

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

**MEJORA DE LOS PROCESOS DE OPERACIÓN EN UNA EMPRESA DE
CONSOLIDACIÓN Y DISTRIBUCIÓN UTILIZANDO LA SIMULACIÓN.**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniería en Logística y Transporte

Presentado por:

Giovanna Melina Mite Rodríguez

Julio Alfredo Pino Romero

GUAYAQUIL – ECUADOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi mamá, por haberme guiado y apoyado durante este trayecto de mi vida; Siempre siendo mi ejemplo a seguir y enseñándome a luchar por lo que quiero.

Mite Rodríguez Giovanna Melina

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, quienes han sido un apoyo incondicional a lo largo de toda esta etapa, ya que fueron, son y serán siempre esa fuente de inspiración para salir adelante.

Pino Romero Julio Alfredo

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres, y a mi hermano, Giovanni, ya que fueron mi motor durante estos años de mi vida y han sido quienes me apoyaron incondicionalmente para lograr alcanzar mis objetivos. Gracias a mis tíos y primos, ya que siempre estuvieron pendientes de mí.

Agradezco a los amigos que conocí durante mi vida universitaria, ya que me ayudaron en los momentos más complicados e hicieron más fáciles mis días. A mis amigas del colegio, Sherry, Karen, Joseline, Joyce y Allison, que siempre celebraron mis logros como los suyos. A mis profesores, que tuvieron la paciencia para enseñarme todos sus conocimientos y me hicieron enamorar de la carrera.

Un agradecimiento especial a mi compañero de tesis Julio, por luchar conmigo hasta el final, a Steven García, por ser un gran amigo y apoyarnos durante este proceso, y a Alice Delgado, por estar siempre presente, ayudándome y siendo una guía. Al Mgtr. José Vera y al Mgtr. Carlos Ronquillo, ya que con la ayuda de ambos pudimos llevar a cabo este proyecto.

Y por último agradezco a Manchita y Phoenix, mis mascotas, por haber estado a mi lado en cada desvelada, dándome ese último aliento que necesitaba.

Mite Rodríguez Giovanna Melina

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis padres y mi hermano quienes constantemente me apoyaron a lo largo de todos estos años. Gracias a mi mami, y a Gina por velar siempre por mí y brindarme ese constante apoyo, gracias a mi abuelita, mis tías, tíos y primas quienes siempre estuvieron pendientes de mi progreso deseándome lo mejor.

Gracias a mis compañeros y amigos que gané a lo largo de esta etapa, con quienes compartí buenos momentos y que fueron un soporte para motivarme día tras día en el transcurso de las clases. Gracias a mis profesores, quienes son un pilar fundamental de todo estudiante, por haberme enseñado parte de sus conocimientos y formarme como profesional.

Un gran agradecimiento a mi compañera de tesis y amiga Giovanna, con quien he podido contar desde mis primeros semestres hasta el último día de la carrera. Gracias al MSc. Carlos Ronquillo y al MSc. José Vera por habernos guiado a lo largo de este proyecto.

Por último, gracias a la ESPOL por haberme permitido formar parte de esta gran institución, por juntarme con excelentes personas y brindarme una gran experiencia estudiantil

Pino Romero Julio Alfredo

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Mite Rodríguez Giovanna Melina y Pino Romero Julio Alfredo y damos nuestro 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"



Pino Romero Julio Alfredo



Mite Rodríguez Giovanna Melina

EVALUADORES



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ALFREDO
RONQUILLO FRANCO**



Firmado electrónicamente por:
**JOSE MANUEL
VERA ARAY**

**Mgtr. Carlos Alfredo
Ronquillo Franco**
PROFESOR DE LA MATERIA

Mgtr. José Manuel Vera Aray
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Este proyecto integrador consiste en la mejora del proceso de despacho dentro de una bodega en una empresa de transporte de mercancía mediante el uso de un software de simulación. Todo esto se realiza con la finalidad de reducir el tiempo de despacho de los camiones; ya que, con el análisis del comportamiento del proceso, la experimentación con diferentes soluciones propuestas y la evaluación de los resultados frente a la situación actual de la empresa, se puede determinar la mejor solución.

El primer paso, el levantamiento de información fue el más importante, ya que se recopiló todos los datos necesarios, como el tiempo que se demoran los operadores en sus actividades, dimensiones de las áreas de la bodega, cantidad de mercancía transportadas, con esto se pudo realizar simulaciones de las actividades con ciertos cambios para determinar en cuanto tiempo afecta al proceso de despacho, y así, efectuar cambios.

Como resultados de las simulaciones se obtuvo, que es uso de un montacargas para el traslado de mercancía, disminuye en poca medida el tiempo de las operaciones, mientras que, para la otra alternativa, el aumento de 2 operadores redujo el tiempo del proceso en un 32% aproximadamente.

Se puede decir que el resultado de la solución propuesta es favorable ya que aumenta la productividad durante el proceso de despacho, disminuyendo el tiempo de carga a los camiones, tiempo que se puede usar en otras actividades laborales.

Palabras claves: *Simulación, FlexSim, bodega, despacho.*

ABSTRACT

This integrative project consists of improving the dispatch process of a warehouse in a freight transport company through the use of simulation software. All this is done in order to reduce the dispatch time of the trucks, since, with the analysis of the process' behavior, the experimentation with different proposed solutions and the evaluation of the results in the face of the current situation of the company, the best solution can be determined.

The first step, the collection of information was the most important, since all the necessary data was collected, such as the time it takes the operators in their activities, dimensions of the areas of the warehouse, amount of merchandise transported, with this it was possible to do simulations of the activities with certain changes to determine how long it affects the dispatch process, and thus, make changes.

As a result of the simulations, it was obtained that the use of a forklift for the transfer of goods, reduces the operations in a very short time, while, for the other alternative, the increase of 2 operators reduced the process time by approximately 32%.

It can be said that the result of the proposed solution is favorable since it increases productivity during the dispatch process, decreasing the loading time to the trucks, time that can be used in other work activities.

Keys words: *Simulation, FlexSim, Dispatch, warehouse.*

Contenido	
EVALUADORES	I
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	2
1. INTRODUCCIÓN	2
<u>1.1.</u> Descripción del problema	3
1.2. Justificación del problema	4
1.3. Objetivos	5
1.4. Marco Teórico	5
CAPÍTULO 2	16
2. Metodología	16
2.1. Técnicas de investigación	16
2.2. Recopilación de los datos	19
<u>2.3.</u> Descripción de los modelos	20
2.4. Uso de software	30
2.5. Consideraciones legales y éticas	32
2.6. Fases del proyecto	34
2.7. Cronograma de actividades	37
CAPÍTULO 3	39
<u>3.</u> Resultados y análisis	39
<u>3.1.</u> Resultados	39
<u>3.2.</u> Análisis de los resultados	56
<u>3.3.</u> Análisis de Costos	59
CAPÍTULO 4	66
4. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES	66
<u>4.1.</u> Conclusiones	66
<u>4.2.</u> Recomendaciones	67
BIBLIOGRAFÍA	68
APÉNDICE	69

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
KPI	Key Performance Indicator
FIFO	First in, first out.
IESS	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
kWh	Kilovatio-hora
CD	Centro de distribución
Kg	Kilogramo

SIMBOLOGÍA

Kg	Kilogramos
kWh	Kilovatio-hora

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 2. 1. Flujo de los procesos dentro de la empresa	20
Figura 2. 2. Diseño de la bodega realizado en AutoCad.	21
Figura 2. 3. Descripción del tipo de producto según su categoría.	22
Figura 2. 4. Configuración del source 1 y 2 en FlexSim.	25
Figura 2. 5. Configuración del source 1 y 2 en FlexSim.	25
Figura 2. 6. Propiedades definidas por Layout	26
Figura 2. 7. Configuración por procesador	27
Figura 2. 8. Distribuciones por cada tipo de producto	28
Figura 2. 9. Configuración del processor por despacho	28
Figura 2. 10. Distribución de puertos de salida	29
Figura 2. 11. Fases de ejecución del proyecto	34

Capítulo 3

Figura 3. 1 Estadísticas de despacho – Sink 1.....	41
Figura 3. 2. Estadísticas de despacho – Sink 2.	42
Figura 3.3. Estadísticas de despacho – Sink 3.	43
Figura 3. 4. Estadísticas de despacho – Sink 4.	44
Figura 3. 5. Simulación de la solución 1	45
Figura 3. 6. Estadísticas de despacho de Solución 1-Sink 1.	46
Figura 3. 7. Estadísticas de despacho de Solución 1-Sink 2.	47
Figura 3. 8. Estadísticas de despacho de Solución 1-Sink 3.	48
Figura 3. 9. Estadísticas de despacho de Solución 1-Sink 4.	49
Figura 3. 10. Simulación de la solución 2	50
Figura 3. 11. Estadísticas de despacho de Solución 2-Sink 1.	51
Figura 3. 12. Estadísticas de despacho de Solución 2-Sink 2.	52
Figura 3. 13. Estadísticas de despacho de Solución 2-Sink 3.	53
Figura 3. 14. Estadísticas de despacho de Solución 2-Sink 4.	54
Figura 3. 15. Estadísticas de despacho de Solución 2-Sink 5.	55

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 2

Tabla 2. 1 Recopilación de información general acerca de la bodega	19
Tabla 2. 2 Descripción de los tipos de productos dentro de la simulación	21
Tabla 2. 3 Promedio de bultos y cantidades por layout y tipo de producto	23
Tabla 2. 4 Cronograma de actividades del proyecto	37
Tabla 2. 5 Cronograma de actividades del proyecto	38

Capítulo 3

Tabla 3. 1 Pesos acorde al tipo de bulto	39
Tabla 3. 2 descripción de las restricciones y parámetros de la simulación	40
Tabla 3. 3 Comparativo de resultados	56
Tabla 3. 4 Estadísticas de situación actual	57
Tabla 3. 5 Estadísticas solución #1	57
Tabla 3. 6 Estadísticas de solución #2	58
Tabla 3. 7 Datos situación actual	59
Tabla 3. 8 Cálculo de costos operativos - situación actual	60
Tabla 3. 9 Datos de propuesta #1	61
Tabla 3. 10 Valores y costos relacionados a montacargas	61
Tabla 3. 11 Datos montacargas	62
Tabla 3. 12 Datos de salarios de operadores	62
Tabla 3. 13 Cálculo de Costos Operativos – Propuesta#1	63
Tabla 3. 14 Datos de salarios de operadores	64
Tabla 3. 15 Cálculo de Costos Operativos – Propuesta#2	64
Tabla 3. 16 Cuadro Comparativo de costos operativos y horas anuales.	65

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto busca incrementar la eficiencia en el proceso de carga de los camiones dentro de la bodega de la empresa utilizando simulación. Se busca una mejora en los procesos disminuyendo de esta forma el tiempo de ejecución de los pasos que se siguen en la empresa.

Para alcanzar los objetivos del proyecto se aplica una simulación. Es una herramienta muy importante dentro de la investigación ya que ayuda a proyectar por medio de la ciencia computacional, situaciones de un sistema real y de esta manera empezar a experimentar. De esta manera se logra tener un mejor entendimiento de los comportamientos del modelo en estudio.

En el estudio se busca poder reducir los tiempos de despacho de mercancía por lo que se tendrá que considerar diferentes factores y procesos que ocurren dentro de la bodega. Por este motivo, se busca analizar desde que el producto está en los diferentes puntos de la bodega, hasta que son embarcados en los camiones para ser enviados.

Para la simulación se debe hacer un análisis de los datos más importantes para el proceso de almacenamiento. Es importante saber la información del producto a manipular, así como la información de la producción, y todo tipo de información que sirve para ir elaborando el modelo.

Una de las herramientas que se usa es el software FlexSim. Es una muy poderosa herramienta de análisis que ayuda a la toma de decisiones, en donde se puede hacer un sistema de modelos computacionales en tiempo real. (Hou, 2012). FlexSim ayuda a poder experimentar con el modelo para analizar los varios escenarios que este tiene.

1.1. Descripción del problema

El problema de la empresa que se plantea en este proyecto es que los procesos que se llevan a cabo dentro de ella generan gastos operativos. Los gastos operativos se refieren a la cantidad de tiempo y control que estos necesitan para ejecutarse, los cuales pueden ser evitados o disminuidos con una mejora en sus procesos.

Se logra identificar que, en la bodega, en ocasiones se congestiona en las horas pico debido a la afluencia de entrada y salida de la mercancía. La hora crítica para la empresa por lo general se da en la tarde-noche, que es cuando se procede a cargar los camiones, para distribuir la mercancía a los diferentes puntos del país.

Con este proyecto se busca determinar las variables que más influyen en el retraso de las operaciones dentro de la empresa. Una vez que se identifique las variables se puede simplificar los procesos operacionales y así agilizar los movimientos durante la consolidación.

Asimismo, se quiere cambiar el tiempo de la salida de los camiones de la empresa para las otras ciudades de Ecuador. La hora de salida actual es crítica para la empresa debido a que se exponen a robos en la carretera.

Tener un retraso con los clientes significa una gran pérdida dentro de la empresa y la reputación de esta frente a la competencia. Tener un correcto análisis de las variables y parámetros, es de suma importancia ya que evita omitir datos significativos para la simulación.

1.2. Justificación del problema

Los sistemas y programas de simulación tienen una fundamental importancia en el desarrollo de las empresas hoy en día; ya que mediante estas se puede medir el nivel de eficacia que tienen los procesos que se ejecutan dentro de estas, sin necesidad de realizar modificaciones en la vida real para llevar a cabo alguna prueba.

Estas simulaciones se pueden dar en diferentes ámbitos, simulaciones respecto al tráfico, simulaciones en bodegas o áreas de consolidación, entre otras; todo esto con la finalidad de buscar algún punto dentro de los procesos donde se pueda realizar cambios para una optimización operativa.

Dentro de las compañías de transporte de mercancías y consolidación de carga, las simulaciones cumplen un papel importante, ya que se puede simular los procesos que ocurren dentro de ellas, principalmente en el área de recepción de mercancía, su posterior consolidación y por último su despacho. En este proyecto lo que se busca es implementar modificaciones ya sean, cambio en el número de operadores, rediseño del espacio de trabajo, o la forma en cómo se realizan las labores. Teniendo como finalidad reducir tiempos de operación, que a su vez influirán en los tiempos de entrega de los productos a los clientes finales.

Las cantidades de trabajadores que ejecutan determinadas operaciones son importantes en este estudio, ya que de ellos depende del tiempo que se demoran en ejecutar las diferentes funciones. Así mismo hay que tomar en cuenta que estos no sobrepasen las horas laborales permitidas y aforos impuestos por la ley.

