Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Matemáticas
Escuela Profesional de Investigación Operativa

Optimización del tiempo del proceso de ventas para Representaciones Pharmadeus S.A.C. a través de la simulación de sistemas

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa

AUTOR

Alexander Frank QUISPE CONTO

ASESOR

Mg. Miky Gerónimo ORTIZ RAMÍREZ

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Quispe, A. (2021). *Optimización del tiempo del proceso de ventas para Representaciones Pharmadeus S.A.C. a través de la simulación de sistemas* [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Escuela Profesional de Investigación Operativa]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Alexander Frank Quispe Conto
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73052121
URL de ORCID	-
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25796803
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-2090-4544
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Mg. Carmela Catalina Velásquez Pino
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09078631
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Mg. Paulo Cesar Olivares Taipe
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10288397
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.3.3.2 Procesos estocásticos y simulación

Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Universidad Nacional Mayor de San Marcos País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Coordenadas geográficas Latitud: -12.058333 Longitud: -77.083333
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021
URL de disciplinas OCDE	Matemáticas aplicadas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.01.02

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL EN LA MODALIDAD VIRTUAL PARA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO(A) EN INVESTIGACIÓN OPERATIVA
PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2021-I

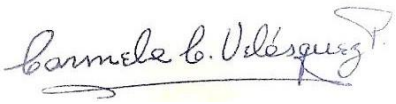
En Lima, siendo las 12:30 horas del sábado 02 de octubre del 2021, se reunieron los docentes designados como Miembros del Jurado del Trabajo de Suficiencia Profesional (PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL 2021-I): Mg. Carmela Velásquez Pino (PRESIDENTA), Mg. Paulo Cesar Olivares Taipe (MIEMBRO) y el Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez (MIEMBRO ASESOR), para la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: "OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DEL PROCESO DE VENTAS PARA REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS", presentado por el señor Bachiller Alexander Frank Quispe Conto, para optar el Título Profesional de Licenciado en Investigación Operativa.

Luego de la exposición del trabajo de suficiencia, la Presidenta invitó a la expositora a dar respuesta a las preguntas formuladas.

Realizada la evaluación correspondiente por los miembros del Jurado Evaluador, la expositora mereció la aprobación SOBRESALIENTE, con un calificativo promedio de 18.

A continuación, los miembros del Jurado dan manifiesto que la participante Bachiller Alexander Frank Quispe Conto que ha Aprobado el Trabajo de Suficiencia Profesional.

Siendo las 13:00 horas se levantó la sesión firmando para constancia la presente Acta.



Mg. Carmela Velásquez Pino
PRESIDENTA



Mg. Paulo Cesar Olivares Taipe
MIEMBRO



Mg. Miky Gerónimo Ortiz Ramírez
MIEMBRO ASESOR

Resumen

OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DEL PROCESO DE VENTAS PARA REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. A TRAVÉS DE LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS

Alexander Frank Quispe Conto

Octubre 2021

Asesor : Miki Gerónimo Ortiz Ramírez

Título obtenido : Licenciado en Investigación Operativa

El presente trabajo de investigación desarrolla un proyecto de mejora, que se realiza tomando como objeto de estudio a la distribuidora de medicamentos REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. Se identificó como el problema principal, el bajo nivel de rendimiento en el proceso de ventas, tomando como prioridad investigar los tiempos desde el inicio del flujo de procesos hasta su culminación. El objetivo del proyecto es cuantificar el grado de mejora en la atención de pedidos, implementando un modelo de simulación. La metodología que se usó fue un estudio documental y práctico, registrando los tiempos de inicio y culminación de procesos, a través de la simulación de sistemas.

Palabras clave: Simulación de sistemas, Líneas de espera, Tiempos de espera, Distribuidora de medicamentos, Reducción de tiempos.

Abstract

TIME OPTIMIZATION OF THE SALES PROCESS FOR REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. THROUGH SYSTEMS SIMULATION

October 2021

Orientador : Miki Gerónimo Ortiz Ramírez
Título obtenido : Licenciado en Investigación Operativa

This research work develops an improvement project that is carried out taking as object of study the drug distributor REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. The main problem was identified as the low level of performance in the sales process, taking as a priority investigating the times from the beginning of the process flow to its completion. The objective of the project is to quantify the degree of improvement in order fulfillment, implementing a simulation model. The methodology that was used was a documentary and practical study, recording the start and end times of processes, through the simulation of systems.

Keywords: Systems simulation, waiting lines, Waiting times, Medicine dispenser, Time reduction.

Dedicatoria

A mis padres Alexander, María y mi familia Conto por su apoyo incondicional en todo este proceso de formación.

A mi papito Víctor Conto Quente, por apoyarme desde arriba y confiar siempre en mí.

A todos mis docentes y compañeros de la Escuela Profesional de Investigación Operativa que contribuyeron en mi formación, por sus enseñanzas y dedicación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen i

Abstract ii

Dedicatoria iii

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN 1

CAPITULO II – Representaciones Pharmadeus S.A.C. 2

2.1 Representaciones Pharmadeus S.A.C. 2

2.2 Duración de la actividad 3

2.3 Finalidad y objetivos de la entidad 3

2.3. Razón Social 4

CAPITULO III – Descripción de la actividad 5

3.1. Organización de la actividad 5

3.2. Problemática: 7

Formulación del problema 8

3.3. Finalidad y Objetivos 9

Finalidad 9

Objetivo 9

Limitaciones 9

3.4. Metodología 10

Diseño de la investigación: 10

Carácter de la investigación 10

Tipo de investigación: 10

Herramientas de la investigación 12

3.5. Procedimientos 16

1.Análisis del comportamiento de la empresa: 17

2.Identificación de los puntos de congestión del proceso de ventas: 19

3.Revisión de la base de datos de la empresa: 19

4.Corroborar la información de la base de datos de la empresa: 20

5.Definición de escenarios alternativos: 25

6.Definir el modelo de simulación: 25

7.Realizar el modelo de simulación en software: 28

8. Verificar si el modelo es válido 36

3.5. Resultados 38

Realizando las pruebas de corrida 38

Análisis de los datos de salida 39
CAPITULO IV – Conclusiones 43
Justificación 43
Metodología aplicada 43
Descripción de los resultados 43
CAPITULO V – Recomendaciones 45
CAPITULO VI – Bibliografía 46
CAPITULO VII – Anexos 48
Anexo 1 48
Anexo 2 48
Anexo 3 55
Anexo 4 62
Anexo 5 70
Anexo 6 77
Anexo 7 83
Anexo 8 90
Anexo 9 96
Anexo 10 102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama jerárquico Representaciones Pharmadeus SAC 10
Figura 2 Proceso de ventas de Representaciones Pharmadeus SAC **¡Error! Marcador no definido.Figura 3** Diagrama causa-efecto 15
Figura 4 Días de demora en la atención de pedidos 15
Figura 5 *Flujograma* 21
Figura 6 Módulos Arena 23
Figura 7 Actividades por realizar 24
Figura 8 Tiempos de servicio de ingreso de pedido **¡Error! Marcador no definido.Figura 9** Tiempo de servicio por armado de pedidos **¡Error! Marcador no definido.Figura 10** Tiempo de servicio de la documentación **¡Error! Marcador no definido.Figura 11** Tiempo de envío a Almacén **¡Error! Marcador no definido.Figura 12** Tiempos de atención por Área 27
Figura 13 Base de datos de la empresa Representaciones Pharmadeus 27
Figura 14 Ficha de extracción de datos de la base de datos de Rep. Pharmadeus. S.A.C. 28
Figura 15 *Función de probabilidad de la distribución de Poisson* 29
Figura 16 Análisis de los números generados a través del Input Analyzer 31
Figura 17 Histogramas del análisis 32
Figura 18 Diagrama de procesos en Arena Simulator parte 1 40
Figura 19 Diagrama de procesos en Arena Simulator parte 2 41
Figura 20 Resumen de pedidos por día 49
Figura 21 Comparación de tiempo de permanencia en el sistema 49
Figura 23 Comparación de montos de las alternativas seleccionadas 50

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 1 Cuadro de pedidos perdidos por mes 16
Tabla 2 Distribución de Poisson para nuestro caso 29
Tabla 3 Números aleatorios 30
Tabla 4 Escenarios 33
Tabla 5 Tiempos de servicios por procesos 33
Tabla 6 Llegada de pedidos promedio por hora de trabajo 34
Tabla 7 Distribución de probabilidad por proceso 35
Tabla 8 Resumen del modelo de simulación 38
Tabla 9 Nº de corridas y Escenarios a simular 39
Tabla 10 Resultados de la situación Actual de la empresa simulado en el software 44
Tabla 11 *Resultados del modelo simulado en el software Arena Simulator* 46
Tabla 12 Monto recuperado por mes 50

CAPITULO I – INTRODUCCIÓN

En los últimos diez años, somos testigos del crecimiento en el sector médico en el mercado nacional, esto es debido al incremento de la demanda de productos farmacéuticos, dispositivos médicos y/u otros productos sanitarios.

El número de distribuidoras de medicamentos se encuentra en aumento, hoy en día, la formación de colas es algo común y repetitivo en cada establecimiento de atención al cliente. En particular para este caso, debido a la alta demanda de pedidos dentro de la distribuidora de medicamentos, se generan líneas de espera, esto ocurre cuando la demanda es mayor a la capacidad de atención que se maneja. Actualmente se ha detectado un descontrol respecto a los pedidos dentro del establecimiento, el cual está generando colas en el proceso de ventas. El objetivo del presente trabajo plantear una o más alternativas de solución para reducir el tiempo del proceso de ventas en la atención de pedidos, principalmente para poder evitar retrasos a futuro, dado que, si la situación se vuelve recurrente, la empresa perdería su clientela fidelizada, además de ingresos y capital.

El siguiente trabajo de suficiencia profesional está compuesto:

Capítulo 1, Se describe un breve resumen del trabajo de suficiencia profesional, además de también conocer un poco de los capítulos a realizar.

Capítulo 2, Se describe la entidad, la duración de la actividad, finalidad, objetivos y razón social, además también de datos del jefe inmediato.

Capítulo 3, Se describe la actividad a analizar, la organización, el problema, la formulación, la finalidad y objetivos del trabajo, la metodología a usar además también de los pasos a seguir para poder dar una solución al problema.

Capítulo 4, Se presenta las conclusiones, a partir de analizar los resultados de nuestro trabajo.

Capítulo 5, las recomendaciones a dar para la entidad y en cómo afectaría.

Capítulo 6, La bibliografía usada en el trabajo, y en el capítulo 7, los anexos usados.

CAPITULO II – Representaciones Pharmadeus S.A.C.

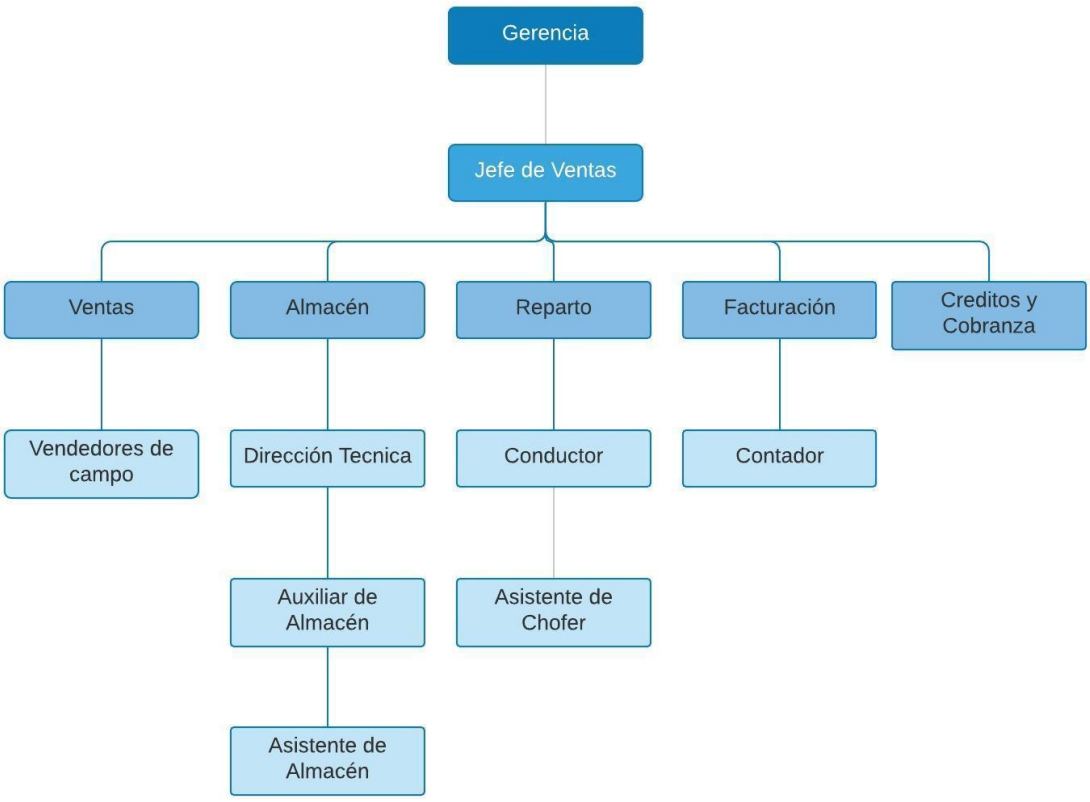
2.1 Representaciones Pharmadeus S.A.C.

Representaciones PHARMADEUS S.A.C. es una empresa dedicada a la distribución y comercialización de productos farmacéuticos, dirigidos al mercado nacional. Inició sus actividades empresariales en el distrito de La Victoria de la provincia de Lima, el mes de marzo del 2013.

Desde el inicio hasta la actualidad el incremento sostenido de la demanda se mantiene, sus productos ayudan a satisfacer las necesidades básicas de salud de las personas y contribuyen a la mejora de su calidad de vida.

En la Figura 1 se presenta el diagrama jerárquico de funciones de la empresa u organigrama.

Figura 1
Diagrama jerárquico Representaciones Pharmadeus SAC



Misión: La empresa ha establecido como su misión: “Distribuir productos farmacéuticos que contribuyan a la mejora de la calidad de vida de la población peruana. Garantizar diariamente que nuestras actividades, actitudes y desempeño estén encaminados a mantener un sistema de mejora continua de la calidad, para lograr constituir una organización que inspire éxito profesional y empresarial”. Empresa REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. s/f

Visión: “REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. tiene como visión llegar a ser una de las empresas líderes en el mercado con una participación sólida en el suministro de productos farmacéuticos de óptima calidad, reconocida a nivel nacional e internacional por su esmerada atención a sus clientes, su responsabilidad social empresarial, solidez financiera, y su compromiso con la salud de la población”. Empresa REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C. s/f.

2.2 Duración de la actividad

La presente investigación se inició con la detección y el análisis de los tiempos de servicio dentro del proceso de ventas de la distribuidora de medicamentos Representaciones Pharmadeus S.A.C. en el establecimiento ubicado del distrito de La Victoria, en este estudio se tomaron todos los datos necesarios y pertinentes del tiempo de:

Inicio: 01 mayo del 2021

Fin: 31 de julio del 2021

Luego de analizar las demoras dentro del sistema, se realizó la estructuración y definición de los componentes críticos del proceso de ventas, para proceder a un estudio más profundo.

2.3 Finalidad y objetivos de la entidad

Representaciones Pharmadeus S.A.C. lleva como principal finalidad el brindar productos peruanos de calidad al mejor precio, ofreciendo ese producto a todas las familias peruanas, el objetivo es posicionarse en el mercado como una de las distribuidoras reconocidas en el Perú y principal distribuidor del laboratorio Gabblan.

2.3. Razón Social

RUC: 20557325078

Razón Social: REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C.

Dirección: Jirón Santiago Cárdenas 136 , La Victoria

Nombre Comercial: Rpharmadeus

Tipo Empresa: Sociedad Anonima Cerrada

Condición: Activo

Dirección Postal: 15034

Profesional a cargo: Karina Araceli Manay Salazar

Profesional a cargo: kmanay@pharmadeus.com

CAPITULO III – Descripción de la actividad

3.1. Organización de la actividad

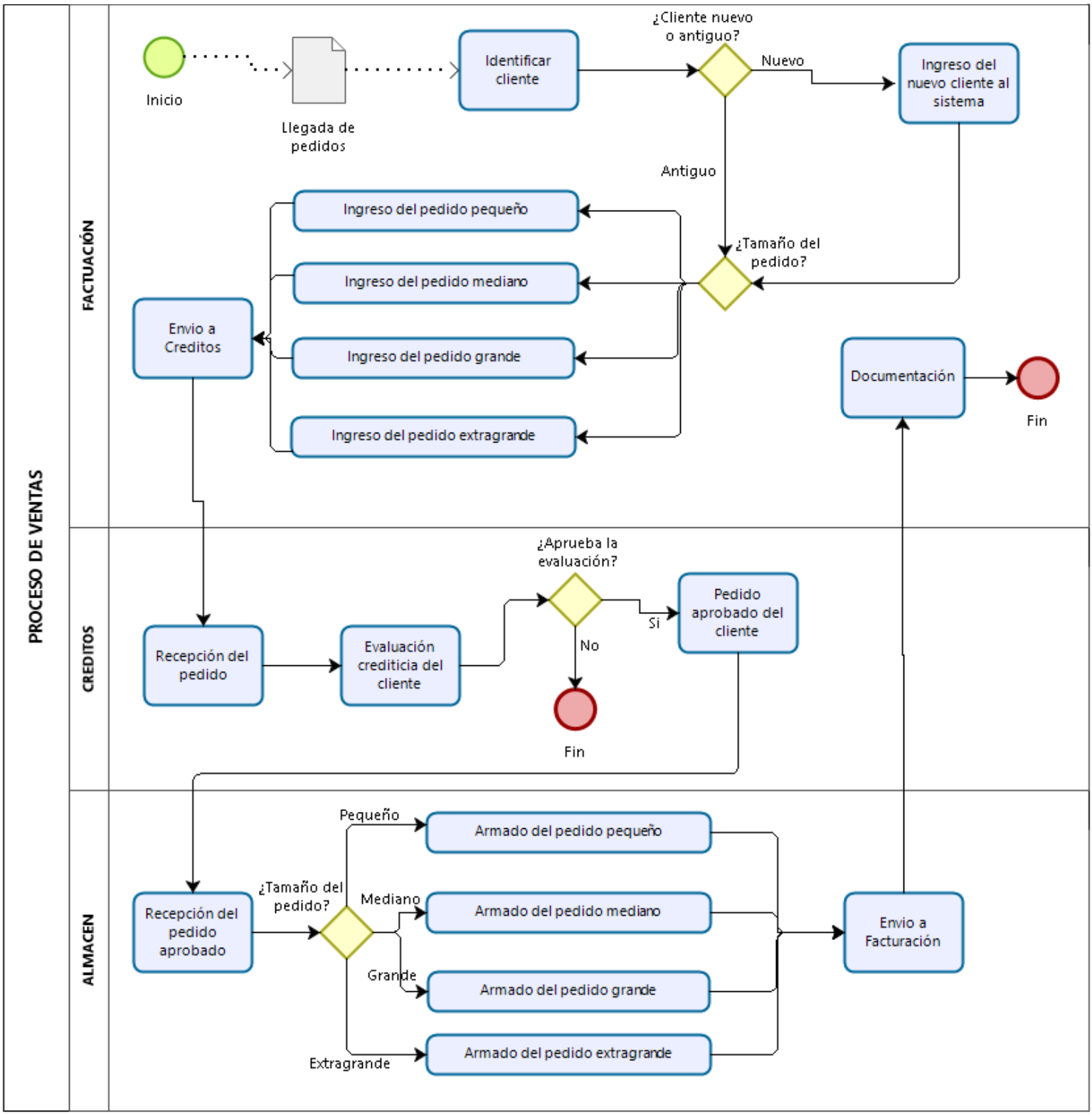
El proceso del sistema de ventas comprende las áreas de Facturación, Créditos y Almacén, las cuales cuentan con un personal en cada una.

Los procesos son realizados de la siguiente forma:

- **Identificar al cliente:** Proceso realizado por el área de Facturación la cual se verifica si el cliente es nuevo o antiguo.
- **Ingreso del cliente al sistema:** En caso de ser un cliente nuevo, se procede a realizar el ingreso del cliente al sistema ERP.
- **Ingreso de pedido:** Una vez ya verificado que tipo de cliente es, se realiza la clasificación del tamaño de pedido, dado que puede ser pequeño, mediano, grande o extragrande, el pedido es ingresado al sistema ERP, además se imprime el documento de la Nota de pedido (NP).
- **Envío de pedido a créditos:** el documento de la NP es enviado al área de Créditos.
- **Recepción del pedido por créditos:** el área de Créditos recepciona la NP.
- **Evaluación crediticia del cliente:** Luego de la recepción evalúa si el cliente califica para un crédito.
- **Pedido aprobado del cliente:** En caso de que el proceso anterior sea afirmativo, el pedido del cliente es aprobado y es enviado al área de Almacén junto con la NP, de lo contrario, el pedido queda descartado.
- **Recepción del pedido aprobado:** el área de Almacén recepciona el pedido aprobado, junto con la NP.
- **Armado de pedido:** El área de Almacén clasifica el pedido de acuerdo con la cantidad de ítems que lleva la NP, pueden ser pequeños, medianos, grandes y extragrandes, y luego de ello procede a realizar el picking de los productos, además se genera la Guía de remisión (GR).
- **Envío a facturación:** Una vez ya armado el pedido, es enviado al área de facturación junto con la NP y la GR.
- **Documentación:** el área de facturación genera la factura electrónica del pedido, adjunta una copia de la GR, y de la factura, con ello estaría el pedido listo para despacho.

Figura 2

Proceso de ventas de Representaciones Pharmadeus SAC



3.2. Problemática:

El personal de la empresa ha manifestado su malestar al área administrativa, al sentirse disconformes por los tiempos extensos que existen en el sistema de ventas de REPRESENTACIONES PHARAMADEUS SAC, considerando que uno o más pedidos pueden estar hasta un máximo de 8 horas en un área, esto ocasiona que se genere una acumulación de pedidos dentro de un proceso (o cuello de botella) del flujo del sistema de ventas que no permite que el trabajo sea fluido, y por ende que la atención de los pedidos tenga en promedio una demora de 6 días.

