022 con un total de 525 servicios de clientes como se muestra en la tabla siguiente.

Según López & Fachelli (2015), define que: “Una muestra estadística es una parte o subconjunto de unidades representativas de un conjunto llamado población o universo, seleccionadas de forma aleatoria, y que se somete a observación científica con el objetivo de obtener resultados válidos para el universo total investigado, dentro de unos límites de error y de probabilidades de que se pueden determinar en cada caso” (p.6).

Muestreos no probabilísticos “son técnicas determinantes de trazas de estudio las cuales requieren no tanto una representatividad de elementos de una población de la muestra, se les denomina no probabilísticas, debido a que, vienen a ser cuidadosas y de controladas elecciones de casos específicos con características que fueron dadas previamente al planteamiento de problema” (Hernández, 2014).

Es un subconjunto de la población es decir una parte de todos los servicios desarrollados a los clientes de la empresa objeto de estudio, y que se realizó en el periodo enero 2021 a mayo del 2022 por lo tanto en la presente investigación se tomó 2 muestras una antes de la simulación y otra después de la simulación del sistema de automatización y reglas de programación del trabajo. Para la investigación, la técnica de muestreo que se aplicó fue el no probabilístico por conveniencia ya que se determinó los elementos de la población bajo ciertas características específicas como el mes con mayor cantidad de servicios asimismo de que se consideró otros criterios como los siguientes:

El tiempo total promedio de los servicios realizados por la empresa será el mes de Julio del 2022, por ser un mes crítico ante un escenario de mayores demandas para la empresa y donde se puede constatar con certeza los problemas que adolece y presenta con notoriedad en su situación actual y de que en realidad necesitaría de la

implementación de una sistematización de automatización en sus procesos así como reglas de programación de trabajo, en ese sentido esta muestra a analizar equivalente a 135 servicios que han sido registrados en la base de datos de la empresa y que fueron atendidos. Cabe mencionar que se considera un tiempo de entrega por parte de la empresa de 1 a 2 días ya que son tiempos de entrega prudentes al implementar un sistema de automatización asimismo de usar las reglas de programación de trabajo lo que genera en efecto un promedio aproximado de 5 servicios atendidos por día, para el periodo de análisis.

Unidad de análisis de investigación

Según Hernández Sampieri (2018), “Unidad de análisis es la unidad de la cual se extraerán los datos o la información final” (p.198)

La unidad de análisis es una definición abstracta, que designa el tipo de objeto social al que se refieren las propiedades. Esta unidad se localiza en el tiempo y en el espacio, definiendo la población de referencia de la investigación. (Corbetta, 2007).

Para la presente investigación se consideró, como unidad de análisis, a todos los clientes que han recibido algún tipo de servicio que brinda la empresa durante el periodo de análisis, en este caso fue el mes de Julio del 2022.

A continuación, se presenta la unidad de análisis y la muestra que se emplearon por cada una de las variables dependientes planteadas en esta investigación.

Tabla N°3:

Unidad de Análisis, muestra pre y post para la variable dependiente

Variable Dependiente	Indicador	Unidad de Análisis y Periodos	Muestra PRE	Muestra POST
Tiempo de respuesta a las consultas generales	Tiempo promedio de respuesta por cada consulta general	Servicios brindados Julio 2022	Registros del tiempo de respuesta de 120 consultas generales del mes de julio 2022	Registros de Simulación del tiempo de respuesta de 120 consultas generales como resultado de aplicar la solución en base a la teoría de colas y sistema de respuesta automática
Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Tiempo promedio de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Servicios brindados Julio 2022	Registros del tiempo de respuesta de 120 emisiones de cotizaciones del mes de julio 2022	Registros de Simulación del tiempo de respuesta de 120 emisiones de cotizaciones como resultado de aplicar la solución en base a la teoría de colas y sistema de respuesta automática
Tiempo de ejecución por servicio	Tiempo promedio de ejecución por cada servicio	Servicios brindados Julio 2022	Registros del tiempo de ejecución de 120 servicios del mes de julio 2022	Registros de Simulación del tiempo de respuesta de 120 emisiones de cotizaciones como resultado de aplicar la solución en base a reglas de programación y sistema de respuesta automática

Elaboración: propia

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas e Instrumentos

Técnicas

Según Arias (2012) la técnica de investigación es el procedimiento o forma particular de obtener datos o información. La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada en un medio material de manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente

Instrumentos

Los instrumentos son recursos, medios, pruebas o herramientas que tienen como función capturar los datos o la información requerida con la finalidad de verificar el logro de los objetivos de la investigación, medir las variables

de forma válida y confiable y comprobar las hipótesis en el caso que se hayan formulado (Niño, 2011).

Asimismo, Argibay (2006) sostiene que, el uso adecuado de un instrumento de medición no solo consiste en saber cómo se aplica a los participantes, cuáles son las instrucciones, el tiempo de administración, entre otros; sino que fundamentalmente se trata de poder interpretar lo más correctamente posible las puntuaciones obtenidas para evitar incurrir en errores. Para ello es imprescindible que los instrumentos que utilice el investigador cuenten con los criterios de validez y confiabilidad.

Las técnicas que se empleó en la investigación de las 3 variables fueron:

El análisis documental, según Dulzaides Iglesias & Molina Gómez, (2004) es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada para facilitar su recuperación. Comprende el procesamiento analítico- sintético que, a su vez, incluye la descripción bibliográfica y general de la fuente, la clasificación, indización, anotación, extracción, traducción y la confección de reseñas (p. 1)

Como instrumentos para la recolección de datos que se implementó fueron:
Registro de contenido del documento brindado por la empresa

Registros, según Schellenberg (2009) “son documentos hechos o recibidos por una institución de acuerdo a la ley o sus obligaciones específicas, y conservados por dicha institución como evidencia o información (p. 1)” es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada para facilitar su recuperación. Comprende el procesamiento analítico- sintético que, a su vez, incluye la descripción bibliográfica y general de la fuente, la clasificación, indización, anotación, extracción, traducción y la confección de reseñas (p. 1)

Se recolectaron datos de los documentos impresos y electrónicos generados por el personal involucrado y asociado que atiende las consultas generales e información referente acerca de los servicios que brinda la empresa, así como los documentos impresos y electrónicos generados por el personal que evalúa los requerimientos de los clientes para dar respuesta si se acepta o no el servicios, finalmente el personal encargado de ejecutar los servicios mediante el uso de la herramienta ARENA para los clientes de la empresa en el tiempo previsto.

Tabla N°4:
Técnica e Instrumentos

Variable Dependiente	Indicador	Técnica	Instrumento
Tiempo de respuesta a las consultas generales	Tiempo promedio de respuesta por cada consulta general	Análisis Documental	Registros de documentos de consultas generales
Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Tiempo promedio de respuesta emisión de cotización del servicio a los clientes	Análisis Documental	Registros de documentos para realizar la cotización del servicio a los clientes
Tiempo de ejecución por servicio	Tiempo promedio de ejecución por cada servicio	Análisis Documental	Registros de documentos de servicios brindados

Elaboración propia

3.3.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

Criterio de validez:

Según Vara (2012), es el grado en que un instrumento realmente mide la variable que se pretende medir. Se refiere al grado de evidencia acumulada sobre que mide el instrumento, justifica la particular interpretación que se va a hacer el instrumento (p. 245).

Criterio de confiabilidad:

Asimismo, Vara (2012) señala que, la confiabilidad de los instrumentos se relaciona con la precisión y congruencia. Es el grado en que la aplicación repetida de un instrumento al mismo sujeto, objeto o situación produce iguales resultados (p. 245)

Las técnicas e instrumentos a ser utilizados para recolectar datos, por cada una de las variables dependientes, serán definidas de acuerdo a las técnicas e instrumentos que se indican en la siguiente matriz.

Tabla N°5:
Tabla de Validez Y Confiabilidad De Instrumentos

Técnicas a emplear	Instrumentos a utilizar	Validez	Confiabilidad
Análisis documental	Registro de contenido de documentos: de consultas generales. de evaluación para realizar el servicio a los clientes y de servicios brindados, todos con respecto a la variable dependiente.	La misma empresa	La misma empresa

Elaboración: propia

3.3.3. Procedimientos para la recolección de datos

En cuanto a la recolección de datos requeridos para el desarrollo del presente trabajo de investigación se realizaron estos pasos:

Paso 1. Se recolectan los datos y procedemos a pasarla por un filtro donde la información relevante de los reportes y registros son analizados utilizando Hojas de cálculo de Excel:

1. Se analizó y filtro la información del total de los servicios del periodo enero 2021 a mayo 2022, monto de cotizaciones, cantidad de clientes atendidos.
2. Registros de carpetas compartidas mediante correos enviados a los clientes.
3. Registros de servicios no conformes y no oportunos dado que no se llevaron a cabo.
4. Registros personales de los clientes que fueron atendidos por la empresa.
5. Registros de los cronogramas de entrega del servicio durante el periodo de análisis.

Se considera a los datos de los registros confiables ya que estos archivos son gestionados y extraídos por la empresa.

Paso 2. La información que se obtuvo después de la recolección a través de la revisión documental de la empresa para así proceder con el análisis.

Paso 3. Luego se realizó la tabulación de la información para así utilizar las técnicas estadísticas para comprobar su validez y confiabilidad de los resultados mediante el software SPSS.

3.4. Descripción de procedimientos de análisis de datos

Tabla N°6

Descripción de Procesamiento de Análisis de Datos (Para el trabajo de tesis)

Variable Dependiente	Indicador	Escala de Medición	Estadísticos Descriptivos	Análisis Inferencial
Tiempo de respuesta a las consultas generales	Tiempo promedio de respuesta por cada consulta general	RAZÓN	T. central (μ , Me y Mo) Dispersión (σ^2 , σ)	Prueba de Normalidad y Prueba U de Mann-Whitney
Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Tiempo promedio de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	RAZÓN	T. central (μ , Me y Mo) Dispersión (σ^2 , σ)	Prueba de Normalidad y Prueba U de Mann-Whitney
Tiempo de ejecución por servicio	Tiempo promedio de ejecución por cada servicio	RAZÓN	T. central (μ , Me y Mo) Dispersión (σ^2 , σ)	Prueba de Normalidad y Prueba T Student para muestras independientes

Elaboración: Propia

En el trabajo se empleará el uso de herramientas de análisis de datos como el programa Microsoft Excel 365, y el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versión 25, más que todo para el procesamiento de los datos que se recabó en el trabajo de campo, la cual se codificará para obtención de la información pertinente, en ese sentido se utilizarán distintas técnicas estadísticas.

Excel es una hoja de cálculo que nos permite manipular datos, ya sea en rangos de celdas, generando tablas, gráficos, asimismo de construir reportes para analizar dicha información obtenida de las diferentes respuestas de las unidades de análisis del estudio de investigación, cabe mencionar que este programa se podrá ingresar información y/o filtrar datos relevantes de la encuesta para su respectiva tabulación.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Presentación de resultados

Generalidades

La empresa objeto estudio es una pequeña empresa, con 4 trabajadores, se dedica a brindar consultoría de servicios profesionales de ingeniería y entidad educativa privada, dedicada exclusivamente al uso y capacitación del software ARENA para la construcción de sistemas que involucren procesos en un entorno virtual para entender su comportamiento y cuál sería éste al realizar cambios que proponen mejoras en su desempeño. Se fundó en el 2016, desde entonces se encuentra en la búsqueda de ser una empresa referente en el rubro de consultoría en sus diferentes modalidades sirviendo y satisfaciendo a gran cantidad de clientes nacionales e internacionales, por el desarrollo de sus servicios mostrando su excelencia en cuanto a calidad y compromiso.

En cuanto a la situación general de la empresa de servicios de simulación es que no tiene un mecanismo de clasificación y de evaluación previa de todos los requerimientos de servicio, porque recibe los requerimientos por whatsapp y por Facebook, entonces al no tener una forma de consolidar dichos requerimientos para no solo contestarlos sino además, para que los evalúe y determine qué servicios va a aceptar como resultado de una priorización de los mismos, termina aceptando servicios, y por tanto completando su capacidad operativa, con servicios no tan rentables, porque no todos son igualmente atractivos desde el punto de vista de los ingresos, puesto que hay servicios que provienen del extranjero y el cobro en ese caso es en dólares, además hablando de demanda nacional los servicios vinculados a tesis de maestría constituyen servicios de alta rentabilidad. En general los servicios más elaborados son los más rentables y llevan menos tiempo ejecutarlos, pasa lo contrario con los servicios menos elaborados que son menos rentables y en general llevan más tiempo ejecutarlos.

La situación problemática en la que se encuentra inmersa la empresa ha surgido a partir del inicio de la pandemia del COVID-19, la que ha permitido un incremento notable de solicitudes de información, cotizaciones y ejecución de servicios sobre simulación de procesos empresariales, lo cual ha evidenciado demora del tiempo de

respuesta generando desánimo de nuevos clientes en contratar los servicios, reduciéndose la demanda de la empresa y una menor rentabilidad para la organización. Entre las diferentes dificultades presentadas en la empresa están: Redes sociales sin filtro y clasificación, asimismo de la respuesta manual que lleva más tiempo del esperado. Por otro lado, la falta de un método estándar de respuesta a las consultas generales, y la ausencia de una base de datos disponible a mano para consultar información de contacto del cliente. En ese sentido se ha diseñado un primer esquema de árbol de problemas que se muestra a continuación

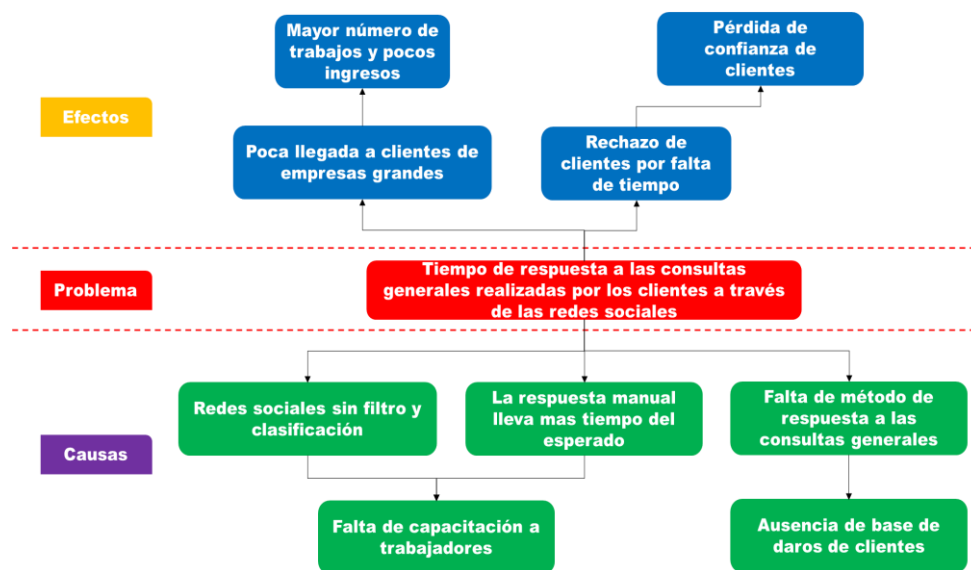


Figura N° 17: Diagrama de los efectos del problema de tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes a través de redes sociales y de las causas que provocan en la empresa.
Elaboración propia

En segundo lugar, existe demora en el tiempo de emisión de las cotizaciones de servicios que se realizarán a sus clientes, en relación a eso los efectos sería la deserción de clientes de empresas grandes por no obtener una respuesta rápida de atención además de declinación de clientes por límite de tiempo, por ende, ocasionan una pérdida de fiabilidad no solo de clientes, sino de servicios a empresas que estarían dispuestas a pagar mucho más. Entre las diferentes dificultades generadas por este problema en la empresa tenemos: cantidad de trabajo es proporcional a la complejidad del servicio la cual impacta en el tiempo de generación de cotizaciones, lo cual termina también desalentando al cliente a tomar los servicios porque las cotizaciones le llegan fuera de tiempo o simplemente no alcanza el tiempo para

generarse en todos los casos. En ese sentido se ha elaborado un segundo diagrama de árbol de problemas que se muestra a continuación.