El espacio físico es otro factor a considerar, ya que aquí es donde se realizan las operaciones, desde el muelle de recepción de mercadería, la zona de consolidación, las diferentes zonas de clasificación por destino, y los muelles de embarque para los despachos, por lo que un reajuste en alguna de estas áreas afectará de forma general a todo el proceso.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Incrementar la eficiencia en los procesos de despacho en una empresa de consolidación y distribución de carga, implementando la metodología de la simulación por medio de un software.

1.3.2. Objetivos Específicos

1. Analizar el comportamiento de la bodega en su proceso de despacho para determinar sus tiempos de carga.
2. Experimentar con diferentes soluciones obtenidas para ver cuál es la que más se adapta a la necesidad de la empresa.
3. Evaluar los resultados con la situación actual de la empresa para establecer los parámetros a mejorar.

1.4. Marco Teórico

1.4.1. Estado del arte

Para un correcto direccionamiento y enfoque del proyecto se ha recopilado una serie de información de trabajos previos los cuales aportarán al tema tratado.

En el estudio realizado *An efficiency improvement in warehouse operation using simulation analysis* (Samattapong, 2017), se detalla que el uso de una simulación para la gestión de una bodega se direcciona a dos objetivos: el tener la cantidad de productos suficientes y la disminución de los costos operacionales, lo cual ayuda a la mejora de los procesos de consolidación de la bodega.

Mediante este estudio se busca una mejora de la eficiencia de las operaciones dentro de una bodega mediante el uso de FlexSim, donde en la simulación se consideran diferentes factores que se analizan dentro de un proceso.

Este estudio busca la mejora de la eficiencia en las operaciones de una bodega por medio de la simulación en FlexSim. La complejidad de la metodología radica en que se tienen diferentes importantes factores que se deben analizar para diseñar un proceso de almacenamiento eficiente.

Para este caso se concentró en el estudio de transporte de mercadería, donde se recopiló información de la movilización de productos, con lo que se hizo simulaciones para ver tendencias ya que se conocía que el tiempo de los procesos no eran suficientes para abastecer la demanda.

Por medio de FlexSim se hicieron múltiples observaciones con valores reales, investigando la descarga y almacenamiento, al obtener los resultados finales, se pudo encontrar 3 soluciones que podrían mejorar el cuello de botella que se genera dentro de la bodega. La primera es agregar un operador más y de esta manera reducir las colas en el proceso de distribución, la segunda opción es la implementación de una cinta transportadora y por último implementar ambas opciones.

Este estudio es importante para el proyecto, debido a que da una amplia idea de lo que se puede hacer con FlexSim. Aunque la empresa de la lectura no es de la misma naturaleza a la empresa planteada en este proyecto, se puede analizar los métodos y propuestas dadas por el escrito, y ser una guía.

Una de las soluciones dadas en el escrito, fue acerca de contratar un nuevo operario, lo cual se asemeja más a una solución factible para el problema planteado. Porque los otros escenarios de solución son para otro tipo de empresa.

En el presente artículo “**Simulation-Based Approach for Reducing Goods Loading Time**” se habla acerca de la implementación de adecuaciones en el diseño de una bodega junto a la utilización de una simulación en FlexSim para constatar una mejoría de tiempos de operación dependiendo los cambios realizados; esto con el objetivo de desarrollar una alternativa de diseño de la bodega actual.

En el artículo se busca poder reducir los tiempos de despacho de mercancía por lo que se considera variedad de factores que hay dentro de la bodega, desde la recepción de los productos, hasta que son embarcados en los camiones para ser enviados. La zona de despacho es una parte fundamental entre las operaciones de transporte y almacenamiento, donde en caso de tener falencias, estas retrasarán los plazos de entrega, lo cual incurre en costos de almacenamiento y un deficiente nivel de servicio para el cliente (Chayut Bunternngchit, 2019).

Los procesos de simulación son herramientas que sirven para medir la eficiencia de un sistema, se crean soluciones a través del diseño del modelo de un sistema real (Samattapong, 2017); el proceso comienza con la simulación del entorno, las especificaciones de las variables a utilizar y los parámetros correspondientes, se ejecuta la simulación del modelo actual, se evalúan los resultados y se lo valida con datos reales, luego se proponen diferentes escenarios para crear modelos alternativos; por último, se compara los modelos propuestos y se escoge el más apropiado.

Para esta simulación se realizó una recolección de datos los cuales indicaban los tiempos que se demoraban en cargar cada camión, además de un listado de los tamaños de las bobinas que son trasladadas; respecto a los tiempos de carga de camiones, estos se tomaban 17,43 minutos, lo cual superaba el indicador clave de rendimiento “KPI”, el cual fue analizado por dos meses, dando 15 minutos de embarque por camión.

Una vez que se recolectó información, se procedió a realizar un análisis usando el sistema ABC, donde establece un nuevo diseño de bodega como resultado final, el cual se ejecutó a través de una simulación con duración de 31 días mediante FlexSim, dando como resultado un tiempo de embarque de 13,20 minutos, lo cual refleja una reducción mayor al 25% en los tiempos de embarque.

Al obtener los resultados finales, se concretó 3 soluciones que ayudan a solucionar el cuello de botella que se origina en bodega. Teniendo como opción uno agregar un trabajador a las operaciones y así reducir las colas al hacer los procesos de distribución; Como opción 2 se tiene agregar una cinta transportadora y por último hacer una combinación entre opción 1 y opción 2. Siendo opción 3 la más viable ya que reduce las colas del 89.8% a 48.7%.

Esta investigación es de sumo impacto para el proyecto debido a que explica de una forma detallada las dimensiones de la bodega y como esta se va seccionando, explicando claramente, porque es necesario para estos datos y cómo influyen en la simulación. Aunque los resultados no pueden ser aplicados en este caso, la metodología implementada es de gran ayuda para plantear el diseño de la bodega.

1.4.2. Marco Conceptual

1.4.2.1. Centro de distribución

Un centro de distribución es el espacio que tiene la empresa en donde se almacena los productos. Se hacen actividades con respecto a la logística de la empresa (García, 2011).

Cada centro de distribución tiene su estructura de tal forma que facilita la correcta circulación de los productos evitando cualquier accidente o daños. Se cuenta con un acondicionamiento para la llegada de los camiones, como las rampas, muelles, y maquinaria para la descarga de estos.

En sí, el centro de distribución tiene como objetivo la capacidad de almacenar, controlar, planificar, despachar y distribuir los productos que se encuentran dentro de ella.

1.4.2.2. Layout.

Cuando se habla de layout, se hace referencia al diseño de la empresa, el plano de cómo está seccionada y las diferentes posiciones que puede tomar el producto una vez ingresado a la empresa. El layout tiene la funcionalidad de poder organizar de una manera más eficiente la bodega, y ubicar de manera estratégica los productos.

El layout de una empresa es muy importante debido a que ayuda a la planificación de la cadena de suministro, es decir te permite tener un mayor control de las recepciones de la empresa, el almacenaje del producto, y asimismo el despacho de estos.

1.4.2.3. Mercancía.

Se considera mercancía a todo bien material que se le puede dar algún uso; la elaboración, transformación y distribución de mercancía. Su finalidad es la actividad económica. Como bien material este puede necesitar ser trasladado en algún momento, ya sea desde donde se fabrica o donde se comercializa. Tiene la finalidad de cumplir alguna necesidad en específico.

De esta forma la mercancía se considera carga cuando esta es trasladada desde un punto hacia su destino; donde generalmente también intervendrán procesos de embalaje, clasificación, almacenaje entre otros.

1.4.2.4. Picking.

El picking o preparación del pedido, es la acción de recoger los productos de un cliente y combinarlas para completar su pedido. El picking es muy importante en cualquier almacén debido a que se deben manipular los productos unitarios para terminar el paquete pedido.

El picking se puede realizar de diferentes maneras, y con diferentes herramientas. El picking más común entre las empresas en crecimiento, es en el cual el operario va a bodega y empieza a seleccionar los productos dados.

1.4.2.5. FIFO.

Por sus siglas en inglés, first in, first out o en español, primero en entrar, primero en salir. El FIFO es método contable de mucha utilidad para calcular y dar un valor al inventario. Este inventario es variado y podría ser de productos de la empresa, o materia prima con la que la empresa trabaja o productos necesarios para la producción.

Es muy común a la hora de crear una valoración en los inventarios que son conformados por productos caducados o perecederos; es decir, se necesitará seguir un orden para que los productos que salgan primero sean las más cercanos a ser obsoletos o fechas cortas.

1.4.2.6. Hora pico.

El término de la hora pico es muy utilizado en la actualidad. Se refiere a un periodo de tiempo en donde existe un mayor tránsito o congestión de productos.

La hora pico, no es específicamente una hora, puede ser un corto o varios lapsos de tiempo en el día. En este tiempo, la demanda varía, por tanto, suele ser un problema para las empresas ya que se dificulta poder determinar algo específico.

1.4.2.7. Estibadores.

Los estibadores son los miembros de la empresa que tienen como funcionalidad la carga y descarga de los productos de los camiones. Ellos también llevan un control del inventario, y se encargan de movilizar la mercadería hasta el espacio en la cual ha sido asignada.

En el proceso de descarga, se encargan de recoger el producto en pallet, y ponerlos a movilizarlos en montacargas para el camión en el cual ha sido asignado su destino. Los estibadores son de gran importancia dentro de la empresa, y deben ser correctamente calificados para el puesto y para manejar maquinaria pesada.

1.4.2.8. Montacargas.

Se llama montacargas a las máquinas que se mueven dentro de la bodega, sea por tracción motorizada, y su funcionalidad es levantar, transportar y ubicar los productos. Los montacargas son requeridos en las empresas para hacer el movimiento de mercadería en las cuales, el personal no cuenta con la fuerza suficiente.

Los montacargas son los componentes más importantes para la movilización y ubicación de la carga, sobre todo en espacios donde no existe mucho traslado de diferentes productos y donde los centros de distribución tienen un índice de rotación del inventario muy alto. En conclusión, es una herramienta muy importante a nivel industrial.

1.4.2.9. Muelles.

Los muelles son parte de la infraestructura de una bodega, y son de gran importancia para el proceso logístico ya que aquí se hace el proceso de carga y descarga de los productos. Los muelles ayudan a que estos procesos se hagan de una manera más fácil y accesible, para que los vehículos puedan llegar sin ningún problema.

Los muelles pueden complementarse con otros elementos para facilitar aún más todo, como, por ejemplo, se les pueden agregar topes, nivelador de muelles, plataformas elevadoras, entre otros. El más utilizado por las empresas suelen ser las rampas.

1.4.2.10. Camiones.

Los camiones son los medios de transporte de mercancías más utilizado debido a ventajas obvias como el fácil acceso, la buena conservación del producto, la reducción de costes, el transporte seguro de mercancías y muchas otras ventajas.

Hoy en día existen muchos tipos de camiones, desde los 6 metros hasta los 12 metros, incluso hay camiones grandes de hasta 18 metros de largo. Sin embargo, cada uno de ellos tiene diferentes características de sus ejes y pesos.

En el país y en todo el mundo, se distribuyen según el número de ejes y capacidad de carga. Los más comunes son los camiones o camionetas grandes, que consisten en un vehículo que se encuentra entre un automóvil grande y un camión. Suelen utilizarse como medio de distribución, aunque limitada por su capacidad de carga, ya que no suele ser posible soportar demasiado peso, hasta una tonelada, por regla general.

1.4.2.11. AutoCAD.

Autocad es un software especializado y enfocado al diseño y estructuración de modelado tanto 3D como 2D, su nombre hace referencia a la empresa que comercializa este software (Autodesk) y CAD son las siglas de Diseño Asistido por Computadora (Computer Aided Design).

Este software cuenta con herramientas de edición para la replicación de planos que serán de gran ayuda para realizar el layout del proyecto, ya que estas herramientas poseen sistemas que permiten escalar al plano, y poder realizarlo con las medidas más precisas.

1.4.2.12. FlexSim.

La Herramienta FlexSim es un software de modelado y análisis de simulación en 3D, el cual permite entender o mejorar cualquier sistema o proceso; en este se da la opción de diseñar un ambiente virtual libre de cualquier riesgo donde mediante prueba y error se puede testear diferentes escenarios y ver qué es lo que sucedería en el mundo real. (FlexSim Problem solved, s.f.)

Este software considera múltiples factores como el tiempo, espacio, la variabilidad que se puede suscitar dentro de algún sistema, permitiendo obtener varias soluciones viables dentro de un sistema.

1.4.2.12.1. Source.

El Source se usa para la creación de ítems, específicamente una clase de ítem, en este caso como se trabaja con una estandarización de peso por pallet se usa la cantidad de sources necesarios que produzcan la relación del peso de los artículos por pallet transportado; en ellos se puede determinar la tasa de arribos entre cada ítem estableciendo cierto cronograma de arribo o secuencia.

1.4.2.12.2. Ports.

Ports o también llamados puertos, son el medio mediante el cual se comunican los objetos, ya sea a través del puerto de entrada, puerto salida o algún puerto central.

1.4.2.12.3. Queue

Las colas son las encargadas de la recepción de los ítems generados mediante el Source cuando estos no pueden ser recibidos por otros objetos, por lo que estos se acumularán en estas; los diferentes layouts a lo largo de la bodega representarán las diferentes Queues donde la mercancía tendrá que esperar y acumularse hasta que sea despachada.

1.4.2.12.4. Processor

Los procesadores se encargan de la simulación de los procesos de los ítems a lo largo de todo el sistema, este genera una demora en el flujo durante un tiempo determinado, específicamente tiempos de set up para el presente caso en particular intervendrá cuando se desee mover un pallet con diferente peso al que se movía anteriormente ya que estos tendrán tiempos diferentes de movilización, o procesamiento, por lo que se producirá un modelo diferente.

CAPÍTULO 2

2. Metodología

En el capítulo 2, se especifican los métodos que se utilizaron para lograr cumplir con los objetivos planteados en el capítulo anterior. También se detalla las técnicas de investigación utilizadas para llevar a fin, la recolección de datos.

Para la recolección de datos, primero se hizo entrevistas a dos personas dentro de la empresa. Una vez realizadas las entrevistas, se pasó a observar la situación actual y tener una vista previa a lo que se iba a plantear como problema.

Una vez obtenido los datos, se procedió a crear el layout en el software y a crear la simulación en FlexSim. Con la Simulación creada, se prosiguió a hacer los análisis correspondientes. Finalmente se propuso una solución al problema dado.

2.1. Técnicas de investigación

Para este proyecto se tuvo que consultar muchos datos conforme se adentraba en la problemática, analizar la información brindada por la empresa, hacer una depuración de la data y se determinó cuáles datos eran importante para la simulación. Es por esto que se decidió implementar una investigación cuantitativa, debido a que, para mejorar el proceso de la bodega, se necesitaba identificar los parámetros de entrada, los parámetros de salida.