Esta situación provoca que:

Figura 3
Diagrama causa-efecto

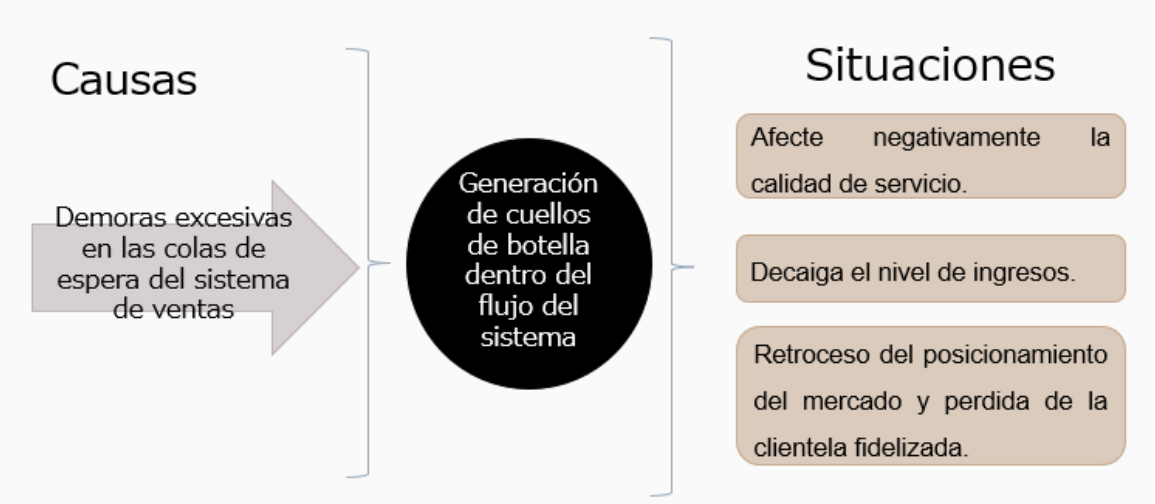
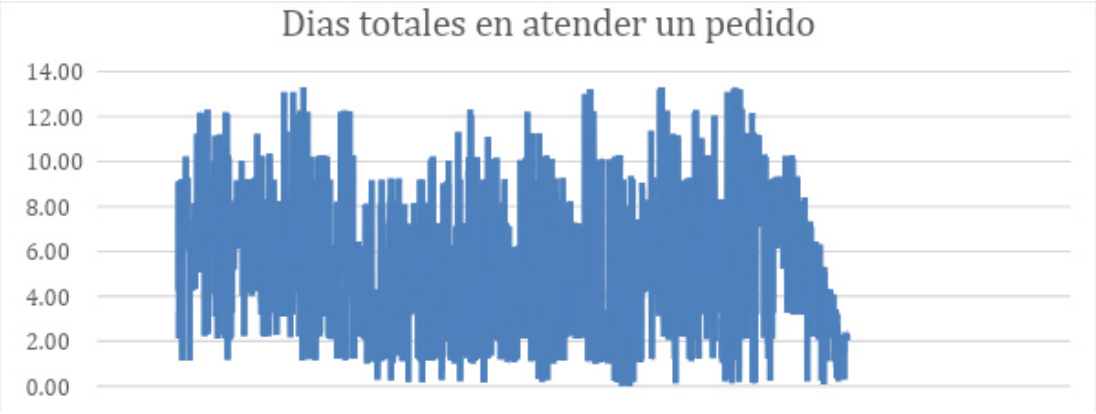


Figura 4
Días de demora en la atención de pedidos



Del cual se sabe que el 40% de los pedidos con retraso llegan a ser anulados, para los meses de mayo a Julio llega a ser una perdida aproximada de:

Tabla 1
Cuadro de pedidos perdidos por mes

Mes	Pedidos con retraso	Pedidos rechazados	Monto perdido
Mayo	86	20	S/ 19,500.00
Junio	94	21	S/ 20,475.00
Julio	72	18	S/ 17,550.00

Elaboración propia con datos de Rep. Pharmadeus SAC

La empresa cuenta con su proceso de ventas, el cual como se evidencio anteriormente, los pedidos llegan a ser atendidos en un promedio de 6 días.

La pérdida promedia por mes S/ 19175.00, lo cual influye negativamente en los ingresos de la empresa, además de causar un malestar general dentro de las áreas afectadas y el cliente.

De mantenerse esta tendencia, la empresa corre el riesgo de tener un alto índice de demora del despacho de pedidos, que conllevaría a la afectación de su capital de trabajo y a la imposibilidad de poder competir en el mercado, perder liquidez y no poder mantenerse como empresa en el mercado farmacéutico.

Formulación del problema

Luego de analizar la problemática se plantean las siguientes preguntas de investigación:

PREGUNTA GENERAL:

¿En cuánto se reducirá el tiempo del proceso de ventas de la distribuidora de medicamentos?

Preguntas específicas

¿Cuáles son los puntos de congestión en los procesos de ventas?

¿Cuáles son los tiempos de servicios en la atención de pedidos de los servidores?

¿Cuántas estimaciones pronosticar con un error mínimo del 5% para la llegada de los pedidos?

3.3. Finalidad y Objetivos

Finalidad

La finalidad del trabajo de suficiencia profesional es reducir el tiempo del proceso de ventas de tal modo que, cumpla con los estándares de la empresa y de aumente la calidad del servicio hacia el cliente.

Objetivo

Determinar en qué medida se reducirá los tiempos del proceso de ventas.

Dentro de las cuales, también se tiene objetivos específicos:

- Determinar cuáles son los puntos de congestión en los procesos de ventas.
- Determinar los tiempos de servicios en la atención de pedidos de los servidores.
- Calcular el número de estimaciones a pronosticar con un error mínimo del 5% la llegada de los pedidos.

Limitaciones

En esta investigación que ha sido realizada y aplicada en REPRESENTACIONES PHARMADEUS S.A.C., se llevó a cabo desde mayo a julio del 2021, por ende, los eventos externos sucedidos en el país, que hubieran afectado al funcionamiento de la empresa no pudieron ser previstos.

3.4. Metodología

En la presente investigación se usó el método científico, y deductivo como método general y específico respectivamente, debido a que las conclusiones del estudio están implícitas dentro de las premisas, es decir, las conclusiones fueron las consecuencias necesarias de las premisas.

Diseño de la investigación:

No Experimental: porque en la investigación no se sometió las variables consideradas a una determinada condición para evaluar sus efectos, tampoco se realizó ningún tipo de manipulación sobre ellas. Todas las modificaciones que se manejaron fueron descritas y analizadas, con el fin de poder recomendar acciones para la empresa.

Documental: Se utilizan fuentes bibliográficas, con el fin de ampliar y profundizar el estudio del problema. Las fuentes utilizadas son: libros, internet y otras investigaciones semejantes

Carácter de la investigación

Cuantitativa: debido a que se han extraído datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica, y el análisis estadístico de este modo observar el comportamiento y las teorías propuestas.

Tipo de investigación:

Descriptiva: porque se utiliza fuentes bibliográficas para ampliar y profundizar el estudio del problema. Las fuentes utilizadas provinieron de libros, internet y otras investigaciones semejantes.

Explicativa: debido a que se describirá los resultados, y la relación con las variables de la investigación.

Proyectiva: Debido a que consiste en la elaboración de un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico de la empresa.

Procedimientos, técnicas e instrumento de recolección de información

Técnicas

- **Observación**: Para la recolección de datos se realizó la obtención de datos primarios mediante la observación directa del desarrollo del proceso de ventas, registrándose los tiempos en las diferentes etapas de este proceso. Esto permitió determinar los puntos en los cuales se forman congestiones y colas de los pedidos y los tiempos de espera de los pedidos por atención.

- **Entrevistas con el personal que labora en el sistema**: con el fin de poder obtener estadísticas de los tiempos que se toma en desarrollar el proceso destinado a la nota de pedido dentro de su área.

Instrumentos

- **Estudios de tiempo**: Establecer herramientas estadísticas para el apoyo dentro de las estimaciones de tiempo.

- **Software especializado**: usado para la simulación, para hacer el proceso de simulación más eficiente.

- **Información de la base de datos de la empresa**: para analizar la data y poder observar las relaciones.

Definición de variables:

Estaría definido del siguiente modo:

$$min\ f(x) = y$$

$$minf(Escen.\ de\ simul.\ del\ proceso\ de\ ventas\ ) = (\frac{Menor\ tiempo}{en\ el\ proceso\ de\ ventas})$$

Siendo:

- Variable independiente: x: Escenarios de simulación del proceso de ventas
- Variable dependiente: y: Menor tiempo en el proceso de ventas de REPRESENTACIONES PHARMADEUS SAC.

Herramientas de la investigación

Simulación de sistemas

"La simulación es el desarrollo de un modelo lógico matemático de un sistema, de tal forma que se obtiene una imitación de la operación de un proceso de vida real o de un sistema a través del tiempo". (Azarang M.R. & Eduardo García,1996, p. 63)

La simulación de sistemas es una herramienta de la Investigación Operativa que apoya en la toma de decisiones a través del planteamiento y prueba de escenarios múltiples, para así elegir la mejor alternativa, cabe recalcar que no es una herramienta de optimización.

Ventajas y desventajas

Como principal ventaja es una herramienta útil para conocer en qué nivel influye un cambio en los procesos del sistema, sin necesidad que sucedan en la realidad, además del costo, debido a que es más económico plantear una propuesta de solución que realizarlo directamente en el sistema

Como principal desventaja, demanda mucho tiempo para realizar un buen estudio de simulación, generalmente los analistas no tienen esa disposición para esperar un resultado, además de la simulación no es una herramienta de optimización.

Etapas de un proceso de simulación

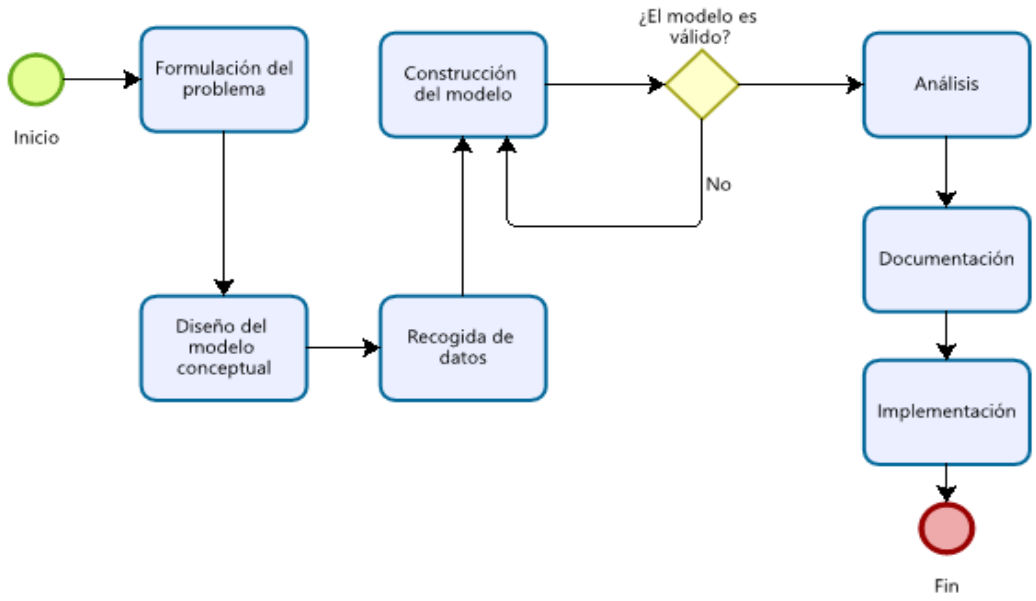
(Antony Guasch et al., 2002, p. 18)

a. **Formulación del problema:** Se define el problema que se pretende estudiar, por ende, se debe de establecer en primer lugar y muy claramente el objetivo general y los problemas específicos que deben resolverse; sin este juicio, existe el peligro de no poder abordar completamente el problema.
b. **Diseño del modelo conceptual:** Especificación del modelo a partir de las características de los elementos que componen el sistema analizado y cuáles son las interacciones con los objetivos.
c. **Recogida de datos:** Se identifica la información y los datos sobre el sistema de estudio; deben obtenerse y usarse para especificar los procedimientos

operativos y las distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias utilizadas en el modelo.

d. **Construcción del modelo:** Se realiza la construcción del modelo, a partir de los datos obtenidos del modelo conceptual.
e. **Verificación y Validación:** Se comprueba que el modelo realizado refleja o sea similar al comportamiento del sistema real y actual de la entidad a analizar.
f. **Análisis:** Se analizan los resultados obtenidos con la finalidad de detectar el problema, y poder recomendar soluciones.
g. **Documentación:** Se documenta el trabajo realizado.
h. **Implementación:** Se pone en práctica la decisión recomendada a tomar por el estudio realizado con la simulación.

Figura 5
Flujograma



Elaboración propia

Software especializado Arena Simulator

El software Arena surgió con el propósito de modelar sistemas de manufactura en una computadora a propuesta de Dennis Pedgen en 1982.

Arena, es un software de automatización y simulación de eventos discretos, dentro del cual el usuario construye un modelo experimental, que generalmente se encuentra representado por procesos.

Para toda empresa, que desea realizar un cambio, ello es un sinónimo de gasto. Generalmente los cambios dentro de un área pueden afectar a otras. Lo que realiza este software de simulación es evaluar las consecuencias de dichos cambios antes de proceder a tomar una decisión.

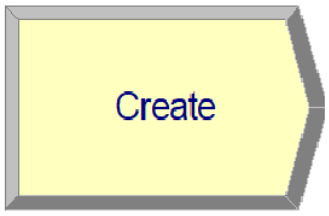
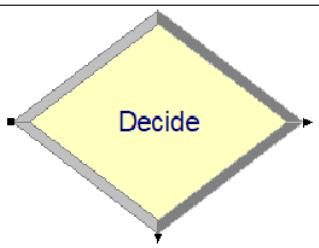
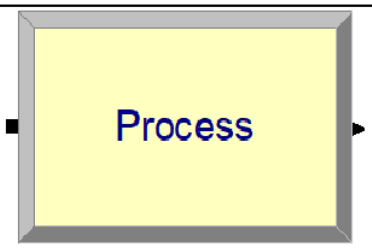
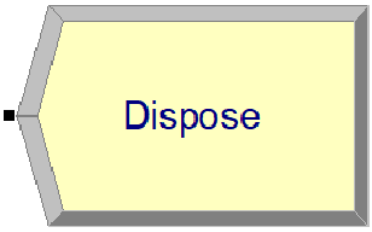
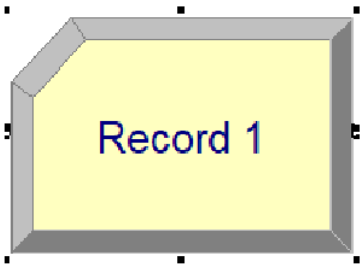
Algunas de sus principales ventajas son:

- Herramienta eficaz de simulación, constantemente recibe actualizaciones oficiales.
- Cualquier usuario puede aventurarse a usarlo, está diseño para personas que no tienen tantos conocimientos en programación
- Las acciones para corregir, o modificar son sencillas.
- Muestra la posibilidad de poder ver los resultados de una manera gráfica y de buena calidad
- Puede modelar diversos tipos de sistemas.
- Posee compatibilidad con Microsoft Office, debido a su gran similitud en sus barras de herramientas y menú.

Módulos de Arena

Solo se presentará los módulos básicos del software, que son usados en el trabajo, con el fin de mostrar las características de su uso.

Figura 6
Módulos Arena

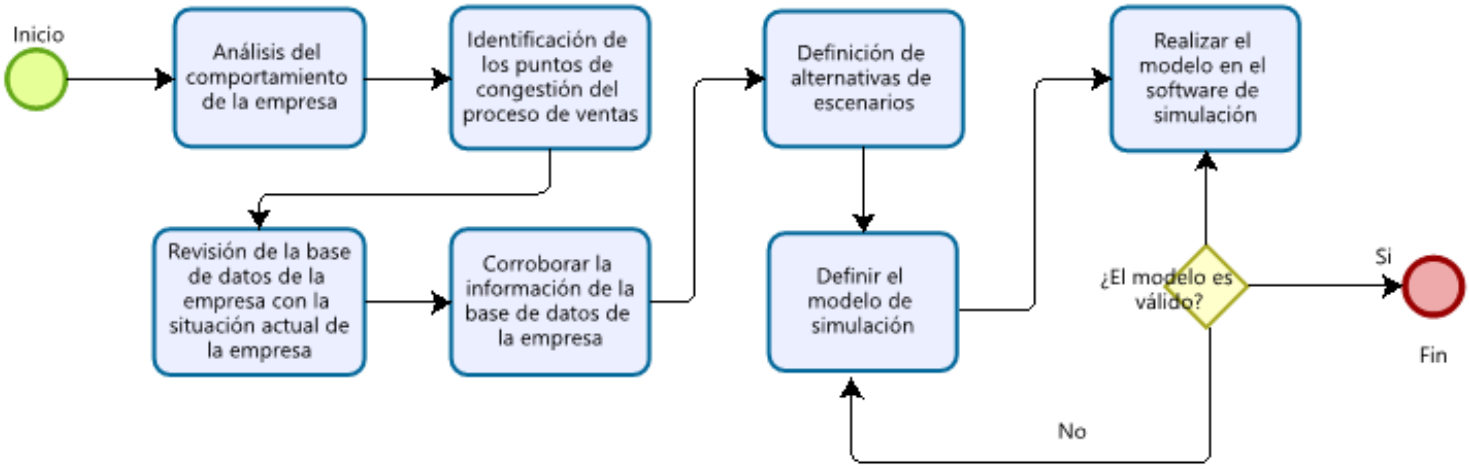
	Aquí se generan la entidad o entidades que ingresaran al sistema a analizar, también se especificara sus tiempos entre arribos, la cantidad de entidades, y la hora que llega la primera.
	Para este modulo, se trabaja con alternativas consecuentes a seguir, dado un proceso o acción, pueden ser 2 a más opciones, y cada opción esta definida con una probabilidad de suceso.
	En este modulo se ingresaran los datos correspondientes a las restricciones del proceso, tales como la entidad que ingresa, el nombre del proceso, el recuso a usar, el tiempo tomado por el recurso y que distribución de probabilidad tiene.
	Mediante este modulo, se visualizara las entidades y su estadistisca respectiva al termino de la simulación.
	Este modulo, tiene multiples funciones. La principal y la cual se utiliza en el trabajo es para asignar la funcion de contar, para poder luego observar y analizar los resultados.

3.5. Procedimientos

A continuación, se explicarán los pasos a seguir en la investigación:

1. **Análisis del comportamiento de la empresa**:
2. **Identificación de los puntos de congestión del proceso de ventas.**
3. **Revisión de la base de datos de la empresa con la situación actual de la empresa**
4. **Corroborar la información de la base de datos de la empresa**
5. **Definición de alternativas de escenarios**
6. **Definir el modelo de simulación**
7. **Realizar el modelo en el software de simulación**
8. **Verificar si el modelo es valido**

Figura 7
Actividades por realizar

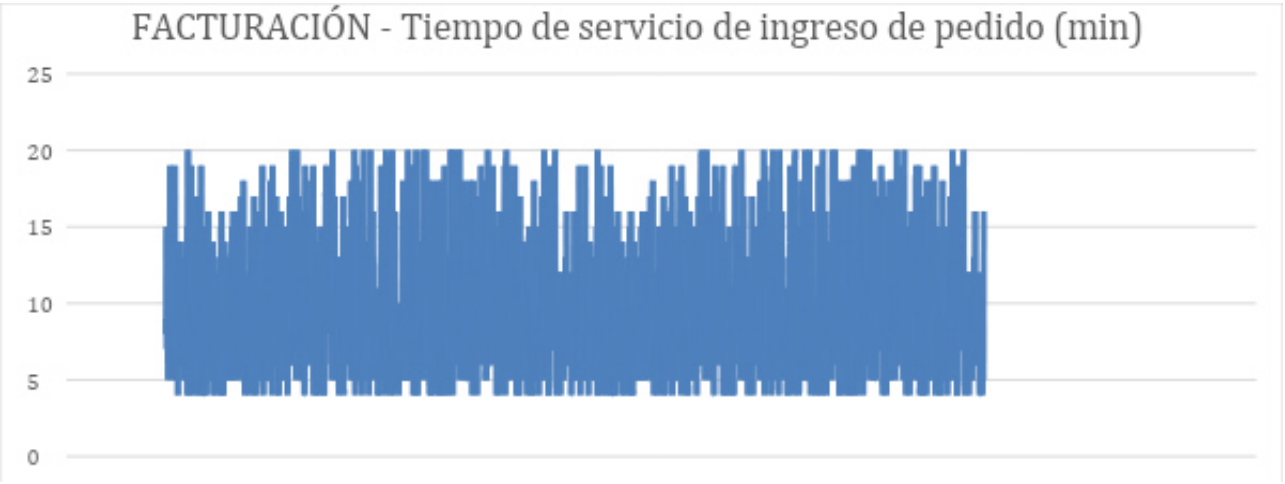


1.Análisis del comportamiento de la empresa:

Al analizar los tiempos dentro del proceso de ventas, podemos observar que:

Figura 8

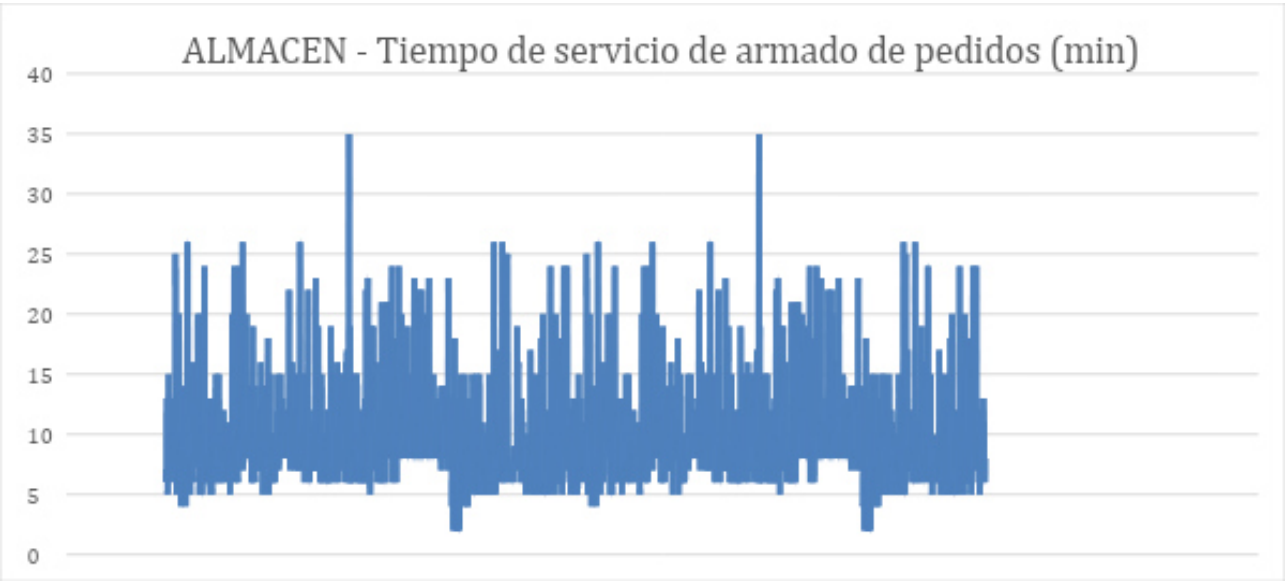
Tiempos de servicio de ingreso de pedido