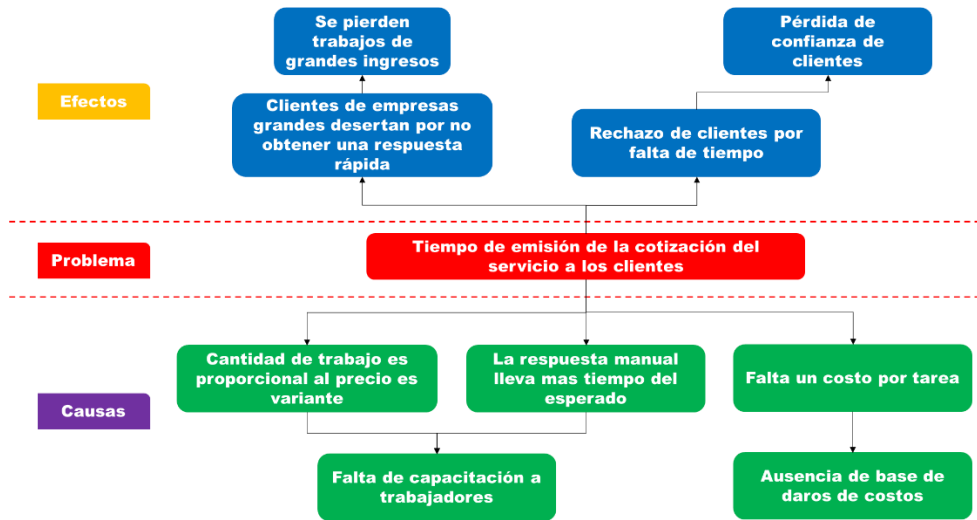


Figura N° 18: Diagrama de los efectos del problema de tiempo de emisión de la cotización del servicio a los clientes y de las causas que provocan en la empresa. Elaboración propia

Finalmente, también existe demora en el tiempo de ejecución de los servicios a los clientes, en relación a eso los efectos sería la insatisfacción del cliente, cancelación de trabajos por tiempo por demora en el tiempo de respuesta y programación. Los efectos de este problema se traducen en un estancamiento en el crecimiento de la cantidad de trabajos y generando menores ingresos para la empresa.

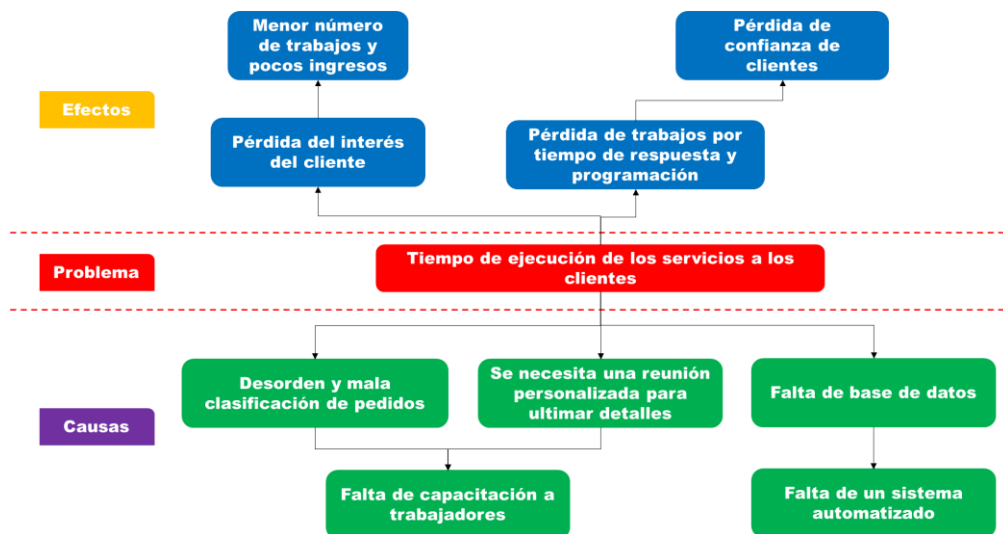


Figura N° 19: Diagrama de los efectos del problema de tiempo de los servicios a los clientes y de las causas que provocan en la empresa. Elaboración propia

Tomando como base lo ya indicado con anterioridad, podemos señalar que se ve la necesidad de implementar un sistema de respuesta automática y reglas de programación de trabajo para la empresa objeto de estudio, el cuál pueda servir como mejora dentro de la organización y este siga los lineamientos correspondientes al realizar sus deberes con el objetivo de reducir tiempo en sus procesos, asimismo de lograr aumento en la productividad para así mejorar la competitividad empleando la agilización de los mismos.

4.1.1. Objetivo Específico 01

El objetivo específico número 01 está referido a reducir el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes interesados en el servicio de la empresa objeto de estudio, estas consultas se hacen a través del whatsapp y a través de las redes sociales (Facebook), un encargado los consolida en una hoja Excel para responder lo más pronto, en ocasiones la respuesta es directa e inmediata después se registra, sobre todo cuando no hay consultas generales anteriores por responder y cuando esta es relativamente simple como para ser respondido por el encargado, cuando la consulta general lleva cierta complejidad hay que esperar que el gerente propietario de la empresa lo evalúe y responda.

Con los datos registrados se ha construido un modelo de simulación aproximado al comportamiento real del sistema sin cambios como se detalla a continuación.

A. Situación Antes – Pre-test

En esta investigación se ha trabajado con los datos obtenidos a lo largo del mes con mayor demanda, julio 2021, ya que este nos brinda mayor cantidad de información de las variables que tenemos que analizar y para realizar lo más preciso posible el modelo de simulación, las variables que tendremos en consideración son: Tiempo Entre Llegada de Solicitudes, Tiempo de Espera de Respuesta, Porcentaje de Obtención de Respuesta, Tiempo de Atención, Porcentaje de Aceptación de Servicio.

Siguiendo la estructura metodológica ya antes descrita se ha evaluado los datos de entrada que se tienen, esto con el objetivo de diseñar un modelo del sistema. Se ha utilizado el tiempo de los servicios a los clientes, los cuales fueron clasificados

Con el objetivo de mejorar la estimación de las distribuciones de tiempo entre solicitudes recibidas de los clientes y registradas, se utilizó la herramienta INPUT ANALYZER, de la cual obtuvimos una alta consideración con el mínimo error cuadrado y las pruebas de ajuste de bondad, a las cuales se aplicaron pruebas estadísticas de Chi-cuadrado y de Kolmogorov-Smirnov.

Tiempo entre llegada de Solicitudes: Podemos observar en la Fig. 17, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde se obtuvo el error cuadrático de las distribuciones de probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor. Para este caso, la distribución Exponencial presenta un mínimo error cuadrático. Ya que cuando se analizó el valor del “p” valor nos indica eso.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.525, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K-S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

Podemos concluir que tenemos evidencias estadísticas suficientes afirmar que la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Tiempo Entre Llegada de Solicitudes.

Tabla N°7:

Distribuciones del tiempo entre llegada de solicitudes.

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Weibull	0,0009	0,397	> 0.15	WEIB(115, 1.05)
Gamma	0,0009	0,377	> 0.15	GAMM(102, 1.1)
Erlang	0,0013	0,439	> 0.15	ERLA(113, 1)
Exponential	0,0013	0,525	> 0.15	EXPO(113)
Lognormal	0,0035	0,0301	0,0558	LOGN(136, 238)

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación. Entonces:

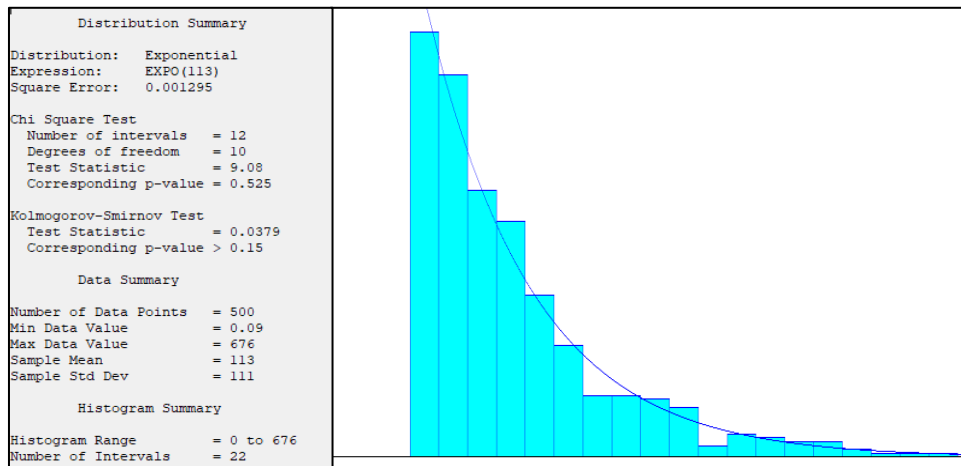


Figura N° 20: Tiempo Entre Llegada

Fuente: Elaboración Propia en Arena

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, se seleccionó la distribución con el menor valor. En este caso, la distribución Weibull presenta menor error cuadrático.

Tiempo de espera de respuesta: Podemos observar en la Fig. 20, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde obtuvimos el error cuadrático de las distribuciones de probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor. Para este caso, la distribución Exponencial presenta un mínimo error cuadrático.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.75, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K-S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

En otras palabras, la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Tiempo de Espera de Respuesta.

Tabla N°8:
Distribuciones del tiempo de espera de respuesta

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Beta	0,0004	0,651	> 0.15	752 * BETA(1.06, 1.05)
Uniform	0,0004	> 0.75	> 0.15	UNIF(0, 752)
Normal	0,0031	< 0.005	< 0.01	NORM(377, 213)

Fuente: Elaboración Propia

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación.

Entonces:

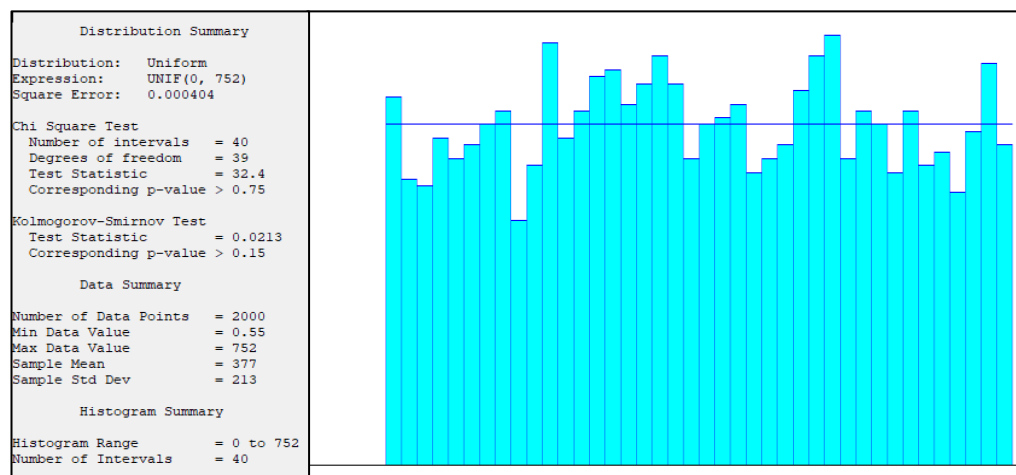


Figura N° 21: Gráfico Estadístico del Tiempo de Espera de Respuesta

Elaboración propia en Arena

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, seleccionando la distribución con el menor valor. En este caso, la distribución Uniforme presenta menor error cuadrático.

Porcentaje de Obtención de Respuesta:

Tabla N°9:
Registro de respuestas solicitadas

OBTUVIERON RESPUESTA	CONTEO	PORCENTAJE
SI	111	92,59%
NO	9	7,41%
	120	

Elaboración Propia

Vemos que el porcentaje de clientes que, si obtuvieron respuesta por parte de la empresa de los 120 servicios registrados al mes de julio, fue del 92,59%, mientras que el 7,41% no obtuvieron una respuesta a sus respuestas solicitadas.

Tiempo de Atención: Podemos observar en la Fig. 19, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde obtuvimos el error cuadrático de las distribuciones de probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor. Para este caso, la distribución Exponencial presenta un mínimo error cuadrático. Ya que cuando analizamos el valor del “p” valor nos indica eso. Si en este caso dicho valor fuese superior al 5%, tendríamos evidencias suficientes para no negar la hipótesis nula.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.648, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K-S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

Podemos concluir que tenemos evidencias estadísticas suficientes para no negar la hipótesis nula, en otras palabras, la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Tiempo de Atención.

Tabla N°10:
Distribuciones del tiempo de atención

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Triangular	0,0004	0,648	> 0.15	TRIA(3, 7.05, 15)
Weibull	0,0006	< 0.005	> 0.15	3 + WEIB(6.02, 2.44)
Beta	0,0008	< 0.005	0,072	3 + 12 * BETA(2.26, 2.82)

Fuente: Elaboración Propia

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación.

Entonces:

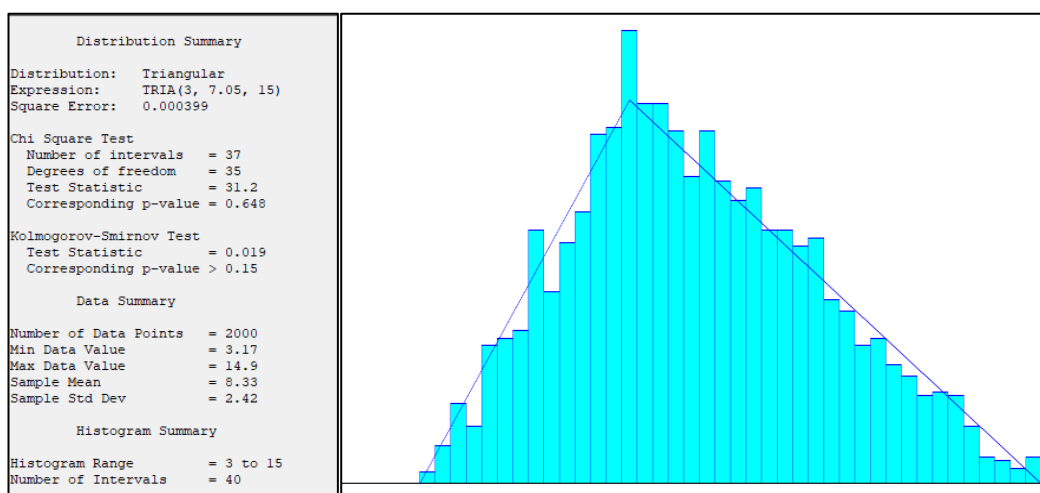


Figura N° 22: Gráfico Estadístico del Tiempo de Atención

Elaboración propia en Arena

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, seleccionando la distribución con el menor valor. En este caso, la distribución triangular presenta menor error cuadrático.

Porcentaje de Aceptación de Servicio:

Tabla N°11
Registro de Servicios Solicitados

SE ACEPTA SERVICIO	CONTEO	PORCENTAJE
SI	9	7,41%
NO	111	92,59%
	120	

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el porcentaje de clientes que, si aceptaron el servicio brindado por parte de la empresa de los 135 servicios registrados al mes de julio, fue del 7,41%, mientras que el 92,59% no aceptaron el servicio. Cabe destacar en este punto que se entiende que un cliente que no acepta el servicio es aquel cliente que no acepta el servicio completo que brinda la empresa, en ese sentido puede este cliente solicitar puntos específicos de lo que estaría requiriendo.