Para la ejecución de este proyecto, se utilizó la técnica de las entrevistas a personas dentro de la compañía y se la combinó con la observación no participativa, para no interrumpir el proceso que se lleva en las horas pico.

2.1.1. Levantamiento de información

Este proyecto busca proponer una mejora del proceso de despacho mediante el uso de una herramienta de simulación en una empresa de consolidación y distribución de carga, debido a que esta tiene mucha afluencia dentro del mercado.

Para poder continuar con el levantamiento de información se llevó a cabo varias entrevistas presenciales, al Gerente General y al jefe de Operaciones Nacional, en donde se detallaron los procesos de la empresa y sus puntos débiles. Estas entrevistas se completaron con observaciones no participativa en las horas críticas, para poder tomar los tiempos, las dimensiones de la bodega, la demanda, el personal, entre otros factores.

Toda la información obtenida se complementa con la búsqueda de investigaciones previas; esto con el fin de obtener una visión amplia y clara de los métodos implementados para resolver este tipo de problemática en la empresa, y así poder ajustarlo en el presente proyecto.

2.1.2. Análisis de la información levantada: Situación actual

La entrevista fue de suma importancia porque se pudo despejar dudas de los procesos que se tienen dentro de la empresa. Se habló de ciertos puntos específicos que influyen en los tiempos de los procesos, como la cantidad de personal, peso que se transporta por día, cantidad de flotas y de rutas por día, destinos y horas pico.

Para complementar la información obtenida con la anterior herramienta, se procedió ir a la bodega de la empresa desde las 5:00 p.m. hasta las 7:00 p.m. Esta observación fue no participativa ya que la finalidad era para ver como es el proceso dentro de las horas pico y ver su flujo en tiempo real.

La solicitud del servicio por parte del cliente se receipta hasta las 4:00 p.m., esta es por llamada, WhatsApp o correo electrónico. En el proceso de consolidación se tiene que cuando la mercadería llegue a las bodegas de la empresa, esta se descarga de los camiones y comienza el proceso de verificación de guías, etiquetado, embalado, o las condiciones especiales que el producto lo amerite.

Una vez terminado el proceso anterior se le asigna el color verde en la etiqueta, que indica que ya fue verificado y listo para ubicarlo en el espacio según la ciudad a la cual debe ser enviada, este proceso se realiza de 5:00 p.m. a 9:30 p.m. Se le da prioridad a la carga pesada como aceros y maquinarias, y empieza el proceso de picking y carga de los camiones según las ciudades a las cuales serán enviadas.

La empresa cuenta con flota propia que es la que viaja a los diferentes puntos del país. Cuenta con cuatro choferes, cuatro Courier y cuatro rutas de reparto, dando como prioridad de despacho dos rutas a Quito, una a Ambato y una a Santo Domingo.

En conclusión, la compañía es una empresa que no se adaptan a los tiempos de los clientes, ya que esto puede representar una pérdida porque tienen un horario de salida establecido.

2.2. Recopilación de los datos

TABLA 2. 1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN GENERAL ACERCA DE LA BODEGA

Información	
Muelles	7
Horas Pico	17h00 – 21h30
Personal Total en la noche	20
• Estibadores	4
• Ayudantes de los estibadores	4
• Personal en general	12
Ventana horaria de recepción de llamadas para la solicitud de servicio	07h00 – 16h00
Ventana horaria de recepción de mercadería	08h00 – 19h00
Camiones totales de la empresa	4
Capacidad de los camiones	10 – 12 toneladas
Tiempo de embarque por camión	1 hora aprox.
Cantidad de CD en el Ecuador	7
Destinos diarios en el Ecuador	22
Kg transportados al día	1230k kg al día
Tipo de mercadería en bodega	Variada

FUENTE: DATOS RECOPIADOS PROPORCIONADOS POR BODEGA. ELABORACIÓN PROPIA

En tabla 2.1 se detalla la información obtenida a partir de las visitas realizadas en la empresa. La información fue recolectada en cada una de observaciones que se realizó y confirmada por los encargados del despacho de la bodega

Flujo de procesos de operación en la empresa

La figura 2.1, que se enfoca en el flujo de procesos de la operación de la empresa, describe paso a paso lo que sucede todos los días en centro de distribución. Este proyecto se enfocó en la parte de despacho, desde el picking en las partes zonificadas, hasta que el producto es puesto en el camión y listo para ser distribuido.



Figura 2. 1. Flujo de los procesos dentro de la empresa

Fuente: Información brindada por personal de la empresa. Elaboración propia

2.3. Descripción de los modelos

2.3.1 Layout.

En este proyecto se llamó Layout a los diferentes espacios que se tienen en el piso de la bodega. Estos representan 19 diferentes ciudades del país, pero los

últimos 6 son para Quito, por lo tanto, existe 24 espacios, y es donde se va almacenando los productos que llegan durante el día.

En la figura 2.2, se puede observar el layout de la empresa que fue hecho en el programa llamado AutoCAD y luego se los exportó en FlexSim. Estas dimensiones son reales de la empresa y cuenta con sus respectivas separaciones por ciudad.

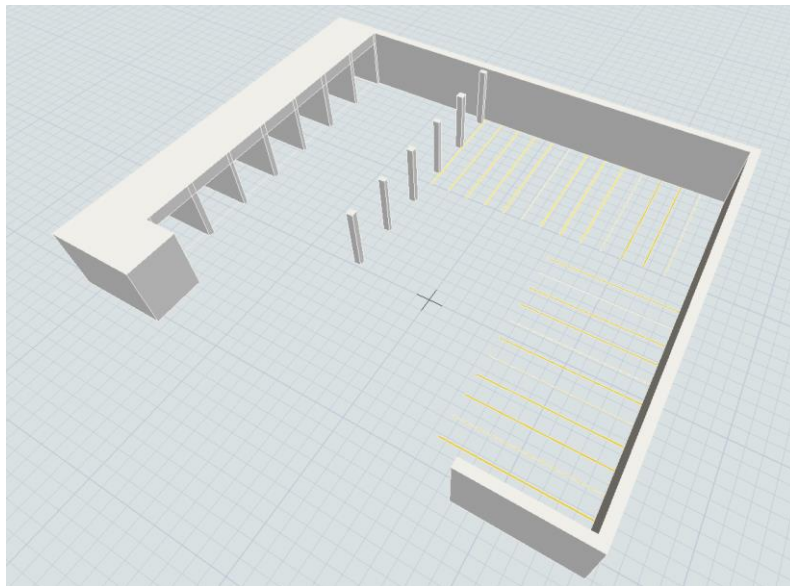


Figura 2. 2. DISEÑO DE LA BODEGA REALIZADO EN AUTOCAD.

Fuente: Elaboración propia en AutoCAD.

2.3.2. Producto

TABLA 2. 2 DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE PRODUCTOS DENTRO DE LA SIMULACIÓN

TIPOS DE PRODUCTOS		
Tipo 1	Rojo	Grande
Tipo 2	Verde	Mediano
Tipo 3	Azul	Pequeño

FUENTE: INFORMACIÓN BRINDADA POR PERSONAL DE LA EMPRESA. ELABORACIÓN PROPIA

Los productos que ingresan a la empresa son variados, por ende, se decidió separarlos en tres grupos con respecto a cantidad de bultos y por peso. En la tabla 2.2, se describe estas tres clasificaciones por grande, mediano y pequeño, en donde a cada uno se le asignó un número y un color para poder ser distinguido al ver la simulación.

En la figura 2.3, se puede ver la configuración de los productos, siendo color rojo para los grandes, verde para los medianos y azul para los azules. Se le agregó una etiqueta a cada clasificación por Layout y por tipo.

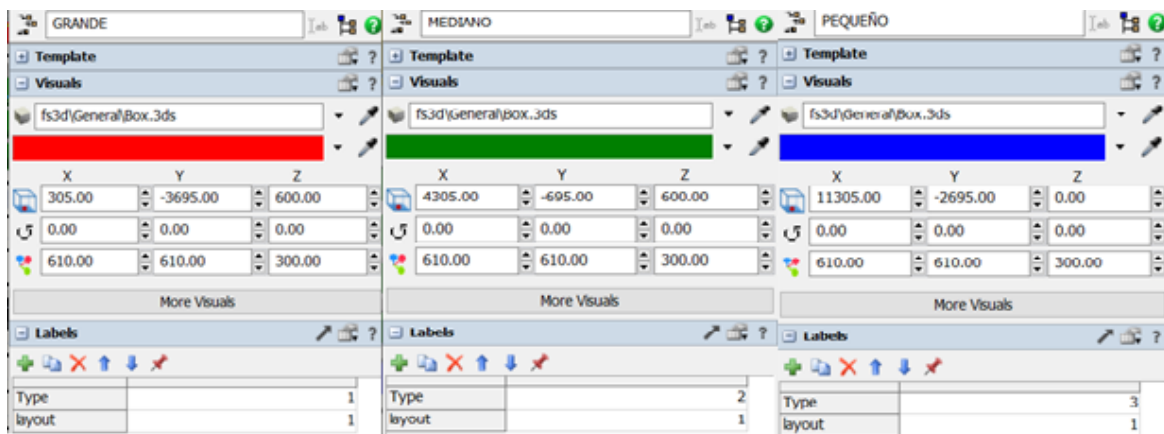


Figura 2. 3. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE PRODUCTO SEGÚN SU CATEGORÍA.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

TABLA 2. 3 PROMEDIO DE BULTOS Y CANTIDADES POR LAYOUT Y TIPO DE PRODUCTO

DEMANDA PROMEDIO POR LAYOUT						
	GRANDE		MEDIANO		PEQUEÑO	
	bulto	cantidad	bulto	cantidad	bulto	cantidad
Loja-Zamora-Yanzatza	5,255556	493,13	36,666 6	87,81	5,206897	23,93259
	5	493	36	87	5	23
Guayas 2	5,48	449,1	59,5	59,5	4,561983	5,059835
	5	449	59	59	4	5
Guayas 1	5	250,3	40,333 3	40,3333	3,195946	14,04189
	5	250	40	40	3	14
SANTA ELENA-LIBERTAD	5,146341	289,10	42	42	3,569444	7,957917
	5	289	42	42	3	7
QUEVEDO-VALENCIA-LA MANÁ	6,085106	504,76	58,545 4	58,5454	4,326816	11,30109
	6	504	58	58	4	11
BABAHOYO	2,837209	343,814	40,75	40,75	3,438776	9,937143
	2	343	40	40	3	9
MANTA	7,186047	407,581	49,470	265,407	4,160584	20,79396
	7	407	49	265	4	20
PORTOVIEJO	3,190476	162,347	67,214	347,037	4,749656	34,58809
	3	162	67	347	4	34
MACHALA	5,748503	404,856	54,536	206,003	4,463115	44,2842
	5	404	54	206	4	44
ORIENTE SUR	2	30	41	41	1,571429	3,657143
	2	30	41	41	1	3
CUENCA	2,786517	361,12	58,296 3	105,3548	3,846429	5,876875
	2	361	58	105	3	5
LATACUNGA	1,803922	536,870	52,125	159,344	4,051975	37,15963
	1	536	52	159	4	37
RIOBAMBA	6,685714	744	47,642	47,6428	3,963542	14,95034
	6	744	47	47	3	14
AMBATO	9,752475	609,509	62,842	208,043	4,124242	43,36965
	9	609	62	208	4	43
ESMERALDAS	5,038462	345,855	45,181	137,710	4,428805	43,01573
	5	345	45	137	4	43
SANTO DOMINGO	4,00885	499,804	91,627 2}	155,388	4,094067	25,06762
	4	499	91	155	4	25
ORIENTE NORTE	2,166667	514,047	43,8	48,846	4,769231	67,64267
	2	514	43	48	4	67
IBARRA TULCÁN	2,608	371,573	140,54	361,668	4,384254	42,0976
	2	371	140	361	4	42
Q6-Q1	4,03317	321,085	75,503	304,324	3,934666	28,27032
	4	321	75	304	3	28

Fuente: Elaborado propio por Excel.

En la tabla 2.3, se muestra un promedio de bultos y cantidades por layout y por tipo de producto. En este proyecto se trabajó por bultos debido a que suelen llegar cajas de varias unidades, pero se la considera como un conjunto ya que es un mismo tiempo.

2.3.3. Sources

Para empezar la simulación se crearon 3 sources diferentes que representaban la llegada de los camiones, y que fueron segmentados por su destino. Estos sources fueron unidos a 3 procesadores o processor, por medio de un conector de tipo A.

En las figuras 2.4 y la figura 2.5 se muestran las entradas que se tuvieron en la simulación con diferentes tiempos de arribo desde las 8 a.m. hasta las 6 p.m. En cada entrada se les asignó un tipo de producto o Type, y el layout correspondiente, asimismo se detalló la cantidad que llegó de estos productos.