Elaboración propia con base de datos de Rep. Pharmadeus SAC

Figura 9

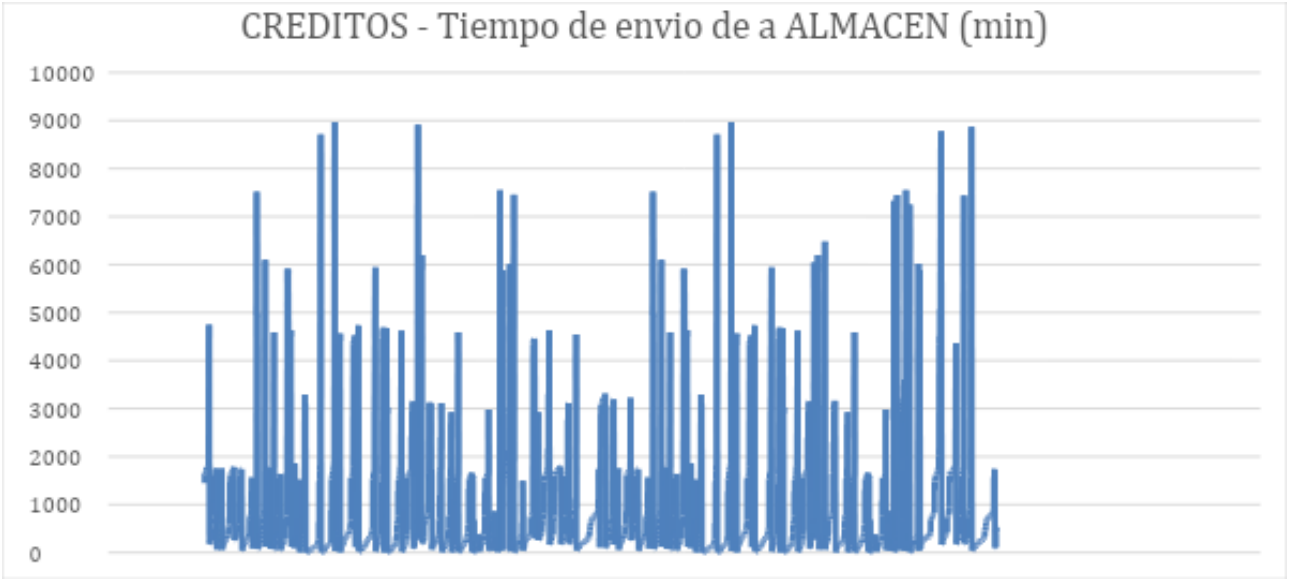
Tiempo de servicio por armado de pedidos



Elaboración propia con base de datos de Rep. Pharmadeus SAC

Figura 11

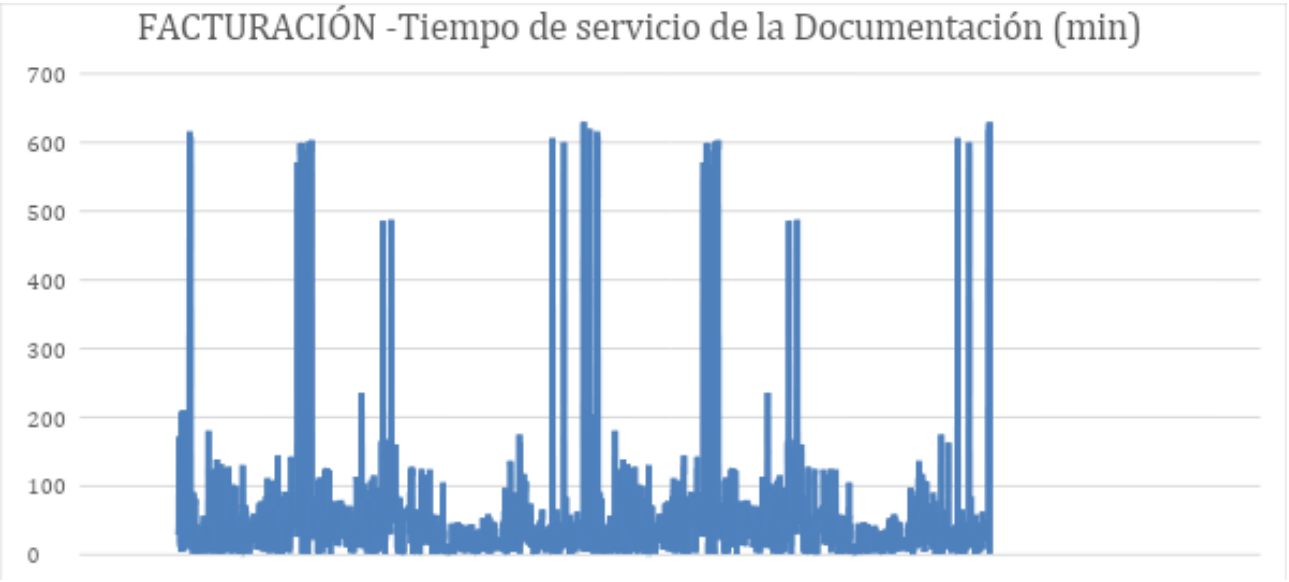
Tiempo de envío a Almacén



Elaboración propia con base de datos de Rep. Pharmadeus SAC

Figura 10

Tiempo de servicio de la documentación



Elaboración propia con base de datos de Rep. Pharmadeus SAC

2.Identificación de los puntos de congestión del proceso de ventas:

Las áreas que presentan mayor demora son exactamente Facturación y Créditos, dada la información de la base de datos de la empresa, además de la toma de tiempos realizado, se corrobora que la información es verídica.

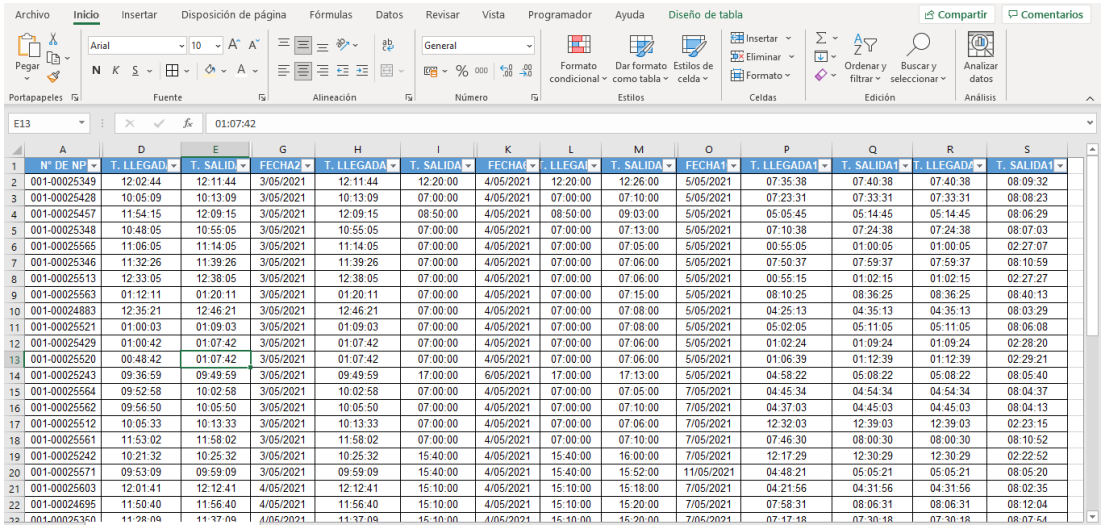
Figura 12
Tiempos de atención por Área

	Tiempos de atención por área en promedio		
Área	Min	Horas	Demora
Facturación	**62.59**	**1.03**	**Media-Alta**
Créditos	**892**	**14.87**	**Alta**
Almacén	**9.75**	**0.16**	**Baja**

3.Revisión de la base de datos de la empresa:

El administrador de la empresa otorgo la información de la base de datos, la cual refleja todos los pedidos incluidos desde 01/05/21 hasta el 30/07/21.

Figura 13
Base de datos de la empresa Representaciones Pharmadeus



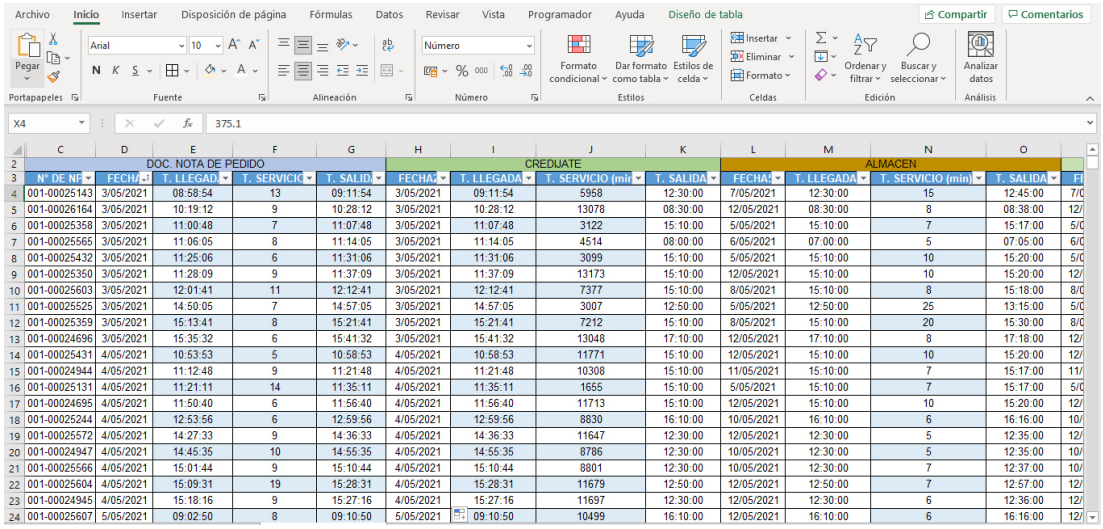
	A	D	E	G	H	I	K	L	M	O	P	Q	R	S
1	N° DE NP	T. LLEGAD	T. SALID	FECHA2	T. LLEGADA	T. SALIDA	FECHA	. LLEGA	T. SALIDA	FECHA1	T. LLEGADA1	T. SALIDA1	T. LLEGADA	T. SALIDA1
2	001-00025349	12:02:44	12:11:44	3/05/2021	12:11:44	12:20:00	4/05/2021	12:20:00	12:26:00	5/05/2021	07:35:38	07:40:38	07:40:38	08:09:32
3	001-00025428	10:05:09	10:13:09	3/05/2021	10:13:09	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:10:00	5/05/2021	07:23:31	07:33:31	07:33:31	08:08:23
4	001-00025457	11:54:15	12:09:15	3/05/2021	12:09:15	08:50:00	4/05/2021	08:50:00	09:03:00	5/05/2021	05:05:45	05:14:45	05:14:45	08:06:29
5	001-00025348	10:48:05	10:55:05	3/05/2021	10:55:05	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:13:00	5/05/2021	07:10:38	07:24:38	07:24:38	08:07:03
6	001-00025565	11:06:05	11:14:05	3/05/2021	11:14:05	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:05:00	5/05/2021	00:55:05	01:00:05	01:00:05	02:27:07
7	001-00025346	11:32:26	11:39:26	3/05/2021	11:39:26	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:06:00	5/05/2021	07:50:37	07:59:37	07:59:37	08:10:59
8	001-00025513	12:33:05	12:38:05	3/05/2021	12:38:05	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:06:00	5/05/2021	00:55:15	01:02:15	01:02:15	02:27:27
9	001-00025563	01:12:11	01:20:11	3/05/2021	01:20:11	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:15:00	5/05/2021	08:10:25	08:36:25	08:36:25	08:40:13
10	001-00024883	12:35:21	12:46:21	3/05/2021	12:46:21	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:08:00	5/05/2021	04:25:13	04:35:13	04:35:13	08:03:29
11	001-00025521	01:00:03	01:09:03	3/05/2021	01:09:03	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:08:00	5/05/2021	05:02:05	05:11:05	05:11:05	08:06:08
12	001-00025429	01:00:42	01:07:42	3/05/2021	01:07:42	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:06:00	5/05/2021	01:02:24	01:09:24	01:09:24	02:28:20
13	001-00025520	00:48:42	01:07:42	3/05/2021	01:07:42	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:06:00	5/05/2021	01:06:39	01:12:39	01:12:39	02:29:21
14	001-00025243	09:36:59	09:49:59	3/05/2021	09:49:59	17:00:00	6/05/2021	17:00:00	17:13:00	5/05/2021	04:58:22	05:08:22	05:08:22	08:05:40
15	001-00025564	09:52:58	10:02:58	3/05/2021	10:02:58	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:05:00	7/05/2021	04:45:34	04:54:34	04:54:34	08:04:37
16	001-00025562	09:56:50	10:05:50	3/05/2021	10:05:50	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:10:00	7/05/2021	04:37:03	04:45:03	04:45:03	08:04:13
17	001-00025512	10:05:33	10:13:33	3/05/2021	10:13:33	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:06:00	7/05/2021	12:32:03	12:39:03	12:39:03	02:23:15
18	001-00025561	11:53:02	11:58:02	3/05/2021	11:58:02	07:00:00	4/05/2021	07:00:00	07:10:00	7/05/2021	07:46:30	08:00:30	08:00:30	08:10:52
19	001-00025242	10:21:32	10:25:32	3/05/2021	10:25:32	15:40:00	4/05/2021	15:40:00	16:00:00	7/05/2021	12:17:29	12:30:29	12:30:29	02:22:52
20	001-00025571	09:53:09	09:59:09	3/05/2021	09:59:09	15:40:00	4/05/2021	15:40:00	15:52:00	11/05/2021	04:48:21	05:05:21	05:05:21	08:05:20
21	001-00025603	12:01:41	12:12:41	4/05/2021	12:12:41	15:10:00	4/05/2021	15:10:00	15:18:00	7/05/2021	04:21:56	04:31:56	04:31:56	08:02:35
22	001-00024695	11:50:40	11:56:40	4/05/2021	11:56:40	15:10:00	4/05/2021	15:10:00	15:20:00	7/05/2021	07:58:31	08:06:31	08:06:31	08:12:04

De los cuales, se requieren los puntos de:

- Los tiempos de servicio por entidad.
- Las demoras en promedio
- El número de días de retraso de pedidos en promedio.
- Las demoras de cada área involucrada

Figura 14

Ficha de extracción de datos de la base de datos de Rep. Pharmadeus. S.A.C.



	DOC. NOTA DE PEDIDO					CREDIJATE				ALMACEN				
	N° DE NE	FECHA	T. LLEGADA	T. SERVICIO	T. SALIDA	FECHA	T. LLEGADA	T. SERVICIO (min)	T. SALIDA	FECHA	T. LLEGADA	T. SERVICIO (min)	T. SALIDA	FI
4	001-00025143	3/05/2021	08:58:54	13	09:11:54	3/05/2021	09:11:54	5958	12:30:00	7/05/2021	12:30:00	15	12:45:00	7/0
5	001-00026164	3/05/2021	10:19:12	9	10:28:12	3/05/2021	10:28:12	13078	08:30:00	12/05/2021	08:30:00	8	08:38:00	12/
6	001-00025358	3/05/2021	11:00:48	7	11:07:48	3/05/2021	11:07:48	3122	15:10:00	5/05/2021	15:10:00	7	15:17:00	5/0
7	001-00025565	3/05/2021	11:06:05	8	11:14:05	3/05/2021	11:14:05	4514	08:00:00	6/05/2021	07:00:00	5	07:05:00	6/0
8	001-00025432	3/05/2021	11:25:06	6	11:31:06	3/05/2021	11:31:06	3099	15:10:00	5/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	5/0
9	001-00025350	3/05/2021	11:28:09	9	11:37:09	3/05/2021	11:37:09	13173	15:10:00	12/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	12/
10	001-00025603	3/05/2021	12:01:41	11	12:12:41	3/05/2021	12:12:41	7377	15:10:00	8/05/2021	15:10:00	8	15:18:00	8/0
11	001-00025525	3/05/2021	14:50:05	7	14:57:05	3/05/2021	14:57:05	3007	12:50:00	5/05/2021	12:50:00	25	13:15:00	5/0
12	001-00025359	3/05/2021	15:13:41	8	15:21:41	3/05/2021	15:21:41	7212	15:10:00	8/05/2021	15:10:00	20	15:30:00	8/0
13	001-00024696	3/05/2021	15:35:32	6	15:41:32	3/05/2021	15:41:32	13048	17:10:00	12/05/2021	17:10:00	8	17:18:00	12/
14	001-00025431	4/05/2021	10:53:53	5	10:58:53	4/05/2021	10:58:53	11771	15:10:00	12/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	12/
15	001-00024944	4/05/2021	11:12:48	9	11:21:48	4/05/2021	11:21:48	10308	15:10:00	11/05/2021	15:10:00	7	15:17:00	11/
16	001-00025131	4/05/2021	11:21:11	14	11:35:11	4/05/2021	11:35:11	1655	15:10:00	5/05/2021	15:10:00	7	15:17:00	5/0
17	001-00024695	4/05/2021	11:50:40	6	11:56:40	4/05/2021	11:56:40	11713	15:10:00	12/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	12/
18	001-00025244	4/05/2021	12:53:56	6	12:59:56	4/05/2021	12:59:56	8830	16:10:00	10/05/2021	16:10:00	6	16:16:00	10/
19	001-00025572	4/05/2021	14:27:33	9	14:36:33	4/05/2021	14:36:33	11647	12:30:00	12/05/2021	12:30:00	5	12:35:00	12/
20	001-00024947	4/05/2021	14:45:35	10	14:55:35	4/05/2021	14:55:35	8786	12:30:00	10/05/2021	12:30:00	5	12:35:00	10/
21	001-00025566	4/05/2021	15:01:44	9	15:10:44	4/05/2021	15:10:44	8801	12:30:00	10/05/2021	12:30:00	7	12:37:00	10/
22	001-00025604	4/05/2021	15:09:31	19	15:28:31	4/05/2021	15:28:31	11679	12:50:00	12/05/2021	12:50:00	7	12:57:00	12/
23	001-00024945	4/05/2021	15:18:16	9	15:27:16	4/05/2021	15:27:16	11697	12:30:00	12/05/2021	12:30:00	6	12:36:00	12/
24	001-00025607	5/05/2021	09:02:50	8	09:10:50	5/05/2021	09:10:50	10499	16:10:00	12/05/2021	16:10:00	6	16:16:00	12/

Elaboración propia

4.Corroborar la información de la base de datos de la empresa:

Teniendo información de la base de datos de la empresa, se procede a filtrar y ordenar.

Además, se sabe que, dado el método de la observación y la información de la base de datos de la empresa, se asume que el proceso de ventas tiene una distribución de Poisson. Para ello comprobaremos si la hipótesis es viable.

Generador de números aleatorios

La distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta que expresa, a partir de una frecuencia de ocurrencia media λ, la probabilidad que ocurra cada un determinado número de evento, durante un intervalo de tiempo. (Arroyo, Bravo, Humberto, Fabián, & Muñoz, 2014)

Siendo descrito del siguiente modo.

Figura 15

Función de probabilidad de la distribución de Poisson

$$p(k,\lambda) := f(k) = \begin{cases} \dfrac{e^{-\lambda}\lambda^{k}}{k!}, & \text{si k} = 0,1,2,...; \ \lambda > 0; \\ 0, & \text{de otra manera.} \end{cases}$$

Fuente: Arroyo, Bravo, Humberto, Fabián, & Muñoz, (2014)

Sabiendo que en promedio la llegada de pedidos por hora dentro del establecimiento es de 4.

Es decir, para nuestro caso:

$$\lambda=4,\ k=x=0,1,\ 2,\ \ldots,9$$

reemplazando en la ecuación:

Tabla 2

Distribución de Poisson para nuestro caso

x	p(x)	P(x)
0	0.0183	0.018316
1	0.0733	0.091578
2	0.1465	0.238103
3	0.1954	0.433470
4	0.1954	0.628837
5	0.1563	0.785130
6	0.1042	0.889326
7	0.0595	0.948866
8	0.0298	0.978637
9	0.0132	0.991868

Comprobando la data obtenida, y su calidad correspondiente se ha empleado hoja de cálculo Excel, dentro del módulo de análisis de datos (activable siguiendo el patrón: Archivo, Opciones, Complementos, Ir, Herramientas para Análisis), se han

generado 3240 observaciones independientes (arribo de pedidos) para los 360 días útiles por 9 horas diarias, siendo distribuidas a través de números aleatorios, y de acuerdo a la forma adecuada para obtener las observaciones (pedidos/h) por el método de Montecarlo, donde cada número aleatorio r_i se compara si es menor que alguno de los valores acumulados en la columna P(x), y en caso así sea se asigna el valor correspondiente de la columna x, como se muestra en la Tabla 5.

Por ejemplo, en la Tabla 4, indicamos el $r_{i=10} = 0.93451296$ podemos validar que, según la probabilidad acumulada, estaría en el rango de menor que P(x=7) =0.948866, el cual indicaría un valor de x=7, por ende, el resultado que toma dicha tabla en la sección de Clientes/h es de 7, y así sucesivamente hasta la iteración 3240.

Tabla 3
Números aleatorios

Hora	r_i	Clientes/h
1	0.80853525	6
2	0.96680964	8
3	0.51645396	4
4	0.57909877	4
5	0.85046661	6
6	0.22320598	2
7	0.57311686	4
8	0.03205954	1
9	0.31262984	3
10	0.93451296	7
11	0.73938267	5
12	0.06225909	1
13	0.55385347	4
14	0.5199503	4
15	0.32634556	3
16	0.72449278	5
17	0.87621885	6
18	0.58327429	4

19	0.65931561	5
20	0.36464172	3
…	…	…
… Sigue hasta 3240		

Utilizando herramienta de apoyo para el análisis de datos

Para este caso, usaremos el Input Analyzer, una herramienta que llega preinstalada junto al software de simulación ARENA, que analiza los errores al cuadrado de distintas distribuciones de estadísticas, ofreciendo la mejor opción según el caso, y además la posibilidad diferenciar entre otras distribuciones. Ingresando nuestra información al programa podemos observar que en nuestro caso la distribución adecuada es la distribución de Poisson.

