

# UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

Reducción de tiempos de entrega de inventario en el centro de distribución, mediante el mejoramiento del proceso de exportación para producto final en el departamento de logística de Boston Scientific Coyol, para el primer cuatrimestre de 2017

Proyecto de graduación para optar por el Bachillerato en Ingeniería Industrial

Estudiante: Angie Marcela Rojas Porras

Tutor: Ing. George Dany Ramírez Vargas

Lector: Miguel Mccalla Vaz

Heredia, mayo, 2017

## **DEDICATORIA**

A mi hija, María Paula Vega, a mi esposo, Dago Vega, mis padres Nidia Porras y Víctor Rojas, por enseñarme el valor de la perseverancia y esfuerzo, también por el apoyo brindado en el camino de mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios Todopoderoso, a mi familia, a mi hija y a mi esposo por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles de mi carrera profesional y a mi suegra por ayudarme con el cuidado de mi hija, mientras logro el éxito profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	7
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	12
1.1 Introducción.....	13
1.2 Antecedentes del Contexto de la Empresa .....	15
1.3 Definición del Problema.....	17
1.4 Justificación del Proyecto .....	19
1.5 Objetivos .....	22
1.5.1 Objetivo General.....	22
1.5.2 Objetivos Específicos 4, relacionados con el DMAIC.....	22
1.6 Alcances y Limitaciones .....	23
1.6.1 Alcances.....	23
1.6.2 Limitaciones .....	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	24
2.1.1 Mejora Continua. ....	25
2.1.2 Optimización de Procesos. ....	26
2.1.3 Medición del Dsempeño de una Empresa .....	27
2.1.4 Metodología DMAIC Six Sigma .....	28
2.1.5 Diagrama de Flujo .....	30
2.1.6 Diagrama de Pareto.....	31
2.1.8 Tamaño de la Muestra.....	35
2.1.9 Suplementos u Holguras .....	37
2.1.10 Adición de los Suplementos (Tiempo Concedido por Elemento).....	38
2.1.11 La Productividad.....	40

2.1.12 Lean Manufacturing .....	40
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....	42
3.1 Metodología del Proyecto .....	43
3.1.1 Finalidad del Proyecto. ....	43
3.1.2 Alcance Temporal del Proyecto. ....	43
3.1.3 Clasificación del Marco de Proyecto. ....	44
3.1.4 La condición en que se hará el Proyecto. ....	45
3.1.5 Carácter del Proyecto. ....	45
3.1.6 Naturaleza del Proyecto .....	46
3.2 Sujetos y Fuentes de Información de Proyecto.....	47
IV CAPÍTULO .....	51
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....	51
4.1 Descripción de la Situación Actual.....	52
4.2 Diagrama y Descripción General del Proceso de Exportación .....	52
4.3 Proceso General de Exportación .....	54
4.4 Tarimas de Exportación de Producto Terminado .....	60
4.5 Proceso Específico de cada una de las Tareas del Proceso de Exportación ..	63
4.6 Descripción del Proceso del Diagrama Detallado por Tareas del Proceso de Exportación.....	65
4.7Tiempo del Proceso de Exportación .....	69
4.7.1Ciclo de Exportación.....	71
4.8 Proceso de Envío de Tarimas de Exportación Física de Producto Terminado	75
4.8.1 Proceso de Impresión y Etiquetado en Tarimas de E#xportación. (Tiempo de Exportación Física) .....	75
4.8.2 Impresión de Etiquetas .....	77
4.8.3 Etiquetado en las Cajas en el Proceso de Exportación.....	84
4.9 Manejo y Transporte de Tarimas .....	86
4.9.1 Tiempos y Movimientos de la Recolección de Tarimas.....	88

4.9 Resumen del Proceso Actual.....	91
4.9.1 Conclusiones de la Situación Actual.....	93
V CAPÍTULO.....	94
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	94
5.1 Implementación de las Soluciones .....	95
5.2 Proceso de Exportación Física .....	96
5.2.1 Impresión de Etiquetas.....	96
5.2.2 Etiquetado de las Tarimas .....	99
5.2.3 Requerimientos para la Eliminación de las Etiquetas .....	101
5.2.4 Análisis Económico de la Eliminación de las Etiquetas.....	101
5.3 Reducción de Transporte de Tarimas del Área de Empaque hacia el Área de Bodega.....	103
5.3.1 Requerimientos para la Implementación del Remolcador.....	106
5.3.2 Análisis Económico del Remolcador.....	107
5.5 Análisis de las Conclusiones con el Proceso de Mejora .....	108
5.3 Análisis Económico del Proceso de Mejora .....	110
5.4 Plan de Implementación .....	110
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	114
6.1 Conclusiones.....	115
6.2 Recomendaciones.....	116
BIBLIOGRAFÍA .....	117
APÉNDICE(S) .....	120

## Tabla de Gráficos

Gráfico 1 Gráfico de cortos de inventario en el centro de distribución .....	55
Gráfico 2: Gráfico de tarimas exportadas vía aéreas.....	56
Gráfico 3: Tiempo en días de las tareas de las tarimas de exportación final..	71
Gráfico 4: Promedio de muestras de impresión de etiquetas.....	82
Gráfico 5: Promedio de muestras del pegado de etiquetas .....	85
Gráfico 6: Promedio de muestras de recolección de tarimas .....	90

## Índice de Tablas

Tabla 1: Salidas de embarques aéreos y marítimos.....	58
Tabla 2: Cantidad de cajas en las tarimas según el producto empacado. ...	61_
Tabla 3: Cantidad y promedio de tarimas que se recogen durante el día	62
Tabla 4: Duración en días del proceso de exportación de las tarimas. ....	69
Tabla 5: Datos del muestreo de impresión de etiquetas .....	81
Tabla 6: Datos de suplementos de impresión de etiquetas.....	83
Tabla 7: Datos del muestreo de pegar las etiquetas .....	84
Tabla 8: Datos de los suplementos de la tarea de pegar las etiquetas .....	86
Tabla 9: Datos del muestreo de la tarea de recolección de tarimas .....	89
Tabla 10: Datos de los suplementos de recolección de tarimas.....	90
Tabla 11: Datos en horas de la jornada laboral.....	91
Tabla 12: Datos del proceso de duración en días pareto contra la toma de muestras. ....	92
Tabla 13: Datos comparativos de las etiquetas de los departamentos de empaque y embarque.....	98

Tabla 14: Duración del lead time actual del proceso de exportación física ...	100
Tabla 15: Lead time actual y propuesta contra los costos de envíos aéreos	101
Tabla 16: Consumo y precios de las etiquetas del proceso de exportación ..	102
Tabla 17 Comparación de la recolección de tarimas con la nueva propuesta .....	105
Tabla 18: Inversión del remolcador.....	107
Tabla 19: Propuesta de reducción del lead time del proceso de exportación	108
Tabla 20: Reducción del lead time y análisis económico.....	110
Tabla 21: Cronograma de implementación del proyecto.....	111

## Índice de Diagramas

Diagrama de flujo 1: Proceso general de exportación de tarimas de producto terminado.....	52
Diagrama 2: Diagrama de flujo detallado del proceso de exportación.....	68
Diagrama 3: Pareto de las tareas con más tiempo en el proceso de exportación .....	72
Diagrama de flujo número 4: Proceso de exportación general .....	74
Diagrama de flujo número 5: Proceso de detallado de impresión de etiquetas .....	79
Diagrama de flujo número 6: Proceso de impresión de etiquetas .....	80

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Proceso de metodología DMAIC.....	28
Ilustración 2 Tabla de Ejemplo de Frecuencias para el pareto .....	32
Ilustración 3 Ejemplo Pareto .....	33
Ilustración 4 Tabla de suplementos del proceso de toma de muestras.....	39
Ilustración 5 Clasificación Mega, Macro .....	39

Ilustración 6 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el primero objetivo .....	48
Ilustración 7 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el segundo objetivo.....	48
Ilustración 8 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el tercer objetivo.....	50
Ilustración 9 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el cuarto objetivo.....	50
Ilustración 10 Desglose de las tareas del proceso de exportación de tarimas de producto terminado.....	73
Ilustración 11: Etiqueta que se imprime en el proceso de exportación y se adhiere a las cajas.....	76
Ilustración 13: Etiqueta que se imprime en el proceso de exportación y se adhiere a las cajas.....	78
Ilustración 14: Carretilla hidráulica manual que transporta las tarimas .....	87
Ilustración 15: Foto de etiqueta utilizada en el área de empaque .....	96
Ilustración 16: Foto de etiqueta utilizada en el área de embarque .....	97
Ilustración 17: Foto de tomada de internet.....	104

## ACRÓNIMOS Y SIGLAS

**DMAIC:** Define, Measure, Analyze, Improve, Control/ Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar

**Packing list:** Lista de empaque.

**SAP:** Systems, Applications Products/ Análisis de Sistemas y Desarrollo de Programas.

**Back orders:** Faltante de inventarios.

**Stents:** Es un tubo pequeño de malla de metal que se expande en la arteria.

**PSRR:** Product Shipment Release Requirements.

**Delivery:** Número de entrega, código de barras.

**Steriel load:** Número de seguimiento.

**CR1:** Cuarto limpio, elaboración de la manufactura.

**CR2:** Cuarto limpio, elaboración de la manufactura

**Gemba Walk:** Caminata en el lugar de trabajo

## Resumen Ejecutivo

El siguiente proyecto se realizó en la empresa Boston Scientific Coyal de Alajuela, en el departamento de logística, en el área de embarque, el cual es el encargado del manejo de las tarimas de producto terminado hacia el centro de distribución y luego al cliente final.

El principal problema es el uso excesivo del envío de las tarimas aéreas, para mitigar la problemática de los back orders o faltante de inventario, a causa del lead time actual durante el proceso de preparación de las tarimas, para la exportación física en contenedores.

Se evaluaron las principales tareas, las cuales tiene el mayor aporte de tiempo en el lead time total del proceso de exportación, mediante la utilización del pareto que definió los principales subprocesos, que por medio de la toma de tiempos se define, que el principal problema es el lead time actual de 2,5 días.

Para el plan de mejora logra identificarse que durante los subproceso de impresión y etiquetado de las tarimas, se está haciendo una tarea adicional, ya que las tarimas vienen etiquetadas desde el área de empaque y, por lo tanto, la etiqueta de embarque puede eliminarse, y ahorrarse el lead time de estos dos subprocesos. También, se implementó un nuevo método de transporte de las tarimas, para lograr transportar más tarimas en menor tiempo.

Con estas mejoras para la reducción del lead time logra pasarse de 2,5 días a 0,82 días, logrando un ahorro del lead time en 1,68 días, con esto puede enviar el producto que sale de empaque los días martes y miércoles por la mañana, por consiguiente, la disminución de 16 aéreas semanales a solamente 9 tarimas aéreas por semana que refleja pasar de \$15 200 dólares a \$8 550 dólares semanales.

En conclusión se logra enviar más producción de tarimas en contenedores vía marítimo, con un nuevo lead time de 0,82 días, reduciendo los aéreas a solamente a 9 tarimas por semana, ahorrando \$345 800 dólares anuales.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 Introducción**

El presente proyecto de graduación, va a realizarse en el departamento de logística del área de embarque en la empresa Boston Scientific Coyol, este proyecto es requisito para optar por el título de bachillerato de Ingeniería Industrial en la Universidad Hispanoamericana.

Una de las mejoras, las cuales quieren cumplirse con el proyecto es agilizar la llegada del producto terminado al principal centro de distribución, ubicado en Estados Unidos, donde es el encargado de abastecer a todos los hospitales para llegar al cliente final que es el paciente. Es indispensable evitar el faltante de inventario del producto final, ya que el principal objetivo es salvar vidas y tener el producto justo a tiempo en el hospital, es primordial para lograr que la salud del paciente mejore.

El primer capítulo de este proyecto habla del problema que se está generando en el departamento de embarque, va a describir sea detalle las posibles causas que lo provocan, también de cómo se identificó y los datos que evidencian la problemática real de la compañía Boston Scientific Coyol, como sus antecedentes.

El segundo capítulo se definirá todos los conceptos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Industrial. Se explicará la metodología teórica conceptual, en la que se trabaja el proyecto, el cual ayudará al lector a conocer cada uno de los temas mencionados mediante la teoría y el funcionamiento de las herramientas.

El tercer capítulo define el carácter del proyecto y su naturaleza, el cual indicará al lector los instrumentos que van a utilizarse para la recolección de información, tipos de muestreos y metodología por utilizar para lograr los objetivos del proyecto.

El cuarto capítulo analiza el proceso completo y toma de tiempos para definir las tareas que provocan el principal objetivo y problema del proyecto. Se define cada una de las principales causas de este. Se analizarán los problemas sin afectar el proceso.

El quinto capítulo se enfoca en el proceso de mejora, las ideas de implementación para controlar la causa raíz del problema, analizando las mejoras que tendría el proceso, con la nueva propuesta. Se detalla cada tarea, el impacto positivo que se obtendría y el ahorro de tiempo en cada una de las tareas y de manera general.

El sexto capítulo detalla las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron, del análisis de la toma de tiempos y el problema de la causa raíz, como también de las mejoras propuestas para la disminución del lead time actual, para lograr el objetivo principal del proyecto como los objetivos específicos.

La bibliografía detalla cada una de las fuentes consultadas de manera teórica para la elaboración del proyecto.

Los apéndices y anexos se encuentran al final del proyecto, el cual ayudan a la visualización para entender mejor el proceso y, por lo tanto, llegar a conclusiones y recomendaciones para el análisis final del proyecto.

## 1.2 Antecedentes del Contexto de la Empresa

La compañía Boston Scientific es una compañía transnacional<sup>1</sup> productora de dispositivos médicos en diferentes partes del mundo. Esta compañía empieza en 1979 cuando John Abele y Pete Nicholas se asocian para comprar Medi-tech, compañía de investigación y desarrollo enfocada en opciones de cirugía tradicional. Los primeros productos de Medi-tech fueron un grupo de catéteres<sup>2</sup> dirigibles que fueron usados en procedimientos médicos menos invasivos y de esta forma dan origen a Boston Scientific, luego en 1980 la compañía se enfoca en diversificar sus productos y expansiones internacionales, es, por eso, que en 1990 Boston crea más de quince alianzas y adquisiciones.

En 1979 con 38 empleados y \$2 000 000 en ventas y hoy en día es de las compañías más grandes productora de dispositivos médicos a nivel mundial, además cuenta con un catálogo de más de 13 000 productos, muchos posicionados a la cabeza del mercado actual. Produce el TAXUS® producto coronario Stent, que ha sido el producto lanzado de mayor éxito en la industria médica. En abril del 2006 adquirió a Guidant Corp., convirtiéndose en la empresa de dispositivos cardiovasculares más grandes del mundo. Su casa matriz esta ubicada en Natick, MA.

En 1992, Boston Scientific sale a la luz con un alto nivel en la bolsa de valores de New York; desde esta fecha su oferta pública ha sobrellevado una estrategia de adquisición agresiva, ensamblando líneas de negocios que le permiten continuar siendo un líder en la industria médica.

Fuera de los Estados Unidos, el desarrollo manufactura, mercadeo y ventas de Boston Scientific están manejados por la División Internacional de la misma por medio de sus operaciones en Europa, Japón e Intercontinental, e incluye representativos de ventas en más de 45 países.

---

<sup>1</sup> Que tiene negocios y actividades establecidos en varios países.

<sup>2</sup> Dispositivo con forma de tubo estrecho y alargado que puede ser introducido dentro de un tejido o vena.

En Costa Rica, Boston Scientific cuenta con dos plantas una en la Aurora de Heredia en el parque industrial Global Park que inició operaciones en el año 2004 y una segunda planta en El Coyal de Alajuela en el Parque Industrial Propark que abrió operaciones en el 2006.

- La compañía tiene como visión “Ser los mejores productores de dispositivos médicos del mundo”
- Su misión es, manufacturar y desarrollar dispositivos médicos menos invasivos, con calidad de clase mundial, entregados a tiempo y al mejor costo.
- La política de calidad de la compañía es “Yo mejoro la calidad del cuidado del paciente y de todo Boston Scientific”.

La compañía produce gran variedad de implementos médicos, los cuales son utilizados para procedimientos menos invasivos, y hacer la recuperación del paciente más rápido, entre algunos de los productos que tiene son: pulmonares, gastrointestinales y del corazón, entre otros más.

La empresa cuenta con un centro de distribución en Estados Unidos que se encarga de recibir todas las órdenes de compra de los diversos clientes de hospitales, luego de recibirlas debe procesar el despacho de cada una de ellas tratando de entregar la totalidad del pedido. Pero, en ocasiones no sucede así, por el manejo previo que el inventario tiene, no llega a tiempo, se debe pasar un proceso de exportación y esterilización del mismo para que llegue al destino final, todos los atrasos que se presenten en el camino van a perjudicar la entrega al cliente, no solo se habla sobre el incumpliendo del pedido, sino de vidas de todos los pacientes que dependen del producto para una vida mejor.

Recuperado a las 7:30 pm el 8 de octubre de 2016 en <http://www.bostonscientific.com/en-US/careers/locations/locations-careers-america/heredia-costa-rica-location.html>

### 1.3 Definición del Problema

En la situación actual de la empresa se trabaja bajo un proceso constante de transferencia de manufactura del producto hacia la planta de Costa Rica; están llegando año tras año. El catálogo de los productos de Boston Scientific sigue creciendo para el mejoramiento de la economía de la compañía.

Se debe ir mejorando todos los procesos que conlleve la entrega del producto al cliente final; la compañía trabaja constantemente para que producción tenga las condiciones más óptimas para llevar a cabo el producto, sólo que el proceso de exportación empieza cuando producción termina de empacar.

La problemática de la empresa comienza desde el proceso del envío del producto, el excesivo uso del transporte aéreo es una de las consecuencias del lead time que se tiene, ya que las tarifas no alcanzan los cortes de las navieras y por ende se utiliza el método aéreo para evitar back orders con costos excesivamente altos comparados con los costos del envío aéreo.

¿Existen tareas que agregan o no valor al producto final o solo agrega tiempos muertos al producto?

Todos los procesos cuando se implementaron por primera vez, se hicieron de manera que fueran funcionales con las tareas de exportación; con el crecimiento de la compañía se ha ido incorporando nuevos procedimientos, según la necesidad del mercado o de la transferencia del producto.

El proceso que existe una vez que el producto sale de las líneas de producción es complejo, dado que lleva una logística de transporte; desde el área de empaque el producto se traslada en una tarima de madera y las cajas van estibadas<sup>3</sup> una sobre otra.

---

<sup>3</sup> Acomodar las cosas que están sueltas para que ocupen poco espacio.

El transporte de las tarimas se hace mediante carretillas hidráulicas que solo pueden llevar una tarima a la vez los encargados de bodega realizan un sobre esfuerzo cuando transportan la tarima lo que implica mayor fuerza, mayor cansancio y la posibilidad de que sufra un accidente.

Las tarimas son transportadas en una distancia de 175 metros desde el área de empaque de producción hasta el área de embarque, el producto es almacenado en un determinado tiempo mientras se procesa a nivel virtual mediante el programa SAP<sup>4</sup>, luego se procede a la preparación de las tarimas físicamente para ser cargadas en contenedores, los mismos salen en el barco del fin de semana, pero se tiene un lead time de jueves antes de las 10 a. m., el cual sino se cumple procede a enviar las tarimas vía aérea para evitar impactos en el centro de distribución y, por lo tanto, back orders.

¿Cómo es la logística para el uso correcto de los contenedores? ¿La manera de la utilización de los contenedores puede influir en los cortos de inventarios de los centros de distribución?

Boston Scientific Coyol exporta entre 8 a 10 contenedores semanales, con posibilidades de incrementar el número por el crecimiento productivo de la empresa. La compañía trabaja con contenedores de 45 pies, quiere decir que cargan entre 18 y 21 tarimas por contenedor. Se ha trabajado mediante la filosofía de mejora continua, pero cuando se trata de la utilización de los contenedores se tienen diversos factores que la compañía no tiene el alcance para solucionarlos, ya que implica a terceros, como lo son, la naviera o la agencia aduanal.

Se deben de estudiar las opciones que tienen las navieras para despachos de dichos contenedores o investigar de qué manera enviar más producto en menos tiempo y con mayor utilización de los contenedores.

La empresa maneja métricas diarias sobre los back orders y el nivel de servicio en el centro de distribución para medir contra las entregas de los pedidos a los clientes.

---

<sup>4</sup> Análisis de Sistemas y Desarrollo de Programas

## 1.4 Justificación del Proyecto

La idea central del proyecto consiste en disminuir el lead time que, actualmente, tiene el área de bodega en el proceso de exportación, que consecuentemente con la reducción de tiempos se estaría logrando enviar la mayoría de las tarimas vía marítima y, por lo tanto, la reducción de aéreos y disminución del faltante de inventario en el centro de distribución. Actualmente, el proceso de exportación tarda alrededor de 2,5 días para la preparación de las tarimas y exportación final del producto, con este lead time, se evaluarán subprocesos que trabajan con el lead time final, esto para saber la importancia de cada una de las tareas y su influencia en el aumento de los aéreos para mitigar los back orders en el centro de distribución.

El lead time de 2,5 días fue establecido por la empresa, con base en los criterios de tiempo de respuesta de cada departamento, el mismo es un lead time que tiene tareas que no han sido mejoradas con el pasar de las nuevas transferencias ni con los subprocesos ligados al de exportación de tarimas.

Algunas de las tareas que se necesitan evaluar son las siguientes:

- Tareas duplicadas u obsoletas en un mismo proceso.
- Consumo de tiempo durante el transporte de las tarimas.
- Factores ajenos a la operación que independientemente afectan el proceso de exportación del producto final.

La reducción del lead time durante la exportación de las tarimas, ayudaría a aumentar la exportación de las tarimas vía marítima contra la maximización de costos de transporte vía aérea, donde los cargos de fletes y demás son más individuales.

Para lograr la mayor cantidad de envío de material por vía marítima en una misma semana, deben cumplir los cortes de las navieras, los cuales son todos los jueves a las 10 a.m. y, por lo tanto, si esto no se cumple, la naviera puede retirar el contenedor de la empresa, pero el mismo estaría embarcando hasta la siguiente semana, esto quiere decir que el mismo queda en el predio de la naviera más de ocho días para ser embarcado, después del día ocho, la naviera cobra \$50 dólares por día, hasta que llegue el momento de subir en el barco.