Indicadores para el modelo de la situación actual: las siguientes figuras muestran la forma en la que se ingresaron los datos con el objetivo de conseguir mejor precisión de nuestro sistema de simulación:

Tiempo promedio de espera por respuesta

En la figura N°23 tenemos que para 30 réplicas el tiempo promedio de espera oscila entre los 369.77 minutos y 377.93 minutos con un error inicial de 4.08 minutos.

Replications: 30		Time Units: Minutes				
User Specified						
Tally						
Interval	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION	382.24	4.05	356.90	404.34	4.4316	763.
TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA	373.85	4.08	346.51	399.38	0.00648773	751.

Figura N° 23: Primera iteración de la simulación para la situación actual

Elaboración propia en Arena

Nota. Se deben ingresar los datos iniciales.

Por lo anterior vemos que el error inicial es muy grande, y por lo que sería conveniente encontrar la cantidad de réplicas óptimas para disminuir la imprecisión que es de 8.04 minutos a lo largo de todo el intervalo de tiempo promedio de espera en el modelo de simulación, por consiguiente, el nuevo número de réplicas se calcularía en la siguiente formula:

$$N = N_0 * \frac{e_0^2}{e^2}$$

Donde:

N: Número de réplicas

N_0 : Número inicial de réplicas

e_0 : Error inicial obtenido con las réplicas

e : Error esperado o deseado

En base la Figura N° 23 tenemos que cuando corremos un total de 30 réplicas, tendremos un error inicial de 4.08 minutos, al mismo tiempo en base a ello podemos obtener el error esperado que en base al criterio planteado como analista es al 50% del error inicial, por lo tanto, este último será 2.04 minutos, en ese sentido calculamos el número de réplicas que se tendría que hacer en la nueva simulación de propuesta.

$$N = 30 * \frac{(4.08)^2}{(2.04)^2}$$

$$N = 120$$

Obtenemos que el número de réplicas óptimas serían 120, por lo que se entiende que mientras más réplicas tengamos en nuestro modelo de simulación tendremos mayor precisión en los resultados.

En la figura N°24 tenemos que para 120 réplicas el nuevo tiempo promedio de espera que oscila entre los 375.25 minutos y 378.77 minutos con un error menor a 1.76 minutos.

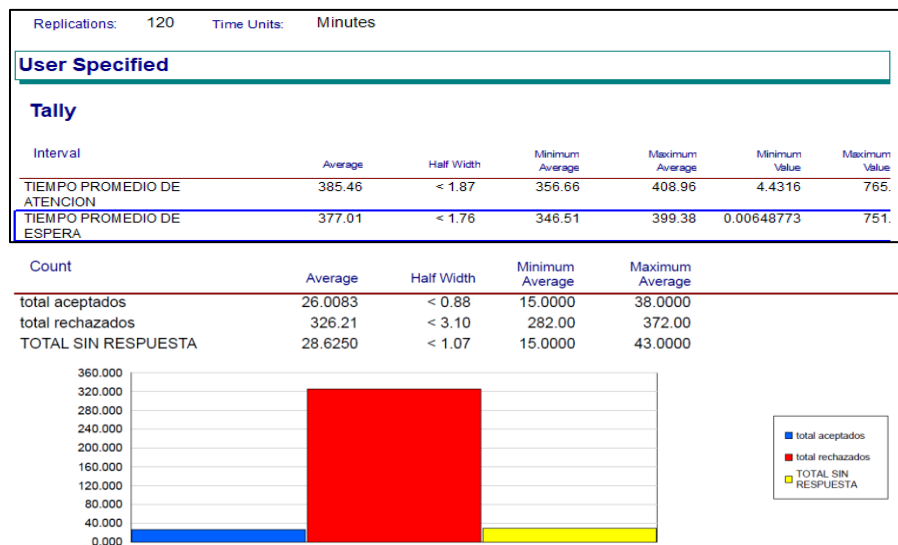


Figura N° 24: Segunda iteración (óptima) de la simulación para la situación actual.

Fuente: Elaboración Propia en Arena

Nota. Se obtienen los datos resultantes.

Por lo anterior vemos que el nuevo error ahora es pequeño, ya que el tiempo es 1.76 minutos y este es mucho menor que el 2.04 minutos, por lo tanto, si se cumple el supuesto planteado en base al criterio planteado como analista en el modelo de simulación actual.

B. Muestra pre

A continuación, se resume la muestra pre, o muestra antes, que consiste en los datos reales de los tiempo que demoró la respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de la empresa de servicios, obtenidos de los registros documentales de la misma, la tabla siguiente contiene una columna que idéntica cada consulta general realizada por los clientes en el mes de julio del 2021 y en la segunda columna se registra el tiempo transcurrido en cada consulta general expresado en minutos.

Tabla N° 12:
Muestra Antes.

ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes
1	5.34	11	5.89	21	3.80	31	5.95	41	5.53	51	12.42
2	6.93	12	6.26	22	5.16	32	7.20	42	12.14	52	6.48
3	7.22	13	9.51	23	5.07	33	8.64	43	9.27	53	6.35
4	7.44	14	7.44	24	5.03	34	5.51	44	8.92	54	12.20
5	8.99	15	7.77	25	4.32	35	5.06	45	10.22	55	6.51
6	6.56	16	13.15	26	8.88	36	7.53	46	7.28	56	8.15
7	3.89	17	8.85	27	5.20	37	11.21	47	6.35	57	5.94
8	12.79	18	5.12	28	9.76	38	5.11	48	6.25	58	10.33
9	6.36	19	12.15	29	7.20	39	8.04	49	12.40	59	13.59
10	4.74	20	6.73	30	4.32	40	9.60	50	8.70	60	11.57
ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes
61	9.23	71	10.57	81	11.18	91	8.43	101	9.49	111	3.62
62	7.15	72	8.03	82	7.70	92	7.11	102	7.07	112	11.74
63	9.88	73	8.71	83	4.54	93	5.53	103	5.18	113	6.77
64	7.66	74	5.14	84	8.78	94	10.39	104	9.04	114	4.17
65	8.04	75	9.22	85	8.40	95	6.14	105	6.90	115	7.61
66	10.56	76	10.57	86	10.42	96	7.03	106	11.41	116	12.58
67	6.98	77	8.87	87	5.82	97	6.85	107	10.96	117	7.25
68	5.79	78	6.62	88	9.85	98	6.37	108	6.77	118	11.53
69	7.38	79	7.47	89	5.26	99	8.27	109	5.44	119	11.78
70	11.34	80	12.77	90	8.07	100	8.51	110	7.22	120	5.70

Elaboración propia

C. Aplicación de la teoría

Diseño de sistematización de mejora para el modelo propuesto con la aplicación de la teoría de colas para las consultas generales

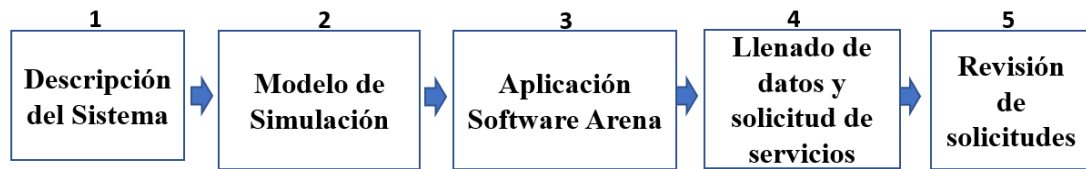


Figura N 25: Aplicación de la teoría
Elaboración propia

En este capítulo describimos la elaboración del modelo que se utilizará para hacer la simulación empleando el programa Arena, en base a la sistematización de mejora a partir de la implementación de un Bot en la empresa y agilizar los tiempos de atención y cotización con sus clientes, asimismo de mejorar las reglas de programación. En la primera parte, se realiza la descripción del sistema en estudio, luego se describen los componentes para así explicar el proceso de construcción del modelo.

Paso 1 Descripción del sistema:

Las variables que utilizaremos para elaborar nuestro sistema de simulación vienen a ser: Tiempo de navegación en la web, Tiempo de llenado de datos y solicitud de servicio, Tiempo de revisión de solicitudes, Tiempo para que el sistema informe disponibilidad, Porcentaje de disponibilidad de atención, Tiempo para que el cliente revise especificaciones y términos del servicio, Porcentaje de aceptación del servicio por parte del cliente y al finalizar procederemos a correr el modelo para analizar los resultados obtenidos.

Paso 2 Modelo de Simulación:

Se utilizó el software ARENA para elaborar una representación del sistema, esto para lograr aproximar a la situación real.

Componentes del modelo:

A continuación, se mostrarán los cuadros de valores de las respectivas variables que se utilizaron para la elaboración de la simulación posterior, es

decir, aquella en la que ya se implementan las optimizaciones correspondientes. Todo ello con el objetivo de analizar si la implementación trae consigo beneficios representativos para el análisis en cuestión.

Paso 3 Aplicación Software Arena

Podemos observar en la Fig. 24, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde obtuvimos el error cuadrático de las distribuciones de probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor. Para este caso, la distribución Exponential presenta un mínimo error cuadrático. Ya que cuando analizamos el valor del “p” valor nos indica eso. Si en este caso dicho valor fuese superior al 5%, tendríamos evidencias suficientes para no negar la hipótesis nula.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.645, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K-S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

Podemos concluir que tenemos evidencias estadísticas suficientes para no negar la hipótesis nula, en otras palabras, la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Navegación Web.

Tabla N°13:
Distribuciones de la Navegación Web

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Uniform	0,0016	0,645	> 0.15	UNIF(2, 5)
Beta	0,0022	0,0733	> 0.15	2 + 3 * BETA(1.16, 1.1)
Normal	0,0080	< 0.005	0,0112	NORM(3.54, 0.871)
Criterios estadísticos:	< 0.1	>= 0.05	>= 0.05	

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación.

Entonces:

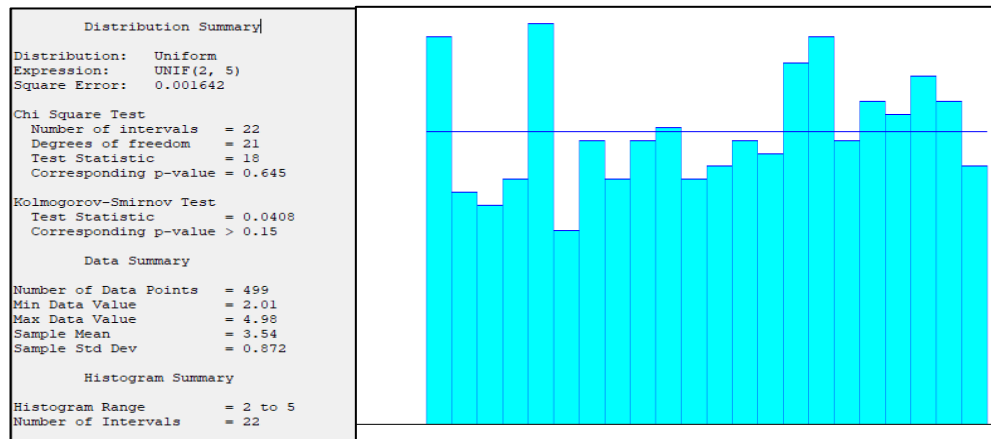


Figura N° 26: Gráfico Estadístico de la Navegación Web

Fuente: Elaboración propia en Arena

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, seleccionando la distribución con el menor valor.

En este caso, la distribución uniforme presenta menor error cuadrático.

En el Software Arena

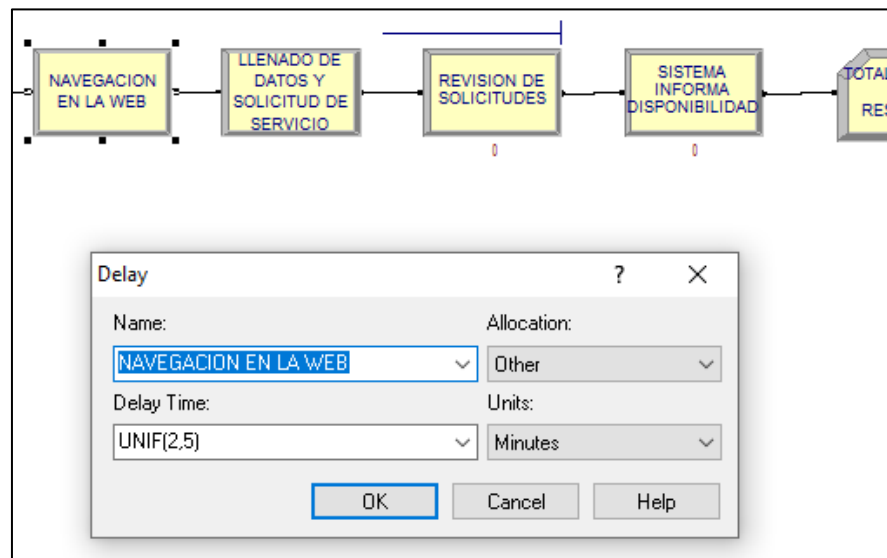


Figura N° 27: Gráfico de Visualización en la Simulación (Navegación Web)

Fuente: Elaboración Propia en Arena

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

Paso 4 Llenado de datos y solicitud de servicios:

Podemos observar en la Fig. 24, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde obtuvimos el error cuadrático de las distribuciones de probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor.

Para este caso, la distribución Exponencial presenta un mínimo error cuadrático. Ya que cuando analizamos el valor del “p” valor nos indica eso. Si en este caso dicho valor fuese superior al 5%, tendríamos evidencias suficientes para no negar la hipótesis nula.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.220, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K – S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

Podemos concluir que tenemos evidencias estadísticas suficientes para no negar la hipótesis nula, en otras palabras, la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Llenado de datos y solicitud de servicios.

Tabla N° 14:

Distribuciones de llenado de datos y solicitud de servicios

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Beta	0,0022	0,234	> 0.15	5 + 5 * BETA(0.884, 0.86)
Uniform	0,0024	0,22	> 0.15	UNIF(5, 10)
Weibull	0,0105	< 0.005	< 0.01	5 + WEIB(2.77, 1.5)
Criterios estadísticos:	< 0.1	>= 0.05	>= 0.05	

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación.

Entonces:

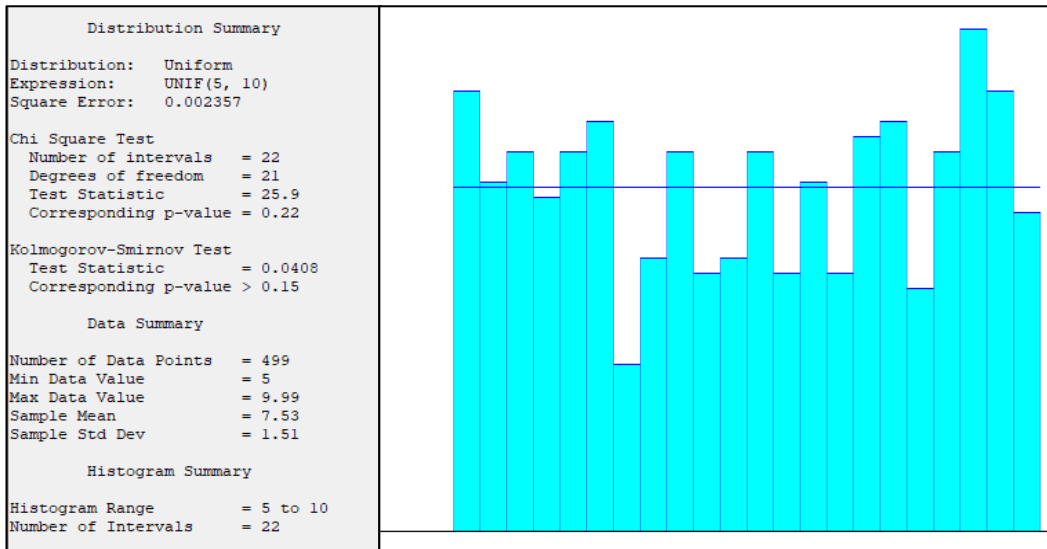


Figura N° 28: Gráfico Estadístico de la Llenado de datos y solicitud de servicios

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, seleccionando la distribución con el menor valor. En este caso, la distribución uniforme será la que utilizaremos para el análisis.

