

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Reducción del tiempo promedio de espera de clientes en los trámites de
importación y exportación en una agencia de una empresa naviera

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

Presentado por:

Henry Gustavo Pita Borbor

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia, mi padre Luis y mi madre Mery, y mis hermanos Andrés y Shirley, quienes son los que me han apoyado incondicionalmente en mi etapa universitaria, sin ellos no hubiera conseguido las metas que hoy en día he logrado.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fuerza y bendiciones durante toda esta etapa de estudio.

A mi familia, que con su apoyo he logrado cumplir mis metas tanto profesionales como personales, siendo ellos mi fuente de inspiración para superarme día a día.

A los profesores, quienes impartieron sus conocimientos y experiencias laborales para formarme profesionalmente.

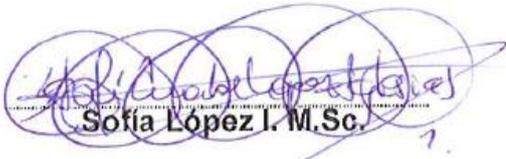
DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Henry Gustavo Pita Borbor* y doy mi consentimiento para que la ESPOl realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



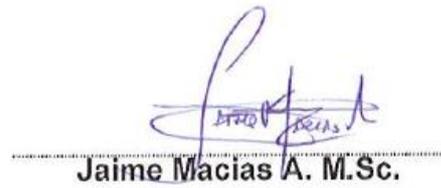
Henry Gustavo Pita Borbor
AUTOR

EVALUADORES



Sofia Lopez I. M.Sc.

PROFESORA DE LA MATERIA



Jaime Macias A. M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En la mayoría de las empresas de servicio los tiempos de espera en cola son considerados como un factor crítico de un servicio debido a que este impacta directamente en la satisfacción del cliente. Por lo anterior, estas organizaciones consideran importante ejecutar proyectos orientados a la reducción de los tiempos de espera en cola. El presente proyecto de titulación se efectuó en una agencia de una empresa Naviera, ubicada en Guayaquil (Ecuador), la misma que ha venido recibiendo quejas por parte de los clientes por el tiempo excesivo de espera en cola al solicitar un servicio, siendo este en promedio de 36 minutos. Por lo anterior, el objetivo principal del proyecto fue reducir el tiempo promedio de espera en cola en al menos 10%, analizando los trámites que generan mayor tiempo de servicio, con el fin de mejorar el proceso de servicio que actualmente se lleva. La metodología implementada en este proyecto fue DMAIC, la misma que sirvió para resolver el problema mencionado anteriormente. La metodología DMAIC tiene cinco fases, las cuales son: Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control. La solución que permitió reducir los tiempos promedio de espera en cola, se enfocó en reducir la cantidad de ocasiones de espera y mantener la misma disponibilidad de servidores aun durante las horas de almuerzo. Esto se logró mediante la redistribución de funciones específicas entre los servidores de la agencia y la creación de capacidad interna, que consistió en remplazar a los servidores por una persona interna, durante la hora de almuerzo. Mediante el software Flexsim, se modelizó las soluciones propuestas, los tiempos promedio de espera en cola se redujeron en un 61%, comparado con el mes de Junio (sistema sin mejoras), obteniendo un tiempo promedio de espera en cola de 8,61 min, lo cual evidenció que, con estas mejoras propuestas, se redujo el tiempo promedio de espera substancialmente.

Palabras Clave: cola, naviera, Flexsim, simulación.

ABSTRACT

In the majority of service companies, queuing times are considered as a critical factor due to its direct impact on customer satisfaction. Therefore, these organizations consider important to carry out projects oriented to reduce waiting times in queue. This Capstone project was carried out in an agency of a shipping company, located in the city of Guayaquil (Ecuador), which has received complaints from customers for the excessive waiting time when requesting a service. This time have been 36 minutes on average. Consequently, the main objective of the project was to reduce the average waiting time in queue by at least 10%, analyzing the procedures that reduce the longest service time, in order to improve the service process currently being carried out. The methodology implemented in this project was DMAIC, the same that served to solve the problem mentioned above. The DMAIC methodology has five phases, which are Definition, Measurement, Analysis, Improvement and Control. The solution that reduced the total average waiting times in queue, focused on reducing the number of waiting occasions and maintaining the same availability of servers even during lunch hours. This was possible by the redistribution of specific functions between the agency's servers and the creation of internal capacity, which consisted in replacing the servers by an internal person, during lunchtime. Using the Flexsim software, the proposed solutions were modeled, the average waiting time in queue was reduced by 61%, compared with the month of June (system without improvements), obtaining an average waiting time in queue of 8.61 min, which shows that, with these improvements proposal, the average waiting time was reduced substantially.

Keywords: *queue, Shipping company, Flexsim, simulation.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	X
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.1.1 Variable de interés	2
1.1.2 Alcance	3
1.1.3 Restricciones.....	4
1.2 Justificación del problema.....	5
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Marco teórico	6
1.4.1 DMAIC.....	6
1.4.2 VOC	7
1.4.3 CTQ.....	7
1.4.4 SIPOC	8
1.4.5 Técnica 4W +1H.....	8
1.4.6 Diagrama Ishikawa.....	8
1.4.7 Pareto.....	8

1.4.8	Análisis de Capacidad.....	9
1.4.9	Simulador Flexsim.....	9
CAPÍTULO 2.....		10
2.	Metodología.....	10
2.1	Medición.....	10
2.1.1	Plan de Recolección de datos.....	10
2.1.2	Verificación de datos.....	11
2.1.3.	Estratificación del problema.....	14
2.2	Análisis.....	20
2.2.1	Análisis de causas.....	20
2.2.2	Plan de verificación de causas.....	25
2.2.3	Determinación de las causas raíces (¿5 por qué?).....	31
2.3	Mejora.....	33
2.3.1	Propuestas de mejora.....	33
2.3.2	Priorización de las propuestas de mejora.....	34
2.3.3	Plan de implementación de soluciones.....	36
2.3.4	Descripción de las soluciones.....	37
2.4	Implementación/Modelado.....	41
2.4.1	Redefinir funciones del personal (los servidores deberían imprimir los BL y verificar información).....	41
2.4.2	Crear capacidad interna.....	43
2.4.3	Desarrollo del modelo FlexSim.....	44
2.5	Control.....	49
CAPÍTULO 3.....		51
3.	Resultados y análisis.....	51
3.1	Representación del sistema sin mejoras y con mejoras.....	51

3.2	Comparación de tiempos promedios de espera en cola.....	52
3.3	Análisis de beneficios	56
CAPÍTULO 4.....		58
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	58
4.1	Conclusiones	58
4.2	Recomendaciones	58
BIBLIOGRAFÍA.....		59
ANEXOS		60

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control
CTQ	Critical to Quality
VOC	Voice of Customers
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers Diagram
B/L	Bill of lading
ECAS	Carta de salida
SIPSE	Sistema de generación de turnos
EXP	Exportación
IMP	Importación
VAN	Valor actual neto
PPK	Indicador de desempeño del proceso
TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento

SIMBOLOGÍA

<i>min</i>	Minutos
%	Porcentaje
\$	Dólar
<i>H₀</i>	Hipótesis nula
<i>H₁</i>	Hipótesis alternativa

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Situación Actual (inicio del proyecto)	1
Figura 1.2 Tiempos promedios de servicio y espera en cola de enero a mayo 2019 ..	2
Figura 1.3 CTQ (Árbol de variables críticas)	3
Figura 1.4 Macro-Proceso	4
Figura 1.5 Diagrama SIPOC – Atención al cliente	4
Figura 2.1 Prueba de Tukey – Datos proporcionados vs datos recolectados	12
Figura 2.2 Formato datos recolectados	13
Figura 2.3 Trámites de la firma 1 y la firma 2.....	14
Figura 2.4 Tiempo promedio de servicio y espera en cola de enero a mayo 2019 de la firma 1	14
Figura 2.5 Tiempo promedio de servicio y espera en cola de enero a mayo 2019 de la firma 2.....	15
Figura 2.6 Análisis de capacidad de la agencia	16
Figura 2.7 Análisis de capacidad firma 1	17
Figura 2.8 Análisis de capacidad firma 2	18
Figura 2.9 Pareto – tiempo total por trámite durante dos semanas	19
Figura 2.10 Lluvia de ideas.....	21
Figura 2.11 Diagrama de Ishikawa - Causas	22
Figura 2.12 Diagrama de Pareto – Causas.....	23
Figura 2.13 Impacto vs Control.....	24
Figura 2.14 Frecuencia de las causas	26
Figura 2.15 Histograma de tiempo – Importación – Espera de documento B/L.....	27
Figura 2.16 Histograma de tiempo – Exportación – Espera de documento B/L.....	28
Figura 2.17 Prueba de Tukey – Tiempos de impresión de B/L – trámites de importación y exportación.....	29
Figura 2.18 Histograma de tiempo – Espera de información	29
Figura 2.19 Tiempos de espera en cola por periodos.....	30
Figura 2.20 Lluvia de Ideas – Soluciones	33
Figura 2.21 Matriz Impacto vs esfuerzo	34

Figura 2.22 Diagrama funcional actual – Trámites de importación	38
Figura 2.23 Diagrama funcional mejorado – Trámites de importación.....	39
Figura 2.24 Ilustración del sistema sin capacidad interna.....	40
Figura 2.25 Ilustración del sistema con capacidad interna	40
Figura 2.26 Valores individuales de los tiempos de servicio de importación del servidor 1	41
Figura 2.27 Valores individuales de los tiempos de servicio de importación del servidor 2.....	42
Figura 2.28 Clientes promedio por día.....	43
Figura 2.29 Representación del modelo Flexsim Sistema sin mejoras con 2 servidores	46
Figura 2.30 Representación del modelo Flexsim Mejorado I con 3 servidores.....	46
Figura 2.31 Prueba Tukey modelo antes – Comprobación de medias FLEXSIM vs SIPSE	47
Figura 2.32 Prueba de Tukey modelo actual – Comprobación de medias FLEXSIM vs SIPSE	48
Figura 2.33 Formato de muestreo de trabajo – Capacidad interna.....	50
Figura 2.34 Manual de funciones - Servidor	50
Figura 3.1 Representación del sistema sin mejoras	51
Figura 3.2 Representación del sistema con mejoras	52
Figura 3.3 Tiempos promedios de espera en cola sin mejoras y con mejoras I.....	53
Figura 3.4 Simulación de los tiempos de espera en cola (mejora II).....	53
Figura 3.5 Diagrama de cajas – Sistema sin mejoras vs sistema con mejoras II.....	54
Figura 3.6 Diagrama de cajas – Sistema sin mejoras vs Sistema con mejoras I.....	55
Figura 3.7 Comportamiento del tiempo de espera en cola y el porcentaje de ocio vs número de servidores	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos	11
Tabla 2.2 Tiempo de servicio por trámite.....	20
Tabla 2.3 Nivel de consecuencia	22
Tabla 2.4 Nivel de frecuencia	22
Tabla 2.5 Matriz Causa - Efecto.....	23
Tabla 2.6 Matriz Impacto vs Control	24
Tabla 2.7 Plan de verificación de causas.....	25
Tabla 2.8 Frecuencia de las causas	26
Tabla 2.9 Frecuencia de rangos de tiempos – Importación – Espera documento B/L27	
Tabla 2.10 Frecuencia de rangos de tiempos – Exportación – Espera documento B/L	28
Tabla 2.11 Frecuencia de rangos de tiempos – Espera de información	30
Tabla 2.12 Determinación causas raíces (¿5 por qué?)	31
Tabla 2.13 Funciones del personal de documentación y soporte al cliente	32
Tabla 2.14 Análisis de costos - Soluciones.....	34
Tabla 2.15 Sensibilidad de las soluciones	35
Tabla 2.16 Plan de implementación.....	36
Tabla 2.17 Escenario de Flexsim.....	44
Tabla 2.18 Condiciones de flexsim	44
Tabla 2.19 Distribuciones del sistema sin mejoras	45
Tabla 2.20 Distribuciones de la espera de documento BL.....	45
Tabla 2.21 Distribuciones del sistema mejora I (2 servidores).....	45
Tabla 2.22 Distribuciones del sistema mejorado I (3 servidores).....	45
Tabla 2.23 Distribuciones del sistema mejorado II.....	45
Tabla 2.24 Plan de control	49
Tabla 3.1 Escenario efectuados para los resultados	52
Tabla 3.2 Resultados de la prueba de hipótesis (sin mejoras vs con mejoras II).....	54
Tabla 3.3 Resultados de la prueba de hipótesis (sin mejoras vs con mejoras I).....	55
Tabla 3.4 Tabla comparativa entre mejoras y cantidad de servidores	56
Tabla 3.5 Flujo de caja incremental	57

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto se desarrolló en una empresa Naviera ubicada en la ciudad de Guayaquil. La empresa brinda diferentes servicios a los clientes como pagos de los Bills of Lading (B/L), retiro de los documentos B/L, los cuales se detallarán más adelante. La empresa Naviera tiene diferentes firmas que se administran en la agencia las cuales llamaremos firma 1 y firma 2. Estas dos firmas realizan trámites de importación y exportación. La empresa contaba con 3 servidores a mediados de mayo para la firma 1, pero desde esa fecha, la cantidad de servidores se redujo a dos servidores. La cantidad de servidores de la firma 2 se mantuvo en uno. Los servidores solicitan información o documentación al personal interno, para poder entregar los requerimientos que solicita el cliente, siendo este proceso de suma importancia para establecer las actividades que no agregan valor, y poder establecer propuestas de mejora. Al mejorar los tiempos de servicios, se reducirán los tiempos de espera en cola, ya que los servidores tendrán mayor disponibilidad y por ende se brindará un mejor servicio al cliente. Este proyecto busca reducir los tiempos de espera en cola, para ello, se buscará los factores que afecten a la misma, a través de metodologías y herramientas estadísticas que permitan identificar las causas y las posibles mejoras para el proyecto.

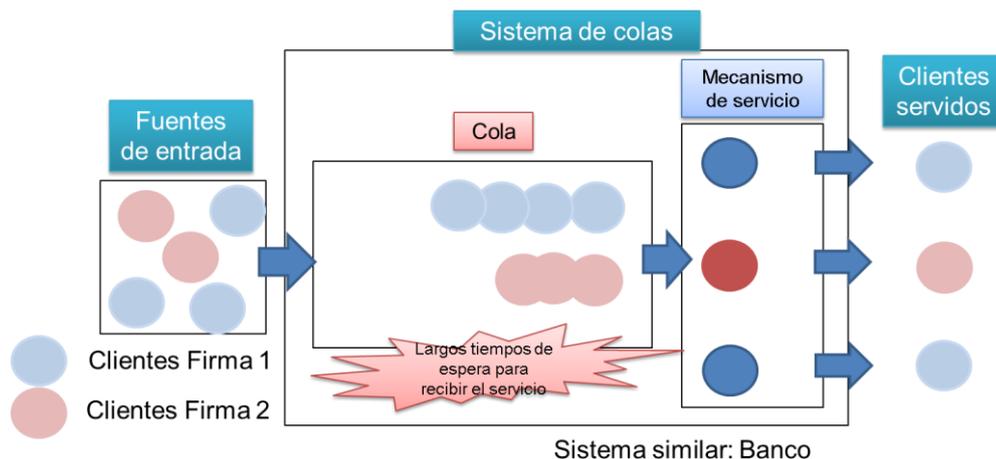


Figura 1.1 Situación Actual (inicio del proyecto)

Elaborado por: Henry Pita

1.1 Descripción del problema

Actualmente los clientes presentan quejas por los largos tiempos de espera que se generan para ser atendidos en las ventanillas de la Matriz principal de Guayaquil, provocando malestar no solo para el cliente, sino al personal que conforma la empresa. La empresa naviera procura brindar un servicio de calidad a sus clientes, por lo cual la empresa se ve en la necesidad de atacar este problema.

En la figura 1.2 se puede observar los tiempos promedio de espera y los tiempos de servicio desde enero hasta mayo del 2019.

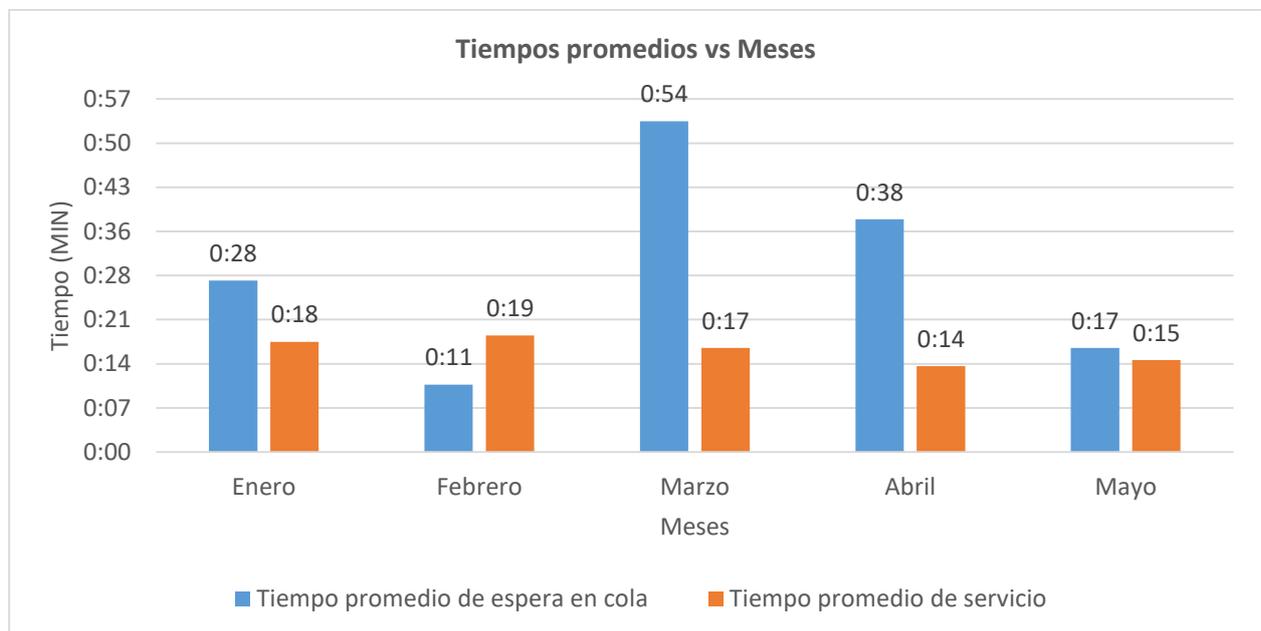


Figura 1.2 Tiempos promedios de servicio y espera en cola de enero a mayo 2019

Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

El tiempo promedio de espera en cola es de 30 minutos, lo que nos lleva a definir el problema como:

“El tiempo promedio de espera en cola de los clientes en una agencia de una empresa naviera, desde enero hasta mayo del 2019, ha sido 30 minutos, mientras que la compañía desea que el tiempo promedio de espera en cola sea 15 minutos”.

1.1.1 Variable de interés

Para determinar las necesidades de los clientes se efectuó un VOC, el mismo que sirvió para identificar las variables críticas de calidad (CTQ). Esta herramienta nos ayudó a transformar las necesidades de los clientes en variables medibles y seleccionar las

variables que tienen mayor impacto o mayor relevancia relacionado al problema. En la figura 1.3 se puede observar el CTQ Tree.



Figura 1.3 CTQ (Árbol de variables criticas)
 Elaborado por: Henry Pita

La selección de la variable crítica del problema fue de acuerdo a la frecuencia de las necesidades que presentaba el cliente, siendo el tiempo de espera en cola, el 44% de las necesidades del cliente. De igual forma esta variable fue consultada con el personal de la empresa como los servidores y el supervisor de caja o ventanilla, quienes estaban de acuerdo con la elección de la variable mencionada.

1.1.2 Alcance

En este proyecto se examinará únicamente las actividades que afecten directamente la atención en ventanilla de los diferentes trámites que se efectúan en la agencia, tanto de la firma 1 y la firma 2. Los trámites realizados vía telefónica no serán objeto de estudio, dado que se quiere evitar los tiempos de espera en cola de los clientes en la agencia. Los clientes antes de acercarse a la agencia pasan por diferentes procesos los que se detallan a continuación, el único proceso que se efectúa en ventanilla es el proceso de servicio al cliente, como lo indica la figura 1.4.



Figura 1.4 Macro-Proceso

Elaborado por: Henry Pita y Personal de documentación

Para conocer lo que se efectúa en el proceso de Atención al cliente, se realizó un diagrama SIPOC, como se muestra en la figura 1.5.