Para evidenciar la utilización de los aéreos se implementó una métrica, la cual indicaría la cantidad de tarimas exportadas vía aérea, para reducir el impacto económico que genera tener los back orders o faltantes de inventarios. Tanto los costos de los aéreos como las pérdidas del faltante de inventario, son costos que son manejados por corporación y, por lo tanto, la métrica de no más de 400 tarimas aéreas anuales, ya que esto debe utilizarse únicamente como medida de emergencia en casos que son estrictamente considerados como un impacto para la compañía, pero se maneja totalmente al contrario como un recurso “apaga fuegos”, y no se ha evaluado realmente el lead time ni las causas del porqué la utilización de tantos aéreos en pocas semanas y los back orders en el centro de distribución.

El proyecto reflejaría una importancia para la empresa Boston Scientific Coyal, ya que, disminuiría el lead time en el área de embarque, específicamente en el proceso de exportación de producto terminado, por consiguiente, la disminución del lead time ayudaría también en la reducción del uso de aéreos para evitar back orders, ya que con la eliminación de tarimas y mejoramiento de tiempos, aumentaría la utilización de los contenedores y aumentaría la exportación de tarimas vía marítima, porque se estaría cumpliendo los tiempos de las navieras, por lo tanto, aumentaría la cantidad de contenedores exportados en una misma semana.

El proyecto aportará conocimiento para el ingeniero industrial, el cual estudia y trabaja constantemente por mejorar las operaciones, ahorrar tiempos, y basarse en la mejora continua de la empresa, pero, muchas veces, se ve únicamente en el proceso productivo. También, tiene otras ramas de estudio como la logística; asegurarse de que las cargas lleguen a su destino final, es importante en el proceso de manufactura, dar a conocer que la ingeniería industrial se desarrolla en varios campos sin importar si es de servicios o de manufactura.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

1. Realizar una propuesta que permita reducir el lead time actual de 2,5 días a 1 día para el proceso de exportación de producto terminado en el departamento de logística de Boston Scientific Coyal.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

1) Medir los tiempos y distancias recorridas de cada una de las tareas del proceso de exportación.

2) Analizar los problemas del proceso de exportación, que impactan con mayor tiempo en las tareas y subprocesos de exportación.

3) Mejorar y eliminar tareas que generan alto impacto en el flujo del proceso de exportación.

4) Controlar el lead time propuesto, mediante métricas semanales y auditorías internas, para mantener los tiempos propuestos.

## 1.6 Alcances y Limitaciones

### 1.6.1 Alcances

El proyecto busca la propuesta de implementación de mejora en la reducción del lead time, en el proceso de exportación mediante la toma de tiempos, evidenciando las diferentes causas que pueden ocasionar los back orders en el centro de distribución, aumentando la exportación de tarimas en los contenedores en una misma semana, como también la disminución de los aéreos en el producto final.

El proyecto se realizará en el departamento de logística, área de embarque, el cual cuenta con la responsabilidad de transportar el material hasta el cliente final en el menor tiempo y costo.

### 1.6.2 Limitaciones

Los costos de manejo de inventarios, e impactos de back orders a nivel de centros de distribución no serán detallados por temas de confidencialidad de la empresa, pero se trabajará con datos aproximados, y se investigará los costos de inventarios para evaluar los impactos y ahorros que pueden tener durante la elaboración del proyecto.

Las referencias de los procesos y tareas, serán visual, ningún documento controlado será utilizado por temas de confidencialidad. El mismo no afectará directamente, ya que durante la toma de tiempos puede verse con detalle el proceso de cada una de las tareas, sin afectar los resultados ni la integridad de la compañía.

El proyecto tiene la limitación de no poder implementarse por la limitación del tiempo, por lo tanto, se mitigará con un plan de implementación para la empresa logre los resultados obtenidos en las conclusiones del proyecto.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Marco Conceptual General del Proyecto.**

Se desarrollarán conceptos y teorías para entender más sobre el estudio de la ingeniería industrial, en la empresa Boston Scientific Coyol.

Boston Scientific cuenta con su respectiva misión, visión y política de Calidad.

### **Misión, Visión y Política de Calidad**

- La compañía tiene como visión “Ser los mejores productores de dispositivos médicos del mundo”.
- Su misión es, manufacturar y desarrollar dispositivos médicos menos invasivos, con calidad de clase mundial, entregados a tiempo y al mejor costo.
- La política de calidad de la compañía es “Yo mejoro la calidad del cuidado del paciente y de todos Boston Scientific”.

Recuperado a las 7:30 p.m. el 8 de octubre de 2016 en <http://www.bostonscientific.com/en-US/careers/locations/locations-careers-america/heredia-costa-rica-location.html>

El trabajo se desarrolla en el departamento de logística, específicamente en el área de embarque.

### **2.1.1 Mejora Continua**

La mejora continua es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido, en gran parte, a la necesidad constante de minimizar costos de producción, obteniendo la misma o mejor calidad del producto, porque como se sabe, los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente.

La Mejora Continua no solo tiene sentido para una empresa de producción masiva, sino que también en empresas que prestan servicios es perfectamente válida y ventajosa principalmente, porque sí tienes un sistema de Mejora Continua

Recuperado a las 6:25 pm el 1º. de octubre del 2016 en <http://www.eoi.es/blogs/mariavictoriaflores/definicion-de-mejora-continua/>

El autor destaca que la mejora continua siempre debe ser constante en una compañía, siempre hay procesos que mejorar, ya sea porque se vuelven obsoletos con el paso de los años, o porque así el negocio lo requiere. La empresa Boston Scientific tiene pizarras con métricas que además de incluir números y gráficos de cómo va el negocio, también incluyen las ideas de mejora continua, de cómo se mejoran todos los procesos sin afectar los procedimientos, pero generando un impacto aunque sea pequeño, pero de mejora, esto incentiva a los empleados en siempre documentar todas las ideas para dar seguimiento.

### **2.1.2 Optimización de procesos**

El proyecto implica la optimización de procesos, los cuales deben implementarse en el área de embarque, donde requiere optimizarse tareas las que disminuyen la eficiencia del trabajo. Se requiere, también, optimizar el uso total de los contenedores para incrementar las exportaciones sin utilizar contenedores demás, para esto debe conocer a fondo de cómo se elabora la investigación, los pasos por seguir y de cómo se evalúa para llegar a las conclusiones necesarias requeridas.

La gestión por procesos es una manera de gestionar que tiene por objetivo el análisis periódico de la forma en que se realizan las actividades y procesos en una organización, en la búsqueda de un mejoramiento u optimización continua de los resultados que se obtienen como producto de dicha gestión. Todo ello sin perder de vista que ese producto o resultado tiene como objetivo central el de satisfacer las expectativas y necesidades de un usuario.

Recuperado a las 8:10 pm el 8 de octubre del 2016 en <http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Series/GES03-A/5062>

### **2.1.3 Medición del Desempeño de una Empresa**

Según Humberto Gutiérrez y Román de la Vara en su libro control estadístico de la calidad y seis sigma publicado en el 2013, un aspecto fundamental en una organización es decidir qué y cómo va a medirse su salud y desempeño, ya que la elección de lo que un negocio o un área mide y analiza comunica valor, encauza el pensamiento de los empleados y fija las prioridades.

O, en palabras de H. J. Harrington, citado por Humberto Gutiérrez y Román de la Vara en su libro Control estadístico de la calidad y seis sigma, publicado en el 2013 "...la peculiaridad que distingue a los seres humanos de los otros seres vivos es su capacidad de observar, medir, analizar y utilizar la información para generar cambios" (Harrington, 2003).

(Gutiérrez y Román, 2013, p.8). Una tarea esencial del líder y de su equipo es establecer el sistema de medición del desempeño de la organización, de modo que se tenga claro cuáles son los signos vitales de la salud de la organización y los procesos. De esta manera, será posible encauzar el pensamiento y la acción (mejora) a lo largo del ciclo de negocio en los diferentes procesos.

En este sentido, hoy se sabe que los reportes de los resultados financieros no son suficientes para medir la salud actual y futura de la organización.

El autor hace referencia sobre las estadísticas de desempeño que debe tener la empresa con respecto a los negocios, explica que la compañía debe dar a conocer todos los parámetros de la situación financiera de la empresa como los datos estadísticos, según la competencia, esto involucra al empleado y lo compromete más, para mejorar los resultados, el involucrar al empleado ayudará hacer sentir más compromiso por ambas partes.

Explica que en una empresa debe medirse todo, lo que no se mide no se controla, como va a hablarse de desperdicio, sino hay datos que lo respalden, como se mide las ganancias, sino hay métricas que indican como está el negocio, para esto existen las estadísticas.

### 2.1.4 Metodología DMAIC Six Sigma<sup>5</sup>

La metodología DMAIC es la que se utiliza para llevar a cabo los proyectos Six Sigma de optimización de procesos. En cada una de estas fases, se utilizan unas herramientas de calidad y técnicas estadísticas para avanzar en el proyecto basando las acciones en hechos y datos correctamente muestreados, medidos, analizados.



Ilustración 1 Proceso de metodología DMAIC.

FUENTE: 6 Sigma, Lean y Kaizen (s.f). Recuperado a las 3:28 p.m. el 10 de octubre del 2016 en <http://www.caletec.com/blog/6sigma/metodologia-dmaic-six-sigma/>

Esta metodología consta de cinco fases:

- D – Definir (Define)
- M – Medir (Measure)
- A – Analizar (Analyse)
- I – Mejorar (Improve)
- C – Controlar (Control)

<sup>5</sup> **SEIS SIGMA** o *Six Sigma* por sus siglas en inglés, es una metodología de *mejora de procesos*, centrada en la reducción de la variabilidad de estos.

Recuperado a las 3:28 p.m. el 10 de octubre del 2016 en <http://www.caletec.com/blog/6sigma/metodologia-dmaic-six-sigma/>

Según Humberto Gutiérrez y Román de la Vara en su libro Control de estadístico de la calidad y seis sigma, publicado en el 2013.

- Definir: En esta primera etapa se clarifican el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto. (Gutiérrez y Román, 2013, p.432).
- Medir: En esta etapa se entiende con mayor detalle el proceso, se valida el sistema de medición de las métricas involucradas y se establece la línea base. (Gutiérrez y Román, 2013, p.432).
- Analizar: En el caso del proyecto que nos ocupa, partiendo de los estudios de la fase anterior, las causas potenciales se generaron mediante lluvia de ideas y se organizaron en el diagrama causa-efecto. (Gutiérrez y Román, 2013, p.437)
- Mejorar: asegurarse de corregir o reducir el problema. En el caso del proyecto de los descansabrazos, es necesario encontrar las condiciones apropiadas de operación del proceso. (Gutiérrez y Román, 2013, p.440).
- Controlar: En esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas Las acciones de control se dan en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo. (Gutiérrez y Román, 2013, p.443).

## 2.1.5 Diagrama de Flujo

Según Osvaldo Cairó en su libro *Fundamentos de la programación*, publicado en el 2006. El diagrama de flujo representa la esquematización gráfica de un algoritmo.

En realidad muestra gráficamente los pasos o procesos por seguir para alcanzar la solución de un problema. La construcción correcta del mismo es muy importante, ya que a partir de este, se escribe el programa en un lenguaje de programación determinado. El diagrama de flujo representa la solución del problema.

A continuación se presentan los símbolos que se utilizarán junto con una explicación de estos. Estos satisfacen las recomendaciones de la International Organization for Standardization (ISO).



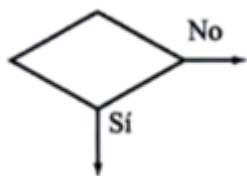
Se utiliza para marcar el inicio y el fin del diagrama de flujo.



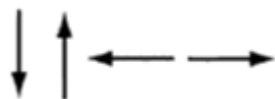
Se utiliza para introducir los datos de entrada. Expresa lectura.



Representa procesos.



Se utiliza para representar una decisión.



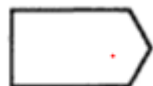
Expresan la dirección del flujo del diagrama.



Expresa conexión dentro de una misma página.



Conexión entre páginas diferentes.



Se utiliza para expresar un módulo de un problema, que hay para resolver antes de continuar con el flujo normal del diagrama. (Cairó, 2006, p.5).

### 2.1.6 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales). Las ventajas del Diagrama de Pareto puede resumirse en:

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando, por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas
- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora

## Elaboración del Diagrama de Pareto

Los pasos por seguir para la elaboración de un diagrama de Pareto son

**1. Seleccionar los datos** que van a analizarse, así como el periodo al que se refieren dichos datos

**2. Agrupar los datos** por categorías, de acuerdo con un criterio determinado

**3. Tabular los datos**

Comenzando por la categoría que contenga más elementos y, siguiendo en orden descendente.

- Frecuencia absoluta
- Frecuencia absoluta acumulada
- Frecuencia relativa unitaria
- Frecuencia relativa acumulada

Ilustración de tabla de categorías

Nº	CATEGORÍA	Frecuencia absoluta	Frecuencia Absoluta acumulada	Frecuencia relativa unitaria %	Frecuencia relativa acumulada
1	Reponer papel	56	56	30,60	30,60
2	Requiere limpieza	35	91	19,13	49,73
3	Falta tóner	25	116	13,66	63,39
4	Papel atascado	23	139	12,57	75,96
5	Máquina averiada	19	158	10,38	86,34
6	Reponer tóner	16	174	8,74	95,08
7	Apoyo técnico	9	183	4,92	100,00

Ilustración 2 Tabla de Ejemplo de Frecuencias para el pareto

Fuente: Elaborado por la página de internet de Aiteco Consultores-  
diagrama de pareto

Recuperado a las 6:23 p.m. el 12 de marzo de 2017 en  
<https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

#### 4. Dibujar el Diagrama de Pareto

5. Representar el gráfico de barras correspondiente que, en el eje horizontal, aparecerá también en orden descendente.

6. Delinear la curva acumulativa: Se dibuja un punto que represente el total de cada categoría. Tras la conexión de estos puntos se formará una línea poligonal.

7. Identificar el diagrama, etiquetándolo con datos como: título, fecha de realización, periodo estudiado.

#### 8. Analizar el Diagrama de Pareto

Ejemplo:

#### Ilustración Ejemplo Pareto

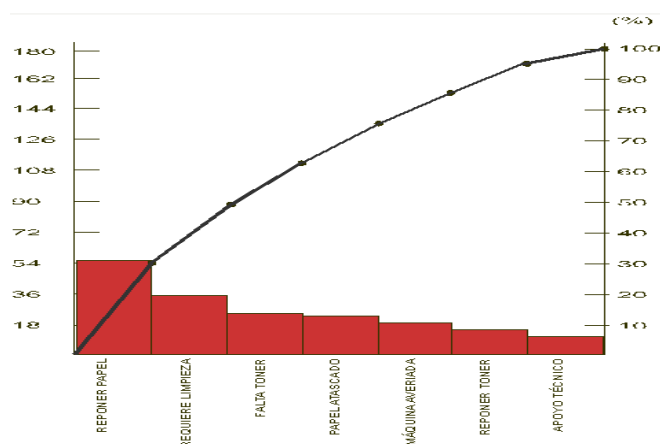


Ilustración 3 Ejemplo Pareto

Fuente: Elaborado por la página de internet de Aiteco Consultores-  
diagrama de pareto

Recuperado a las 6:23 p.m. el 12 de marzo del 2017 en  
<https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

### 2.1.7 Estudio de Tiempos

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola, según una norma de ejecución preestablecida.

El ciclo de tiempo del trabajo puede aumentar a causa de un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o por tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores. El Estudio de Métodos es la técnica por excelencia para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos. La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado.

Una función adicional de la medición del trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por lo tanto, es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo, en las fases de definición e implantación.

Así como en el estudio de métodos, en la medición del trabajo es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones humanas que permitan realizar el estudio de la mejor manera, dado que, lamentablemente, la medición del trabajo, particularmente el estudio de tiempos, adquirieron mala fama hace años, más aún en los círculos sindicales, dado que estas técnicas al principio se aplicaron con el objetivo de reducir el tiempo improductivo imputable al trabajador, y casi que pasando por alto cualquier falencia imputable a la dirección.

Recuperado a las 6:23 p.m. el 12 de febrero del 2017 en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

### 2.1.8 Tamaño de la Muestra

Según George Kanawaty en su libro *Introducción al Estudio del Trabajo* publicado en 1996. Mucho de lo expuesto en el capítulo 19 sobre el muestreo, los niveles de confianza y las tablas de números aleatorios se aplica aquí igualmente. En el presente caso; sin embargo, no se trata de establecer una proporción, sino de calcular el valor del promedio representativo para cada elemento. Así, pues, el problema consiste en determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminados. También, en este caso, puede utilizarse un método estadístico o un método tradicional.

Con el método estadístico, hay que efectuar cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ) y luego aplicar la fórmula siguiente 4 para un nivel de confianza de 95,45 por ciento y un margen de error de  $\pm 5$  por ciento:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$n$  = tamaño de la muestra que deseamos determinar;

$n'$  = número de observaciones del estudio preliminar ;

$S$  = suma de los valores;

$x$  = valor de las observaciones.

Para aclarar lo que precede, véase un ejemplo práctico. Supongamos que para un elemento dado se efectúan cinco observaciones y que los valores de los respectivos tiempos transcurridos, expresados en centésimas de minuto, son 7, 6, 7, 7, 6.

Pasemos a calcular ahora los cuadrados y la suma de los cuadrados de dichos números:

X	X <sup>2</sup>
7	49
6	36
7	49
7	49
6	36
Sx = 33	Ex <sup>2</sup> = 219

n' = 5 observaciones.

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior se obtiene el valor de n:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{5 \times (219) - (33)^2}}{33} \right)^2 = 8,81, \text{ o sea } 9 \text{ observaciones.}$$

Dado que el número de observaciones preliminares n' es inferior al requerido de 9, debe aumentarse el tamaño de la muestra. Sin embargo, no basta decir que se necesitan cuatro observaciones más. Si se suman los valores de esas cuatro observaciones suplementarias, los valores de x y X<sup>2</sup> cambiarán y, tal vez, alterarán el valor de n.

Por consiguiente, puede ocurrir que la muestra siga siendo pequeña y deban hacerse otras observaciones, o bien, que la muestra sea de hecho suficiente o más que suficiente. Si se eligen un nivel de confianza y un margen de exactitudes diferentes, la fórmula también cambiará. Normalmente, sin embargo, se selecciona un nivel de confianza de 95 o de 95,45 por ciento.

El método estadístico para determinar el tamaño de la muestra es fidedigno en la medida en que los supuestos establecidos son también fidedignos, es decir, que las variaciones constatadas en las observaciones son puramente aleatorias, y no son causadas intencionalmente por el trabajador.

En la práctica, el método estadístico puede resultar difícil de aplicar, ya que un ciclo de trabajo se compone de varios elementos.

Como el tamaño de la muestra variará, según las observaciones para cada elemento, es posible que se llegue a diferentes tamaños de muestra para cada elemento de un mismo ciclo, a menos, claro está, que los elementos tengan más o menos el mismo promedio. Como resultado, en el caso del cronometraje acumulativo, el tamaño de la muestra quizá deba calcularse, tomando como base el elemento que requiera la muestra de mayor tamaño.

También, es importante que las observaciones se hagan durante cierto número de ciclos, para tener la seguridad de que podrán observarse varias veces los elementos casuales: eliminación de cajas de piezas acabadas, limpieza periódica de las máquinas, afiladura de las herramientas. (Kanawaty, 1996, p. 300).

### **2.1.9 Suplementos u Holguras**

Según Benjamin W. Niebel y Andris Freivalds en su libro *Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo*, publicado en 2009. Las lecturas con cronómetro de un estudio de tiempos se toman a lo largo de un periodo relativamente corto. Por lo tanto, el tiempo normal no incluye las demoras inevitables, que quizá ni siquiera fueron observadas, así como algunos otros tiempos perdidos legítimos. En consecuencia, los analistas deben hacer algunos ajustes para compensar dichas pérdidas. La aplicación de estos ajustes u holguras. Puede ser mucho más amplia en algunas compañías que en otras.

Los suplementos u holguras se aplican a tres partes del estudio: 1) Al tiempo de ciclo total. 2) solo al tiempo de máquina y 3) solo al tiempo de esfuerzo manual. Las holguras aplicables al tiempo de ciclo total se expresan como porcentaje del tiempo de ciclo y compensan demoras como necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina. Las holguras de tiempo de máquina incluyen el tiempo para mantenimiento de las herramientas y la varianza en la energía, mientras que las demoras representativas cubiertas por las holguras de esfuerzo son fatiga y ciertas demoras inevitables.

Con frecuencia, se usan dos métodos para desarrollar los datos de holgura estándar. Uno es la observación directa, que requiere que los observadores estudien dos, o, quizá, tres operaciones durante un tiempo largo. Los observadores registran la duración y razón de cada intervalo ocioso. Después de establecer una muestra razonablemente representativa, los observadores, resumen sus resultados para determinar el porcentaje de holgura de cada característica aplicable. Los datos que se obtienen, de esta manera, igual que los de cualquier estudio de tiempos, deben ajustarse al desempeño estándar.

Dado los observadores deben pasar un largo tiempo observando una o más operaciones, este método es excepcionalmente tedioso, no solo para los analistas sino también para los operarios. Otra desventaja es la tendencia a tomar muestras demasiado pequeñas, lo que puede producir resultados sesgados. (Niebel, Freivalds, 2009, p. 388).

### **2.1.10 Adición de los Suplementos (Tiempo Concedido por Elemento).**

En este paso, al tiempo básico o normal se le suman las tolerancias por suplementos concedidos, obteniéndose el tiempo concedido por cada elemento. Se procederá así para cada elemento ( $T_t$  = Tiempo concedido elemental):

$$T_t = T_n \times (1 + \text{Suplementos})$$

Por ejemplo si asumimos que al elemento corresponden unos suplementos del 13%, tendremos que (para un tiempo normal de 0.328):

$$T_t = 0.328 \times (1 + 0.13) \cong 0.371$$

FUENTE: 6 Sigma, Lean y Kaizen (s.f). Recuperado a las 2:22 pm el 15 de febrero de 2017 en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/cálculo-del-tiempo-estándar-o-tipo/>

## Tabla de suplementos

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES		Hombres	Mujeres				
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>		5	7				
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>		4	4				
2. SUPLEMENTOS VARIABLES		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres		
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>		2	4	4	45		
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>				2	100		
	Ligeramente incómoda	0	1	<b>F. Concentración intensa</b>			
	incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión			
	Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos			
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b>				Trabajos de gran precisión o muy fatigosos			
	(Levantar, tirar, empujar)			<b>G. Ruido</b>			
	Peso levantado [kg]			Continuo			
	2,5	0	1	Intermitente y fuerte			
	5	1	2	Intermitente y muy fuerte			
	10	3	4	Estridente y fuerte			
	25	9	20	<b>H. Tensión mental</b>			
	35,5	22	máx	Proceso bastante complejo			
<b>D. Mala iluminación</b>				Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos			
	Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Muy complejo			
	Bastante por debajo	2	2	<b>I. Monotonía</b>			
	Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono			
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>				Trabajo bastante monótono			
	Índice de enfriamiento Kata			Trabajo muy monótono			
	16	0		<b>J. Tedio</b>			
	8	10		Trabajo algo aburrido			
				Trabajo bastante aburrido			
				Trabajo muy aburrido			

**Ilustración 4 Tabla de suplementos del proceso de toma de muestras.**

FUENTE: Organización Internacional del trabajo (s.f). Recuperado a las 2:14 pm el 04 de marzo de 2017 en [https://es.slideshare.net/ing\\_de\\_metodos/03-clsuplementos-por-descanso040325](https://es.slideshare.net/ing_de_metodos/03-clsuplementos-por-descanso040325)

### **2.1.11 La Productividad**

Según Humberto Gutiérrez Pulido en su libro *Calidad total y productividad* publicado en el 2010. La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o en un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.