Figura 16
Análisis de los números generados a través del Input Analyzer

Input8 - Fit All Summary

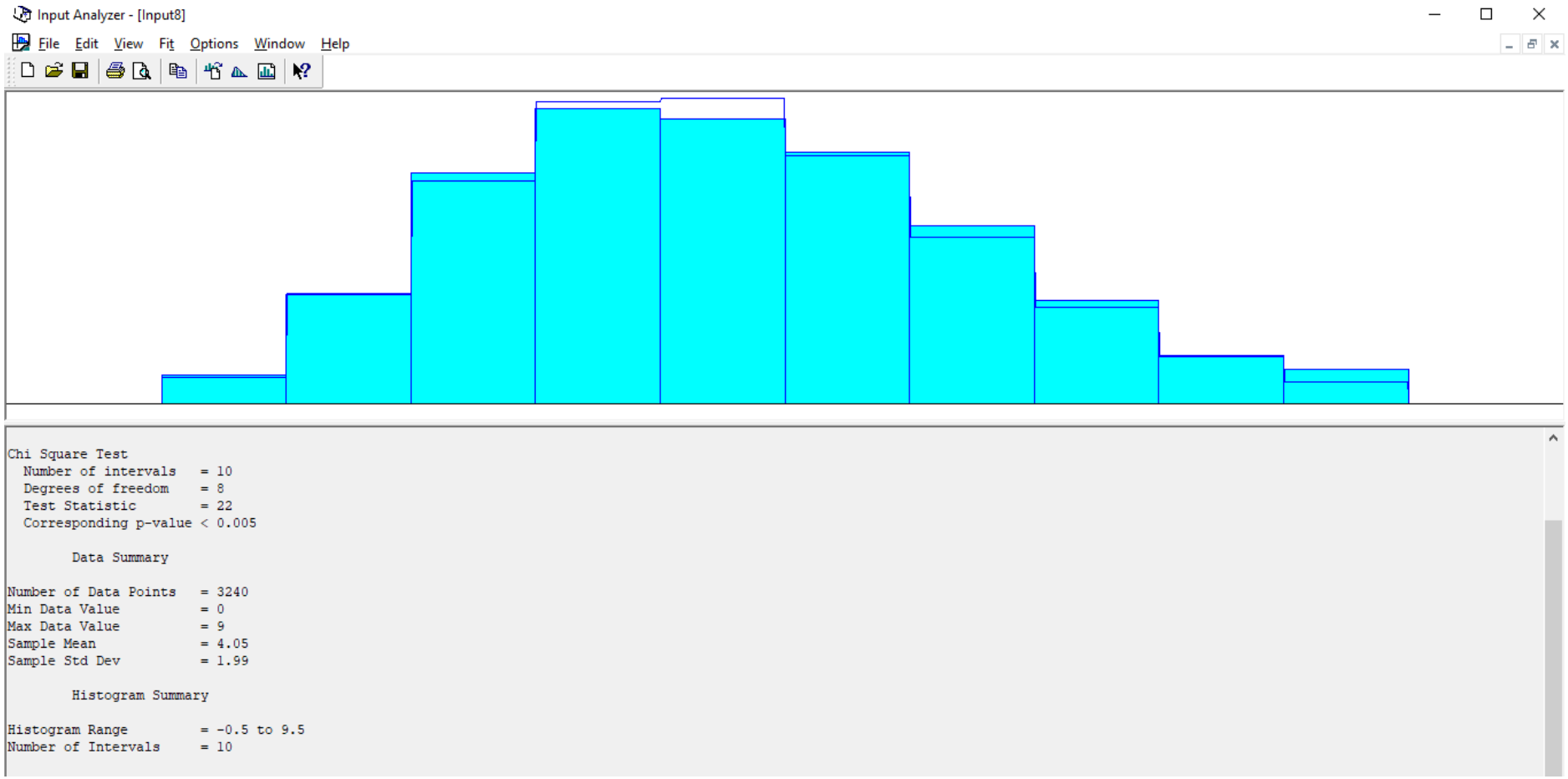
```
Fit All Summary
Data File: F:\TSP TITULACION\alea.txt


Function       Sq Error
-----------------------
Poisson       0.00037
Weibull       0.000787
Triangular    0.00125
Beta          0.00149
Gamma         0.00192
Normal        0.00207
Erlang        0.00249
Lognormal     0.00704
Uniform       0.0402
Exponential   0.0709
```

La herramienta ofrece la posibilidad de establecer la distribución de los datos a través de histogramas, de tal modo que se valide la calidad de los datos a usar, como tal, muestra la serie generada Clientes/h, presenta el histograma y la distribución de Poisson.

Figura 17

Histogramas del análisis



5.Definición de escenarios alternativos:

Se han establecido los siguientes escenarios a simular para Representaciones Pharmadeus SAC

Tabla 4
Escenarios

Escenarios	Sit. Actual	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
Almacén	1	1	1	1	2	1	1	2	1
Créditos	1	1	2	2	2	3	3	3	2
Facturación	1	2	1	2	2	2	3	3	3

6.Definir el modelo de simulación:

Población y muestra

- ✓ **Población:** La población en estudio son todos los pedidos que se encuentran desde el año que fue el inicio de la empresa hasta la actualidad.

- ✓ **Muestra**: Los pedidos llegados a la empresa desde mayo hasta Julio del 2021 para obtener la demanda promedio y la cantidad de pedidos que se realizan en la empresa en ese intervalo de tiempo.

Tiempos de servicios por la atención de servidores:

Dada la información obtenida de la base de datos de la empresa, y la clasificación dependiendo del proceso, se obtiene que:

Tabla 5
Tiempos de servicios por procesos

Área	Proceso		Tiempo promedio
Facturación	Ingreso del cliente nuevo al sistema		5 a 10 min
	Ingreso de pedido	Pequeño	1 a 5 min
		Mediano	5 a 10 min
		Grande	10 a 15 min
		Extragrande	15 a 25 min

	Documentación		3 a 6 min
Créditos	Evaluación crediticia del cliente		5 a 25 min
Almacén	Armado de pedido	Pequeño	5 a 12 min
		Mediano	12 a 15 min
		Grande	15 a 18 min
		Extragrande	18 a 28 min

Esta se encuentra sujeta a las distribuciones estadísticas de cada proceso.

Llegada de pedidos por hora en un día promedio

Para la obtención de esta información se ha tomado la base de datos de la empresa, en los registros de las llegadas de todos los pedidos realizados de mayo a julio del 2021. Esta información se dividió por horas de trabajo para realizar un promedio de pedidos por horas laborales, siendo los resultados los siguientes:

Tabla 6
Llegada de pedidos promedio por hora de trabajo

Horas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pedidos	4	4	9	2	7	5	8	4	2

Categoría del cliente:

De acuerdo con la información de la base de datos de la empresa, hemos podido determinar la siguiente distribución.

Nuevo: 15%

Antiguo: 85%

Para la presente distribución de probabilidad de la Tabla 7 se realizó mediante la base de datos de la siguiente manera:

Tabla 7
Distribución de probabilidad por proceso

Nombre de proceso	Clasificación de Pedido	Probabilidad de suceso	Distribución	Minutos
Tasa de arribo de pedidos			Exponencial	15
Ingreso de nuevo cliente			Uniforme	5 a 10
Atencion en el ingreso del pedido al sistema	Pequeño	17.20%	Uniforme	1 a 5
	Mediano	50.80%	Uniforme	5 a 10
	Grande	21%	Uniforme	10 a 15
	Extragrande	11%	Uniforme	15 a 25
Atencion de la aprobación de pedidos			Uniforme	5 a 25
Armado de pedido	Pequeño	70.73%	Uniforme	5 a 12
	Mediano	14.83%	Uniforme	12 a 15
	Grande	9.79%	Uniforme	15 a 18
	Extragrande	4.65%	Uniforme	18 a 28

Esta se encuentra sujeta a las distribuciones estadísticas de cada proceso.

Cálculo del número de corridas de simulación

Debido a la naturaleza probabilística de los sistemas de simulación, es imprescindible crear modelos que reflejen la realidad del sistema, al menos estadísticamente. Con el fin de no cometer errores, ya que uno de los factores principales que define a nuestro modelo es el tamaño de las corridas de simulación, para optar por un modelo válido y aceptable.

En forma general, el número adecuado de corridas o repeticiones de simulación se calcula mediante: (García F. et al, 2005, p. 110)

$$n = \frac{\sigma^2 (z_{\alpha/2})^2}{k^2}$$

Siendo:

Z= estadístico normal estándar para cierta α

k= desviación absoluta máxima permitida sobre la media de la distribución a simular

σ^2=varianza de la distribución a simular

Para nuestro caso, se tiene en cuenta que:

Z= 1.95996398

k= 0.06886611

σ^2= 4

Resultando:

$$n = \frac{\sigma^2 (z_{\alpha/2})^2}{k^2} = 3240$$

7.Realizar el modelo de simulación en software:

Recursos utilizados para la realización del estudio

- Información disponible en la base de datos de la empresa dentro del rango de estudio
- Investigaciones similares, como tesis, artículos, etc.
- Entrevistas al personal de la empresa.
- Equipo de cómputo.
- Estudios de tiempo.
- Software especializado.

Medidas del comportamiento del sistema

- Cantidad de pedidos durante el horario de atención.
- Porcentaje de tiempo de acuerdo con el tamaño de pedido
- Número óptimo de servidores dentro del proceso de ventas.

Realidad del sistema

- Uso de la capacidad instalada del sistema.
- Demanda insatisfecha de pedidos.
- Retraso en el proceso de atención de pedidos.

Descripción del modelo:

- Entidades: Son los pedidos que ingresan al sistema de ventas.
- Proceso: El encargado de cada área atenderá cada proceso.
- Acción de cada recurso: El recurso asignado, atenderá al pedido en el tiempo establecido.

- Flujograma del servicio: Se muestra en la Figura 10, el proceso del sistema

Descripción del modelo orientado en relación con los eventos:

- **Los eventos**: son las acciones realizadas en cada área: Ingreso de pedidos, Aprobación de pedidos, Armado de pedidos y documentación.
- **Condición para activar el evento**: La entidad pase al proceso siguiente designado en el flujograma.
- **Cálculo de las medidas del comportamiento del sistema**: Los tiempos del sistema ya se encuentran estandarizadas por los dueños de los procesos, además de la observación como validación de la información.
- **Condición de inicio y fin:** La simulación iniciará con cero entidades, y el tiempo de finalización es el cumplimiento de las horas de trabajos establecidas.

Definición de términos

Los siguientes términos están asociados a diferentes factores relacionados con los sistemas de espera, los cuales participan tanto en el modelo como en el proceso de simulación. Los definiremos asociados al problema en estudio.

- **Arribo de los pedidos**: Es la medida del tiempo en el cual llegan los pedidos al área de Facturación, en la cual son registrados por el encargado del área, quien registra la hora de llegada y su fecha exacta. Con esta información es posible luego definir patrón probabilístico del comportamiento de las llegadas.
- **Clasificación para el ingreso de pedidos**: El área de Facturación clasifica el pedido y lo ingresa al sistema computacional.
- **Tiempo de servicio del ingreso de pedidos**: Es el tiempo que demora registrar el ingreso de pedidos a la empresa por el área de Facturación.
- **Clasificación para el armado de pedidos**: Se clasifica el tipo de pedido y luego se realiza su armado y empaquetado, el área encargada de este proceso es Almacén.
- **Tiempo de servicio del armado de pedidos**: Es el tiempo que demora el armado de un pedido en el área de Almacén.

- **Tiempo de servicio de la documentación de los pedidos armados**: Es el tiempo que demora la documentación de pedidos, el área encargada de este proceso es Facturación.
- **Tiempo de servicio de aprobación del crédito del cliente**: Es el tiempo que demora verificar si el cliente califica para un crédito, el área encargada de este proceso es Créditos.
- **Documentación:** El encargado del área de Facturación documenta el pedido realizado, para su posterior envío.

La empresa brindó la información estadística del proceso de ventas en forma horaria, diaria, semanal y mensual.

Según lo observado en el análisis realizado a la empresa, al arribar los pedidos al ingreso del sistema de ventas, se forma una cola, por lo cual se tomará como respaldo para el estudio la Simulación de Sistemas.

Resumen del modelo a realizar en software:

Tabla 8
Resumen del modelo de simulación

		Prob. Suceso	Distribución	Tiempo
Ingreso de pedidos promedio por hora				15 min
Tipo de cliente	Nuevo	15%	Uniforme	
	Antiguo	85%	Uniforme	
Ingreso de nuevo cliente al sistema			Uniforme	5 a 10 min
Ingreso de pedido por tamaño de tipeo	Pequeño	17.20%	Uniforme	1 a 5 min
	Mediano	50.80%	Uniforme	5 a 10 min
	Grande	21%	Uniforme	10 a 15 min
	Extragrande	11%	Uniforme	15 a 25 min
Aprobación de los pedidos			Uniforme	5 a 25 min
Armado de pedidos	Pequeño	70.73%	Uniforme	5 a 12 min
	Mediano	14.83%	Uniforme	12 a 15 min
	Grande	9.79%	Uniforme	15 a 18 min
	Extragrande	4.65%	Uniforme	18 a 28 min
Documentación del pedido			Uniforme	3 a 6 min

Tabla 9

Nº de corridas y Escenarios a simular

Numero de corridas	3240 observaciones							
Servidores por área								
Escenarios	Sit. Actual	Esc. 1	Esc. 2	Esc. 3	Esc. 4	Esc. 5	Esc. 6	Esc. 7	Esc. 8
Almacén	1	1	1	1	2	1	1	2	1
Créditos	1	1	2	2	2	3	3	3	2
Facturación	1	2	1	2	2	2	3	3	3

Flujograma Modelo de simulación realizado con el Arena Simulator

Figura 18

Diagrama de procesos en Arena Simulator parte 1

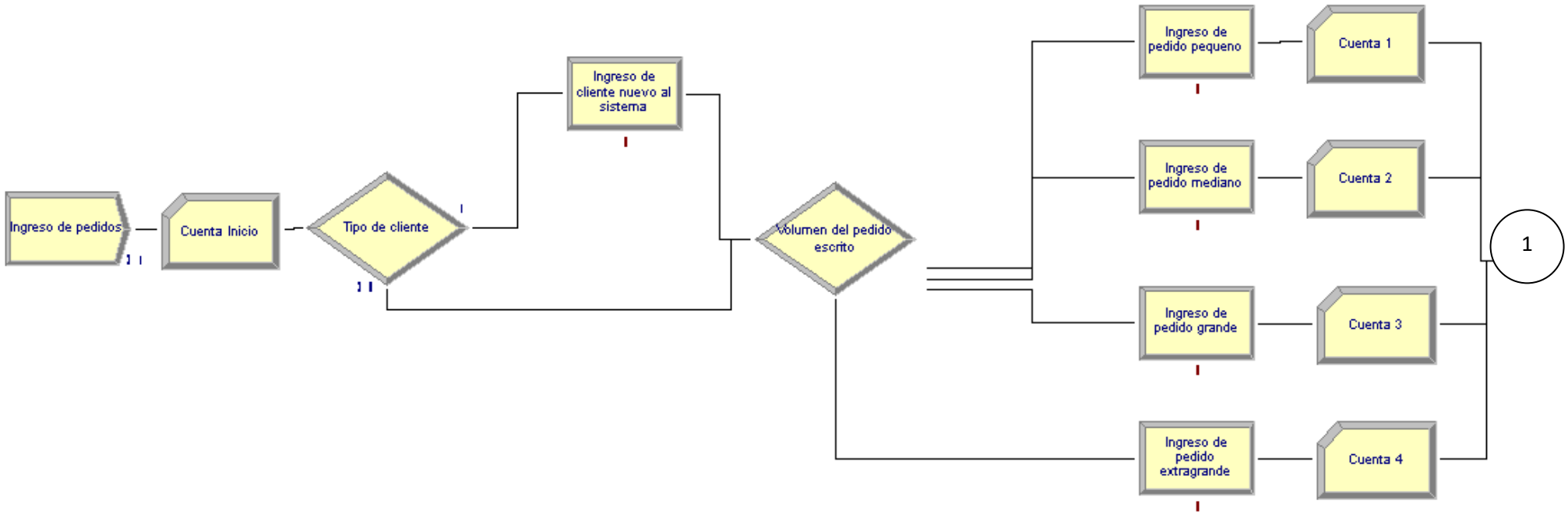
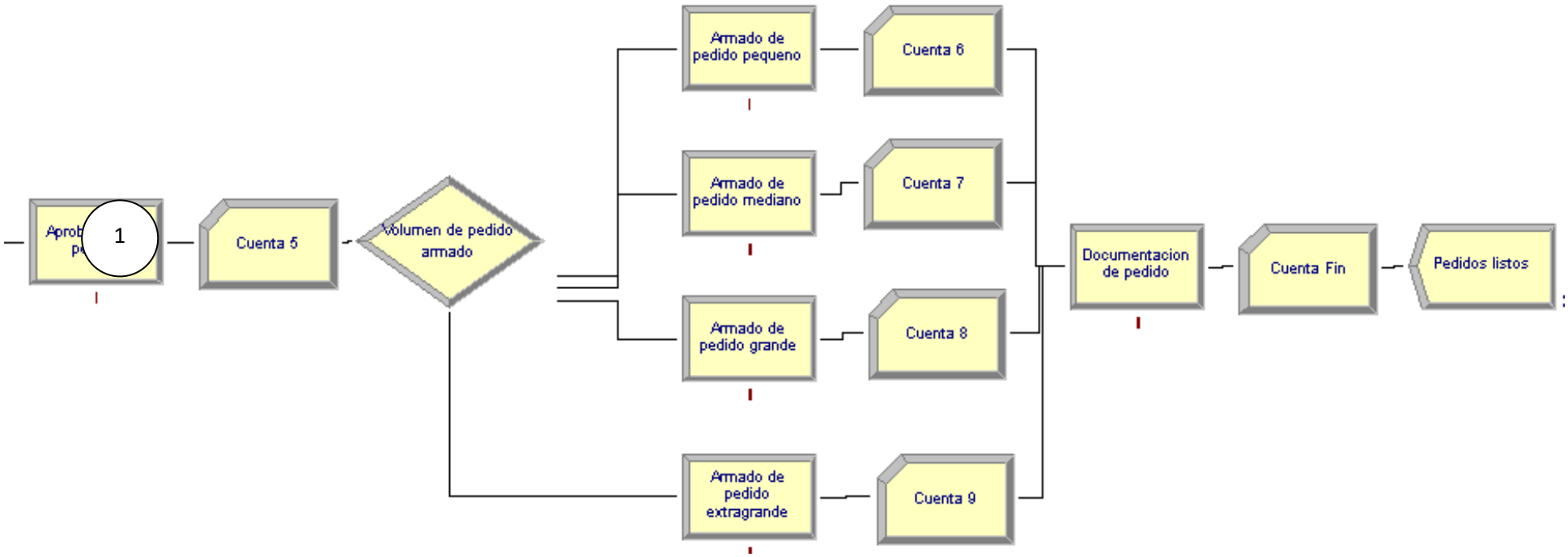
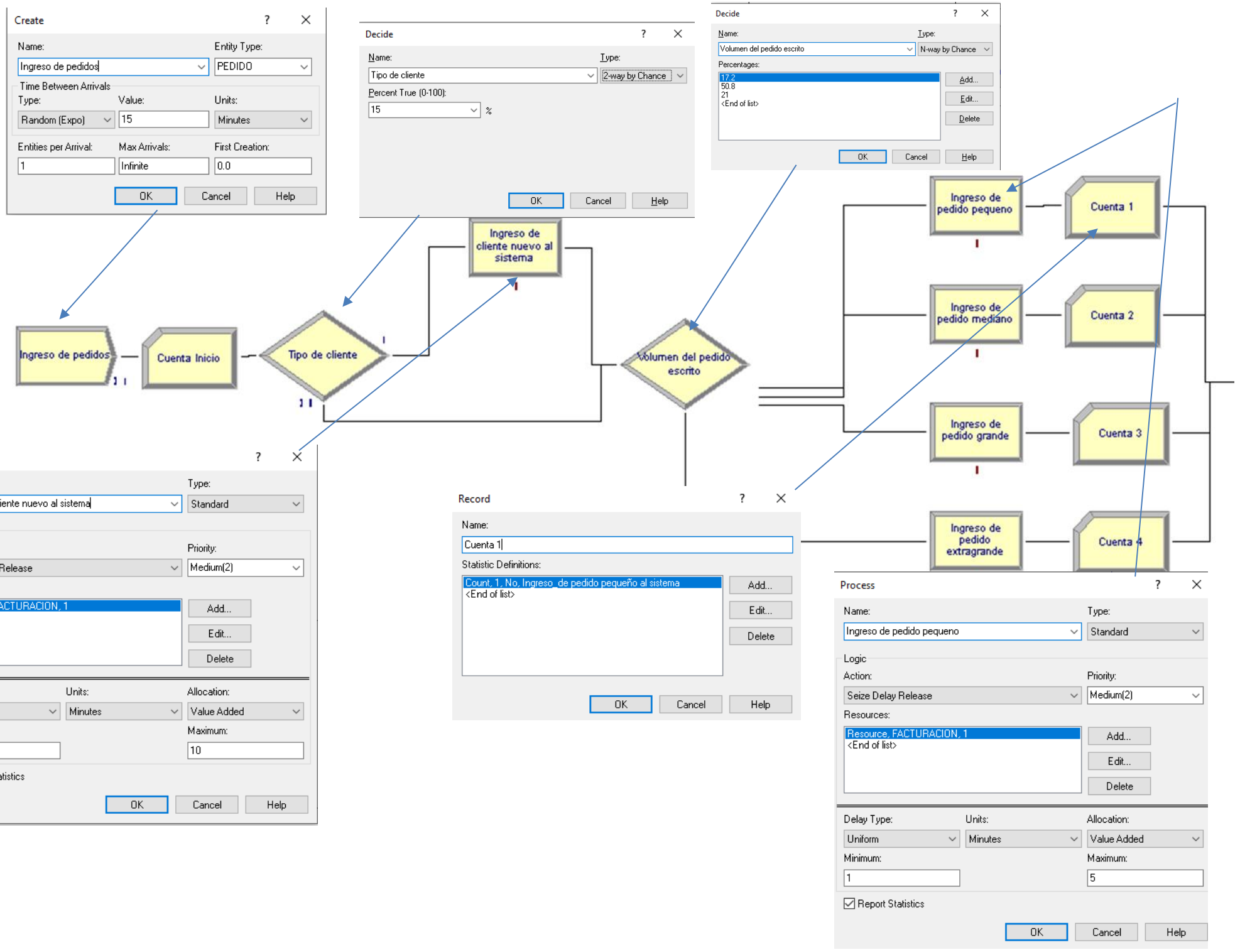
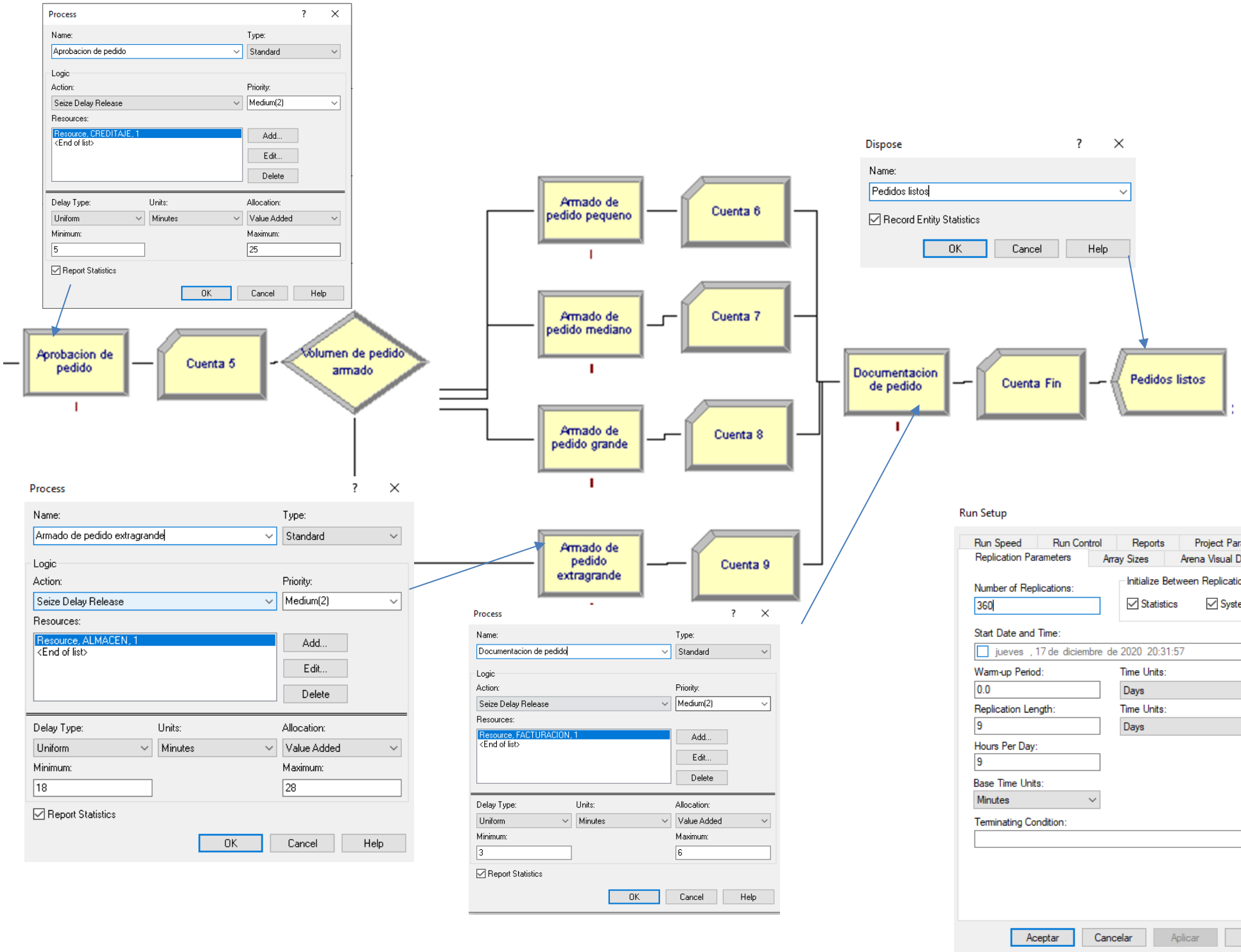