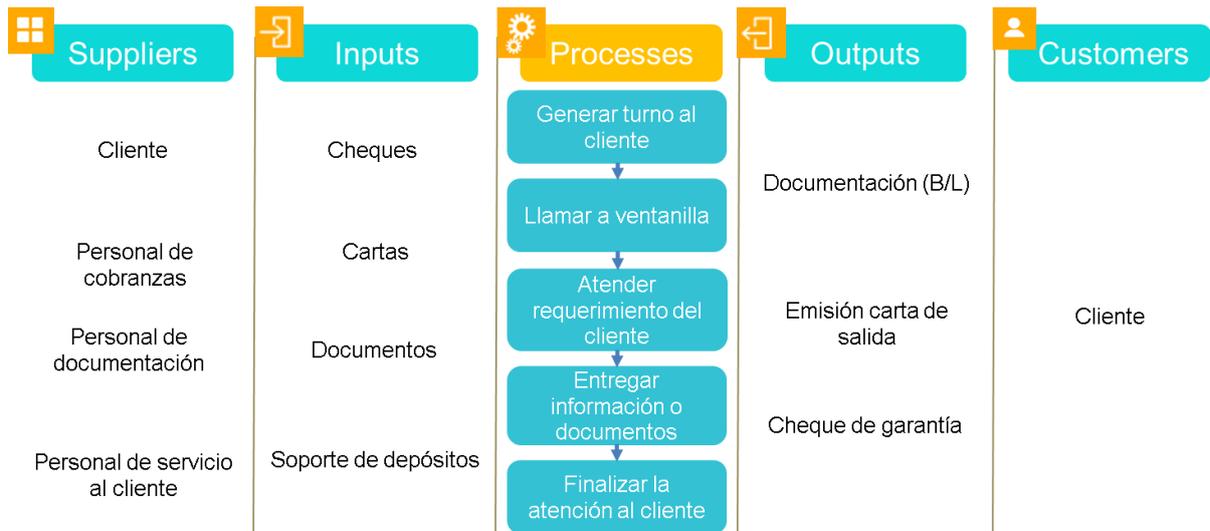


Figura 1.5 Diagrama SIPOC – Atención al cliente

Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja y Servidores

Mediante el diagrama SIPOC se pudo determinar que el proyecto estará orientado a mejorar el servicio que se brinde en ventanilla, y todos los factores que generen tiempo de espera en cola excesivos en la agencia. Uno de los aspectos claves de este proyecto es determinar la cantidad de trámites que se efectúan en las distintas ventanillas de la agencia y determinar si existe alguna diferencia entre las ventanillas que brindan servicio al cliente.

1.1.3 Restricciones

Las restricciones del proyecto son las siguientes:

- La empresa no cuenta con manual o guía de trabajo de los trámites que se efectúan en ventanilla.
- La capacidad de la agencia es limitada.

- Existen únicamente 4 servidores, 3 servidores son de la firma 1 y un servidor para la firma 2. Dos servidores de la firma 1 atiende a clientes y un servidor realiza trámites internos, es decir no atiende a los clientes en ventanilla.
- La empresa está en un proceso de transición donde se efectuarán cambios en los trámites que se realizan en ventanilla.
- Los clientes no solo realizan trámites para un B/L sino para varios B/L.

1.2 Justificación del problema

Los elevados tiempos de espera en cola al recibir el servicio en la agencia, generan cierto malestar en los clientes, los mismo que llegan a ser hasta 1 hora o más, por lo que el problema es de suma importancia. Este puede ser un motivo potencial por el cual el cliente prefiera a la competencia, ya que los clientes buscan agilidad en los trámites que efectúan. Por tal razón el estudio del problema permitirá reducir el tiempo de servicio y agilizar los diferentes trámites que se efectúan en ventanilla.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Para cumplir con los requerimientos de los clientes en la atención en las ventanillas, se plantea el siguiente objetivo general:

“Reducir el tiempo promedio de espera en cola de los clientes que son atendidos en ventanilla al menos un 10%”

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las ventanillas donde se presente el mayor tiempo de espera
- Optimizar los tiempos de atención en las diferentes ventanillas.
- Analizar los procesos que se efectúan en ventanilla actualmente con el fin de determinar las actividades que no agregan valor.
- Determinar si la capacidad instalada en el sistema es la óptima para atender la demanda de clientes.

1.4 Marco teórico

1.4.1 DMAIC

La metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) se utiliza esencialmente para mejorar los procesos, basado en la metodología Seis Sigma, el cual consiste en reducir la variabilidad de los procesos, siguiendo una estructura definida y ordenada, la misma que se describió anteriormente con sus siglas. En cada una de estas etapas se utilizan diferentes herramientas para el desarrollo de un proyecto de mejora.

Definir (Define)

Para esta etapa se selecciona o escoge un posible proyecto, con la colaboración de la dirección de la empresa o persona de interés en el proyecto. Es muy usual utilizar herramientas como: VOC (Voice of customers), CTQ (Critical to quality) y mapa de proceso SIPOC, los mismos que permiten definir con claridad el problema a resolver.

Medir (Measure)

Una vez seleccionado el problema a resolver, se debe determinar las variables o factores que la afectan, para ello tenemos que conocer si estas variables son cualitativas o cuantitativas, analizando el impacto que tiene sobre el problema. Una vez determinada las variables que afectan al proceso, se procede a medir y analizar estas variables con herramientas como: Pareto, Análisis de capacidad.

Analizar (Analyze)

Esta etapa tiene como objetivo analizar las variables recolectas y definir cuáles son las causas posibles que las provocan o generan. Luego de definir las posibles causas que generan el problema, se efectúa una priorización de las mismas, con el fin de enfocarse en las variables que genera mayor variabilidad en el proceso. Los criterios para priorizar estas variables se limitan a que tan controlable son las variables y cuál es su impacto real, para esto se realizan pruebas estadísticas para determinar la validez de estos supuestos. Las herramientas usualmente usadas en esta etapa son: Lluvia de ideas, Diagrama Ishikawa.

Mejorar (Improve)

Para esta etapa, se busca reducir o eliminar las causas que provocan el problema mediante la generación o búsqueda de posibles soluciones, donde se selecciona la mejor alternativa que mejore el proceso. Para la selección de la mejor alternativa, se realiza una evaluación del impacto que tendrá sobre el problema y el análisis económico que se genere al implementarlo. Las herramientas usadas para esta etapa son: Lluvia de ideas, Matriz Impacto – Esfuerzo.

Controlar (Control)

Finalmente, la etapa de control tiene como finalidad mantener las soluciones para garantizar la mejora de los procesos, en el cual se desarrollan mecanismos o estrategias que garanticen su permanencia.

1.4.2 VOC

VOC o Voice of customer, es una herramienta que se utiliza para recolectar las necesidades del cliente, ya sea un cliente interno, como por ejemplo un gerente o departamento dentro de la organización, o un cliente externo como por ejemplo una persona externa que requiere un servicio. Esta herramienta tiene como objetivo conocer las exigencias del cliente y guiar a la empresa u organización a tratar de cumplirlas para obtener un buen servicio al cliente. Existen diferentes métodos para obtener la voz del cliente, la más utilizada son las entrevistas, seguido de las encuestas, observaciones, registros, etcétera. Una vez recolectada la información, estos datos son utilizados para la elaboración de los CTQ (criterios de calidad).

1.4.3 CTQ

CTQ o Critical to quality, es una herramienta que se utiliza para transformar las necesidades de los clientes en variables cuantificables, destinadas a mejorar el proceso o producto. Para el desarrollo de un proyecto, los criterios de calidad suelen ser varios, y la selección de la variable dependerá de la organización y del objetivo que se quiera lograr. Este criterio de calidad es fundamental para la definición del problema.

1.4.4 SIPOC

El diagrama SIPOC es una herramienta utilizada para determinar los factores que afectan al proceso que estará bajo estudio. Este diagrama ayuda a tener una idea generalizada de los procesos y subprocesos que se efectúen dentro de una organización, con el objetivo de delimitar y definir bien un proyecto de mejora. SIPOC es el acrónimo de Suppliers, Inputs, Process, Output, Customers. Suppliers se refiere a las personas o departamentos que intervienen en el proceso, Inputs se refiere a las entradas que se requieren para efectuar un proceso, como oficios, cartas, etcétera, Process describe las actividades que se realizan en el proceso, Output se indican los productos que se obtienen al realizar el proceso, como por ejemplo la elaboración de un lápiz, y finalmente en Customers se colocan las personas que reciben el producto o servicio.

1.4.5 Técnica 4W +1H

La técnica 4W +1H se utiliza para definir el problema siendo las 4W las preguntas: ¿Qué?, ¿Quién?, ¿Cuándo? y ¿Dónde?, y H la pregunta: ¿Cómo?. Esta técnica tiene como objetivo describir en detalle la problemática a mejorar, y garantizar que se cumpla con el objetivo de mejora, enfocando el desarrollo del proyecto.

1.4.6 Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, conocido también como diagrama Causa-Efecto, se utiliza para clasificar las causas por categorías. Para el desarrollo del diagrama de Ishikawa, se coloca como cabeza el problema que se desea solucionar, luego se colocan las causas por categorías, las categorías del diagrama son: Mano de obra, Maquina, Material, Administración, Método, Ambiente. Esta herramienta ayuda a conocer las causas principales o causa raíces, así como también las causas secundarias, permitiendo de una manera gráfica definir la relación de las causas que tienen entre sí.

1.4.7 Pareto

El diagrama de Pareto tiene como objetivo priorizar variables o alternativas que se encuentren en estudio, en el caso del desarrollo de un proyecto, es difícil a simple vista tomar una decisión o establecer las prioridades sin un análisis cuantitativo. En términos

simples el diagrama de Pareto es un histograma ordenado, y para el desarrollo del mismo se necesita cuantificar las variables a priorizar. El diagrama de Pareto también se lo conoce como la regla 80-20, el mismo que se lo explica en un ejemplo de calidad: El 20% de los defectos, representan el 80% de las inconformidades.

1.4.8 Análisis de Capacidad

El análisis de capacidad mide si un proceso cumple con las especificaciones del cliente ya sea en términos de servicio o productos. Un proceso es capaz siempre y cuando el análisis de capacidad arroje un valor alto, caso contrario, el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones. Para el presente proyecto el análisis de capacidad se efectuó con la ayuda del programa MINITAB.

1.4.9 Simulador Flexsim

El simulador Flexsim es un programa que permitirá evaluar las diferentes alternativas de solución propuestas en el presente proyecto. Para la elaboración de un modelo de simulación, se necesita determinar las distribuciones tanto para los tiempos de arribo, como los tiempos de servicio, además establecer las condiciones de los distintos escenarios que se deseen evaluar.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La metodología implementada en este proyecto fue DMAIC que permitirá resolver el problema estipulado en el capítulo 1, por medio de sus diferentes etapas que son las fases de Definición, Medición, Análisis, Mejora e Implementación y Control. La etapa de definición fue definida en el capítulo anterior, por lo que se presentaran a continuación el desarrollo de las siguientes etapas.

En la etapa de medición se realizará un plan de recolección de datos donde se expondrán las variables de estudio y su correspondiente verificación y validación. En la etapa de análisis se estudiarán las causas raíces del problema, y en las etapas de Mejora e Implementación y Control, se detallarán las alternativas de mejora y el control de las misma con el objetivo de reducir y mejorar los tiempos de atención al cliente, que a su vez reducirá los tiempos de espera en cola de las personas se acercan a recibir el servicio.

2.1 Medición

La definición del problema, los objetivos, alcance y variables respuesta tienen que estar claramente definidos, antes de proceder a la etapa de medición. En la etapa de medición se procede a levantar información sobre los procesos que se realizan en ventanilla, con la finalidad de conocer la cantidad de trámites que se efectúan, para así poder identificar los trámites que generan mayor tiempo de servicio e identificar factores claves que puedan resolver el problema.

2.1.1 Plan de Recolección de datos

Se estableció un plan de recolección con la finalidad de recoger todas las variables de interés, con el fin de determinar responsables, objetivos y las características de los datos a recolectar.

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos

QUÉ			DÓNDE	CUÁNDO	CÓMO		POR QUÉ	QUIÉN
Significado	Unidad de medida	Tipo de dato	Donde recolectarlo?	Cuando Recolectarlo?	Método de Observación	Método de Recolección	Por qué recolectarlo?	Persona a Cargo
Tiempo de arribos de los clientes	Minutos	Cuantitativo - continuo	Base de datos	Inicio de la etapa de medición	Entrevistas	Datos históricos	Permite determinar la tasa de arribo de los clientes para la simulación	Henry Pita
Tiempo de servicio	Minutos	Cuantitativo - continuo	Base de datos	Inicio de la etapa de medición	Entrevistas	Datos históricos	Permite determinar el tiempo de servicio de los servidores la simulación	Henry Pita
Cantidad de servidores	Cantidad de servidores	Cuantitativo - discreto	Área de atención al cliente	Inicio de la etapa de medición	Observación directa	Datos históricos	Permite determinar los servidores en la simulación	Henry Pita
Tipo de trámites	Cualitativo	Cualitativo - nominal	Área de atención al cliente	Inicio de la etapa de medición	Entrevista	Recolección de información de los servidores	Permite clasificar los tipos de trámites con sus respectivos tiempos de servicios	Henry Pita
Tiempo de espera en los trámites	Minutos	Cualitativo - continuo	Área de atención al cliente	Inicio de la etapa de medición	Observación directa	Estudio de tiempos	Permite determinar los tiempos improductivos que se generan en cada trámite y el motivo	Henry Pita

Elaborado por: Henry Pita

2.1.2 Verificación de datos

Luego de la recolección de datos se necesita verificar la confiabilidad de los mismos tanto los cualitativos como los cuantitativos.

Los datos que fueron considerados para la verificación son:

- Tiempos de espera en cola
- Tiempos de servicio
- Tiempo de espera en los trámites (causas de un servicio prolongado)

Los dos métodos que se utilizaron para la verificación de datos fueron: Verificación Estadística y Verificación Gemba.

Los tiempos de servicio y tiempos de espera en cola son registrados por la empresa a través de un sistema llamado SIPSE. Para determinar si los datos son confiables, se procedió a realizar un estudio de tiempos, con el fin de realizar una comparación y verificar si los tiempos son los mismos, debido a que las personas toman aleatoriamente tickets sin importar el trámite que vayan a efectuar. Por tal razón se realizó un análisis

ANOVA y prueba de TUKEY para determinar si existe diferencia significativa entre los datos proporcionados por el sistema y los datos recolectados.

Para el análisis ANOVA, el valor de P fue de 0,091 siendo mayor a $\alpha=0.05$, y la prueba de Tukey demostró que el intervalo contiene al número cero de acuerdo a la figura 2.1, por lo tanto, se puede concluir que no existe diferencia significativa entre las medias de los datos proporcionados y los datos recolectados. Cabe recalcar que estas pruebas fueron efectuadas con un 95% de confiabilidad.

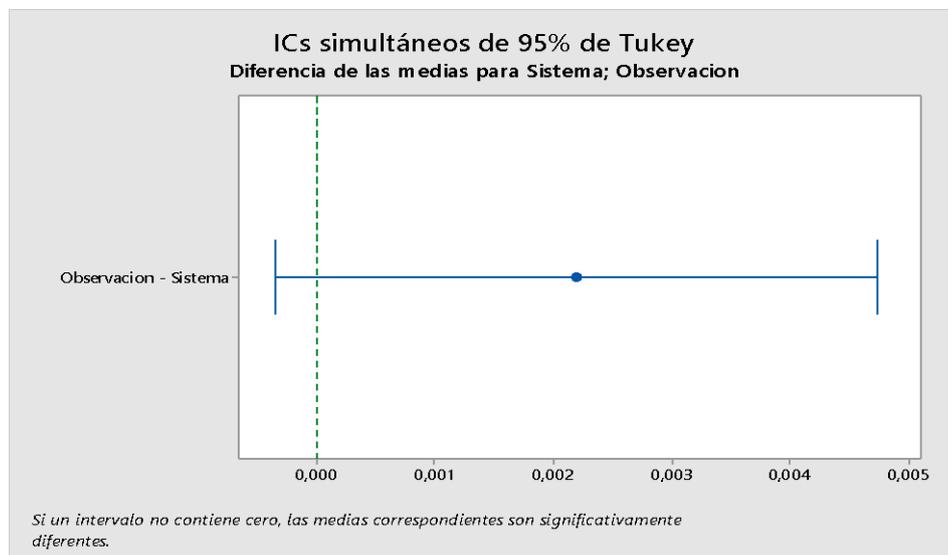


Figura 2.1 Prueba de Tukey – Datos proporcionados vs datos recolectados
Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

Recoleccion de informacion - tiempos de espera en cola - tiempos de servicios

Fecha	Ventanilla	Turno	Cant tramites	Tiempo de espera en cola	Tiempo de servicio
	4	ACS	1	0:09:45	0:12:40
	5	CC16	1	0:07:07	0:21:12
	1	CR2	1	0:07:13	0:09:12
	1	CC4	1	0:00:34	0:28:19
	5	CC6	1	0:00:01	0:28:19
	1	CT2	1	0:00:01	0:09:29
	1	CC7	1	0:00:02	0:05:34
	5	CC8	1	0:00:01	0:07:19
	1	CC25	1	0:00:08	0:09:47
	4	AC8	1	0:12:39	0:08:36
	1	CC26	2	0:03:37	0:20:59
	4	AC9	1	0:00:37	0:19:29
	1	CC28	2	0:03:25	0:03:20
	5	CC29	1	0:03:25	0:15:22
	5	CT5	1	0:05:20	0:03:31
	1	CC35	1	0:12:06	0:09:03
	1	CC36	3	0:13:39	0:22:33
	5	CC37	1	0:17:44	0:06:34
	4	AA1	2	0:11:03	0:16:24
	4	AC14	1	0:00:07	0:07:29
	1	CE2	5	0:22:12	0:38:34
	5	CC39	2	0:35:11	0:19:37
	1	CC41	2	0:58:01	0:14:43
	5	CC40	1	0:54:01	0:09:22

Firma del Analista

Firma Jefe de Caja

Figura 2.2 Formato datos recolectados

Elaborado por: Henry Pita

Para verificar las actividades que se realizan en un trámite determinado, se realizó una verificación de GEMBA con el personal de ventanilla y supervisor de cobranzas (jefe de caja), los cuales afirmaron que dichas actividades son las que se realizan en ventanilla.

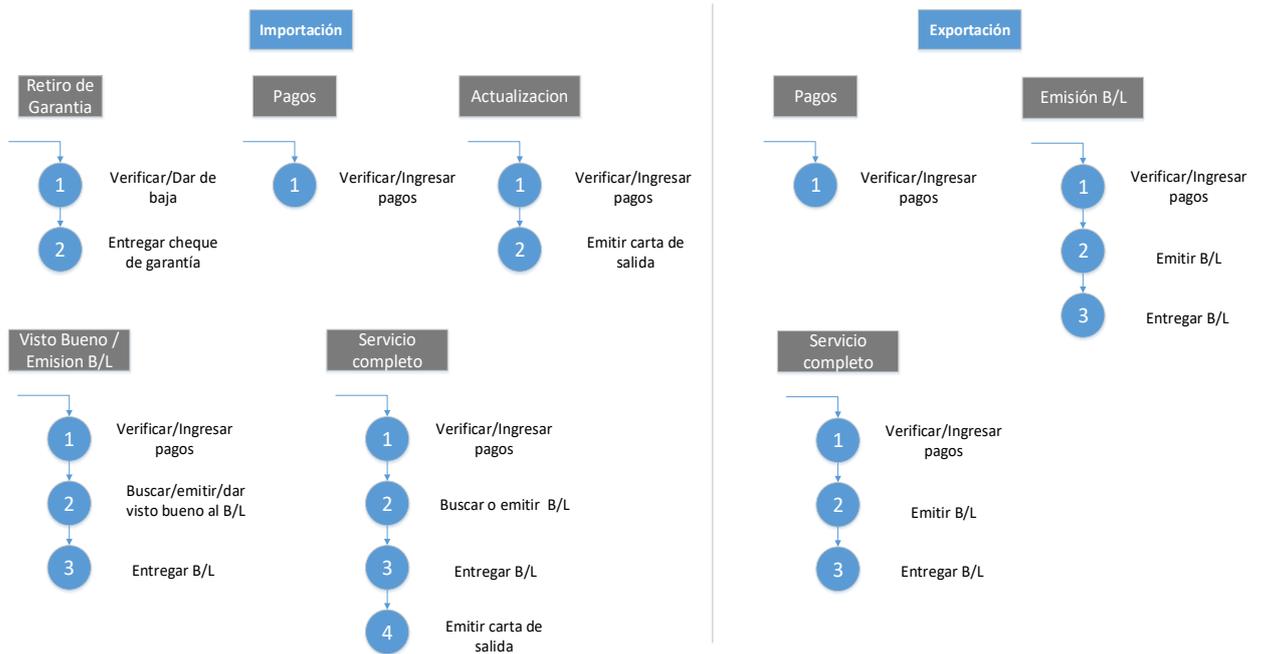


Figura 2.3 Trámites de la firma 1 y la firma 2
 Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja y Servidores

2.1.3. Estratificación del problema

Como anteriormente se había mencionado, la agencia trabaja con dos firmas. Debido a que existen servidores para cada una de las firmas mencionadas, se procedió a realizar un análisis por firma de los tiempos de espera en cola.