En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado u horas máquina. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Es usual ver la productividad en dos componentes: eficiencia y eficacia.

La primera es simplemente el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas. (Pulido, 2010, p.21).

El texto señala el uso correcto de la implementación de la productividad en las empresas, de servicios como las empresas de manufactura, en ambas puede emplearse de manera eficiente; explica que la optimización de los recursos, aumentaría los resultados, según las necesidades de cada compañía, sin afectar la calidad del producto o servicio en el cual se practique.

### **2.1.12 Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing es "...una filosofía /sistema de gestión sobre cómo operar un negocio". Enfocando esta filosofía/sistema de herramientas en la eliminación de todos los desperdicios, permitiendo reducir el tiempo entre el pedido del cliente y el envío del producto, mejorando la calidad y reduciendo los costos.

## Los Principios Fundamentales del Lean Manufacturing

**1) Calidad perfecta a la primera:** Búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.

**2) Minimización del desperdicio:** Eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido y/o optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).

**3) Mejora continua:** Reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.

**4) Procesos “Pull”:** Los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.

**5) Flexibilidad:** Producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.

**6) Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores:** Tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costos y la información.

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

## **3.1 Metodología del Proyecto**

### **3.1.1 Finalidad del Proyecto**

En este proyecto se trabaja bajo una metodología adecuada, para lograr la reducción del lead time en el proceso de exportación, para obtener la entrega de mayor capacidad de tarimas vía marítimo en el centro de distribución de Boston Scientific Coyol, la finalidad en la que puede clasificarse el proyecto es, mixta.

El proyecto se clasifica con conocimiento teórico, porque se analizan métricas relacionadas al problema, se tienen estadísticas de los últimos meses con respecto a las pérdidas económicas, y al faltante de producto terminado en los centros de distribución. Con respecto a las anteriores características se trabaja también la finalidad de aplicada, ya que va a analizarse un proceso de mejora continua para llevar a la práctica los estudios del proyecto e implementar o disminuir procesos para tiempos de entrega del producto final.

### **3.1.2 Alcance Temporal del Proyecto**

El alcance temporal del trabajo es transversal, va a realizarse en un determinado tiempo, mediante estadísticas que se han generado en meses atrás, donde se llegará a la conclusión, de cuáles son las mejoras más significativas, según lo refleje los estudios realizados durante el proyecto. Se determinará el tiempo de implementación para poder ver los objetivos logrados.

### 3.1.3 Clasificación del Marco de Proyecto

En el marco de la clasificación del proyecto en, mega, macro, micro, se trabajará como: micro

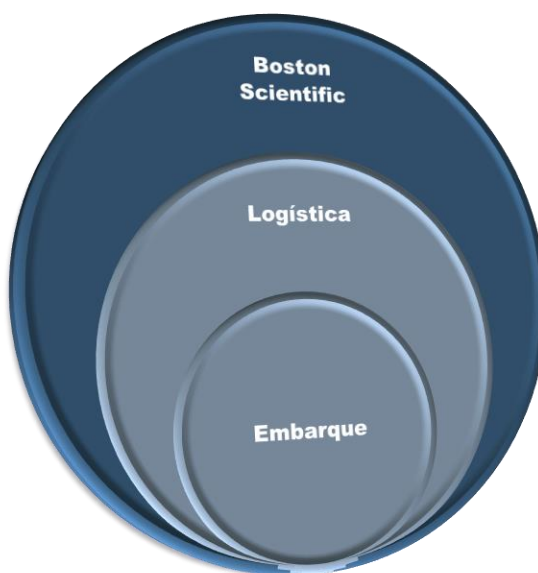


Ilustración 5 Clasificación Mega, Macro y Micro

Elaboración propia.

En la ilustración número 5 se representa la forma como está la compañía, indica que la empresa Boston Scientific Coyol, es donde se desarrolla el proceso de manufactura de los dispositivos médicos, está dividido en varios departamentos y áreas según su necesidad. En este caso, se enfoca en el Departamento de logística, que es el encargado del tránsito de materia prima para la producción de los dispositivos, empaque, y todo lo referente a compras para la empresa.

También abarca el proceso de salida del producto, que es cuando nos enfocamos en el marco micro de la empresa, que se refiere al área de embarque, donde llega todo el producto final, y es el encargado del despacho hacia los esterilizadores y centros de distribución. Se trabajará únicamente esta área, porque es la responsable de la llegada del producto final hasta el cliente.

### **3.1.4 La Condición en que se hará el Proyecto**

La condición del proyecto es de campo, porque los estudios de tiempos que deben desarrollarse en el área de embarque, como diferenciar las tareas que están consumiendo tiempos innecesarios, dicho estudio debe trabajarse en conjunto con los responsables de las tareas, que, en este caso, son los encargados de bodega. También, debe desarrollar pruebas para identificar la optimización de las tareas del proceso de exportación y el mejoramiento de exportación de producto final en menor tiempo.

### **3.1.5 Carácter del Proyecto**

#### – Exploratorio

El carácter del proyecto se hace de manera exploratorio. En el transcurso de los años las tareas de exportación en el área de embarque no han sido modificadas por términos de procedimientos corporativos; por motivos de las transferencias que se han realizado en la compañía, existen nuevas tareas que llegan a balancear los procesos que sigue el producto para la mejora de tiempos; es la primera vez que se hace el análisis en el área de embarque para identificar si los procesos están agregando más tiempo para la entrega final del producto.

#### – Casual

En esta investigación se usa el carácter casual, ya que existe un problema en los tiempos de entrega del producto final a los centros de distribución, y se necesita determinar la causa; para buscar soluciones que ayuden a minimizar el impacto, que genera el problema y mejorar la entrega del producto a los clientes finales.

– Descriptivo/ Analítico

Es descriptivo ya que se detalla los procesos de exportación, para así evaluar la importancia de cada uno de ellos, esto lleva hacer consecuentemente de carácter analítico, porque se analiza cuáles son los procesos importantes para el producto y se determina las tareas que se pueden mejorar y los ahorros en tiempos y costos que esto generaría.

### **3.1.6 Naturaleza del Proyecto**

– Cuantitativa

El proyecto es de naturaleza cuantitativa, donde se usa la recolección de datos para analizar, costos y porcentajes que genera el problema de no tener el producto a tiempo en los centros de distribución.

Según los autores Barry Render, Ralph M. Stair y Michael E. Hanna en su libro nombrado *Métodos cuantitativos para los negocios*: “El análisis cuantitativo es el enfoque científico de la toma de decisiones administrativa. El capricho, las emociones y la adivinación no forman parte del enfoque del análisis cuantitativo.

Este enfoque comienza con datos. Al igual que con la materia prima para una fábrica, los datos se manipulan o se procesan para convertirlos en información para quienes toman decisiones.

Este proceso y manipulación de los datos convertidos en información significativa son la esencia del análisis cuantitativo”. (Render B, Stair R, y Hanna M, 2012, p.30).

## 3.2 Sujetos y Fuentes de Información de Proyecto

### – Sujetos

El proyecto se realizará en el área de embarque de la empresa Boston Scientific Coyal. Los sujetos que se elegirán para el análisis de las tareas son los encargados de bodega, los cuales tienen la realización de las tareas diarias del proceso de exportación, son los expertos en la materia, saben cuáles son los procesos que demandan más tiempo. En el área de embarque trabajan cinco personas, y un dato confiable es que dos personas, tienen más de 10 años en la compañía, por lo tanto, saben el proceso de implementación de todos los procedimientos a través de los años, y el crecimiento de la empresa; también identifican las tareas que ya están obsoletos y con oportunidad de mejora.

### – Fuentes de información

La información utilizada para la realización del proyecto es de fuente primaria, es la primera vez que se hace la recolección de datos y tiempos. También se tomarán fuentes secundarias como son: el historial de métricas, que ya existen en el departamento para el análisis del proyecto.

Se trabaja con información como, fuentes mayores; las cuales tienen vigencia a largo plazo, en este caso son los procedimientos a consultar para el proceso de exportación, estos procedimientos son únicamente para uso de los procesos de la compañía y se manejan de manera confidencial. Los procedimientos están en cambio, pero dependiendo la necesidad del negocio.

### 3.3 Técnica e Instrumentos para Recolectar Información del Proyecto

Se utilizará la teoría de DMAIC para la elaboración de cada uno de los objetivos del proyecto, a su vez, se tomarán cuenta fuentes primarias por ser la primera vez que se hace recolección de dato y tiempos del proceso. El primer objetivo del proyecto que consiste en la medición de tiempos y movimientos de las tareas de exportación, se trabajará de la siguiente manera:

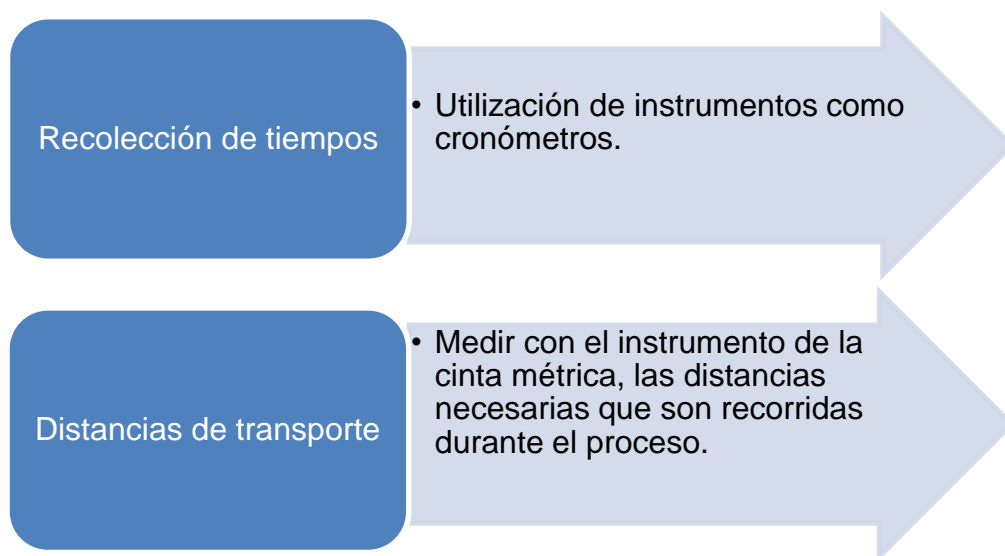
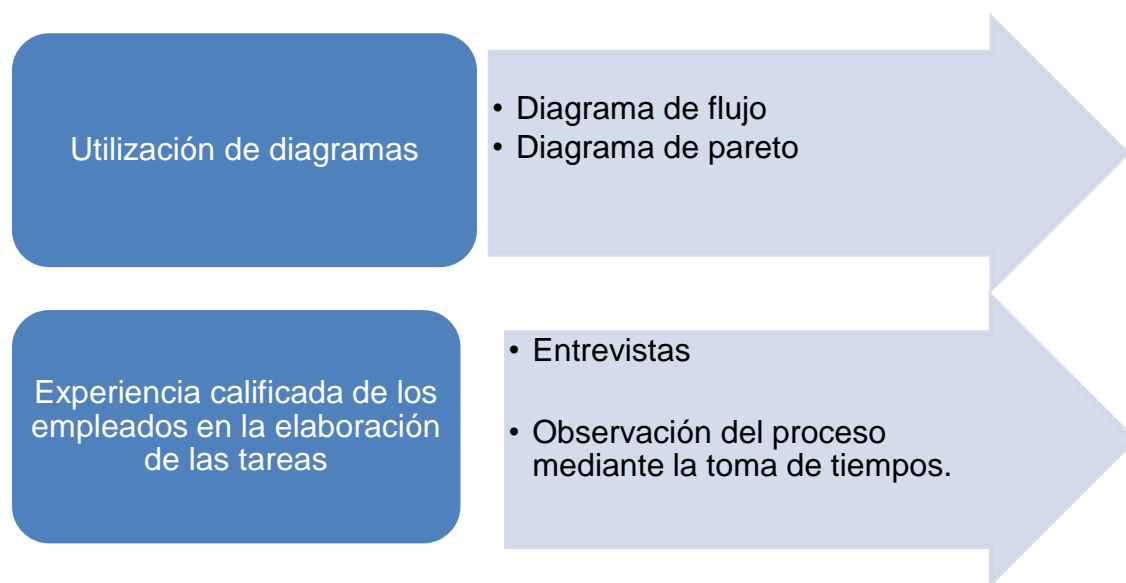


Ilustración 6 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el primero objetivo

Elaboración propia.

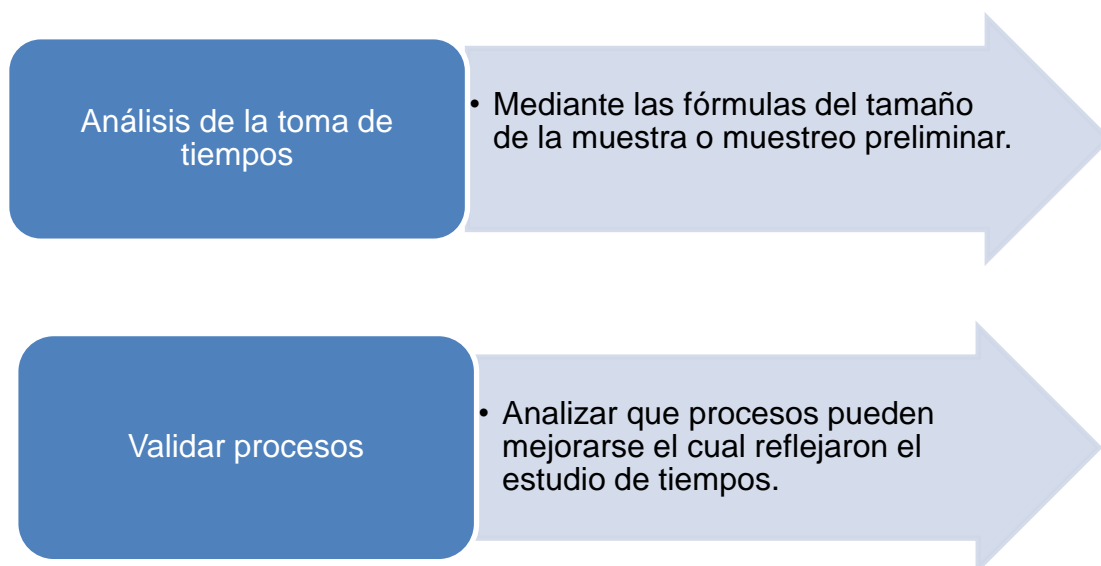
En el segundo objetivo deben analizarse el proceso de las tareas que impactan con mayor tiempo durante el proceso.



***Ilustración 7 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el segundo objetivo***

Elaboración propia.

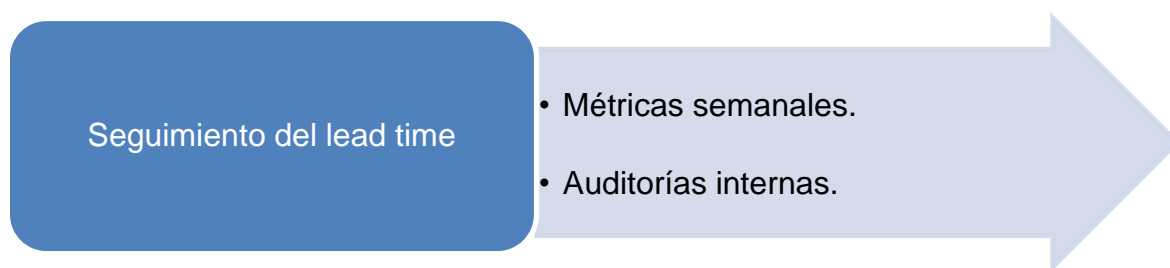
Mejorar y eliminar las tareas de alto impacto en el flujo de exportación es el objetivo número tres del proyecto, el cual se trabajará mediante los siguientes recursos:



***Ilustración 8 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el tercer objetivo***

Elaboración propia.

El último objetivo se refiere a controlar el lead time propuesto para tener resultados eficientes y a largo plazo.



***Ilustración 9 Técnicas e instrumentos de recolección de información para el cuarto objetivo***

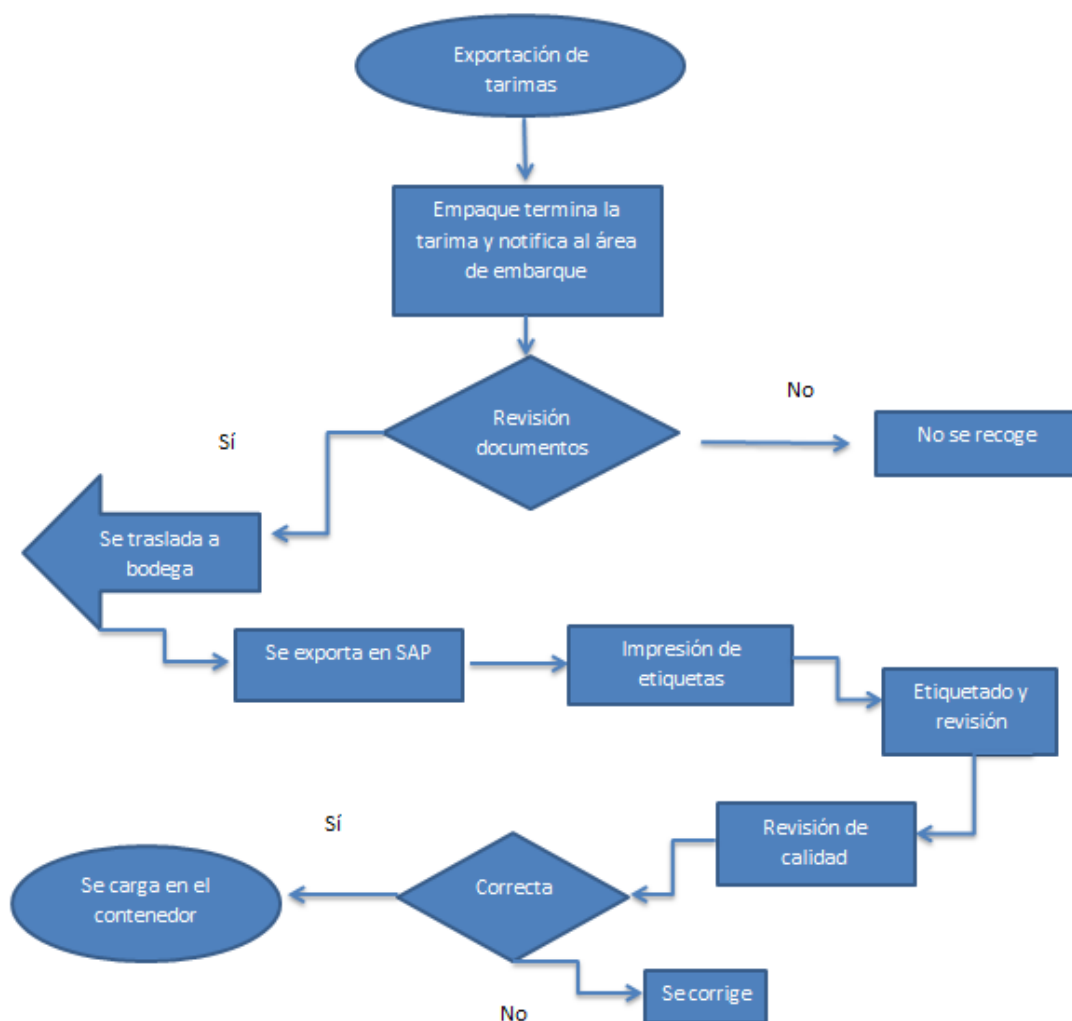
Elaboración propia.

**CAPÍTULO IV**  
**LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

## 4.1 Descripción de la Situación Actual

En el siguiente capítulo se describirá y analizará detalladamente cada una de las tareas que se deben realizar para lograr el proceso de exportación de producto final hacia los centros de distribución para que seguidamente llegue al cliente final.

## 4.2 Diagrama y Descripción General del Proceso de Exportación.



**Diagrama de flujo 1: Proceso general de exportación de tarimas de producto terminado.**

Elaboración propia.

1. El departamento de empaque es el encargado de configurar las cajas en cada una de las tarimas según corresponda, luego de colocarle la documentación (hoja de entrega a bodega), se procede a llamar al el área de embarque y se indica que la tarima ya está lista para recoger.

2. Luego que el área de embarque responde, se procede a transportar la carretilla hidráulica hacia el área de empaque, se llega y se revisa la documentación que debe traer la tarima (hoja de entrega a bodega) debe traer la información obligatoria como: número de material y lote, cantidad de unidades y cajas e indicar el empaque el que pertenece, si todo está bien se procede a transportar la tarima hacia el área bodega, la distancia es de 175 metros, se procede al almacenaje temporal, mientras se exporta la tarima en sistema.

3. Mientras la tarima es almacena, debe de ser revisada por el área de calidad para evitar que presente algún problema de calidad, luego se procede a la exportación en sistema según los procedimientos de la empresa.

4. Cuando la tarima es exportada en sistema SAP, emite un documento llamado lista de empaque (“Packing list”), el cual es el utilizado en la impresión de etiquetas en conjunto con la hoja de entrega bodega, la cual viene con la tarima, las etiquetas se imprimen por:

- Número de material y lote.
- Cantidad de unidades.
- Fecha de vencimiento.
- Número de empaque o (“Packing list”).
- Centro de distribución.

Las etiquetas deben de venir con toda esa información, para que esté correctamente impresa.

5. Las etiquetas deben de revisarse correctamente, deben de contenedor toda la información importante que anteriormente se mencionó, luego se firma un documento controlado por la empresa, el cual indica la cantidad de etiquetas impresas contra la cantidad de etiquetas que se pegan en la tarima, esto para evitar duplicidad de etiquetas y documentar los errores que se presenten.