Figura 19

Diagrama de procesos en Arena Simulator parte 2




Create
Name:
Ingreso de pedidos
Entity Type:
PEDIDO
Time Between Arrivals
Type:
Random (Expo)
Value:
15
Units:
Minutes
Entities per Arrival:
1
Max Arrivals:
Infinite
First Creation:
0.0
OK
Cancel
Help
Decide
Name:
Tipo de cliente
Type:
2-way by Chance
Percent True (0-100):
15
%
OK
Cancel
Help
Decide
Name:
Volumen del pedido escrito
Type:
N-way by Chance
Percentages:
17.2
50.8
21
<End of list>
Add...
Edit...
Delete
OK
Cancel
Help
Ingreso de pedidos
Cuenta Inicio
Tipo de cliente
Ingreso de cliente nuevo al sistema
Volumen del pedido escrito
Ingreso de pedido pequeno
Ingreso de pedido mediano
Ingreso de pedido grande
Ingreso de pedido extragrande
Cuenta 1
Cuenta 2
Cuenta 3
Cuenta 4
Process
Name:
Ingreso de cliente nuevo al sistema
Type:
Standard
Logic
Action:
Seize Delay Release
Priority:
Medium(2)
Resources:
Resource, FACTURACION, 1
<End of list>
Add...
Edit...
Delete
Delay Type:
Uniform
Units:
Minutes
Allocation:
Value Added
Minimum:
5
Maximum:
10
Report Statistics
OK
Cancel
Help
Record
Name:
Cuenta 1
Statistic Definitions:
Count, 1, No, Ingreso_de pedido pequeño al sistema
<End of list>
Add...
Edit...
Delete
OK
Cancel
Help
Process
Name:
Ingreso de pedido pequeno
Type:
Standard
Logic
Action:
Seize Delay Release
Priority:
Medium(2)
Resources:
Resource, FACTURACION, 1
<End of list>
Add...
Edit...
Delete
Delay Type:
Uniform
Units:
Minutes
Allocation:
Value Added
Minimum:
1
Maximum:
5
Report Statistics
OK
Cancel
Help


Process
Name:
Aprobacion de pedido
Type:
Standard
Logic
Action:
Seize Delay Release
Priority:
Medium(2)
Resources:
Resource, CREDITAJE, 1
<End of list>
Add...
Edit...
Delete
Delay Type:
Uniform
Units:
Minutes
Allocation:
Value Added
Minimum:
5
Maximum:
25
Report Statistics
OK
Cancel
Help
Aprobacion de pedido
Cuenta 5
Volumen de pedido armado
Armado de pedido pequeno
Armado de pedido mediano
Armado de pedido grande
Armado de pedido extragrande
Cuenta 6
Cuenta 7
Cuenta 8
Cuenta 9
Dispose
Name:
Pedidos listos
Record Entity Statistics
OK
Cancel
Help
Documentacion de pedido
Cuenta Fin
Pedidos listos
Process
Name:
Armado de pedido extragrande
Type:
Standard
Logic
Action:
Seize Delay Release
Priority:
Medium(2)
Resources:
Resource, ALMACEN, 1
<End of list>
Add...
Edit...
Delete
Delay Type:
Uniform
Units:
Minutes
Allocation:
Value Added
Minimum:
18
Maximum:
28
Report Statistics
OK
Cancel
Help
Process
Name:
Documentacion de pedido
Type:
Standard
Logic
Action:
Seize Delay Release
Priority:
Medium(2)
Resources:
Resource, FACTURACION, 1
<End of list>
Add...
Edit...
Delete
Delay Type:
Uniform
Units:
Minutes
Allocation:
Value Added
Minimum:
3
Maximum:
6
Report Statistics
OK
Cancel
Help
Run Setup
Run Speed
Run Control
Reports
Project Parameters
Replication Parameters
Array Sizes
Arena Visual Designer
Number of Replications:
360
Initialize Between Replications
Statistics
System
Start Date and Time:
jueves , 17 de diciembre de 2020 20:31:57
Warm-up Period:
0.0
Time Units:
Days
Replication Length:
9
Time Units:
Days
Hours Per Day:
9
Base Time Units:
Minutes
Terminating Condition:
Aceptar
Cancelar
Aplicar
Ayuda

8. Verificar si el modelo es válido

Para validar si el modelo es correcto, lo que se procederá a realizar es realizar la prueba de corrida con la situación actual de la empresa, de tal modo que el resultado sea similar a la realidad del sistema.

Tabla 10

Resultados de la situación Actual de la empresa simulado en el software

Escenarios	Situación Actual
Llegadas de pedidos por día	37
Minutos entre pedidos	15
Ingresan al sistema (pedidos)	37
Atendidos por el sistema	26
Pedidos atendidos por servidores de áreas	
Facturación Inicio	37
Créditos	30
Almacén	27
Facturación Fin	26
Pedidos atendidos por procesos	
Llegada del pedido al sistema	37
Ingreso de pedido pequeño	5
Ingreso de pedido mediano	17
Ingreso de pedido grande	7
Ingreso de pedido extragrande	3
Aprobación de pedidos	30
Armado de pedido pequeño	20
Armado de pedido mediano	4
Armado de pedido grande	2
Armado de pedido extragrande	1
Documentación del pedido	26
Tiempos en minutos	
Promedio de atención	40.2511

Promedio en Cola	66.2555
Promedio total en el sistema	107.21
Tiempo de espera en por proceso en minutos	
Ingreso del nuevo cliente al sistema	21.3988
Ingreso de pedido pequeño	23.9371
Ingreso de pedido mediano	22.8856
Ingreso de pedido grande	21.2675
Ingreso de pedido extragrande	20.175
Aprobación de pedidos	21.9342
Armado de pedido pequeño	1.998
Armado de pedido mediano	1.8761
Armado de pedido grande	1.5991
Armado de pedido extragrande	1.3456
Documentación del pedido	24.8634

Por lo cual se puede concluir que sí, efectivamente el modelo si refleja la situación actual de la empresa y el modelo es válido.

3.5. Resultados

Realizando las pruebas de corrida

Realizamos la simulación con los escenarios establecidos anteriormente en la Tabla 11. Luego de simular el modelo en el software especializado Arena Simulator, procedemos a evaluar y comparar los resultados y evaluar. A continuación, se presenta el resumen de los resultados:

Tabla 11

Resultados del modelo simulado en el software Arena Simulator

Escenarios	Predicción Sit. Actual	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 5	Alt. 6	Alt. 7	Alt. 8
Llegadas de pedidos por día	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Minutos entre pedidos	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Ingresan al sistema (pedidos)	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Atendidos por el sistema	27	29	28	33	33	33	33	34	33
Pedidos atendidos por servidores de áreas									
Facturación Inicio	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Créditos	30	30	32	35	35	35	35	35	35
Almacén	27	29	30	33	34	33	33	35	33
Facturación Fin	26	29	28	33	34	33	33	34	33
Pedidos atendidos por procesos									
Llegada del pedido al sistema	37	37	37	37	6	37	37	37	37
Ingreso de pedido pequeño	5	6	5	6	18	6	6	6	6
Ingreso de pedido mediano	17	18	17	18	7	18	18	18	18
Ingreso de pedido grande	7	7	7	7	4	7	7	7	7
Ingreso de pedido extragrande	3	4	3	4	6	4	4	4	4
Aprobación de pedidos	30	30	32	35	35	35	4	35	4
Armado de pedido pequeño	20	21	22	24	25	24	23	24	24
Armado de pedido mediano	4	4	4	5	5	4	4	5	5
Armado de pedido grande	2	3	3	3	3	3	3	3	3

Armado de pedido extragrande	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Documentación del pedido	26	29	28	33	34	33	33	34	33
Tiempos en minutos									
Promedio de atención	40.2511	40.1821	40.1213	40.2574	40.2808	40.2815	40.2948	40.2057	40.3209
Promedio en Cola	66.2555	37.8909	55.806	14.0359	5.7038	13.569	12.1777	1.3315	11.9306
Promedio total en el sistema	107.21	78.073	95.9273	54.2932	45.9846	53.8505	52.4725	41.5373	52.2516
Tiempo de espera en por proceso en minutos									
Ingreso del nuevo cliente al sistema	21.3988	1.0397	23.7985	1.2791	1.3822	1.3273	0.351	0.158	0.1575
Ingreso de pedido pequeño	23.9371	1.2194	25.8024	1.4847	1.596	1.4656	0.1675	0.2055	0.2022
Ingreso de pedido mediano	22.8856	1.2479	25.6142	1.4023	1.6111	1.4173	0.2164	0.1503	0.2091
Ingreso de pedido grande	21.2675	1.1644	23.8767	1.4153	1.4321	1.4195	0.1768	0.1722	0.1627
Ingreso de pedido extragrande	20.175	1.2022	20.7061	1.3403	1.3528	1.3531	0.1452	0.1971	0.1663
Aprobación de pedidos	21.9342	35.3296	0.5459	2.1058	2.1812	0.2125	0.351	0.3261	2.5641
Armado de pedido pequeño	1.998	1.9803	4.7155	9.4426	0.3095	10.8427	11.8064	0.6379	9.4063
Armado de pedido mediano	1.8761	1.8583	4.4251	8.7181	0.2886	10.5413	10.9459	0.6259	8.8461
Armado de pedido grande	1.5991	1.7469	4.1225	9.258	0.2768	10.1224	11.2303	0.6028	9.1319
Armado de pedido extragrande	1.3456	1.2525	2.8905	6.6151	0.2423	8.2829	8.9225	0.5281	7.0772
Documentación del pedido	24.8634	0.983	27.7508	1.1522	1.4672	1.1538	0.1125	0.1663	0.1127

Nota: La unidad de tiempo es minutos. Son 3240 Corridas de simulación equivalentes a los 360 días por 9 horas diarias.

Análisis de los datos de salida

La información obtenida por la Tabla 11, la columna **Situación Actual** será describirá:

- **La llegada de pedidos por día** es de 37, dado que por hora se tiene una llegada en promedio de 4, e iniciando el sistema con la llegada de un pedido.
- **Minutos entre arribos de pedidos** es 15, dado que llegan 4 pedidos en promedio por hora.
- **Ingresan al sistema (pedidos)**, es la cantidad promedio de pedidos que ingresan al sistema por día.
- **Atendidos por el sistema**, son los pedidos que se han podido atender en un día promedio de trabajo, como en la columna situación actual mostrada en la

Tabla 7 se puede observar que los pedidos atendidos en un día promedio son 26 por tanto existe un déficit de 11 pedidos que no son atendidos por día. Eso significa que el 37% de los pedidos, no son atendidos cada día.

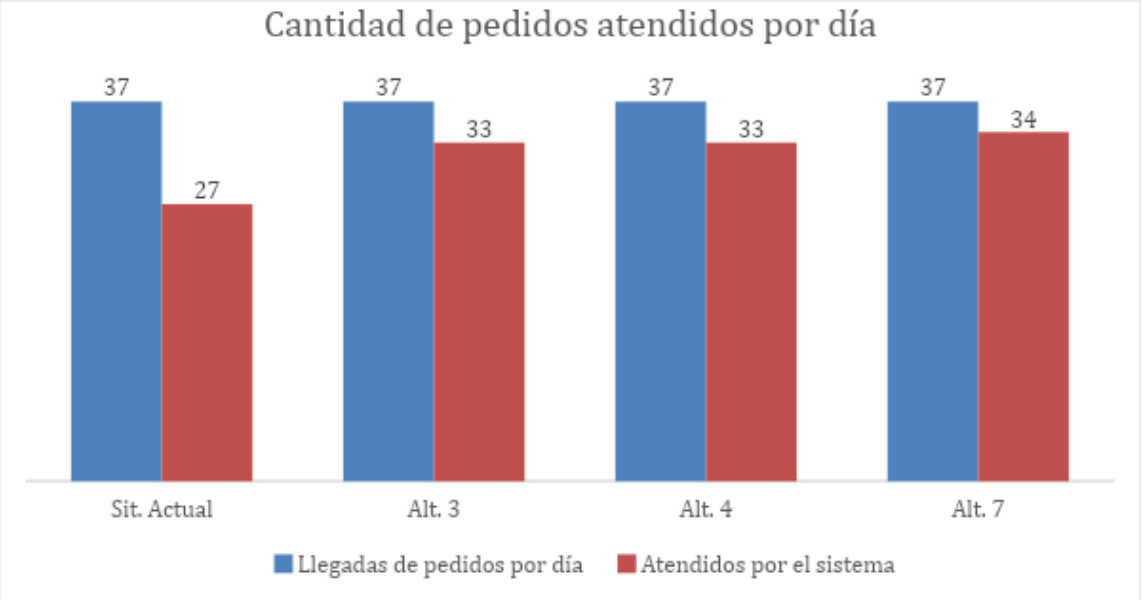
- **Pedidos atendidos por servidores de área,** Son los pedidos que ingresan a las áreas correspondientes en un día promedio, en el caso de la situación actual en Facturación Inicio ingresan 37, Almacén 30, Créditos 27 y Facturación Final ingresan 26.
- **Pedidos atendidos por procesos,** esta sección indica los pedidos que son atendidos por los procesos del sistema de ventas, respectivamente Llegada del cliente al sistema 37, Ingreso de pedido pequeño, mediano, grande, y extragrande 5,17,7 y 3 respectivamente, Aprobación de pedidos cuenta con 30 minutos, Armado de pedido pequeño, mediano, grande y extragrande 20,4,2,1 respectivamente y Documento de pedido 26.
- **Tiempo en minutos,** esta sección indica los tiempos en promedio que un pedido pasa por el sistema, el tiempo de atención es de 40 minutos, tiempo de espera de 66 minutos y tiempo total dentro del sistema 107 minutos.
- **Tiempo de espera de procesos en minutos,** esta sección indica los tiempos de espera promedio que son atendidos por los procesos del sistema de ventas, respectivamente Ingreso del cliente al sistema tiene 21 minutos, Ingreso de pedido pequeño, mediano, grande, y extragrande 23,22,21 y 20 minutos respectivamente, Aprobación de pedidos 30, Armado de pedido pequeño, mediano, grande y extragrande 1 minuto y Documentación de pedido 24 minutos.

Comparando la Situación Actual VS las 3 mejores alternativas:

De situación actual y las alternativas, se observa que, de los 37 pedidos ingresados al sistema por día, en la alternativa 3 se han podido realizar 33, la alternativa 4 se han podido realizar 33 y la alternativa 7 se han podido realizar 34 pedidos, a diferencia de la situación actual solo se han podido realizar 27 pedidos, lo cual es una pérdida del 27%, 10%, 10% y 8% respectivamente de pedidos por día como se observa en la Figura 20.

Figura 20

Resumen de pedidos por día

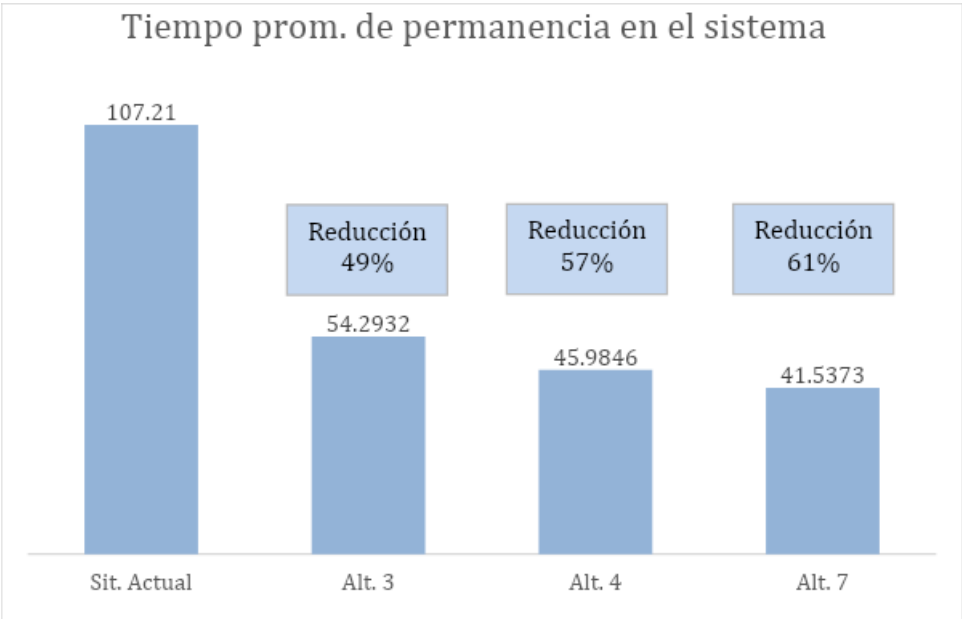


Comparativa de tiempos total de permanencia del pedido en el sistema

Con respecto al tiempo total de los pedidos, podemos observar que el tiempo total promedio de la preparación de los pedidos en la situación actual es de 107 minutos, y en comparación de la alternativa 3, podemos observar que cambia a 54 minutos, la alternativa 4 los 45 minutos y la alternativa 7 41 minutos, observando una reducción en el tiempo promedio de permanencia en el sistema con una mejora del 49%,57% y 61% respectivamente.

Figura 21

Comparación de tiempo de permanencia en el sistema



Luego de ello, compararemos las perdidas obtenidas mensualmente, con los pedidos rechazados en cada escenario elegido, además recordar que también se le sumara la planilla del mes del número de trabajadores, se tiene como base el monto de planilla por mes de S/.1200 por trabajador.

Lo cual resulta:

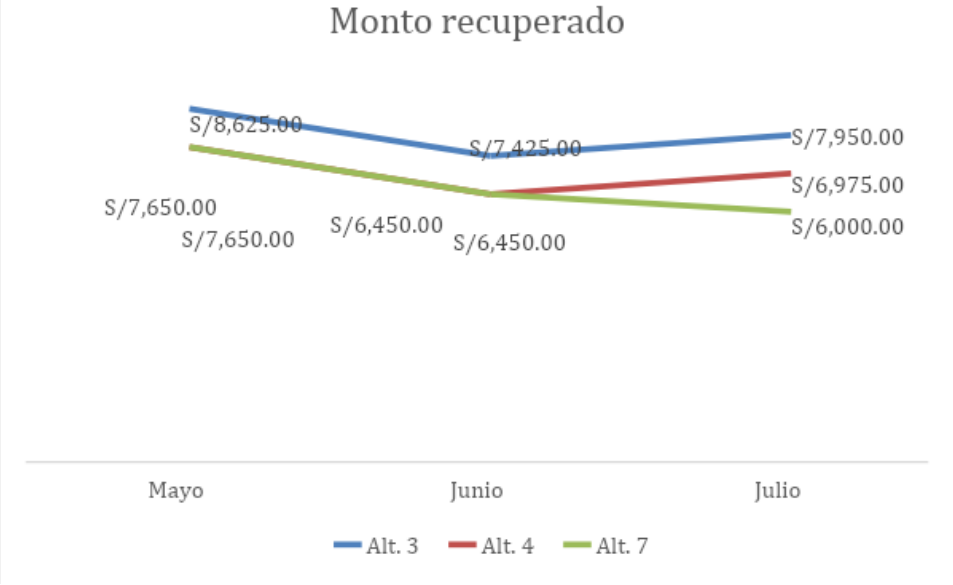
Tabla 12

Monto recuperado por mes

Mes	Planilla			Total a pagar			Monto Recuperado		
	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 7	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 7	Alt. 3	Alt. 4	Alt. 7
Mayo	S/ 6,000.00	S/ 7,200.00	S/ 9,600.00	S/ 10,875.00	S/ 12,075.00	S/ 11,550.00	S/ 8,625.00	S/ 7,425.00	S/ 7,950.00
Junio	S/ 6,000.00	S/ 7,200.00	S/ 9,600.00	S/ 12,825.00	S/ 14,025.00	S/ 13,500.00	S/ 7,650.00	S/ 6,450.00	S/ 6,975.00
Julio	S/ 6,000.00	S/ 7,200.00	S/ 9,600.00	S/ 9,900.00	S/ 11,100.00	S/ 11,550.00	S/ 7,650.00	S/ 6,450.00	S/ 6,000.00

Figura 23

Comparación de montos de las alternativas seleccionadas



CAPITULO IV – Conclusiones

Justificación

La investigación se orienta a aplicar la Simulación de Sistemas para analizar el comportamiento del proceso de ventas, analizando los datos obtenidos del sistema, recolección de datos, las distribuciones de los tiempos de servicio y arribos, se plantea analizar las alternativas, de tal modo que se logre disminuir los tiempos de espera.