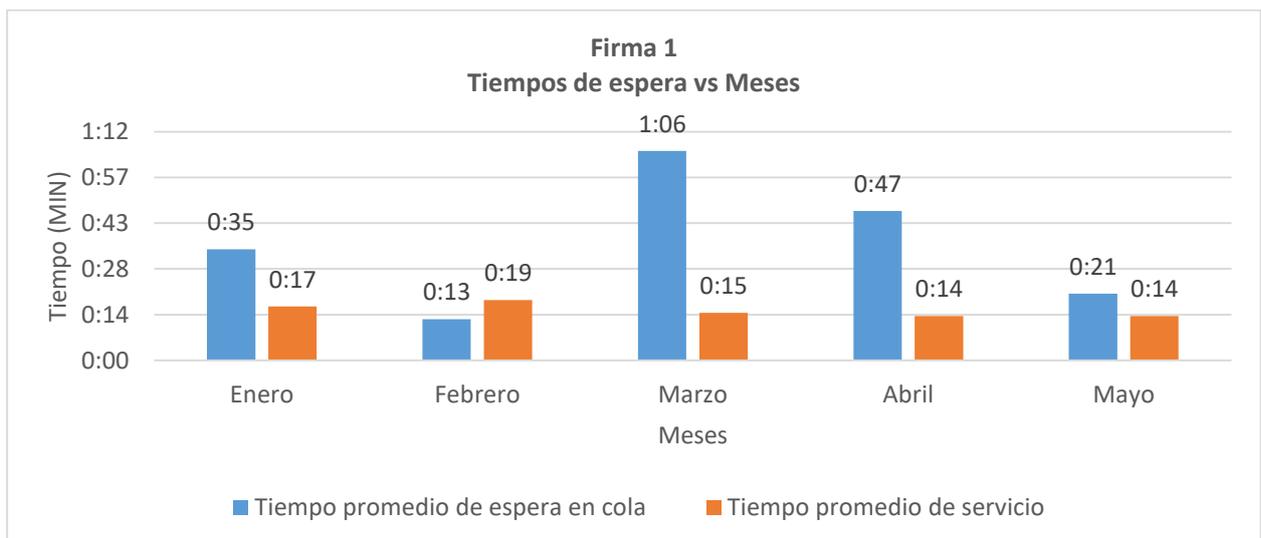


Figura 2.4 Tiempo promedio de servicio y espera en cola de enero a mayo 2019 de la firma 1
 Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

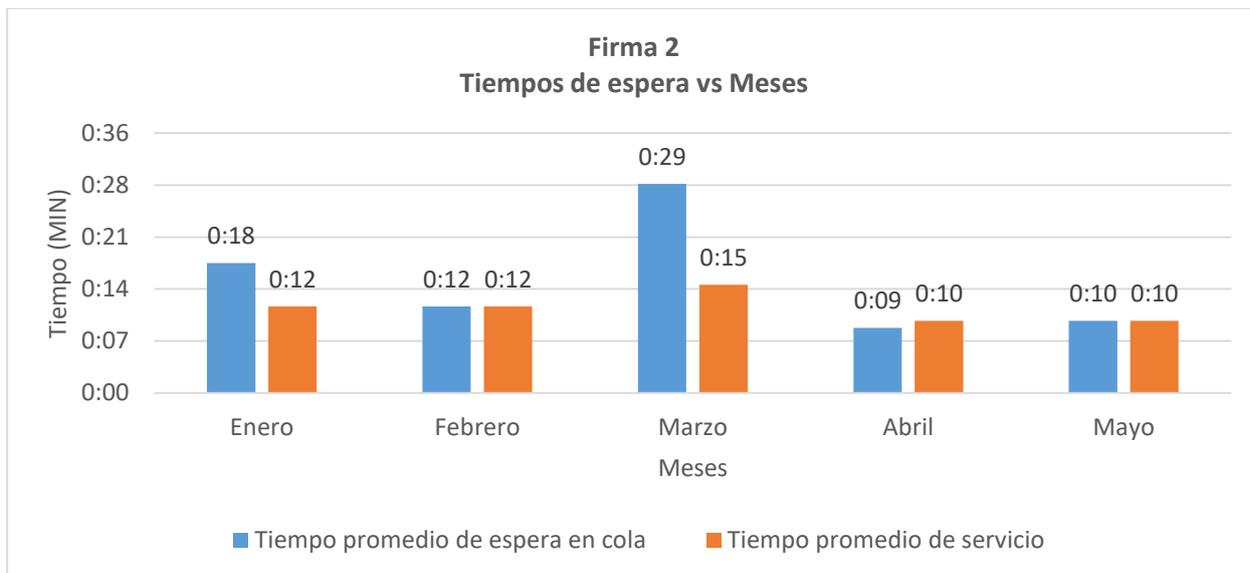


Figura 2.5 Tiempo promedio de servicio y espera en cola de enero a mayo 2019 de la firma 2
Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

Como se puede observar en la figura 2.5, la firma 2 tiene menores tiempos promedio de espera en cola por meses, en comparación con la firma 1, siendo el promedio de espera en cola total de 15 min de la firma 2 y 36 minutos de la firma 1.

Análisis de capacidad

Para determinar si los clientes esperan mucho tiempo al recibir el servicio, se procede a realizar un análisis de capacidad, con el objetivo de medir si el sistema es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente, en este caso el tiempo que están dispuestos a esperar los clientes. El tiempo máximo estimado que están dispuestos a esperar los clientes es de 27 minutos en promedio, valor obtenido a través del VOC.

Informe de capacidad del proceso de Tiempos de espera Mayo Cálculos basados en el modelo de distribución Exponencial

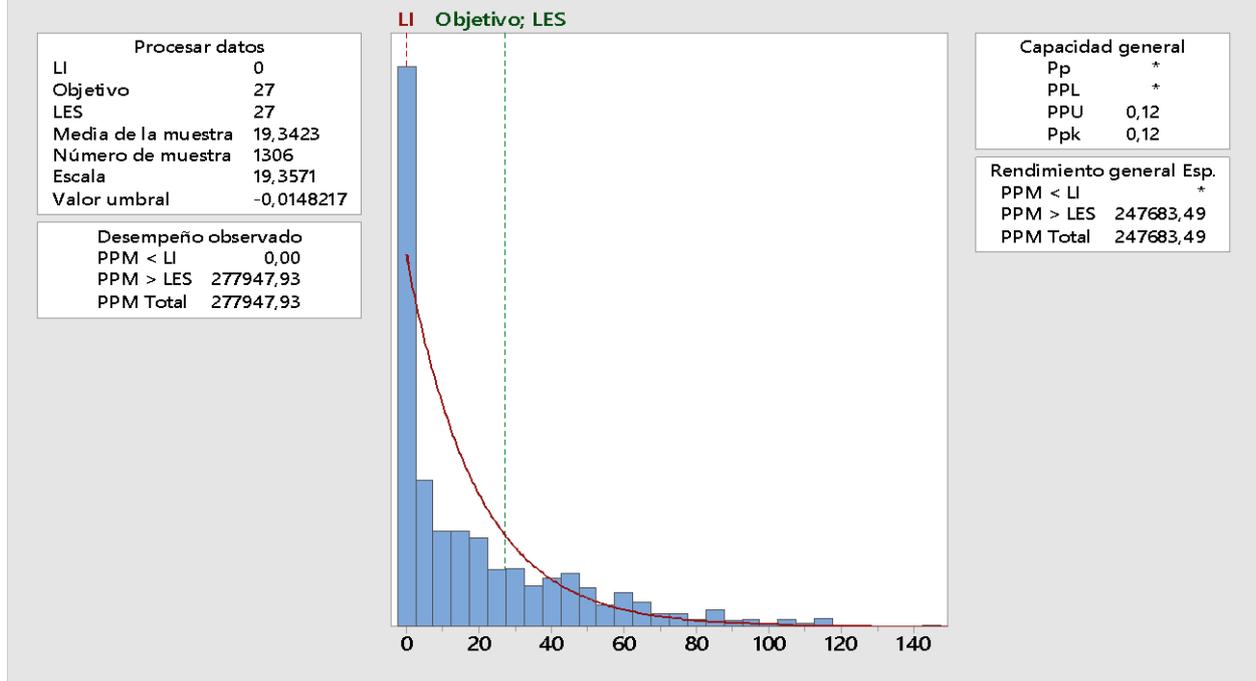


Figura 2.6 Análisis de capacidad de la agencia
Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

Para realizar el análisis de capacidad global de la agencia, se tomaron los clientes que fueron atendidos el mes de mayo, debido que se desea medir la situación actual del sistema, tomando un total de 1306 tickets. De acuerdo a la figura 2.6, el análisis de capacidad tuvo un valor de Ppk muy bajo, por lo tanto, se puede concluir que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente. En este caso el valor mínimo para que el proceso cumpla con las especificaciones es de $Ppk=0,5$. Además, con el valor PPM (partes por millón), se puede inferir que de cada 4 clientes que recibe el servicio, un cliente espera más de 27 minutos.

Al realizar el análisis de capacidad por firmas, se obtuvieron los siguientes resultados.

Informe de capacidad del proceso de Tiempos de espera en mayo Cálculos basados en el modelo de distribución Exponencial

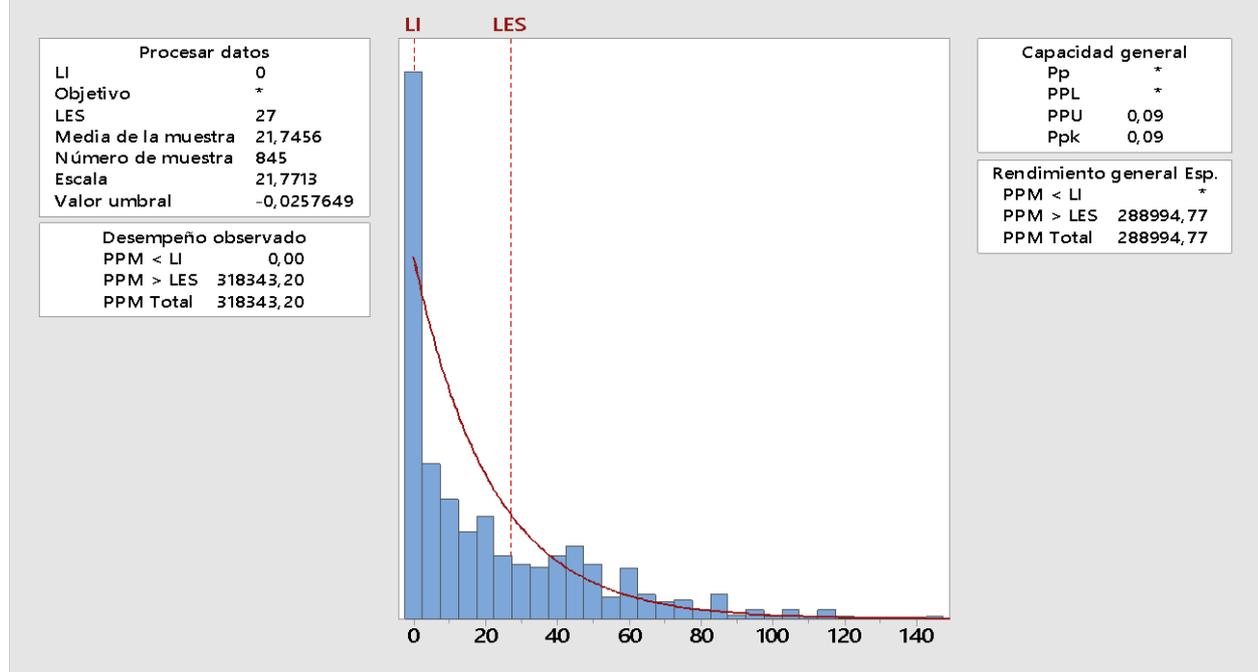


Figura 2.7 Análisis de capacidad firma 1

Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

El análisis de capacidad de la firma 1 para el mes de mayo que se muestra en la figura 2.7, tuvo un valor de Ppk muy bajo, lo que denota que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente. Además, el 29% de clientes que solicita el servicio, esperara más de 27 minutos.

Informe de capacidad del proceso de Tiempos de espera en mayo_1 Cálculos basados en el modelo de distribución Exponencial

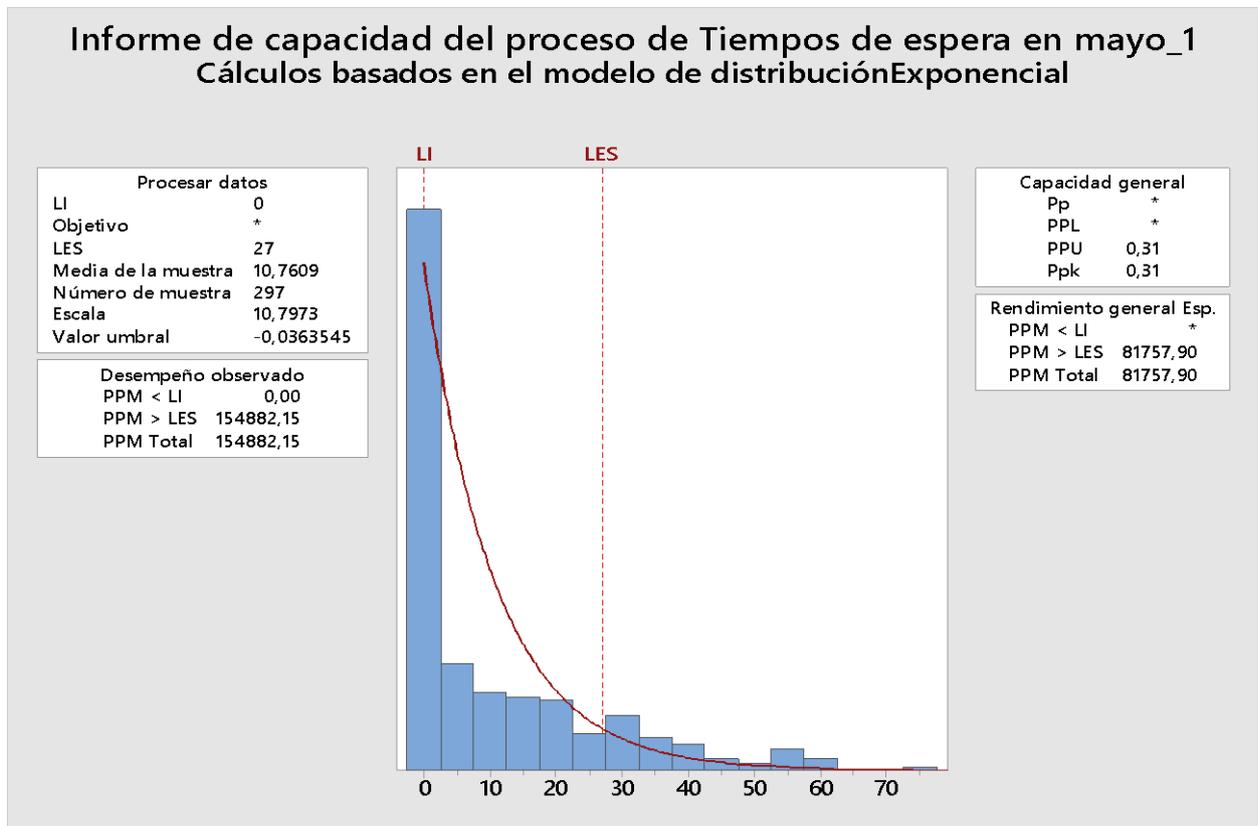


Figura 2.8 Análisis de capacidad firma 2

Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

Por último, el análisis de capacidad para la firma 2 para el mes de mayo, que se muestra en la figura 2.8, tuvo un Ppk muy bajo, por lo tanto, el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente. El 8% de los clientes que solicitan el servicio esperara más de 27 minutos.

Problema enfocado

De acuerdo al análisis efectuado se puede definir el problema enfocado como:

“El tiempo promedio de espera en cola de los clientes de la firma 1 en una agencia de una empresa naviera, desde enero hasta mayo del 2019, ha sido 36 minutos, mientras que la compañía desea que el tiempo promedio de espera en cola sea de 15 minutos”.

Para concluir con el análisis estratificado, se procedió a determinar qué tipo de trámite es el que genera mayor tiempo de servicio, para luego determinar las causas que hacen que el tiempo de servicio se prolongue.

Para este análisis se tomaron los tiempos de servicio de la última semana de mayo del 2019 y la primera semana del mes de junio del 2019, para luego elaborar un diagrama de Pareto y hallar el tiempo de servicio por persona, de acuerdo al trámite efectuado.

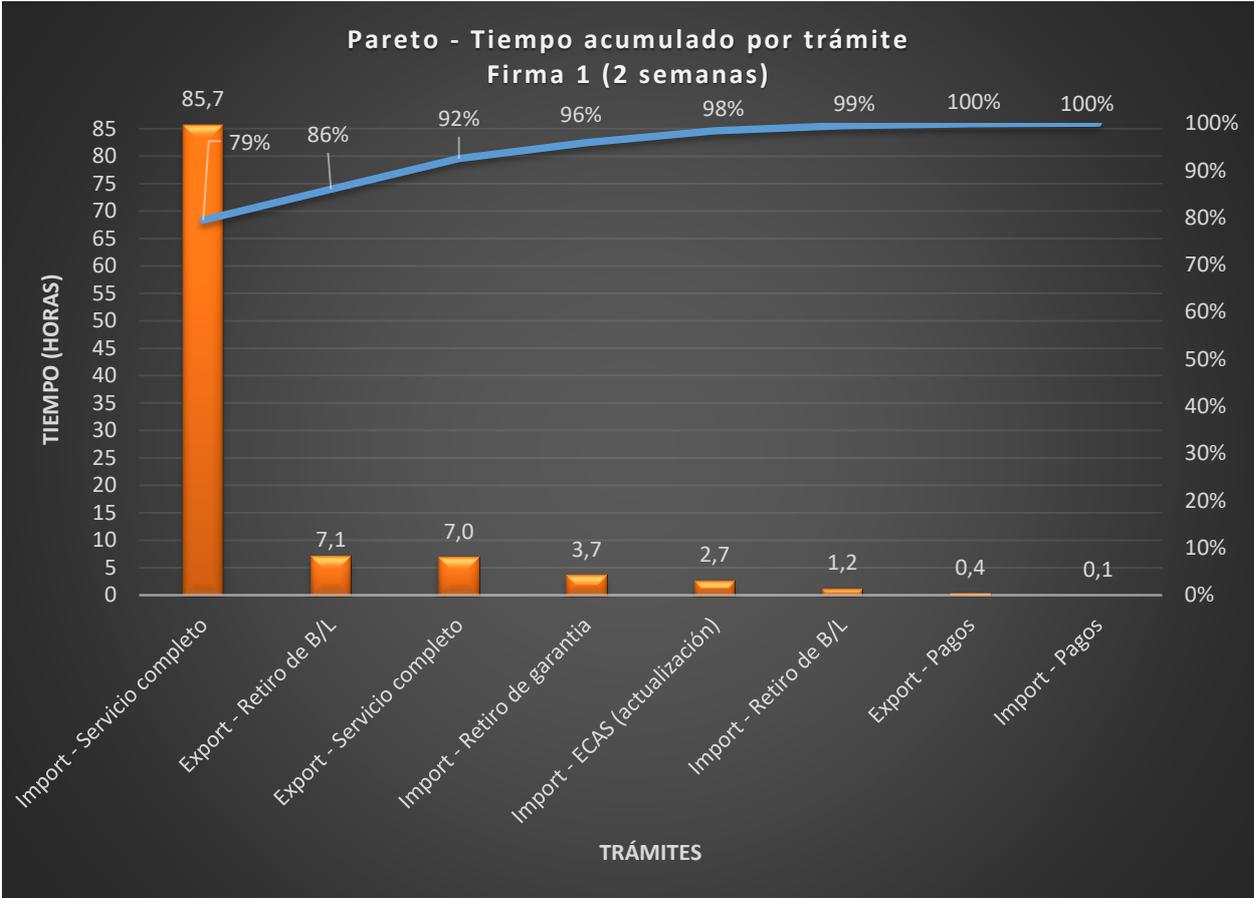


Figura 2.9 Pareto – tiempo total por trámite durante dos semanas
Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

Tabla 2.2 Tiempo de servicio por trámite

Trámites	Tiempo acumulado (horas)	Número de clientes	Min por cliente
Import – Servicio completo	85,7	350	14,69
Export - Emisión B/L	7,1	35	12,21
Export – Servicio completo	7,0	29	14,44
Import – Retiro de garantía	3,7	18	12,28
Import - ECAS (Actualización)	2,7	11	14,54
Import – Visto bueno/Emisión B/L	1,2	3	24,13
Export – Pagos	0,4	3	8,90
Import – Pagos	0,1	1	5,72

Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

De acuerdo a la figura 2.9, los trámites que tiene mayor tiempo de servicio son los trámites de “Importación – Servicio completo” y “Exportación - servicio completo”, además los tiempos de servicio por persona de acuerdo al trámite mostrado en la tabla 2.2, demuestran que los dos trámites antes mencionados, tienen el mayor tiempo de servicio, por lo tanto, el presente proyecto se enfocara en mejorar los tiempos de servicio de estos dos trámites.

2.2 Análisis

Una vez determinada que la firma 1 genera más tiempos de espera en cola (variable respuesta), determinar los trámites que se realizan en las ventanillas y verificar el trámite que genera más tiempo y tiene más cantidad de clientes, se procede al análisis de las causas del problema. Para hallar con las causas que podrían generar un tiempo de espera en cola muy largas, se realizó una lluvia de ideas con los servidores y jefe de caja, con el objetivo de determinar las causas raíces del problema.

2.2.1 Análisis de causas

Para determinar las causas que podrían generar largos tiempos de espera en cola, se realizó entrevistas a los servidores para recolectar la mayor cantidad de causas posibles que generen el problema y organizarlas en un diagrama Ishikawa (diagrama causa-efecto).

