

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

"Incremento del porcentaje de camiones cargados en una bodega  
de producto terminado de una compañía cervecera"

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:  
**Ingeniero Industrial**

Presentado por:  
Luis Alberto Morán Abad

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2019

# AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi familia y compañeros que estuvieron presentes durante todo el transcurso de mi preparación como profesional.

A mis profesores que además de compartir sus conocimientos, nos compartían sus experiencias y consejos.

A mi gran amigo Diego que siempre me ha brindado su apoyo.

Luis Moran.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Luis Alberto Morán Abad doy mi consentimiento para que la ESPOL, realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Luis Alberto

Moran Abad

Autor

## EVALUADORES

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Sofia Anabel Lopez I.', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat illegible due to overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Sofia Anabel López I., M.Sc.

PROFESORA DE LA MATERIA Y TUTORA

## RESUMEN

En el presente proyecto tiene como finalidad presentar los factores que intervienen en la salida tardía de camiones que son cargados en una bodega de producto terminado de una compañía cervecera ubicada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. En este estudio se abordará los principales componentes del tiempo de ciclo o tiempo de atención de un camión, buscando establecer cuáles tienen el mayor impacto sobre el tiempo total de atención que impide tener un proceso de atención de camiones bajo control.

Para esto se utilizaron varias herramientas de la metodología DMAIC con el fin de resolver el problema con herramientas que faciliten una mejor comprensión de la situación actual, en la primera etapa definición se identificó al tiempo de atención de camiones como la variable crítica del proceso, esta metodología permitió establecer controles sobre las causas raíces que generan los elevados tiempos de atención de camiones.

En la siguiente etapa se realizó mediciones de las variables de interés para luego realizar una estratificación por componentes del tiempo de ciclo, logrando de esta manera tener un problema enfocado que presente una menor complejidad y que se encuentre relacionado con el problema que se requiere resolver.

Además, se analizaron las posibles causas que podrían ser las responsables del elevado tiempo de preparación de pedidos, se determinaron qué causas eran potenciales y cuáles no lo eran para poder generar planes de acción y atacar las causas raíces que no permitían disminuir los tiempos de preparación de los pedidos.

Los planes de acción y los controles se detallan más adelante, así como un cronograma de implementación de los controles o uso de herramientas que disminuirán los tiempos de preparación, buscando estandarizar las buenas prácticas y tener un proceso de preparación de pedidos bajo control.

**Palabras Clave:** DMAIC, Estratificación, tiempo de ciclo, tiempo de preparación.

## **ABSTRACT**

*The purpose of this project is to present the factors involved in the late departure of trucks that are loaded in a finished product warehouse of a beer company located in the city of Guayaquil, Ecuador. In this study the main components of the cycle time or attention time of a truck will be addressed, seeking to establish which have the greatest impact on the total attention time that prevents having a truck care process under control.*

*For this, several tools of the DMAIC methodology were used in order to solve the problem with tools that facilitate a better understanding of the current situation, in the first stage definition the truck attention time was identified as the critical process variable, this methodology allowed to establish controls on the root causes that generate the high attention times of trucks.*

*In the next stage, measurements of the variables of interest were made and then stratified by cycle time components, thus achieving a focused problem that presents less complexity and is related to the problem that needs to be solved.*

*In addition, the possible causes that could be responsible for the high order preparation time were analyzed, it was determined which causes were potential and which were not to be able to generate action plans and attack the root causes that did not allow to reduce preparation times of the orders.*

*The action plans and controls are detailed below, as well as a schedule for the implementation of controls or use of tools that will reduce preparation times, seeking to standardize good practices and have an order preparation process under control.*

*Keywords: DMAIC, Stratification, cycle time, preparation time*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	V
SIMBOLOGÍA .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema.....	2
1.1.1 Antecedentes.....	2
1.1.2 Restricciones .....	2
1.1.3 Alcance.....	2
1.2 Justificación del problema .....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4 Marco teórico .....	5
1.4.1 DMAIC.....	5
1.4.2 Layout.....	7
1.4.3 Picking.....	7
1.4.4 Sistema de almacenamiento en bloque o volumétrico .....	7
CAPÍTULO 2.....	8
2. Metodología .....	8

2.1	Definición .....	8
2.1.1	Situación actual .....	8
2.1.2	Definición del problema .....	11
2.2	Medición .....	12
2.2.1	Mapeo de proceso .....	12
2.2.2	Plan de recolección para datos.....	13
2.2.3	Estratificación del problema.....	15
2.2.4	Confiabilidad de datos .....	16
2.2.5	Análisis de capacidad .....	17
2.2.6	Definición problema enfocado .....	20
2.3	Análisis .....	20
2.3.1	Análisis causas.....	20
2.3.2	Identificación causas raíces.....	23
2.4	Mejora.....	25
2.4.1	Propuestas de mejora.....	25
2.5	Control .....	29
2.5.1	Plan de control.....	30
CAPÍTULO 3.....		31
3.	Resultados.....	31
3.1	Ahorros y beneficios esperados del proyecto. ....	40
CAPÍTULO 4.....		43
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	43
4.1	Conclusiones .....	43
4.2	Recomendaciones .....	44
BIBLIOGRAFÍA.....		45
APÉNDICES .....		46



## **ABREVIATURAS**

LTI	Lost time Injurie
BPT	Bodega de producto terminado
T2P	Touch To Picking
WQI	Warehouse Quality Index
TAT	Tiempo de Atención
VSM	Value Stream Mapping
DMAIC	Definir – Medir – Analizar – Implementar – Controlar
SIPOC	Supplier – Inputs – Process – Outputs – Customer
VOC	Voice of Customer
CTQ	Critical to Quality

## **SIMBOLOGÍA**

Min	Minuto
%	Porcentaje

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 VOC .....	10
Figura 2.2 Equipo de trabajo .....	10
Figura 2.3 Porcentaje de camiones cargados antes de la 5:30 .....	11
Figura 2.4 Componentes principales del tiempo de atención .....	15
Figura 2.5 Test de normalidad de los tiempos de preparación .....	18
Figura 2.6 Análisis de capacidad de proceso .....	19
Figura 2.7 Diagrama causa - efecto .....	21
Figura 2.8 Matriz Impacto- Control .....	23
Figura 2.9 Equipo durante lluvia de idea .....	25
Figura 2.10 Matriz Impacto-Esfuerzo .....	27
Figura 2.11 Resultado matriz impacto esfuerzo.....	29
Figura 3.1 Dashboard de productividad.....	31
Figura 3.2 Evidencia del reporte de productividad.....	32
Figura 3.3 Alternativa 1 .....	35
Figura 3.4 Alternativa 2 .....	36
Figura 3.5 Esquema familia de producto.....	36
Figura 3.6 Alternativa 3 .....	37
Figura 3.7 Herramienta para visualizar la demanda de pallets diarios.....	38
Figura 3.8 Procedimiento de armado .....	39
Figura 3.9 Lección de un punto Preparación de pedidos.....	40
Figura 3.10 Beneficios estimados con mejora de productividad .....	41
Figura 3.11 Cotización proyecto ampliación de garita .....	41
Figura 3.12 Mejora en el tiempo de preparación .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Sipoc del proceso de Atención de camiones .....	9
Tabla 2.2 3W + 2H .....	12
Tabla 2.3 Plan de recolección de datos.....	13
Tabla 2.4 Tamaño de muestra .....	14
Tabla 2.5 Resultados prueba de hipótesis tiempo de atención.....	16
Tabla 2.6 Resultados prueba de hipótesis valor p individual .....	17
Tabla 2.7 Muestra de los tiempos de preparación de pedidos (Min).....	17
Tabla 2.8 Matriz de Ponderación.....	21
Tabla 2.9 Resultados de la calificación de causas .....	22
Tabla 2.10 Análisis de causa raíz.....	24
Tabla 2.11 Propuestas de mejora .....	26
Tabla 2.12 Matriz de calificación .....	27
Tabla 2.13 Matriz de ponderación para el esfuerzo.....	28
Tabla 2.14 Matriz de ponderación para el impacto .....	28
Tabla 2.15 Plan de control .....	30
Tabla 3.1 Clasificación ABC.....	33
Tabla 3.2 Resultados finales .....	42