6. Luego de que las etiquetas están pegadas en la tarima se debe hacer un tipo de documentación el cual indica, los tipos de esterilización y todas las especificaciones del producto, esto debe de ser revisado por una persona del área de embarque, para pasarle los documentos al personal de calidad y que ellos verifiquen.

7. El departamento de calidad debe hacer la segunda revisión de la documentación para validar que todo está debidamente correcto, etiquetas correctas, tarimas sin daños físicos y que el producto es apto para exportación, se procede con la exportación.

Se procede con el acomodo de las tarimas en los contenedores, para poder llenarlos a la mayor capacidad y así proceder con el envío del contenedor hacia el puerto de exportación del barco.

### **4.3 Proceso General de Exportación**

Los back orders que se presentan en el centro de distribución deben de ser evitables en la medida de lo posible, ya que los costos de este tipo de incidentes son pérdidas económicas que la empresa debe evitar, las mismas oscilan entre los \$50 y \$80 por unidad, el principal problema que esto conlleva es el incremento de la cantidad de tarimas que se exportan vía aérea, es claro que la compañía prefiere asumir costos aéreos que pérdidas de dinero por faltante de producto en el centro de distribución para un cliente.

El objetivo principal es tener un 97% de órdenes entregadas contra el pedido del cliente, se tiene como referencia, los primeros meses del 2016 donde la métrica de nivel de servicio si se ha cumplido, con tres semanas que si han existido números rojos, los cuales ponen en riesgo un mes casi completo la entrega del producto al cliente, el cual implica pérdidas de alrededor de 300 mil dólares mensuales. Se refleja los back orders de la compañía el cual la meta es de 0,46%, más de esto implica que ya existen pedidos que no se han podido entregar por faltante de inventario, se observa que alrededor de 12 semanas ha existido este tipo de problemas.

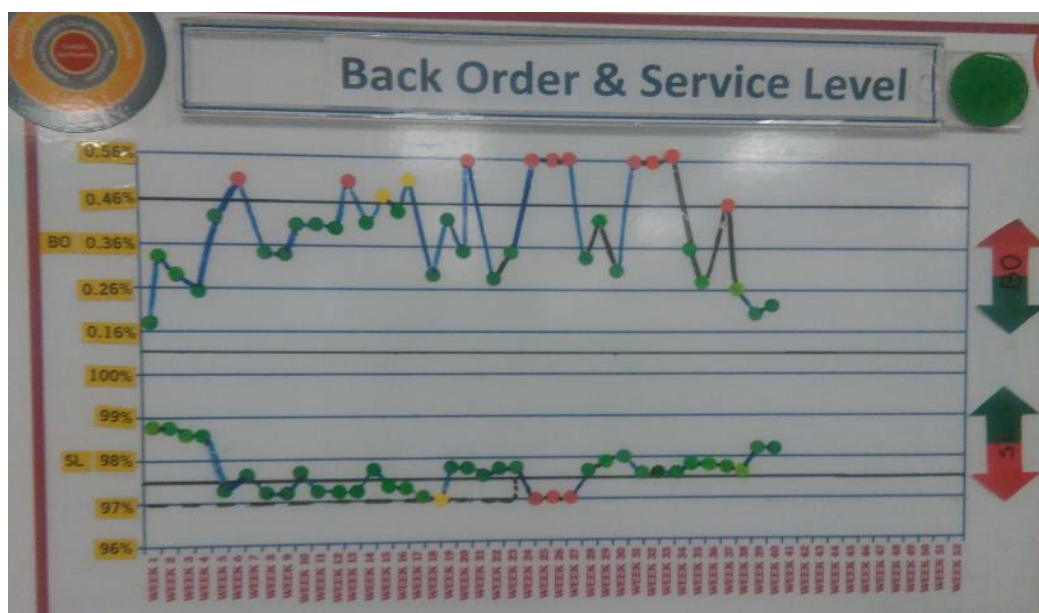
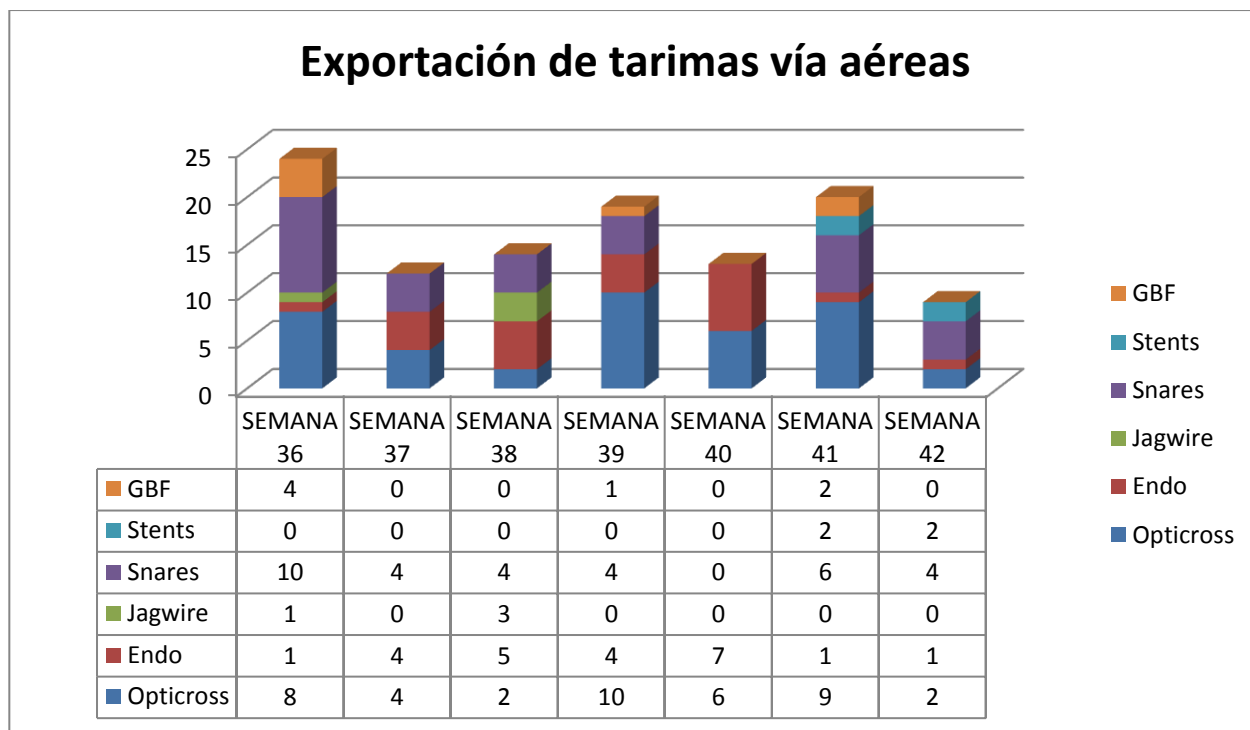


Gráfico 1 Gráfico de cortos de inventario en el centro de distribución

Foto tomada de la pizarra de métricas del departamento de logística en Boston Scientific Coyal

El gráfico número 1 representa el comportamiento durante el año 2016, donde ha sido constante la problemática pero incluso ha existido semanas las cuales se cumplen con las expectativas del cliente y la meta de la compañía.



**Gráfico 2: Gráfico de tarimas exportadas vía aéreas.**

Fuente: Elaboración propia

Gráfico tomado de las métricas semanales del departamento de logística, área de embarque de Boston Scientific.

El gráfico número 2 refleja claramente las 400 tarimas anuales no se cumplen, al contrario se exceden en números altos, si se toma como base el presupuesto de 400 tarimas por año, la empresa debe tener como máximo 7 tarimas por semana, pero el anterior gráfico refleja que se hacen un promedio de 16 tarimas por semana para llegar a finalizar el año con cierre de 832 tarimas anuales, con un aumento de más del 100% de lo permitido por corporación.

El proceso de mejora que debe implementarse para evitar la utilización de aéreas es la reducción del lead time del proceso de exportación, para aumentar la cantidad de tarimas que se exportan en contenedores vía marítima y, por consiguiente la reducción de aéreas y sus costos.

El principal medio de transporte para la empresa es en contenedores de 45 pies el cual se pueden transportar entre 18 a 21 tarimas.

Un factor importante que el departamento de embarque debe de tener en cuenta es la salida de los contenedores en los barcos o buques los fines de semana, para esto existen cortes documentales que consisten, en tener toda la información lista, con pesos, dimensiones y facturas para la salida del contenedor, estos cortes son los días jueves máximo a las 10am.




¿Que implica esto?

El departamento de logística debe adecuarse a los horarios de las navieras para que los contenedores puedan ser embarcados en el barco del fin de semana, solo hay una salida de la naviera, esto quiere decir que todos los contenedores de la semana salen en un mismo barco. Los días jueves antes de las 10 a.m., es el corte tanto documental y de recolección de los contenedores, para que los mismos puedan ser enviados en el barco del fin de semana, sino se cumple con los horarios los contenedores, deben esperar una semana para la salida del barco del siguiente fin de semana. En este caso, debe evaluarse la necesidad del producto y la importancia de la entrega a tiempo en el centro de distribución, que por tanto de si está en riesgo de back orders, debe ser enviado vía aérea, y con esto el aumento de las exportaciones aéreas.

Actualmente, el proceso de exportación inicia una vez que el producto está debidamente empacado, y termina cuando el contenedor es despachado físicamente hasta el puerto de salida, que en este caso sería hacia a Limón.

Dada la meta del lead time actual de 2,5 días, lo que se produce y empaca los días martes, miércoles y jueves en la mañana, se tiene que quedar en espera para exportar la próxima semana, ya que no logra cumplirse con el corte de la naviera, y por el lead time actual no se tiene el producto listo el jueves antes de las 10 de la mañana.

En la siguiente tabla va a detallarse de manera más ilustrativa como es el proceso de salida de contenedores y aéreos en la exportación de las tarimas.

Proceso de salidas de embarques aéreos y marítimos														Inicio de Back orders									
Tarimas		L	K	M	J	V	S	D	L	K	M	J	V	S	D	L	K	M	J	V	S	D	L
 Sale de producción																							
Marítimo																							
 Sale de producción																							
Aéreo																							
 Sale de producción																							
Propuesta																							

**Tabla 1: Salidas de embarques aéreos y marítimos.**

Elaboración propia

En la tabla número 1 indica el proceso de las salidas de los contenedores, explica que si una tarima sale el lunes estaría logrando ser exportada ese fin de semana vía marítima, y después de 15 días, se estarían entregando en el centro de distribución con un espacio de días para la llegada de los back orders.

Se determina que si la tarima sale de producción el día miércoles no se podrá exportar ese fin de semana vía marítima, debido a que el lead time actual es de 2.5 días, lo que quiere decir que, la tarima estaría lista para embarcar hasta el viernes a mediodía. Sin embargo, los embarques se hacen los jueves a medio día, por lo que la tarima que se sale los miércoles de empaque no lograría llegar a ser embarcada esa semana y tendría que esperar hasta la siguiente semana. Esto representa una semana de atraso, pues tiene que esperar desde el viernes hasta el jueves de la siguiente semana. Por ende se toma la decisión de enviar la tarima aérea, para lograr mitigar ese atraso, pues los aéreos duran una semana menos que la vía marítima (la vía marítima dura 2 semana, mientras que la vía aérea dura 1 semana) y estaría llegando entre 8 a 10 días después de la salida de la planta, es importante detallar, que la salida de los aéreos los fines de semana es limitado y se debe de trabajar bajo reservación previa de 24 horas, si esto no se hace el aéreo sale hasta el lunes. Cuando se pasan los 10 días de tránsito estaría llegando al centro de distribución, evitando back orders, pero con un costo de envío de \$950 dólares por una sola tarima.

En la disminución de un día del lead time se indica que si una tarima sale de producción el día martes, y con un periodo de proceso de exportación de 1 día, lograría embarcarse en el siguiente contenedor para la salida del fin de semana, y por tanto estaría llegando en el periodo de los 15 días y evitando entrar en la semana de los back orders, ahorrándose enviar aérea y logrando enviarla en un contenedor con 21 tarimas con un valor de \$6 000 dólares contra el valor de \$950 dólares vía aérea de una sola tarima.

El promedio de tarimas que se producen en los dos turnos es de 59 tarimas, y cada uno tiene aproximadamente 1 200 unidades, quiere decir que 70 800 unidades diarias no se estarían enviando en esa semana, que en total serían 141 600 por ambos días, el cual el impacto económico es de \$11 328 000 de unidades que se quedan sin movimiento de exportación por motivo de planificación de tiempo en las tareas.

Para la empresa el método de contingencia del envío aéreos es considerado un método de manera de emergencia para cumplir con el inventario en los centros de distribución, ya que los back orders significan pérdidas de hasta \$80 dólares por unidad y solo una tarima puede llevar hasta 1 200 unidades, representando en total un costo de \$96000, por tanto la utilización de aéreos que representan \$15 200 dólares semanales, enviando el promedio de aéreos de 16 tarimas, el costo anual sería de \$790 400 dólares, este costo puede disminuir con la reducción del lead time en el proceso de exportación.

Cuando queda producto terminado sin poder moverse al centro de distribución, se procede a enviar las tarimas aéreas con más índices de back orders y evitar un impacto al cliente, que, en este caso, son pacientes hospitalizados que necesitan el producto con la mayor brevedad posible. Basado en esto, la importancia de reducir el lead time en más de un 50% que se reflejaría en una reducción del tiempo de 2,5 días a 1 día, se estaría logrando enviar el producto que sale el martes y miércoles por la mañana vía marítima sin necesidad de utilizar los aéreos y sin comprometer los back orders de la semana.

Actualmente el promedio de utilización de aéreos semanalmente es de 16 tarimas, esto equivale a el contenido de casi un contenedor completo semanal, lo que implica que se estaría enviando aéreo en lugar de marítimo, por el lead time actual de más 2,5 días.

Si se logra la reducción de tiempo y eliminación de tareas que consumen un alto porcentaje del tiempo establecido para las tareas de exportación se obtendría la reducción de aéreos de una manera significativa, se estaría pasando de 16 tarimas aéreas a la semana que equivale a 3 tarimas por día, a únicamente a evaluar la producción del jueves en la tarde y viernes durante al día, que equivalen aproximadamente entre 3 a 5 tarimas aéreas semanales y con esto cumplir la meta de no sobre pasar los 400 tarimas aéreas anuales, que establece corporación en el presupuesto anual, se obtendría una reducción de enviar un promedio de 832 tarimas a enviar un 48% menos. En lo económico el envío de 16 tarimas por semana, representa al año un costo de \$790 400

#### **4.4 Tarimas de Exportación de Producto Terminado.**

La elaboración de la tarima empieza en el área de empaque la cual consiste en estibar las cajas corrugadas, una sobre otra, la conformación de las tarimas depende del tipo de producto el cual se está trabajando, ya que un lote puede estar empacada incluso tres tarimas, o varias lotes pueden ir empacados en una sola tarima, todo depende del material y de los procedimientos que ya la empresa tiene y deben seguirse.

El siguiente cuadro detalla las cantidades de cajas que vienen por tarima según el producto.

<b>Producto</b>	<b>Cajas por tarima</b>
GBF Box 20-5-80	32
GBF Box 40	40
ENDO	30
JAGWIRE	40
STENTS/ TOMES	8
SNARES BOX5/ 10/20	8
SNARES Box 40	36/24

Tabla 2: Cantidad de cajas en las tarimas según el producto empacado.

Elaboración propia

La medida que se utiliza en las tarimas de madera es de 40 x 48 pulgadas, algunos productos están conformados con hasta 40 cajas por tarima con una altura de 1.80 metros, como también se pueden confeccionar con solamente 8 cajas con una altura que no sobrepasa el 1,60 metros de altura.

Todo el producto terminado listo para exportación debe de ser enviado vía marítimo, esto para maximizar espacio en los contenedores y disminución de costos en el transporte. Un contenedor tiene capacidad de 18 a 21 tarimas, lo que implica es que el contenedor lleva la capacidad máxima de tarimas que puede transportar.

El envío de tarimas vía aérea debe hacerse de manera ocasional para mitigar los efectos del faltante de inventario en los centros de distribución, cabe mencionar que el proceso de enviar tarimas aéreas es más individualizado y esto provoca mayores costos de envíos.

La cantidad de tarimas que salen del área de empaque por día es considerablemente elevada, adjunto cuadro del conteo de las tarimas que salen de producción hacia el área de bodega, pendientes de exportación.

	Semana1	Semana2	Semana3	Semana4	Semana5	Semana6	Semana7	Semana8	Promedio por semana	Promedio por día
<u>Dreamwire</u>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Capio	0	3	1	1	0	0	5	2	2	0
<u>Expel</u>	1	2	4	1	0	1	3	1	2	0
<u>Filterwire</u>	0	1	1	3	2	1	1	1	2	0
GBF	106	100	206	335	114	118	102	110	149	25
GP	6	8	5	5	7	4	7	7	7	1
NVI	5	9	9	10	8	8	10	7	9	2
<u>HydraJag</u>	0	1	3	4	0	3	0	3	2	0
<u>Jagwire</u>	3	3	1	7	0	3	4	4	4	1
<u>Opticross</u>	20	15	14	128	22	19	166	30	52	9
<u>Pirahna</u>	2	0	1	2	2	0	0	0	1	0
Sensor	16	13	16	16	16	13	14	19	16	3
<u>Snares</u>	82	56	93	103	76	95	54	115	85	14
Tomes	11	7	10	11	8	10	9	9	10	2
<u>Magic Torque</u>	0	0	1	3	0	1	0	2	1	0
<u>Stents</u>	13	9	12	14	8	0	7	14	10	2
<u>Platinum Plus IC</u>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<b>Total</b>									354	<b>59</b>

**Tabla 3: Cantidad y promedio de tarimas que se recogen durante el día**

Elaboración propia

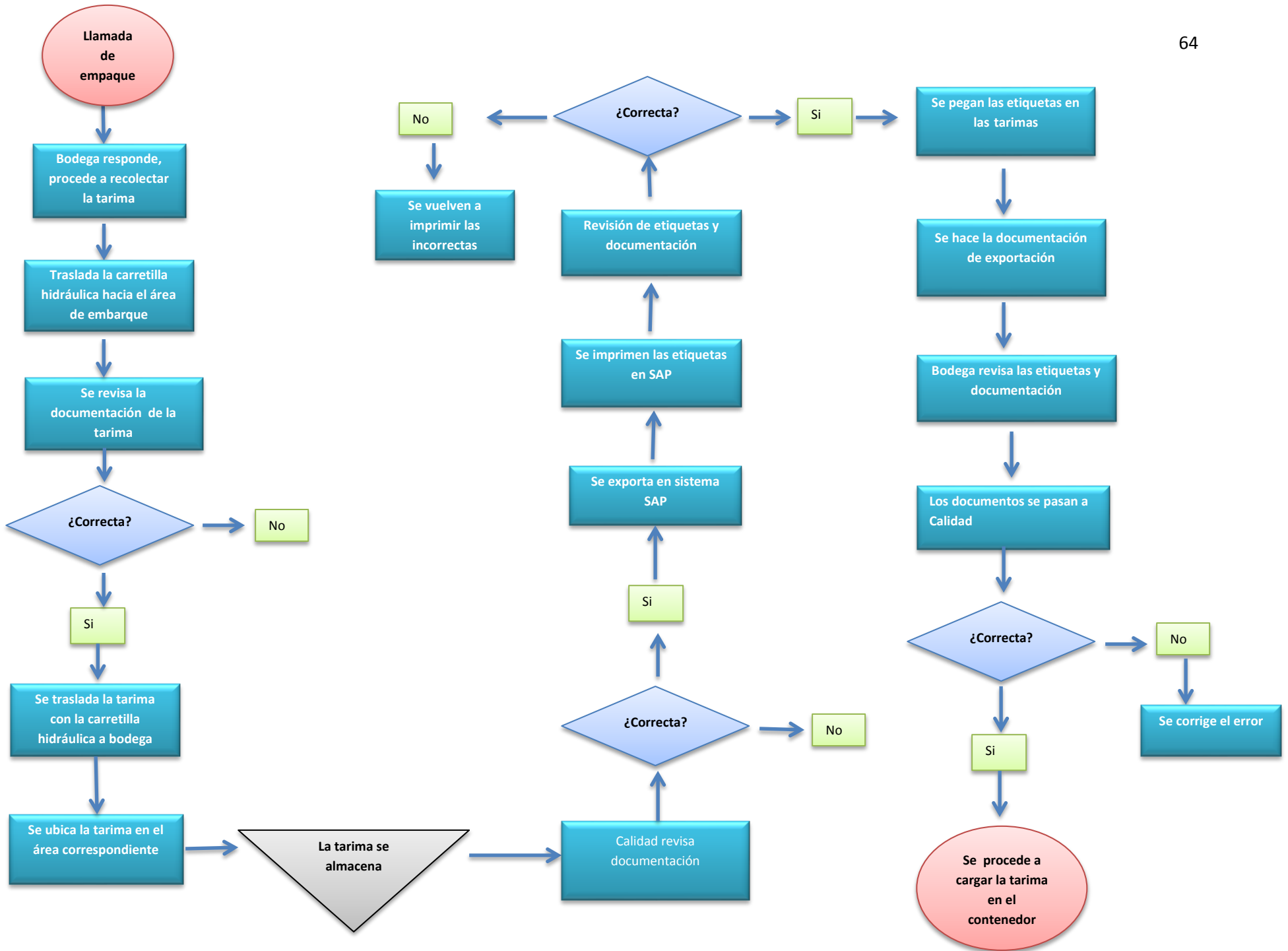
En la tabla número 3 se refleja, el promedio al día de las tarimas que ingresan a bodega es de 59 tarimas. Desde el momento que se llama, indicando que ya están listas para retirar del área de embarque, ya las tarimas empiezan a contabilizar el proceso de exportación, donde ya se tiene la responsabilidad de enviar la mayor cantidad en menor tiempo y menor costo.

De las 59 tarimas que producción realiza en el departamento de empaque, existen productos que representan un mayor movimiento de inventario, como también un mayor número de cajas por tarima, el cual esto implica, más cantidad de etiquetas que se deben de imprimir.