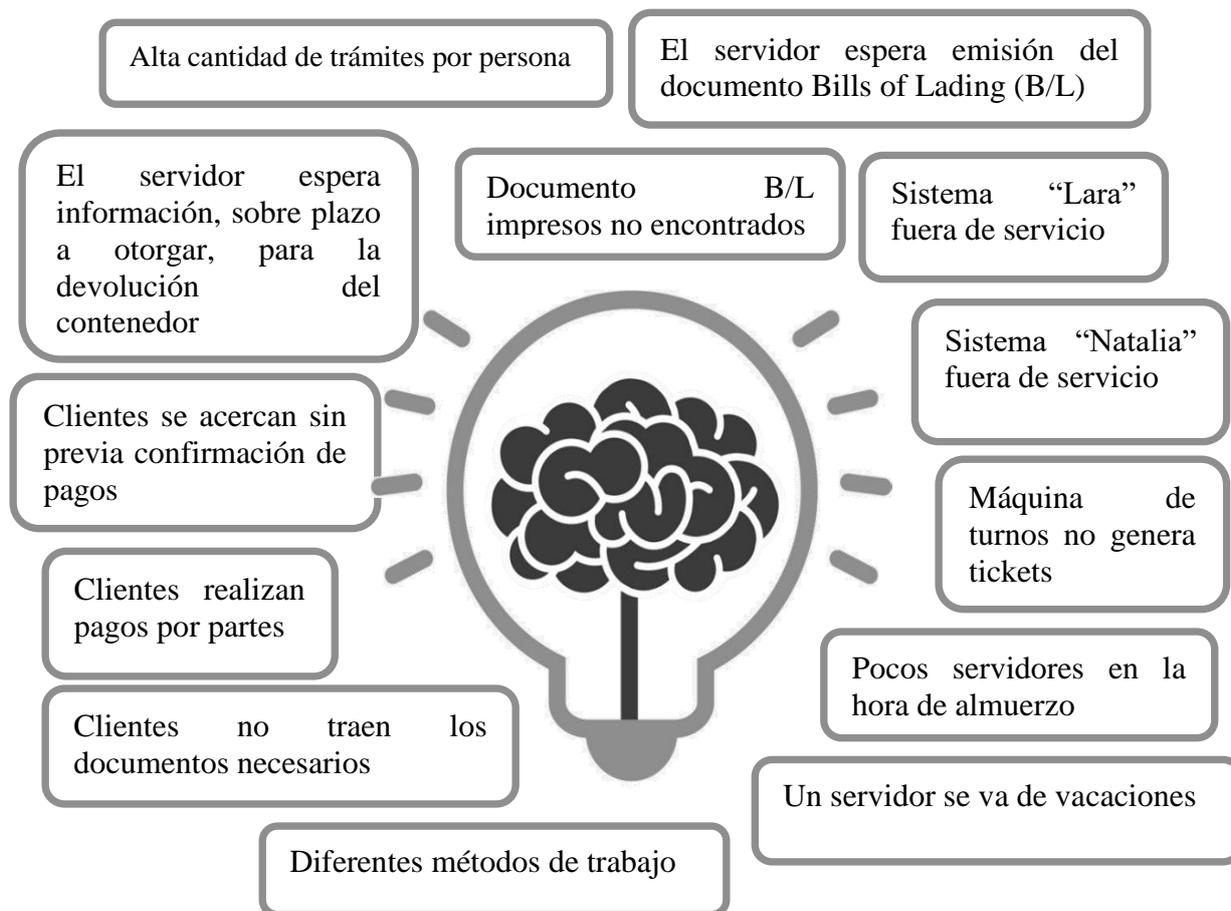


Figura 2.10 Lluvia de ideas

Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja, Personal de documentación y Servidores

Una vez determinada la lluvia de ideas de la figura 2.10, se realizó el diagrama de Ishikawa que se muestra a continuación.

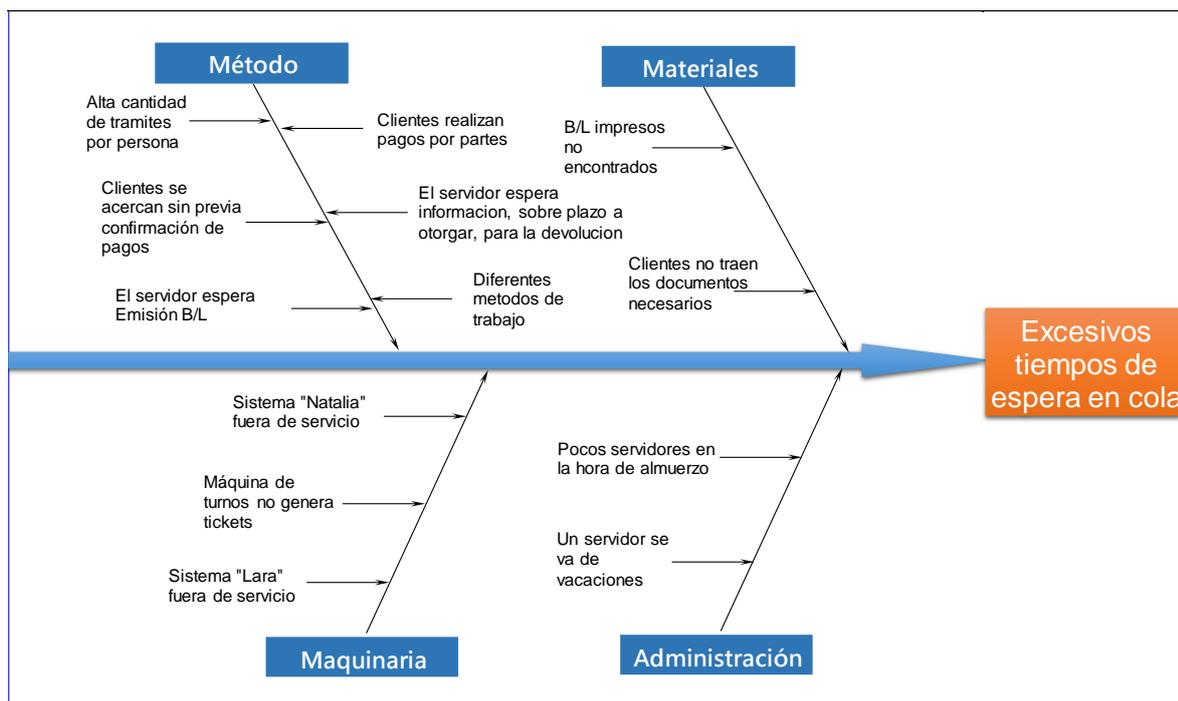


Figura 2.11 Diagrama de Ishikawa - Causas

Elaborado por: Henry Pita y Servidores

Para determinar las causas que son más relevantes se realizó la priorización de causas, con relación a la gravedad que tienen sobre la variable respuesta, así como la frecuencia en que se presentan, para determinar el impacto de las causas mencionadas. Los criterios fueron definidos por el autor del proyecto y los servidores de las ventanillas de atención al cliente, tal como se muestra en la tabla 2.5.

Tabla 2.3 Nivel de consecuencia

Nivel de consecuencia	
1	Poco grave
3	Medio grave
9	Muy grave

Elaborado por: Henry Pita

Tabla 2.4 Nivel de frecuencia

Nivel de frecuencia	
1	Poco frecuente
3	Algo frecuente
9	Muy frecuente

Elaborado por: Henry Pita

Tabla 2.5 Matriz Causa - Efecto

Matriz Causa - Efecto			Variable de salida		Total
			Tiempo de espera en cola		
			Consecuencia	Frecuencia	
Variables de entrada x	1	Alta cantidad de trámites por persona	9	3	27
	2	El servidor espera emisión de Bills of Lading (B/L)	9	9	81
	3	El servidor espera información, sobre plazo a otorgar, para la devolución del contenedor	3	9	27
	4	Clientes se acercan sin previa confirmación de pagos	3	3	9
	5	Diferentes métodos de trabajo	1	9	9
	6	Clientes realizan pagos por partes	3	9	27
	7	Clientes no traen los documentos necesarios	3	3	9
	8	B/L impreso no encontrados	3	1	3
	9	Máquina de turnos no genera tickets	3	1	3
	10	Sistema "Natalia" fuera de servicio	3	1	3
	11	Sistema "Lara" fuera de servicio	9	1	9
	12	Pocos servidores en la hora del almuerzo	9	9	81
	13	Un servidor se va de vacaciones	9	1	9

Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja y Servidores

Con el objetivo de seleccionar las causas que generan mayor impacto sobre la variable respuesta, se procedió a realizar un diagrama de Pareto, como se muestra en la figura 2.12.

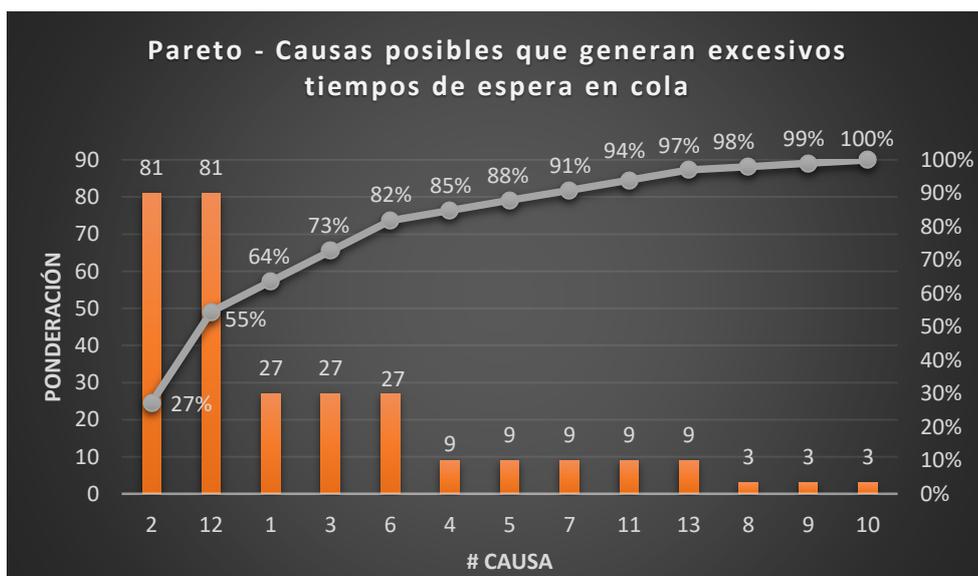


Figura 2.12 Diagrama de Pareto – Causas

Elaborado por: Henry Pita

Por último, se realiza la matriz de impacto vs control, para determinar las causas que son controlables de acuerdo a una ponderación del 1 al 3, siendo 1 fácil de controlar y 3 difícil de controlar. La matriz de impacto vs control se muestra a continuación en la tabla 2.6 y figura 2.13.

Tabla 2.6 Matriz Impacto vs Control

# Causa	MATRIZ IMPACTO vs CONTROL	CONTROL	IMPACTO
		X	Y
2	El servidor espera emisión del documento B/L	1	81
12	Pocos servidores en la hora del almuerzo	2	81
1	Alta cantidad de trámites por persona	2	27
3	El servidor espera información, sobre plazo a otorgar, para la devolución del contenedor	1	27
6	Clientes realizan pagos por partes	3	27

Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja y Servidores

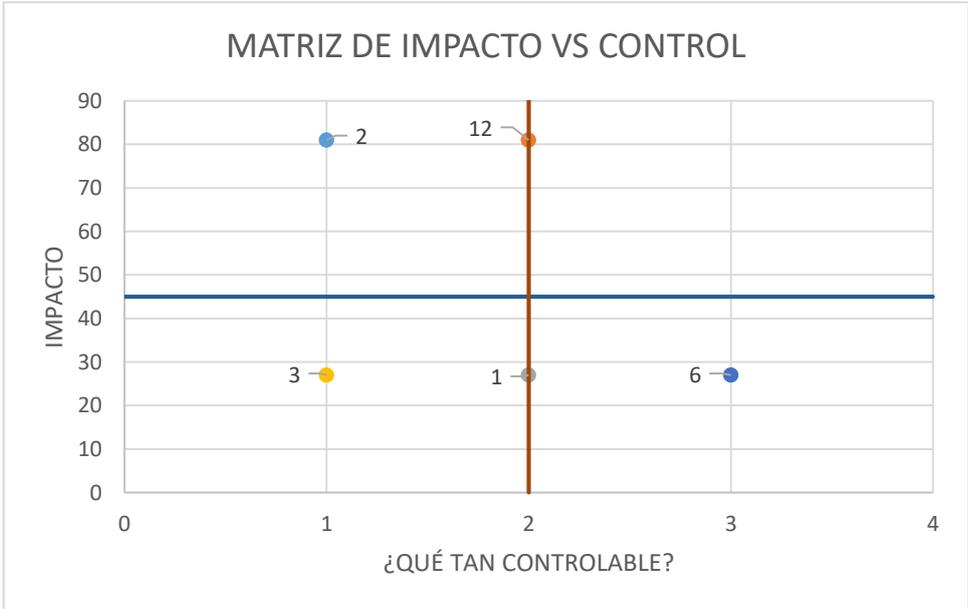


Figura 2.13 Impacto vs Control

Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja y Servidores

Las causas seleccionadas por su mayor impacto y su fácil control son:

- El servidor espera emisión del documento Bills of Lading (B/L).
- Pocos servidores en la hora del almuerzo.
- El servidor espera información, sobre plazo a otorgar, para la devolución del contenedor.

Estas causas serán objeto de estudio para determinar las causas raíces y establecer propuestas de mejora.

2.2.2 Plan de verificación de causas

A continuación, se detalla el plan de verificación de causas seleccionadas.

Tabla 2.7 Plan de verificación de causas

Causas potenciales	Teoría acerca del impacto	¿Cómo verificar?	Estatus
El servidor espera emisión del documento Bills of Lading (B/L)	La espera de la emisión del documento B/L genera más tiempo de servicio, esto hace que el tiempo de espera en cola se prolongue	Data histórico, 5 por qué?	Completado
Pocos servidores en la hora del almuerzo	En la hora de almuerzo, la tasa de servicio se reduce a la mitad, por lo que se generaría más tiempos de espera en cola	Data histórico, Observación directa	Completado
El servidor espera información, sobre plazo a otorgar, para la devolución del contenedor	La espera de información generan más tiempos de servicio, esto hace que el tiempo de espera en cola se prolongue	Data histórico, 5 por qué?	Completado

Elaborado por: Henry Pita

Para comprobar la frecuencia de las causas mencionadas se realizó un muestreo aleatorio de 87 tickets en total, teniendo un 95 % de confiabilidad y un error del 10 %, se obtuvo los siguientes resultados que se muestran en la figura 2.14 y la tabla 2.8.

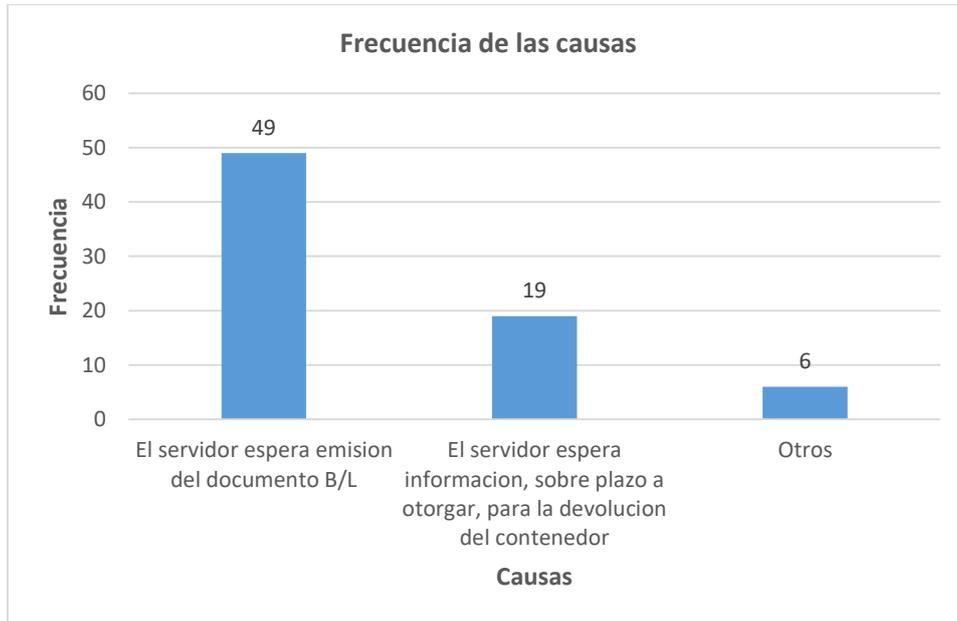


Figura 2.14 Frecuencia de las causas

Elaborado por: Henry Pita

Tabla 2.8 Frecuencia de las causas

Causa	Frecuencia	%
El servidor espera emisión del documento Bills of Lading (B/L)	49	56%
El servidor espera información, sobre plazo a otorgar, para la devolución del contenedor	19	22%
Otros	6	7%
Sin novedad	13	15%

Elaborado por: Henry Pita

Para verificar si “el servidor espera emisión del documento B/L”, se procedió a realizar dos histogramas, uno para trámites de Exportación y otro para Importación, debido a que dos personas distintas realizan la emisión del documento, donde se observa la frecuencia de los rangos de tiempos que se obtuvieron en la muestra.

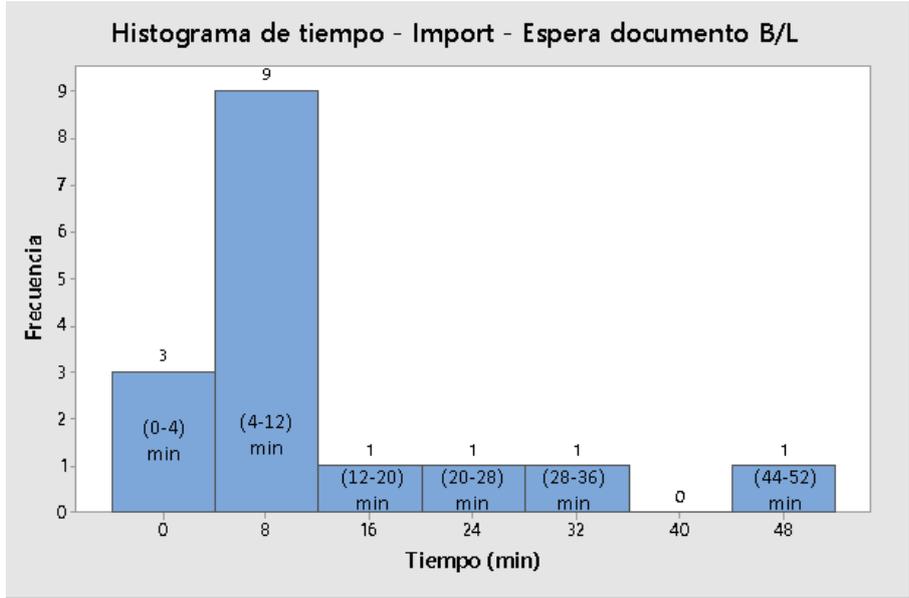


Figura 2.15 Histograma de tiempo – Importación – Espera de documento B/L

Elaborado por: Henry Pita / Data recolectada

Tabla 2.9 Frecuencia de rangos de tiempos – Importación – Espera documento B/L

Características	Cantidad	Porcentaje
Menores a 7 min	9	56%
Mayores a 7 min	4	44%

Elaborado por: Henry Pita / Data recolectada

Como se muestra en la tabla de frecuencia de rangos de tiempo, se estableció que el tiempo límite que puede esperar un servidor es de 7 minutos. El 44% de las veces que el servidor espera el documento de B/L en trámites de Importación es mayor a 7 minutos. Cabe recalcar que los servidores solicitan el documento B/L al personal de documentación.

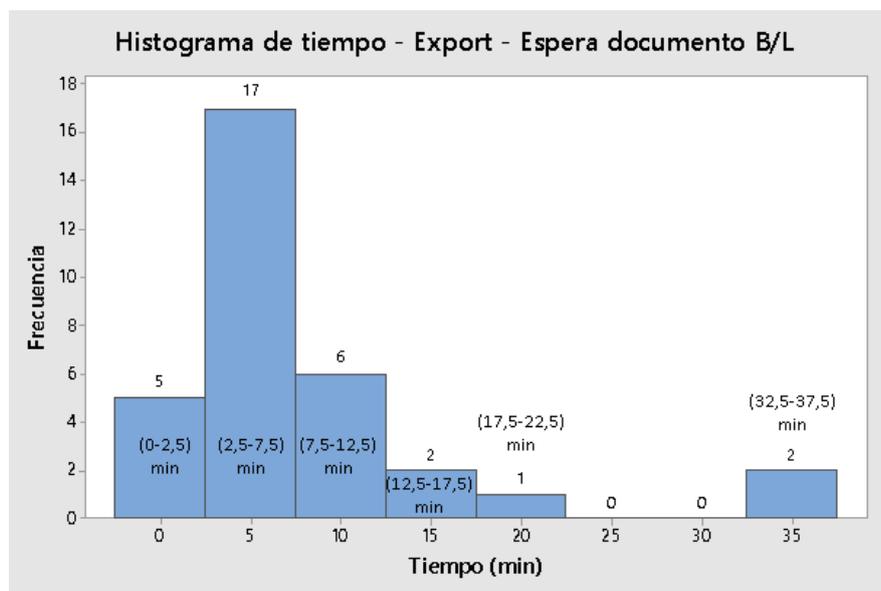


Figura 2.16 Histograma de tiempo – Exportación – Espera de documento B/L

Elaborado por: Henry Pita / Data recolectada

Tabla 2.10 Frecuencia de rangos de tiempos – Exportación – Espera documento B/L

Características	Cantidad	Porcentaje
Menores a 7 minutos	22	67%
Mayores a 7 minutos	11	33%

Elaborado por: Henry Pita / Data recolectada

De manera similar, el 33% de las veces que el servidor espera el documento de B/L en trámites de Exportación es mayor a 7 minutos, lo cual está por encima del tiempo máximo que se puede esperar por este documento.