ArrivalTime	ItemName	Quantity	Type	layout
Arrival1	90 GRANDE	1	1	1
Arrival2	90 MEDIANO	20	2	1
Arrival3	90 PEQUEÑO	1	3	1
Arrival4	90 GRANDE	1	1	2
Arrival5	90 MEDIANO	19	2	2
Arrival6	90 PEQUEÑO	1	3	2
Arrival7	90 GRANDE	1	1	3
Arrival8	90 MEDIANO	15	2	3
Arrival9	90 PEQUEÑO	1	3	3
Arrival10	90 GRANDE	2	1	4
Arrival11	90 MEDIANO	5	2	4
Arrival12	90 PEQUEÑO	1	3	4
Arrival13	90 GRANDE	1	1	5
Arrival14	90 MEDIANO	10	2	5
Arrival15	90 PEQUEÑO	3	3	5
Arrival16	90 GRANDE	3	1	6
Arrival17	90 MEDIANO	11	2	6
Arrival18	90 PEQUEÑO	4	3	6

ArrivalTime	ItemName	Quantity	Type	layout
Arrival1	0 GRANDE	4	1	7
Arrival2	0 MEDIANO	36	2	7
Arrival3	0 PEQUEÑO	4	3	7
Arrival4	0 GRANDE	5	1	8
Arrival5	0 MEDIANO	59	2	8
Arrival6	0 PEQUEÑO	4	3	8
Arrival7	20 GRANDE	5	1	9
Arrival8	20 MEDIANO	40	2	9
Arrival9	20 PEQUEÑO	3	3	9
Arrival10	30 GRANDE	5	1	10
Arrival11	30 MEDIANO	42	2	10
Arrival12	30 PEQUEÑO	3	3	10
Arrival13	40 GRANDE	6	1	11
Arrival14	40 MEDIANO	58	2	11
Arrival15	40 PEQUEÑO	4	3	11
Arrival16	50 GRANDE	2	1	12
Arrival17	50 MEDIANO	40	2	12
Arrival18	50 PEQUEÑO	3	3	12

Figura 2. 4. CONFIGURACIÓN DEL SOURCE 1 Y 2 EN FLEXXSIM.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Arrivals - ENTRADA 3						Arrivals - ENTRADA 4					
Arrival	ArrivalTime	ItemName	Quantity	Type	layout	Arrival	ArrivalTime	ItemName	Quantity	Type	layout
Arrival1	45	GRANDE	7	1	13	Arrival1	0	GRANDE	6	1	19
Arrival2	45	MEDIANO	49	2	13	Arrival2	0	MEDIANO	47	2	19
Arrival3	45	PEQUEÑO	4	3	13	Arrival3	0	PEQUEÑO	3	3	19
Arrival4	45	GRANDE	3	1	14	Arrival4	0	GRANDE	9	1	20
Arrival5	45	MEDIANO	67	2	14	Arrival5	0	MEDIANO	62	2	20
Arrival6	45	PEQUEÑO	4	3	14	Arrival6	0	PEQUEÑO	4	3	20
Arrival7	45	GRANDE	5	1	15	Arrival7	0	GRANDE	5	1	21
Arrival8	45	MEDIANO	54	2	15	Arrival8	0	MEDIANO	45	2	21
Arrival9	45	PEQUEÑO	4	3	15	Arrival9	0	PEQUEÑO	4	3	21
Arrival10	45	GRANDE	2	1	16	Arrival10	0	GRANDE	4	1	22
Arrival11	45	MEDIANO	41	2	16	Arrival11	0	MEDIANO	87	2	22
Arrival12	45	PEQUEÑO	1	3	16	Arrival12	0	PEQUEÑO	3	3	22
Arrival13	45	GRANDE	2	1	17	Arrival13	0	GRANDE	2	1	23
Arrival14	45	MEDIANO	58	2	17	Arrival14	0	MEDIANO	43	2	23
Arrival15	45	PEQUEÑO	3	3	17	Arrival15	0	PEQUEÑO	4	3	23
Arrival16	45	GRANDE	1	1	18	Arrival16	0	GRANDE	3	1	24
Arrival17	45	MEDIANO	52	2	18	Arrival17	0	MEDIANO	90	2	24
Arrival18	45	PEQUEÑO	4	3	18	Arrival18	0	PEQUEÑO	3	3	24

Figura 2. 5. CONFIGURACIÓN DEL SOURCE 1 Y 2 EN FLEXSIM.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

2.3.4. Processor

En este proyecto se separaron los procesos en dos partes, almacenamiento y despacho.

2.3.4.1. Procesadores de almacenamiento.

Existen 4 tipos de procesadores de almacenamiento en la simulación, cada uno conectado a los sources previamente mencionados. Los procesadores se han configurado para que distribuya a 6 diferentes layout cada uno.

En la figura 2.6 se puede observar las propiedades de los procesadores, y como va clasificando por color a los productos dependiendo del tamaño del bulto que estos sean (pequeño, mediano, grande), conforme termina el proceso. Una vez clasificado se los coloca según su destino marcado en su respectiva etiqueta para la ubicación en su correspondiente layout.

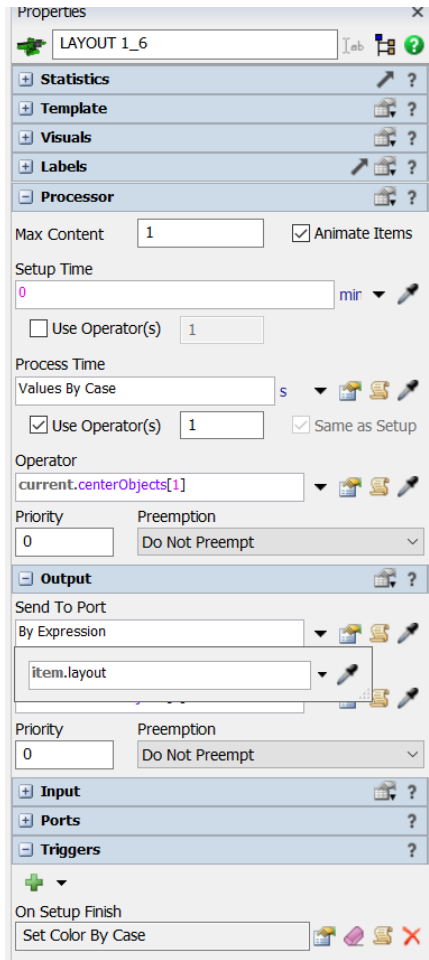


Figura 2. 6. PROPIEDADES DEFINIDAS POR LAYOUT

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

2.3.4.2. Procesadores de despacho.

Los procesadores de despacho representan el proceso en donde se realiza la carga de los camiones que se van. En este caso se tiene 4 procesadores de despacho debido a las restricciones por el personal empleado en este proceso, ya que pueden atender como máximo 4 camiones al mismo tiempo, donde 2 trabajadores trabaja en cada uno de los despachos.

En la figura 2.7, se muestra la configuración que se realizó por cada procesador. Estos procesadores tienen un set up time y un process time calculado por medio de la aplicación experfit.

GRANDE	
Distribution	Beta
Minimum	0.180114
Maximum	30.633.515
Shape1	1.076.992
Shape2	1.068.110
When using code:	
lognormal2(15.466338,13.526776,0.921021, getstream(current))	15,375
MEDIANO	
Distribution	Johnson Bounded
Minimum	1.526.336
Maximum	9.424.408
Shape1	0.463813
Shape2	0.796863
When using code:	
beta(5.658549, 20.195959,0.912352,1.530199, getstream(current))	4,625
PEQUEÑO	
Distribution	Beta
Minimum	0.990630
Maximum	3.013.800
Shape1	0.303871
Shape2	0.427328
When using code:	
beta(0.908693,5.589842, 0.611595,0.959035,getstream(current))	1,8125

Figura 2. 7. CONFIGURACIÓN POR PROCESADOR

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

En la figura 2.8, se muestra el Global Tables con las distribuciones por cada tipo de producto. Estas distribuciones son muy importantes dentro de la simulación debido a que es lo que se intenta reducir.

	TIEMPOS
TIPO 1	lognormal2(15.466338, 13.526776, 0.921021, getstream(current))
TIPO 2	beta(5.658549, 20.195959, 0.912352, 1.530199, getstream(current))
TIPO 3	beta(0.908693, 5.589842, 0.611595, 0.959035, getstream(current))

Figura 2. 8. Distribuciones por cada tipo de producto

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

A continuación, se presenta en la figura 2.9 la configuración del processor para cada despacho. En este caso se agregaron 4, que representa a los camiones que deben ser despachados.

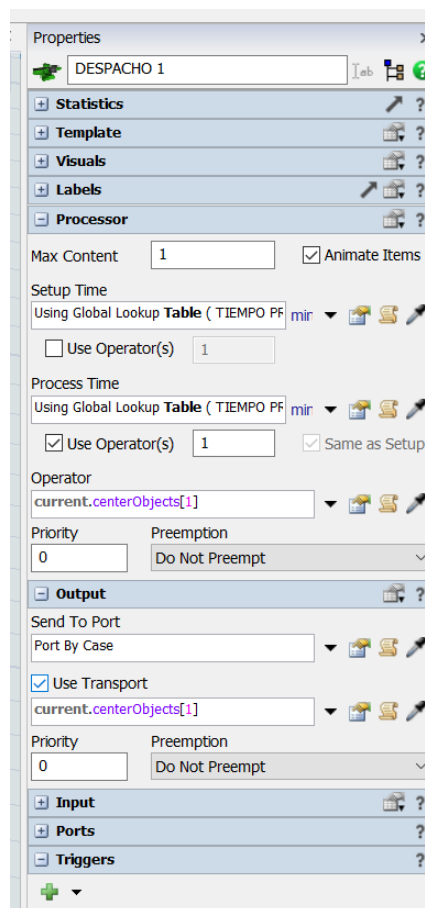


Figura 2. 9. CONFIGURACIÓN DEL PROCESSOR POR DESPACHO

Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

2.3.5. Queue/cola

Respecto a las colas, éstas se encargarán de representar un área donde se almacenará un flowitem por determinado tiempo, en el proyecto representa el área de consolidación previo al proceso de embarque a los camiones.

Estas se encuentran relacionadas con el processor, en donde el operator(asistente) coloca los flow ítems (bultos de mercancía) donde en ellas tendrán que permanecer guardadas los flowitems hasta que el otro operator(Operador) tenga la disponibilidad para poder continuar con el proceso de despacho a sus respectivos sinks (salida camiones de despacho).

2.3.6. Sink.

En esta simulación se agregaron 4 sink, que simulan la salida de los camiones una vez siendo despachados. En la figura 2.10 se muestra como fueron distribuidos los puertos de salidas.

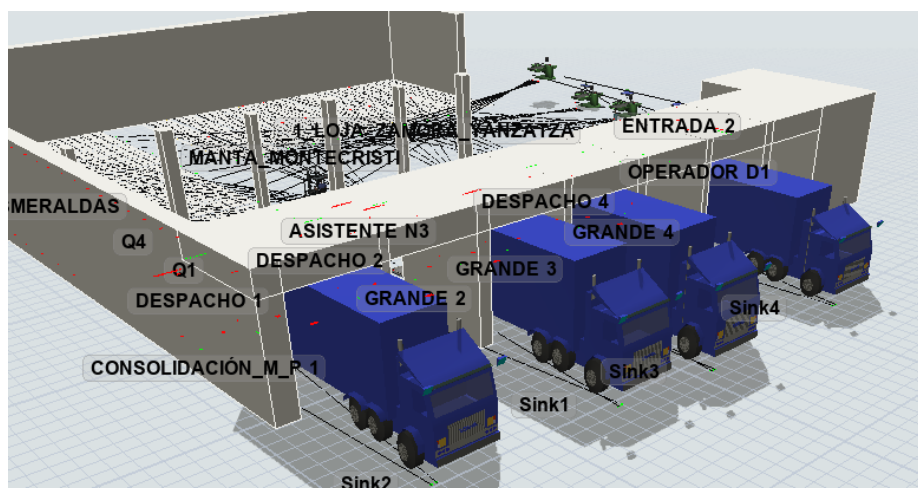


Figura 2. 10. DISTRIBUCIÓN DE PUERTOS DE SALIDA
Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

2.3.7. Operadores.

En este punto, los operadores, se dividen en 2 grupos de 8 integrantes cada uno. El grupo 1 es el diurno, su función es de la recepción de mercancía y su respectivo almacenaje en los diferentes layouts del almacén y el grupo 2 se encarga del despacho de los camiones.

El grupo diurno tiene un inicio de jornada a las 08:00 hasta las 18:00 y con un descanso de 30 minutos entre las 13:00 – 13:30. Mientras tanto, el grupo nocturno este también se compone de 8 operadores los cuales se encargan de las funciones de despacho de mercancía, empezando su jornada a las 18:00 hasta el cese de actividades cuando el último camión haya sido despachado.

La cantidad de operadores en el turno nocturno limita la capacidad de atender a los camiones, debido que los 8 operadores se separan en pareja y cada par debe atender a un camión a la vez. Esto da como resultado que máximo se pueden entender a 4 camiones a la vez.

2.4. Uso de software

A lo largo del proyecto se usan los softwares descritos a continuación:

2.4.1 Microsoft Excel

Este es un programa informático que viene incluido dentro del paquete de Microsoft Office; esta herramienta sirve para la elaboración, manejo y edición de hojas de cálculo, donde se puede cálculos simples hasta complejos.

En el presente proyecto, Excel fue usado para establecer y estandarizar por peso y tiempo los movimientos de pallets dentro del área de consolidación, de manera que se conozca el tiempo empleado en movilizar la mercancía desde los diferentes layout hasta las puertas de embarque de los camiones, estos tiempos irán cambiando dependiendo al peso transportado en el pallet, el tipo de artículo y la habilidad del operador, lo que cual ya está considerado en la hoja de cálculo.

2.4.2. Autocad

AutoCAD es un software de diseño que permite elaborar y editar modelos geométricos tanto en 2D como en 3D, incluyendo sólidos, y objetos dentro de estos modelos; este es usado principalmente en diseño de estructuras industriales, ingeniería o en la rama del diseño gráfico.

En el presente proyecto es de vital importancia ya que, mediante el uso de este, se representa de forma gráfica en un plano en 2D la superficie de la bodega vista desde el aire, donde se puede apreciar la segmentación de los diferentes espacios en la bodega como layouts, zona de consolidación y movimiento de mercancía, y la zona de los muelles de carga, los cuales se toman en cuenta en la simulación.

2.4.3. Flexsim

Este es un software de simulación y modelado en 3D, que permite la mejorar los procesos operativos en diferentes áreas a través de la simulación de estos, ya que no se pone en riesgo ninguna operación al ser este un entorno virtual que se somete a cambios mediante prueba y error.

En sí, esta es la herramienta necesaria para la realización de todo el proyecto, ya que, con la información levantada se procederá a introducir dentro la simulación a realizar, considerando diversos factores como: la demanda y frecuencia de los pedidos, su clasificación en los layouts, tiempos de movilización de mercancía dentro del almacén, cantidad de operadores, etc.

2.5. Consideraciones legales y éticas

Al hablar de consideraciones legales, se hace referencia al uso de patentes de los diferentes softwares aplicados en el proyecto, de esta manera se protege la propiedad intelectual de sus creadores.

Respecto a Flexsim, este permite descargar el software completo, sin embargo, tendrá limitaciones dependiendo del tipo de licencia que se haya adquirido.

Caso similar ocurre con AutoCAD el cual posee condiciones muy similares, respecto a los derechos de propiedad de los archivos, diseños, datos, etc.; estos serán conservados por el usuario que los creó. Cabe recalcar que en ambos softwares la protección de la privacidad de los usuarios haciendo referencia a los datos personales de estos que puedan ser de carácter sensible.

Respeto a las consideraciones que tiene que tomar la bodega se encuentra normas de seguridad establecidas Según (Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2009)

Accesibilidad a los edificios

Art. 4.- Toda edificación dispondrá de al menos una fachada accesible al ingreso de vehículos de emergencia, a una distancia máxima de ocho (8) metros libres de obstáculos con respecto a la edificación.