En el Software Arena

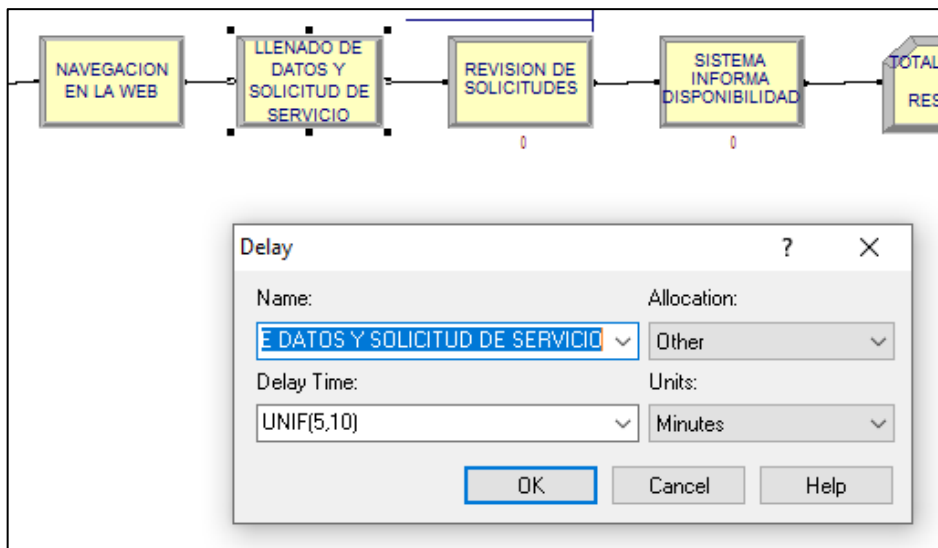


Figura N° 29: Gráfico de Visualización en la Simulación (Llenado de datos y solicitud de servicios)

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

Paso 5 Revisión de solicitudes:

Podemos observar en la Fig. 26, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde obtuvimos el error cuadrático de las distribuciones de

probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor. Para este caso, la distribución Exponencial presenta un mínimo error cuadrático. Ya que cuando analizamos el valor del “p” valor nos indica eso. Si en este caso dicho valor fuese superior al 5%, tendríamos evidencias suficientes para no negar la hipótesis nula.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.750, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K-S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

Podemos concluir que tenemos evidencias estadísticas suficientes para no negar la hipótesis nula, en otras palabras, la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Llenado de datos y solicitud de servicios Revisión de Solicitudes.

Tabla N° 15:
Distribuciones de la revisión de solicitudes

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Beta	0,0012	> 0.75	> 0.15	1 + 2 * BETA(0.997, 0.971)
Uniform	0,0012	> 0.75	> 0.15	UNIF(1, 3)
Normal	0,0073	< 0.005	0,026	NORM(2.01, 0.58)
Criterios estadísticos:	< 0.1	>= 0.05	>= 0.05	

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación.

Entonces:

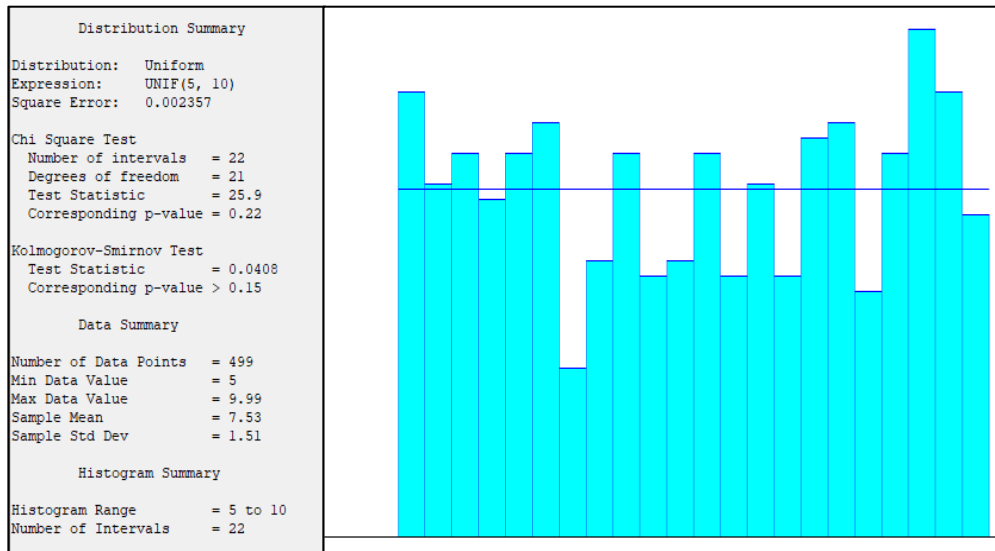


Figura N° 30: Gráfico Estadístico de la Revisión de Solicitudes

Elaboración Propia en Arena

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, seleccionando la distribución con el menor valor. En este caso, la distribución uniforme será la que utilizaremos para el análisis.

En el Software Arena

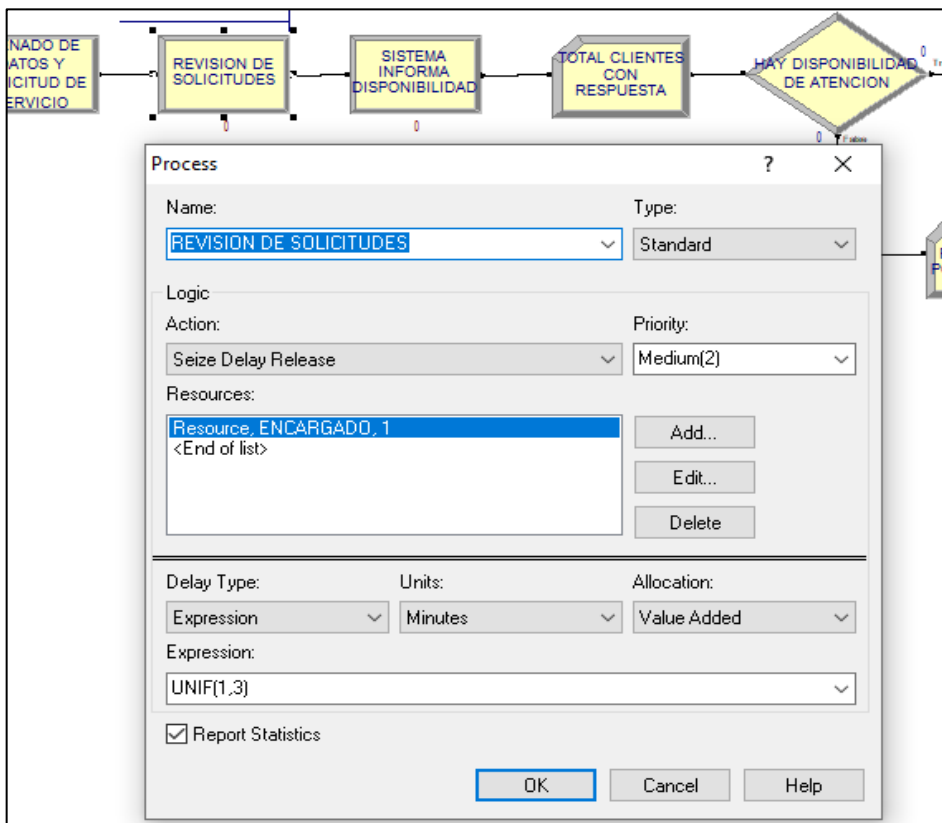


Figura N° 31: Gráfico de Visualización en la Simulación (Revisión de Solicitudes)

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

D. Situación después – Post test

Sistema que informa disponibilidad:

Podemos observar en la Fig. 28, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde obtuvimos el error cuadrático de las distribuciones de probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor. Para este caso, la distribución Exponencial presenta un mínimo error cuadrático. Ya que cuando analizamos el valor del “p” valor nos indica eso. Si en este caso dicho valor fuese superior al 5%, tendríamos evidencias suficientes para no negar la hipótesis nula.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.750, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K-S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

Podemos concluir que tenemos evidencias estadísticas suficientes para no negar la hipótesis nula, en otras palabras, la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Sistema Informa Disponibilidad.

Tabla N° 16:

Distribuciones del sistema que informa disponibilidad

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Beta	0,0012	> 0.75	> 0.15	5 + 5 * BETA(1.02, 1.04)
Uniform	0,0012	> 0.75	> 0.15	UNIF(5, 10)
Weibull	0,0057	< 0.005	< 0.01	5 + WEIB(2.74, 1.63)
Criterios estadísticos:	< 0.1	>= 0.05	>= 0.05	

Elaboración Propia

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación.

Entonces:

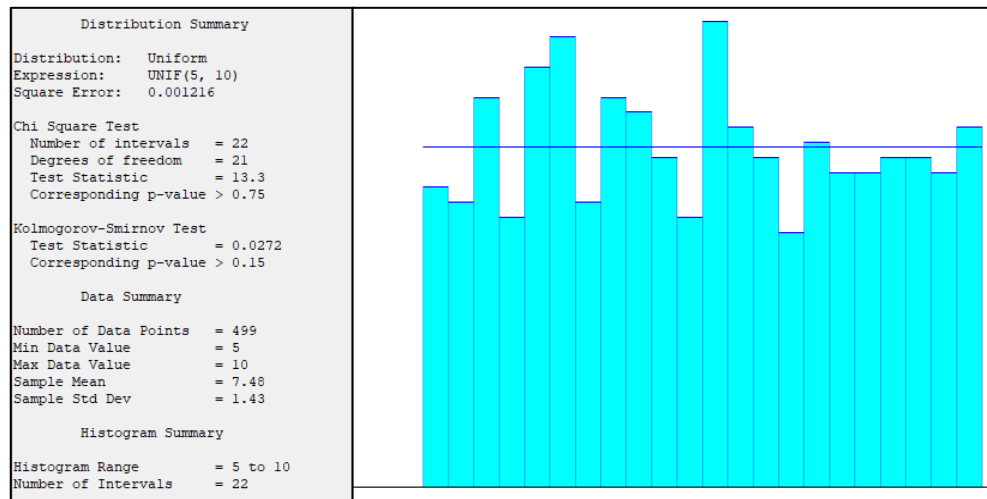


Figura N° 32: Gráfico Estadístico de Sistema Informa Disponibilidad
Elaboración Propia

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, seleccionando la distribución con el menor valor.

En este caso, la distribución uniform será la que utilizaremos para el análisis.

En el Software Arena

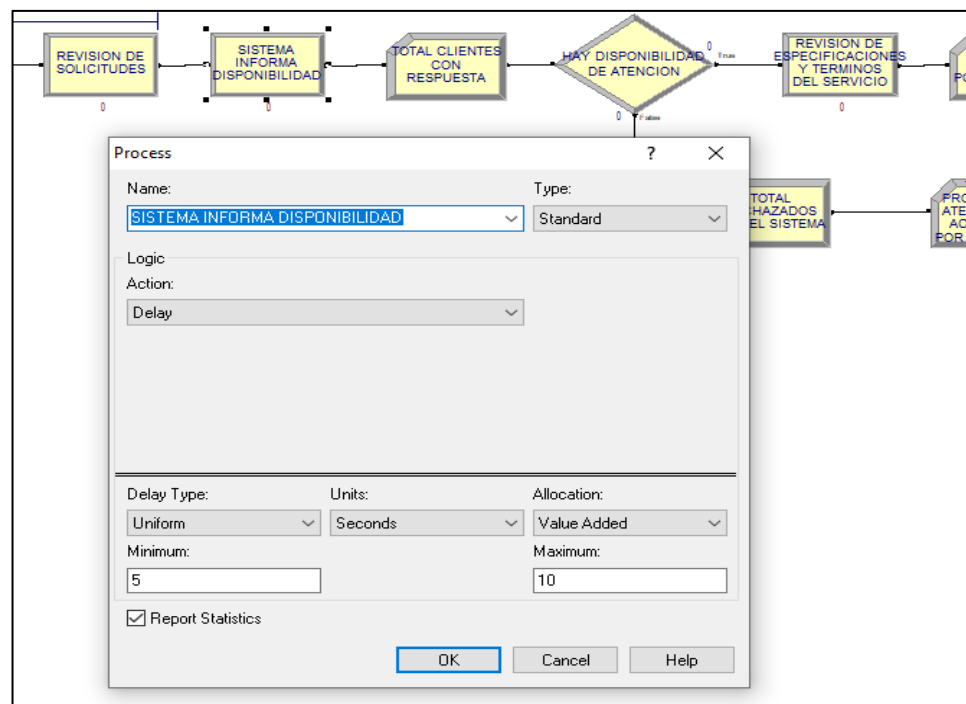


Figura N° 33: Gráfico de Visualización en la Simulación (Porcentaje de Disponibilidad de Atención)

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

Porcentaje de disponibilidad de atención:

Tabla N°17

Porcentaje de disponibilidad de atención a los clientes

HAY DISPONIBILIDAD	CONTEO	PORCENTAJE
SÍ	15	15,00%
NO	85	85,00%
	100	

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el porcentaje de disponibilidad de atención para 100 clientes en un escenario de simulación será del 15% mientras que, para los que no se presentarían dicha disposición sería del 85%. Se toma como input dicho supuesto para nuestro modelo de simulación en cuanto a sus parámetros ya que esperamos tener un escenario bastante real y crítico el cual estaría presentando la empresa en el periodo analizado.