Con el objetivo de determinar si existía una diferencia entre los tiempos de espera de impresión de documento B/L entre trámites de importación y exportación, se efectuó un análisis Anova y prueba de Tukey, con un porcentaje de confiabilidad del 95%.

En el análisis Anova se obtuvo un valor P de 0,221, el mismo que es mayor de $\alpha=0,05$ y en el análisis de Tukey, como se puede observar en la figura 2.17, el intervalo contiene el número cero, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de los datos analizados.

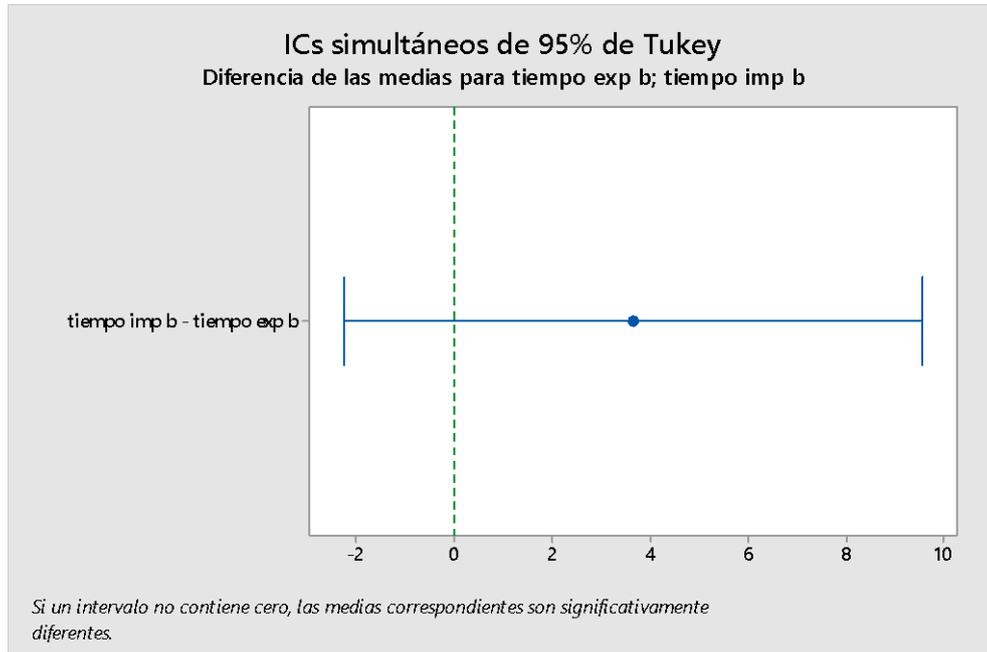


Figura 2.17 Prueba de Tukey – Tiempos de impresión de B/L – trámites de importación y exportación
Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

Para verificar la causa de que “el servidor espera información sobre plazo a otorgar, para la entrega de los contenedores”, se procedió a realizar un histograma de tiempo y determinar si el tiempo está dentro de los parámetros establecidos de espera.

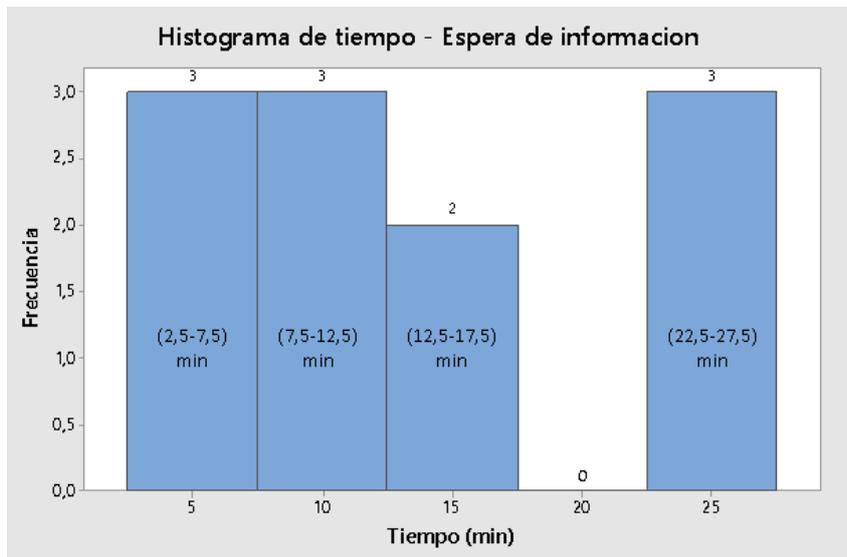


Figura 2.18 Histograma de tiempo – Espera de información
Elaborado por: Henry Pita / Data recolectada

Tabla 2.11 Frecuencia de rangos de tiempos – Espera de información

Características	Cantidad	Porcentaje
Menor a 7 minutos	3	27%
Mayor a 7 minutos	8	73%

Elaborado por: Henry Pita / Data recolectada

Los datos demuestran que el 73% de veces que solicitan información, esperan más de 7 minutos, por lo tanto, se puede concluir que la espera de información prolonga los tiempos de servicio.

La causa potencial “Pocos servidores en la hora de almuerzo”, se verificó por medio de los tiempos de espera en cola que se generan en la hora del almuerzo del mes de junio, siendo un total de 1099 tickets. El tiempo de almuerzo de un servidor es de una hora, y se efectúa entre las 13:00 horas y 15:00 horas.

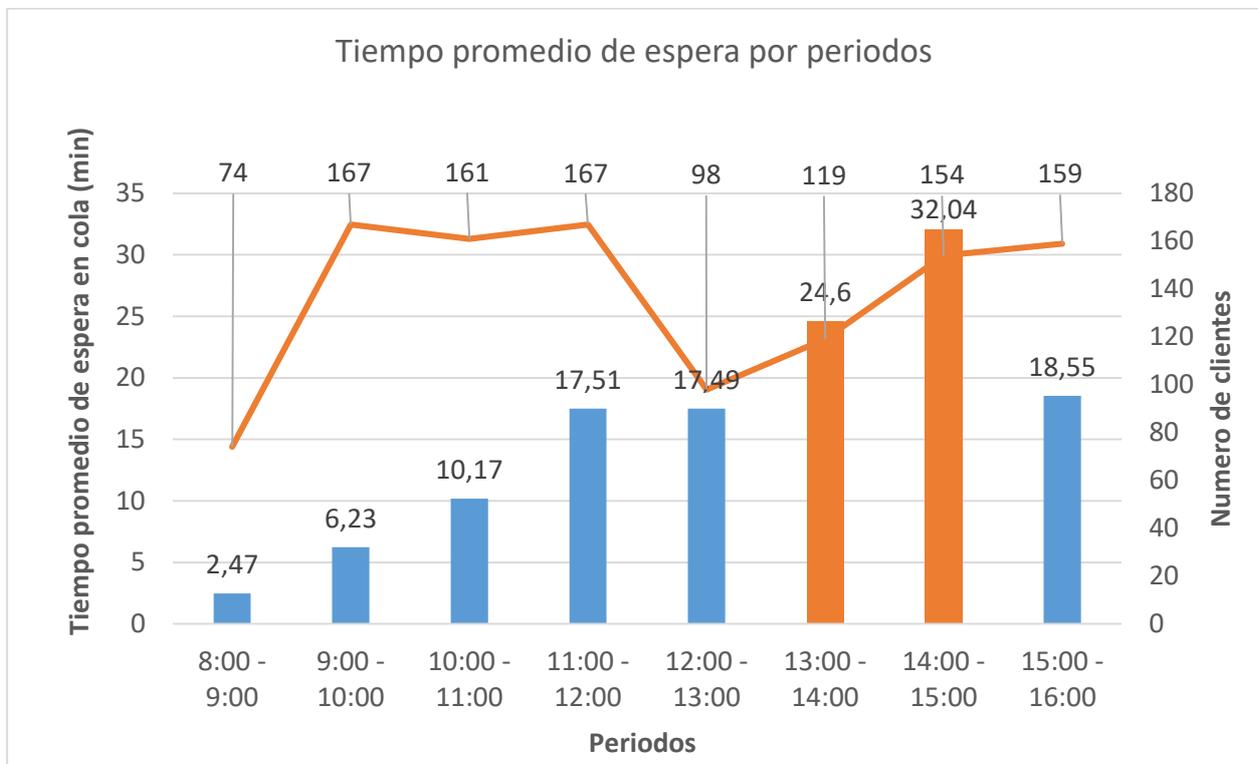


Figura 2.19 Tiempos de espera en cola por periodos

Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

Los tiempos promedios de espera en cola más altos son generados en la hora de almuerzo, debido a que la agencia se queda únicamente con un solo servidor. De acuerdo a la figura 2.19 presentada, se puede concluir que la causa efectivamente afecta a la variable respuesta.

De la misma forma se efectuó un análisis Anova para verificar si existía diferencia significativa entre los tiempos de espera en cola de cada uno de los periodos, el cual dio un valor de P igual a 0, siendo menor a $\alpha = 0,5$, con un porcentaje de confiabilidad del 95%, se puede concluir que no existe diferencia significativa de los tiempos de espera en cola por periodo.

2.2.3 Determinación de las causas raíces (¿5 por qué?)

A continuación, se detalla los 5 por qué de cada una de las causas potenciales del problema, para determinar las causas raíces.

Tabla 2.12 Determinación causas raíces (¿5 por qué?)

Causas	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
El servidor espera emisión de documento B/L (Causa 2)	Demora al entregar la impresión del documento B/L del personal de documentación, al servidor	El personal de documentación tienen otras funciones de trabajo.	
El servidor espera emisión de documento B/L (Causa 2)	Demora al entregar la impresión del documento B/L del personal de documentación, al servidor	Corrección de documento de B/L	Mal ingreso de datos por parte del cliente (documento online)
Pocos servidores en la hora del almuerzo (Causa 12)	Un servidor se va a almorzar	Capacidad de servicio insuficiente en la hora de almuerzo	
El servidor espera información sobre plazo a otorgar, para la entrega de los contenedores (Cause 3)	Demora en proporcionar información del personal de "soporte al cliente", al servidor	El personal de servicio al cliente tiene otras funciones de trabajo.	

Elaborado por: Henry Pita, Personal de documentación y Servidores

Las causas raíces se resumen en las siguientes:

El servidor espera emisión de documento B/L

- El personal de documentación tiene otras funciones de trabajo, las cuales demoran el proceso de impresión del documento B/L que requieren los servidores
- Mal ingreso de datos por parte del cliente para el documento B/L (documento online)

Pocos servidores en la hora de almuerzo:

- Capacidad de servicio insuficiente en la hora de almuerzo (reducción de servidores)

El servidor espera información sobre plazo a otorgar, para entrega de los contenedores:

- El personal de soporte al cliente tiene otras funciones de trabajo, las cuales demoran el proceso de transmitir información requerida por los servidores

A continuación, se detalla las funciones que tiene el personal interno, tanto el de documentación, como el personal de soporte al cliente.

Tabla 2.13 Funciones del personal de documentación y soporte al cliente

Personal	Funciones
Personal de documentación Exportación	<ul style="list-style-type: none"> • Receptar proformas de los clientes (antes de generar documento B/L previo al embarque) • Revisión de documentación para generar documento B/L • Revisar información de los B/L en el sistema • Imprimir documento B/L • Realizar correcciones tardías del documento B/L • Instruir liberación de la carga a destino (autorización anticipada por parte del cliente) • Atención al cliente vía E-mail y telefónica
Personal de documentación Importación	<ul style="list-style-type: none"> • Facturación (revisión y confirmación de cargas) • Imprimir documentación B/L • Revisión de cargas del "sistema" con la "información" del personal de operaciones • Manifiestar información al Ecuapass (sistema aduanero ecuatoriano) • Atención al cliente vía E-mail y telefónica
Soporte al cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Estatus de las cargas • Proporcionar tarifas a los clientes • Información sobre plazo a otorgar, para la entrega de contenedores • Registro de convenio de garantías • Atención al cliente vía E-mail y telefónica

Elaborado por: Henry Pita y Personal de documentación

2.3 Mejora

Para la etapa de mejora, se realizó una lluvia de ideas, el mismo que sirvió para determinar las soluciones posibles, relacionadas con las causas que se determinaron en la etapa de análisis. A partir de esto, selecciona las mejores soluciones a través de la priorización, de acuerdo al impacto y esfuerzo que tenga cada una de ellas, luego se elabora un plan de implementación, describiendo con claridad cada una de las soluciones a implementarse.

2.3.1 Propuestas de mejora

La lluvia de ideas se realizó con el personal de ventanilla y con el jefe de caja, quienes ayudaron a definir cada una de las soluciones que podrían reducir los tiempos de espera en cola.

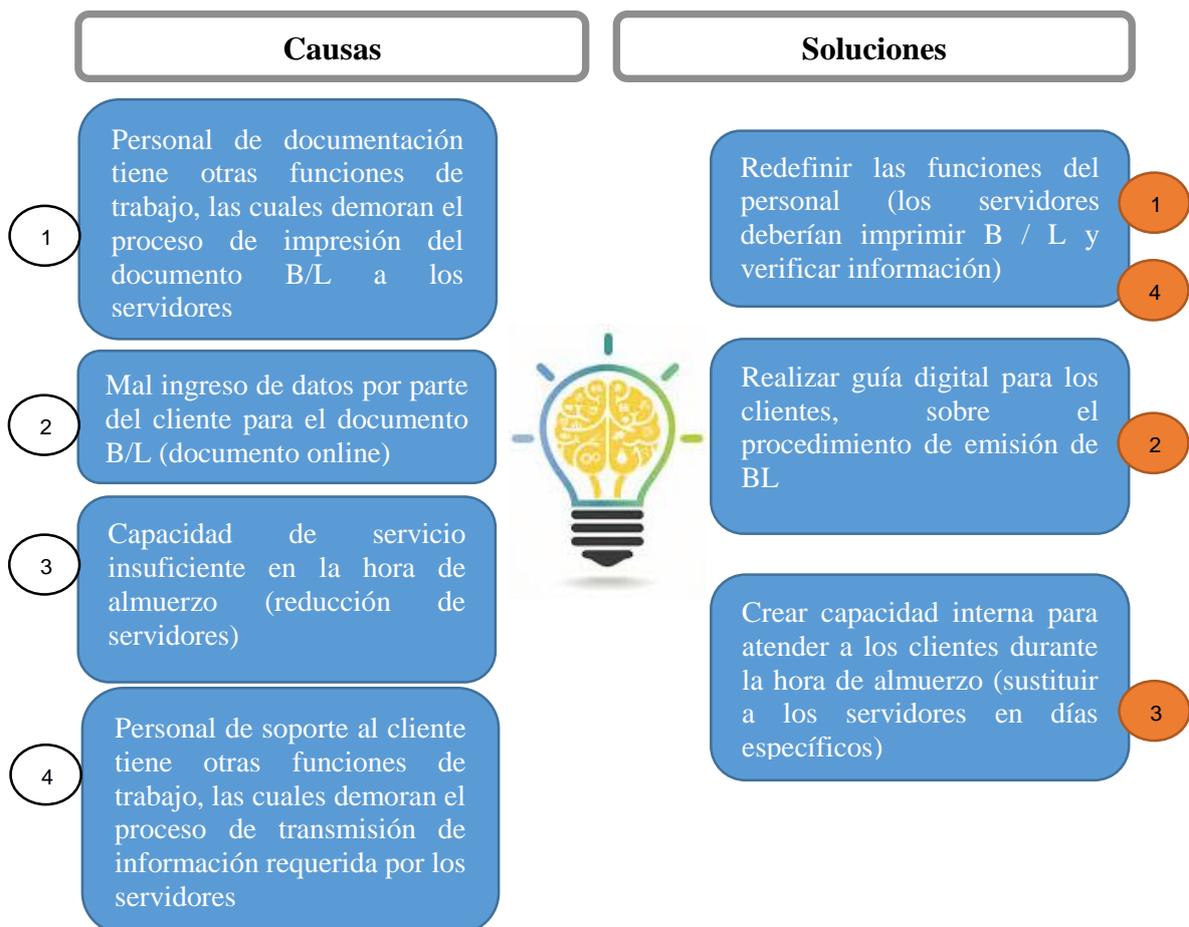


Figura 2.20 Lluvia de Ideas – Soluciones

Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja y Servidores

2.3.2 Priorización de las propuestas de mejora

Mediante el uso de la matriz impacto vs esfuerzo de la figura 2.21, se podrá determinar cuáles de las soluciones tendrá mayor impacto sobre el problema. Una vez realizado este análisis, se procedió a realizar un análisis de costos para determinar cuál de las soluciones es factible en términos de costos de implementación, como se observa en la tabla 2.14.

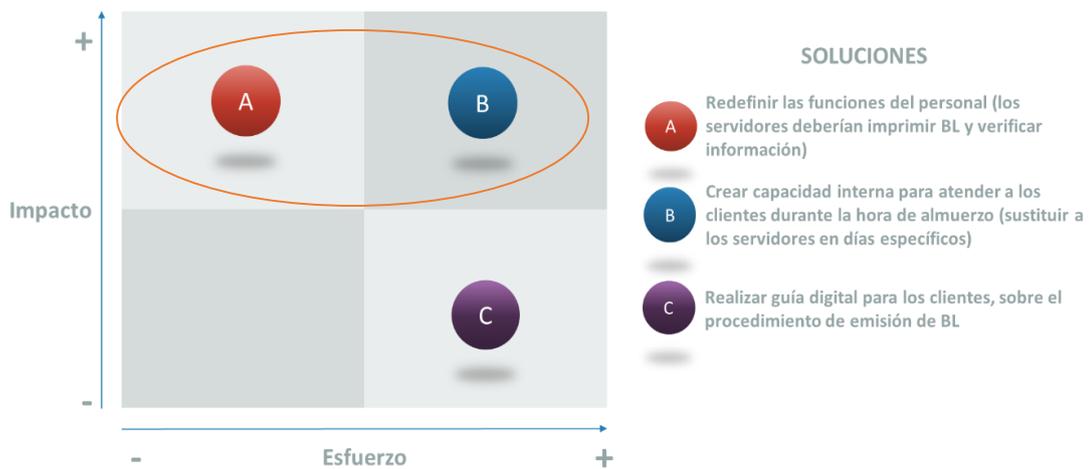


Figura 2.21 Matriz Impacto vs esfuerzo
Elaborado por: Henry Pita y Servidores

La estimación del precio de las capacitaciones se las hizo en base al costo por hora del empleado, en este caso el servidor, dando un valor de 3,41 \$/hora. Para la solución ha se estableció un total de 6 horas y para la solución B un total de 3 horas, contando con 2 personas en cada solución.

Tabla 2.14 Análisis de costos - Soluciones

	Costos estimados		
Soluciones	A	B	C
Activos	\$ -	\$ -	\$ -
Fuerza laboral	\$ -	\$ -	\$ -
Capacitación	\$ 40,90	\$ 20,45	\$ -
Costo total	\$ 40,90	\$ 20,45	\$ -
	Soluciones		
Criterios	A	B	C
Menor Costo	2	2	2
Menor Esfuerzo	2	1	1
Mayor Impacto	2	2	1
Total	2	1,7	1,3

Elaborado por: Henry Pita, Jefe de caja y Servidores

El análisis de bajo los criterios de costo, esfuerzo e impacto, indicaron que las soluciones A y B son las más apropiadas a implementar según el factor total de calificación.

El análisis de sensibilidad, se realizó con las propuestas que generan mayor impacto, con el objetivo de comprobar si la solución se mantiene ante cambios que pueden ocurrir en la agencia.

Tabla 2.15 Sensibilidad de las soluciones

Solución / Factores que afectan a la solución	Cambio de funciones del personal por parte de la Agencia	Ausencia de un servidor	Verificación
Redefinir las funciones del personal (los servidores deberían imprimir BL y verificar información)	Las funciones del personal pueden delegarse a una agencia externa, por lo tanto, esta solución no se ve afectada, ya que reducen las tareas asignadas a los servidores.	La ausencia de un servidor no afectan a las nuevas funciones determinadas	Gemba
Crear capacidad interna para atender a los clientes durante la hora de almuerzo (sustituir a los servidores en días específicos)	Los cambios de funciones será para mejorar la distribución de las tareas asignadas y tiempos de los mismo, por lo tanto, esta solución no se ve afectada.	La solución se verá afectada, pero la persona capacitada para reemplazar a los servidor en la hora de almuerzo, podría reemplazar a un servidor en su jornada completa	Gemba

Elaborado por: Henry Pita

El análisis de sensibilidad indica que los factores que pueden afectar a las soluciones no tienen impacto sobre ellas, por lo tanto, se considera seleccionar todas las soluciones propuestas.

2.3.3 Plan de implementación de soluciones

Una vez determinada las soluciones, se procedió a realizar un plan de implementación, el mismo que detallará, por qué se implementará, cómo se realizará, quién será el responsable de implementar o efectuar las soluciones.