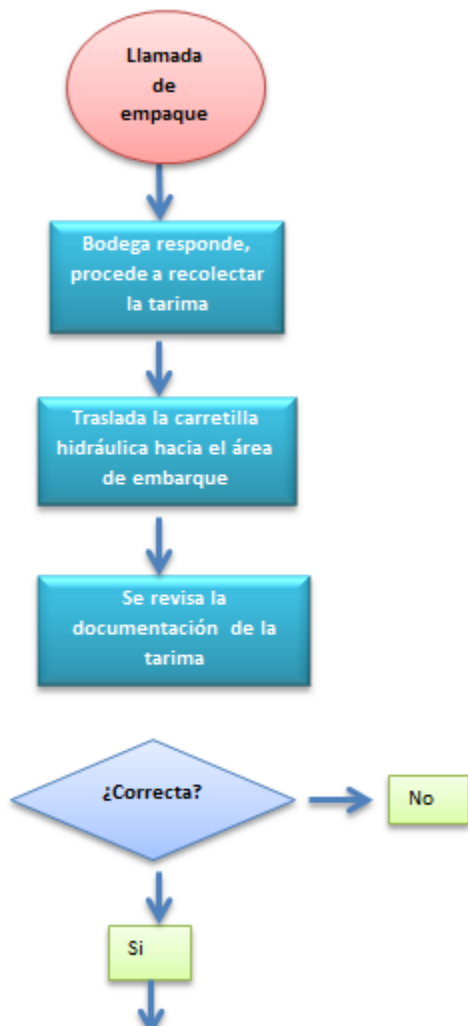
#### **4.5 Proceso Específico de cada una de las Tareas del Proceso de Exportación.**

En el diagrama de flujo número 1 del proceso general de exportación de tarimas se muestra de manera general las tareas que deben seguirse las tarimas, desde que salen de empaque hasta que es cargada en el contenedor. Cada una de estas operaciones conlleva una serie de actividades que realizar de manera más específica para lograr el objetivo principal que es la salida del contenedor hacia los centros de distribución.

El siguiente diagrama de flujo evaluará el proceso de manera más detallado y explicativo de cada una de las tareas del proceso de exportación.



## 4.6 Descripción del Proceso del Diagrama Detallado por Tareas del Proceso de Exportación



1 Una vez que el departamento de empaque termina de acomodar las cajas en las tarimas, se procede a llamar al área de embarque, por medio de un radio indicando que ya la tarima o varias tarimas están listas para el proceso de recolección.

2 El área de embarque procede a contestar la llamada, indicando un tiempo estimado de recolección de las mismas.

3 Se procede a recoger la carretilla hidráulica, para salir de bodega e ir a traer la tarima que ya está lista para recolección, la distancia que se debe de recoger es de 175 metros.

4 Una vez que se llega a empaque se debe de revisar que la tarima está completa, que todas las cajas están en perfecto estado, y la documentación debe indicar, los números de material y lote, como también el tipo de empaque y la cantidad de cajas que van en esa tarima.

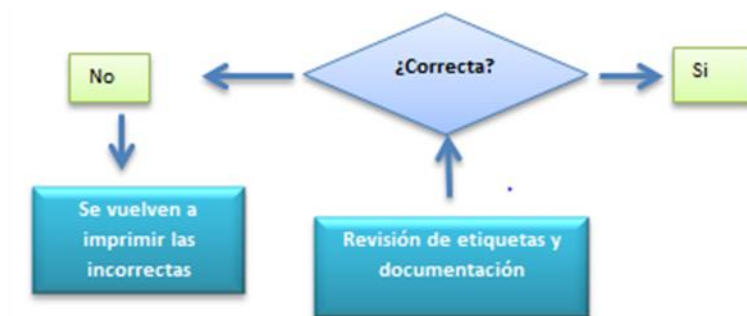


5 Si toda la tarima está bien y la documentación esta correcta, se procede a cargarla en la carretilla hidráulica, para trasladarla por el pasillo que mide 175 metros para llegar al área de bodega.

6 Cuando se llega a bodega se debe de colocar la tarima en un área específica que ya está establecido por producto o método de exportación.

7 La documentación se debe entregar al departamento de calidad para que el mismo proceda a revisar si el producto que viene empacado en esa tarima está listo para exportar y no tiene ningún inconveniente ni físicamente ni en sistema.

8 Una vez que el producto está listo para seguir el proceso, se procede a la exportación en sistema SAP.

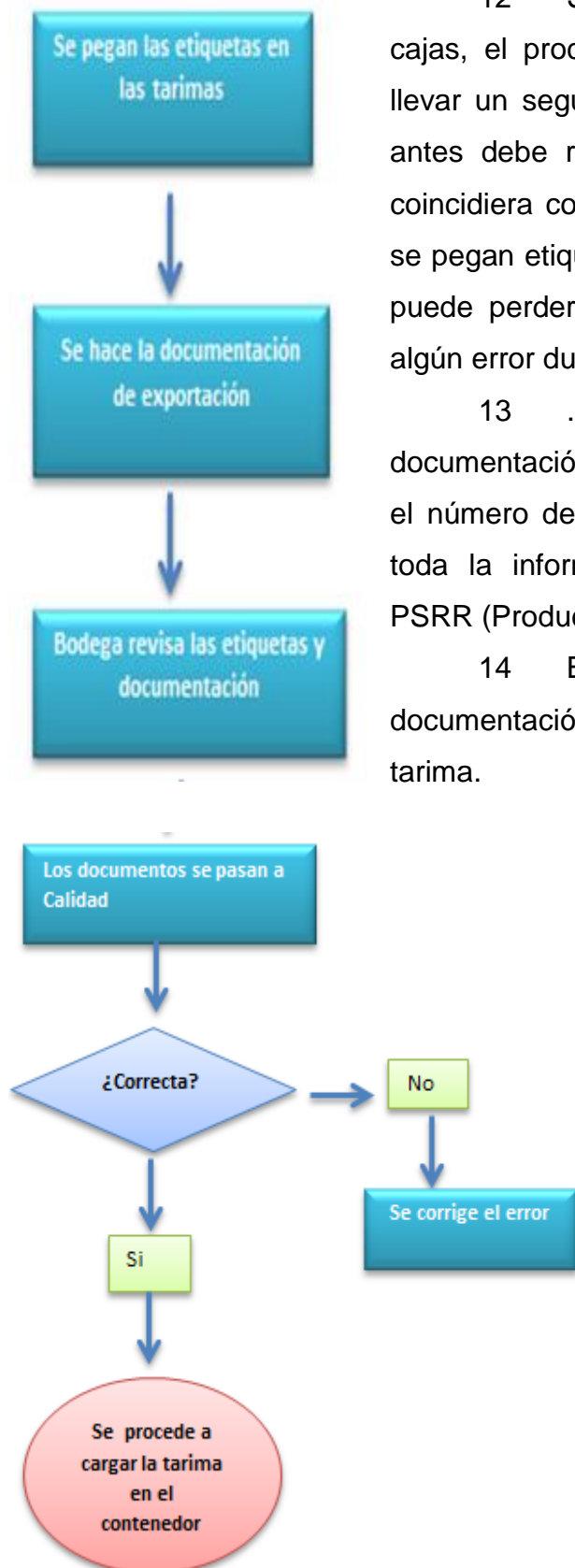


9 Con la documentación que emite el sistema SAP, como lista de empaque, y número de seguimiento de exportación, se proceden a la impresión de las etiquetas.

10 Las etiquetas se imprimen en el sistema SAP y debe traer la siguiente información:

- Número de lista de empaque.
- Número de seguimiento de exportación.
- Número de lote y material.
- Cantidad de unidades que la caja lleva.
- Número del centro de distribución.
- Fecha de expiración.
- Descripción del material.

11 Luego de imprimir las etiquetas se procede a la revisión de las mismas, todos los puntos anteriores deben coincidir y tienen que estar correctos, si la etiqueta presenta algún error, se procede a reimprimir la etiqueta y llenar la documentación respectiva, evidenciando la reimpresión y el porqué, esto para evitar cualquier tipo de error que pueda llegar a un evento de calidad una vez que llega al centro de distribución.



12 Se procede al etiquetado de cada una de las cajas, el proceso debe ser de forma ordenada, esto para llevar un seguimiento de las etiquetas que se van pegando, antes debe revisarse que el material que está en la caja coincidiera con la información de las etiquetas, ya que como se pegan etiquetas sobre otra etiqueta que viene de empaque puede perderse información que puede ayudar a identificar algún error durante el proceso

13 . Luego se procede con la elaboración de la documentación física de cada una de las etiquetas que lleva: el número de seguimiento como el documento que contiene toda la información del proceso de esterilización llamado PSRR (Product shipment reléase requirements).

14 Bodega revisa que las etiquetas coincidan con la documentación, y que la documentación coincida con la tarima.

15 Se procede a pasar los documentos de revisión al departamento de calidad para revisión física y documentada del proceso de exportación y seguidamente dar el visto bueno de exportación.

16 Se carga la tarima en el contenedor.

**Diagrama 2: Diagrama de flujo detallado del proceso de exportación.**

Elaboración propia

#### 4.7 Tiempo del Proceso de Exportación

El departamento de embarque, actualmente, tiene métricas, las cuales deben cumplirse para medir el proceso. Una de las métricas y la principal es la duración que tiene el proceso una vez que sale la tarima del área de empaque hasta que la tarima es cargada en el contenedor lista para salir de la planta. Esta métrica indica que el proceso máximo que se debe de tener es de 2,5 días, contando el proceso que debe hacer el departamento de calidad para la liberación de la tarima, esto para identificar si tiene problemas o es óptima para exportación.

El comportamiento durante 9 semanas fue el siguiente:

Descripción	Oct	Oct	Nov	Nov	Nov	Nov	Dec	Dec	Dec
	WK43	WK44	WK45	WK46	WK47	WK48	WK49	WK50	WK51
Transporte de tarimas	0,70	0,68	0,74	0,69	0,73	0,71	0,67	0,69	0,72
Tiempo Exportación (SAP)	0,69	0,71	0,69	0,71	0,67	0,68	0,70	0,65	0,66
Tiempo Exportación Física	1,11	1,05	1,13	1,12	1,15	1,10	1,14	1,16	1,15
Tiempo de Ciclo Total	2,50	2,44	2,56	2,52	2,55	2,49	2,51	2,50	2,53
Meta	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Proceso	Promedio de días
Tiempo Exportación Física	1,12
Transporte de tarimas	0,70
Tiempo Exportación (SAP)	0,68
total	2,50

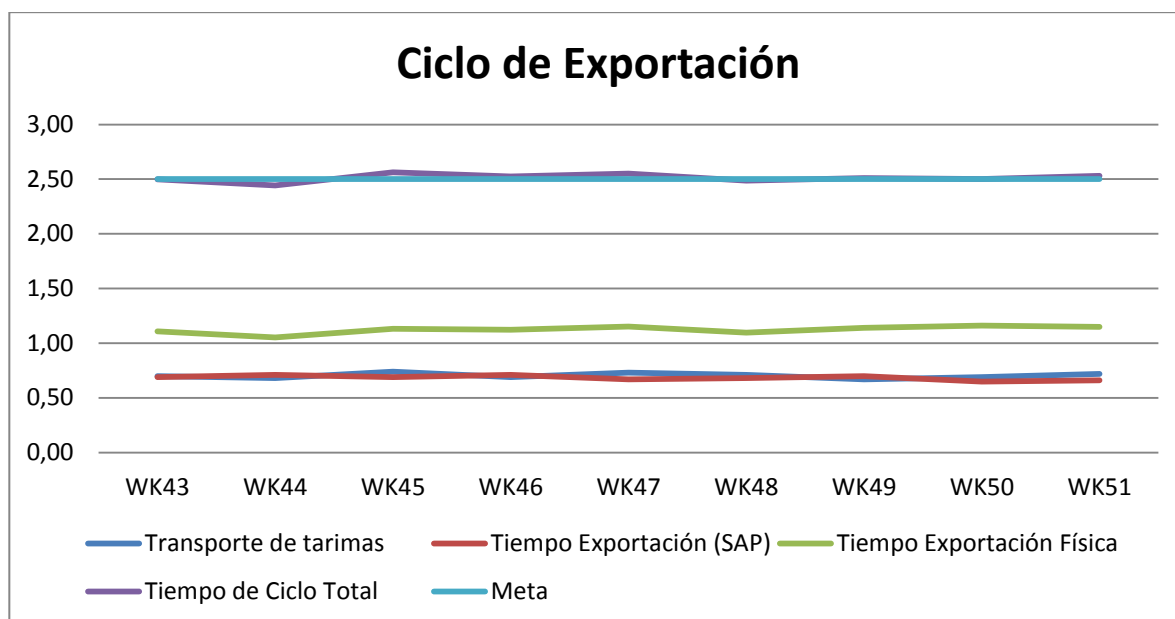
Tabla 4: Duración en días del proceso de exportación de las tarimas

Tabla tomada de las métricas semanales del departamento de logística, área de embarque de Boston Scientific.

La tabla número 4 de la duración de días del proceso de exportación de las tarimas, representa el comportamiento de cada una de las tareas durante el proceso una vez que sale la tarima del área de empaque, indica que durante nueve semanas la meta no fue en su totalidad cumplida, ya que la meta es de 2,5 días, y la celda de tiempo de ciclo total refleja que durante algunas semanas el tiempo de ciclo sobrepasa los 2,5 días del lead time actual. La tabla nos indica lo siguiente:

- Transporte de tarimas: Proceso que se mide una vez que la tarima está lista para la recolección por parte del personal de bodega.
- Tiempo de exportación en SAP: Esta tarea, está ligada y depende del departamento de calidad, ya que son ellos los encargados de establecer que tarimas están listas para el proceso de exportación tanto de manera virtual como física.
- Exportación física: El proceso de exportación física abarca básicamente las tareas que tienen que ver con la preparación en general de la tarima para la exportación, abarca desde de imprimir las etiquetas, pegarlas a las cajas de las tarimas, como la revisión documental de cada una de las tarimas.
- Tiempo de ciclo total: Indica la sumatoria de todas las tareas que anteriormente se mencionaron, y la suma no debe de exceder los 2,5 días que es la meta que debe cumplirse, pero que no se está logrando tener éxito.

El comportamiento de la tabla número 5, gráficamente, se ve de la siguiente manera:



### Gráfico 3: Tiempo en días de las tareas de las tarimas de exportación final

Gráfico tomado de las métricas semanales del departamento de logística, área de embarque de Boston Scientific.

El gráfico número 3 refleja que en las últimas 9 semanas la meta de los 2,5 días del proceso de exportación no se ha cumplido, por lo tanto, debe evaluarse cuáles de las tareas del proceso tienen mayor consumo del tiempo y cuáles tareas pueden ser repetitivas, con probabilidad de poder ser eliminadas sin afectar la integridad del producto.

El tiempo de 2,5 días del proceso no se está cumpliendo y provoca la utilización de enviar tarimas vía aérea para evitar faltantes de inventario en el centro de distribución, empiezan a aumentar los aéreos, costos, ya que enviar una tarima aérea el promedio del costo es de \$950, mientras que enviar, un contenedor con 21 tarimas puede andar en promedio de costos de \$6 000 dólares.

Las tarimas pueden estar conformadas de la siguiente manera:

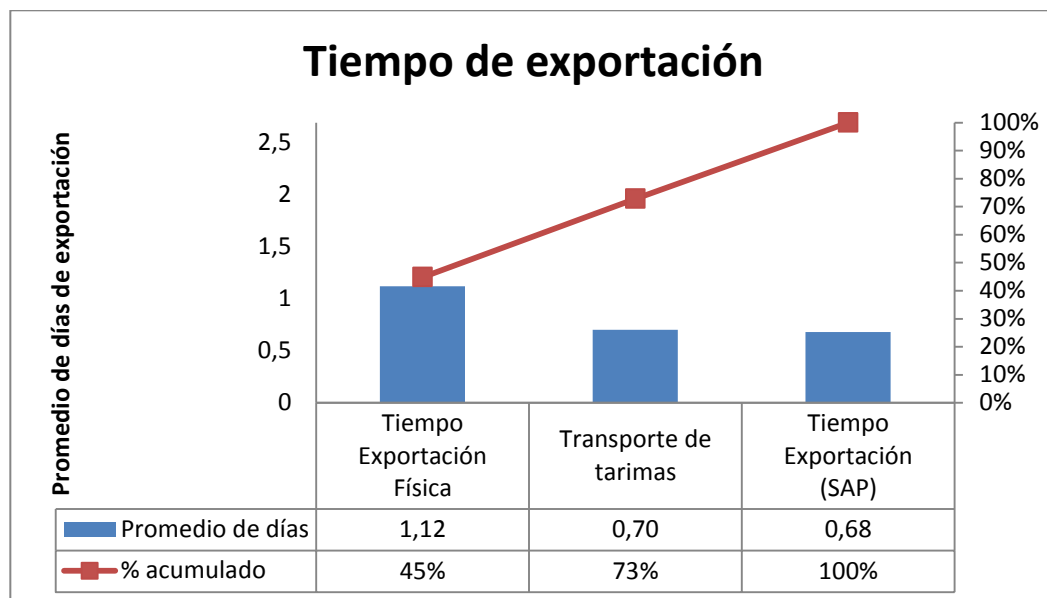
- Una sola tarima puede tener varios lotes, incluso en una sola caja.
- Un lote puede abarcar hasta seis tarimas.

Esto depende del producto, el cual se está exportando, todos tienen métodos diferentes de empaque.

#### **4.7.1 Ciclo de Exportación**

El ciclo de exportación cuenta con procesos generales para la exportación de tarimas de producto terminado, dentro de estos procesos, existen tareas específicas que es donde debe evaluarse de manera general cuáles procesos consumen mayor tiempo y luego desglosar cada una de las tareas para identificar en consumo excesivo de tiempo y de evaluar las tareas repetitivas durante el proceso de exportación.

El siguiente pareto se realizó con base a la tabla número 4 y los promedios de las nueve semanas que se reflejan en la tabla, se basó en los procesos generales que más consumen tiempo y para analizar el comportamiento del proceso.



**Diagrama 3: Pareto de las tareas con más tiempo en el proceso de exportación.**

Elaboración propia

El tiempo de exportación o ciclo de exportación es un gráfico, el cual evidencia la cantidad de días que tarda un lote desde que sale del área de empaque. La meta, actualmente, no debe sobrepasar los 2,5 días de exportación.

El diagrama de pareto número 3 refleja tres procesos generales de exportación de las tarimas de producto terminado, dichos procesos son los encargados de poder proceder a la exportación de la tarima ya sea aérea o marítima. El proceso que más refleja tiempo consumido es la del tiempo de exportación física.

En el siguiente diagrama de flujo se resaltan las tareas que son representadas en el diagrama número 3 de pareto, los procesos son:


- Traslado de la tarima a el área de bodega
- Impresión de etiquetas
- Pegado y revisión de etiquetas.

### Transporte de tarimas



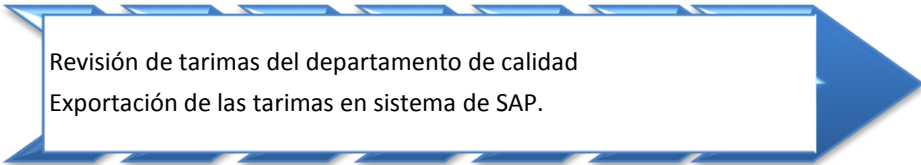
Manejo de documentación y transporte de tarimas

### Tiempo de exportación física



Impresión de etiquetas.  
Pegar y revisar etiquetas  
Revisión de documentación de calidad

### Tiempo de exportación en SAP



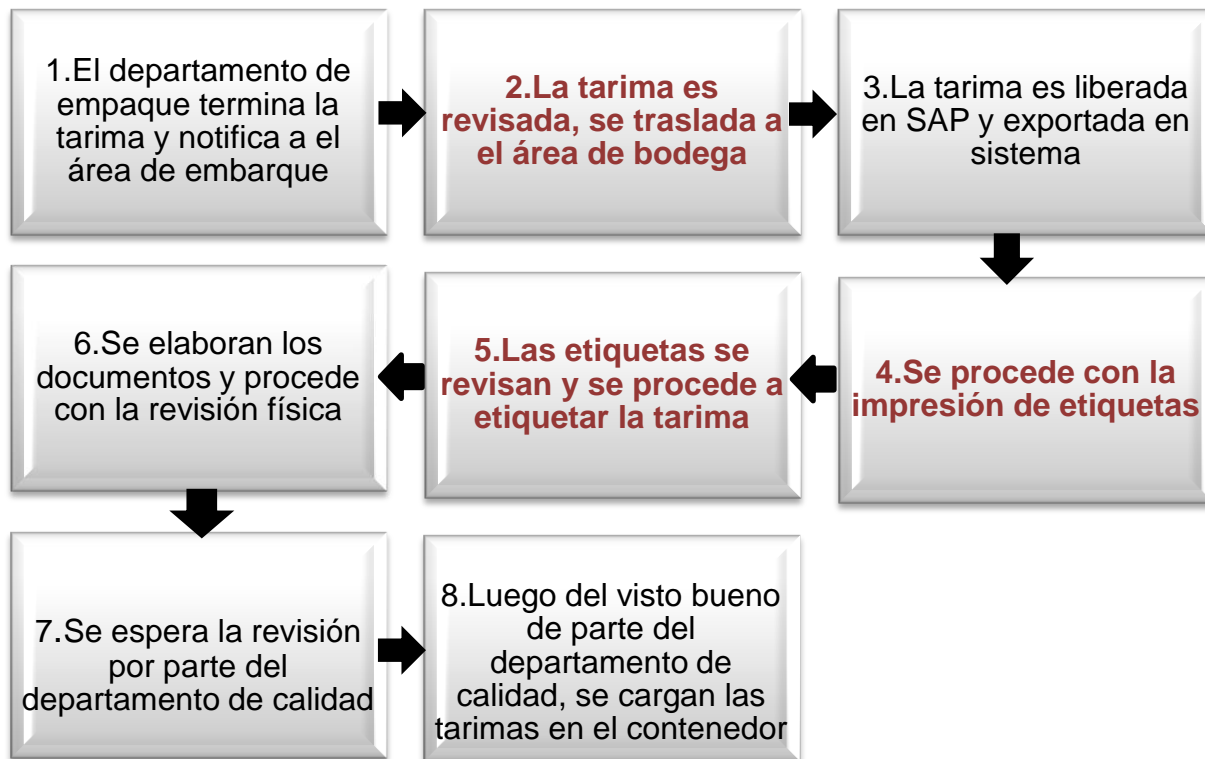
Revisión de tarimas del departamento de calidad  
Exportación de las tarimas en sistema de SAP.

### ***Ilustración 10 Desglose de las tareas del proceso de exportación de tarimas de producto terminado.***

Elaboración propia.

En la ilustración número 10 se describe como está conformado el proceso de exportación y las tareas que lo incluyen, ya que en cada una de ellas se desarrollan tareas ligadas al proceso que consumen tiempo, y por este motivo serán estudiadas de manera más detallada, según el proceso que más tiempo consume.

Para visualizarlo mejor el diagrama número 4, explica de manera secuencial cada uno de los pasos que deben seguirse para poder lograr que la tarima sea embarcada en los contenedores, pero se resaltan las tareas que consumen mayor cantidad tiempo en el proceso.