Estos valores son ingresados en el proceso de simulación como se muestra a continuación:

En el Software Arena

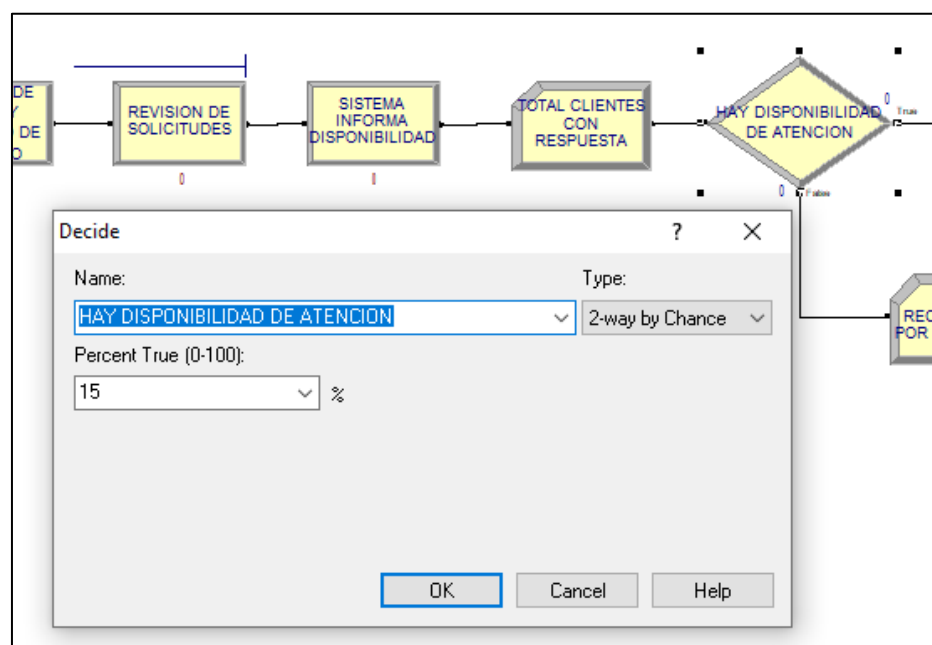


Figura N° 34: Gráfico de Visualización en la Simulación (Porcentaje de disponibilidad de atención)

Elaboración Propia

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

E. Muestra Post – Después

A continuación, se resume la muestra post, o muestra después, que consiste en los datos simulados de los tiempo que demoró la respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de la empresa de servicios, obtenidos de los registros de simulación de la misma, la tabla siguiente contiene una columna que idéntica cada consulta general simuladas de los clientes y en la segunda columna se registra el tiempo transcurrido en cada consulta general expresado en minutos, este tiempo es el resultado de la aplicación de la teoría de colas más un sistema de respuesta automática llamado Bot, el cual ha permitido reducir los tiempos indicados a continuación en la siguiente tabla.

Tabla N°18:

Muestra después.

ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después
1	4.95	11	4.24	21	3.81	31	3.35	41	2.35	51	4.34
2	4.18	12	3.59	22	3.63	32	3.63	42	2.31	52	3.54
3	3.58	13	3.57	23	4.79	33	4.81	43	2.93	53	4.94
4	3.4	14	3.96	24	2.9	34	3.84	44	4.61	54	2.26
5	2.79	15	3.98	25	3.99	35	2.35	45	4.68	55	2.58
6	4.55	16	3.83	26	4.1	36	4.56	46	4.05	56	2.65
7	3.07	17	2.44	27	4.95	37	2.58	47	3.21	57	4.94
8	3.42	18	3.86	28	2.51	38	4.42	48	3.07	58	4.09
9	3.41	19	3.83	29	3.06	39	4.05	49	2.98	59	4.44
10	3.91	20	3.02	30	2.44	40	3.86	50	5	60	4.6
61	4.24	71	3.68	81	5.05	91	2.73	101	4.23	111	2.84
62	4.65	72	4.38	82	3.62	92	2.99	102	3.86	112	2.33
63	3.9	73	5.11	83	3.91	93	3.06	103	3.66	113	3.38
64	2.27	74	2.53	84	2.68	94	3.12	104	4	114	4.93
65	2.8	75	3.63	85	3.93	95	3.57	105	5.09	115	4.28
66	2.47	76	4.27	86	2.98	96	4.92	106	2.26	116	4.3
67	4.92	77	4.44	87	2.7	97	4.83	107	3.45	117	3.02
68	2.43	78	3.52	88	3.66	98	5.01	108	2.68	118	4.52
69	2.16	79	2.23	89	3.6	99	4.12	109	2.46	119	4.22
70	4.05	80	2.23	90	2.25	100	4.8	110	3.18	120	3.62

Elaboración propia

4.1.2. Objetivo Específico 02

A. Situación Antes – Pre-test

El objetivo específico número 02 está referido a reducir el tiempo de respuesta a la solicitud de emisión de cotizaciones de los clientes interesados en el servicio de la empresa objeto de estudio, estas solicitudes se hacen a través del whatsapp y a través de las redes sociales (Facebook), un encargado los

consolida en una hoja Excel para responder lo más pronto, la respuesta incluye la forma y contenido del servicio, puesto que el cliente en este requerimiento ha solicitado la cotización indicando los factores que requiere para que el servicio sea personalizado, por supuesto además de que se fije el precio, generalmente la solicitud lleva cierta complejidad en la personalización del servicio y en la determinación del precio por lo que es el gerente propietario de la empresa que evalúa y responde.

Con los datos registrados se ha construido un modelo de simulación aproximado al comportamiento real del sistema sin cambios con los datos que se detalla a continuación.

B. Muestra Pre - test

A continuación, se resume la muestra pre, o muestra antes, que consiste en los datos reales de los tiempo que demoró la emisión de cotizaciones de servicios realizadas a los clientes de la empresa de servicios, obtenidos de los registros documentales de la misma, la tabla siguiente contiene una columna que idéntica cada emisión de cotización de servicio realizada a los clientes en el mes de julio del 2021 y en la segunda columna se registra el tiempo transcurrido para la emisión de cada cotización expresado en minutos.

Tabla N°19:
Muestra después.

ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes
1	20.24	11	20.57	21	14.04	31	12.96	41	23.85	51	26.77
2	12.46	12	17.44	22	24.93	32	26.91	42	21.37	52	25.28
3	22.93	13	11.06	23	18.59	33	9.63	43	17.45	53	15.68
4	24.56	14	9.11	24	12.32	34	23.70	44	24.14	54	24.99
5	26.95	15	15.79	25	13.42	35	15.11	45	15.17	55	10.35
6	21.55	16	20.37	26	15.10	36	12.68	46	18.51	56	10.62
7	14.67	17	22.72	27	17.39	37	12.55	47	23.49	57	22.42
8	17.41	18	11.54	28	14.94	38	24.08	48	25.22	58	11.34
9	12.65	19	15.18	29	13.95	39	25.91	49	19.45	59	17.47
10	14.44	20	12.97	30	19.93	40	14.63	50	25.68	60	16.99
61	23.32	71	12.77	81	26.01	91	17.50	101	20.95	111	22.09
62	25.12	72	16.63	82	20.66	92	13.36	102	25.03	112	23.67
63	18.69	73	12.45	83	21.75	93	21.68	103	13.89	113	23.94
64	10.01	74	16.90	84	18.43	94	9.62	104	25.46	114	18.30
65	25.45	75	19.43	85	15.00	95	17.67	105	13.17	115	16.48
66	20.43	76	18.63	86	13.11	96	16.83	106	21.42	116	22.95
67	16.01	77	12.09	87	23.14	97	9.58	107	19.03	117	14.28
68	22.46	78	19.92	88	9.24	98	17.20	108	14.54	118	17.54
69	21.30	79	15.87	89	17.13	99	17.17	109	18.98	119	18.80
70	25.16	80	26.20	90	24.01	100	11.90	110	22.68	120	14.21

Elaboración propia

C. Aplicación de la teoría

Diseño de sistematización de mejora para el modelo propuesto con la aplicación de la teoría de colas para la emisión de cotizaciones de servicios

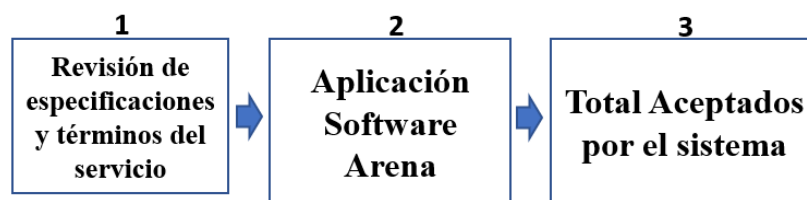


Figura N° 35: Canales Digitales
Elaboración propia

Paso 1: Revisión de especificaciones y términos del servicio:

Podemos observar en la Fig. 31, los resultados obtenidos tras el análisis de datos en donde obtuvimos el error cuadrático de las distribuciones de probabilidad, eligiendo la distribución que mejor se ajuste al menor valor. Para este caso, la distribución Exponencial presenta un mínimo error cuadrático. Ya que cuando analizamos el valor del “p” valor nos indica eso.

Si en este caso dicho valor fuese superior al 5%, tendríamos evidencias suficientes para no negar la hipótesis nula.

Entonces tenemos que el indicador obtenido pasó la prueba de Chi-cuadrado, arrojando un valor de p igual a 0.722, donde es mayor que el valor del riesgo 5%, logrando pasar la prueba de “K-S”.

Así recolectamos el resultado del p valor siendo este mayor para la prueba X^2 , además de la prueba “K – S” en donde arroja un valor $p = 0.15$.

Podemos concluir que tenemos evidencias estadísticas suficientes para no negar la hipótesis nula, en otras palabras, la distribución Exponencial se ajusta mejor a nuestro dato Revisión de especificaciones y términos del servicio.

Tabla N° 20:
Distribuciones de la revisión de especificaciones y términos del servicio.

Input Analyzer				
Distribución	Sq Error	Chi Square Test	Kolmogorov-Smirnov Test	Expression
Beta	0,0013	> 0.75	> 0.15	3 + 3 * BETA(1.11, 1.05)
Uniform	0,0015	0,722	> 0.15	UNIF(3, 6)
Normal	0,0060	< 0.005	0,026	NORM(4.54, 0.843)
Criterios estadísticos:	< 0.1	>= 0.05	>= 0.05	

Elaboración Propia

Paso 2: Aplicación en el software Arena:

Con los valores obtenidos podemos obtener un diagrama que nos permita dar una mejor interpretación de los valores obtenidos en la simulación.

Entonces:

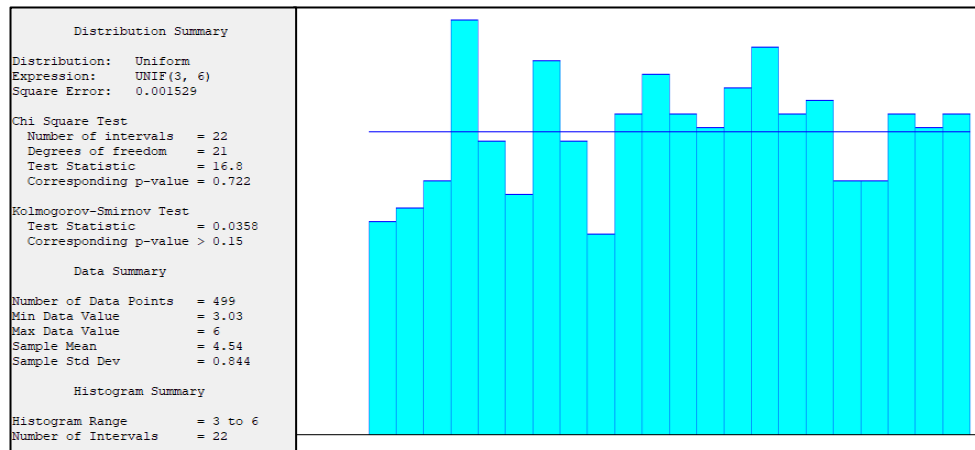


Figura N° 36: Gráfico Estadístico de Revisión de especificaciones y términos del servicio Elaboración propia en ProModel

Nota. Se observa que el resultado del análisis de datos donde se obtuvo el error cuadrático de cada distribución de probabilidad respectivamente, seleccionando la distribución con el menor valor.

En este caso, la distribución uniforme será la que utilizaremos para el análisis.

En el Software Arena

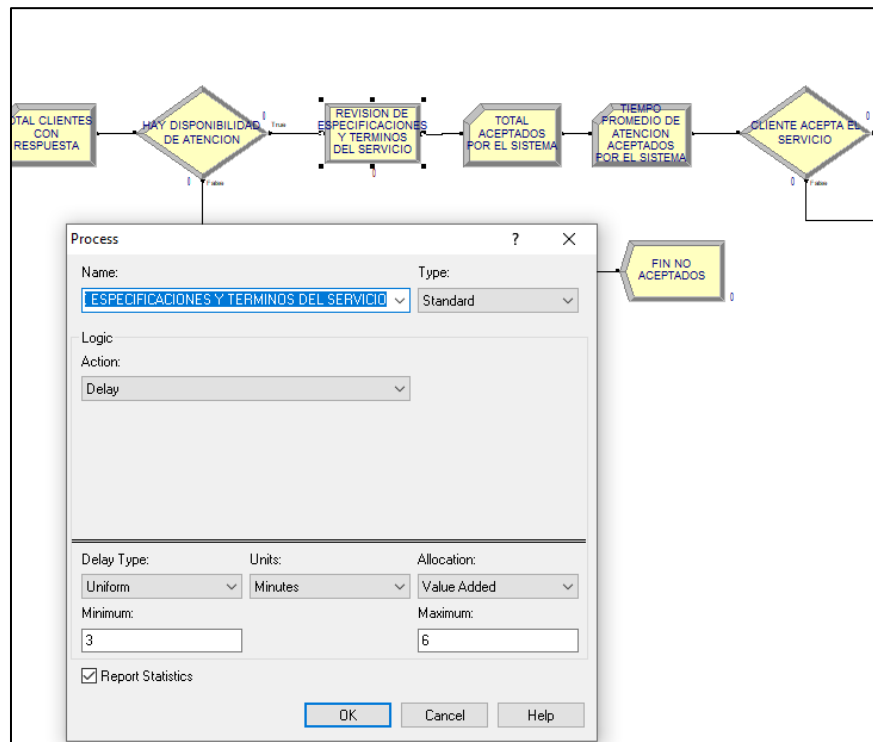


Figura N° 37: Gráfico de Visualización en la Simulación (Revisión de especificaciones y términos del servicio)

Elaboración propia

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

Paso 3: Total Aceptados por el Sistema:

Finalmente se puede apreciar en la tabla siguiente los clientes aceptados por el sistema, que simula la aceptación por parte del cliente

Cliente acepta el servicio:

Tabla N°21:

Porcentaje de cliente acepta el servicio

CLIENTE ACEPTA	CONTEO	PORCENTAJE
SÍ	80	80,00%
NO	20	20,00%
	100	

Elaboración Propia

Finalmente vemos que el porcentaje de clientes que, si aceptaron el servicio brindado por parte de la empresa de los 100 clientes en un escenario de simulación óptimo, fue del 80%, mientras que el 20% no aceptaron el servicio. Cabe destacar nuevamente que un cliente que no acepta el servicio es aquel cliente que no acepta el servicio completo que brinda la empresa, en ese sentido puede este cliente solicitar puntos específicos de lo que estaría requiriendo.