Tabla 2.16 Plan de implementación

Causa	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	Costo	¿Cuándo?	Estado
Personal de documentación tiene otras funciones de trabajo, las cuales demoran el proceso de impresión del documento B/L requerido por los servidores	Redefinir las funciones del personal (los servidores deberían imprimir BL y verificar información)	Porque esto ayuda a reducir los tiempos de espera total	Mediante una simulación y la determinación de funciones del personal	Instalaciones de la Agencia	Líder del proyecto	\$ 40,90	ago-19	Completado
Personal de soporte al cliente tiene otras funciones de trabajo, las cuales demoran el proceso de entregar información requerida por los servidores								
Capacidad de servicio insuficiente en la hora de almuerzo (reducción de servidores)	Crear capacidad interna para atender a los clientes durante la hora de almuerzo (sustituir a los servidores en días específicos)	Porque esto ayuda a que la tasa de servicio se mantenga igual en todo el día (no se reduce la cantidad de servidores)	Mediante una simulación de la solución propuesta	Instalaciones de la Agencia de	Líder del proyecto	\$ 20,45	ago-19	Completado

Elaborado por: Henry Pita

2.3.4 Descripción de las soluciones

A continuación, se describirán las diferentes soluciones propuestas:

Redefinir las funciones del personal (los servidores deberían imprimir BL y verificar información)

La razón por la cual el tiempo de espera en cola aumenta, es debido a que los servidores esperan que los documentos B/L se los proporcione el personal de documentación, para luego entregárselos a los clientes. Estos tiempos de espera se incrementan por que el personal de documentación tiene otras funciones. El personal de documentación realiza actividades de cobranzas, como, confirmación de pagos, servicio al cliente a través de línea telefónica. Al estar realizando dichas actividades, la impresión de los documentos B/L puede prolongarse.

Para esta solución, los servidores no tendrían que esperar el documento B/L, sino que ellos mismos impriman los documentos, reduciendo así los tiempos innecesarios de espera que tiene el cliente.

Así mismo, el personal de soporte al cliente tiene otras funciones, debido a ello, la espera de información para emitir ECAS demora. Cabe recalcar que los trámites de exportación solo incluyen hasta la actividad de imprimir B/L, y no emisión de ECAS.

Como se puede observar el diagrama funcional de la figura 2.22 y 2.23, actual y mejorado respectivamente, la actividad de imprimir el B/L y solicitar información pasaron a formar parte de las tareas de los servidores.

Diagrama funcional - Actual

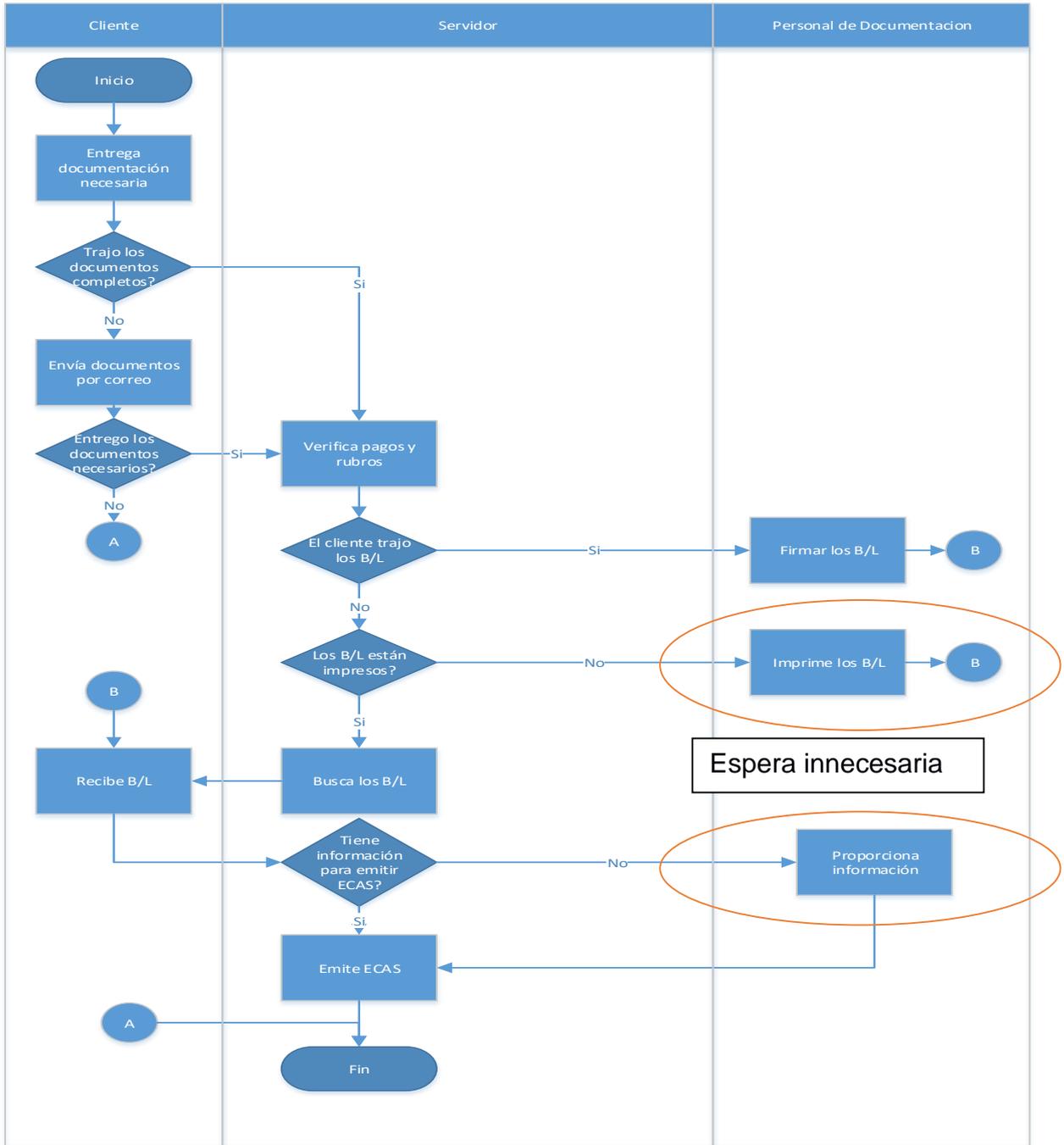


Figura 2.22 Diagrama funcional actual – Trámites de importación
Elaborado por: Henry Pita

Diagrama funcional - Mejorado

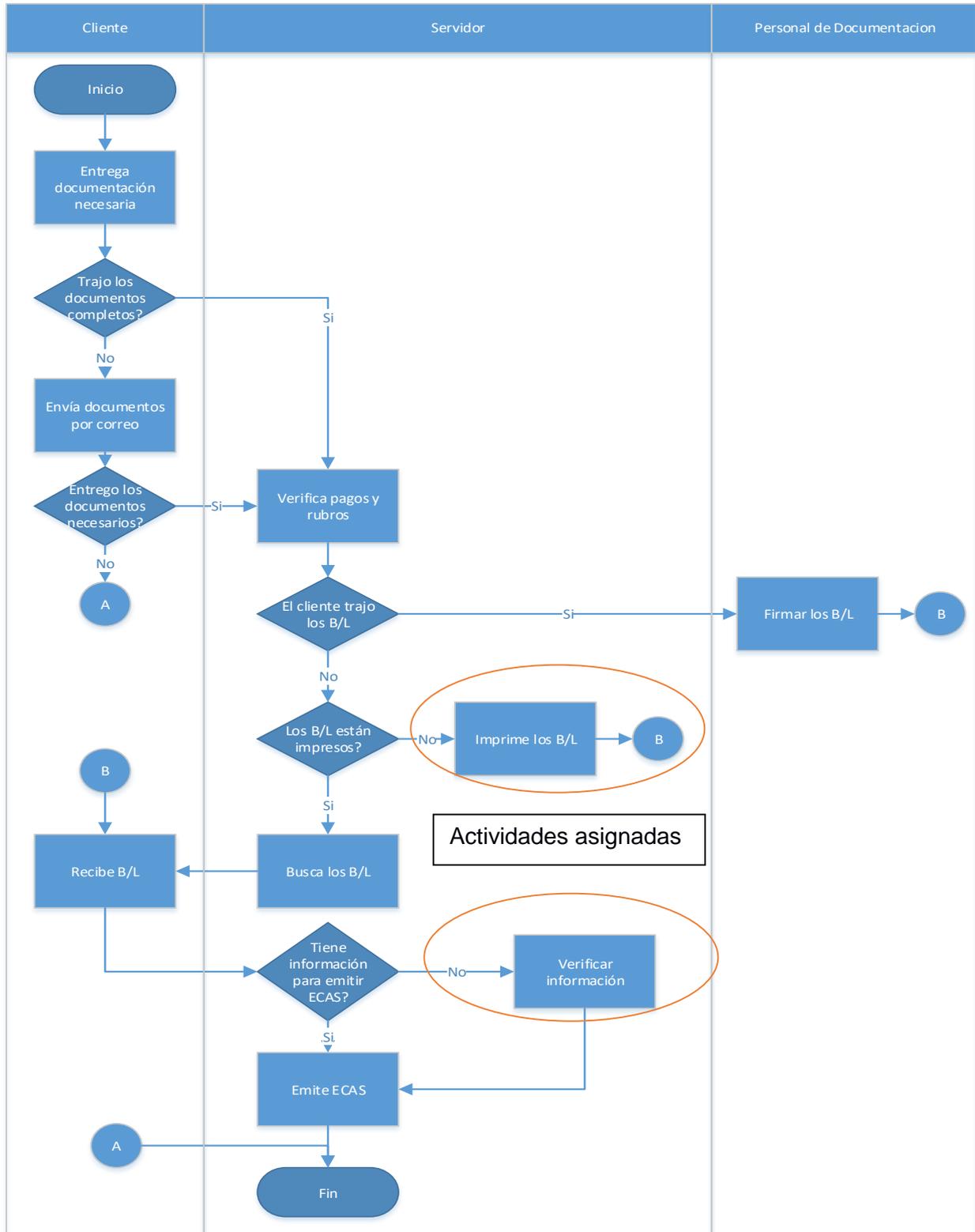


Figura 2.23 Diagrama funcional mejorado – Trámites de importación

Elaborado por: Henry Pita

Crear capacidad interna para atender a los clientes en la hora de almuerzo

Como se pudo comprobar en la etapa de análisis, los tiempos de espera en cola se prolongan en la hora de almuerzo, debido a que las ventanillas se quedan con un solo servidor. Crear capacidad interna significa que una persona interna remplace al servidor en el tiempo de almuerzo, el cual permitirá que la tasa de servicio no se reduzca, garantizando así, que los tiempos de espera en cola disminuyan.

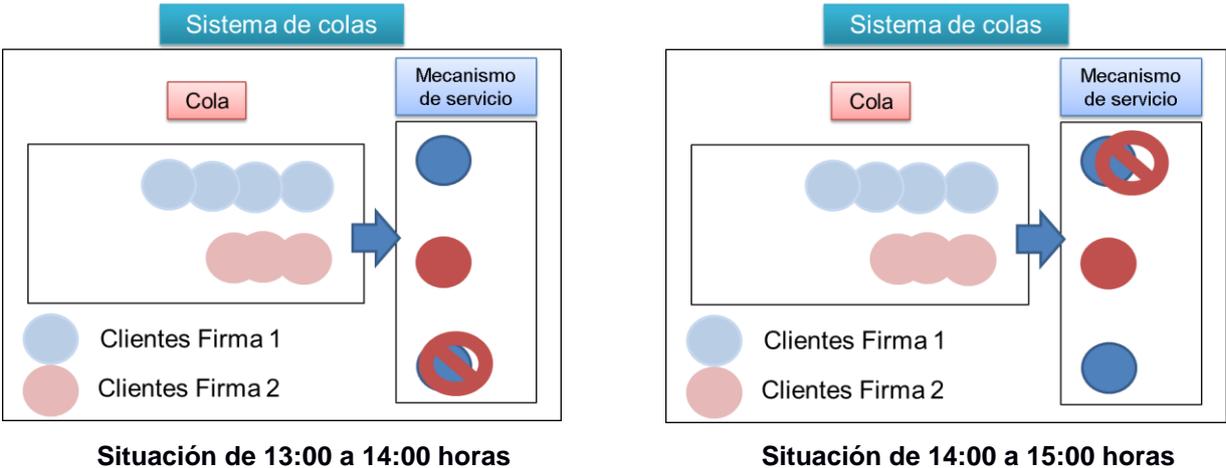


Figura 2.24 Ilustración del sistema sin capacidad interna
 Elaborado por: Henry Pita

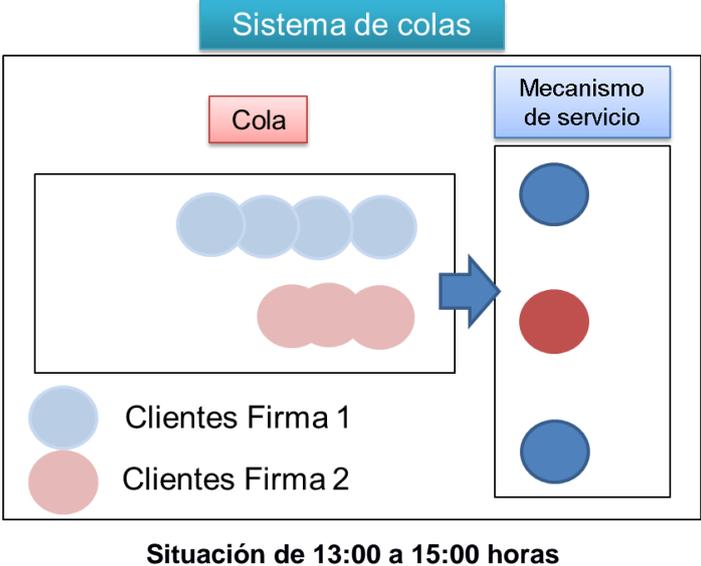


Figura 2.25 Ilustración del sistema con capacidad interna
 Elaborado por: Henry Pita

2.4 Implementación/Modelado

2.4.1 Redefinir funciones del personal (los servidores deberían imprimir los BL y verificar información)

Para implementar esta solución se necesita conocer las actividades que realiza el personal de documentación, el mismo que fue expuesto en la tabla 2.13, donde se detallan las funciones del personal interno. Asignar la tarea a los servidores de “imprimir B/L” y “verificar información” reduciría los tiempos de espera de los clientes.

Debido a que la empresa realizó cambios en el mes de Julio, estableció que los servidores impriman únicamente los documentos B/L de importación. Para analizar esta reducción de tiempos de servicio se realizó una comparación de los tiempos de servicio de importación, y estimación de los tiempos de servicio de exportación, si los servidores imprimieran los documentos B/L de exportación, esto con el objetivo de demostrar que los tiempos de servicios no se incrementa excesivamente.

Los datos que fueron tomados fueron entre los meses de mayo y agosto, el mismo que se compara entre antes del 8 de julio y después del 8 de julio, debido a que en esta fecha los servidores comenzaron a imprimir los B/L de importación. La diferencia entre los tiempos de servicios se puede ver a continuación:

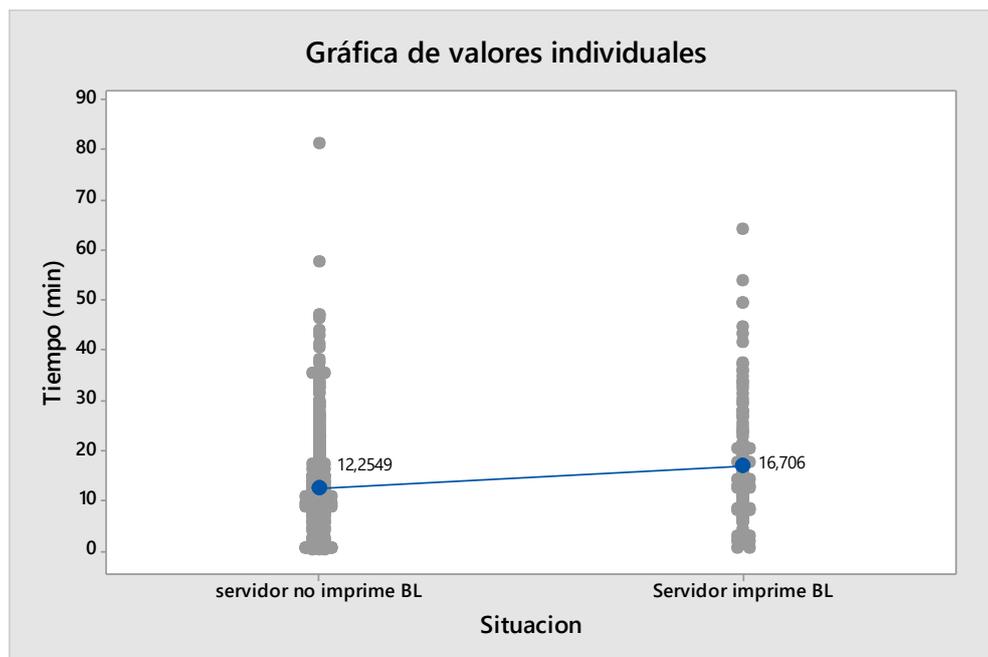


Figura 2.26 Valores individuales de los tiempos de servicio de importación del servidor 1

Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

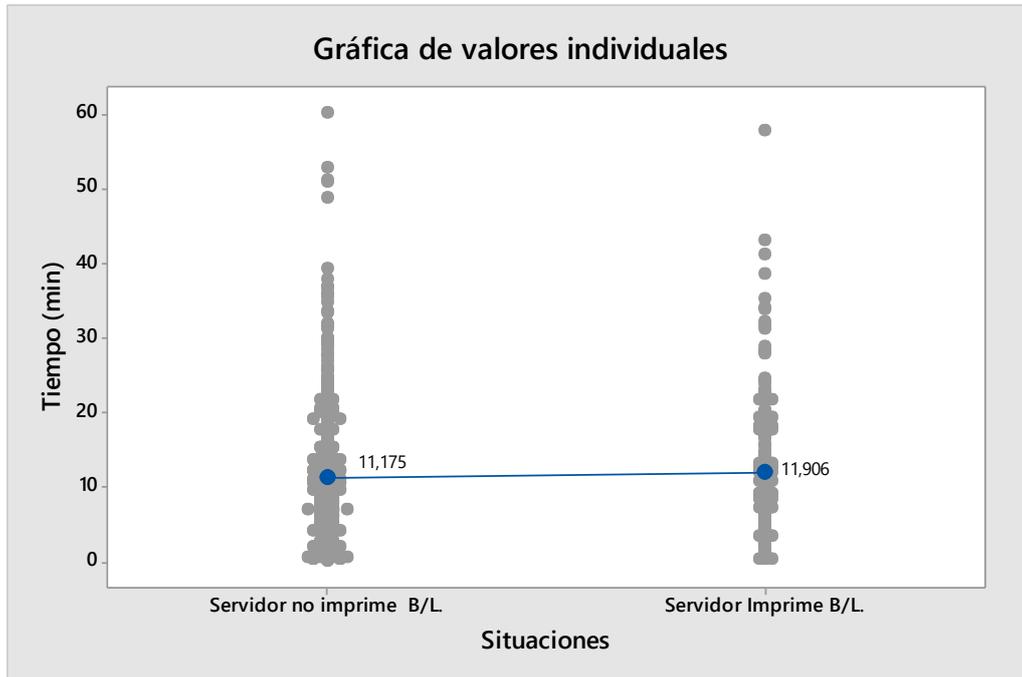


Figura 2.27 Valores individuales de los tiempos de servicio de importación del servidor 2
Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

Como se puede observar el tiempo promedio por servicio a aumento en un promedio de 2 minutos, a pesar de esto, los tiempos de espera se redujeron, debido a que los clientes no esperan por los BL de importación, además en la figura 2.26 y 2.27 se puede observar que los tiempos de servicios son menos dispersos (variabilidad de los tiempos). La reducción de los tiempos de espera en cola se observará con mayor claridad en el análisis de resultados.

Como aclaración, en el desarrollo del proyecto no se tomaron datos anteriores a las fechas estipuladas (mayo – agosto), debido a que la empresa estaba pasando por una etapa de transición, es decir, alguno de los trámites como ingreso de pagos que se realizan en ventanilla no se efectuarán en la agencia, sino en la agencia externa. Sin embargo, los trámites como retiro de documentación B/L, emisión de cartas de salida (ECAS), retiro de garantías se mantienen, por lo tanto, esta solución es válida para el presente proyecto.

Los tiempos de servicio de exportación y la verificación de información, se estimaron y simularon, de acuerdo al análisis efectuado anteriormente.

2.4.2 Crear capacidad interna

Esta solución fue modelada en el programa flexsim. Para la implementación de esta solución se necesita determinar ¿qué días en particular se reemplazará al servidor? y ¿quién lo reemplazara?, para contestar estas preguntas se contabilizo la cantidad de clientes que llegan a la agencia y comprobar si existe alguna diferencia entre los días de la semana.



Figura 2.28 Clientes promedio por día

Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

Mediante la prueba de ANOVA, se obtuvo el valor $P=0,024$ siendo mayor que $\alpha=0,05$, lo que permite concluir que existe diferencia significativa entre los días de la semana. Como se puede observar, los días lunes tienen mayor cantidad de clientes por lo que se podría establecer una política de reemplazar al servidor, en días específicos, siempre y cuando, no tenga impacto sobre las funciones del personal que lo va a reemplazar. Para determinar quién reemplazara a los servidores, se realizó un análisis de las actividades del personal de documentación de importación, debido a que la impresión de BL paso a formar parte de las funciones de los servidores, se procedió a analizar el tiempo disponible que tiene, al no imprimir los BL como anteriormente lo hacía.