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

La bodega de producto terminado de la compañía cervecera ha incrementado no solo la variedad de productos que se almacenan si no también el número de sus clientes, esto ha incrementado su demanda y ha causado gran impacto en los procesos de sus principales operaciones como lo son: la recepción de producto terminado, el almacenamiento, y la expedición, siendo este último el más crítico debido al nivel de servicio que clientes internos y externos perciben de la bodega.

El proceso de expedición es medido o controlado con un indicador, el tiempo de atención de un camión, con este indicador se busca controlar que los tiempos de atención de camiones se encuentren por debajo del tiempo establecido como meta, el tiempo de atención de un camión comprende la suma de los tiempos de: Preparación/Picking, verificación, y carga. Este indicador actualmente tiene un desempeño promedio mensual de 70%.

El enfoque del proyecto es aumentar la cantidad de camiones atendidos, esto se encuentra sujeto implícitamente a disminuir el tiempo de atención de un camión y los tiempos que se encuentran involucrados, siendo el tiempo de preparación el que presenta mayores oportunidades.

Este proyecto utiliza las herramientas de la metodología DMAIC, esta metodología consta de 5 etapas y en cada etapa se busca establecer y cumplir ciertos objetivos locales que apuntan al objetivo general del proyecto. Al final lo que busca la metodología es el mejoramiento continuo de variables a través de controles y planes de acción que todo el equipo debe monitorear y hacer cumplir para tener un proceso estable que cumpla con los requerimientos de los clientes dentro de la cadena logística.

## **1.1 Descripción del problema**

### **1.1.1 Antecedentes**

La bodega de producto terminado se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil, atiende un promedio de 81 rutas que salen a realizar la entrega a los distintos clientes. La bodega opera en tres turnos y cada turno posee tareas específicas del turno, cada uno dura ocho horas, el turno nocturno es el encargado de la atención de camiones que realizaran las entregas a toda la red de clientes durante el día. La bodega cuenta con una capacidad para almacenar producto terminado aproximadamente 15 mil pallets, los mismo que se almacenan volumétricamente, y el paletizado varía de acuerdo con cada referencia.

### **1.1.2 Restricciones**

Las principales restricciones para el proyecto son el número de bahías de carga, a esto se le suma temas de layout como problemas de iluminación en ciertos sectores y espacio limitado para ubicación de referencias. Adicional el turno nocturno tiene como responsabilidad la atención de camiones para reparto y aunque el turno es de ocho horas, todos los pedidos deben estar cargados antes de las cinco y media de la mañana.

### **1.1.3 Alcance**

Dentro del alcance del proyecto solo se considera el proceso de atención de camiones lo cual implica desde la preparación de los pedidos hasta finalizar con la carga de los pedidos preparados. No se considera el proceso de planificación de las rutas de entrega y creación de pedidos, tampoco el abastecimiento del área de picking que es responsabilidad del turno anterior.

## **1.2 Justificación del problema**

El tiempo de atención de camiones es similar al tiempo de atención en cualquier otro servicio ya sea el servicio de una peluquería, un restaurante, etc., en todos, el tiempo de atención a los clientes sean estas personas camiones, e incluso otros procesos es importante y se encuentra relacionado con costos y nivel de satisfacción por el servicio. En este proyecto es importante reconocer que el proceso de atención de camiones necesita de un estudio que nos permita comprender los procesos que intervienen y el impacto que tiene sobre otras áreas, para de esta manera lograr establecer acciones y controles que permitan alcanzar la sostenibilidad en la operación.

Al encontrarse relacionado de forma directa el tiempo de atención de un camión con el tiempo disponible para atender a todos los camiones se concluye que si se reduce el tiempo de atención de camiones se cargarán más camiones dentro del mismo tiempo disponible y se aumentarán el número de unidades que son cargadas antes de las cinco y media, mejorando así el nivel de servicio ya que las rutas saldrían más temprano por el menor congestionamiento y embotetamiento vehicular que se formaría, minimizando de esta manera las afectaciones frecuentes de rechazos, ventas perdidas, y otros costos logísticos asociados a la situación actual.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Aumentar el porcentaje de camiones cargados antes de las 5:30 am al menos un 13%, con herramientas de mejora continua que permita eliminar los desperdicios dentro del proceso.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Brindar soporte en la implementación de una herramienta para mejorar la productividad en la preparación de pedidos. (T2P).
- Implementar controles para evitar malos alistamientos y despachos.
- Realizar un mapeo de la cadena de valor, e identificar mejoras.
- Estandarización del proceso de picking con T2P.



## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 DMAIC

DMAIC es un proceso utilizado en la resolución de problemas en muchas organizaciones, consta de cinco etapas o pasos que ayudan a comprender mejor un problema específico, a recolectar información, y encontrar una solución que genere impactos positivos. Su principal objetivo es eliminar la variabilidad en cualquier tipo de proceso que este ocasionando algún tipo de defectos o desperdicios. Esta metodología puede aplicarse a una gran variedad de situaciones y su estructura puede variar de acuerdo a la problemática que se aborde.

DMAIC se basa en ciertos conceptos claves, además de ser una metodología empírica que se fundamenta en la experiencia y la observación en lugar de solo teorías o lógica. Los usuarios de esta metodología identifican su problema y elaboran soluciones basadas en la información del mundo real. Intentan cumplir objetivos medibles como reducción de costos, disminución de desperdicio de materia prima o el aumento de algún otro indicador. Además, utiliza métodos estadísticos para analizar y comparar datos y así medir su progreso.

**Definir:** contribuye para aclarar el problema que se está examinando, así como los objetivos del proyecto. La definición del problema debe ser clara y específica para poder abordar la situación con exactitud. Un problema definido ampliamente no es tan eficaz como un problema más específico. Los expertos utilizan herramientas como diagramas de flujo y entrevistas a los clientes y otros análisis que permitan plantear mejor el problema.

**Medir:** la fase de medición es de mucha ayuda para incorporar información importante para resolver el problema específico planteado en la fase anterior, ya que se puede establecer un estado inicial y un mejor punto de partida si agregamos mediciones de alguna variable de interés para el problema.