Medios de Egreso

Art. 6.- Son las rutas de salida de circulación continua y sin obstáculos, desde cualquier punto en un edificio o estructura hacia una vía pública y/o abierta que consisten en tres (3) partes separadas y distintas:

- a) El acceso a la salida
- b) La salida
- c) La desembocadura a la salida

También se considera artículos del reglamento de prevención de incendios otorgados por (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil, 2008) tales como:

Art. 97.- Todo establecimiento que por sus características industriales o tamaño de sus instalaciones disponga de más de 25 personas en calidad de trabajadores o empleados, deberá disponer de un plan de emergencia, revisado por el cuerpo de bomberos, organizar una brigada de incendios y evacuación, entrenada para combatir incendios dentro de las zonas de trabajo.

Art. 110.- El número de total de extintores estará dado por la proporción de un extintor por cada 100 m2 de superficie o fracción. La capacidad y el tipo estarán determinados por el Cuerpo de Bomberos. Se ubicarán en sitios visibles, fácilmente identificables y accesibles.

De esta forma se garantiza la seguridad de todo el personal que labora en el establecimiento en caso de cualquier emergencia, además de contar con elementos de seguridad contra incendios y brindar un acceso oportuno a los equipos de socorro.

2.6. Fases del proyecto

En la figura 2.11, se observa las fases del proyecto, para luego ser detalladas y dar una mejor explicación de cada uno. Plantear estas fases ayudó a llevar a cabo de una manera más eficiente el proyecto.

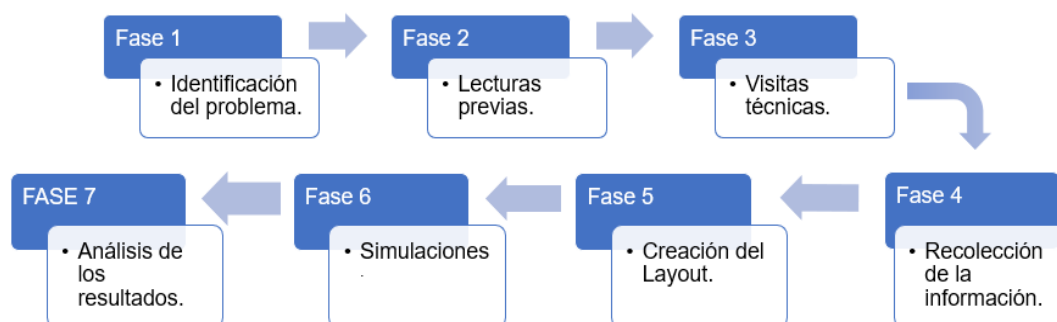


FIGURA 2. 11. LAS FASES DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Fuente: Elaboración propia por medio de Microsoft Word.

Fase 1.- Identificación del problema.

En esta fase se analizó la situación actual de la empresa, asimismo se empezó a realizar las entrevistas a los encargados de la distribución. Luego se empezó a analizar los procesos dentro de la empresa para determinar cuál área va a ser de interés.

Fase 2.- Lecturas previas.

En la fase 2, se investigó trabajos previos relacionados al tema, de esta forma se pudo lograr tener una vista más amplia del problema de la empresa. Así mismo, se logró determinar hacia qué área se iba a enfocar la simulación.

Fase 3.- Visitas técnicas.

Luego de haber hecho las lecturas previas, se pasó a la siguiente fase, visitas técnicas, en donde se realizó las respectivas observaciones dentro de la empresa. En estas visitas técnicas se logró identificar y comprobar la información dada en la fase 1.

Fase 4.- Recolección de la información.

Una vez habiendo ido a la empresa y analizado la situación actual, se empezó a recolectar los respectivos datos, como las variables de entrada y de salida, los tiempos, cantidad de personal por jornada. Se buscó que tipo de distribución tiene los datos e interpretar los resultados.

Fase 5.- Creación del Layout.

En la fase 5 se continuó con la elaboración del layout de la empresa. El layout se lo hizo por medio de la herramienta AutoCAD para facilitar la simulación dentro de FlexSim. Para la implementación del AutoCAD, se tomaron las medidas exactas de la bodega, para poder tener un esquema más realista de los procesos.

Fase 6.- Simulaciones

Para este punto, se realizó la simulación principal con los respectivos datos tomados en tiempo real. Se ejecutó el programa para ver que parte del proceso hay que mejorar y obtener una simulación con la mejora realizada.

Fase 7.- Análisis de los resultados.

Cuando se obtuvo las simulaciones, se pasó a la fase 7, el análisis de los resultados. Este punto fue muy importante para la elaboración del proyecto, debido a que se logró identificar si es que los resultados obtenidos fueron los más óptimos o los más cercanos.

2.7. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	Termina en el día ->			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
	Fecha de inicio	Duración (días)	Fecha de finalización	26-sep	3-oct	17-oct	14-nov	28-nov	5-dic
Reunión con la empresa.	23-sep	1	23-sep						
Inducción con la empresa.	28-sep	1	28-sep						
Visita de conocimiento de la empresa.	14-oct	1	14-oct						
Visita a la empresa para información de tamaños de la bodega.	24-nov	1	24-nov						
Creación del Layout en un software.	26-nov	9	5-dic						
Visita a la empresa para recolección de tiempos.	3-dic	1	3-dic						
Planteamiento de la metodología a implementar.	13-nov	18	1-dic						

TABLA 2. 4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

FUENTE: HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 2. 5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

ACTIVIDADES	Termina en el día ->			Seman a 7	Seman a 8	Seman a 9	Seman a 10	Semana 11
	Fecha de inicio	Duración (días)	Fecha de finalización	12-dic	26-dic	9-ene	16-ene	23-ene
Reunión con el jefe de Operaciones Nacional.	7-dic	1	7-dic					
Visita a la empresa para determinar el volumen de ingreso.	7-dic	1	7-dic					
Construcción de la simulación	6-dic	17	23-dic					
Determinar los sources, processor, queue, sink que se utilizaron.	3-ene	1	3-ene					
Presentación de la simulación	4-ene	1	4-ene					
Propuesta de mejora de la bodega.	4-ene	2	6-ene					
Análisis de los resultados.	12-ene	4	16-ene					
Presentación de los resultados.	19-ene	1	19-ene					

FUENTE: HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Respecto al cronograma de actividades, como se observa en las tablas 2.4 y 2.5. está la lista de actividades que se realizaron a lo largo del proyecto con su respectiva fecha de inicio y fin, así como la duración de cada actividad.

Este proyecto, al ser algo nuevo el uso de simulaciones para empresas, empezó con recopilación de información mediante reuniones y citas posteriores para entender la forma de cómo trabaja la empresa y de esta manera proponer un tema y que este sea validado; una vez recabada la información se continuó con la búsqueda de trabajos académicos similares de los cuales brindaron más información del tema trabajado. De la misma forma se procedió con las demás actividades posteriores con la finalidad de cumplir los objetivos establecidos en las fechas limitadas.

CAPÍTULO 3

3. Resultados y análisis

En este capítulo se detalló los resultados que se obtuvieron una vez realizada las correspondientes simulaciones y siguiendo la metodología planteada en el capítulo anterior. Estos datos fueron el resultado de la aplicación del software FlexSim, después de haber realizado una depuración de la información de la empresa y las correspondientes segmentaciones.

3.1. Resultados

3.1.1. Parámetros y restricciones

TABLA 3. 1 PESOS ACORDES AL TIPO DE BULTO

BULTOS	PESOS
Pequeños (cajas pequeñas, botellas, galones, etc.)	Peso aproximado (1kg – 10kg)
Medianos (llantas, sillas, canecas, cilindros, paquetes, etc.)	Peso aproximado (10kg – 35kg)
Grandes (motores, láminas de acero, vigas, etc.)	Peso > 35 kg

FUENTE: HECHA EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Para llevar a cabo el proyecto, se tuvieron que plantear y detallar los parámetros y restricciones del problema. Debido a los diferentes datos y la variación de la demanda, se tuvo que determinar cierta información que no causaba un gran impacto en los resultados obtenidos.

Así mismo se estableció un rango por pesos, como se puede observar en la tabla 3.1, para los diferentes bultos de mercancía que se transportan, como que solo aprecia en la tabla siguiente.

RESTRICCIONES	
Operadores	Todos los operadores hacen cambio de turno de 6:00 p.m. – 6:15 p.m.
Toneladas de camiones	15 toneladas.
Despacho	Todos los paquetes que llegan se distribuyen en la noche.
Camiones	4 camiones son atendidos a la vez.
Operadores	8 operadores nocturnos.
Descanso	No hay descanso durante el despacho.

TABLA 3. 2 DESCRIPCIÓN DE LAS RESTRICCIONES Y PARÁMETROS DE LA SIMULACIÓN

HECHA EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

En la tabla 3.2, se detallan las restricciones que tuvieron en cuenta para realizar las simulaciones. Estos datos son detallados debido a la situación de la empresa al ejecutar este proceso.

3.1.2 Resultados obtenidos

En las siguientes figuras se detallan los tiempos que se tomó cada uno de los despachos. Así mismo, se muestra los tiempos que toma el operador al ingresar el producto al camión correspondiente.

Situación Actual de la empresa

Sink 1 – Despacho 1

En la figura 3.1, se muestra la desviación estándar entre las 30 repeticiones que se ejecutaron en el programa. La desviación estándar es de 4.07, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 35.95 ± 1.91 productos por jornada que ingresan al sink 1, todos estos espacios pertenecen a la ciudad de Quito.

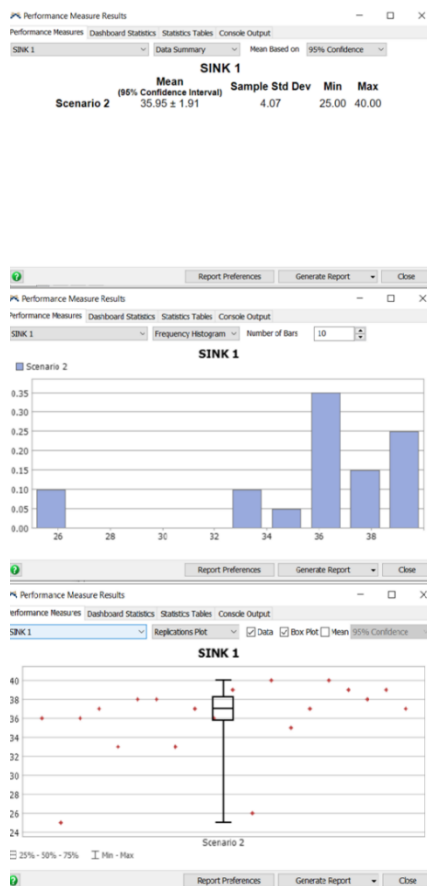


Figura 3. 1 Estadísticas de despacho – Sink 1.

Fuente: Hecha en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 2-Despacho 2

En la figura 3.2, se muestra la desviación estándar entre las 30 repeticiones que se ejecutaron en el programa., esta información pertenece a las ubicaciones de Riobamba, Ambato, Esmeradas, Santo Domingo, Oriente Norte, Ibarra y Tulcán. La desviación estándar es de 1.59, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 39.25 ± 0.74 productos por jornada que ingresan al sink 2.

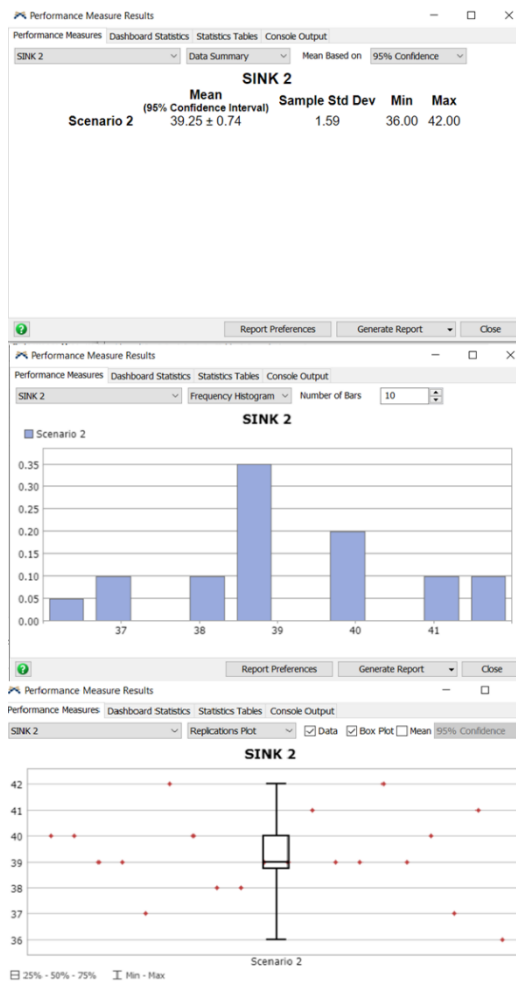


Figura 3. 2. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO – SINK 2.

Fuente: Hecha en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 3-Despacho 3

En la figura 3.3, se enseña la desviación estándar entre las 30 repeticiones que se ejecutaron en el programa. El sink 3 pertenece a las ubicaciones de Manta, Montecristi, Machala, Oriente Sur, Cuenca y Latacunga. La desviación estándar es de 5.07, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 28.60 ± 2.37 productos.



Figura 3.3. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO – SINK 3.

Fuente: Hecha en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 4-Despacho 4

En la figura 3.4, se muestra la desviación estándar es de 3.31, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 42.30 ± 1.55 productos por jornada que ingresan al sink 4. El sink 4 pertenece a Loja, Zamora, Yanzatza, Guayas 2, Guayas 1, Santa Elena, La Libertad, Quevedo, Valencia, La Maná, Babahoyo, Juján, Ventanas y San Juan.



Figura 3. 4. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO – SINK 4.

Fuente: Hecha en FlexSim. Elaboración propia.

Como se puede observar hay una desviación significativa dentro de los procesos de despacho en el día. Los tiempos que estos tardan son elevados, por tanto, se analizó el proceso que toma más tiempo y se determinó que es el despacho 1. El sink 1 o despacho 1 pertenece a Quito y Ambato. Las locaciones mencionadas anteriormente son las que tienen mayor movilidad dentro de la empresa y alarga el proceso de despacho.

3.1.3. Resultados Soluciones

Una vez habiendo analizado los resultados obtenidos, se prosiguió a plantear dos posibles soluciones que ayuden al proceso en el despacho y asistente nocturno 2. A continuación se detallaron los resultados una vez realizados las simulaciones.

3.1.3.1. Resultados Solución 1

La primera solución que se planteó fue la adquisición de un montacarga que ayude a las actividades de la empresa, tal como se puede observar en la figura 3.5. El montacarga se va a encargar de dar soporte a los puntos de Quito y Ambato.