Numero de clientes promedio de importación		Porcentaje de clientes que solicita BL	=	Numero de clientes que solicita BL		Tiempo estimado de impresión de BL	=	Tiempo disponible del personal de documentacion
37,3	x	56%	=	20,88	x	3min	=	62,66min

El tiempo disponible del personal de documentación es de 62 minutos. Con este tiempo disponible, la afectación de su trabajo es mínima, debido a que este tiempo es superior al tiempo de almuerzo del servidor. Por lo tanto, se puede establecer como política, el remplazo del servidor, todos los días de la semana.

2.4.3 Desarrollo del modelo FlexSim

Para el desarrollo del modelo Flexsim se realizaron varios escenarios, los cuales se describen a continuación en la tabla 2.17:

Tabla 2.17 Escenario de Flexsim

Escenarios	Descripción	Fechas
Sistema sin mejoras	Los servidores no imprimen B/L	A partir del 27 de mayo
Sistema mejorado I	Los servidores imprimen B/L de importación	A partir del 8 de julio – hasta el 19 de agosto
Sistema mejorado II	Los servidores son remplazados en la hora de almuerzo, además imprimen BL de exportación y verifican información	Flexsim

Elaborado por: Henry Pita

Las condiciones se detallan a continuación en la tabla 2.18:

Tabla 2.18 Condiciones de flexsim

Condiciones simulador	Horario	Inicio (min)	Fin (min)
Tiempo de generación de tickets	8:30 a 4:00		450
Tiempo de atención	8:30 a 5:30		540
Hora de almuerzo servidor 1	1:00 a 2:00	270	330
Hora de almuerzo servidor 2	2:00 a 3:00	330	390
Hora de almuerzo servidor 3	12:00 a 1:00	210	270

Elaborado por: Henry Pita

El 56 % de los clientes espera documento B/L de importación y exportación, y el 22% espera información.

Para estimar la tasa de arribos y de servicios, se hallaron las distribuciones de probabilidades, utilizando el programa Expertfit, que busca la distribución que describe mejor los datos. Las distribuciones empleadas en los modelos son las siguientes:

Tabla 2.19 Distribuciones del sistema sin mejoras

Distribuciones – Sin mejoras			
Arribos	Exportación	gamma(0.304512, 44.440634, 0.798264)	
	Importación	pearsont6(0.000000, 85.167573, 1.104811, 9.763352)	
	Importación - Retiro de Garantías	gamma(0.113608, 102.269231, 0.909724)	
Servicios	Servidor 1	Exportación	beta(0.000230, 70.456684, 0.942173, 5.713769)
		Importación	weibull(0.000000, 12.888215, 1.164393)
		Importación - Retiro de Garantías	johnsonbounded(0.005651, 51.948092, 1.554064, 0.815592)
	Servidor 2	Exportación	pearsont6(0.000000, 572.414122, 1.507836, 99.965850)
		Importación	weibull(0.000000, 12.076998, 1.297059)
		Importación - Retiro de Garantías	weibull(0.000000, 9.147481, 1.969104)

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

Tabla 2.20 Distribuciones de la espera de documento BL

Distribución por espera de B/L	
Exportación	johnsonbounded(0.853248, 64.946365, 1.925407, 0.850291)
Importación	johnsonbounded(1.424843, 53.401363, 0.575698, 0.586593)

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

Tabla 2.21 Distribuciones del sistema mejora I (2 servidores)

Distribuciones – Mejorado I (2 servidores)			
Arribos	Exportación	beta(0.001720, 338.156559, 0.832147, 6.802577)	
	Importación	pearsont6(0.139762, 69.836867, 0.985444, 6.228803)	
	Importación - Retiro de Garantías	johnsonbounded(0.002912, 517.686640, 1.114457, 0.595552)	
Servicios	Servidor 1	Importación	erlang(0.001355, 8.352346, 2.000000)
	Servidor 2	Importación	weibull(0.000000, 12.960210, 1.356672)

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

Tabla 2.22 Distribuciones del sistema mejorado I (3 servidores)

Distribuciones – Mejorado I (3 servidores)			
Servicios	Servidor 3	Exportación	gamma(0.000000, 7.984433, 1.487734)
		Importación	pearsont6(0.895686, 24.372426, 1.405628, 4.267714)
		Importación -Retiro de Garantías	lognormal2(4.110882, 1.968069, 1.187596)

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

Tabla 2.23 Distribuciones del sistema mejorado II

Distribuciones - Mejorado II (3 servidores)			
Servicios	Servidor 1	Exportación	johnsonbounded(4.466423, 56.119460, 1.365169, 0.931412)
	Servidor 2	Exportación	pearsont6(0.000000, 23.826663, 5.619693, 11.856515)
	Servidor 3	Exportación	lognormal2(1.124815, 10.369432, 0.734603)

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

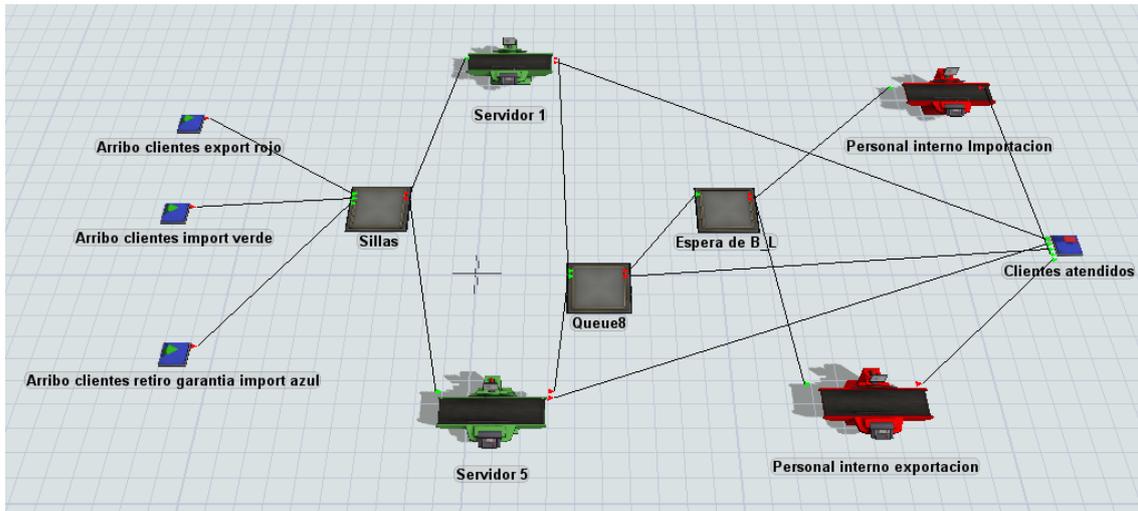


Figura 2.29 Representación del modelo Flexsim Sistema sin mejoras con 2 servidores

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

El modelo Flexsim sin mejora fue desarrollado para estimar los tiempos de espera por el documento BL tanto exportación como de importación y verificación de información, y se muestra en la figura 2.29.

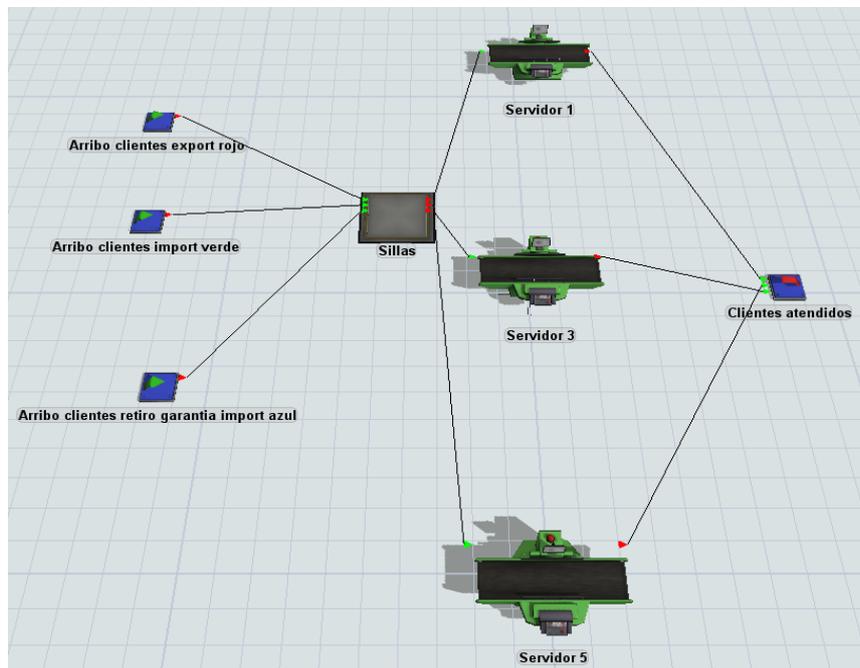


Figura 2.30 Representación del modelo Flexsim Mejorado I con 3 servidores

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

Se desarrolló el sistema mejorado I (3 servidores) con el objetivo de verificar el modelo y utilizarlo para el sistema mejorado II, como se muestra en la figura 2.30.

Para verificar la validez de los modelos, se realizó pruebas con el Test ANOVA y Test TUKEY para la variable respuesta, el mismo que debe ser igual que los valores obtenidos por el sistema Sipse de la empresa.

Verificación del modelo – Sistema sin mejoras (2 servidores)

Para este modelo se consideró el sistema con dos servidores, debido a que, al iniciar el proyecto, solo dos servidores se encontraban disponibles en ventanilla, y el tercer servidor realizaba actividades del personal de cobranzas (personal interno), por lo que no atendía clientes.

Se efectuó el test Anova con un 95 % de confiabilidad, el mismo que dio un resultado de $p=0,689$ siendo mayor a $\alpha=0,05$ y la prueba de Tukey demostró que el intervalo contiene al número cero, se puede concluir que no existe diferencia significativa entre los tiempos de espera del modelo Flexsim y los datos del sistema Sipse, por lo tanto, el modelo es válido. La prueba se efectuó con 120 datos generados por el modelo (95% de confiabilidad y 10% de error, con los datos generados por el sistema SIPSE), y los días entre el 27 mayo y 28 de junio del sistema SIPSE.

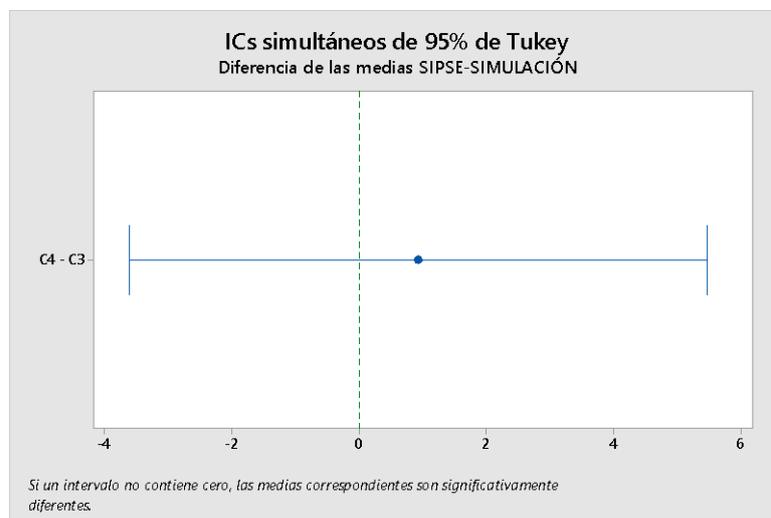


Figura 2.31 Prueba Tukey modelo antes – Comprobación de medias FLEXSIM vs SIPSE

Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

Verificación del modelo – Actual (3 servidores)

Para la verificación de este modelo, se utilizó el sistema con 3 servidores, que es la cantidad de servidores que se encuentran, en la última toma de datos (hasta 19 de agosto).

Del mismo modo, se realizó el test Anova y Tukey con un 95% de confiabilidad, obteniendo un valor de $p=0,395$ mayor a $\alpha=0,05$, la prueba de Tukey demostró que el intervalo contiene al cero, se puede concluir que no existe diferencia significativa entre los tiempos promedios de espera del modelo FLEXSIM y los datos de SIPSE. Para este caso se tomó una muestra de 110 datos del modelo Flexsim (95% de confiabilidad y 10% de error, con los datos de SIPSE) y los datos generados de SIPSE entre el 12 de agosto y 19 de agosto.

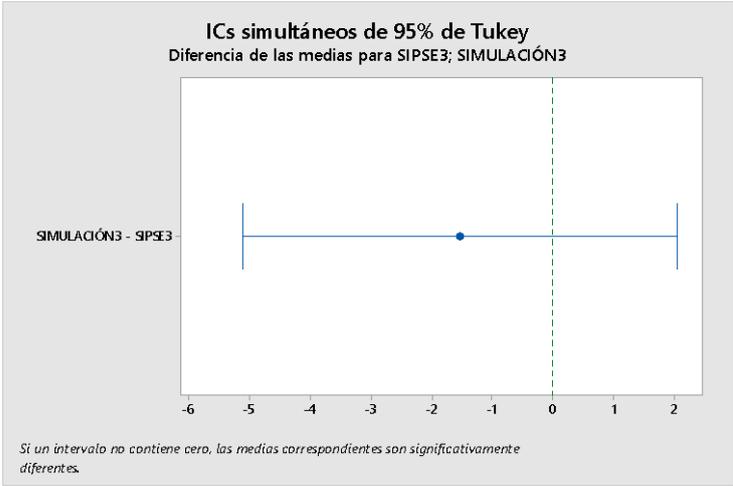


Figura 2.32 Prueba de Tukey modelo actual – Comprobación de medias FLEXSIM vs SIPSE
Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

2.5 Control

En esta etapa se procedió a realizar un plan de control el mismo que se define a continuación.

Tabla 2.24 Plan de control

Causa	¿Qué?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Quién?	¿Cuándo?	Estado
Capacidad de servicio insuficiente en la hora de almuerzo (reducción de servidores)	Controlar el número de servidores en la hora de almuerzo	Para reducir los tiempos de espera en cola	Realizar muestreos de trabajo	Jefe de caja	Diario	Planeado
Personal de documentación tiene otras funciones de trabajo, las cuales demoran el proceso de impresión del documento B/L requerido por los servidores	Cumplimiento de nuevas funciones	Para reducir los tiempos de espera en cola.	Establecer manual de funciones	Jefe de caja y personal de recursos humanos	Una sola vez	Planeado
Personal de soporte al cliente tiene otras funciones de trabajo, las cuales demoran el proceso de entrega de información requerida por los servidores						

Elaborado por: Henry Pita

Para llevar el control de dichas mejoras se realizaron formatos de muestreo de trabajo para controlar el número de servidores en la hora de almuerzo, en el cual se podrá registrar la persona que remplace al servidor en la hora de almuerzo. El formato se muestra a continuación.

Estudio de muestreo de trabajo – Capacidad interna					
Área: Caja		Responsable: Jefe de caja			
Semana: Dd/mm al Dd/mm	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
13:00-14:00	Nombre del sustituto				
14:00-15:00					
Semana: Dd/mm al Dd/mm	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
13:00-14:00					
14:00-15:00					
Semana: Dd/mm al Dd/mm	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
13:00-14:00					
14:00-15:00					

Figura 2.33 Formato de muestreo de trabajo – Capacidad interna
Elaborado por: Henry Pita

De la misma manera se realizó un manual de funciones, donde se define las actividades que debería llevar el servidor.

Manual de funciones	
Cargo:	Servidor
Área:	Caja
Funciones: <ul style="list-style-type: none"> Registrar en el sistema de turnos a los clientes Ingresar exoneración de garantías Visto bueno de BL Impresión de BL Emisión de carta de salida (BL) Verificación de pagos Ingreso de garantías Retiro de garantías Información sobre plazo a otorgar, para la entrega de contenedores 	

Figura 2.34 Manual de funciones - Servidor
Elaborado por: Henry Pita

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Representación del sistema sin mejoras y con mejoras

Para entender el sistema sin mejoras, se muestra un esquema donde se puede observar el flujo del cliente y las esperas que tiene que pasar un cliente. En este sistema el cliente espera por el servicio, por el documento BL y por información, como se observa en la figura 3.1.

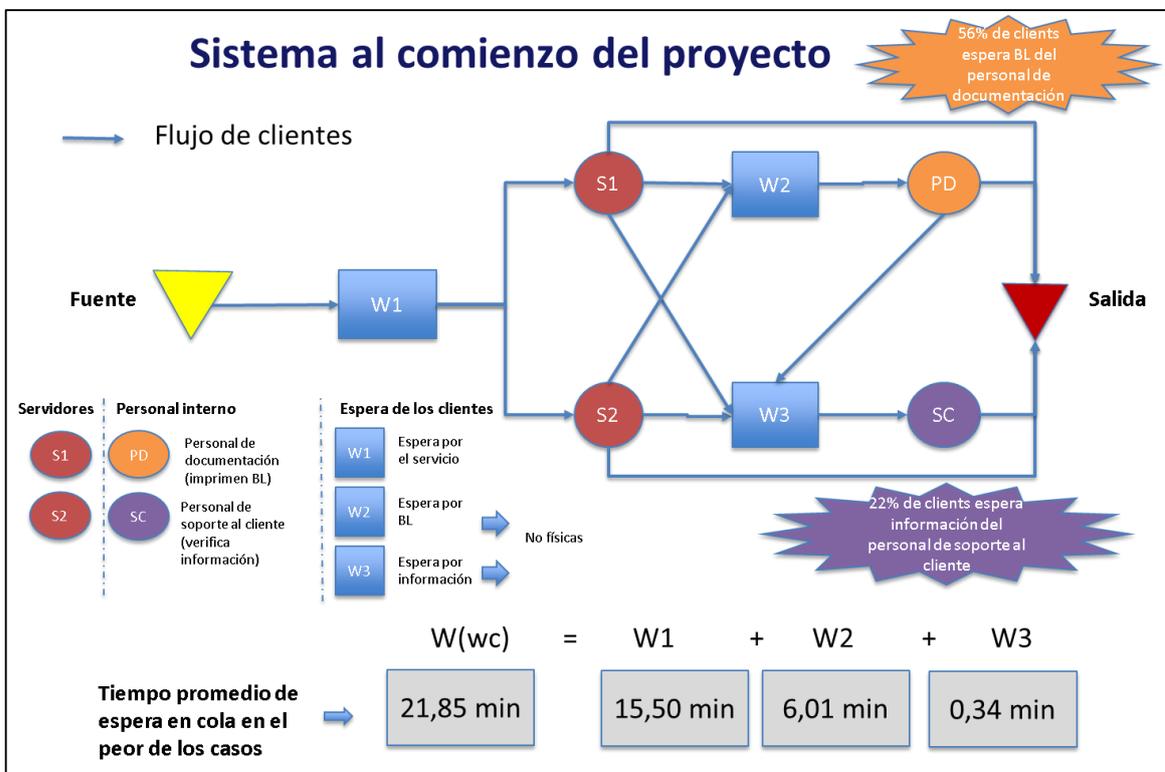


Figura 3.1 Representación del sistema sin mejoras

Elaborado por: Henry Pita

La representación del sistema con mejoras genera una sola cola, porque los clientes no esperan el documento BL e información, como se muestra en la figura 3.2.

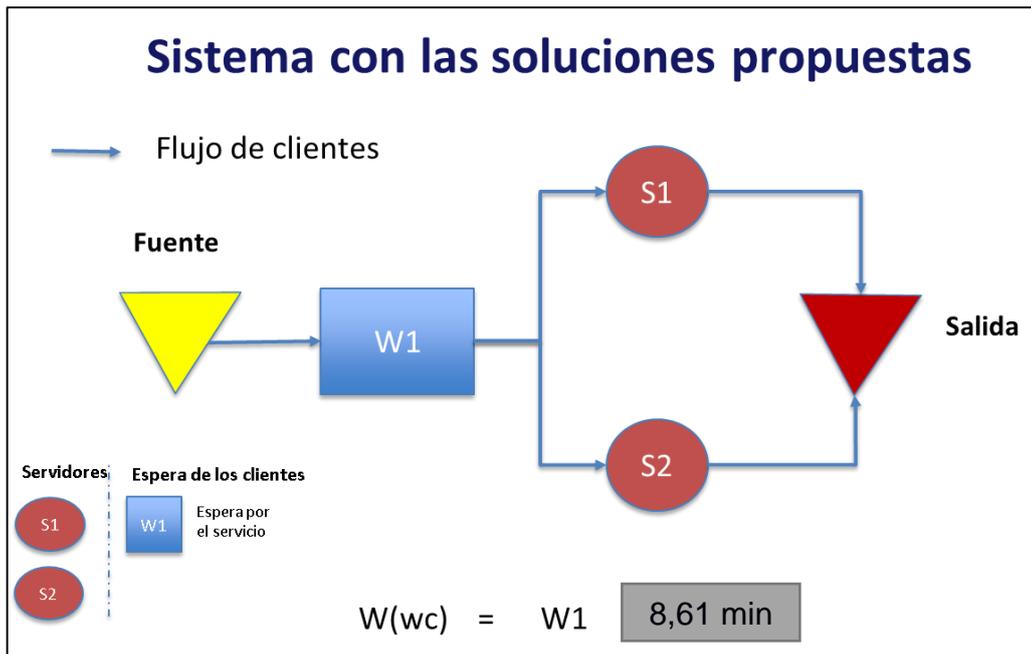


Figura 3.2 Representación del sistema con mejoras

Elaborado por: Henry Pita

3.2 Comparación de tiempos promedios de espera en cola

Para entender con facilidad los resultados, se muestra el siguiente cuadro con los escenarios analizados.