**Analizar:** esta etapa se soporta de las mediciones realizadas en la etapa anterior, aquí los expertos recolectan y analizan las mediciones para empezar a obtener conclusiones a cerca de las posibles causas del problema. Esta etapa requiere de muchas herramientas y diversas técnicas tales como histogramas, gráficos, mapas de procesos y su objetivo principal es encontrar que y porque existe variabilidad en el proceso.

**Mejora:** En esta etapa los expertos ejecutan sus planes para resolver la problemática. Las soluciones encontradas pueden tener muchas formas y casi siempre requiere de tecnología, modificaciones en el proceso y los métodos y un cronograma de un plan de ejecución de actividades. Durante esta etapa los expertos deben ser muy cuidadosos y así evitar errores que podrían provocar nuevos errores y fallas en vez de mejorar la situación actual. Los expertos suelen utilizar en esta etapa mucho de la ayuda de la simulación para validar la eficacia de sus soluciones.

**Control:** la etapa de control tiene algunos aspectos importantes. El primero es asegurar que la solución que ha sido seleccionada realmente funciona. Los expertos deben monitorear la solución y los resultados para poder evidenciar mejoras. Otro aspecto es analizar el impacto de la solución en otras áreas de la organización y el último aspecto es crear un plan de acción para evitar volver al inicio del problema.

Los conceptos anteriormente revisados fueron tomados del artículo: DMAIC (DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE AND CONTROL) publicado por el autor Dziak, Mark (2017).

#### **1.4.2 Layout**

El layout de un almacén es un proceso muy complejo y se aborda a partir de una serie de pasos que se interrelacionan. “Las metodologías que se emplean para tal efecto se enfocan en tres etapas fundamentales: determinar los requisitos de almacenamiento, diseñar el sistema de manipulación de materiales y diseñar el layout del almacén” (Crespo, 2020, pág. 2), otros autores van más allá abordando también el control y gestión de los almacenes.

#### **1.4.3 Picking**

“El picking es la recogida y combinación de cargas no unitarias que conforman el pedido de un cliente” (Torres, 2015, pág. 218). Otro concepto también utilizado es la línea de pedido que son los números diversos de artículos que forman el pedido.

El picking o preparación de pedido trata de conseguir:

- Una coordinación de estanterías, equipo de carga, métodos y tecnologías con el fin de obtener un aumento en la productividad.
- Minimizar los errores en las tareas, entregando la calidad que el cliente requiere.

#### **1.4.4 Sistema de almacenamiento en bloque o volumétrico**

Es el sistema de almacenamiento más frecuentemente utilizado y sucede cuando “las estibas con producto se colocan unas encima de otras sin estantería” (Mora, 2011, pág. 90). Por lo general se utilizan montacargas para una mejor productividad, su aplicación se encuentra desde cementeras, embotelladoras hasta en productos importados.

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

Este capítulo se analizará la metodología que ayudará a la resolución del problema; la metodología DMAIC consta de 5 etapas y en cada etapa profundizará más en el problema y sobre todo en las herramientas que cada etapa nos brinda. A continuación, se detallan las etapas mencionadas.

### 2.1 Definición

En esta etapa se define la situación actual, y se plantea la definición de la problemática además del equipo de trabajo involucrado en el proyecto.

#### 2.1.1 Situación actual

La bodega de producto terminado (BPT) atiende en sus instalaciones un promedio de aproximadamente 81 rutas diarias, las mismas que son atendidas solo durante el turno de 11 PM a 7 AM, actualmente no se está cumpliendo con el tiempo de atención de unidades lo cual atrasa a todo el proceso en cadena e impide que las unidades salgan temprano a realizar las entregas. Esto afecta al nivel de servicio no solo del cliente final sino de un cliente interno en donde las unidades deben realizar la verificación previa a su salida, proceso también conocido como check out, ya que se genera un embotellamiento de las unidades que deben salir a realizar las entregas.

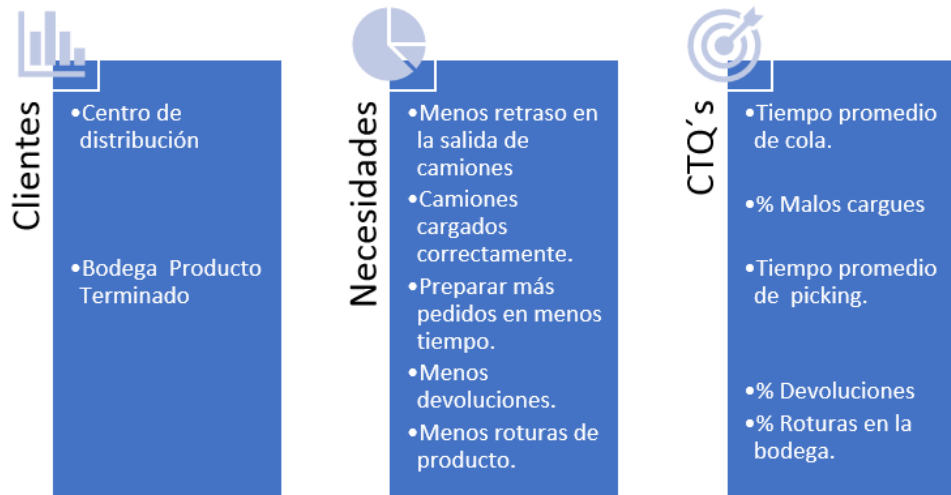
En la tabla 2.1 se muestra el SIPOC del proceso, esta es la primera herramienta que nos ayudará a comprender mejor el proceso, como se aprecia es de suma importancia identificar las entradas, subprocesos y salidas del proceso así como los responsables; se comienza con el proceso en general y se divide en subprocesos para entender el flujo, es importante identificar que para el proceso de atención de camiones los procesos que se encuentran definidos en el alcance del proyecto son los tres últimos: Preparación, verificación y carga.

**Tabla 2.1 Sipoc del proceso de Atención de camiones**

Proveedores	Entradas	Procesos	Salidas	Clientes
Planeación	Consolidación de pedidos	Planificación de rutas	Archivo de consolidación de pedidos	Bodega de producto terminado
Centro de distribución	Camiones con retorno de envase	Descarga de camiones	Camión limpio y vacío para cargar	Bodega de producto terminado
Producción	Paletas con producto terminado	Reabastecimiento de la bodega	Picking surtido	Zona de picking
Lideres	Hoja de alistamiento y cargada en la plataforma	Preparación de pedidos	Pedidos preparados	Equipo de controladores
Equipo de controladores	Alistamientos completados	Verificación de pedidos	Pallets armados correctamente	Camiones asignados
Equipo de controladores	Hoja de cargue	Carga de camión	Camiones cargados	Centro de distribución

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

Con el contexto del proceso detallado anteriormente, lo siguiente es entender mejor las necesidades de la organización y la preocupación del personal de BPT para esto se utilizó otra herramienta de la metodología en este caso se realizó un VOC, el cual permitió entender mejor la problemática y establecer parámetros de medición asociadas a las necesidades. El mismo que se muestra a en la figura 2.1:

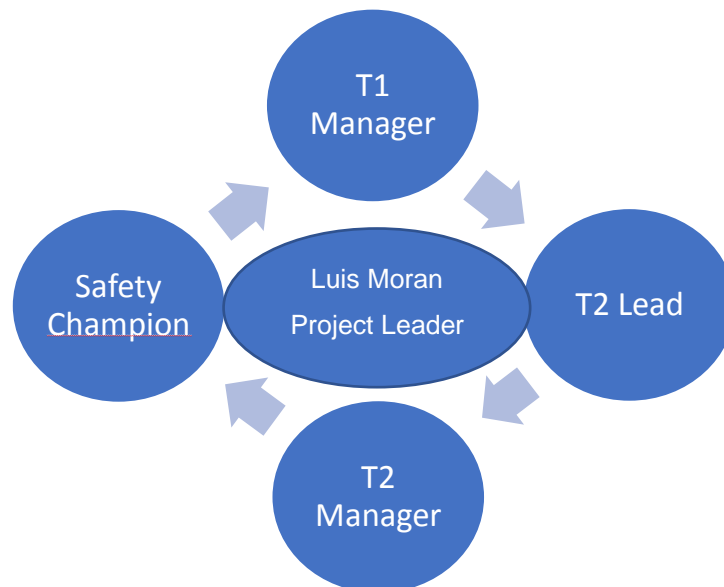


**Figura 2.1 VOC**

Fuente: Elaboración propia

Luis Moran

Con el proceso detallado y el planteamiento de las necesidades de la organización se debe establecer las personas que conforman el equipo de trabajo y que se encuentran interesadas o se ven afectadas por la problemática. La figura 2.2 muestra a las personas que conforman el equipo:



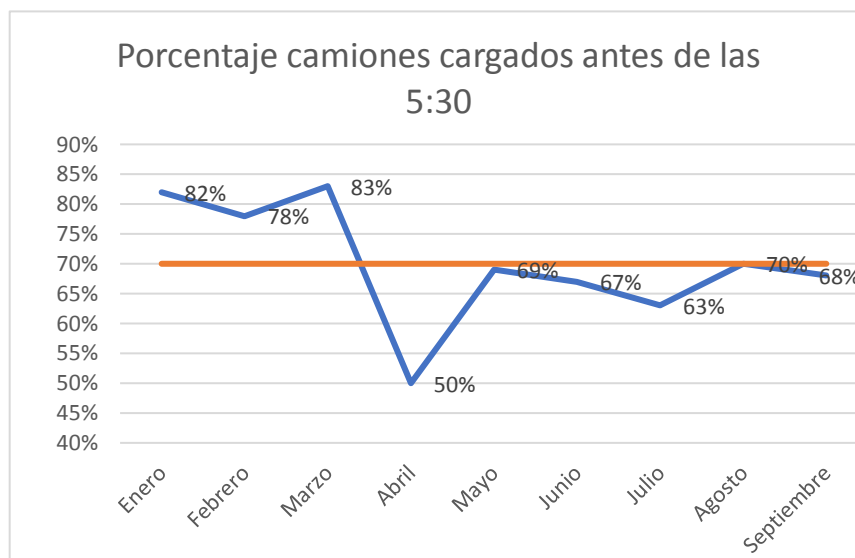
**Figura 2.2 Equipo de trabajo**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

## 2.1.2 Definición del problema

Con la información histórica provista por la compañía se realizó una serie de tiempo del comportamiento de la variable de interés, el porcentaje de camiones que han sido cargados en los últimos meses antes de las 5:30 AM, desde enero 2019 hasta septiembre 2019, como se muestra a continuación en la Figura 2.3.



**Figura 2.3 Porcentaje de camiones cargados antes de la 5:30**

Fuente: Bodega Producto Terminado, 2019

Como se observa en la gráfica el promedio de camiones que han sido cargados antes de las 5:30 AM es de 70%, esto nos indica que en promedio 30% de las unidades no están cumpliendo con el requerimiento de la compañía de ser cargadas antes de la 5:30 AM, lo cual genera malestar para todo el personal, desde el equipo operativo hasta la gerencia.

Para establecer el problema de una forma adecuada y completa se empleó la herramienta 3W + 2H como se muestra en la tabla 2.2:

En los últimos meses, el promedio del porcentaje de camiones cargados antes de las 5:30 am en la bodega de producto terminado de una compañía cervecera ha sido del 70%, mientras que el requerimiento de la compañía es del 100%.

**Tabla 2.2 3W + 2H**

¿Qué?	El porcentaje de camiones cargados
¿Dónde?	Bodega de Producto terminado
¿Desde cuándo?	Desde enero 2019 hasta septiembre
¿Qué tanto?	El promedio es del 70%
¿Cómo lo sé?	El porcentaje alcanzado por el proceso es del 83%; y el deseado por la organización es del 100%

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

## 2.2 Medición

Para esta etapa es muy importante la recolección de la información relacionada con el proceso crítico de la variable que se necesita mejorar. Además de un acercamiento del proceso, para lograr entender el flujo de información y materiales.

### 2.2.1 Mapeo de proceso

La bodega de producto terminado tiene como proceso principal la atención de camiones, este proceso comprende desde la preparación de los pedidos, y culmina con la carga correcta de todos los pedidos de cada cliente, en el Apéndice A se puede observar el diagrama de proceso general y como interactúan las diferentes áreas o departamentos con las tareas que ejecutan respectivamente.

Dentro del Apéndice B se puede consultar los formatos que se utilizaron para realizar el levantamiento de la información como principal recurso de este capítulo, para comprender mejor el contexto y poder así recolectar información necesaria.

Por último, se realizó un VSM que permitiera ver el flujo actual de materiales y productos; como se puede ver en el Apéndice C, para



lograr identificar aquellas actividades que sí agregan valor, las que no agregan valor, pero son necesarias y aquellas que realmente no agregan valor. Para el proceso en estudio se obtuvo el detalle de productividades en cada parte del proceso logrando identificar oportunidades de mejora en el proceso de preparación.

## 2.2.2 Plan de recolección para datos

El plan de recolección de datos contiene las variables asociadas al tiempo de atención de un camión, estas son: tiempo de picking, tiempo de transporte al área de verificación, tiempo de verificación, tiempo de carga como se muestra en la tabla 2.3:

**Tabla 2.3 Plan de recolección de datos**

¿Qué?			¿Dónde?	¿Cuándo?	¿Cómo?		Por qué	¿Quién?
Parámetro de medición	Unidad de medición	Tipo de datos	Registro	Etapas	Método de observación	Método de recolección	¿Por qué recolectar?	Persona encargada
Tiempo de preparación	Minutos	Cuantitativo-Continuo	Plantilla de recolección	Inicio de la etapa de medición	Entrevista	Estudio de tiempo	Analizar tiempos del proceso de la operación	Líder del proyecto
Tiempo de verificación	Minutos	Cuantitativo-Continuo	Plantilla de recolección	Inicio de la etapa de medición	Entrevista	Estudio de tiempo	Analizar tiempos del proceso de la operación	Líder del proyecto
Tiempo de movilización de pallets	Minutos	Cuantitativo-Continuo	Plantilla de recolección	Inicio de la etapa de medición	Entrevista	Estudio de tiempo	Analizar tiempos del proceso de la operación	Líder del proyecto
Tiempo de carga	Minutos	Cuantitativo-Continuo	Plantilla de recolección	Inicio de la etapa de medición	Entrevista	Estudio de tiempo	Analizar tiempos del proceso de la operación	Líder del proyecto
Tiempo de atención de un camión	Minutos	Cuantitativo-Continuo	Plantilla de recolección	Inicio de la etapa de medición	Entrevista	Estudio de tiempo	Analizar tiempos del proceso de la operación	Líder del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

La etapa de recolección de datos se llevó a cabo durante el turno nocturno y se midieron los componentes del tiempo de atención de manera aleatoria.