El enfoque aplicado en esta investigación a una empresa del sector farmacéutico, para disminuir los tiempos en la atención de sus servicios, puede aplicarse a otros tipos de empresas tales como las del sector textil, metal mecánica, comercial, educación, etc.

Metodología aplicada

Dado que, al buscar la solución de este problema se muestra la utilidad de la aplicación del análisis de sistemas, el análisis de procesos y la simulación de sistemas para determinar los factores que ocasionan la congestión en el proceso de ventas y para plantear escenarios alternativos como propuestas de mejora, dentro de las cuales se elegirá el escenario más favorable asociado con el menor tiempo promedio posible de espera y costos para la atención de los pedidos, además la distribuidora de medicamentos mantendrá ante sus clientes una buena imagen y evitará la anulación de los pedidos.

Descripción de los resultados

Se concluye que, los tiempos del proceso de ventas de la distribuidora de medicamentos Representaciones Pharmadeus SAC se reducirán en 49%,57% y 61%, además, usando la simulación de sistemas, es posible reducir el tiempo del proceso de ventas.

También:

Se confirma que, podremos determinar los puntos de congestión del proceso de ventas, analizando la base de datos, siendo qué Almacén lleva una demora baja (9.75 min), Facturación lleva una demora media (62.59 min) y créditos lleva una demora alta (892 min), por lo cual, si es posible identificar los puntos de congestión.

También que mediante el análisis de la base de datos y la herramienta de la toma de tiempos se conocen los tiempos de servicio de cada proceso del sistema ventas, tales como: Ingreso de cliente nuevo al sistema (5 a 10 min), Ingreso de pedidos (varia desde 1 a 25 min), Aprobación de pedidos (5 a 25 min), Armado de pedidos (varia desde 5 a 28 min) y la Documentación (3 a 6 min).

Si es posible definir el número de estimaciones a pronosticar con un error mínimo del 5% de la llegada de los pedidos para los próximos meses, siendo así las 3240 estimaciones para pronosticar para los próximos meses.

CAPITULO V – Recomendaciones

- Mediante la simulación se propone, elegir la alternativa 3, adquirir un servidor adicional para el área de Facturación y Créditos, reduciendo el tiempo en promedio que pasa un pedido dentro del sistema de 107.21 minutos que es la situación actual a 54.27 min, además también la recuperación de S/.7925.00 en promedio por mes, considerar que se comparó otras 2 alternativas adicionales, sin embargo, el costo de mantener ellas es superior a la alternativa 3.
- Usar la simulación de sistemas apoya en la toma de decisiones, ya que al simular el sistema en un modelo matemático se puede observar los cambios que suceden con el tiempo, o en alguna variable, sin necesidad de hacerlo directamente en el sistema real, de ese modo se puede observar tanto, errores, fallas, cuellos de botella, etc.
- La simulación de sistemas nos permite experimentar a través de modelos que refleje la realidad de la empresa sin la necesidad de realizar cambios en el sistema real y generar costos, de ese modo apoyar en la toma de decisiones, como es en nuestro caso, el cual lleva inicialmente 8 alternativas sin necesidad de realizar algún cambio en el sistema real.
- Es posible describir la mayoría de los sistemas en un modelo matemático, de tal forma que puedan programarse para usarlo en una simulación, para ir observando los cambios con respecto al tiempo o alguna variable, además de probar algunas alternativas y elegir la adecuada, cabe recalcar que no es una optimización, solo es una herramienta de apoyo en la toma de decisiones.
- El software Arena Simulator integra el Input Analyzer, herramienta de apoyo en la revisión estadística en la data de la tesis, el cual facilita el trabajo de simular los escenarios propuestos, sin embargo, depende de nosotros el poder analizar los resultados.

CAPITULO VI – Bibliografía

Anderson, D R; Sweeney, D J; Williams, T A; Camm, J D; Martin, K, (2011) *Métodos cuantitativos para los negocios (11a Ed.)*. México: Cengage Learning.

Antoni G., Miguel A.P., Josep C., Jaume F., (2002). Modelado y simulación Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Universitat Politecnica de Catalunya, SL.

Arnold Cathalifaud, Marcelo, & Osorio, Francisco (1998). *Introducción a los Conceptos Básicos de la Teoría General de Sistemas*. Cinta de Moebio, (3), [fecha de Consulta 14 de agosto de 2021 https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=101/10100306

Arroyo, I., Bravo, L., Humberto, R., Fabián, M., & Muñoz, L. (2014). *Distribuciones Poisson y Gamma: Una Discreta y Continua Relación Poisson and Gamma Distributions: A Discrete and Continuous Relationship*. 12(1), 99–107. Recogido de http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v12n1/v12n1a12.pdf

Azarang M.R. & Duna G.E. (1996). *Simulación y análisis de modelos estocásticos*. México: McGraw-Hill INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.

Cantú-Delgado, J. H.; (2011*) Desarrollo de una cultura de calidad (4a Ed.)* México: McGrawHill

Duna G.E., Reyes G H. & Barrón C.L. (2013). *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*. México: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.

García F. Sierra J. Guzmán V. (2005), *Cálculo de un número adecuado de simulaciones*, Recuperado por: http://metabase.uaem.mx/bitstream/handle/123456789/564/Calculo_de_numero_optimo_de_simulaciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y

García J. & , Rodríguez R. & Abarca P., *Investigación operativa (2017) UPSM Simulación*, Venezuela, Recuperado por https://iupsmsimulacion.wordpress.com

García S. A. & Ortega M. M*, Introducción a la simulación de sistemas discretos*, Recuperado por, http://www.iol.etsii.upm.es/arch/intro_simulacion.pdf

García P.S. (2016) *Aplicando teoría de colas en dirección de operaciones*. España: Universidad Politécnica de Valencia

Guasch A., (2002). [et al.] *Modelado y simulación. Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios*. [Book]. – Barcelona, UPC, p. 15.

Hillier, F.S.; Lieberman, G.J.; (2010) *Introducción a la Investigación de Operaciones (9a. Ed.)* México: McGrawHill

Kelton, D. & Sadowsky, R. & Sturrock, D., (2004). *Simulation with Arena. Cuarta Edición*.McGrawHill.

Krajewski, L; Ritzman, L; Malhorta, M; (2008) *Administración de las operaciones (8a Ed.)* México: Pearson Educación

Law, A., & David (1991). "*SIMULATION MODELING & ANALYSIS" Second Edition*, McGRAW·HlllINTtRNATIONAL EDITIONS, Fuente: https://fac.ksu.edu.sa/sites/default/files/index.pdf

Lee Krajewski. *"Administración de Operaciones" 8va.ed*.; Pp: 119-144 México: Editorial Pearson Educación, 2008. p. 142

María, C., & Riff. (2003). *Investigación de Operaciones II.* Recogido de https://www.inf.utfsm.cl/~mcriff/IO2/Materia-IO2.pdf

Sandoval L., (2005). *Principios de Simulación*. Cuadernillo de Simulación. Tecnológico de Estudios Superiores del oriente del Estado de México.

Sucasaire H. E. (2016*), Aplicación de simulación de sistemas con el software Arena para la mejora de la toma de decisiones en los servicios de ecografía de una clínica de Medical Images SAC en el distrito de Los Olivos en Lima Metropolitana*. Perú: UNMSM

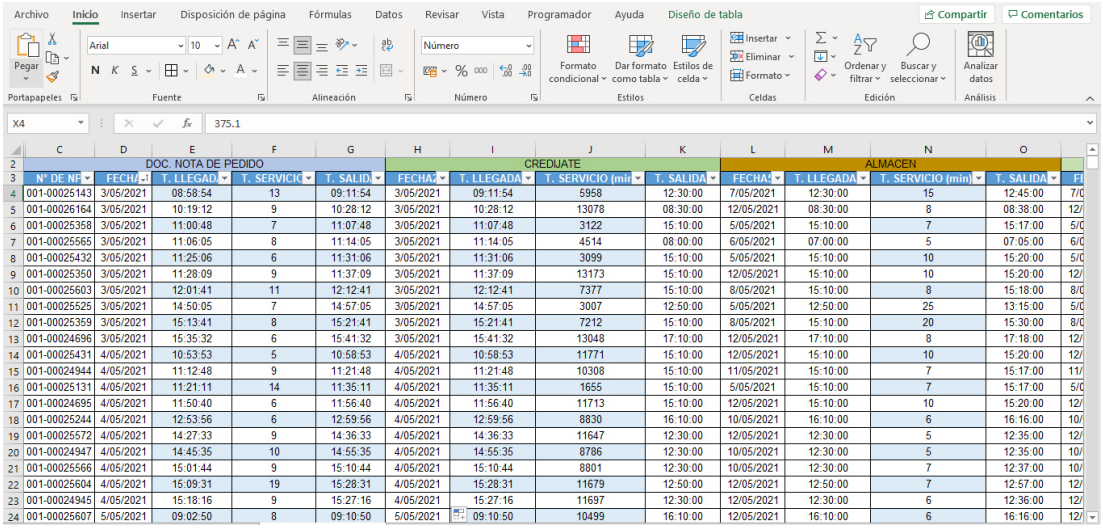
Torres, P., (2008). *Simulación de sistemas con ARENA.* Universidad de Lima. Fondo Editorial.

Winston, W.L.; (2005) *Investigación de operaciones. Aplicaciones y algoritmos (4ta. Ed.)* México: Editorial Thomson

CAPITULO VII – Anexos

Anexo 1

Ficha de extracción de datos en Excel



	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
2	DOC. NOTA DE PEDIDO					CREDIJATE				ALMACEN				
3	Nº DE NF	FECHA	T. LLEGAD	T. SERVICIO	T. SALID	FECHA	T. LLEGADA	T. SERVICIO (min	T. SALIDA	FECHA	T. LLEGADA	T. SERVICIO (min)	T. SALIDA	FI
4	001-00025143	3/05/2021	08:58:54	13	09:11:54	3/05/2021	09:11:54	5958	12:30:00	7/05/2021	12:30:00	15	12:45:00	7/0
5	001-00026164	3/05/2021	10:19:12	9	10:28:12	3/05/2021	10:28:12	13078	08:30:00	12/05/2021	08:30:00	8	08:38:00	12/
6	001-00025358	3/05/2021	11:00:48	7	11:07:48	3/05/2021	11:07:48	3122	15:10:00	5/05/2021	15:10:00	7	15:17:00	5/0
7	001-00025565	3/05/2021	11:06:05	8	11:14:05	3/05/2021	11:14:05	4514	08:00:00	6/05/2021	07:00:00	5	07:05:00	6/0
8	001-00025432	3/05/2021	11:25:06	6	11:31:06	3/05/2021	11:31:06	3099	15:10:00	5/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	5/0
9	001-00025350	3/05/2021	11:28:09	9	11:37:09	3/05/2021	11:37:09	13173	15:10:00	12/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	12/
10	001-00025603	3/05/2021	12:01:41	11	12:12:41	3/05/2021	12:12:41	7377	15:10:00	8/05/2021	15:10:00	8	15:18:00	8/0
11	001-00025525	3/05/2021	14:50:05	7	14:57:05	3/05/2021	14:57:05	3007	12:50:00	5/05/2021	12:50:00	25	13:15:00	5/0
12	001-00025359	3/05/2021	15:13:41	8	15:21:41	3/05/2021	15:21:41	7212	15:10:00	8/05/2021	15:10:00	20	15:30:00	8/0
13	001-00024696	3/05/2021	15:35:32	6	15:41:32	3/05/2021	15:41:32	13048	17:10:00	12/05/2021	17:10:00	8	17:18:00	12/
14	001-00025431	4/05/2021	10:53:53	5	10:58:53	4/05/2021	10:58:53	11771	15:10:00	12/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	12/
15	001-00024944	4/05/2021	11:12:48	9	11:21:48	4/05/2021	11:21:48	10308	15:10:00	11/05/2021	15:10:00	7	15:17:00	11/
16	001-00025131	4/05/2021	11:21:11	14	11:35:11	4/05/2021	11:35:11	1655	15:10:00	5/05/2021	15:10:00	7	15:17:00	5/0
17	001-00024695	4/05/2021	11:50:40	6	11:56:40	4/05/2021	11:56:40	11713	15:10:00	12/05/2021	15:10:00	10	15:20:00	12/
18	001-00025244	4/05/2021	12:53:56	6	12:59:56	4/05/2021	12:59:56	8830	16:10:00	10/05/2021	16:10:00	6	16:16:00	10/
19	001-00025572	4/05/2021	14:27:33	9	14:36:33	4/05/2021	14:36:33	11647	12:30:00	12/05/2021	12:30:00	5	12:35:00	12/
20	001-00024947	4/05/2021	14:45:35	10	14:55:35	4/05/2021	14:55:35	8786	12:30:00	10/05/2021	12:30:00	5	12:35:00	10/
21	001-00025566	4/05/2021	15:01:44	9	15:10:44	4/05/2021	15:10:44	8801	12:30:00	10/05/2021	12:30:00	7	12:37:00	10/
22	001-00025604	4/05/2021	15:09:31	19	15:28:31	4/05/2021	15:28:31	11679	12:50:00	12/05/2021	12:50:00	7	12:57:00	12/
23	001-00024945	4/05/2021	15:18:16	9	15:27:16	4/05/2021	15:27:16	11697	12:30:00	12/05/2021	12:30:00	6	12:36:00	12/
24	001-00025607	5/05/2021	09:02:50	8	09:10:50	5/05/2021	09:10:50	10499	16:10:00	12/05/2021	16:10:00	6	16:16:00	12/

Anexo 2

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para el modelo actual.

En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	27

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.2511	< 0.19	35.0894	46.6372	16.2850	84.48

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	66.9555	< 3.94	10.7797	215.55	0.00	364.

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	107.21	< 3.99	48.9837	257.48	20.4246	405.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.1444	0.58	23.0000	56.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	26.8833	0.34	17.0000	34.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	7.1154	< 0.33	2.2878	20.0734	0.00	34.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	21.9342	< 1.67	1.7287	98.0809	0.00	206.
Armado de pedido extragrande.Queue	1.3456	< 0.29	0.00	18.8183	0.00	28.84
Armado de pedido grande.Queue	1.5991	< 0.24	0.00	12.3123	0.00	28.49
Armado de pedido mediano.Queue	1.8761	< 0.31	0.00	26.3629	0.00	47.00
Armado de pedido pequeno.Queue	1.9980	< 0.16	0.06505407	10.3020	0.00	46.53
Documentacion de pedido.Queue	24.8634	< 1.91	1.9668	109.05	0.00	178.
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	21.3988	< 1.78	0.00	95.5433	0.00	146.
Ingreso de pedido extragrande.Queue	20.1750	< 1.73	0.00	112.75	0.00	153.
Ingreso de pedido grande.Queue	21.2675	< 1.62	0.00944458	92.6514	0.00	169.
Ingreso de pedido mediano.Queue	22.8856	< 1.71	1.7281	88.6641	0.00	167.
Ingreso de pedido pequeno.Queue	23.9371	< 1.98	0.00	104.33	0.00	176.

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	1.4411	< 0.12	0.07363193	7.4446	0.00	13.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.00498761	< 0.00	0.00	0.07544464	0.00	1.00
Armado de pedido grande.Queue	0.01087302	< 0.00	0.00	0.1021	0.00	2.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.01661759	< 0.00	0.00	0.2317	0.00	2.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.07954675	< 0.01	0.00230240	0.3995	0.00	4.00
Documentacion de pedido.Queue	1.3848	< 0.11	0.0947	5.7389	0.00	11.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.2480	< 0.03	0.00	1.5451	0.00	5.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.1814	< 0.02	0.00	1.5989	0.00	4.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.3353	< 0.03	0.00247864	1.5884	0.00	6.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.8203	< 0.07	0.04800241	3.6492	0.00	9.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.2868	< 0.03	0.00	1.9153	0.00	6.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

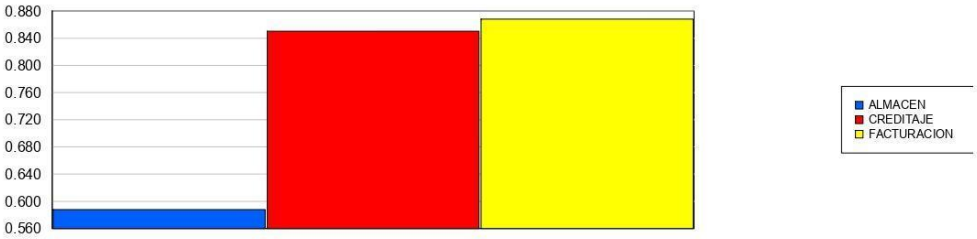
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.5877	< 0.01	0.3714	0.8073	0.00	1.00
CREDITAJE	0.8502	< 0.01	0.5324	0.9912	0.00	1.00
FACTURACION	0.8679	< 0.01	0.5849	1.0000	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.5877	< 0.01	0.3714	0.8073	0.00	1.00
CREDITAJE	0.8502	< 0.01	0.5324	0.9912	0.00	1.00
FACTURACION	0.8679	< 0.01	0.5849	1.0000	0.00	1.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
CREDITAJE	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
FACTURACION	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.5877	0.01	0.3714	0.8073
CREDITAJE	0.8502	0.01	0.5324	0.9912
FACTURACION	0.8679	0.01	0.5849	1.0000



Values Across All Replications

Unnamed Project

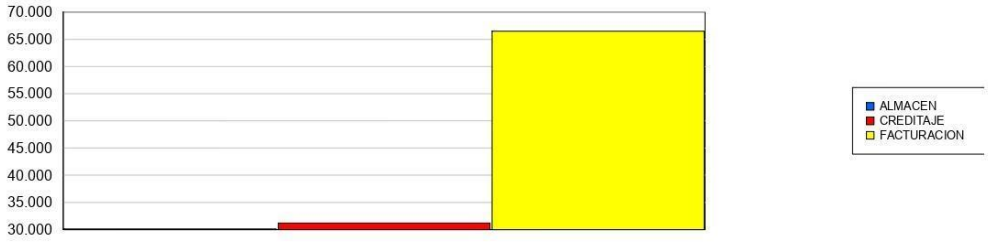
Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	30.1306	0.32	21.0000	38.0000
CREDITAJE	31.2000	0.33	22.0000	39.0000
FACTURACION	66.4722	0.72	45.0000	82.0000



Values Across All Replications

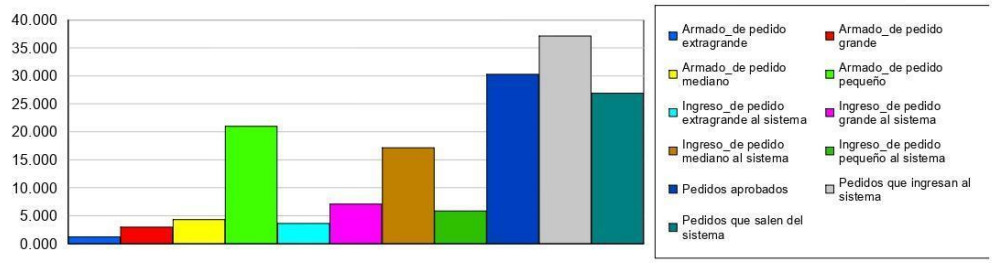
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.2056	< 0.11	0.00	5.0000
Armado_de pedido grande	2.9639	< 0.18	0.00	9.0000
Armado_de pedido mediano	4.3056	< 0.21	0.00	11.0000
Armado_de pedido pequeño	20.9889	< 0.36	9.0000	29.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	3.5889	< 0.19	0.00	11.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.0611	< 0.27	1.0000	17.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	17.1417	< 0.38	8.0000	28.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	5.8389	< 0.24	0.00	14.0000
Pedidos aprobados	30.2833	< 0.32	21.0000	38.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.1444	< 0.58	23.0000	56.0000
Pedidos que salen del sistema	26.8833	< 0.34	17.0000	34.0000



Anexo 3

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 1. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	30

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.1821	< 0.18	36.3262	45.0216	16.7024	80.34

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	37.8909	< 2.40	3.5933	124.86	0.00	227.