**Diagrama de flujo número 4: Proceso de exportación general.**

Elaboración propia

¿En qué consiste el tiempo de exportación física? El tiempo de exportación física abarca, toda la preparación de la tarima físicamente desde que es exportada de manera virtual, empieza cuando se procede a imprimir las etiquetas, una vez listas estas etiquetas, se procede a la revisión para luego etiquetar las cajas de la tarima, debe pegarse la etiqueta de embarque sobre la etiqueta de empaque. Cuando esto finaliza se procede a la elaboración de la documentación de la tarima.

- PSRR: Product Shipment Release Requirements
- Hoja de esterilización
- Dirección del centro de distribución.

Cuando ya se tiene esta documentación y todas las etiquetas listas, se procede con la revisión físicamente de la tarima para que lo físico coincida con los documentos elaborados, la primera revisión la hace el personal de embarque, para luego ser revisado por el departamento de calidad. Se revisan por ambos departamentos, ya que el área de bodega no puede ser juez y parte en un solo proceso.

La segunda tarea que refleja un alto porcentaje es el transporte de tarimas, el cual inicia una vez que se traslada la tarima desde el área de embarque, este proceso comienza con la recolección de tarimas una por una con la carretilla hidráulica y, por tanto, el aumento del tiempo en este proceso.

Y la tercera tarea consiste en la exportación de manera virtual o en sistema SAP, este proceso en su mayoría depende del departamento de calidad, ya que ellos son los encargados de la liberación de las tarimas para que el proceso físico se efectúe, se revisa si toda la tarima está bien, si el producto cuenta con todas las especificaciones de calidad y, luego, si cumple, se procede con el proceso de exportación de manera virtual y física.

## **4.8 Proceso de Envío de Tarimas de Exportación Física de Producto Terminado.**

### **4.8.1 Proceso de impresión y etiquetado en tarimas de exportación. (Tiempo de exportación física)**

El tiempo en promedio que refleja el proceso de tiempo de exportación física en el pareto es de 1,12 días, este proceso tiene varias tareas englobadas, como lo son:

- Impresión de las etiquetas.
- Revisión y pegado de etiquetas, documentación (obligatorio).

¿Por qué se etiquetan las cajas del producto final?

Las cajas en las cuales se empaca el producto deben de ser identificadas por el número de material, número de lote, fecha en la cual se empaco el producto y fecha de expiración. Luego de este proceso se hizo el procedimiento de etiquetado el cual indica que toda tarima debe llevar una etiqueta con la siguiente información:

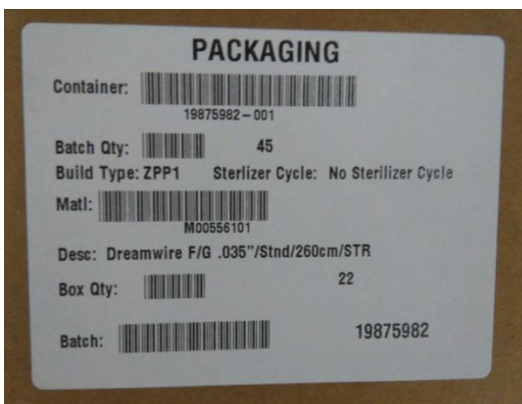


***Ilustración 11: Etiqueta que se imprime en el proceso de exportación y se adhiere a las cajas***

Fotografía tomada de las cajas en las tarimas del departamento de logística área de bodega de Boston Scientific.

Esta etiqueta es impresa luego de que la tarima es exportada en sistema SAP. El proceso indica que la etiqueta es obligatoria para dar trazabilidad a las tarimas de manera que cuando llegan a los centros de distribución la misma sea escaneada para recibir toda la información a sistema.

Desde los inicios de la compañía estas cajas eran identificadas por medio de sellos con la información respectiva, con el paso de las transferencias y las exigencias del negocio, el método de identificación de parte del área de empaque fue innovando ya que se adquirieron prácticas de las transferencias en las cuales se estaba trabajando, esto para facilitar la identificación de las cajas, donde en lugar de un sello podría colocarse una etiqueta con más información. La etiqueta que se coloca en el área de empaque, es la siguiente:



***Ilustración 12: Etiqueta que imprime el departamento de empaque. Boston Scientific.***

Fotografía tomada de las cajas en las tarimas del departamento de logística área de bodega.

El proceso indica que una vez que llega a bodega, y la tarima es procesada en sap, se debe de pegar la etiqueta que se imprime en el área de embarque sobre la etiqueta de empaque.

#### 4.8.2 Impresión de etiquetas.

1. Las etiquetas se imprimen desde una impresora Zebra, conectada al sistema SAP. Las mismas llevan la siguiente información:

- Número de material.
- Número de lote.
- Número de delivery o número de entrega.
- Cantidad.
- Fecha de expiración.
- Planta de destino
- Número de seguimiento (sterie load).



***Ilustración 13: Etiqueta que se imprime en el proceso de exportación y se adhiere a las cajas.***

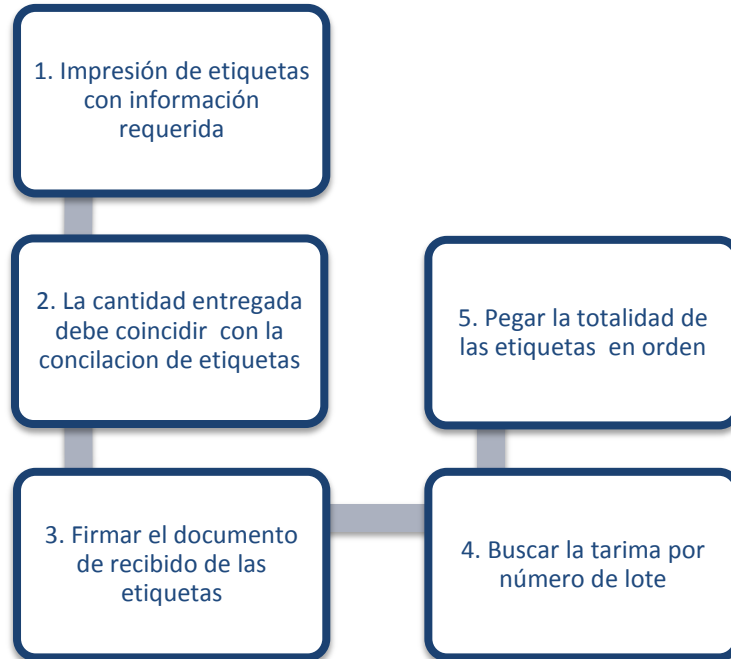
Fotografía tomada de las cajas en las tarimas del departamento de logística área de bodega de Boston Scientific

2 Imprimir una orden, a la vez, y contar cada cinco etiquetas y revisar que la misma presente la información completa.

3 Una vez impresas contar que la cantidad entregada concuerde con la información indicada en la hoja de conciliación de etiquetas, esto es un procedimiento el cual indica el número de etiquetas que se imprimió, y la persona responsable de pegar las mismas debe firmar el recibido total de las etiquetas.

4 Así mismo, debe revisar que la misma no presente ningún tipo de daño, que la información sea clara y legible.

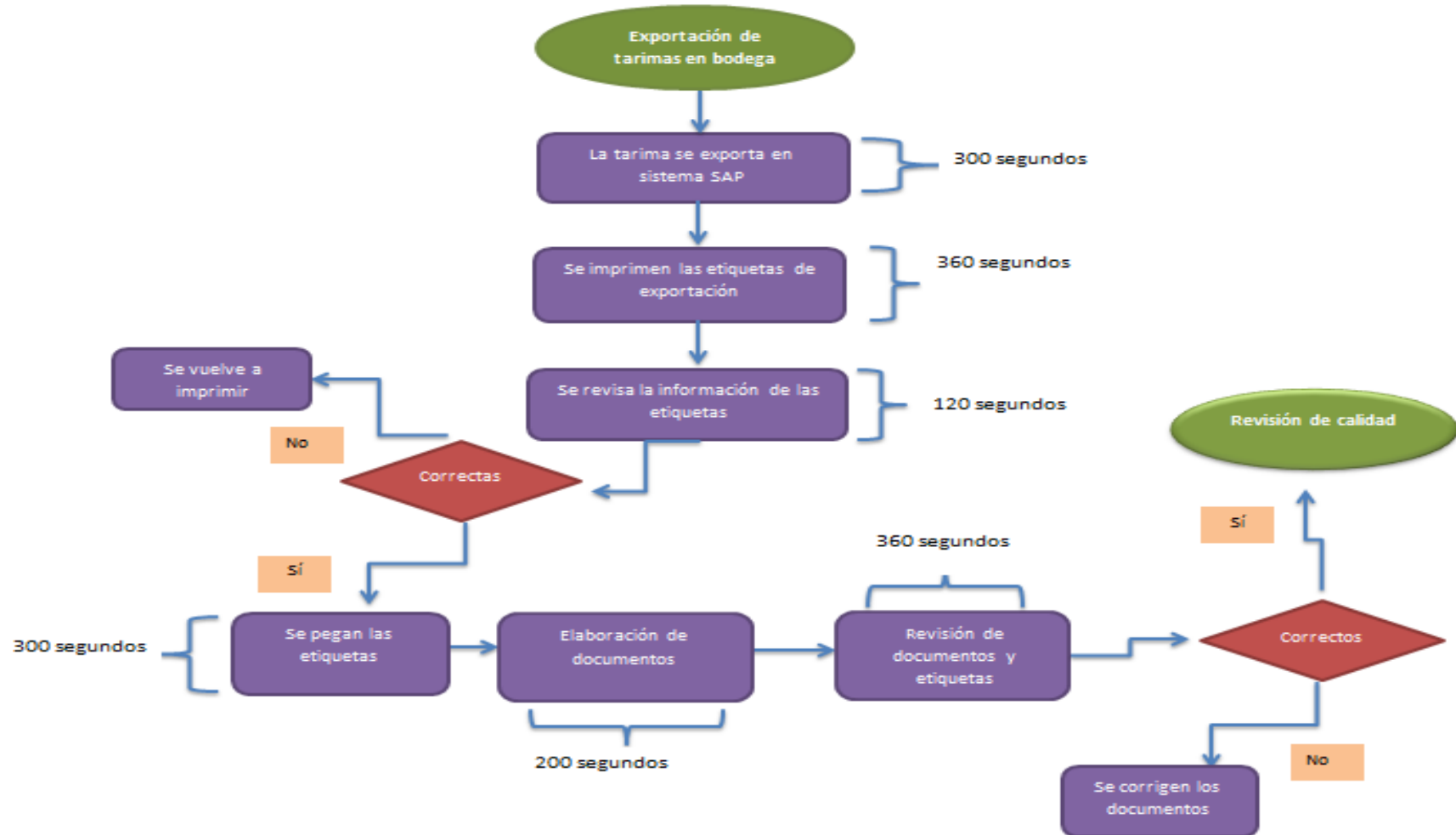
5 Asegurarse antes de pegar la etiqueta que coincida el número de orden con el sello de la caja corrugada.



**Diagrama de flujo número 5: Proceso de detallado de impresión de etiquetas.**

Elaboración propia.

Diagrama de flujo número 6: Proceso de impresión de etiquetas



Elaboración propia.

El proceso de etiquetado lleva varias tareas que son verificables por el departamento de calidad, ya que deben tener toda la información correspondiente como también todas las tarimas deben llevar el dato exacto de etiquetas, ni más ni menos, como el procedimiento así lo exige, debe evaluarse si la etiqueta de empaque contiene la misma información y si puede servir como método de referencia en el centro de distribución para poder eliminar la etiqueta que adhiere el personal de bodega.

El proceso de toma de muestras empezó una vez que el personal de bodega tiene los documentos listos para la impresión de etiquetas, en este caso sería:

- ✓ Documento de entrega en SAP (Packing list).
- ✓ Número de seguimiento.

Se tomaron 30 muestras para el muestreo preliminar que reflejó lo siguiente:

Impresión de etiquetas	
Por tarima***	
Promedio	6,30
Desviación	2,3861
Confianza	1,645
Precisión	0,07

**Tabla 5: Datos del muestreo de impresión de etiquetas.**

Elaboración propia

$$N = (((2,3861 * 1,645) / (0,07 * 6,30))^2) - 30 = 50 \text{ muestras}$$

Esto refleja que en total las muestras por tomar son 50 para determinar el promedio de impresión de etiquetas por tarima.

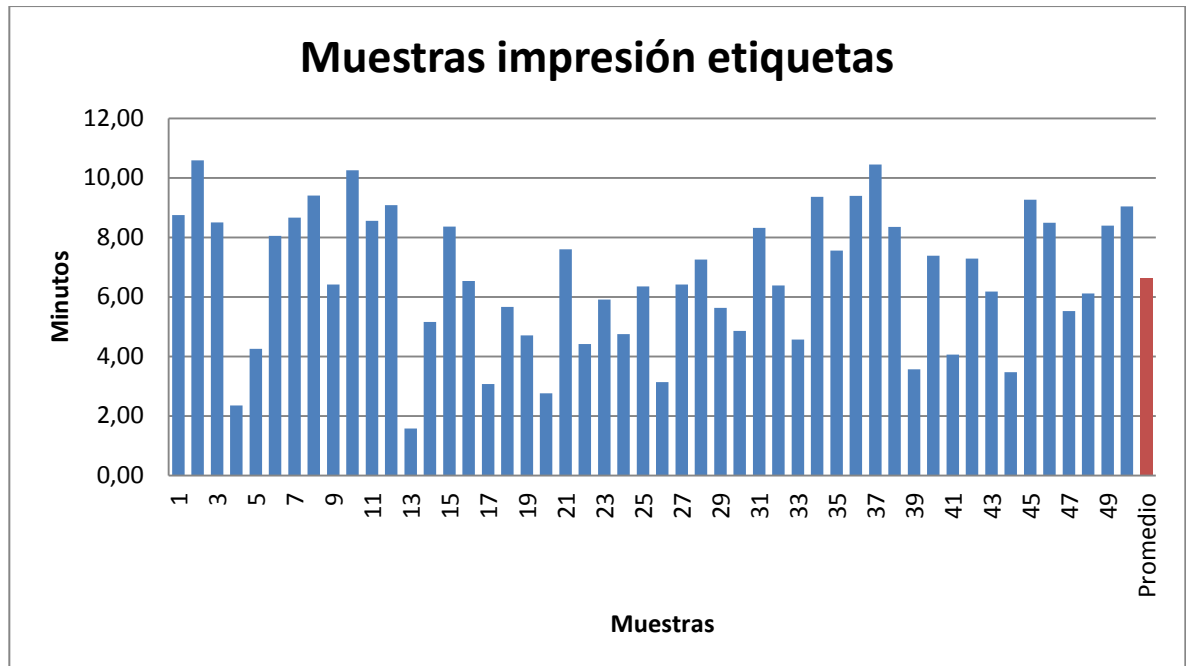


Gráfico 4: Promedio de muestras de impresión de etiquetas

Elaboración propia.

El promedio que refleja las 50 muestras que nos indicó el muestreo preliminar que debían tomarse para definir el promedio sería de 7 minutos, considerando los suplementos u holguras del proceso durante la toma de muestras, refleja el siguiente análisis.

<b>IMPRESIÓN DE ETIQUETAS</b>		
Promedio de muestras	7	<b>Porcentaje</b>
<b>Suplementos Constantes</b>		
Necesidades personales	5	0,05
Fatiga	4	0,04
<b>Suplementos Variables</b>		
Postura incómoda( inclinado)	2	0,02
Ruido (intermitente y fuerte)	2	0,02
Trabajo preciso	2	0,02
Trabajo bastante monótono	1	0,01
Trabajo muy aburrido	5	0,05

**Tabla 6: Datos de suplementos de impresión de etiquetas.**

Elaboración propia

$$7x (1+ (0,05+0,04+0,02+0,02+0,02 +0,01+0,05))=8,47 \text{ minutos}$$

Esto quiere decir que si en promedio se trabajan con 59 tarimas se tardaría lo siguiente:

$$59 \text{ tarimas} \times 8,47 \text{ minutos} = 499,73 \text{ minutos} \div 60 \text{ minutos} = 8,32 \text{ horas}$$

Se estaría tardando 8,32 horas en sólo la impresión de las etiquetas, cabe mencionar que el turno A es de 9,5 horas, y el B de 6,5 horas, con esto se determina que prácticamente el turno B estaría trabajando únicamente para imprimir etiquetas, y no atender las demás funciones del departamento y del proceso de exportación.

### 4.8.3 Etiquetado en las cajas en el proceso de exportación

Una vez que las etiquetas son impresas, se deben de revisar aleatoriamente, por lo menos 5 etiquetas deben de verificarse, si la información es legible, si no tiene manchas que puedan dificultar la lectura de las mismas ya sea visual o del escáner. Cuando ya se revisaron se procede a contar la cantidad de etiquetas que se le están entregando, esto porque se debe de llenar un formulario el cual indica el número de lote, material y cantidad de etiquetas que se imprimieron y se va a proceder a etiquetar, se firma, y se procede a ir a etiquetar las cajas.

Antes de empezar a etiquetar las cajas se debe confirmar si efectivamente se va a etiquetar la caja correcta, debe de coincidir ambos números, el modelo y número de lote deben de ser iguales, a tanto en la caja como en la etiqueta.

Se recogen 30 muestras para el muestreo preliminar donde se saca un promedio de las 30 muestras con su desviación estándar para la utilización de la siguiente fórmula.

$$N = \left( \frac{t_{\alpha/2} \times s}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

Datos:

<b>Pegar etiquetas</b>	
Promedio	7,20
Desviación	2,519743
confianza = t	1,645
Precisión =k	0,07
Por tarima**	

**Tabla 7: Datos del muestreo de pegar las etiquetas**

Elaboración propia

Aplicación de la fórmula.

$$N = \left( \left( \frac{2,519 * 1,645}{(0,07 * 7,20)} \right)^2 - 30 \right) = 38 \text{ muestras}$$

El siguiente cuadro nos refleja las 38 muestras y el promedio de estas.

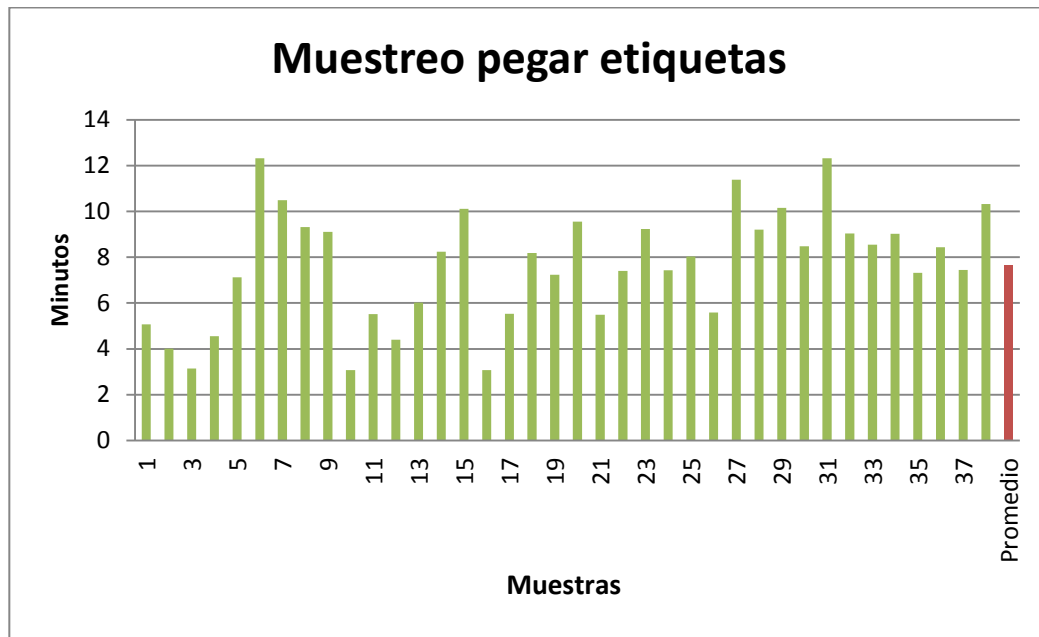


Gráfico 5: Promedio de muestras del pegado de etiquetas

Elaboración propia.

El muestreo reflejó que debían tomarse un total de 38 muestras para tener un promedio de 8 minutos, el cual es el tiempo que se tarda en pegar o adherir las etiquetas a las cajas corrugadas que están en las tarimas. Una vez que se agregan los suplementos se analiza lo siguiente:

<b>PEGADO DE ETIQUETAS</b>		
Promedio de muestras	8	<b>Porcentaje</b>
<b>Suplementos Constantes</b>		
Necesidades personales	5	0,05
Fatiga	4	0,04
<b>Suplementos Variables</b>		
Postura inclinado	2	0,02
Mala iluminación por debajo	2	0,02
Trabajo preciso	2	0,02
Trabajo bastante monótono	1	0,01
Fuerza muscular	22	0,22
Trabajo muy aburrido	5	0,05

**Tabla 8: Datos de los suplementos de la tarea de pegar las etiquetas.**

Elaboración propia

El promedio total es de 10,01 minutos por tarima.

$$59 \text{ tarimas} * 10,01 \text{ minutos} = 590,59 \text{ minutos} \div 60 \text{ minutos} = 9,84 \text{ horas}$$

El equipo de bodega está tardando en etiquetar 9,84 horas, el promedio de 59 tarimas que ingresan a bodega del área de embarque.

Todas las tarimas deben de ser etiquetadas, nada puede ser exportado y cargado en el contenedor no sin antes ser procesado en SAP y etiquetado, que una caja llegue sin su respectiva etiqueta puede ser motivo de un evento de calidad de parte de corporación.

#### **4.9 Manejo y Transporte de Tarimas**

Actualmente, el transporte de tarimas refleja un promedio de 0,89 días del proceso de exportación, el cual se explica de la siguiente manera:

Los encargados de bodega, deben transportar y cargar las tarimas mediante un dispositivo llamado carretilla hidráulica, el cual funciona por la fuerza que ejerce el encargado de manejarla, cabe destacar que no es eléctrica, y es de difícil manipulación cuando tiene carga.

Concepto de carretilla hidráulica.

La carretilla hidráulica es un equipo de acero, consta de una bomba hidráulica y pistones de cromado duro. Brazo de tracción, con muelle de retorno automático a su posición vertical, tiene una bomba hidráulica totalmente sellada para evitar ingreso de humedad, corrosión, y así prolongar su vida útil. Tiene un mando cómodo y seguro, consta de dos ruedas direccionales y dos puntos de apoyo. Tiene un peso propio de 78 kg. Ruedas de horquillas y de dirección.