El cálculo del tamaño de muestra se detalla a continuación, la ecuación que se utilizó es la ecuación 2.1 para datos continuos, ya que los datos que se requieren medir son continuos:

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} S}{d} \right)^2 \quad (2.1)$$

Donde:

**n:** Tamaño de la muestra.

**S:** Desviación estándar.

**d:** Margen de error.

**$Z_{\alpha/2}$ :** Probabilidad acumulada inversa de la distribución normal estándar

Para evaluar la ecuación se consideró un 95% como confiabilidad de la información teniendo un  $Z_{\alpha/2} = 1.96$ , que al colocarlo en la Tabla 2.4 se obtiene el tamaño de muestra para los tiempos de atención de camiones y a su vez de sus componentes principales.

**Tabla 2.4 Tamaño de muestra**

Variable	Muestra piloto	Promedio (min)	Desviación estándar (s)	Error del promedio (d)	Tamaño de muestra (n)
Tiempo de atención un camión.	16	54	9,23	2	81,87

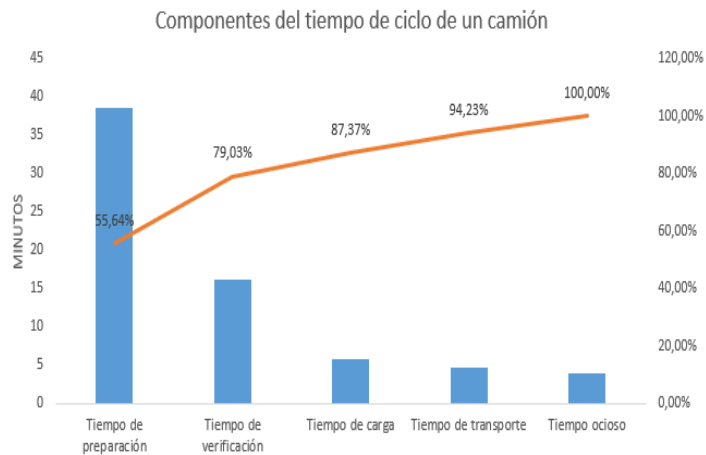
Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

### 2.2.3 Estratificación del problema

Para abordar un problema de menor complejidad se estratificó por componentes del tiempo de atención para identificar que componente era el más crítico del tiempo de atención.

Para esto se realizó primero un Pareto para identificar el impacto de los componentes principales del tiempo de ciclo. Cabe recalcar, que las unidades que son atendidas por el equipo de bodega son de aproximadamente 12 toneladas y la flota es externa.

A continuación, se muestra en la Figura 2.4 el Pareto de los componentes del tiempo de atención.



**Figura 2.4 Componentes principales del tiempo de atención**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

Como se puede observar en la figura anterior, en el Pareto se puede establecer que el tiempo de picking y el tiempo de verificación son los que en su acumulado representa el 80% del tiempo de ciclo total. En este estudio se centrará solo en el tiempo de picking y el tiempo de verificación quedará para ser caso de otro estudio, sin embargo, para dejar establecido que comprende el tiempo de verificación, comprende el tiempo de desde que el pedido se encuentra armado en el área de verificación hasta que el controlador realiza la validación que el pedido se encuentra correctamente preparado.

#### 2.2.4 Confiabilidad de datos

Para comprobar que los datos de los cuales se realizaron mediciones son confiables se realizaron pruebas de diferencias de medias para validar que los tiempos que fueron tomados no varían de los tiempos que se tienen registrados en la bitácora de la compañía, y así poder usar esa data histórica para realizar análisis. Como se muestra a continuación en las tablas 2.5 y 2.6 las pruebas de hipótesis realizadas se pueden evidenciar que no existe diferencia significativa entre las medias de los tiempos registrados en la bitácora y los tiempos tomados durante el estudio, ya que en las pruebas realizadas el valor p es claramente mayor que el valor de significancia de 0.05.

**Tabla 2.5 Resultados prueba de hipótesis tiempo de atención**

Null hypothesis	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$		
Alternative hypothesis	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$		
	T Value	DF	P Value
	-0,02	26	0,988

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

**Tabla 2.6 Resultados prueba de hipótesis valor p individual**

Lider vs	Tiempo de preparación	Tiempo de verificación	Tiempo de transporte	Tiempo de carga
Información bodega	0,58	0,84	0,89	0,84
Información bodega	0,75	0,68	0,66	0,75
Información bodega	0,93	0,57	0,84	0,67

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

Conclusión: no hay diferencia significativa ya que el valor p es mayor que 0,05 por lo tanto se concluye que no existe diferencia entre la información de líderes y la información registrada.

Luego de verificar y asegurar la confiabilidad de la información la siguiente etapa es realizar un análisis de las causas para luego pasar a analizar su impacto y control y así encontrar la causa raíz asociada.

### **2.2.5 Análisis de capacidad**

Para comprobar que los tiempos recolectados siguen una distribución normal y así poder realizar la verificación estadística con una herramienta de minitab como lo es el análisis de capacidad de proceso, primero se realizó una prueba de normalidad de los tiempos de preparación de pedidos que se encuentra en la tabla 2.7:

**Tabla 2.7 Muestra de los tiempos de preparación de pedidos (Min)**

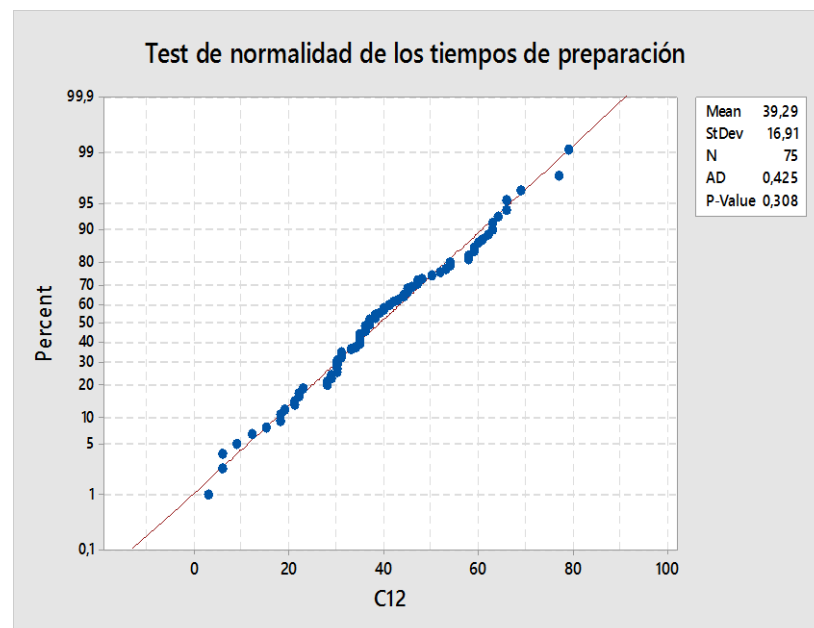
30	23	44	47	46
35	21	19	29	54
35	30	6	35	22
31	52	29	54	28
36	41	58	63	18
30	40	3	79	34
47	30	44	66	50
21	48	60	59	45