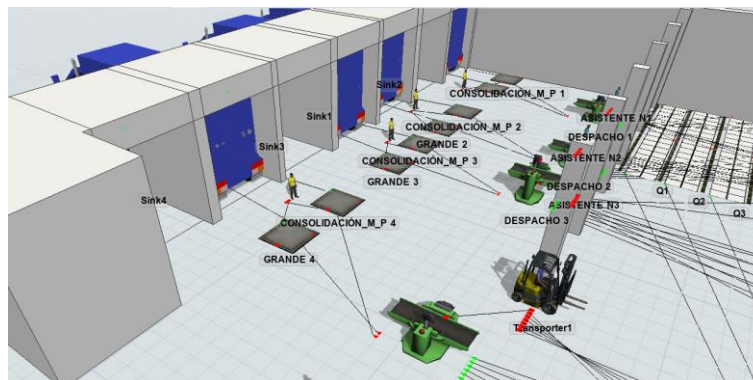


Figura 3. 5. SIMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN 1

Fuente: Elaboración propia. Hecha en FlexSim.

Sink 1-Despacho 1

En la figura 3.6, se muestra la desviación estándar entre las 30 repeticiones que se ejecutaron en el programa. La desviación estándar es de 3.69, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 35.46 ± 2.23 productos por jornada que ingresan al sink 1, pertenecientes todos a la ciudad de Quito.

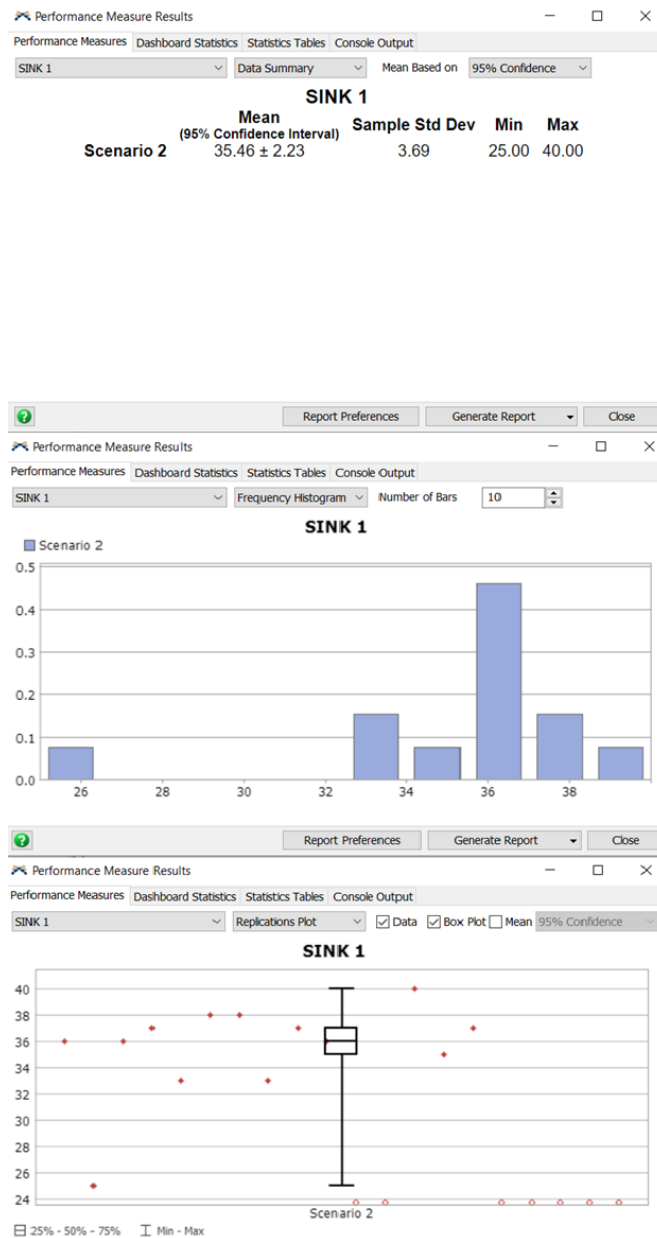


Figura 3. 6. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 1-SINK 1.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 2-Despacho 2

En la figura 3.7, se muestra la desviación estándar de 1.45, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 39.38 ± 0.87 productos por jornada que ingresan al sink 2, pertenecientes a las ubicaciones de Riobamba, Ambato, Esmeradas, Santo Domingo, Oriente Norte, Ibarra y Tulcán.



Figura 3. 7. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 1- SINK 2.
Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia

Sink 3-Despacho 3

En la figura 3.8, se muestra la desviación estándar entre las 30 repeticiones que se ejecutaron en el programa. La desviación estándar es de 3.83, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 29.23 ± 2.32 productos por jornada que ingresan al sink 3, pertenecientes a las ubicaciones de Manta, Montecristi, Machala, Oriente Sur, Cuenca y Latacunga.



Figura 3. 8. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 1 SINK 3.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 4-Despacho 4

En la figura 3.9, se muestra la desviación estándar entre las 30 repeticiones que se ejecutaron en el programa. La desviación estándar es de 3.14, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 43.23 ± 1.90 productos por jornada que ingresan al sink 4, todos estos espacios pertenecen a las localidades de Loja, Zamora, Yanzatza, Guayas 2, Guayas 1, Santa Elena, La Libertad, Quevedo, Valencia, La Maná, Babahoyo, Juján, Ventanas y San Juan.

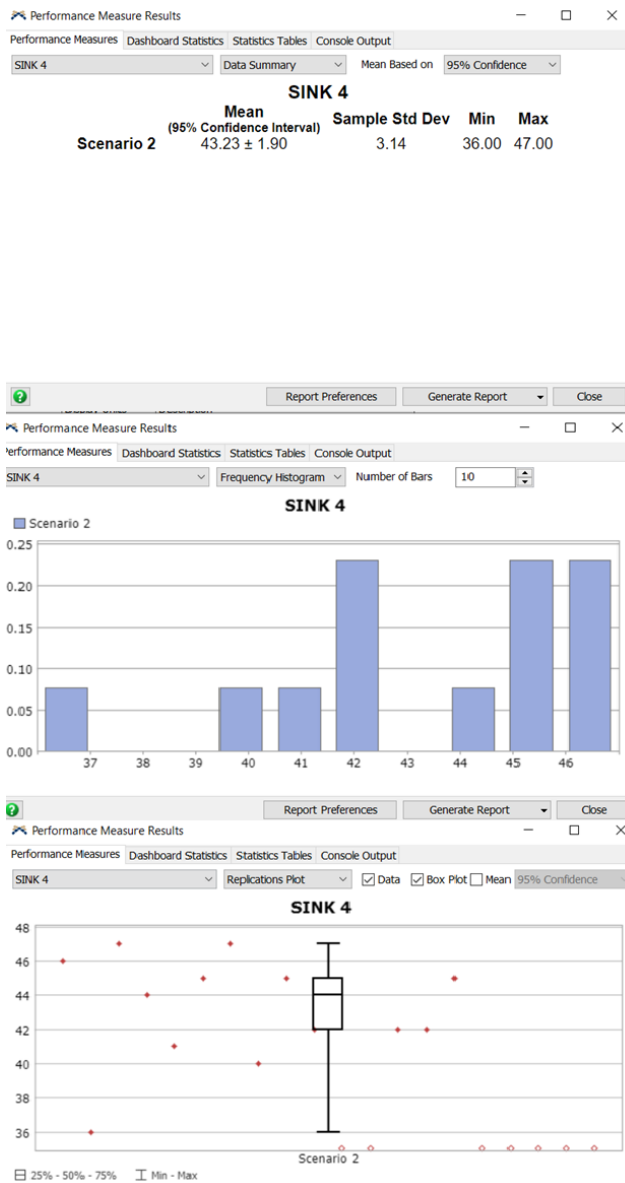


Figura 3. 9. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN1 SINK 4.
Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

3.1.3.2. Resultados Solución 2

La segunda solución que se decidió fue agregar dos operadores para que se logre atender a otro camión a la vez. Tal como se puede observar en la figura 3.10; el grupo de localidades previamente mencionados, fueron separados para que estos operadores hagan sus actividades, y de esta manera disminuya el tiempo de la operación.

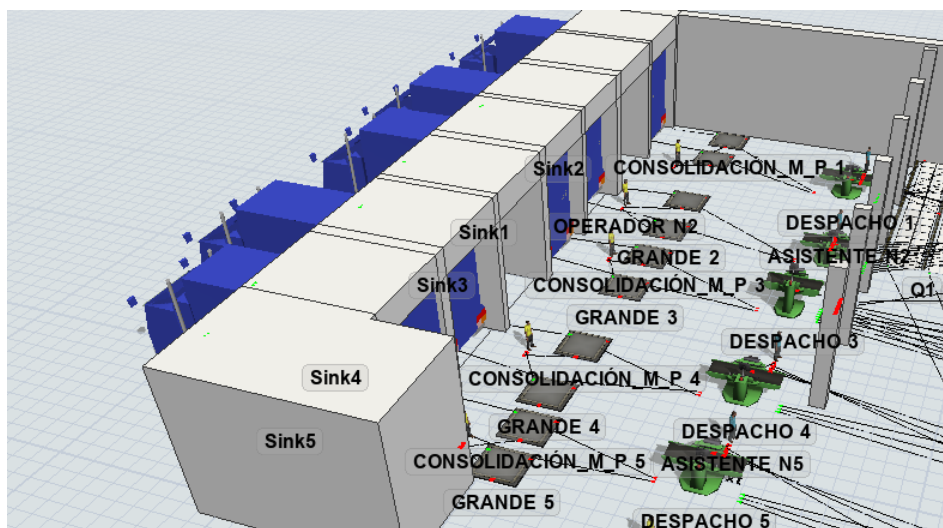


Figura 3. 10. SIMULACIÓN DE LA SOLUCIÓN 2

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 1-Despacho 1

En la figura 3.11, se muestra la desviación estándar entre las 30 repeticiones que se ejecutaron en el programa. La desviación estándar es de 4.07, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 35.95 ± 1.91 productos por jornada que ingresan al sink 1, pertenecientes a Quito.



Figura 3. 11. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 2 SINK 1.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 2-Despacho 2

En la figura 3.12 la desviación estándar es de 1.59, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 39.25 ± 0.74 productos por jornada que ingresan al sink 2, pertenecientes a las ubicaciones de Riobamba, Ambato, Esmeraldas, Santo Domingo, Oriente Norte, Ibarra y Tulcán.



Figura 3. 12. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 2 SINK 2.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 3-Despacho 3

En la figura 3.13, se muestra el sink 3 que pertenece a las ubicaciones de Manta, Montecristi, Machala, Oriente Sur, Cuenca y Latacunga. El sink 3 tiene una desviación estándar de 5.07, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 28.60 ± 2.37 productos por jornada.

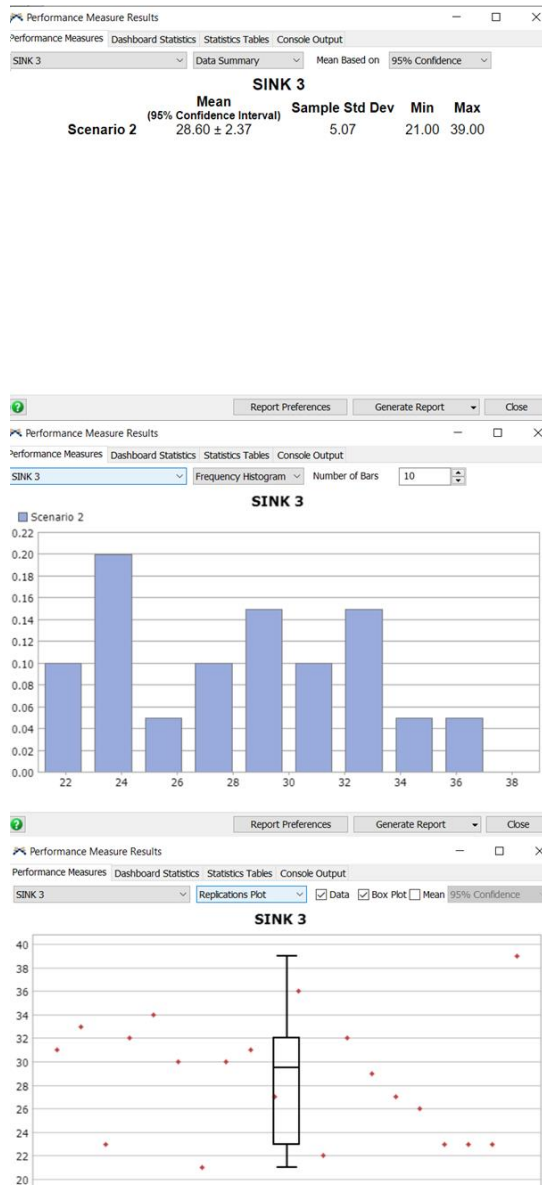


Figura 3. 13. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 2- SINK 3.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 4-Despacho 4

En la figura 3.14, se muestra la desviación estándar. La desviación estándar es de 2.18, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 24.70 ± 1.02 productos por jornada que ingresan al sink 4, todos estos espacios pertenecen a las localidades de Santa Elena, La Libertad, Quevedo, Valencia, La Maná, Babahoyo, Juján, Ventanas y San Juan.



Figura 3. 14. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 2 SINK 4.
Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

Sink 5-Despacho 5

En la figura 3.15, se muestra el sink 5, todos estos espacios pertenecen a las localidades de Loja, Zamora, Yantzaza, Guayas 2 y Guayas 1. La desviación estándar es de 15.64, y con un 95% de intervalo de confianza, se tiene una media de 139 ± 7.32 productos por jornada.

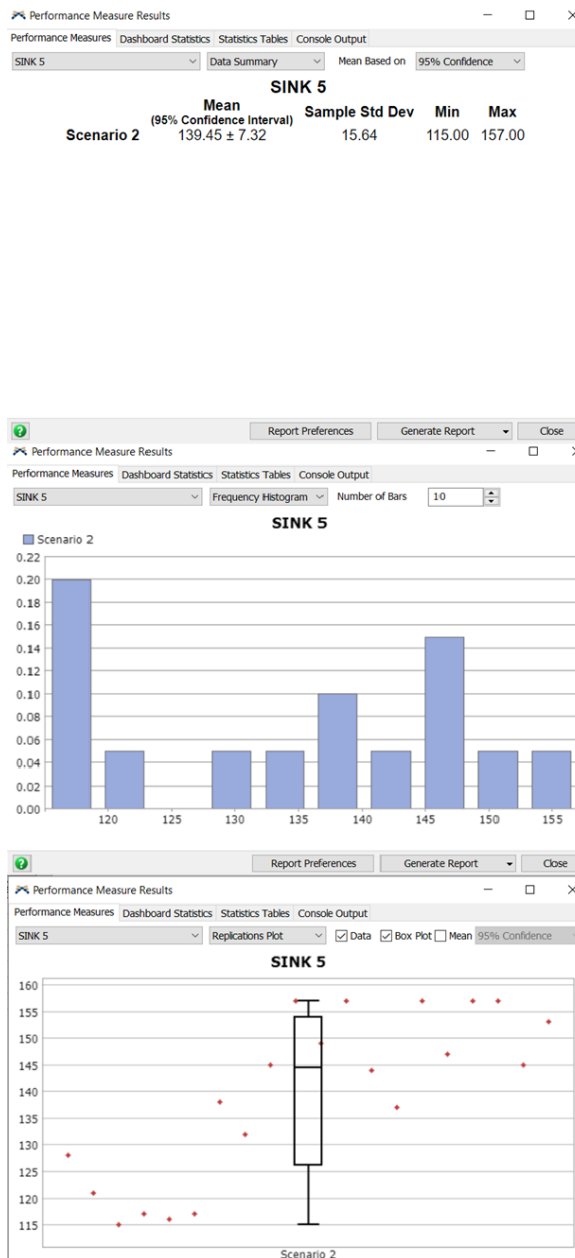


Figura 3. 15. ESTADÍSTICAS DE DESPACHO, SOLUCIÓN 2-SINK 5.