La carretilla hidráulica ha sido diseñada para el traslado de mercadería, evitando el maltrato y la manipulación de la misma como en la industria de alimentos, carnes, vegetales, pescado.



**Ilustración 14: Carretilla hidráulica manual que transporta las tarimas.**

*FUENTE: Galeón. carretilla hidráulica (s.f.). Recuperado a las 10:44 am el 18 de enero del 2017*

en

<http://jdiventashidraulica.galeon.com/>

Ellos invierten tiempo en la recolección de tarimas, ya que deben ser recolectadas una por una. La distancia que recorre el personal de embarque cuando realizan la tarea de la recolección de una tarima es de 350 metros. Esta distancia no solo la recorre una sola persona, se divide en la cantidad de personas que trabajan en el departamento en esas tareas específicas que en este caso son cuatro personas, dos personas en el turno A, y dos personas en el turno B.

La empresa cuenta con dos áreas de empaque, pero el movimiento más fuerte es el de empaque #1 o CR1, el cual implica un porcentaje del 60% de la producción en este momento, el área de empaque # 2 o CR2, es característico ya que se encuentran productos de diferentes transferencia que han ido incorporándose al mercado como también productos totalmente nuevos que aún están en fase de validación.

#### 4.9.1 Tiempos y movimientos de la recolección de tarimas.

El proceso de recolección de tarimas es variable, depende de varios factores como por ejemplo:

- Disponibilidad de la carretilla hidráulica y del personal de bodega.
- Proceso listo del área de empaque.
- Documentación lista de cada tarima.

Cuando se logra que todos los puntos estén listos, se procede con la recolección de las tarimas. Se tomaron tiempos para saber cuánto se tarda en promedio por tarima.

Se toma inicialmente 30 muestras de tiempo desde que bodega recibe el llamado de parte del área de empaque, hasta que la tarima es ubicada en el área respectiva de bodega.

Se despeja el tamaño de muestra N

$$N = \left( \frac{t_{\alpha/2} \times s}{K \times \bar{X}} \right)^2$$

Recolección de tarimas	
Promedio	4,92
Desviación	1,82051
Confianza = t	1,645
Precisión =k	0,07
Por tarima	

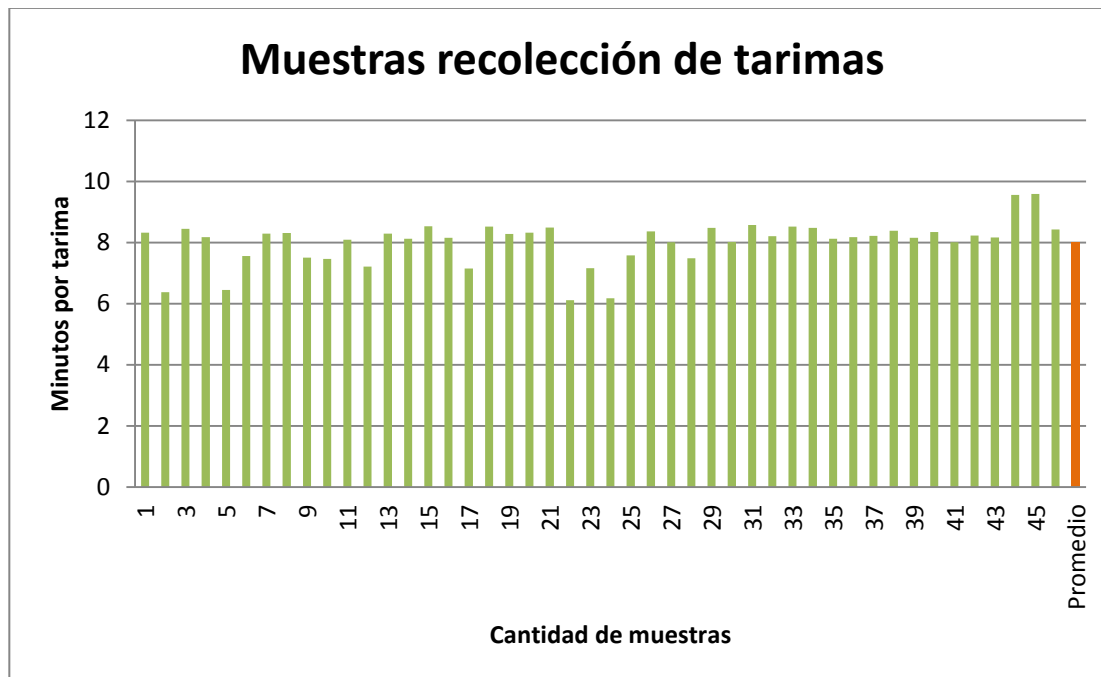
**Tabla 9: Datos del muestreo de la tarea de recolección de tarimas.**

Elaboración propia

$$N = (((1,820 \times 1,645) / (0,07 \times 4,92))^2) - 30 = 46 \text{ muestras}$$

Se hace un muestreo preliminar el cual, refleja que deben tomarse un total de 46 tomas para determinar un promedio, que, en este caso, refleja 5 minutos invertidos en la recolección de cada tarima.

El siguiente gráfico se observa la recolección de las muestras por minutos.



**Gráfico 6: Promedio de muestras de recolección de tarimas.**

Elaboración propia.

El promedio que refleja el muestreo es de 8,01 minutos de recolección por tarima, pero cuando se agregan los suplementos u holguras aumentaría el promedio.

<b>RECOLECCIÓN DE TARIMAS</b>		
Promedio de muestras	8,01	<b>Porcentaje</b>
<b>Suplementos Constantes</b>		
Necesidades personales	5	0,05
Fatiga	4	0,04
<b>Suplementos Variables</b>		
Trabajar de pie	2	0,02
Ruido (intermitente y fuerte)	2	0,02
Uso de fuerza muscular	22	0,22
Trabajo bastante monótono	1	0,01
Trabajo muy aburrido	5	0,05

**Tabla 10: Datos de los suplementos de recolección de tarimas**

Elaboración propia

Según la fórmula que anteriormente se mencionó, el promedio final será el siguiente:

$$Tt = Tn \times (1 + \text{Suplementos})$$

$$8,01 \times (1 + (0,05+0,04+0,02+0,02+0,22+0,01+0,05))=11,29 \text{ minutos}$$

Este estudio quiere decir que si por día se recogen aproximadamente 59 tarimas el tiempo total invertido en esta tarea es de 666,35 minutos que en horas son 11,10 horas invertidas en la recolección de tarimas.

59 tarimas x 11,29 minutos= 666,11 minutos ÷ 60 minutos =11,10 horas por día.

Este análisis se hace en base al transporte unitario de la carretilla hidráulica, quiere decir que el personal tarda 11,29 minutos en promedio recogiendo una única tarima y deben transportan 59 tarimas en promedio durante el día, donde tardan alrededor de 11,10 horas en recolectar el promedio de tarimas.

#### 4.9 Resumen del Proceso Actual

Una de las causas del incremento de aéreos es el lead time que actualmente existe durante la preparación de las tarimas en el proceso de exportación.

En el siguiente cuadro se refleja la duración de la jornada laboral por turno y la totalidad de horas que se trabaja en el departamento.

<b>Jornada Laboral</b>		
Turno A	9.5	Horas
Turno B	6.5	Horas
Total	16	horas diarias

**Tabla 11: Datos en horas de la jornada laboral.**

Elaboración propia

El análisis se basó en el promedio de tarimas que recibe el área de embarque para su debido proceso de exportación, que en este caso es de 59 tarimas por día, quiere decir que en la totalidad de las dos jornadas que son 16 horas.

Se evaluaron las tareas que consumen más tiempo durante el proceso.

Pareto de promedio de métricas de la empresa	Pareto Días	Proceso	Muestreo en horas	Resultado en Días	otal Días
Transporte de tarimas	0,70	Recolección de tarimas	11,10 horas	0,69	0,69
Tiempo de exportación física	1,12	Impresión de etiquetas	8,32 horas	0,52	1,13
		Etiquetado de tarimas	9,84 horas	0,61	
Tiempo de exportación en SAP	0,68	Tiempo de exportación en SAP	0	0,68	0,68
<b>Total</b>	<b>2,50</b>				<b>2,50</b>

Tabla 12: Datos del proceso de duración en días pareto contra la toma de muestras

Elaboración propia

La tabla número 12 de los datos del proceso de duración de días del pareto contra el proceso de tomas de muestras refleja que, efectivamente, el proceso tarda 2,50 días para que las tarimas logren ser exportadas físicamente, desde que salen de producción hasta que son embarcadas aéreas o vía marítimo si logra cumplir con el corte de las navieras para la salida del barco el fin de semana.

El proceso de muestreo refleja lo siguiente

- Recolectar las tarimas se consumen 11,10 horas y 0,69 días del proceso de exportación.
- El tiempo de exportación que abarca las tareas de impresión y pegar las etiquetas abarca una totalidad de 1,13 días. Impresión de etiquetas consumen 8,32 horas que en días se refleja en 0,52 días, la tarea de etiquetar las tarimas es de 9,84 horas que reflejan 0,61 días.

- El proceso de exportación en SAP queda en 0,68, ya que es una tarea que depende del departamento de calidad y sus políticas de liberación del material, ellos deben de analizar los diferentes casos para definir la disposición de la liberación de la tarima y proceder con la exportación en sistema, por ende no se determinó en la toma de muestras.

#### 4.9.1 Conclusiones de la Situación Actual

- La cantidad actual de aéreos es de 832 tarimas anuales, y la meta es de 400 aéreos anuales.
- El lead time actual basado en el promedio de las últimas 9 semanas y en la toma de muestras es de 2,5 días, tiene tendencia a subir a finales del año por el incremento de la producción.
- Los 2,5 días del lead time actual hace que se tenga un 108% aéreos de más, Por lo que reducir el lead time más de un día, de 2,5 días a 1 día, se reduciría la cantidad de aéreos en un 48% logrando una disminución de costos de aéreos y estar más cerca de la meta con respecto a la utilización de los aéreos.
- La principal causa que afecta el lead time dentro del proceso de exportación físicas son las tareas de impresión y etiquetado, que representan 1,13 días de lead time, del proceso en general.
- Otro proceso que tiene un impacto, pero depende de otro departamento, es el tiempo de exportación en SAP, el cual tiene un impacto de 0,68 días, al lead time final del proceso.
- La razón principal de la utilización de los aéreos es lead time actual de los procesos y no poder lograr exportar la mayor cantidad de tarimas marítimas por el corte de la naviera los días jueves, por tanto enviar aéreos para mitigar caer en back orders en el centro de distribución.

# **CAPÍTULO V**

## **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## 5.1 Implementación de las Soluciones.

Basados en las conclusiones del capítulo IV, donde se observó que la causa del incremento de los aéreos y el elevado lead time en el proceso de exportación, es porque:

- ❖ Transporte de tarimas hacia bodega: Este proceso implica la utilización de una carretilla hidráulica para el traslado de las tarimas hasta el área de bodega, el lead time de este proceso depende del transporte unitario, ya que por ser una carretilla hidráulica no se puede trasladar más de una tarima por traslado y por su peso que oscila entre los 100 kilos o 200 kilos, dependiendo del producto.
  
- ❖ Exportación física: Este proceso es donde se concentra la mayor utilización del lead time del proceso general, el mismo consume un lead time de 1,13 días que se dividen en los siguientes subprocesos:
  - Impresión de etiquetas: La impresión de etiquetas tiene un lead time de 0,52 días del proceso en general, esta tarea es repetitiva porque el departamento de empaque imprime una etiqueta inicial con todos los requerimientos necesarios para el producto.
  - Etiquetar las cajas de cada tarima: Al imprimir las etiquetas deben revisarse y adherir a las cajas, este subproceso cuenta con 0,61 días del lead time total, de la misma forma que el subproceso anterior estas etiquetas es una tarea repetitiva, ya que la etiqueta que imprimen en el área de embarque, es adherida sobre la etiqueta que coloca el departamento de empaque. La etiqueta de empaque cuenta con la misma información que tiene la etiqueta de exportación.

Por lo tanto, procede a desarrollarse una propuesta que permita eliminar el mayor lead time de cada uno de los procesos anteriormente se han mencionado.

## 5.2 Proceso de Exportación Física

### 5.2.1 Impresión de etiquetas

La impresión de etiquetas se realiza, para dar seguimiento a las cajas que van en cada una de las tarimas con la información del producto, la función de estas etiquetas, es para que el centro de distribución tenga fácil acceso de la información sin necesidad de sistemas digitales.

El proceso de impresión tarda en promedio 8,47 minutos para la impresión de las etiquetas de una tarima. Imprimir las etiquetas de las 59 tarimas que se trabajan, se tardaría aproximadamente 8,32 horas unos 0,52 días.

Este proceso es una tarea repetitiva, ya que el área de empaque, por procedimientos corporativos, debe colocar una etiqueta en cada una de las cajas con la información del producto, por ejemplo:

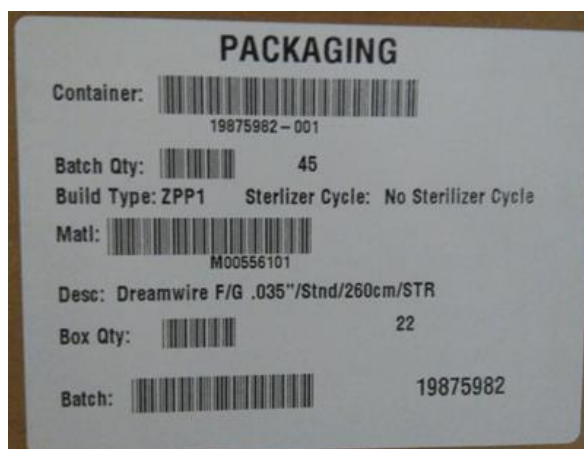


Ilustración 15: Foto de etiqueta utilizada en el área de empaque

Foto tomada de las cajas de producto terminado en el área de empaque del Boston Scientific.

La etiqueta de la ilustración número 15 tiene los siguientes datos:

1. Número de orden.
2. Número de modelo o material.
3. Cantidad total de la orden.
4. Cantidad de unidades por caja.
5. Descripción del material.
6. Tipo de esterilización.

La etiqueta de exportación se imprime y se adhiere sobre la etiqueta de empaque, donde se tapa para evitar confusiones.

Etiqueta de exportación:



Ilustración 16: Foto de etiqueta utilizada en el área de embarque

Foto tomada de las cajas de producto terminado en el área de empaque del Boston Scientific.

El estudio que se hace para ver los detalles de cada uno de las etiquetas, refleja la siguiente comparación.

<b>Detalle de etiqueta</b>	<b>Etiqueta de exportación</b>	<b>Etiqueta de empaque</b>
Número de material	X	X
Número de orden	X	X
Descripción del producto	X	X
Cantidad de unidades	X	X
Fecha de expiración	X	X
Ciclo de esterilización	X	X
Número de seguimiento	X	
Número de entrega o delivery <sup>6</sup>	X	

**Tabla 13: Datos comparativos de las etiquetas de los departamentos de empaque y embarque.**

Elaboración propia

En la tabla número 13, se detalla la información de lo que llevan las etiquetas, solamente dos puntos son diferentes en ambas etiquetas uno es:

1. Número de seguimiento: Este dato puede obviar se en la etiqueta, ya que la tarima lleva un documento, que se imprime de SAP una vez que el producto es exportado en sistema, lleva un código de barras y el número completo, por lo tanto la información no va a perder, porque procedimiento este documento debe ir en cada una de las tarimas.

2. Número de entrega o Delivery: Este número también está ligado a un código de barras que imprime SAP en la hoja de exportación o (packing list)<sup>7</sup>, el cual debe ir en conjunto con la documentación de la tarima, donde lleva: la hoja de exportación o packing list, factura, documento del proceso de esterilización (PSRR).

<sup>6</sup> Número de entrega para el seguimiento de la carga.

<sup>7</sup> Lista de empaque con los detalles de la carga.

La información no se pierde ni se eliminará, solamente se hará una optimización del recurso de la etiqueta que imprime y adhiere el departamento de empaque, toda la información estará cubierta con esta etiqueta y los documentos obligatorios que debe de llevar cada una de las tarimas

### 5.2.2 Etiquetado de las Tarimas

Este subproceso está ligado con el proceso de impresión de las etiquetas ya que si se logra eliminar el proceso de impresión de etiquetas, por ende se eliminaría pegar las etiquetas a las cajas de las tarimas. Como anteriormente se ha mencionado todas las cajas deben ir etiquetas, si alguna de las cajas se va sin identificar durante el proceso del producto no sucede nada, pero a nivel de calidad, se hará evidencia de un evento de calidad para que existe una manera correctiva y no vuelva a suceder.

El proceso de etiquetas las cajas, empieza revisando las etiquetas, que la información este correcta, como también comparar la información de la etiqueta impresa contra la que ya está adherida a la caja, cuando ya se hacen estos pasos se procede a adherir las etiquetas sobre las que ya están pegadas que son las etiquetas de empaque, la de exportación debe cubrir la etiqueta de empaque por completo, esta tarea se hace por procedimientos recurrentes que no se han evaluado, según las necesidades del negocio.

Las etiquetas deben revisarse para identificar algún error presente, si es legible, incluso la cantidad de unidades. En este punto, hay probabilidad de error humano, ya que ellos deben hacer una matemática básica para saber la distribución de las unidades en cada una de las cajas, mientras que la etiqueta que viene de empaque es impresa desde el sistema de SAP, el cual ya identifica las unidades por cada caja y lote, con una casi nula probabilidad de error.

Con la eliminación de las etiquetas se estaría reduciendo el lead time de la misma forma que la tarea de impresión de etiquetas el proceso quedaría en 0. El proceso de etiquetado tarda 9,84 horas que en días se produce en 0,61 días. Etiquetar las cajas es una tarea detallada y con mucha concentración y observación para cumplir con los siguientes pasos:

- ❖ Revisión de las etiquetas (libres de errores, manchas y tachaduras).
- ❖ Contar el total de las etiquetas para verificar la cantidad de cajas que hay en la tarima.
- ❖ Pegar la etiqueta en la caja correcta.
- ❖ Se debe verificar doble para ver si todas las cajas están etiquetadas, (este proceso es difícil visualmente por el tema que las cajas tiene la etiqueta de empaque).

La eliminación de etiquetas tanto en impresión como en pegarlas, se reduciría el lead time un día por completo, ya que el consumo actual del lead time del proceso de exportación es de 1,13 días por ambas tareas.

Proceso	Muestreo en horas	Resultado en Días	Total Días
Impresión de etiquetas	8,32 horas	0,52	1,13
Etiquetado de tarimas	9,84 horas	0,61	

**Tabla 14: Duración del lead time actual del proceso de exportación física.**

Elaboración propia.

La tabla número 14 indica la cantidad de lead time que se estaría disminuyendo solo con la eliminación de la impresión y etiquetado de las tarimas.

### 5.2.3 Requerimientos para la eliminación de las etiquetas.

El proceso de impresión y etiquetado, está ligado a procedimientos, los cuales pueden ser modificados, según la necesidad de la empresa, en este caso algunos pasos por seguir para la eliminación de las etiquetas en las tarimas del producto terminado son los siguientes:

- Comunicar al centro de distribución la eliminación de la etiqueta de exportación, la nueva etiqueta contiene toda la información necesaria para la identificación del producto.
- Cambio de procedimiento y entrenamiento por parte de los interesados.
- Informar al departamento de empaque que ahora esa es la etiqueta oficial para la exportación del producto.

Por ser un proceso que no afecta la calidad del producto no necesita aprobación de parte de corporación, este proceso está ligado a procedimientos internos de la compañía.

### 5.2.4 Análisis Económico de la Eliminación de las Etiquetas.

Con el análisis de la eliminación de impresión y etiquetado de las tarimas, se lograría el objetivo principal que consiste en reducir más de un día el lead time para que la producción del martes se pueda incluir en los envíos de la naviera. Por consecuente, el impacto que esto generaría se detalla en la siguiente tabla.

	Lead time (Días)	Cantidad de aéreos	Costo de envío aéreo (Dólares \$)	Total semanal	Total Anuales
<b>Actual</b>	2.51	16	\$950	\$15200	\$790400
<b>Propuesta</b>	1,13	9	\$950	\$8550	\$444600
<b>Ahorro</b>	<b>1,38 día</b>	<b>7 tarimas aéreas</b>		<b>\$6650</b>	<b>\$345800</b>

**Tabla 15: Lead time actual y propuesta contra los costos de envíos aéreos.**

Elaboración propia

La tabla número 15 detalla la utilización de los aéreos en el lead time actual que es de 16 tarimas aéreas por semana, ya que no logra enviarse el producto producido entre martes y miércoles, esto incurre a la utilización de los aéreos que semanalmente refleja un costo de \$ 15 200 dólares.

Con la eliminación del proceso de exportación física y su subprocesos que abarca la impresión de etiquetas, y etiquetado de las cajas, la reducción serían de más de un día del lead time actual, que reflejaría un aumento en la utilización de los contenedores marítimos, con producto que se produce martes y miércoles sin necesidad de incurrir en los 16 aéreos semanales, esto bajaría en la utilización únicamente de 9 aéreos por semana que refleja un gasto de \$8 550 dólares con un ahorro semanal de \$6 650 que el ahorro anual reflejaría \$345 800 con la reducción del lead time a 1,13 días del proceso de exportación.

Otro impacto económico sería en el ahorro de los rollos que se utilizan para la impresión de las etiquetas, las mismas son impresas desde SAP, en una impresora de Zebra<sup>8</sup>, las etiquetas utilizadas son blancas y un rollo de cinta negra de impresión.

Este rollo se cambia cada dos días, quiere decir que se utilizan 3 rollos semanales.

Tipo de rollo	Consumo Semanal	Consumo Anual	Valor Unitario (\$)	Total
<b>Rollos de etiquetas blancas</b>	3	156	16,32	\$2 545,92
<b>Rollos de cinta de impresión</b>	4	208	10,31	\$2 144,48
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>364</b>	<b>26,63</b>	<b>\$4 690,4</b>

***Tabla 16: Consumo y precios de las etiquetas del proceso de exportación.***

Elaboración propia

Al implementar este proceso se eliminaría el consumo total de los rollos para la impresión de etiquetas, en la tabla número 16, se detalla que se utilizan dos tipos de rollos, el primero se consumen 156 unidades anuales con un valor de \$16,32 dólares por unidad, el cual representa un gasto total de \$2 545,92 por año.

<sup>8</sup> Impresora con capacidad de impresión de códigos de barras.

El segundo rollo que se utiliza es el de cinta de impresión que el consumo anual es de 208 unidades por año donde el valor unitario es de \$10,31 dólares que al año se convierten en un gasto de \$2 144,48.