33	43	9	37	31
28	37	62	38	77
35	66	36	69	12
15	35	38	59	39
37	64	58	30	18
53	36	40	31	22
63	6	42	45	61

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

Para realizar la prueba de normalidad con ayuda de minitab se escogió la muestra de los tiempos en minitab y se selecciona la prueba de normalidad, como se aprecia en la figura 2.5 entre más cercanos se encuentren los puntos azules a la línea roja existe menos evidencia para dudar de la normalidad de los tiempos de preparación. Otra forma de saber si los tiempos son normales es comparar el valor p de la prueba con 0.05 que es el valor de significancia, como el valor p es mayor que el valor de significancia, no se puede rechazar la hipótesis nula que indica que los datos siguen una distribución normal, pudiendo de esta forma continuar al siguiente paso que es realizar el análisis de capacidad de proceso.

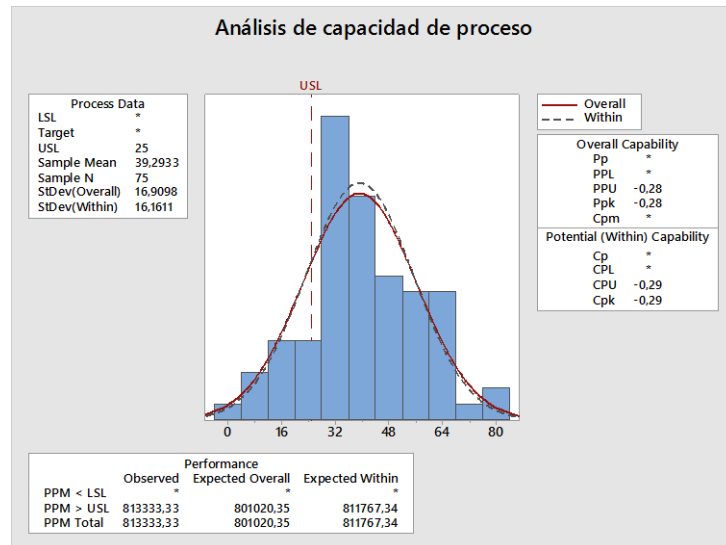


**Figura 2.5 Test de normalidad de los tiempos de preparación**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

Para realizar el análisis de capacidad del proceso de preparación de pedidos y ver si el proceso actualmente está cumpliendo con las especificaciones requeridas con los tiempos de preparación se realiza el gráfico de análisis de capacidad con minitab dando como resultado el gráfico que se muestra en la figura 2.6:



**Figura 2.6 Análisis de capacidad de proceso**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

En la figura 2.6 se puede observar como la gráfica tiene cierta desviación con respecto al valor establecido como meta y además que se encuentra centrada en el límite de especificación superior, deduciendo que no se está cumpliendo con las especificaciones. El gráfico también brinda más informaciones sobre el proceso con los iniciadores del proceso como el índice Cpk, dado que el valor es menor que 1.33 se puede concluir que el proceso requiere de modificaciones serias ya que actualmente el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente.

### **2.2.6 Definición problema enfocado**

Para concluir esta sección y luego de todas las herramientas utilizadas se debe establecer un problema que se encuentre relacionado con el problema que se busca resolver, pero de menor escala, que sea fácil de entender, resolver, atacar y que impacte en nuestro principal problema que son los tiempos de atención.

Por lo cual se plantea el siguiente problema enfocado después de todo el análisis realizado:

Los elevados tiempos de preparación en la bodega de producto terminado actualmente tienen un desempeño promedio de 39 min y la meta deseada es de 25 min.

## **2.3 Análisis**

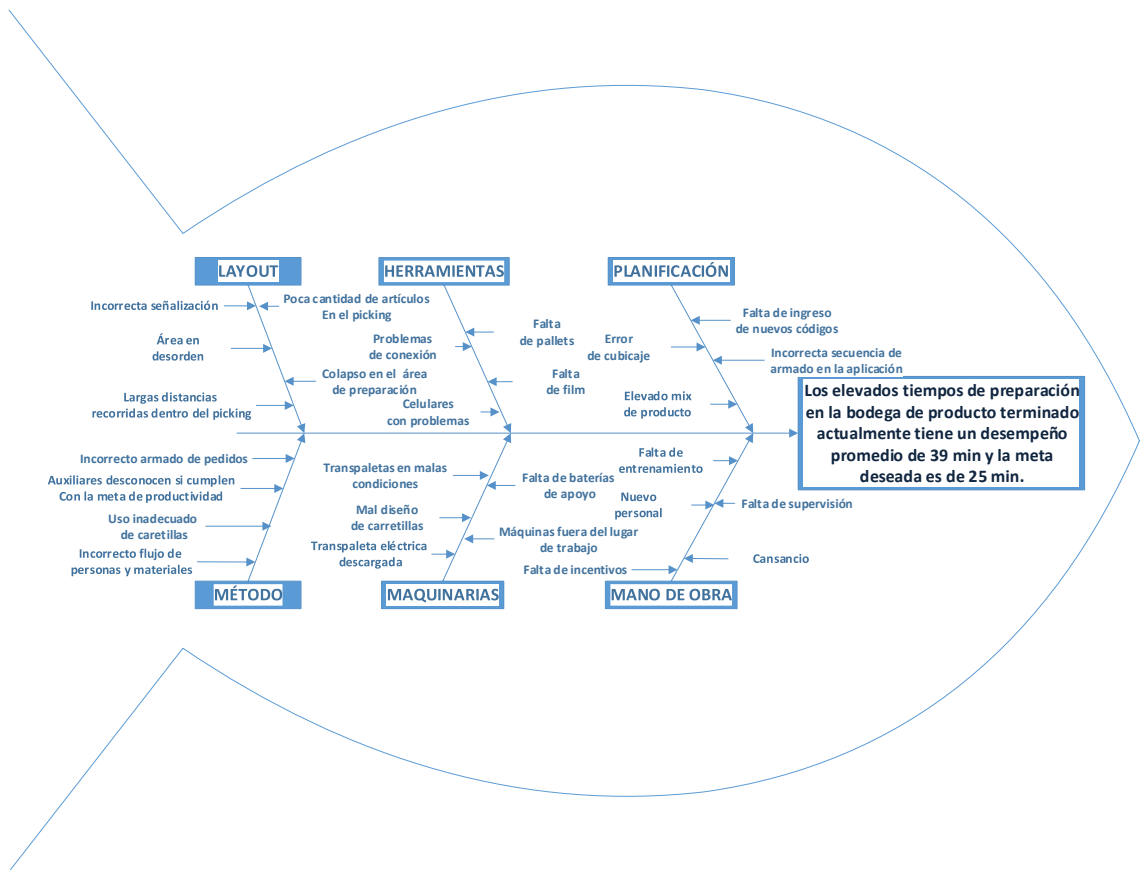
Esta etapa con las mediciones que se realizaron en la etapa anterior se procedió a realizar un análisis de las principales causas que se encuentran asociadas al problema enfocado que se declaró anteriormente.