Fuente: Hecho en FlexSim. Elaboración propia.

3.2. Análisis de los resultados

Luego de haber simulado ambas posibles soluciones se obtuvieron los datos de la siguiente tabla.

TABLA 3. 3 COMPARATIVO DE RESULTADOS

Información	Situación actual	Solución 1 Montacargas	Solución 2 Operadores
Hora de finalización de las operaciones.	21:16 ± 0:20:00	21:12 ± 0:14:00	20:13 ± 0:23:00
Promedio de paquetes grandes por hora.	20 ± 1	20 ± 1	26 ± 1
Promedio de paquetes medianos por hora.	254 ± 12	260 ± 9	340 ± 14
Promedio de paquetes pequeños por hora.	17 ± 1	18 ± 1	23 ± 1

ELABORACIÓN PROPIA.

Finalizando, en la tabla 3.3 se detalla los resultados después de que la simulación haya sido repetida 30 veces. Los resultados determinan que la empresa normalmente termina sus actividades sus actividades se extienden hasta las 21:16 con un intervalo de 20 minutos.

Ejecutando la solución 1, se puede observar que, con respecto al tiempo, no hay mucha variación con respecto a la situación actual de la empresa. Sin embargo, en la solución 2, se puede detallar que si existe una variación de aproximadamente 1 hora.

Con respecto a los paquetes promedio por hora según su tipo, se puede observar en el escenario de paquetes grandes, que la situación actual y la solución 1 son igual, pero en solución 2 existe un incremento de aproximadamente 6 paquetes. Con los paquetes medianos si hay una variación entre las 3 situaciones, dando como favorable la solución 2. Por último, en paquetes pequeños, existe un incremento en ambas soluciones, dando como como resultado, que la opción de 2 operadores es la más factible para el caso planteado.

TABLA 3. 4 ESTADÍSTICAS DE SITUACIÓN ACTUAL

Parámetros	General	
	Media	Desviación estándar
SINK 1 DESPACHO 1	35.95 ± 1.91	4.07
SINK 2 DESPACHO 2	39.25 ± 0.74	1.59
SINK 3 DESPACHO 3	28.60 ± 2.37	5.07
SINK 4 DESPACHO 4	42.30 ± 1.55	3.31

ELABORACIÓN PROPIA.

La tabla 3.4 detalla los resultados obtenidos dentro de la situación actual de la empresa, dando como resultado una media de 35.95 ± 1.91 , 39.25 ± 0.74 , 28.60 ± 2.37 , 42.30 ± 1.55 en el despacho 1,2,3,4 respectivamente. Esto quiere decir que, dentro de las 30 repeticiones, en cada una hubo variaciones, dando como resultado, que no siempre se va a poder procesar la misma cantidad de paquetes todos los días.

TABLA 3. 5 ESTADÍSTICAS SOLUCIÓN #1

Parámetros	Solución 1.- Un montacarga	
	Media	Desviación estándar
SINK 1 DESPACHO 1	35.46 ± 2.23	3.69
SINK 2 DESPACHO 2	39.38 ± 0.87	1.45
SINK 3 DESPACHO 3	29.23 ± 2.32	3.83
SINK 4 DESPACHO 4	43.23 ± 1.90	3.14

ELABORACIÓN PROPIA.

Analizando la circunstancia con la Solución 1, como se puede observar en la tabla 3.5, se tiene una disminución en el tiempo de 10 minutos aproximadamente, e incrementa la productiva en los promedios de paquetes

despachados por hora. Tiene un incremento del 2% en los paquetes medianos y un 1% en los productos pequeños aproximadamente.

TABLA 3. 6 ESTADÍSTICAS DE SOLUCIÓN #2

Parámetros	Solución 2.- Dos operadores	
	Media	Desviación estándar
SINK 1 DESPACHO 1	35.95 ± 1.91	4.07
SINK 2 DESPACHO 2	39.25 ± 0.74	1.59
SINK 3 DESPACHO 3	28.60 ± 2.37	5.07
SINK 4 DESPACHO 4	24.70 ± 1.02	2.18
SINK 5 DESPACHO 5	139 ± 7.32	15.64

ELABORACIÓN PROPIA.

En la tabla 3.6, se ve la solución 2, la cual tiene una disminución de 1 hora de actividades, y un incremento del 30% en paquetes de tamaño grande, el 31% en paquetes de tamaño mediano y un 15% en tamaño pequeños. De esta manera, se logra ver de una manera más clara el incremento en su eficiencia y una disminución en sus tiempos.

3.3. Análisis de Costos

Respecto al análisis de costos se procedió a evaluar económicamente tanto, la situación actual de los costos operativos de la bodega, así como también el costo que llega a tener las soluciones propuestas; de esta forma se logra determinar si existe algún beneficio económico o respecto al tiempo en caso de que se tome algunas de las soluciones propuestas.

3.3.1. Situación Actual

TABLA 3. 7 DATOS SITUACIÓN ACTUAL

Número de trabajadores por jornada	8
Horas Laborales	8
Salario	\$425
Aportación IESS Empleador	11,15%
Aportación IESS Empleado	9,45%
Semanas Laborables	52
Días	5
DECIMO TERCER SUELDO	\$425
DECIMO CUARTO SUELDO	\$425
Horas (Proceso de despacho)	4,44
Horas (Proceso de despacho %)	0,555
Equipos de Protección Personal(día)	\$0.88

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Como se aprecia en la Tabla 3.7, actualmente la empresa maneja su proceso de despacho con 8 operadores, 2 encargados de un muelle con el objetivo de despachar toda la mercancía que tenga un determinado destino.

Para un mejor cálculo de gastos por parte de la empresa se consideró una jornada completa con un salario básico, donde una vez calculado el gasto de la empresa en las operaciones, se enfocó en el gasto que existe en el proceso de despacho.

TABLA 3. 8 CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS - SITUACIÓN ACTUAL

POR PERSONA	
Horas Anuales Trabajadas	2080
Salario Anual + Aportación Anual	\$5.186,70
GANANCIA TOTAL ANUAL DE OPERADOR	\$6.311,26
Costo Operativo por hora	\$3,03
PROCESO DE DESPACHO	
Horas Anuales Trabajadas	1154,4
Costo Operativo en Proceso de Despacho	\$28.021.99
Costo Operativo en Proceso de Despacho por Hora	\$24,2741
Costo Operativo en Proceso de Despacho por Hora por Persona	\$3,0343

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Como se logra apreciar en la Tabla 3.8, se realizó el cálculo de costo operativo por hora, mediante la ganancia total que recibe un operador dividido para el número de horas que trabaja durante un año. De la misma forma se calculó las horas anuales que solo intervienen en el proceso de despacho.

Se halló su respectivo costo anual, así como su costo por hora y por persona, teniendo como resultado que se realiza un pago de \$3.03 a cada operador que interviene en los procesos de despacho trabajando alrededor de 1154 horas anuales exclusivamente en este proceso.

3.3.2. Propuesta #1 – Montacargas

TABLA 3. 9 DATOS DE PROPUESTA #1

Costo de Montacargas eléctrico	\$6.000
Costo Kwh	\$0,08
Consumo de Kw por día	34
Horas de utilización diaria	8
Personal Requerido	1
Gasto en personal por hora	\$4,78
Costo de mantenimiento	\$1
Dias Laborales	5
Semanas Laborales	52
Horas anuales	2080
Salario	\$700
Aportación IESS Empleador	11,15%
Aportación IESS Empleado	9,45%
Décimo Tercer Sueldo	\$700
Décimo Cuarto Sueldo	\$425
SalarioAnual + AportaciónAnual	\$8.542,80
GANANCIA ANUAL DEL OPERADOR	\$9.942,36
Costo Operativo Personal (hora)	\$4,78

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 3. 10 VALORES Y COSTOS RELACIONADOS A MONTACARGAS

Valor Residual	\$1.200
Valor a Depreciar	\$4.800
Depreciación Anual	\$400
Depreciación en horas	\$0,192
Consumo Eléctrico (día)	\$2,72
Consumo Eléctrico (hora)	\$0,34
Salario Personal (hora)	\$4,78
Costo Mantenimiento(hora)	\$1
Costo Total Hora	\$6,312

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 3. 11 DATOS MONTACARGAS

Costo	\$6.000	Importe depreciable	\$4.800
Residual	\$1.200	Depreciación anual	\$400,00
Vida Útil (años)	12	Depreciación mensual	\$33

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Para esta propuesta se decidió implementar un montacargas eléctrico para que uno de los 8 operadores lo use y de esta manera agilizar el proceso de despacho, cabe recalcar que el montacarga también sería usado en demás procesos durante una jornada laboral, siempre y cuando no sea durante el proceso de despacho.

Algunos de los datos proporcionados, tales como Costo Kwh, Costo de mantenimiento, Vida útil del montacargas fueron obtenidos de (Morán, 2015) que aportaron con los cálculos respectivos.

Lo que se detalla en las tablas anteriores 3.9, 3.10, 3.11, es el costo de operación por hora, tanto por la contratación de un personal capacitado para el manejo de este tipo de maquinaria, como los costos de mantenimiento y uso de la misma, dando un costo total de \$6.17.

TABLA 3. 12 DATOS DE SALARIOS DE OPERADORES

Número de trabajadores por jornada	7
Horas Laborales	8
Salario	\$425
Aportación IESS Empleador	11,15%
Aportación IESS Empleado	9,45%
Semanas Laborables	52
Días	5
DECIMO TERCER SUELDO	\$425
DECIMO CUARTO SUELDO	\$425
Horas (Proceso de despacho)	4.32

Horas (Proceso de despacho %)	0,54
Equipos de Protección Personal(día)	\$0,88

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 3. 13 CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS – PROPUESTA#1

POR PERSONA	
Horas Anuales Trabajadas	2080
SalarioAnual + AportaciónAnual	\$5.186,70
GANANCIA TOTAL ANUAL DE OPERADOR	\$6.311,26
Costo Operativo por hora	\$3,03
PROCESO DE DESPACHO	
Horas Anuales Trabajadas	1123.2
Costo Operativo en Proceso de Despacho	\$23.856,56
Costo Operativo en Proceso de Despacho por Hora (7)	\$21,2398
Costo Operativo en Proceso de Despacho por Hora + Montacarga	\$27,5521

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Una vez encontrado el costo total por el uso del montacargas con su respectivo operador, como se logra apreciar en las tablas 3.12, 3.13, se procedió a realizar el cálculo del costo operativo de la bodega con los 7 operadores faltantes para completar el grupo de 8 personas.

Dado que el uso del montacargas disminuye las horas de trabajo de 4.44 a 4.32 horas; las horas anuales trabajadas en este proceso serán menores a la situación actual, con 1123.2 horas anuales de trabajo en los procesos de despacho; esto genera un costo operativo por hora de \$27.55, a pesar de que el valor es mayor, se logra adquirir un bien para la empresa y se cumple el objetivo planteado ya que se busca una eficiencia en los procesos de despacho respecto al tiempo, habiendo una disminución de 32 horas anuales aproximadamente.

3.3.3. Propuesta #2 – Aumentar 2 operadores

TABLA 3. 14 DATOS DE SALARIOS DE OPERADORES

Número de trabajadores por jornada	10
Horas Laborales	8
Salario	\$425
Aportación IESS Empleador	11,15%
Aportación IESS Empleado	9,45%
Semanas Laborables	52
Días	5
DECIMO TERCER SUELDO	\$425
DECIMO CUARTO SUELDO	\$425
Horas (Proceso de despacho)	3,41
Horas (Proceso de despacho %)	0,42625
Equipos de Protección Personal (día)	\$0.88

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

TABLA 3. 15 CÁLCULO DE COSTOS OPERATIVOS – PROPUESTA#2

POR PERSONA	
Horas Anuales Trabajadas	2080
SalarioAnual + AportaciónAnual	\$5.186,70
GANANCIA TOTAL ANUAL DE OPERADOR	\$6.311,26
Costo Operativo por hora	\$3,03
PROCESO DE DESPACHO	
Horas Anuales Trabajadas	886.6
Costo Operativo en Proceso de Despacho	\$26.901,75
Costo Operativo en Proceso de Despacho por Hora	\$30,3426
Costo Operativo en Proceso de Despacho por Hora por Persona	\$3,0343

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Como se aprecia para esta propuesta en la tabla 3.14, el número de operadores aumenta de 8 a 10, abriendo otro muelle para poder hacer los procesos de despacho con mayor velocidad.

De la misma forma que la propuesta anterior y la situación actual de la empresa, se procede a realizar el cálculo de los costos operativos tanto por persona como por grupo, el costo operativo por persona se mantiene, lo que incrementa es el costo operativo del proceso de despacho en general, puesto a que existe mayor número de operadores, sin embargo existe una reducción considerable de horas al año en que se realiza este proceso pasando de 1154.4 horas de la situación actual a 886.6 horas por año, dando un total de 268 horas aproximadamente, las cuales pueden ser usadas para realizar más actividades laborales que ya están contempladas en el pago de la jornada laboral.

3.3.4. Cuadro Comparativo

TABLA 3. 16 CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS OPERATIVOS Y HORAS ANUALES.

	Costo Operativo en Proceso de Despacho por hora	Horas Anuales empleadas	Costo Operativo Anual en Proceso de Despacho	Costo Anual Promedio
Situación Actual	\$24,27	1110.2 - 1196	\$26.944,55 - \$29.026,92	\$27.985,74
Propuesta #1	\$27,55	1092 – 1151.8	\$30.084,60 - \$31.732,09	\$30.908,35
Propuesta #2	\$30,34	837.2 - 936	\$25.400,65 - \$28.398,24	\$26.877,45

HECHO EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.