Los gastos del consumo de los dos rollos que se utilizan en la impresión de las etiquetas representan un ahorro de \$4 690,4 anuales, los cuales se dejarían de consumir con la eliminación de la impresión de las etiquetas.

### **5.3 Reducción de Transporte de Tarimas del Área de Empaque hacia el Área de Bodega.**

La toma de tiempos en este proceso refleja un promedio de trasladar las tarimas de 11,29 minutos por tarima, que reflejado en días es de 0,69 días. Este es un proceso de alto impacto físico, ya que, el personal de bodega debe caminar alrededor 175 m en ambos sentidos, uno con la carretilla individual y de regreso al área de bodega con la tarima, que el peso puede oscilar entre los 140 kilos a 200 kilos, por lo tanto el esfuerzo físico que se hace en el transporte es considerable.

La implementación de mejora que quiere adquirirse en este proceso es el siguiente:

- La compra o alquiler de una maquinaria tipo “trecito”, para poder trasladar más de dos tarimas en un mismo tiempo, sin necesidad del esfuerzo físico de una persona.



### Ilustración 17: Foto de tomada de internet.

FUENTE: *Galeon.carretilla hidráulica (s.f.)*. Recuperado a las 11:22 a.m. el 19 de febrero del 2017 en <https://www.logismarket.cl/licman/remolcador-electrico/3669237957-1441890855-p.html>

Este tipo de remolcador funciona por medio de electricidad, y tiene la capacidad de transportar 10 000 libras en cada traslado. La idea del remolcador es que tenga, al menos, 5 dispositivos que se adhieren al remolcador el cual se engancha uno tras otro, se montan las tarimas, y el responsable del manejo del remolcador traslada las 5 tarimas en un mismo tiempo.

Algunos de los beneficios del remolcador es que, es de fácil manejo para cualquier tipo de persona, ya que se maneja de forma que solo se debe de utilizar el gas para que camine, la carga es mediante electricidad, entonces se conecta a un toma corriente común sin ninguna cualidad específica. No es peligroso por el exceso de velocidad ya que no excede los 20 kilómetros por hora, y será utilizado en un pasillo de poco tránsito y en línea recta, el cual será más fácil de transportar y de manipular.

El objetivo del remolcador es:

- Disminuir los tiempos de recolección de las tarimas listas para exportar (lead time).
- Reducir el esfuerzo físico de los encargados de bodega.
- Coordinar la recolección de las tarimas mediante varios viajes cuando ya todos los espacios del remolcador estén llenos con las tarimas correspondientes.

Si en promedio se trasladan 59 tarimas al día, al poder transportarlas en grupos de 5, se estarían manipulando el remolcador en 12 ocasiones durante las 16 horas diarias de ambos turnos, y no trasladarse 59 veces en promedio al día como actualmente se hace. Actualmente, la duración del traslado de solo una tarima es de 11,29 minutos.

Duración con el remolcador:

11,29 minutos x 11,8 veces al día con el remolcador =133,22 minutos de recolección por las 59 tarimas.

133,22 minutos / 60 minutos= 2,25 horas.

2,22 horas x 1 hora / 16 horas= 0,14 días.

Esto quiere decir que el lead time actual del transporte de las tarimas hacia el aérea de bodega es de 0,69 días, pero se estaría disminuyendo a solo 0,14 días de duración de la recolección de las tarimas en grupos de 5 con el remolcador.

En la siguiente tabla se detalla las mejoras que esto implica.

<b>Recolección de tarimas</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Días</b>	<b>Horas</b>	<b>Cantidad de recolección de tarimas</b>	<b>Promedio de tarimas</b>
<b>Actual</b>	0,69	11,29	59	59 tarimas
<b>Propuesta con el remolcador</b>	0,14	2,25	12	59 tarimas
<b>Ahorro del uso del remolcador</b>	0,55	9,04		

**Tabla 17 Comparación de la recolección de tarimas con la nueva propuesta.**

Elaboración propia

La implementación del remolcador generaría un nuevo lead time de 0,14 días en el proceso de exportación de las tarimas, el cual ayuda a generar un ahorro más significativo en conjunto con los subproceso de impresión y etiquetado de las tarimas.

### 5.3.1 Requerimientos para la implementación del remolcador.

Para la implementación de este equipo se debe de trabajar en conjunto con el departamento de seguridad, esto para brindar un ambiente seguro tanto para los usuarios del remolcador como para los demás empleados. Deben tomarse las siguientes consideraciones:

- Los 175 metros, los cuales se utilizan actualmente para el traslado en carretilla hidráulica son los mismos pasillos que han de utilizarse para el manejo y transporte del remolcador.
- Los pasillos son amplios, tienen 5 metros de ancho, lo cual puede utilizar la mitad para el transporte de las tarimas en el remolcador.
- El departamento de seguridad recomienda la utilización de cintas reflectivas, para indicar la zona de traslado, como indicadores que existe maquinaria pesada trabajando, para la precaución de los empleados.
- El uso de un silbato o un instrumento sonoro, será indispensable para la utilización del remolcador, cuando el mismo está en uso durante el traslado de las tarimas.
- El remolcador es un instrumento de fácil manejo, por lo tanto, no necesita permisos, ni licencias especiales para conducirlo, pero cabe destacar que los empleados del área de embarque cuentan con licencias para manejo de montacargas.
- El proveedor se compromete que con la adquisición del remolcador se procede a un entrenamiento previo, del uso y características para que el personal se sienta confiado de la utilización del remolcador.
- El proceso de cambios de procedimientos es de manera local, ya que son procesos internos, que no comprometen los procesos corporativos.

El proceso de plan de implementación es rápido y sin mayor complejidad para la compañía.

### 5.3.2 Análisis económico del remolcador

El remolcador eléctrico, es distribuido por un proveedor local, el cual se encargaría de todo el mantenimiento que este requiere, como lo son, las visitas del mantenimiento mensual, y cambio del equipo, si el que se adquiere se daña y se debe trasladar al taller, esto para no impactar la operación de la recolección de las tarimas.

El costo del alquiler de este remolcador es de \$550 dólares por mes, con las garantías anteriormente mencionadas, existe la posibilidad de compra por un valor aproximado de \$17 000. Se presenta la opción del alquiler de la maquinaria, ya que por ser una compañía trasnacional depende de presupuestos corporativos, que año a año son evaluados, según la necesidad del negocio y, por lo tanto, aprobar este tipo de compras con base en las garantías ofrecidas, ya que con la disminución del lead time, se reducen los aéreos, hay más tarimas enviadas vía marítimo y, por lo tanto, menos back orders.

Los siguientes son los datos económicos del remolcador:

- Única inversión: \$17 000.
- Alquiler mensual: \$ 550.
- Alquiler anual: \$6600

La inversión del remolcador es de \$17 000 dólares, que puede tenerse en el presupuesto del próximo año, evaluado la opción de la reducción del lead time para el proceso de exportación

Inversión de aéreos / Remolcador			
LEAD TIME	Aéreos Semanal	Aéreos Anuales	Remolcador
ACTUAL	\$1 5200	\$790400	\$17000

**Tabla 18: Inversión del remolcador.**

Elaboración propia

La inversión que se está haciendo con respecto a la utilización de los aéreos es de \$15 200 dólares semanales, lo cual quiere decir que hacer la inversión del remolcador es prácticamente casi igual a un mes de envío de 16 tarimas, con respecto al lead time actual.

La meta que se proyecta al año es de 400 tarimas aéreas, las mismas se presupuestan a inicio del año y no afectar el presupuesto anual, pero en promedio al año se están enviando 832 tarimas aéreas lo que implica un incremento del 108% sobre la meta anual. Con la reducción del lead time se lograría estar más cerca de la meta con un envío de 468 tarimas aéreas anuales con una disminución del 48%

### 5.5 Análisis de las Conclusiones con el Proceso de Mejora.

La disminución del lead time actual de 2,5 días, en el proceso de exportación de tarimas de producto terminado es el principal objetivo, ya que si se logra disminuir este lead time, se exportaría el producto que sale de producción los días martes y miércoles vía marítimo y por ende la reducción de los aéreos y la llegada de más producto al centro de distribución sin la necesidad de incurrir a la vía aérea.

El proceso con las mejoras implementadas quedaría reflejando el siguiente lead time:

Proceso	Muestreo en horas	Resultado en Días	Total Días	Reducción del tiempo(días)
Recolección de tarimas	11,10 horas	0,69	0,69	0,14
Impresión de etiquetas	8,32 horas	0,52	1,13	0
Etiquetado de tarimas	9,84 horas	0,61		0
Tiempo de exportación en SAP	0	0,68	0,68	0,68
<b>TOTAL</b>			<b>2,50</b>	<b>0,82</b>

**Tabla 19: Propuesta de reducción del lead time del proceso de exportación.**

Elaboración propia

Con la tabla número 19 se llegan a las siguientes conclusiones:

- Con la eliminación de los subprocesos de impresión y etiquetado de etiquetas que están dentro del proceso de exportación física, se llega a la reducción por completo del lead time de estos subprocesos, esto quiere decir que se estaría pasando de tener un lead time de 1,13 días a 0 días, ya que el proceso se elimina por completo.

- El proceso de recolección de tarimas pasaría de un esfuerzo físico y transportar sólo una tarima a la vez, a poder trasladar 5 tarimas en un solo viaje y conduciendo un remolcador que hace todo el esfuerzo físico y la persona solamente se encarga de dirigirlo por medio del gas y cargado con electricidad.

- La reducción del lead time del transporte de tarimas estaría disminuyendo de 0,69 días a 0,14 días, con el consolidado de las tarimas de 5 en 5 por medio del remolcador.

- Con las mejoras presentes para la reducción del lead time, pasaría de 2,5 días a 0,82 días.

- Con un lead time de 0,82 días se estaría logrando embarcar el producto que sale de producción los días martes y miércoles por la mañana, para mayor optimización de los contenedores vía marítimos.

- Al tener mayor producto embarcado en contenedores la utilización de aéreos es menor, por ende se pasaría de 832 aéreos a 520 aéreos anuales.

- El costo anual del transporte de tarimas aéreas pasaría de \$790 400 dólares a \$494 000 dólares, con un ahorro de \$296 400 anuales.

De las anteriores conclusiones se determina que adicional del lead time reducido en 0,82 días del proceso total de exportación, con una mayor utilización de embarque marítimos y disminución de aéreos el problema de los back orders se logra, no estar dentro de la semana de los back orders y tener el producto listo en los centros de distribución para el cliente.

### 5.3 Análisis Económico del Proceso de Mejora

El proceso de reducción del lead time ayuda a la reducción de aéreos y por ende disminución de gastos para la compañía, la reducción del lead time se refleja de la siguiente manera:

Reducción de tiempos			Reducción de aéreos					
Proceso	Total Días	Reducción del tiempo(días)	Detalle	Lead time (Días)	Aéreos semanales	Costo de envío aéreo (Dólares \$)	Total semanal	Total Anuales
Recolección de tarimas	0,69	0,14	Actual	2.50	16	\$950	\$15200	\$790400
Impresión de etiquetas	1,13	0	Propuesta	0,82	9	\$950	\$8550	\$444600
Etiquetado de tarimas		0	Ahorro	<b>1,68 días</b>	<b>7 tarimas aéreas</b>		<b>\$6650</b>	<b>\$345800</b>
Tiempo de exportación en SAP	0,68	0,68						
<b>TOTAL</b>	<b>2,5</b>	<b>0,82</b>						

**Tabla 20: Reducción del lead time y análisis económico**

Elaboración propia

El lead time pasaría de 2,5 días a durar únicamente 0,82 días, el cual generaría la inclusión de la salida de producción de empaque del martes y miércoles en la mañana en los contenedores y, por tanto la disminución de los aéreos que pasaría de enviar 16 tarimas semanales a 9 tarimas, lo que implica un ahorro en aéreos de 345 800 dólares anuales.

También debe tomarse en cuenta la eliminación de las etiquetas que al no necesitarlas se estaría ahorrando \$4 690,4 dólares anuales.

### 5.4 Plan de Implementación

El presente proyecto se trabaja mediante una propuesta de mejora para el proceso de exportación en la duración del lead time, pero por el corto tiempo en el cual se trabaja, se definirá un plan de implementación, para que la empresa tenga una secuencia del proceso y sus fases para lograr la reducción del lead time, también como el seguimiento y la evaluación de la propuesta de mejora y poder tener los resultados exitosos que se reflejan en el proyecto.

## Cronograma de implementación del proyecto

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13
<b>Exportación Física</b>													
Reunión con el centro de distribución													
Cambio de procedimiento de etiquetas													
Comunicado oficial de la eliminación de etiquetas													
Envío de las primeras tarimas sin etiqueta de exportación													
Evaluación del centro de distribución													
<b>Transporte de tarimas</b>													
Cambio de procedimiento recolección de tarimas													
Demarcar con rótulos áreas del remolcador													
Cotización y compra del remolcador													
Entrega del remolcador													
Entrenamiento del uso del remolcador													
Inicio de operaciones del remolcador													
Evaluación de la utilización del remolcador													

**Tabla 21: Cronograma de implementación del proyecto /** Elaboración propia.

La tabla número 21 refleja la secuencia de la implementación del proyecto de mejora en el área de embarque para el proceso de exportación de producto final. Primero, se trabajará en el proceso de exportación física y sus subprocesos, eliminación por completa de las etiquetas, luego en el nuevo método del transporte de tarimas mediante el remolcador.

1. Exportación física:

✓ Semana 1: Reunión con los involucrados en el centro de distribución para comunicar que la nueva etiqueta será la que coloca el departamento de empaque. Se les comunicará todos los beneficios que esto implica en el manejo de aéreos y back orders de la compañía.

✓ Semana 2: Se debe hacer cambios a los procedimientos internos de la empresa, en todos aquellos que involucren el proceso de exportación, para así indicar la eliminación de la impresión y etiquetado de las tarimas.

✓ Semana 3: Después del cambio de los procedimientos, el comunicado oficial a todos los involucrados es importante, primeramente para que el cambio sea efectivo tanto en procedimiento como en el proceso físico de exportación.

✓ Semana 4: Se procede con el envío de las primeras tarimas sin etiquetas.

✓ Semanas 5, 6, 7: Se procede a esperar que las primeras tarimas que se enviaron sin etiquetas, lleguen al centro de distribución para evidenciar los beneficios de esta implementación.

2. Transporte de tarimas:

✓ Semana 7: Se empieza con el cambio de procedimiento que involucra la recolección de las tarimas.

✓ Semana 8: Demarcación y rotulación de áreas para la circulación del remolcador.

✓ Semana 8 y 9: Cotización y compra del remolcador.

✓ Semana 10: Entrega del remolcador por parte del proveedor.

✓ Semana 11: Entrenamiento del uso del remolcador.

✓ Semana 12: Se empieza la utilización del remolcador, y poder transportar 5 tarimas en un solo viaje.

✓ Semana 13: Evaluación del funcionamiento y resultado del uso del remolcador.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 Conclusiones

1. Se midió el proceso de exportación el cual evidenció las tareas que consumen mayor tiempo. Mediante el estudio del diagrama de Pareto se determinó que: el proceso de exportación física consume 1,12 días, mientras que el transporte de tarimas consume 0,70 días, y el proceso de exportación en SAP consume un 0,68 días del lead time actual que en total es de 2,5 días.

2. El análisis que representa evaluar cada una de las tareas, se detalla que con el lead time actual, el promedio de aéreos semanales es de 16 tarimas, que en costo refleja un gasto de \$15 200 dólares, lo que reflejaría al año un total de \$790 400 dólares, esto es consecuencia de no poder embarcar las tarimas que salen de empaque los días martes y miércoles de cada semana.

3. Con la eliminación de las etiquetas y la recolección de las tarimas con el remolcador el lead time pasaría de 2,5 días a 0,82 días, con el nuevo lead time se lograría enviar el producto del martes y el miércoles por la mañana, disminuyendo los aéreos.

4. Con el nuevo lead time de 0,82 días, se pasaría de 16 tarimas aéreas a enviar 9 tarimas aéreas semanalmente, pasando de 832 aéreos a 468 aéreos anualmente, con una reducción al año del 48% del envío de tarima aéreas.

5. Al pasar a enviar 468 tarimas aéreas anuales el costo sería de \$444 600 dólares, ahorrando \$345 800 dólares.

6. Controlar que el proceso del lead time propuesto mediante métricas que reflejan el nuevo lead time es uno de los métodos de control para seguir obteniendo los resultados. Auditorías internas en el proceso de exportación para verificar la efectividad de las mejoras ayudará con el control de las propuestas de mejora presentadas en este proyecto.

## 6.2 Recomendaciones

1. El proceso de exportación en SAP depende del departamento de calidad, este proceso se puede mejorar mediante una revisión previa a la recolección de la tarima en el departamento de empaque y por ende no agregar tiempo una vez que la tarima es recolectada por bodega.

2. El área de bodega, no debe de ser un espacio de almacenamiento, debe de ser un área de tarimas de tránsito constante, que quiere decir esto, que las tarimas una vez que son trasladadas a el área de embarque, preparar de la forma más rápido y cargarla en el contenedor en un mismo día, esto ayuda con la disminución aún más el lead time, tránsito constante de inventario y menor impacto de back orders.

3. Los contenedores, son cargados con una totalidad de 21 tarimas, pero depende de la forma que se colocan las tarimas pueden ingresar hasta 24 tarimas en total, 3 tarimas más por contenedor, con solo cambiar la forma de cargarlos y por ende más ahorro y mayor tránsito del inventario.

4. Se recomienda una guía de instrucciones de todo el proceso de exportación para que personas ajenas al departamento o nuevos empleados, tengan mayor acceso y facilidad de aprender el proceso completo con mayor rapidez.

5. Tener la herramienta de gemba walk una vez a la semana se podrán identificar aquellas tarimas que por error de calidad pueden quedarse más de 2,5 días, esperando la liberación de parte de ellos y poder ser más efectivo en el proceso de exportación en sistema.

6. En las reuniones semanales de la revisión de métricas, evaluar el nuevo proceso y proyectar nuevas mejoras, mediante la mejora continua.

## BIBLIOGRAFÍA

Acuña, J. (2003). *Ingeniería de Confiabilidad*. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Costa Rica

Alteco Consultores. (España) (s.f.) Recuperado a las 6:23 p.m. el 12 de marzo del 2017 en <https://www.aiteco.com/diagrama-de-pareto/>

Boston Scientific. (s.f.). Reseña histórica. Recuperado a las 7:30 p.m. el 8 de octubre del 2016 en <http://www.bostonscientific.com/en-US/careers/locations/locations-careers-americas/heredia-costa-rica-location.html>

Caletec. (2010). 6 Sigma, Lean y Kaizen. Recuperado a las 3:28 p.m. el 10 de octubre del 2016 en <http://www.caletec.com/blog/6sigma/metodologia-dmaic-six-sigma/>

Cairó, O. (2006). *Fundamentos de Programación*. Editorial Mexicana Cámara Nacional de la Industria. México.

Escuela de la organización industrial (s.f.). Recuperado a las 6:25 p.m. el 1o. de octubre del 2016 en <http://www.eoi.es/blogs/mariavictoriaflores/definicion-de-mejora-continua/>

Equimodal Intermodal Equipment (s.f.). Recuperado a las 11:32 a.m. el 30 de enero del 2017 en <http://www.equimodal.com/contenedores>

Freivalds, A. y Niebel, B. (2014) *Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Editorial Mc Graw Hill (13<sup>a</sup>. ed.). México.

Freivalds, A. y Niebel, B. (2009). *Ingeniería Industrial de Niebel Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Editorial Mc Graw Hill (12<sup>a</sup>. ed.). México.

Galeón. carretilla hidráulica (s.f.). Recuperado a las 10:44 a.m. el 18 de enero del 2017 en <http://djventashidraulica.galeon.com/>

Gutiérrez, P. (2010). *Control Total y Productividad*. Editorial Mc Graw Hill (3<sup>a</sup>. ed.). México.

Gutiérrez, P. y de la Vara, R. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. Editorial Mc Graw Hill I (3.<sup>a</sup> ed.). México.

Galeón. carretilla hidráulica (s.f.). Recuperado a las 11:22 a.m. el 19 de febrero del 2017 en <https://www.logismarket.cl/licman/remolcador-electrico/3669237957-1441890855-p.html>

Kannawaty, G. (1995) *Introducción al Estudio de Trabajo*. Editorial Ofician Internacional del Trabajo (Cuarta edición). Ginebra Suiza.

Medwave. Estadística descriptiva (sf). *Optimización de procesos*. Recuperado a las 8:10 p.m. el 8 de octubre del 2016 en <http://www.medwave.cl/link.cgi/Medwave/Series/GES03-A/5062>

Render, B., Stair, R., y Hanna, M. (2012) *Métodos Cuantitativos para los Negocios*. Editorial Mexicana (11.ª ed.). México.

Salazar, B. *Ingeniería industrial on line* (2016). Recuperado a las 6:23 p.m. el 12 de febrero del 2017 en <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

## **APÉNDICE(S)**



Fotografía de producto final de Boston Scientific tomada desde la bodega de embarque



Foto de etiqueta de exportación de Boston Scientific tomada en el área de embarque

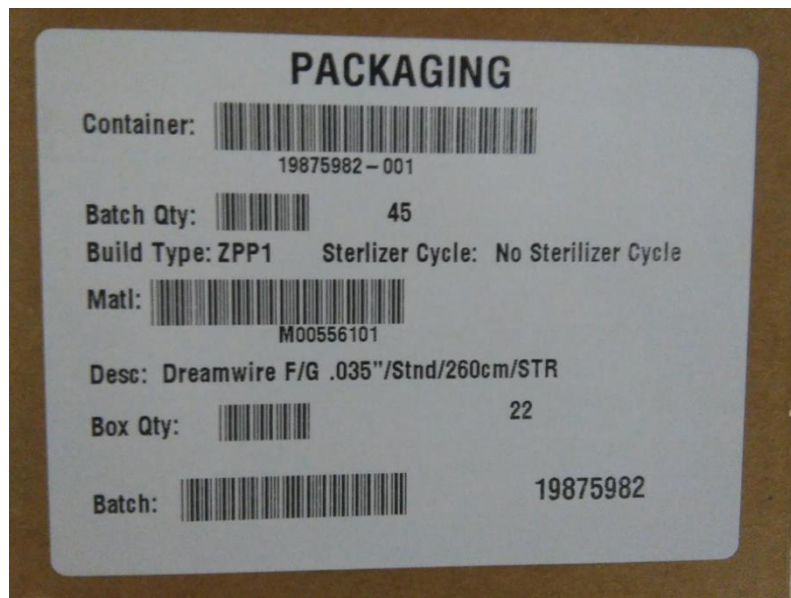


Foto de etiqueta de empaque de Boston Scientific tomada en el área de embarque