Las herramientas utilizadas en esta etapa fueron desde un Ishikawa hasta un análisis de cinco porqués para lograr visualizar las causas raíces que provocan que el tiempo de preparación no sea el adecuado.

### **2.3.1 Análisis causas**

El análisis de causas se realizó con parte del equipo operativo aproximadamente siete personas, dos auxiliares, dos controladores un líder de bodega un operador de montacargas y el líder de proyecto, el proceso de generación de posibles causas asociadas al problema enfocado se muestra de forma gráfica en la figura 2.7.





**Figura 2.7 Diagrama causa - efecto**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

El diagrama causa y efecto consta de las principales causas que el equipo encuestado logro identificar que podrían relacionarse con el problema enfocado.

Una vez realizado el Ishikawa se procedió a utilizar otra herramienta para la ponderación de causas, para esto se elaboró una matriz de ponderaciones como se muestra en la Tabla 2.8.

**Tabla 2.8 Matriz de Ponderación**

0	La causa no tiene relación con el problema
1	La causa tiene baja relación con el problema
3	La causa tiene moderada relación con el problema
9	La causa tiene una fuerte relación con el problema

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

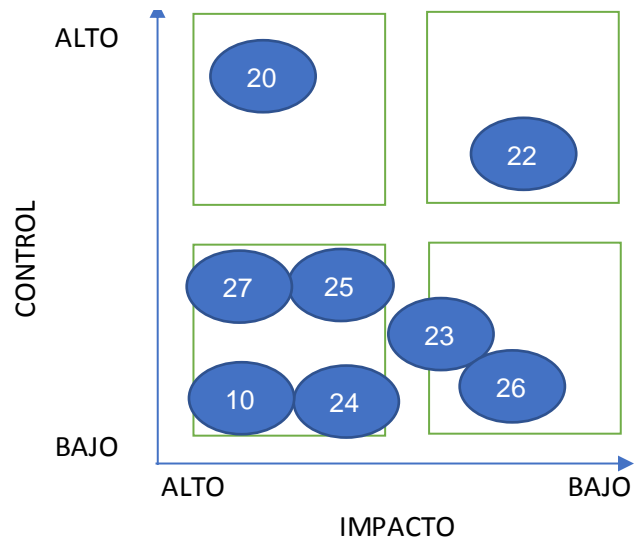
La ponderación de causas se realizó con el mismo equipo operativo y se les pidió que calificaran de acuerdo con la matriz de ponderaciones a cada una de las causas que se plantearon en la elaboración del diagrama causa-efecto, la causa con calificación más alta y que más se repitiera se colocaría en la Tabla 2.9.

**Tabla 2.9 Resultados de la calificación de causas**

No	Causas	Calificación
10	Auxiliares desconocen si cumplen con la meta de productividad.	9
20	Incorrecta secuencia de armado en la aplicación	9
22	Elevado mix de producto	9
23	Incorrecta señalización	9
24	Largas distancias recorridas dentro del picking	9
25	Poca cantidad de artículos en el picking	9
26	Área en desorden	9
27	Colapso en el área de preparación	9

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

EL siguiente paso es colocar todas las causas que fueron segregadas en una matriz impacto-control con el fin de poder establecer cuales tienen un gran impacto y necesitan de bajo control. Para obtener las causas potenciales con la ayuda del equipo operativo se las clasifico y se colocó dentro de la matriz impacto-control, como se muestra en la figura 2.8.



**Figura 2.8 Matriz Impacto- Control**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

Las causas que son potenciales de acuerdo con el análisis realizado son:

- Auxiliares desconocen si cumplen con la meta de productividad
- Largas distancias recorridas en el picking
- Poca cantidad de artículos en el picking
- Colapso en el área de preparación

La causa 23 y 26 se consideran de bajo impacto ya que estas tareas se encuentran implícitas dentro de las causas potenciales mencionadas anteriormente.

### 2.3.2 Identificación causas raíces

En este punto se realizó un análisis de cinco porqués que es una herramienta que nos permite con facilidad llegar a la causa raíz desde una causa potencial como se muestra en la Tabla 2.10 a continuación:

**Tabla 2.10 Análisis de causa raíz**

Causa potencial	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Colapso en el área de preparación.	Auxiliares dejan los pedidos armados dispersos en el área de trabajo	La productividad solo considera el tiempo armado y no el tiempo de traslado.			
Poca cantidad de artículos en el picking.	Incorrecto abastecimiento	Incertidumbre en la cantidad de artículos necesarios por cada referencia	La demanda viene en HI y no en pallets por cada referencia		
Largas distancias recorridas dentro del picking.	Inadecuada ubicación de artículos.	Determinación errónea de ubicaciones para los artículos.			
Auxiliares desconocen si cumplen con la meta de productividad.	No se comunica a los auxiliares su productividad diariamente.	No se realiza seguimiento de productividad individual por auxiliar.			

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

## 2.4 Mejora

Con el análisis de causas raíces de la sección anterior se elaboró otra lluvia de ideas, pero esta vez enfocada a soluciones que impacten a cada causa raíz, de igual manera esta lluvia de ideas se realizó con el personal de la compañía, con la información proporcionada se estudiarán las soluciones que causan un gran impacto para la variable de interés. En la figura 2.9 se muestra una foto del equipo durante la generación de lluvia de ideas para las propuestas de soluciones.



**Figura 2.9 Equipo durante lluvia de idea**

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

### 2.4.1 Propuestas de mejora

En la tabla 2.11 se muestra una lista con las principales propuestas que se recolectaron junto al equipo operativo, las mismas que se colocaran en una matriz para analizar el impacto y el esfuerzo que se requiere para la etapa de implementación.