Tabla 3.1 Escenario efectuados para los resultados

Escenarios	Descripción	Estado
Sistema sin mejoras	Sin cambios	
Sistema con mejoras I	Los servidores imprimen BL de importación	Implementado
Sistema con mejoras II	Servidores imprimen BL de importación y exportación, verifican información, se desarrolla capacidad interna.	Simulado

Elaborado por: Henry Pita

Los resultados obtenidos al implementar que los servidores impriman BL de importación, se reflejan en el mes de Julio, obteniendo una reducción del 54% comparado con los resultados sin imprimir BL de importación del mes de junio, como se muestra en la figura 3.3.

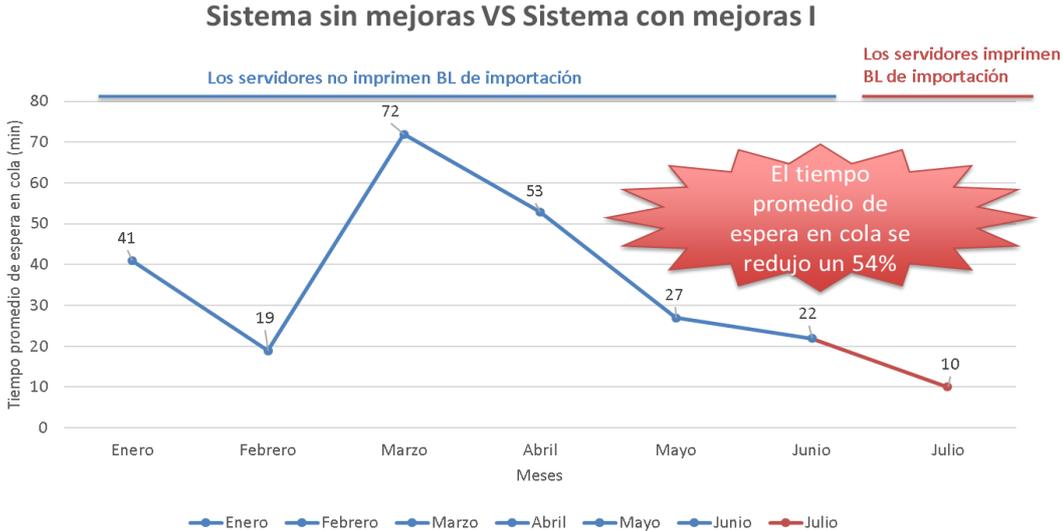


Figura 3.3 Tiempos promedio de espera en cola sin mejoras y con mejoras I
Elaborado por: Henry Pita / Datos sistema SIPSE

De la misma, forma los resultados del sistema con mejora II fueron simulados en conjunto con los demás sistemas, obteniendo los resultados que se muestran en la figura 3.4.

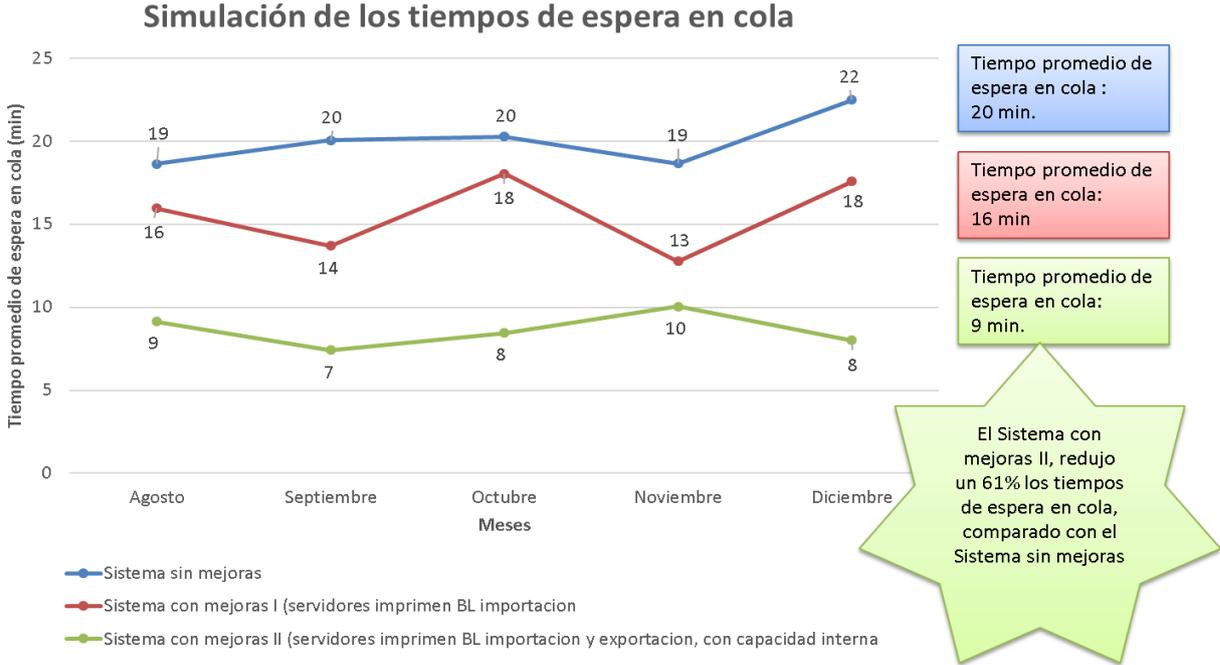


Figura 3.4 Simulación de los tiempos de espera en cola (mejora II)
Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

Los resultados mostraron una reducción del 61% de los tiempos de espera en cola, entre el sistema sin mejoras y el sistema mejorado II.

Para comprobar si existe una mejora significativa entre el sistema sin mejoras y el sistema con mejoras II, se efectuó una prueba de hipótesis.

Las hipótesis planteadas son las siguientes:

Ho = El tiempo promedio de espera en cola del sistema sin mejoras es igual al tiempo promedio de espera en cola del sistema con mejoras II.

H1 = El tiempo promedio de espera en cola del sistema sin mejoras es mayor que el tiempo promedio de espera en cola del sistema con mejoras II.

Tabla 3.2 Resultados de la prueba de hipótesis (sin mejoras vs con mejoras II)

Muestra	Promedio	Desviación estándar
Tiempos promedio de espera en cola (sin mejoras)	21,85	10,59
Tiempos promedio de espera en cola (con mejoras II)	8,61	4,629

Valor P = 0,00

Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

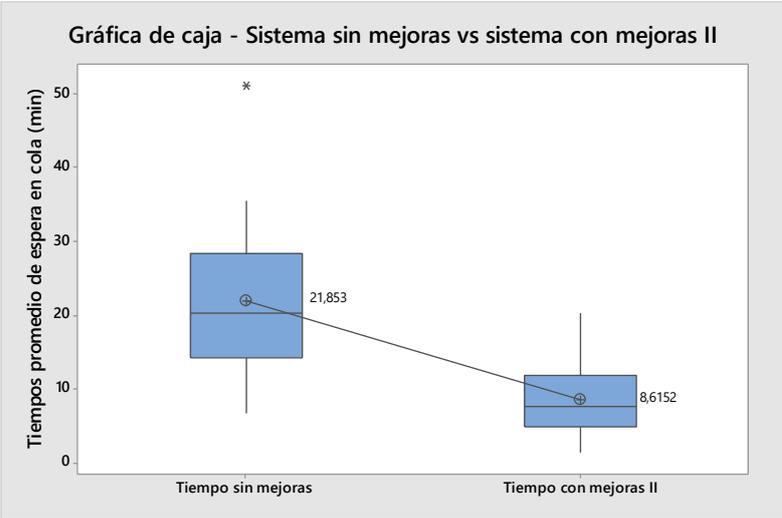


Figura 3.5 Diagrama de cajas – Sistema sin mejoras vs sistema con mejoras II

Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

Como se puede observar en la tabla 3.2 y la figura 3.5, el valor P es igual a cero, lo que indica claramente que se rechaza la hipótesis nula, y se puede concluir que existe suficiente evidencia estadística con un 95% de confianza, que el tiempo promedio de espera en cola del sistema sin mejoras es mayor al tiempo promedio de espera en cola del sistema con mejoras II.

De manera similar, se efectuó una prueba de hipótesis entre el sistema sin mejoras y el sistema con mejoras I.

H_0 = El tiempo promedio de espera en cola del sistema sin mejoras es igual al tiempo promedio de espera en cola del sistema con mejoras I.

H_1 = El tiempo promedio de espera en cola del sistema sin mejoras es mayor que el tiempo promedio de espera en cola del sistema con mejoras I.

Tabla 3.3 Resultados de la prueba de hipótesis (sin mejoras vs con mejoras I)

Muestra	Promedio	Desviación estándar
Tiempos promedio de espera en cola (sin mejoras)	21,85	10,59
Tiempos promedio de espera en cola (con mejoras I)	15,61	9,06

Valor P = 0,007

Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

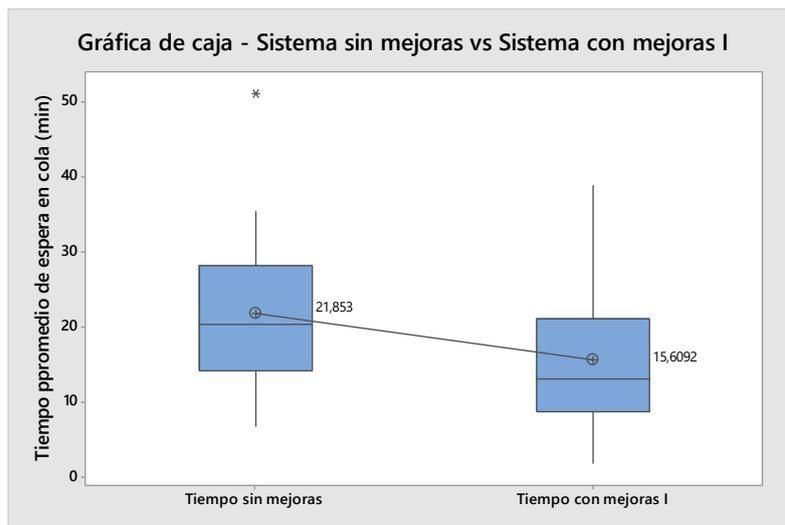


Figura 3.6 Diagrama de cajas – Sistema sin mejoras vs Sistema con mejoras I

Elaborado por: Henry Pita / Programa Minitab

Como se puede observar en la tabla 3.3 y la figura 3.6, el valor P es igual a cero, lo que indica claramente que se rechaza la hipótesis nula, y se puede concluir que existe suficiente evidencia estadística con un 95% de confianza, que el tiempo promedio de espera en cola del sistema sin mejoras es mayor al tiempo promedio de espera en cola del sistema con mejoras I.

3.3 Análisis de beneficios

Para el análisis económico se efectuó una comparación entre el sistema con mejoras I con 3 servidores y el sistema con mejoras II con 2 servidores, que es muestra en la tabla 3.4, con la única finalidad de comprobar cuál es el mejor sistema en aspectos de reducir el tiempo de espera en cola.

Tabla 3.4 Tabla comparativa entre mejoras y cantidad de servidores

Resultados	Sistema con mejoras I y 3 servidores	Sistema con mejoras II y 2 servidores
Tiempo promedio de espera en cola (tiempo)	3,58	8,61
Porcentaje promedio de ocio(%)	65%	47%
Numero promedio de personas esperando (clientes)	0,89	0,91

Elaborado por: Henry Pita / Programa Flexsim

Los tiempos promedio de espera en cola se redujeron a 3,58 min con 3 servidores en el sistema con mejoras I, sin embargo, el porcentaje de ocio es de 65%, como se puede observar en la figura 3.7, en comparación con el 20% de ocio que se desea tener. Por lo tanto, para reducir el tiempo de espera en cola no es necesario contratar a un tercer servidor.

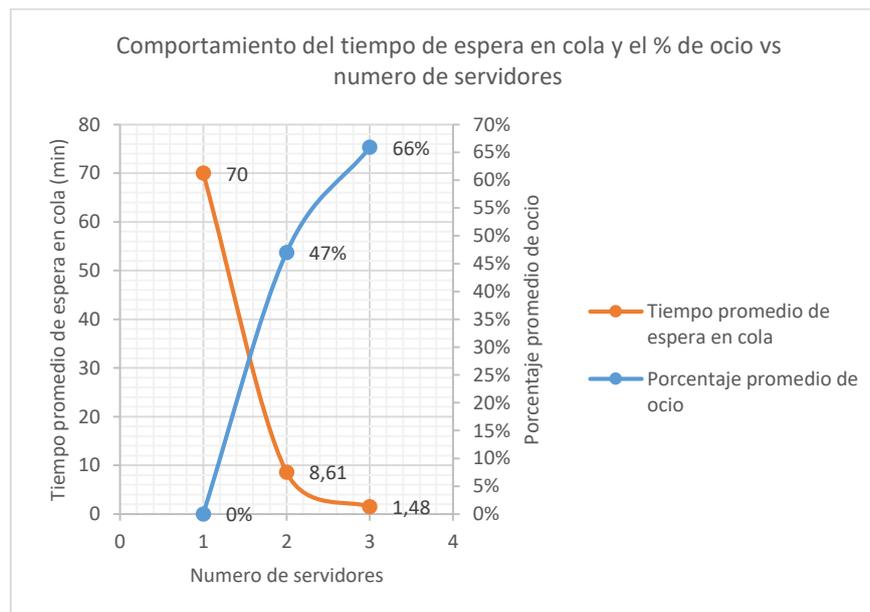


Figura 3.7 Comportamiento del tiempo de espera en cola y el porcentaje de ocio vs número de servidores

Elaborado por: Henry Pita / Datos Flexsim

Para observar los beneficios, se realizó un flujo de caja incremental, el mismo que muestra las diferencias al no contratar a un tercer servidor. Para este flujo se consideró los ahorros en el costo del personal (ya que se sugiere solo contar con dos servidores) y el costo de la capacitación, para luego determinar el valor actual neto. El flujo de caja incremental se muestra en la tabla 3.5. La TMAR utilizada es el 15%.

Tabla 3.5 Flujo de caja incremental

Años	0	1	2	3	4	5
Ingresos		\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00	\$0,00
Costos (ahorros)		\$7.200,00	\$7.200,00	\$7.200,00	\$7.200,00	\$7.200,00
Ingreso antes impuestos		\$7.200,00	\$7.200,00	\$7.200,00	\$7.200,00	\$7.200,00
%de impuestos		\$1.800,00	\$1.800,00	\$1.800,00	\$1.800,00	\$1.800,00
Ingresos netos (ahorros)		\$5.400,00	\$5.400,00	\$5.400,00	\$5.400,00	\$5.400,00
Inversión (capacitación)	-\$61,35	-	-	-	-	-
Flujo de caja	-\$61,35	\$5.400,00	\$5.400,00	\$5.400,00	\$5.400,00	\$5.400,00
VAN	\$18.040,29					

Elaborado por: Henry Pita

El análisis se realizó para 5 años y el valor actual neto durante ese periodo de tiempo muestra un valor positivo de \$18.040,29, lo que indica que el proyecto genera ahorros para la agencia.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La comparación entre los tiempos promedios de espera en cola sin mejoras y los tiempos promedio de espera en cola con las mejoras I (los servidores imprimen BL de importación) presentó una reducción del 54%, pasando de tener 22 minutos a 10 minutos. (Implementado)
- La comparación entre los tiempos promedios de espera en cola sin mejoras y los tiempos promedios de espera en cola con mejoras II (servidores imprimen BL de importación y exportación, servidores verifican información, aplicación de capacidad interna) presentó una reducción del 61%, pasando de tener 22 minutos a 8,61 minutos. (Simulado)
- Los ahorros por año son de \$5400 al implementar estas mejoras y mantener la cantidad de dos servidores, comparado con la inversión de capacitación de \$61,35, siendo recuperada la inversión en el primer año.

4.2 Recomendaciones

- Realizar estudios periódicos de los tiempos promedios de espera en cola.
- Realizar la toma de tiempos que esperan los clientes que no son reflejadas en el sistema de turnos SIPSE.
- Se recomienda mantener dos servidores de la firma 1 para que los tiempos de espera en cola no incrementen.

BIBLIOGRAFÍA

- Dong-Wook, S., & Panayides, P. (2012). *Maritime Logistics: A Complete Guide to Effective Shipping and Port Management*.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD*. México: McGRAW-HILL.
- Narula, V., & Grover, S. (2015). Application of six sigma DMAIC methodology to reduce service resolution time in a service organization. *Accounting*, http://www.growingscience.com/ac/Vol1/ac_2015_5.pdf.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, Estándares y Diseño del trabajo*. México: McGRAW-HILL.
- Ocampo, J., & Pavón, A. (Julio de 2012). *Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la simulación de eventos discretos en FLEXSIM*. Obtenido de Researchgate: [https://www.researchgate.net/profile/Jared_Ocampo/publication/264044270_Integrando_la_Metodologia_DMAIC_de_Seis_Sigma_con_la_Simulacion_de_Eventos_Discretos_en_Flexsim/links/0f31753cabeddc64500000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jared_Ocampo/publication/264044270_Integrando_la_Metodologia_DMAIC_de_Seis_Sigma_con_la_Simulacion_de_Eventos_Discretos_en_Flexsim/links/0f31753cabeddc6450000000.pdf)
- Pawlewski, P., Hoffa-Dabrowska, P., Golinska-Dawson, P., & Werner-Lewandowska, K. (2019). *FlexSim in Academe: Teaching and Research*. Springer.
- Singer, M., Donoso, P., & Scheller-Wolf, A. (Octubre de 2018). *Una introducción a la teoría de colas aplicada a la gestión de servicios*. Obtenido de Revista ABANTE: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/46437774/Singer.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DUNA_INTRODUCCION_A_LA_TEORIA_DE_COLAS_AP.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190827%2Fus-east

ANEXOS

ANEXO A:

DATOS GENERADOS EN EL SIMULADOR FLEXSIM

Datos generados en el simulador							
Meses	Sistema sin mejoras	Sistema con mejoras I	Sistema con mejoras II	Meses	Sistema sin mejoras	Sistema con mejoras I	Sistema con mejoras II
Agosto	7,92	13,22	19,74	Octubre	4	15,81	13,63
	10,17	22,78	7,46		19,86	23,85	9,87
	7,84	8,89	9,01		11,91	33,65	5,67
	8,05	13,11	9,54		12,46	12,62	4,15
	15,58	15	4,78		7,51	7,08	3,27
	29,81	36,5	11,13		7,36	7,36	14,26
	24,59	14,61	10,81		32,15	31,4	6,31
	24,63	20,06	7,34		22,79	9,28	18,87
	9,8	20,5	11,2		13,59	20,28	15,48
	23,83	10,4	14,09		29,44	11,58	2,17
	19,47	33,19	3		4,08	33,18	1,47
	7,4	9,45	4,55		25,99	26,79	10,37
	32,12	15,19	9,95		43,59	9,28	7,44
	34,31	25,87	8,52		22,3	8,81	12,14
	21,44	8,7	20,25		21,39	7,52	5,74
	6,17	9,42	7,25		46,96	5,76	13,37
	23,22	11,67	8,03		14,87	38,76	3,7
	33,57	13,62	5,35		11,7	25,21	3,63
18,12	2,51	7,58	11,89	24,86	11,76		
14,74	14,57	3,36	41,4	7,53	5,96		
Septiembre	20,7	8,7	5,24	Noviembre	9,14	8,21	14,04
	11,32	24,1	3,08		19,08	10,68	7,63
	6,77	17,5	1,59		4,96	17,61	11,23
	11,34	15,9	9,04		30,73	11,07	6,14
	11,94	24,28	2,7		27,54	8,38	13,35
	29,74	14,26	5,28		12,42	9,68	5,79
	60,8	15,39	12,64		18,1	6,59	5,47
	21,3	6,44	9,58		10,14	12,76	4,19
	12,8	2,01	8,59		5,46	10,77	18,96
	32,27	10,4	4,42		31,51	8,8	12,92
	19,37	12,2	6,69		10,08	14,85	5,86
	7,71	15,6	4,41		18,93	5,72	9,02
	30,77	20,55	6,77		24,2	25,33	12,8
	4,67	19,86	11,29		27,1	21,31	11,24
	6,76	12,31	5,7		36,42	10,19	15,91
	15,89	4,6	8,83		14,51	1,94	13,84
	45,48	26,61	9,35		14,36	37,2	13,35
	7,41	6,62	11,76		4,83	14,49	2,27
25,97	8,74	8,3	25,49	13,48	15,45		
18,06	7,76	13,03	28,25	6,41	1,56		

Datos generados en el simulador			
Meses	Sistema sin mejoras	Sistema con mejoras I	Sistema con mejoras II
Diciembre	22,41	16,99	2,31
	24,4	24,89	7,12
	11,58	3,6	2,94
	10,76	10,54	18,2
	6,62	10,65	14,47
	18,3	25,2	6,18
	13,48	12,25	4,87
	16,4	36,69	11,88
	64,2	38,85	7,39
	21,27	11,01	6,38
	28,26	20,19	7,18
	16,7	8,36	4,34
	26,19	25,22	2,56
	13,02	21,47	2,37
	27,65	8,68	9,86
	42,39	3,47	10,35
	29,45	16,79	4,9
	16,08	9,09	4,69
	17,74	31,98	14,58
	22,76	15,83	17,44