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	78.0730	< 2.44	41.3114	164.46	18.7702	264.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	36.8972	0.64	17.0000	58.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	29.6833	0.37	17.0000	38.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	5.2386	< 0.23	1.5953	13.7667	0.00	26.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	35.3296	< 2.40	2.5870	119.00	0.00	215.
Armado de pedido extragrande.Queue	1.2525	< 0.30	0.00	20.0400	0.00	29.61
Armado de pedido grande.Queue	1.7469	< 0.27	0.00	15.9508	0.00	31.56
Armado de pedido mediano.Queue	1.8583	< 0.24	0.00	12.0506	0.00	36.06
Armado de pedido pequeno.Queue	1.9803	< 0.16	0.01335274	9.3472	0.00	40.51
Documentacion de pedido.Queue	0.9830	< 0.08	0.00	4.4819	0.00	32.55
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	1.0397	< 0.13	0.00	7.7991	0.00	24.53
Ingreso de pedido extragrande.Queue	1.2022	< 0.18	0.00	12.2716	0.00	24.40
Ingreso de pedido grande.Queue	1.1644	< 0.14	0.00	10.7138	0.00	28.08
Ingreso de pedido mediano.Queue	1.2479	< 0.11	0.00	7.7589	0.00	29.73
Ingreso de pedido pequeno.Queue	1.2194	< 0.15	0.00	9.2091	0.00	26.86

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	2.5638	< 0.20	0.1150	9.8183	0.00	21.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.00455378	< 0.00	0.00	0.08844502	0.00	2.00
Armado de pedido grande.Queue	0.01145679	< 0.00	0.00	0.08861529	0.00	2.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.01725975	< 0.00	0.00	0.1444	0.00	2.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.08227179	< 0.01	0.00044509	0.3329	0.00	3.00
Documentacion de pedido.Queue	0.05692448	< 0.00	0.00	0.2654	0.00	3.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.01152330	< 0.00	0.00	0.08773255	0.00	2.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.01111027	< 0.00	0.00	0.1711	0.00	2.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.01813071	< 0.00	0.00	0.1193	0.00	3.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.04545104	< 0.00	0.00	0.2730	0.00	5.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.01509241	< 0.00	0.00	0.1535	0.00	3.00

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

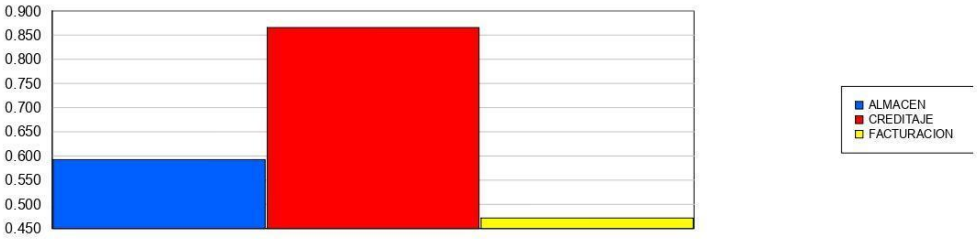
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.5926	< 0.01	0.3015	0.7936	0.00	1.00
CREDITAJE	0.8656	< 0.01	0.4813	0.9981	0.00	1.00
FACTURACION	0.4714	< 0.01	0.2489	0.6955	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.5926	< 0.01	0.3015	0.7936	0.00	1.00
CREDITAJE	0.8656	< 0.01	0.4813	0.9981	0.00	1.00
FACTURACION	0.9429	< 0.02	0.4979	1.3910	0.00	2.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
CREDITAJE	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
FACTURACION	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.5926	0.01	0.3015	0.7936
CREDITAJE	0.8656	0.01	0.4813	0.9981
FACTURACION	0.4714	0.01	0.2489	0.6955



Values Across All Replications

Unnamed Project

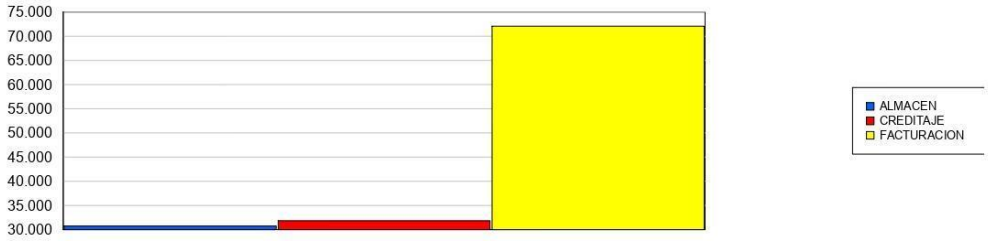
Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	30.7528	0.38	17.0000	39.0000
CREDITAJE	31.8139	0.39	17.0000	40.0000
FACTURACION	72.1028	1.05	36.0000	103.00



Values Across All Replications

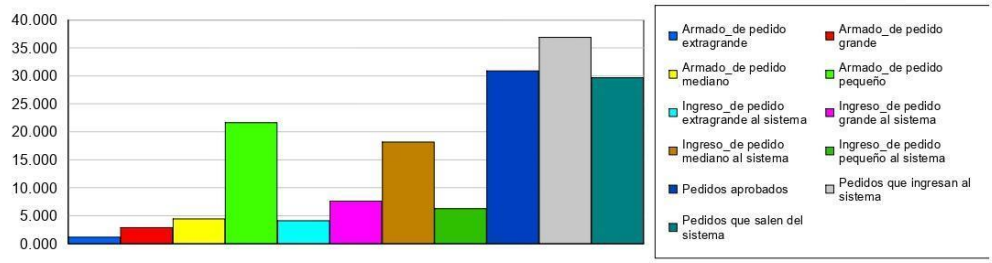
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.1472	< 0.11	0.00	5.0000
Armado_de pedido grande	2.8861	< 0.17	0.00	10.0000
Armado_de pedido mediano	4.4278	< 0.21	0.00	11.0000
Armado_de pedido pequeño	21.6306	< 0.36	12.0000	31.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	4.0833	< 0.22	0.00	10.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.5889	< 0.28	0.00	17.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	18.1528	< 0.43	6.0000	31.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	6.2722	< 0.26	1.0000	14.0000
Pedidos aprobados	30.8889	< 0.38	17.0000	39.0000
Pedidos que ingresan al sistema	36.8972	< 0.64	17.0000	58.0000
Pedidos que salen del sistema	29.6833	< 0.37	17.0000	38.0000



Anexo 4

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 2. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	28

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.1213	< 0.19	35.3280	46.6289	16.6774	79.10

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	55.8060	< 3.70	6.5104	165.45	0.00	314.

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	95.9273	< 3.73	46.5160	203.44	18.7679	353.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.3722	0.61	23.0000	54.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	28.2972	0.37	17.0000	38.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	6.4810	< 0.33	2.1079	17.0666	0.00	29.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.5049	< 0.05	0.00	4.1494	0.00	33.24
Armado de pedido extragrande.Queue	2.8905	< 0.49	0.00	25.4636	0.00	40.92
Armado de pedido grande.Queue	4.1225	< 0.45	0.00	27.3158	0.00	46.08
Armado de pedido mediano.Queue	4.4251	< 0.47	0.00	32.4396	0.00	48.11
Armado de pedido pequeno.Queue	4.7155	< 0.32	0.6597	24.6423	0.00	53.79
Documentacion de pedido.Queue	27.7508	< 2.05	2.7510	89.4437	0.00	159.
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	23.7985	< 1.93	0.00	108.96	0.00	152.
Ingreso de pedido extragrande.Queue	20.7061	< 1.78	0.00	94.7771	0.00	149.
Ingreso de pedido grande.Queue	23.8767	< 1.83	0.00	84.4183	0.00	146.
Ingreso de pedido mediano.Queue	25.6142	< 1.86	1.2449	79.1941	0.00	153.
Ingreso de pedido pequeno.Queue	25.8024	< 2.02	0.00	97.4493	0.00	141.

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.03256281	< 0.00	0.00	0.3074	0.00	4.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.01109315	< 0.00	0.00	0.1196	0.00	2.00
Armado de pedido grande.Queue	0.02790006	< 0.00	0.00	0.2503	0.00	2.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.04056507	< 0.00	0.00	0.3557	0.00	3.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.2078	< 0.02	0.03056783	1.2321	0.00	5.00
Documentacion de pedido.Queue	1.6631	< 0.13	0.1452	5.7342	0.00	12.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.2690	< 0.03	0.00	1.8574	0.00	6.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.1904	< 0.02	0.00	1.2789	0.00	4.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.3790	< 0.04	0.00189811	2.0556	0.00	7.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.9209	< 0.08	0.03577967	4.0786	0.00	11.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.3279	< 0.03	0.00	2.0795	0.00	6.00

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

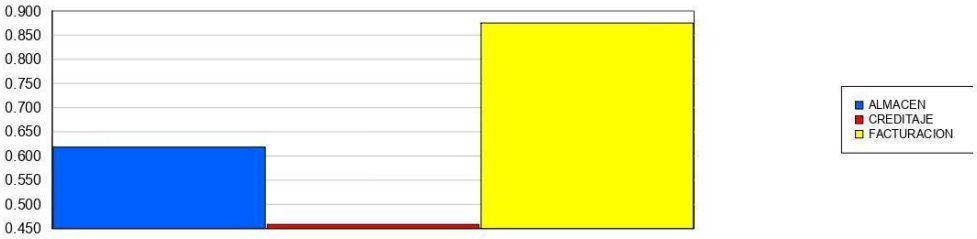
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6185	< 0.01	0.3983	0.8555	0.00	1.00
CREDITAJE	0.4585	< 0.01	0.2714	0.5909	0.00	1.00
FACTURACION	0.8754	< 0.01	0.5773	1.0000	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6185	< 0.01	0.3983	0.8555	0.00	1.00
CREDITAJE	0.9169	< 0.01	0.5429	1.1818	0.00	2.00
FACTURACION	0.8754	< 0.01	0.5773	1.0000	0.00	1.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
CREDITAJE	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00
FACTURACION	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.6185	0.01	0.3983	0.8555
CREDITAJE	0.4585	0.01	0.2714	0.5909
FACTURACION	0.8754	0.01	0.5773	1.0000



Values Across All Replications

Unnamed Project

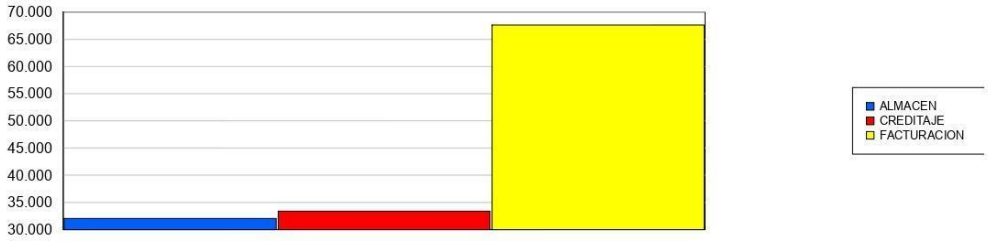
Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	32.0250	0.39	22.0000	41.0000
CREDITAJE	33.3778	0.40	22.0000	42.0000
FACTURACION	67.6389	0.75	44.0000	84.0000



Values Across All Replications

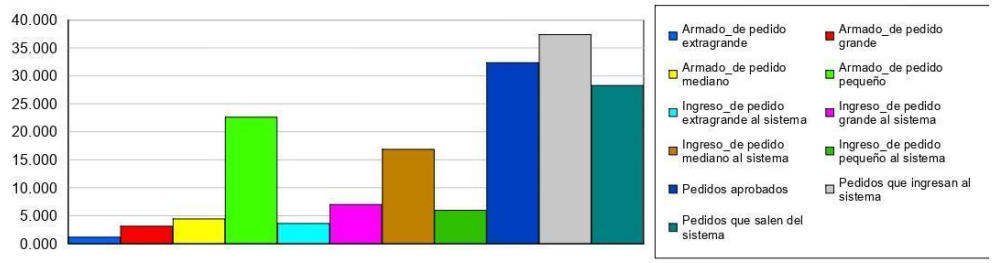
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.1639	< 0.12	0.00	6.0000
Armado_de pedido grande	3.1250	< 0.17	0.00	9.0000
Armado_de pedido mediano	4.4278	< 0.20	0.00	10.0000
Armado_de pedido pequeño	22.6222	< 0.37	13.0000	32.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	3.5861	< 0.20	0.00	9.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	6.9944	< 0.26	1.0000	14.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	16.8611	< 0.37	7.0000	31.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	5.9861	< 0.25	0.00	15.0000
Pedidos aprobados	32.3583	< 0.39	22.0000	41.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.3722	< 0.61	23.0000	54.0000
Pedidos que salen del sistema	28.2972	< 0.37	17.0000	38.0000



Anexo 5

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 3. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	34

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.2574	< 0.17	34.7241	44.6594	15.6951	77.43

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	14.0359	< 0.93	1.5124	61.3424	0.00	133.

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	54.2932	< 0.98	36.5368	104.70	17.6098	180.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.4500	0.57	23.0000	61.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	33.6528	0.49	22.0000	51.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	3.6581	< 0.11	1.6542	9.0181	0.00	17.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	2.1058	< 0.17	0.00	10.9369	0.00	44.91
Armado de pedido extragrande.Queue	6.6151	< 0.94	0.00	56.3113	0.00	79.25
Armado de pedido grande.Queue	9.2580	< 0.90	0.00	50.6474	0.00	94.85
Armado de pedido mediano.Queue	8.7181	< 0.85	0.00	64.1378	0.00	110.
Armado de pedido pequeno.Queue	9.4426	< 0.68	0.8411	45.5233	0.00	92.07
Documentacion de pedido.Queue	1.1522	< 0.11	0.00	9.2390	0.00	37.79
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	1.2791	< 0.17	0.00	11.4507	0.00	30.46
Ingreso de pedido extragrande.Queue	1.3403	< 0.20	0.00	11.8304	0.00	37.71
Ingreso de pedido grande.Queue	1.4153	< 0.17	0.00	11.4961	0.00	32.42
Ingreso de pedido mediano.Queue	1.4023	< 0.13	0.00	9.2040	0.00	39.73
Ingreso de pedido pequeno.Queue	1.4847	< 0.17	0.00	10.3428	0.00	30.21

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.1523	< 0.01	0.00	0.9114	0.00	6.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.02750560	< 0.00	0.00	0.4254	0.00	2.00
Armado de pedido grande.Queue	0.07248018	< 0.01	0.00	0.9235	0.00	4.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.08962861	< 0.01	0.00	0.9332	0.00	4.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.4631	< 0.04	0.04017539	2.5291	0.00	9.00
Documentacion de pedido.Queue	0.07784109	< 0.01	0.00	0.8726	0.00	4.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.01547419	< 0.00	0.00	0.2757	0.00	3.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.01157276	< 0.00	0.00	0.1482	0.00	2.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.02192842	< 0.00	0.00	0.1837	0.00	3.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.05248139	< 0.01	0.00	0.5186	0.00	4.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.01803138	< 0.00	0.00	0.1562	0.00	3.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

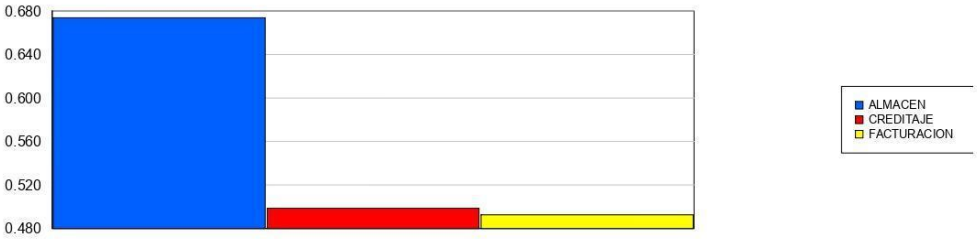
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6737	< 0.01	0.4032	0.9579	0.00	1.00
CREDITAJE	0.4986	< 0.01	0.3019	0.8413	0.00	1.00
FACTURACION	0.4925	< 0.01	0.2784	0.7917	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6737	< 0.01	0.4032	0.9579	0.00	1.00
CREDITAJE	0.9971	< 0.02	0.6039	1.6825	0.00	2.00
FACTURACION	0.9849	< 0.02	0.5568	1.5833	0.00	2.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
CREDITAJE	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00
FACTURACION	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.6737	0.01	0.4032	0.9579
CREDITAJE	0.4986	0.01	0.3019	0.8413
FACTURACION	0.4925	0.01	0.2784	0.7917



Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	34.7556	0.49	22.0000	52.0000
CREDITAJE	36.4583	0.56	23.0000	60.0000
FACTURACION	76.8889	1.14	47.0000	120.00



Values Across All Replications

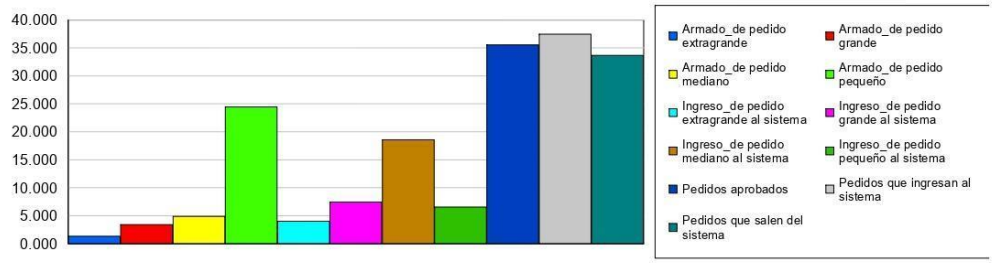
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.3306	< 0.12	0.00	6.0000
Armado_de pedido grande	3.4194	< 0.18	0.00	12.0000
Armado_de pedido mediano	4.8778	< 0.20	0.00	11.0000
Armado_de pedido pequeño	24.4306	< 0.46	14.0000	41.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	4.0139	< 0.19	0.00	10.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.4500	< 0.28	2.0000	15.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	18.5889	< 0.42	8.0000	36.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	6.5333	< 0.25	1.0000	14.0000
Pedidos aprobados	35.5472	< 0.54	22.0000	58.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.4500	< 0.57	23.0000	61.0000
Pedidos que salen del sistema	33.6528	< 0.49	22.0000	51.0000



Anexo 6

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 4. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	35

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.2808	< 0.16	34.7466	45.0206	14.7681	76.55

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	5.7038	< 0.43	0.5764	37.2456	0.00	93.37

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	45.9846	< 0.49	35.4254	78.3284	14.7681	136.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.8139	0.63	22.0000	62.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	34.8056	0.59	22.0000	59.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	3.1274	< 0.08	1.4433	8.5309	0.00	18.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	2.1812	< 0.19	0.00	18.2257	0.00	46.54
Armado de pedido extragrande.Queue	0.2423	< 0.09	0.00	9.3945	0.00	12.91
Armado de pedido grande.Queue	0.2768	< 0.07	0.00	3.9829	0.00	13.01
Armado de pedido mediano.Queue	0.2886	< 0.06	0.00	4.8726	0.00	10.77
Armado de pedido pequeno.Queue	0.3095	< 0.04	0.00	3.6232	0.00	18.49
Documentacion de pedido.Queue	1.4672	< 0.14	0.00456310	16.1077	0.00	43.91
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	1.3822	< 0.21	0.00	24.4285	0.00	35.18
Ingreso de pedido extragrande.Queue	1.3528	< 0.20	0.00	16.9166	0.00	29.56
Ingreso de pedido grande.Queue	1.4321	< 0.16	0.00	11.0071	0.00	34.26
Ingreso de pedido mediano.Queue	1.6111	< 0.14	0.00	11.6675	0.00	38.60
Ingreso de pedido pequeno.Queue	1.5960	< 0.20	0.00	18.8429	0.00	42.80

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.1615	< 0.02	0.00	2.0588	0.00	7.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.00090705	< 0.00	0.00	0.02391043	0.00	1.00
Armado de pedido grande.Queue	0.00222230	< 0.00	0.00	0.03563439	0.00	2.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.00308198	< 0.00	0.00	0.05413966	0.00	2.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.01508957	< 0.00	0.00	0.1476	0.00	3.00
Documentacion de pedido.Queue	0.1032	< 0.01	0.00018590	1.3721	0.00	7.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.01599168	< 0.00	0.00	0.2314	0.00	3.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.01244981	< 0.00	0.00	0.1692	0.00	3.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.02344789	< 0.00	0.00	0.2159	0.00	3.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.05982896	< 0.01	0.00	0.6060	0.00	4.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.02089593	< 0.00	0.00	0.2792	0.00	4.00

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

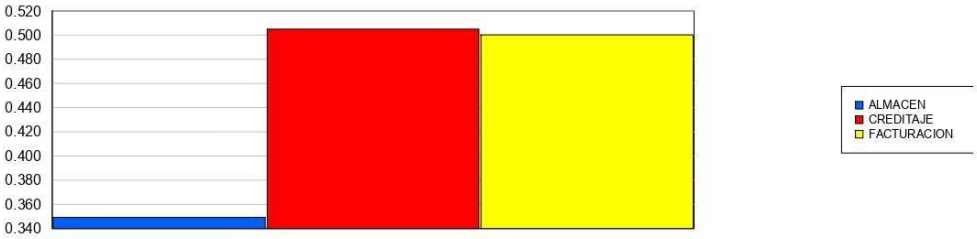
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.3493	< 0.01	0.1904	0.5666	0.00	1.00
CREDITAJE	0.5049	< 0.01	0.2590	0.8765	0.00	1.00
FACTURACION	0.5003	< 0.01	0.2584	0.8259	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6986	< 0.01	0.3808	1.1331	0.00	2.00
CREDITAJE	1.0098	< 0.02	0.5180	1.7531	0.00	2.00
FACTURACION	1.0005	< 0.02	0.5168	1.6517	0.00	2.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00
CREDITAJE	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00
FACTURACION	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.3493	0.01	0.1904	0.5666
CREDITAJE	0.5049	0.01	0.2590	0.8765
FACTURACION	0.5003	0.01	0.2584	0.8259



Values Across All Replications

Unnamed Project

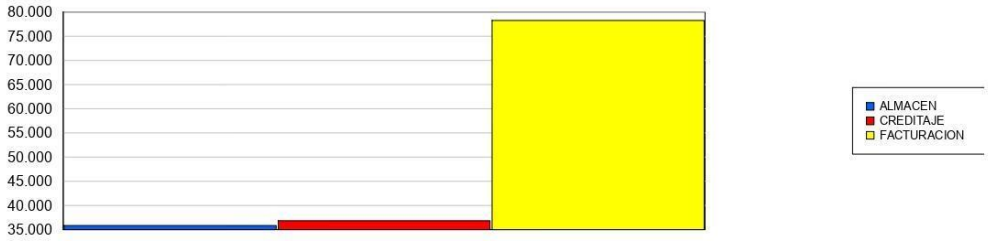
Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	35.8389	0.60	22.0000	61.0000
CREDITAJE	36.8222	0.62	22.0000	61.0000
FACTURACION	78.2917	1.30	45.0000	127.00



18:39:34 **Category Overview** Setiembre 5, 2021

Values Across All Replications

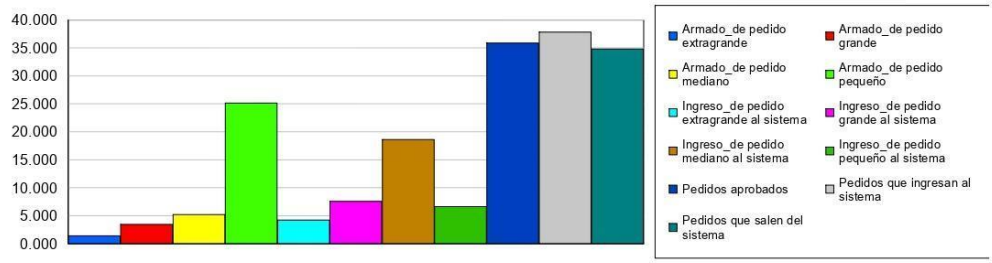
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.4139	< 0.12	0.00	5.0000
Armado_de pedido grande	3.4306	< 0.20	0.00	9.0000
Armado_de pedido mediano	5.1833	< 0.23	0.00	12.0000
Armado_de pedido pequeño	25.1306	< 0.50	13.0000	47.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	4.2194	< 0.21	0.00	13.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.5556	< 0.30	0.00	25.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	18.6167	< 0.45	8.0000	32.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	6.6194	< 0.26	0.00	15.0000
Pedidos aprobados	35.8639	< 0.60	22.0000	61.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.8139	< 0.63	22.0000	62.0000
Pedidos que salen del sistema	34.8056	< 0.59	22.0000	59.0000



Model Filename: F:\TSP TITULACION\Modelo 05.09.21 Page 6 of 6

Anexo 7

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 5. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	33

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.2815	< 0.17	36.0727	44.6635	15.6951	76.22

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	13.5690	< 0.87	1.9297	54.3467	0.00	137.