Estos valores son ingresados en el proceso de simulación como se muestra a continuación:

En el Software Arena

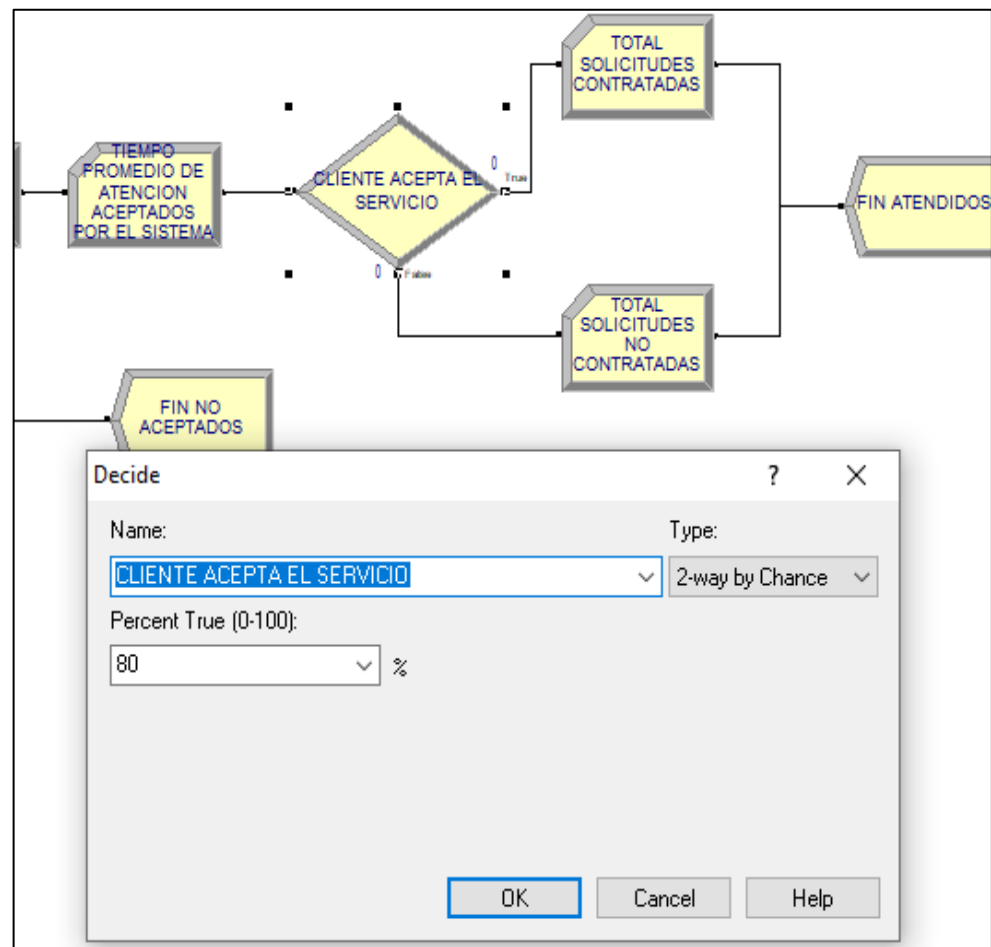


Figura N° 38: Gráfico de Visualización en la Simulación (Cliente Acepta Servicio)

Fuente: Elaboración propia en Arena

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

D. Situación después

Indicadores utilizados para la simulación de la solución propuesta

Las siguientes figuras muestran la forma en la que se ingresaron los datos con el objetivo de conseguir mejor precisión de nuestro sistema de simulación:

Tiempo promedio de espera por respuesta

En la figura N°39 tenemos que para 30 réplicas el tiempo promedio de espera oscila entre los 369.77 minutos y 377.93 minutos con un error inicial de 4.08 minutos.

Replications:	30	Time Units:	Minutes			
User Specified						
Tally						
Interval	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION	382.24	4.05	356.90	404.34	4.4316	763.
TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA	373.85	4.08	346.51	399.38	0.00648773	751.

Figura N° 39: Primera iteración de la simulación para la Post-Implementación

Fuente: Elaboración propia en Arena

Nota. Se deben ingresar los datos iniciales.

Por lo anterior vemos que el error inicial es muy grande, y por lo que sería conveniente encontrar la cantidad de réplicas óptimas para disminuir la imprecisión que es de 8.04 minutos a lo largo de todo el intervalo de tiempo promedio de espera en el modelo de simulación, por consiguiente, el nuevo número de réplicas se calcularía en la siguiente formula:

$$N = N_o * \frac{e_o^2}{e^2}$$

Donde:

N: Número de réplicas

N_o: Número inicial de réplicas

e_o: Error inicial obtenido con las réplicas

e: Error esperado o deseado

En base la Figura N° 39 tenemos que cuando corremos un total de 30 réplicas, tendremos un error inicial de 4.08 minutos, al mismo tiempo en base a ello podemos obtener el error esperado que en base al criterio planteado como analista es al 50% del error inicial, por lo tanto, este último será 2.04 minutos, en ese sentido calculamos el número de réplicas que se tendría que hacer en la nueva simulación de propuesta.

$$N = 30 * \frac{(4.08)^2}{(2.04)^2}$$

$$N = 120$$

Obtenemos que el número de réplicas óptimas serían 120, por lo que se entiende que mientras más réplicas tengamos en nuestro modelo de simulación tendremos mayor precisión en los resultados.

En la figura N°40 tenemos que para 120 réplicas el nuevo tiempo promedio de espera que oscila entre los 375.25 minutos y 378.77 minutos con un error menor a 1.76 minutos

Replications: 120		Time Units: Minutes					
User Specified							
Tally							
Interval	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value	
TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION	385.46	< 1.87	356.66	408.96	4.4316	765.	
TIEMPO PROMEDIO DE ESPERA	377.01	< 1.76	346.51	399.38	0.00648773	751.	

Figura N° 40: Segunda iteración de la simulación (óptima) para la Post-Implementación Elaboración Propia en Arena

Nota. Se obtienen los datos resultantes.

Por lo anterior vemos que el nuevo error ahora si es más pequeño, ya que el tiempo es menor a 1.76 minutos y este es mucho menor que el 2.04 minutos, por lo tanto, si se cumple el supuesto planteado en base al criterio planteado como analista en el modelo de simulación post-implementación.

En ese sentido, validamos nuestro modelo de simulación llevado a cabo en la situación actual con el modelo de simulación de la post-implementación, obteniendo los mejores resultados en cuanto a la reducción del tiempo de espera promedio de atención a los clientes, asimismo esto conlleva a una reducción en el tiempo de la elaboración de las cotizaciones por la persona encargada, y que estas dos principales acciones vienen devenida detrás por las reglas de programación que permitieron manejar y disponer plenamente del tiempo de trabajo, evitando en lo posible toda interrupción que no aporte nada a los objetivos de la organización.

E. Muestra Post (Muestra después)

A continuación, se resume la muestra post, o muestra después, que consiste en los datos simulados de los tiempo que demoró la emisión de las cotizaciones a los clientes de la empresa de servicios, obtenidos de los registros de simulación de la misma, la tabla siguiente contiene una columna que identifica cada emisión de cotización simulada para los clientes y en la segunda columna se registra el tiempo transcurrido en cada emisión de cada cotización expresado en minutos, este tiempo es el resultado de la aplicación de la teoría de colas más reglas de programación heurísticas el cual ha permitido reducir los tiempos indicados a continuación en la siguiente tabla.

Tabla N°22:
Muestra Antes

ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después
1	2.73	11	2.46	21	1.60	31	2.05	41	2.65	51	2.54
2	1.87	12	2.96	22	2.13	32	2.08	42	1.22	52	2.32
3	2.06	13	2.68	23	1.42	33	1.88	43	1.92	53	3.09
4	1.44	14	1.59	24	3.05	34	1.50	44	1.96	54	2.26
5	3.11	15	3.03	25	2.07	35	2.57	45	1.63	55	1.61
6	2.39	16	2.74	26	3.13	36	2.96	46	1.76	56	1.92
7	1.44	17	1.45	27	1.34	37	1.50	47	2.66	57	3.04
8	1.83	18	2.65	28	2.83	38	2.33	48	2.94	58	2.35
9	1.29	19	1.80	29	2.09	39	2.00	49	1.87	59	2.59
10	1.23	20	2.68	30	2.73	40	1.29	50	2.97	60	1.97
ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después
61	2.59	71	3.02	81	3.12	91	1.20	101	2.74	111	1.61
62	1.18	72	1.31	82	2.76	92	2.79	102	2.84	112	1.61
63	1.56	73	1.42	83	2.70	93	2.74	103	1.11	113	2.47
64	2.00	74	2.66	84	2.10	94	2.75	104	2.01	114	2.15
65	1.43	75	1.33	85	1.59	95	1.30	105	2.83	115	2.97
66	2.97	76	3.10	86	1.58	96	2.08	106	2.31	116	2.32
67	1.73	77	3.05	87	2.60	97	2.34	107	1.64	117	2.55
68	2.42	78	2.91	88	1.23	98	1.25	108	2.00	118	2.61
69	2.21	79	2.67	89	2.47	99	3.13	109	2.32	119	2.75
70	1.36	80	2.06	90	2.64	100	2.50	110	1.77	120	2.86

Elaboración Propia

4.1.3. Objetivo Específico 03

A. Situación Antes – Pre-test

El objetivo específico número 03 está referido a reducir el tiempo de ejecución del servicio al cliente de la empresa objeto de estudio, estos servicios pueden ser empresariales o personales, de capacitación o de

creación de un modelo o sistema, para el caso de los personales puede referirse a la preparación para un examen, tareas, tesis o clases, la problemática aquí la falta de una priorización de los servicios porque en la práctica no se tiene la capacidad de atender todos los servicios, finalmente se termina aceptando un conjunto de servicios que no son lo más rentables del conjunto de servicios que se tienen por realizar, al no tener una regla de programación de las tareas que priorice el servicio en función de los ingresos o rentabilidad que estos van a generar entonces se pierde los ingresos, existe una relación generalmente, aunque no siempre los servicios más rentables no necesariamente son los que más tiempo llevan en su ejecución entonces la mejorar en la programación de los servicios se espera que también mejoren los tiempos de ejecución de los mismos servicios, de esa forma si bien se va a aplicar la simulación para no solo representar la realidad actual, en la propuesta de simulación se va a aplicar un algoritmo que sistematice la priorización de los servicios para su ejecución, el cual se encuentra en el anexo 4 del presente trabajo de investigación

Con los datos registrados se ha construido un modelo de simulación aproximado al comportamiento real del sistema sin cambios con los datos que se detalla a continuación.

B. Muestra pre (Muestra Antes)

A continuación, se resume la muestra pre, o muestra antes, que consiste en los datos reales de los tiempos que demoró la ejecución de los servicios realizadas por la empresa de servicios, obtenidos de los registros documentales de la misma, la tabla siguiente contiene una columna que identifica cada servicio real ejecutado por la empresa en el mes de julio del 2021 y en la segunda columna se registra el tiempo transcurrido en cada servicio expresado en minutos.

Tabla N°23:
Muestra Antes

ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes	ID	Antes
1	524.19	11	690.94	21	509.26	31	549.58	41	450.18	51	623.61
2	551.30	12	925.09	22	796.25	32	845.07	42	353.74	52	448.00
3	648.97	13	605.44	23	759.11	33	536.79	43	925.89	53	701.28
4	403.10	14	855.36	24	416.91	34	630.22	44	571.72	54	800.53
5	383.79	15	593.98	25	370.67	35	717.91	45	840.87	55	944.45
6	851.28	16	832.49	26	367.50	36	711.74	46	723.23	56	614.18
7	616.12	17	620.35	27	903.68	37	491.15	47	591.42	57	717.26
8	631.36	18	673.95	28	707.14	38	649.65	48	444.95	58	447.42
9	934.98	19	403.04	29	759.72	39	379.14	49	760.24	59	381.48
10	930.39	20	866.85	30	704.23	40	828.87	50	848.07	60	663.93
61	516.74	71	401.18	81	849.36	91	567.78	101	402.67	111	716.44
62	933.36	72	812.54	82	420.78	92	760.29	102	852.41	112	614.45
63	835.70	73	712.29	83	621.78	93	677.91	103	757.46	113	703.57
64	670.36	74	489.94	84	835.35	94	502.23	104	737.40	114	742.05
65	645.16	75	530.71	85	757.68	95	647.79	105	554.21	115	352.15
66	744.08	76	642.32	86	742.09	96	637.78	106	628.12	116	847.71
67	496.77	77	543.07	87	843.33	97	429.10	107	536.37	117	777.03
68	727.58	78	728.58	88	517.16	98	836.67	108	537.05	118	475.28
69	538.17	79	697.27	89	944.92	99	934.75	109	555.16	119	363.40
70	451.34	80	824.22	90	695.32	100	598.42	110	411.44	120	892.34

Elaboración Propia

C. Aplicación de la teoría

Diseño de sistematización de mejora para el modelo propuesto con la aplicación de la teoría de colas para las consultas generales



Figura N°41: Canales Digitales
Elaboración propia

Paso 1 Ingreso de Valores

Se Ingresan los valores reales de los tiempos de la ejecución del servicio realizados durante el mes de julio del año 2021.

Paso 2 Aplicación del software Arena

Se incorpora en el software Arena los reglas de clasificación indicadas en el anexo número 04, para que el sistema desarrollado aplique la clasificación de los servicios realizados de forma que se considere en la simulación las reglas de clasificación de manera que exista una prioridad en la programación y ejecución de los servicios considerando como servicios prioritarios aquellos más rentables que en general son los de mayor elaboración pero que generalmente pueden ser ejecutados en menor tiempo que aquellos servicios menos rentables que ocupan más tiempo realizarlos..

Paso 3 Run Setup

Una vez ingresados los valores que se registraron en la base de datos generada por un Bot de respuesta automática procedemos a correr la simulación dentro del Software Arena y así poder visualizar la eficacia de las mejores implementadas.

En el Software Arena

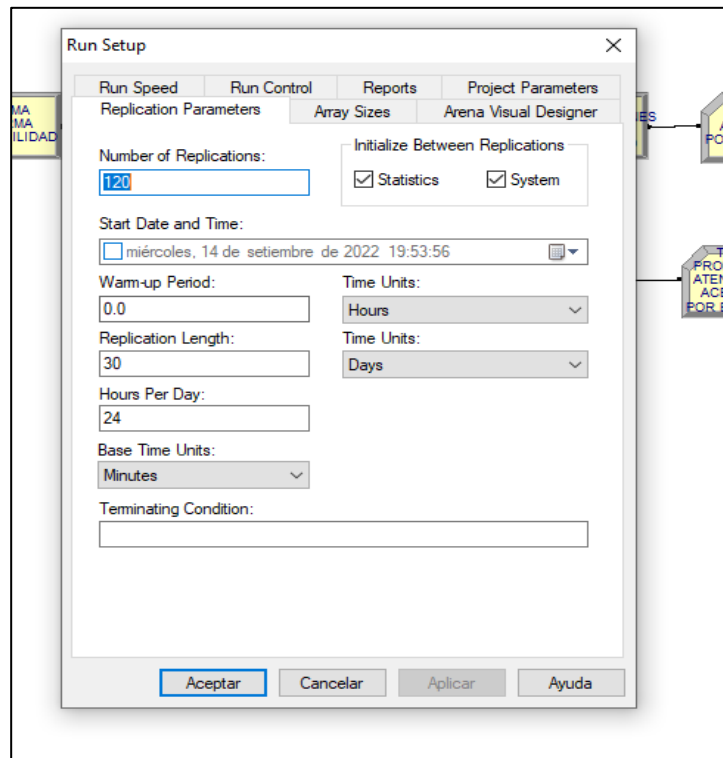


Figura N° 42: Ejecución de la Simulación

Fuente: Elaboración Propia en Arena

Nota. En esta área nos solicitará ingresar los datos correspondientes para su respectiva simulación.

Paso 4 Run Setup

Finalmente, se muestra el diagrama de flujo que se construyó y a partir de este se ejecutó la respectiva simulación con el software ARENA, para la post implementación, de la mejora de la situación actual en los procesos de servicio al cliente para la empresa.

Cabe destacar que el diagrama de servicio al cliente permite tener en consideración a todos los agentes que se encuentran interconectados en cada una de las fases de desarrollo de la sistematización y que además estos mediante reglas de programación sepan cómo escalar o resolver problemas rápidamente, eliminando los retrasos debido a flujos de trabajo poco claros o ineficientes dentro de la empresa.