Como se logra apreciar en la tabla 3.16, los costos operativos de despacho por hora tienen una relación inversa a las horas anuales empleadas en este proceso, ya que, a mayor costo, menor son las horas anuales, sin embargo, cabe destacar que, si consideramos el costo operativo anual, la propuesta #2 es la más conveniente ya que se ahorra alrededor del 3.96% de la situación actual.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

4.1. Conclusiones

Usualmente se suelen procesar 20 ± 1 de paquetes grandes por hora, con ayuda del montacargas no habría diferencia en este caso, sin embargo, con más operadores se podrían procesar 26 ± 1 , dando un aumento del 1.30%. Con los paquetes medianos hay más diferencia, ya que usualmente se procesan 254 ± 12 por hora, pero con ayuda del montacargas y los operadores extra, se podría aumentar esto hasta 260 ± 9 y 340 ± 14 , incrementando 1.02% y 1.34% respectivamente. Por otro lado, los productos pequeños se procesan de 17 ± 1 por hora, de esta manera, simulando la ayuda del montacargas y los operadores adicionales, se podrían procesar 18 ± 1 y 23 ± 1 por hora, aumentando 1.06% y 1.35% en su eficiencia.

Hablando en términos de costos, se aprecia que la mejor opción es la implementación de 2 operadores extras, ya que se ve que su costo operativo anual en el proceso de despacho promedio es de \$26.877,45, lo que reduciría sus costos en aproximadamente en un 3.9%.

Es notable que la solución de los operadores adicionales es mucha más efectiva, y esto debido a que el factor humano siempre está un paso más adelante que las maquinarias, ya que, si bien estas últimas son más precisas, están propensas al mantenimiento constante y fallos en sus sistemas.

4.2. Recomendaciones

Una vez realizado el análisis de los resultados, se recomienda que se analicen los costos asociados a la implementación de las soluciones debido a que a veces, no siempre la solución más económica es la que se ajusta a la necesidad de la empresa.

También considerar que el uso de mayor personal al sugerido puede traer consigo aún más beneficios en cuanto ahorro del tiempo, además de considerar en evitar una fatiga laboral a los operadores.

Al momento de hacer una decisión, hay que analizar la tendencia de la demanda dentro de la empresa, ya que esta afecta directamente a las operaciones que se llevan en la bodega.

BIBLIOGRAFÍA

- Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. (23 de Diciembre de 2008). *Bomberos Guayaquil*.
Obtenido de <https://www.bomberosguayaquil.gob.ec/reglamento-de-prevencion-mitigacion-y-proteccion-contra-incendios/>
- Chayut Bunterngrchit, S. L. (2019). Simulation-Based approach for reducing goods loading time. Rayong, Tailandia: Division of Industrial and Logistics Engineering Technology, Faculty of Engineering and Technology.
- FlexSim Problem solved*. (s.f.). Obtenido de Software de Modelado y Análisis de Simulación 3D:
<https://www.flexsim.com/es/flexsim/>
- García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Hou, S. (2012). Distribution Center Logistics Optimization Based on Simulation. *School of Mechanical Engineering and Automation, North University of China*. Taiyuan, China.
doi:10.19026/rjaset.5.4405
- Ministerio de Inclusión Económica y Social. (02 de Abril de 2009). Obtenido de
<https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-11/REGLAMENTO%20DE%20PREVENCION%2C%20MITIGACION%20Y%20PROTECCION%20CONTRA%20INCENDIOS.pdf>
- Morán, F. G. (2015). *Dspace Espol*. Obtenido de
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/36610/D-CD88423.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Samattapapong, N. (24 de august de 2017). An efficiency improvement in warehouse operation using simulation analysis. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Bali, Indonesia.
doi:10.1088/1757-899X/273/1/012013
- Soler, D. (2015). *Unidades de carga de transporte*. Biblioteca de logística.

APÉNDICE

Apéndice A: Distribuciones de los productos por día, tamaño y ubicación.

A continuación, se detalla las distribuciones de los paquetes de tamaño grande, por cada una de las ubicaciones.

		GRANDE		
#	Destino	n	media	Distribución
1	LOJA-ZAMORA-YANZATZA	22	4,14	johnsonbounded(0.930185, 14.738465, 0.881517, 0.387377)
2	GUAYAS 2	30	5,00	weibull(0.927964, 1.293396, 0.427739)
3	GUAYAS 1	30	5,00	weibull(0.927964, 1.293396, 0.427739)
4	SANTA ELENA-LIBERTAD	41	5,15	weibull(0.909785, 1.718784, 0.483197)
5	QUEVEDO-VALENCIA-LA MANÁ	48	5,98	weibull(0.926045, 1.944034, 0.471819)
6	BABAHOYO-JUJÁN-VENTANAS-SANJUAN	43	2,84	weibull(0.859084, 1.359354, 0.649896)
7	MANTA-MONTECRISTI	48	10,06	johnsonbounded(0.953368, 61.061936, 1.171225, 0.297168)
8	PORTOVIEJO	21	3,19	erlang (0.270239, 2.920237, 1.000000)
9	MACHALA	16	5,75	weibull(0.900921, 2.178032, 0.51715)
10	ORIENTE SUR	11	1,91	beta (0.997565, 3.004310, 0.226121, 0.269706)
11	CUENCA	17	2,79	weibull(0.854059, 1.112432, 0.590175)
12	LATACUNGA	51	1,80	erlang (0.561744, 1.242178, 1)
13	RIOBAMBA	35	6,69	johnsonbounded(0.805698, 174.130200, 2.970339, 0.659161)
14	AMBATO	10	9,75	weibull(0.952635, 1.393570, 0.406322)
15	ESMERALDAS	11	6,82	weibull(0.908598, 2.627576, 0.503932)
16	SANTO DOMINGO	11	4,06	weibull(0.906679, 1.616291, 0.538202)
17	ORIENTE NORTE	42	2,17	weibull(0.631158, 1.466703, 0.922227)
18	IBARRA-TULCÁN	12	2,61	weibull(0.785179, 1.275907, 0.674604)
19	Q1-Q2-Q3-Q4-Q5-Q6	80	4,09	weibull(0.915542, 1.021859, 0.478119)

La tabla anexa muestra, el detalle de las distribuciones de los paquetes de tamaño mediano, por cada una de las ubicaciones.

		MEDIANO		
#	Destino	n	medi a	Distribución
1	LOJA-ZAMORA-YANZATZA	10	36,70	weibull(0.000000, 40.114760, 4.599491)
2	GUAYAS 2	10	54,90	johnsonbounded(31.930078, 102.442046, 0.509925, 0.289021)
3	GUAYAS 1	56	5,39	johnsonbounded(0.908920, 29.031995, 1.162514, 0.377827)
4	SANTA ELENA-LIBERTAD	10	42,00	beta (40.942539, 43.057589, 0.512016, 0.512171)
5	QUEVEDO-VALENCIA-LA MANÁ	11	58,55	johnsonbounded(31.386802, 195.282264, 1.324597, 0.502284)
6	BABAHoyo-JUJÁN-VENTANAS-SANJUAN	10	39,00	johnsonbounded(0.791370, 47.873604, -1.599216, 0.879677)
7	MANTA-MONTECRISTI	10	41,60	lognormal2(30.746413, 4.264692, 1.482265)
8	PORTOVIEJO	14	47,93	beta (31.860744, 93.905899, 0.435467, 1.266274)
9	MACHALA	41	54,54	johnsonbounded(30.561584, 255.498338, 2.065047, 0.760875)
10	ORIENTE SUR	10	41,10	beta (0.090057, 104.339675, 0.681658, 1.061497)
11	CUENCA	27	58,30	inversegaussian(26.223801, 32.072496, 30.551060)
12	LATACUNGA	16	52,13	invertedweibull(20.457224, 20.952482, 2.147770)
13	RIOBAMBA	14	47,64	beta (32.856393, 103.585267, 0.683296, 2.589764)
14	AMBATO	38	62,84	johnsonbounded(30.621025, 278.581916, 1.706731, 0.654161)
15	ESMERALDAS	69	5,01	weibull(0.752658, 3.367222, 0.725210)
16	SANTO DOMINGO	110	91,63	lognormal2(29.752313, 23.740497, 1.316066)
17	ORIENTE NORTE	10	42,60	johnsonbounded(30.806388, 51.053139, -0.223860, 0.343733)
18	IBARRA-TULCÁN	22	140,55	lognormal2(31.837608, 7.105441, 2.161883)
19	Q1-Q2-Q3-Q4-Q5-Q6	289	75,65	lognormal2(28.730121, 23.539586, 1.112311)

En la siguiente tabla, se encuentra las distribuciones de los paquetes de tamaño pequeño, por cada una de las ubicaciones.

		PEQUEÑO		
#	Destino	n	media	Distribución
1	LOJA-ZAMORA-YANZATZA	56	5,39	johnsonbounded(0.908920, 29.031995, 1.162514, 0.377827)
2	GUAYAS 2	121	4,56	johnsonbounded(0.840105, 21.021312, 1.027112, 0.400472)
3	GUAYAS 1	148	3,20	weibull(0.736398, 1.990473, 0.740326)
4	SANTA ELENA-LIBERTAD	73	3,41	weibull(0.644313, 2.338530, 0.780323)
5	QUEVEDO-VALENCIA-LA MANÁ	358	4,33	weibull(0.763894, 2.651878, 0.679334)
6	BABAHOYO-JUJÁN-VENTANAS-SANJUAN	189	3,57	weibull(0.801439, 1.804933, 0.623695)
7	MANTA-MONTECRISTI	122	3,86	johnsonbounded(0.694353, 23.023343, 1.437687, 0.547819)
8	PORTOVIEJO	381	4,62	weibull(0.688803, 3.396962, 0.788915)
9	MACHALA	1216	4,48	weibull(0.686883, 3.347963, 0.813098)
10	ORIENTE SUR	11	1,27	exponential (0.742609, 0.530119)
11	CUENCA	555	3,89	weibull(0.804092, 2.048078, 0.625814)
12	LATACUNGA	480	4,06	weibull(0.728268, 2.764222, 0.754461)
13	RIOBAMBA	382	3,98	weibull(0.751925, 2.342415, 0.667308)
14	AMBATO	986	4,14	weibull(0.701224, 2.834098, 0.749229)
15	ESMERALDAS	601	4,45	weibull(0.699305, 3.166483, 0.769526)
16	SANTO DOMINGO	2063	4,11	weibull(0.745714, 2.647213, 0.714730)
17	ORIENTE NORTE	273	4,77	weibull(0.624214, 3.747197, 0.837645)
18	IBARRA-TULCÁN	850	4,40	weibull(0.708169, 3.036518, 0.744412)
19	Q1-Q2-Q3-Q4-Q5-Q6	6453	3,97	weibull(0.764347, 2.405106, 0.687591)

Apéndice B: Demanda de Loja-Zamora, Yazantza, Guayas 2 y Guayas 1

SEPTIEMBRE

<i>Emisión</i>	Observación	bultos	cantidad
02/09/2021	1 PALLETS PLANCHAS Frágil.	1	1.636,00
02/09/2021	1 PALLETS PLANCHAS Frágil.	1	1.053,00
03/09/2021		18	18,00
03/09/2021		41	41,00
06/09/2021		1	1,00
07/09/2021		3	7,76
07/09/2021		4	42,72
08/09/2021	1 BULTO, 1 LIOX3(BARRA, BRONCE)	2	55,00
08/09/2021	1 CAJA, 1 LIO X45 BARRAS	2	170,00
09/09/2021		2	2,48
10/09/2021	1 LIOX2 PAQUETES, 1 BRONCE	2	30,00
10/09/2021		2	2,00
13/09/2021	1 CAJA ,1 TUBO NEGRO, 1BULTO, 1 LIOX4 BRONCES,2 PEDAZOS	6	70,00
13/09/2021	10 MOTORES	10	586,00
13/09/2021		1	1,00
14/09/2021	1LIO X4(BRONCE, NYLON), 1 CAJA,2 LIOX2,1 BULTO,	5	40,00
14/09/2021		1	1,00
14/09/2021		1	1,00
15/09/2021		20	20,00
15/09/2021		1	1,00
16/09/2021		2	2,00
17/09/2021		3	9,09
17/09/2021	2 LIOSX5 BARRAS, 1 LIO X 22(NYLONBRONCE), 1 LIO X2 BARRAS, 1 TUBO	5	355,00
18/09/2021		3	3,00
22/09/2021		1	1,00
23/09/2021		5	29,68
24/09/2021		18	18,00
27/09/2021		1	1,00
27/09/2021		2	2,00
30/09/2021		3	2,24

DAULE-STA.LUCÍA-PEDRO CARBO-ISIDRO AYORA-NOBOL-PALESTINA

SEPTIEMBRE

	Observación	Destino	bultos	cantidad
28/09/2021		DAULE	1	1,00
22/09/2021	5 CAJAS	DAULE	5	50,00
27/09/2021		DAULE	2	4,24
29/09/2021		DAULE	5	5,00
27/09/2021		DAULE	2	2,00
06/09/2021	1 LIOX2 BRONCES, 1 LIOX3BRONCES	DAULE	2	30,00
06/09/2021	1 LIOX2 BRONCES	DAULE	1	30,00
20/09/2021	52 CAJAS+2 PAQUETES	DAULE	54	1.060,00
17/09/2021		DAULE	40	40,00
28/09/2021		DAULE	7	7,00
17/09/2021		DAULE	1	1,00
27/09/2021		DAULE	2	2,00
23/09/2021		DAULE	1	1,00
09/09/2021		DAULE	10	10,00
21/09/2021	1 LIOX10 BARRAS, 1 PAQUETE, 2 BULTOS DE BARRA, 1 PALLETS PLANCHAS	DAULE	5	700,00
13/09/2021	5 CAJAS, 1 BULTO	DAULE	6	100,00
22/09/2021		DAULE	4	4,00
21/09/2021	1 CAJA	DAULE	1	30,00
17/09/2021		DAULE	1	1,00
17/09/2021		DAULE	8	8,00
17/09/2021		PEDRO CARBO	11	11,00
01/09/2021		PEDRO CARBO	18	18,00
24/09/2021		DAULE	45	45,00
27/09/2021		DAULE	20	20,00
02/09/2021		DAULE	7	7,00
30/09/2021		NOBOL	1	1,00

Apéndice C: Bultos promedios por tamaño.

	GRANDE		MEDIANO		PEQUEÑO	
	bulto	cantidad	bulto	cantidad	bulto	cantidad
PROM DE BULTOS TOTALES POR DÍA	86,81301	7638,994	1107,581	2716,712	76,84185	483,0043
	86	7638	1107	2716	76	483