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	53.8505	< 0.91	39.4555	95.4148	18.1428	166.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.2417	0.60	24.0000	54.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	33.3750	0.53	22.0000	47.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	3.6055	< 0.11	1.7537	8.3183	0.00	18.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.2125	< 0.03	0.00	2.2916	0.00	27.40
Armado de pedido extragrande.Queue	8.2829	< 1.21	0.00	56.6101	0.00	85.49
Armado de pedido grande.Queue	10.1224	< 0.94	0.00	49.4365	0.00	93.38
Armado de pedido mediano.Queue	10.5413	< 0.91	0.00	60.7990	0.00	102.
Armado de pedido pequeno.Queue	10.8427	< 0.75	1.6753	43.1605	0.00	99.
Documentacion de pedido.Queue	1.1538	< 0.10	0.00	8.5262	0.00	42.23
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	1.3273	< 0.17	0.00	11.5838	0.00	29.31
Ingreso de pedido extragrande.Queue	1.3531	< 0.18	0.00	9.4943	0.00	27.74
Ingreso de pedido grande.Queue	1.4195	< 0.16	0.00	11.5199	0.00	37.85
Ingreso de pedido mediano.Queue	1.4173	< 0.13	0.00	11.1304	0.00	40.97
Ingreso de pedido pequeno.Queue	1.4656	< 0.17	0.00	8.7798	0.00	36.65

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.01506422	< 0.00	0.00	0.1825	0.00	4.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.03290633	< 0.01	0.00	0.3521	0.00	2.00
Armado de pedido grande.Queue	0.07686981	< 0.01	0.00	0.5214	0.00	4.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.1112	< 0.01	0.00	0.9007	0.00	5.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.5261	< 0.04	0.04646482	2.6361	0.00	10.00
Documentacion de pedido.Queue	0.07702822	< 0.01	0.00	0.6361	0.00	4.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.01511427	< 0.00	0.00	0.2145	0.00	3.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.01277633	< 0.00	0.00	0.1714	0.00	2.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.02198083	< 0.00	0.00	0.2987	0.00	3.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.05244736	< 0.01	0.00	0.5565	0.00	5.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.01837132	< 0.00	0.00	0.1430	0.00	3.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

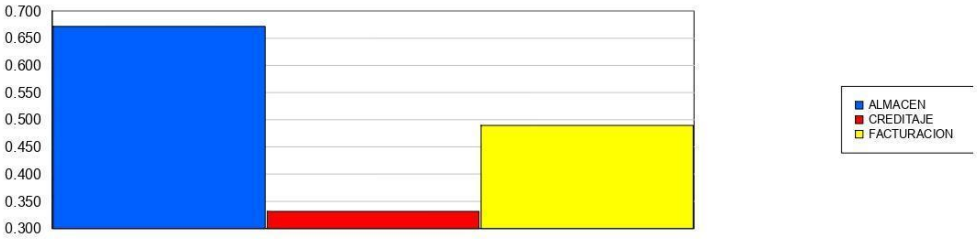
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6718	< 0.01	0.4072	0.9156	0.00	1.00
CREDITAJE	0.3315	< 0.01	0.1872	0.4963	0.00	1.00
FACTURACION	0.4897	< 0.01	0.2732	0.7157	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6718	< 0.01	0.4072	0.9156	0.00	1.00
CREDITAJE	0.9945	< 0.02	0.5615	1.4890	0.00	3.00
FACTURACION	0.9794	< 0.02	0.5463	1.4313	0.00	2.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
CREDITAJE	3.0000	< 0.00	3.0000	3.0000	3.0000	3.00
FACTURACION	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.6718	0.01	0.4072	0.9156
CREDITAJE	0.3315	0.01	0.1872	0.4963
FACTURACION	0.4897	0.01	0.2732	0.7157



Values Across All Replications

Unnamed Project

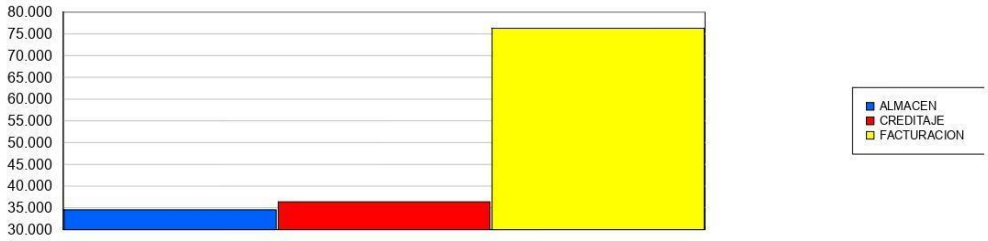
Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	34.5528	0.53	22.0000	49.0000
CREDITAJE	36.3750	0.59	24.0000	52.0000
FACTURACION	76.2806	1.20	48.0000	106.00



Values Across All Replications

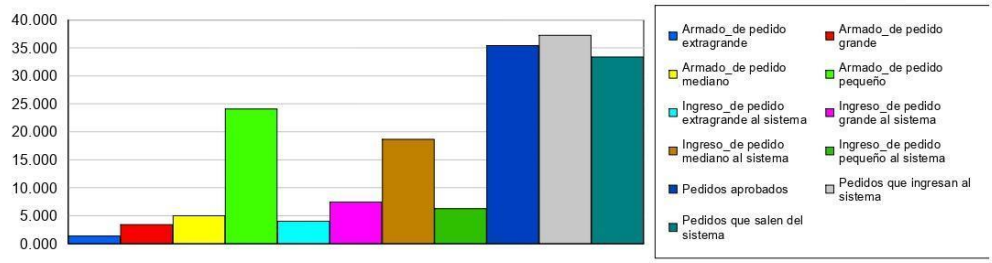
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.3556	< 0.12	0.00	5.0000
Armado_de pedido grande	3.4167	< 0.19	0.00	11.0000
Armado_de pedido mediano	4.9806	< 0.23	0.00	12.0000
Armado_de pedido pequeño	24.0750	< 0.48	12.0000	38.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	4.0194	< 0.20	0.00	10.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.4194	< 0.27	1.0000	15.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	18.6722	< 0.43	7.0000	32.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	6.2667	< 0.27	0.00	14.0000
Pedidos aprobados	35.4111	< 0.58	22.0000	49.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.2417	< 0.60	24.0000	54.0000
Pedidos que salen del sistema	33.3750	< 0.53	22.0000	47.0000



Anexo 8

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 6. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	33

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.2948	< 0.16	36.2139	45.2297	15.5936	78.66

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	12.1777	< 0.94	1.6097	56.6564	0.00	133

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	52.4725	< 0.98	39.6623	97.4277	16.3253	175.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.2722	0.61	23.0000	52.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	33.3167	0.52	20.0000	47.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	3.5237	< 0.11	1.7259	8.4115	0.00	16.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.3610	< 0.05	0.00	2.9910	0.00	21.53
Armado de pedido extragrande.Queue	8.9225	< 1.21	0.00	76.9783	0.00	86.74
Armado de pedido grande.Queue	11.2303	< 1.16	0.00	68.4869	0.00	108.
Armado de pedido mediano.Queue	10.9459	< 0.97	0.00	64.5138	0.00	123.
Armado de pedido pequeno.Queue	11.8064	< 0.92	1.5174	56.7305	0.00	126.
Documentacion de pedido.Queue	0.1125	< 0.02	0.00	0.8799	0.00	16.96
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.1952	< 0.05	0.00	4.7228	0.00	15.86
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.1452	< 0.04	0.00	2.6866	0.00	10.83
Ingreso de pedido grande.Queue	0.1768	< 0.03	0.00	1.7790	0.00	14.06
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.2164	< 0.03	0.00	2.8522	0.00	17.93
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.1675	< 0.04	0.00	3.2272	0.00	11.47

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.02633992	< 0.00	0.00	0.2408	0.00	5.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.03311079	< 0.00	0.00	0.3756	0.00	3.00
Armado de pedido grande.Queue	0.0902	< 0.01	0.00	0.9112	0.00	4.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.1153	< 0.01	0.00	0.8612	0.00	4.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.5852	< 0.05	0.04215047	3.4542	0.00	10.00
Documentacion de pedido.Queue	0.00743467	< 0.00	0.00	0.05498746	0.00	2.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.00231736	< 0.00	0.00	0.04372973	0.00	2.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.00136890	< 0.00	0.00	0.03980164	0.00	2.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.00290275	< 0.00	0.00	0.03565097	0.00	2.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.00799184	< 0.00	0.00	0.0951	0.00	4.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.00204530	< 0.00	0.00	0.03206340	0.00	2.00

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

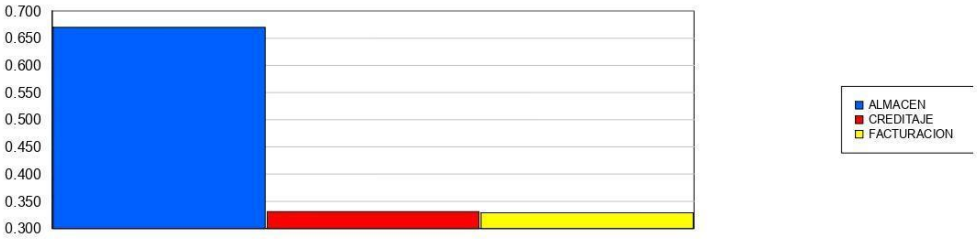
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6700	< 0.01	0.3661	0.9592	0.00	1.00
CREDITAJE	0.3310	< 0.01	0.1844	0.5060	0.00	1.00
FACTURACION	0.3289	< 0.01	0.1837	0.4755	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6700	< 0.01	0.3661	0.9592	0.00	1.00
CREDITAJE	0.9929	< 0.02	0.5531	1.5179	0.00	3.00
FACTURACION	0.9866	< 0.02	0.5510	1.4264	0.00	3.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
CREDITAJE	3.0000	< 0.00	3.0000	3.0000	3.0000	3.00
FACTURACION	3.0000	< 0.00	3.0000	3.0000	3.0000	3.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.6700	0.01	0.3661	0.9592
CREDITAJE	0.3310	0.01	0.1844	0.5060
FACTURACION	0.3289	0.01	0.1837	0.4755



Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	34.4056	0.53	20.0000	48.0000
CREDITAJE	36.5194	0.59	23.0000	52.0000
FACTURACION	76.6028	1.24	46.0000	106.00



18:48:16 **Category Overview** Setiembre 5, 2021

Values Across All Replications

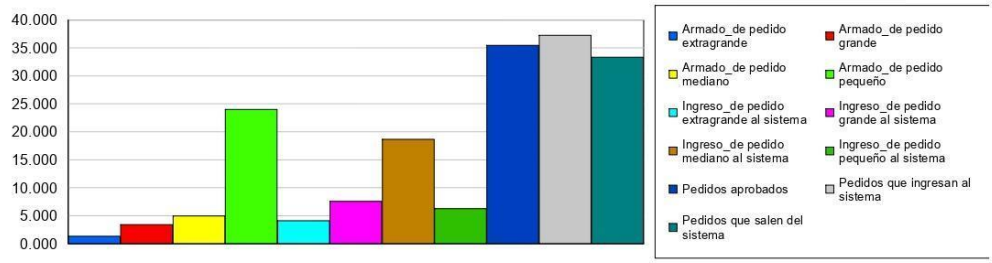
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.3306	< 0.11	0.00	5.0000
Armado_de pedido grande	3.4000	< 0.18	0.00	11.0000
Armado_de pedido mediano	4.9500	< 0.22	0.00	12.0000
Armado_de pedido pequeño	23.9806	< 0.47	13.0000	39.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	4.1000	< 0.20	0.00	13.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.5556	< 0.28	1.0000	18.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	18.6500	< 0.45	6.0000	32.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	6.2444	< 0.25	0.00	13.0000
Pedidos aprobados	35.4500	< 0.58	20.0000	52.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.2722	< 0.61	23.0000	52.0000
Pedidos que salen del sistema	33.3167	< 0.52	20.0000	47.0000



Anexo 9

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 7. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	34

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.2057	< 0.17	35.8369	44.6556	16.5504	85.53

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	1.3315	< 0.11	0.00	6.0248	0.00	42.65

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	41.5373	< 0.22	36.1857	47.8901	16.5504	89.86

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.2361	0.60	21.0000	61.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	34.4583	0.58	21.0000	59.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	2.7689	< 0.05	1.6036	5.2577	0.00	12.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.3261	< 0.04	0.00	2.5424	0.00	20.66
Armado de pedido extragrande.Queue	0.5281	< 0.15	0.00	8.3831	0.00	14.51
Armado de pedido grande.Queue	0.6028	< 0.11	0.00	6.8625	0.00	20.07
Armado de pedido mediano.Queue	0.6259	< 0.10	0.00	8.2553	0.00	18.10
Armado de pedido pequeno.Queue	0.6379	< 0.06	0.00	3.5482	0.00	23.02
Documentacion de pedido.Queue	0.1663	< 0.02	0.00	1.2806	0.00	15.02
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.1971	< 0.05	0.00	3.3734	0.00	14.02
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.1722	< 0.05	0.00	4.8091	0.00	10.47
Ingreso de pedido grande.Queue	0.1503	< 0.03	0.00	2.4023	0.00	14.84
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.2055	< 0.03	0.00	1.7141	0.00	12.60
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.1580	< 0.04	0.00	3.1153	0.00	13.87

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.02371980	< 0.00	0.00	0.2065	0.00	5.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.00183814	< 0.00	0.00	0.03872721	0.00	1.00
Armado de pedido grande.Queue	0.00479253	< 0.00	0.00	0.04693394	0.00	2.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.00657668	< 0.00	0.00	0.1223	0.00	3.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.03084190	< 0.00	0.00	0.1768	0.00	3.00
Documentacion de pedido.Queue	0.01153424	< 0.00	0.00	0.0954	0.00	3.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.00259110	< 0.00	0.00	0.04782670	0.00	2.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.00150980	< 0.00	0.00	0.03277278	0.00	2.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.00259247	< 0.00	0.00	0.04448642	0.00	2.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.00760041	< 0.00	0.00	0.07467859	0.00	2.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.00200584	< 0.00	0.00	0.03975730	0.00	2.00

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

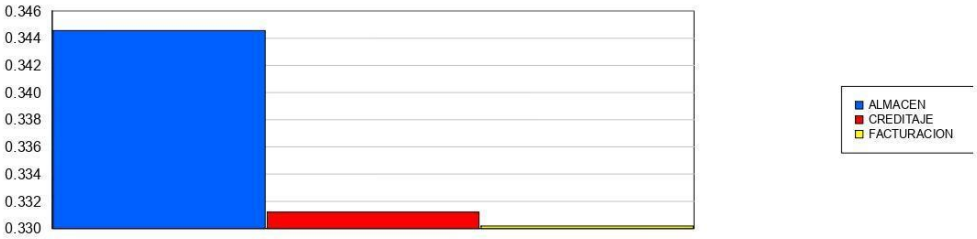
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.3446	< 0.01	0.1754	0.6269	0.00	1.00
CREDITAJE	0.3312	< 0.01	0.1801	0.5840	0.00	1.00
FACTURACION	0.3302	< 0.01	0.2045	0.5301	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6891	< 0.01	0.3507	1.2537	0.00	2.00
CREDITAJE	0.9936	< 0.02	0.5403	1.7519	0.00	3.00
FACTURACION	0.9905	< 0.02	0.6135	1.5904	0.00	3.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00
CREDITAJE	3.0000	< 0.00	3.0000	3.0000	3.0000	3.00
FACTURACION	3.0000	< 0.00	3.0000	3.0000	3.0000	3.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.3446	0.01	0.1754	0.6269
CREDITAJE	0.3312	0.01	0.1801	0.5840
FACTURACION	0.3302	0.01	0.2045	0.5301



Values Across All Replications

Unnamed Project

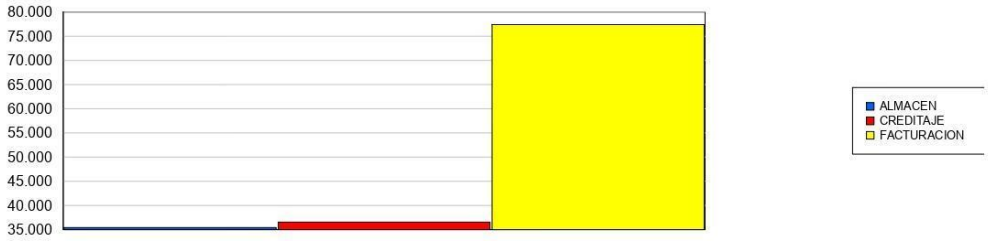
Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	35.4250	0.60	21.0000	59.0000
CREDITAJE	36.5250	0.60	21.0000	59.0000
FACTURACION	77.4000	1.28	45.0000	125.00



Values Across All Replications

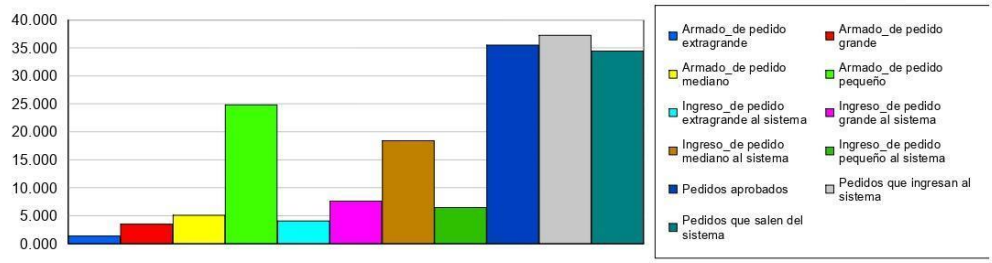
Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.3583	< 0.12	0.00	5.0000
Armado_de pedido grande	3.4694	< 0.20	0.00	10.0000
Armado_de pedido mediano	5.0639	< 0.24	0.00	13.0000
Armado_de pedido pequeño	24.8306	< 0.50	11.0000	40.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	4.0639	< 0.21	0.00	12.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.6139	< 0.29	1.0000	16.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	18.4111	< 0.44	5.0000	32.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	6.4444	< 0.25	1.0000	15.0000
Pedidos aprobados	35.4917	< 0.60	21.0000	59.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.2361	< 0.60	21.0000	61.0000
Pedidos que salen del sistema	34.4583	< 0.58	21.0000	59.0000



Anexo 10

Datos observados en la simulación con Arena Simulator para la alternativa 8. En formato Catogery Overview

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	33

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	40.3209	< 0.17	34.6619	45.2716	15.7144	80.65

NVA Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Wait Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	11.9306	< 0.91	0.9731	73.3840	0.00	141.

Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Other Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	0.00	< 0.00	0.00	0.00	0.00	0.

Total Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	52.2516	< 0.95	36.4380	115.39	15.7144	181.

Other

Number In	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	37.3028	0.63	24.0000	59.0000

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
PEDIDO	33.3000	0.55	20.0000	49.0000

WIP	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
PEDIDO	3.5260	< 0.12	1.6498	11.6794	0.00	19.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	2.5641	< 0.24	0.00	27.2160	0.00	65.38
Armado de pedido extragrande.Queue	7.0772	< 1.09	0.00	80.8475	0.00	134.
Armado de pedido grande.Queue	9.1319	< 1.04	0.00	84.6917	0.00	118.
Armado de pedido mediano.Queue	8.8461	< 0.83	0.00	44.6110	0.00	103.
Armado de pedido pequeno.Queue	9.4063	< 0.75	0.8593	54.1285	0.00	126.
Documentacion de pedido.Queue	0.1127	< 0.02	0.00	0.9954	0.00	16.47
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.1575	< 0.04	0.00	3.4488	0.00	10.27
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.1663	< 0.05	0.00	4.5189	0.00	11.98
Ingreso de pedido grande.Queue	0.1627	< 0.04	0.00	3.2711	0.00	11.37
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.2091	< 0.04	0.00	3.0942	0.00	13.67
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.2022	< 0.05	0.00	2.8877	0.00	13.55

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
Aprobacion de pedido.Queue	0.1898	< 0.02	0.00	2.9587	0.00	9.00
Armado de pedido extragrande.Queue	0.02703425	< 0.00	0.00	0.4520	0.00	2.00
Armado de pedido grande.Queue	0.07140171	< 0.01	0.00	0.6273	0.00	5.00
Armado de pedido mediano.Queue	0.0979	< 0.01	0.00	0.9967	0.00	4.00
Armado de pedido pequeno.Queue	0.4697	< 0.04	0.03448031	3.4170	0.00	10.00
Documentacion de pedido.Queue	0.00746561	< 0.00	0.00	0.05897730	0.00	2.00
Ingreso de cliente nuevo al sistema.Queue	0.00203428	< 0.00	0.00	0.06386637	0.00	3.00
Ingreso de pedido extragrande.Queue	0.00144175	< 0.00	0.00	0.03828668	0.00	2.00
Ingreso de pedido grande.Queue	0.00257896	< 0.00	0.00	0.03483968	0.00	2.00
Ingreso de pedido mediano.Queue	0.00768681	< 0.00	0.00	0.1084	0.00	4.00
Ingreso de pedido pequeno.Queue	0.00243048	< 0.00	0.00	0.04908078	0.00	2.00

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

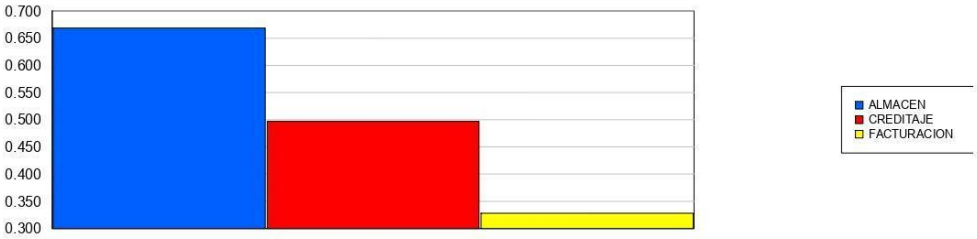
Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6687	< 0.01	0.3770	0.9521	0.00	1.00
CREDITAJE	0.4971	< 0.01	0.2956	0.8292	0.00	1.00
FACTURACION	0.3279	< 0.01	0.1890	0.5151	0.00	1.00

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	0.6687	< 0.01	0.3770	0.9521	0.00	1.00
CREDITAJE	0.9941	< 0.02	0.5911	1.6584	0.00	2.00
FACTURACION	0.9837	< 0.02	0.5670	1.5452	0.00	3.00

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maxim Va
ALMACEN	1.0000	< 0.00	1.0000	1.0000	1.0000	1.00
CREDITAJE	2.0000	< 0.00	2.0000	2.0000	2.0000	2.00
FACTURACION	3.0000	< 0.00	3.0000	3.0000	3.0000	3.00

Scheduled Utilization	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	0.6687	0.01	0.3770	0.9521
CREDITAJE	0.4971	0.01	0.2956	0.8292
FACTURACION	0.3279	0.01	0.1890	0.5151



Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Total Number Seized

	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
ALMACEN	34.3889	0.56	20.0000	50.0000
CREDITAJE	36.4500	0.63	22.0000	58.0000
FACTURACION	76.4250	1.27	46.0000	113.00



Unnamed Project

Replications: 360 Time Units: Minutes

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
Armado_de pedido extragrande	1.2472	< 0.11	0.00	5.0000
Armado_de pedido grande	3.3806	< 0.18	0.00	9.0000
Armado_de pedido mediano	5.0278	< 0.23	0.00	12.0000
Armado_de pedido pequeño	24.0028	< 0.49	10.0000	38.0000
Ingreso_de pedido extragrande al sistema	4.1694	< 0.21	0.00	11.0000
Ingreso_de pedido grande al sistema	7.5611	< 0.29	2.0000	16.0000
Ingreso_de pedido mediano al sistema	18.5333	< 0.43	9.0000	36.0000
Ingreso_de pedido pequeño al sistema	6.3889	< 0.26	0.00	14.0000
Pedidos aprobados	35.4194	< 0.62	20.0000	56.0000
Pedidos que ingresan al sistema	37.3028	< 0.63	24.0000	59.0000
Pedidos que salen del sistema	33.3000	< 0.55	20.0000	49.0000