D. Situación después – Post test (resultados de la simulación)

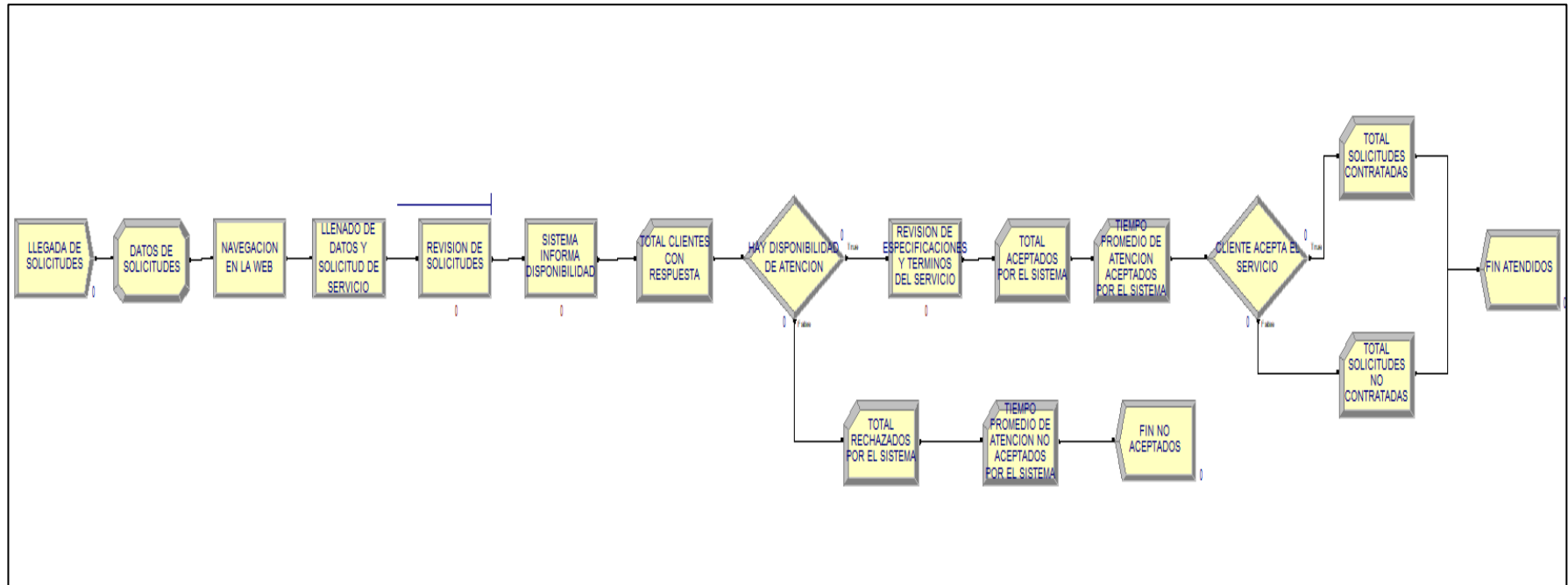


Figura N° 43: Diagrama de flujo de la Simulación Post Implementación
Elaboración propia

E. Muestra post – (muestra después)

A continuación, se resume la muestra post, o muestra después, que consiste en los datos simulados de los tiempo que demoró la realización de los servicios en la empresa de servicios, obtenidos de los registros de simulación de la misma, la tabla siguiente contiene una columna que idéntica cada servicio realizado a los clientes y en la segunda columna se registra el tiempo transcurrido en cada servicio realizado que está expresado en minutos, este tiempo es el resultado de la aplicación de la teoría de colas más reglas de programación heurística para su ejecución, el cual ha permitido reducir los tiempos indicados a continuación en la siguiente tabla.

Tabla N° 24:
Muestra Después

ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después	ID	Después
1	574.04	11	529.81	21	611.55	31	350.87	41	358.14	51	514.81
2	319.57	12	571.4	22	441.64	32	274.64	42	355.92	52	458.86
3	469.04	13	622.87	23	426.21	33	289.36	43	290.29	53	432.31
4	257.28	14	506.08	24	275.66	34	582.24	44	336.7	54	426.19
5	302.5	15	396.62	25	448.21	35	369.67	45	513.34	55	278.7
6	615.71	16	467.57	26	536.38	36	310.8	46	564.16	56	354.53
7	523.16	17	548.49	27	466.37	37	269.55	47	372.23	57	599.11
8	539.52	18	532.19	28	484.68	38	610.81	48	414.76	58	510.59
9	334.74	19	423.47	29	486.29	39	473.06	49	322.87	59	407.02
10	471.18	20	375.51	30	331.06	40	559.49	50	634.18	60	407.05
61	425.83	71	375.52	81	487.35	91	370.21	101	613.82	111	409.03
62	401.54	72	505.19	82	625.94	92	374.16	102	459.6	112	612.88
63	617.06	73	609.62	83	591.38	93	434.76	103	542.86	113	355.91
64	616.94	74	555.53	84	486.91	94	516.19	104	581.45	114	279.37
65	555.32	75	565.71	85	528.38	95	346.12	105	343.43	115	274.89
66	303.8	76	413.11	86	518.5	96	613.87	106	472.51	116	274.9
67	307.05	77	551.7	87	561.53	97	363.22	107	451.28	117	540.42
68	462.96	78	358.06	88	535.7	98	618.09	108	423.89	118	440.77
69	574.67	79	576.99	89	463.77	99	516.54	109	347.98	119	604.98
70	629.99	80	546.17	90	503.77	100	339.7	110	384.73	120	388.63

Elaboración Propia

4.1.4. Resumen de resultados

A continuación, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en la presente investigación.

Tabla N° 25:
Resumen de Resultados

N°	Hipótesis	Variable Independiente	Variable Dependiente	Indicador	Pre-Test (min)	Post-Test (min)	Diferencia (min)	% Variación
1	Si se aplica la Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática, entonces se reducirá el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicio virtual	Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática	Tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes	Tiempo promedio de respuesta por consulta general	7.96	3.60	4.36	55%
2	Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de una empresa de servicio virtual.	Teoría de colas con Reglas de Programación Heurística	Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Tiempo promedio de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	18.26	2.21	16.05	88%
3	Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de ejecución del servicio a los clientes de una empresa de servicio virtual.	Teoría de colas con Reglas de Programación Heurística	Tiempo promedio de ejecución por servicio	Tiempo promedio de ejecución por servicio	652.07	459.03	193.04	30%

Elaboración Propia

4.2. Análisis de Resultados

Generalidades: Pruebas de normalidad y contrastación de hipótesis

En esta sección se muestran los planteamientos y resultados tanto de las pruebas de normalidad como de las pruebas de hipótesis de la presente investigación. Además, se detalla toda la información recopilada de las muestras pre y post test, donde se pudo contrastar las tres hipótesis específicas planteadas inicialmente, para lo cual se utilizó el software estadístico IBM SPSS versión 26.

4.2.1. Primera Hipótesis

A. Pruebas de Normalidad: Pre test y Post test Muestra Variable Dependiente 01

Tabla N°26:
Resumen de procesamiento de casos

	ID	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	%	N	%	N	%
Tiempos	PRE	120	100.0%	0	0.0%	120	100.0%
	POST	120	100.0%	0	0.0%	120	100.0%

Elaboración Propia

Tabla N°27:
Descriptivos

		ID	Estadístico	Error Estándar
Tiempos	PRE	Media	7.9595	0.22128
		Mediana	7.4541	
		Desviación Estándar	2.42401	
	POST	Media	3.6377	0.0777
		Mediana	3.645	
		Desviación Estándar	0.85121	

Elaboración Propia

Tabla N°28:
Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk			
		ID	Estadístico	gl	SIG	Estadístico	gl	SIG
Tiempos	PRE		0.089	120	0.022	0.966	120	0.004
	POST		0.073	120	0.182	0.957	120	0.001

Elaboración Propia

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se utiliza la significación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov porque las muestras son de 120, por lo tanto, los datos de la muestra pre no son normales porque son menores a 5% y la muestra post si es normal porque son mayores a 5%, por lo tanto, la prueba de hipótesis a utilizar debe ser una prueba no paramétrica para muestras independientes

B. Contratación de Hipótesis: Resultados y Estadísticos Descriptivos

Pruebas No Paramétricas

Tabla N°29:

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis Nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Tiempos es la misma entre categorías de ID.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0.000	Rechace la hipótesis nula

Elaboración Propia

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

El resultado final es que se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa lo que significa que si existen diferencias entre los datos pre y post.

Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

Tiempos entre ID

Tabla N°30:

Resumen de prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes

N total	240
U de Mann-Whitney	307,000
W de Wilcoxon	7567,000
Estadístico de prueba	307,000
Error estándar	537,769
Estadístico de prueba estandarizado	-12,818
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

Elaboración Propia

4.2.2. Segunda Hipótesis

A. Pruebas de Normalidad: Pre test y Post test Muestra Variable Dependiente 02

Tabla N° 31

Resumen de procesamiento de casos

	ID	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	%	N	%	N	%
Tiempos	PRE	120	100.0%	0	0.0%	120	100.0%
	POST	120	100.0%	0	0.0%	120	100.0%

Elaboración Propia

Tabla N°32:

Descriptivos

	ID		Estadístico	Error Estándar
			Tiempos	PRE
Mediana	17.6050			
Desviación Estándar	4.93786			
POST	Media	2.2053		,05462
	Mediana	2.2846		
	Desviación Estándar	,59834		

Elaboración Propia

Se utiliza la significación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov porque las muestras son de 120, por lo tanto, los datos de la muestra post no son normales porque son menores a 5% y la muestra pre si es normal porque es mayor a 5%, por lo tanto, la prueba de hipótesis a utilizar debe ser una prueba no paramétrica para muestras independientes.

B. Contratación de Hipótesis: Resultados y Estadísticos Descriptivos

Pruebas No Paramétricas

Tabla N°33:

Pruebas de normalidad

	ID	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	SIG	Estadístico	gl	SIG
Tiempos	PRE	,075	120	,090	,962	120	,002
	POST	,108	120	,002	,942	120	,000

Fuente: Elaboración Propia

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla N°34:

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis Nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Tiempos es la misma entre categorías de ID.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.

Fuente: Elaboración Propia

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050

El resultado final es que se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa lo que significa que si existen diferencias entre los datos pre y post.

Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

Tiempos entre ID

Tabla N° 35:
Resumen de prueba U de Mann-Whitney de muestras independientes

N total	240
U de Mann-Whitney	,000
W de Wilcoxon	7260,000
Estadístico de prueba	,000
Error estándar	537,773
Estadístico de prueba estandarizado	-13,389
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Tercera Hipótesis

A. Pruebas de Normalidad: Pre test y Post test Muestra Variable Dependiente 03

Tabla N°36:
Resumen de procesamiento de casos

	ID	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	%	N	%	N	%
Tiempos	PRE	120	100,0%	0	0,0%	120	100,0%
	POST	120	100,0%	0	0,0%	120	100,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°37:
Descriptivos

		ID	Estadístico	Error Estándar
Tiempos	PRE	Media	652.0716	15.10181
		Mediana	649.3100	
		Desviación Estándar	165.43202	
	POST	Media	459.0269	9.84286
		Mediana	465.07	
		Desviación Estándar	107.82311	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 38:
Pruebas de normalidad

		Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk			
		ID	Estadístico	gl	SIG	Estadístico	gl	SIG
Tiempos	PRE		,068	120	,200*	,966	120	,004
	POST		,081	120	,053	,954	120	,000

Fuente: Elaboración propia

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se utiliza la significación de la prueba de Kolmogorov-Smirnov porque las muestras son de 120, por lo tanto, los datos de la muestra pre son normales porque es mayor a 5% y la muestra post también es normal porque es mayor a 5%, por lo tanto, la prueba de hipótesis a utilizar debe ser una prueba paramétrica para muestras independientes, t-Student.

B. Contratación de Hipótesis: Resultados y Estadísticos Descriptivos

Tabla N° 39:
Estadísticas de grupo

	ID	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Tiempos	Actual	120	652.072	165.43202	15.10181
	Propuesta	120	459.027	107.82311	9.84286

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°40:
Prueba de muestras independientes

	Prueba de Levene de igualdad de Varianzas		Prueba t Para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error Estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Se Asumen Varianzas iguales	23,666	,000	10,709	238	,000	193.04467	18.02627	157.53324	228.55609
No Se Asumen Varianzas iguales			10,709	204,647	,000	193.04467	18.02627	157.50364	228.58569

Fuente: Elaboración propia

El resultado final es que se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa (2da fila) debido a que la significancia de las varianzas iguales es menor a 5%, a pesar de que la significancia en la t-student sean cero en ambas filas.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó un modelo que es capaz de representar la situación actual del sistema de atención al cliente de una empresa de servicios virtual de simulaciones utilizando la información que se registró en la base de datos. Todo ello utilizando la Teoría de Colas, y así poder validar el modelo previo a la implementación de la mejora y que este se compare con los resultados obtenidos en el modelo post implementación.
2. Se logró encontrar un equilibrio para los beneficios administrativos entre lo cuantitativo y cualitativo tanto en el modelo post implementación, así como en las propuestas, arrojando resultados positivos a la reducción del tiempo de atención en los procesos de los servicios que la empresa brinda a sus clientes.
3. De la evaluación post implementación del tiempo total de espera podemos inferir que la propuesta con mejores resultados es la implementación del Bot de respuesta automática que impacta de manera positiva a este primer estudio que busca reducir el tiempo en los procesos de la empresa.
4. Aplicando la teoría de colas con un sistema de respuesta automática se redujo el tiempo de contestación a las consultas generales de 7.96 minutos a 3.60 obteniendo así una Variación de 55%
5. Aplicando la Teoría de colas con reglas de programación heurística se redujo el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de 18.26 minutos a 2.21 minutos obteniendo una variación de 88%
6. Aplicando la Teoría de colas con reglas de programación heurística se redujo el tiempo de ejecución del servicio de 652.07 minutos a 459.03 minutos obteniendo una variación de 30%

RECOMENDACIONES

1. En base a los resultados obtenidos en la evaluación técnica de la simulación para la situación actual generada por la propuesta de mejora, se recomienda la implementación de esta, ya que trae consigo buenos resultados para la empresa.
2. Luego de ver los resultados obtenidos tras la implementación, se recomienda hacer un estudio cada 12 meses póstumos para que se realice los respectivos diagramas estadísticos de cada medida de desempeño interviniente tales como: El Tiempo de espera, Tiempo de navegación en la web, Tiempo de llenado de datos y solicitud de servicio, Tiempo de revisión de solicitud entre las otras, además el diagrama de cola y la utilización del sistema para las evaluaciones de la mejora continua de dicha implementación en todos los procesos.
3. Se deben de realizar encuestas tras cada servicio brindado y para así percibir los resultados esperados respecto al proceso de atención y de esta manera en una situación futura plantear metas objetivas con mejores márgenes de beneficios más elevados.
4. Finalmente cabe decir que, un estudio referente al modelo implementado funciona en la optimización de la disposición de las atenciones brindadas a los clientes evaluados. Todo ello empleando la simulación mediante el programa Arena teniendo como referencia esta investigación que ayuda a reducir el tiempo promedio operativo de todos los procesos de servicios.

BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, V. (2017). SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIONES E INDICADORES DE DESEMPEÑO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO INDUSTRIALES WANKAS, HUANCAYO 2017. Obtenido de repositorio.uncp.edu.pe: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4099/Aguirre%20Navarro.pdf?sequence=1>
- Alarcon, J. (2021). PROPUESTA DE MEJORA DE LA CONGESTIÓN VEHICULAR EN UN EJE VIAL DE LA CIUDAD DE AREQUIPA MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACIÓN. Obtenido de repositorio.unsa: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/13064/IIalmojj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Braga, I. (2018). Propuesta de rediseño de procesos de recepción y distribución de productos de moda en un centro de distribución retail mediante simulación. Obtenido de repositorio.uchile.cl: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/164039>
- Braga, M. (2018). PROPUESTA DE REDISEÑO DE PROCESOS DE RECEPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DE MODA EN UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN RETAIL MEDIANTE SIMULACIÓN. Obtenido de repositorio.uchile.cl: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/164039/Propuesta-de-redise%c3%b1o-de-procesos-de-recepci%c3%b3n-y-distribuci%c3%b3n-de-productos-de-moda-en-un-centro-de-distribuci%c3%b3n-retail-mediante-simulaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruzado, D. (2018). EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. Obtenido de repositorio.upn.edu.pe: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/15020/Cruzado%20Ruiz%20Dilman%20Yasel%20\(2\).pdf?sequence=4](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/15020/Cruzado%20Ruiz%20Dilman%20Yasel%20(2).pdf?sequence=4)
- Diaz, N. (2018). El desarrollo turístico del Santuario Nacional de Huayllay por la gestión municipal distrital de Huayllay, Pasco 2018. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/>: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1866>

- Eppen, G. D., & Gould, F. J. (2000). Investigación de operaciones en la ciencia administrativa. Obtenido de books.google.com.pe:
https://books.google.com.pe/books/about/Investigaci%C3%B3n_de_operaciones_en_la_cien.html?id=DW-vtFYqh0YC&redir_esc=y
- Fernández, M., & Beltran, J. (2020). Aplicación del Software Arena para la Simulación del Proceso de Atención al Cliente de una Entidad Financiera de la Ciudad de Arequipa para el año 2020. Obtenido de repositorio.utp:
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3476/Miluska%20Fernandez_Johanna%20Beltran_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, J. (Junio de 2020). DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS, PARA LA MEJORA EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE TEJIDO INDUSTRIAL SECCION C, EN LA EMPRESA GUANTES INTERNACIONALES. Obtenido de ciateq.repositorioinstitucional.mx:
<https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1020/411/1/GarciaJacobFelipe%20MMANAV%202020.pdf>
- Harrell, C., & Tumay, K. (2001). La Teoría de la Simulación.
- Harrigton, H. J., & Tumay, K. (1999). La Teoría de la Simulación.
- Kelton et al. (2008). Confianza e información digital: bibliotecas, archivos y web. Obtenido de books.google.com.pe/:
[https://books.google.com.pe/books?id=gCy6DwAAQBAJ&pg=PT101&dq=Kelton+et+al.+\(2008\)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwia4rP2m7r4AhWUCdQKHxs2C9cQ6AF6BAgLEAI](https://books.google.com.pe/books?id=gCy6DwAAQBAJ&pg=PT101&dq=Kelton+et+al.+(2008)&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwia4rP2m7r4AhWUCdQKHxs2C9cQ6AF6BAgLEAI)
- Reynoso, J. (2018). Aplicación de la Simulación de Sistemas Para Reducir la Formación de Colas en Pizza Palace, Lima - 2018. Obtenido de repositorio.undac:
http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/695/1/T026_43906182_T.pdf
- Rockwell Automation. (2017). Sistema de control de la producción basado en tarjetas para entornos de tipo taller: estudio del sistema COBACABANA y propuesta de mejora. Obtenido de rockwellautomation.com:
https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/70447/descargar_fichero/Capitulo+5.pdf
- Sánchez, R. (2018). Simulación de sistemas para la mejora del proceso de cambios y devoluciones en una empresa de venta directa. Obtenido de cybertesis.unmsm:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/9625/Sanchez_sr.pdf?sequence=3

- Silva, N. (2020). USO DE SOFTWARE ARENA PARA LA SIMULACIÓN DE COLAS DE LAS OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA DEL ÁREA DE ALMACÉN DEL OPERADOR LOGÍSTICO ALCOSA. Obtenido de <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/>:
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/5089/Nazario%20Angelo%20Silva%20Chiroque.pdf?sequence=1>
- Thompson, I. (2009) Definición de cliente. Recuperado el 30 de agosto de 2013, de la fuente: <http://www.promonegocios.net/clientes/cliente-definicion.html>
- Torres, P. (2016). Simulación de sistemas con el software Arena. Obtenido de repositorio.ulima.edu.pe: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10729>
- Zambrano, Á., & Salazar, L. (5 de Noviembre de 2019). Mejoramiento continuo en el proceso de aprovisionamiento de alimentos en el área de nutrición a pacientes a través de manufactura esbelta. Obtenido de Investigación En Ingeniería: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7855021.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz De Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	INDICADOR VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	INDICADOR VARIABLE DEPENDIENTE
¿Como reducir el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios?	Proponer la aplicación de Teoría de Colas para reducir el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios	Si se aplica la Teoría de Colas se reducirá el tiempo de atención de servicios virtuales en una empresa de servicios	Variable Independiente: Teoría de Colas	Si / No	Tiempo de Atención de Servicios Virtuales	Tiempo total promedio del proceso del servicio
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable / Dimensión		Indicadores	
¿Cómo reducir el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios?	Proponer la aplicación de la Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática para reducir el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios.	Si se aplica la Teoría de Colas con un sistema de respuesta automática, entonces se reducirá el tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes de una empresa de servicios	Teoría de Colas con un Sistema de Respuesta Automática	Si / No	Tiempo de respuesta a las consultas generales realizadas por los clientes	Tiempo promedio de respuesta por consulta general
¿Cómo reducir el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes?	Proponer la aplicación de la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística para reducir el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de una empresa de servicios.	Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes de una empresa de servicios.	Teoría de Colas con Reglas de programación Heurística	Si / No	Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Tiempo promedio de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes
¿Cómo reducir el tiempo de ejecución de los servicios a los clientes?	Proponer la aplicación de Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística para reducir el tiempo de ejecución del servicio a los clientes de una empresa de servicios.	Si se aplica la Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística, entonces se reducirá el tiempo de ejecución del servicio a los clientes de una empresa de servicios.	Teoría de colas con Reglas de Programación Heurística	Si / No	Tiempo de ejecución del servicio	Tiempo promedio de ejecución por servicio

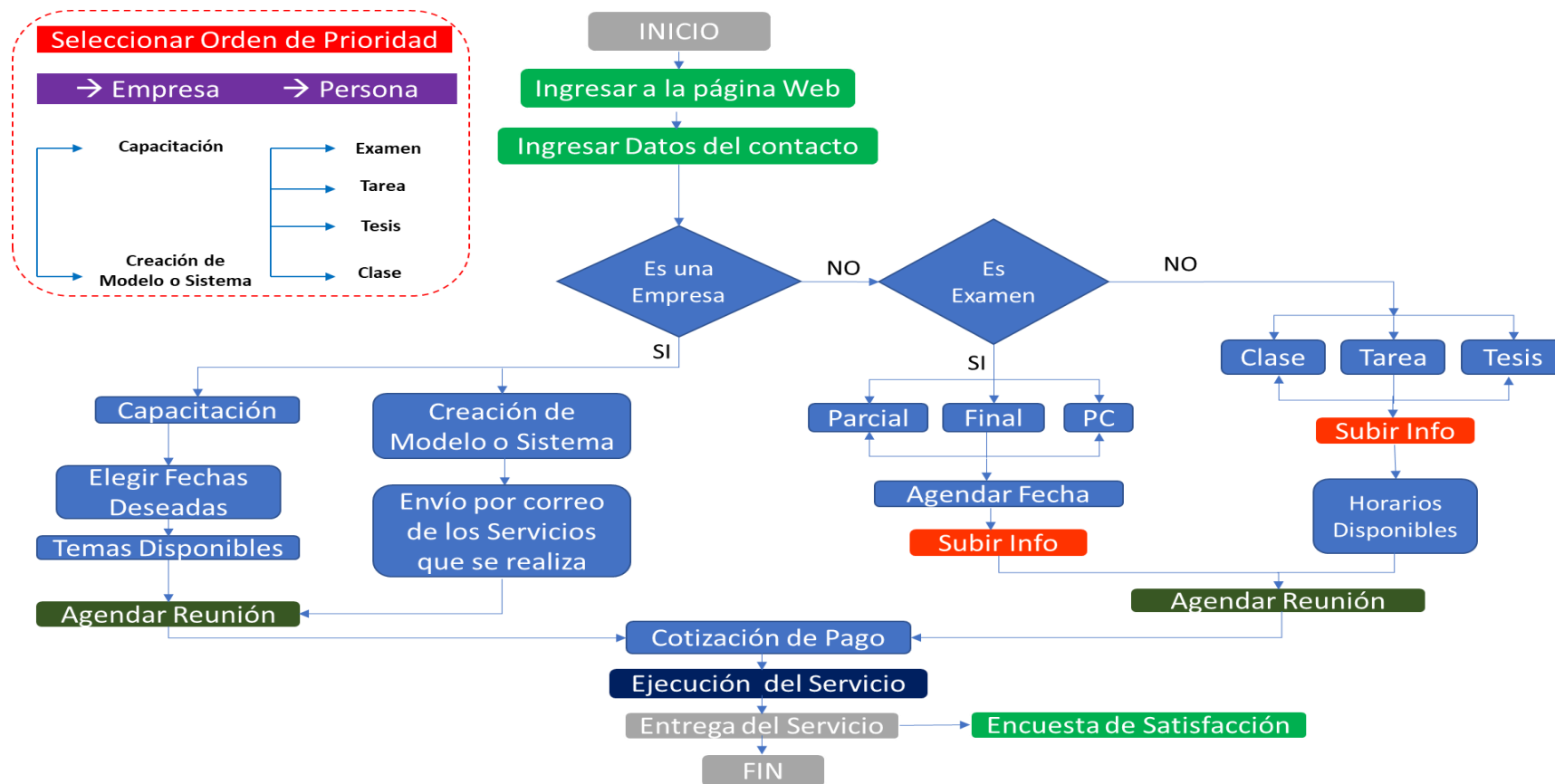
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Matriz De Operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Teoría de Colas con un sistema de Respuesta Automática	Si / No	Generación automática de chatbots para realizar encuestas. Según Hector Durá y David Tomás (2022) Uno de los puntos que más me han aportado de este proyecto ha sido que, a parte del sistema de generar un chatbot a partir de un fichero de texto, este sistema tiene una aplicación académica, por el uso de ficheros usados en la plataforma educativa Moodle y por la inclusión de la autoevaluación. (p. 65)	Generación automática de chatbots para realizar encuestas. Según Hector Durá y David Tomás (2022) la base de conocimiento de nuestro agente conversacional se rellenará a partir de los datos extraídos de este. Se explorarán varias opciones a realizar con los datos obtenidos de las respuestas del usuario y finalmente se creará uno de estos sistemas. (p.17)
Teoría de Colas con Reglas de Programación Heurística	Si / No	Teoría de Colas. Según Buendía, Colás, & Hernández (2001) se considera variable independiente o variable de estímulo aquella que el investigador selecciona para determinar su relación con los fenómenos observados, puesto que se conoce su medida (p.68).	En el artículo desarrollado de Inca & Vera (2015) nos dicen que, si queremos la aplicación de un proceso sistematizado, este debe de ser normalizado y organizado, para así obtener resultados objetivos que podamos aplicar en la informática que responde a todas las premisas y parámetros que se plantearon y diseñaron. Estos resultados serán evaluados en base al porcentaje que se reduce en el tiempo de espera en cada remitente y el porcentaje que aumenta en la cantidad de expedientes procesados por día (p.14).
Teoría de colas con Reglas de programación heurística	Si / No	Evaluación heurística /evaluación experta, Según Nielsen y Molich (1990) No involucra usuarios por lo que no reemplaza bajo ningún aspecto las pruebas con usuarios reales. (p.02)	Herramienta que servirá para conseguir la famosa “omnicanalidad” o, lo que es lo mismo,” ser accesibles a los clientes desde cualquier lugar y a cualquier hora.
Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Tiempo de respuesta a las consultas generales	Tiempo promedio de respuesta por cada consulta general	Se considera variable dependiente al factor que el investigador observa o mide para calcular el efecto de la variable causa. Sin embargo, Buendía, Colás, & Hernández (2001) nos dice que la variable dependiente será considerada la var. respuesta. Es decir, esta variable es la resultante del comportamiento producido por algún organismo que interviene de forma activa. (p. 68)	Este tiempo se medirá en base al valor del tiempo de entrega expresado en minutos por cantidad. Debido a esto, Cashlogy (2016) explica la necesidad de la empresa considerando riesgos asociados a la ineficiente gestión con el tiempo de espera, puesto que en medida que un cliente se plantee la idea que está desperdiciando su tiempo, el valor de la compra irá disminuyendo drásticamente incluso hasta llegar a la cancelación de esta (p.1).
Tiempo de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Tiempo promedio de respuesta de emisión de cotización del servicio a los clientes	Servicios al Exportador. Según Juan Manuel Gonzales Polar (2016). La Cotización Comercial (o Cotización) u Oferta Comercial es el primer paso en toda operación de compraventa en la cual el vendedor o exportador señala las condiciones bajo las cuales ofrece su producto o servicios (P. 17)	Servicios al Exportador. Según Juan Manuel Gonzales Polar (2016). Mientras más detallada sea la Cotización la respuesta o repreguntas serán menores lo cual reduce el tiempo consumido en el proceso y facilita la decisión del cliente, además de reducir los recursos utilizados en la elaboración y negociación. (p. 18)
Tiempo de ejecución por servicio	Tiempo promedio de ejecución por cada servicio	La cantidad de factores que pueden influir en el tiempo de ejecución es muy larga: algoritmo usado. sistema operativo. velocidad del procesador, número de procesadores y conjunto de instrucciones que entiende.	Una vez ya seleccionado el servicio se entiende que se priorizan los trabajos que, teniendo el mismo tiempo de elaboración, emiten mayores ingresos a la empresa, reduciendo en gran cantidad el trabajo y mejorando las ganancias

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Diagrama De Flujo De La Sistematización De Mejora Implementando Una Estructura de Atención



Fuente: Elaboración Propia

Anexo 5. Periodo Mensual de los Servicios Desarrollados por la empresa

Periodo Enero 2021 – Mayo 2022		
Mes	Año	Número de Servicios
Enero	2021	20
Febrero	2021	48
Marzo	2021	26
Abril	2021	6
Mayo	2021	16
Junio	2021	11
Julio	2021	120
Agosto	2021	6
Setiembre	2021	16
Octubre	2021	8
Noviembre	2021	23
Diciembre	2021	23
Enero	2022	7
Febrero	2022	8
Marzo	2022	13
Abril	2022	14
Mayo	2022	15
Junio	2022	10
Julio	2022	135
Total		525

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 6. Periodo Mensual de los tiempos total (minutos) para los servicios atendidos

Pre Test			
Año	Mes	Tiempo total	Cantidad de Servicios
2021	Enero	2,895	20
2021	Febrero	8,595	48
2021	Marzo	5,040	26
2021	Abril	960	6
2021	Mayo	2,520	16
2021	Junio	2,040	11
2021	Julio	14,760	120
2021	Agosto	780	6
2021	Setiembre	2,460	16
2021	Octubre	1,980	8
2021	Noviembre	2,700	23
2021	Diciembre	3,540	23
2022	Enero	900	7
2022	Febrero	1320	8
2022	Marzo	2880	13
2022	Abril	2340	14
2022	Mayo	1920	15
2022	Junio	1,995	10
2022	Julio	20,890	135

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Periodo De Análisis Para La Muestra De Los Servicios y Del Tiempo Total (Minutos)

Post Test			
Año	Mes	Tiempo total	Cantidad de Servicios
2022	Julio	20,890	120

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8. Permiso De La Empresa



Lima, 24 de mayo del 2022

PERMISO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Por la presente, La empresa MAINPE EIRL Autoriza a la señorita Bachiller Dayana Fiorella Zavaleta Naccha, a fin de que puedan utilizar los datos, figuras o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis.

Sin otro particular me despido,

Atentamente,


44398336

José Carlos Capuñay Morales
Gerente General

 /Simulación de Sistemas con Arena - Asesoría Universitaria

Fuente: MAINPE EIRL