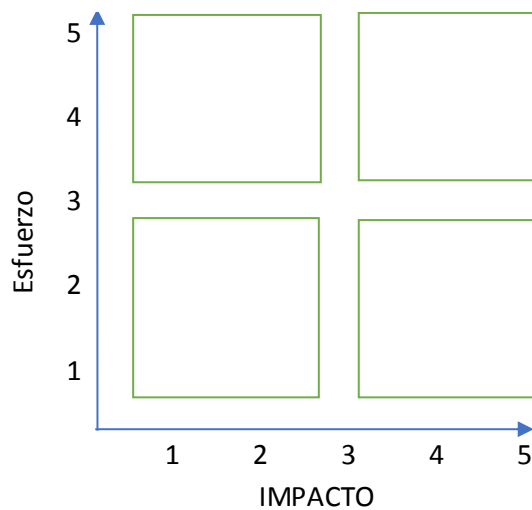
**Tabla 2.11 Propuestas de mejora**

<b>No.</b>	<b>Solución</b>	<b>Causa Raíz</b>	<b>Causa Potencial</b>
<b>1</b>	Crear un dashboard que calcule la productividad diaria por cada auxiliar para presentarla en los cambios de turno.	No se realiza seguimiento de productividad individual por auxiliar.	Auxiliares desconocen si cumplen con la meta de productividad .
<b>2</b>	Realizar un análisis ABC de acuerdo con el volumen de la demanda diaria.	Determinación errónea de ubicaciones para los artículos en la bodega.	Largas distancias recorridas dentro del picking
<b>3</b>	Rediseño de layout de zona picking considerando restricciones actuales.		
<b>4</b>	Crear una herramienta de excel que facilite el cálculo de cantidad de pallets necesarios para cada referencia dentro del picking.	La demanda viene en HI y no en pallets por cada referencia.	Poca cantidad de artículos en el picking
<b>5</b>	Solicitar al departamento de Ventas mediante un acuerdo de servicios que comparta la demanda en pallets por referencia.		
<b>6</b>	Modificar la forma como se está midiendo actualmente la productividad e incluir el traslado.	La productividad solo considera el tiempo armado y no el tiempo de traslado.	Colapso en el área de preparación
<b>7</b>	Crear un procedimiento y lección de un punto y socializarla en los cambios de turno sobre el proceso de preparación.		
<b>8</b>	Colocar personas que tengan solo la actividad de colocar los pedidos armados en la zona de verificación y medir la productividad ahora si solo de armado.		

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

Cada solución se encuentra relacionada a una causa raíz, y cada solución apunta al mismo objetivo que es disminuir los tiempos de preparación de pedidos que es el proceso crítico asociado al problema principal; aumentar el porcentaje de camiones cargados.

En la figura 2.10 en el eje vertical se muestra el esfuerzo que se medirá en la escala 1 a 5 cuyo cálculo se detalla más adelante, y en el eje horizontal se muestra el impacto que evalúa como la solución propuesta ataca y ayuda a mejorar la situación actual de igual manera en una escala del 1 al 5.



**Figura 2.10 Matriz Impacto-Esfuerzo**

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

Para cuantificar el esfuerzo y el impacto y poder colocarlo en la matriz se estableció una matriz de calificación de 1 a 5 como se muestra en la tabla 2.12:

**Tabla 2.12 Matriz de calificación**

Nulo	Bajo	Medio	Considerable	Alto
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

La lógica es la siguiente para el esfuerzo solo se consideraron dos variables, el costo y el tiempo de implementación, a estas variables se les asocio una ponderación de acuerdo con su relevancia, lo mismo se realizó para medir el impacto con las variables de productividad, seguridad y calidad. Luego de establecer las ponderaciones se realizan las calificaciones según amerite, y así obtener el total de cada solución propuesta en dos dimensiones Esfuerzo- Impacto, abarcando variables cualitativas dentro de ellas. A continuación, en las tablas 2.13, 2.14 y 2.15, se muestra el resultado que se obtuvo:

**Tabla 2.13 Matriz de ponderación para el esfuerzo**

Esfuerzo	Ponderación	Alternativa								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costo	0,4	1	1	2	1	1	1	3	1	4
Tiempo	0,6	3	3	3	4	3	5	3	2	4
Total		2,2	2,2	2,6	2,8	2,2	3,4	3	1,6	4

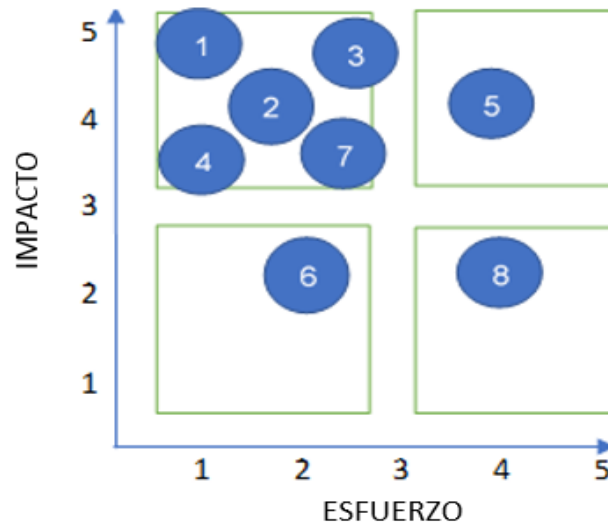
Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

**Tabla 2.14 Matriz de ponderación para el impacto**

Impacto	Ponderación	Alternativa								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Productividad	0,3	4	5	3	5	4	3	4	5	4
Seguridad	0,4	2	2	2	3	2	2	3	3	4
Calidad	0,3	4	3	3	4	3	2	3	4	3
Total		3,2	3,2	2,6	3,9	2,9	2,3	3,3	3,9	3,7

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán





**Figura 2.11 Resultado matriz impacto esfuerzo**

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

## 2.5 Control

En esta sección se elaboró una lista con acciones y responsables que busca a mediano y largo plazo crear una cultura de sostenibilidad de las soluciones y sobre todo buenas prácticas que reduzcan los tiempos de preparación. En la tabla 2.15 se encuentra más detalle del plan de control y en el siguiente capítulo se muestran los resultados que se obtuvieron durante la implementación, así como las novedades que se presentaron.

### 2.5.1 Plan de control

Solución	Qué?	Cómo?	Quién?	Cuándo?
1	Actualizar el dashboard con información de la herramienta.	Descargar el archivo de tiempo de preparación por artículo	Líder de bodega	Todos los días
2	Actualizar la demanda de cada artículo.	Colocando el volumen de venta de cada referencia desde el sistema.	Analista de inventario	Todos los días
3	Verificar que las cantidades de la herramienta sean las mismas en el picking.	Realizando auditoria	Analista de inventario	Todos los días
4	Actualizar la ubicación de cada referencia	Utilizando la información de las soluciones anteriores	Analista de inventario	Mensualmente
5	Capacitar a los auxiliares sobre el proceso de armado	Durante los cambios de turno informar sobre el proceso correcto armado de pedidos	Líder de bodega	Todos los días

**Tabla 2.15 Plan de control**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

A continuación, en este capítulo se explican las soluciones ganadoras del análisis del capítulo anterior y cómo estas ayudan a cumplir el objetivo planteado:

- Crear un dashboard que calcule la productividad diaria por cada auxiliar para presentarla en los cambios de turno, la elaboración del dashboard de productividad servirá para dar seguimiento a las productividades individuales de los auxiliares y dar acompañamiento a los auxiliares que tengan baja productividad para lograr que alcancen la meta y también servirá para reconocer a los auxiliares que superen la meta. Si no se presenta la información con los auxiliares y no hay seguimiento difícilmente se podrá mejorar la productividad. En la figura 3.1 se puede ver una captura del dashboard que se comparte de manera diaria y que genera de manera automática información valiosa para tomar decisiones.

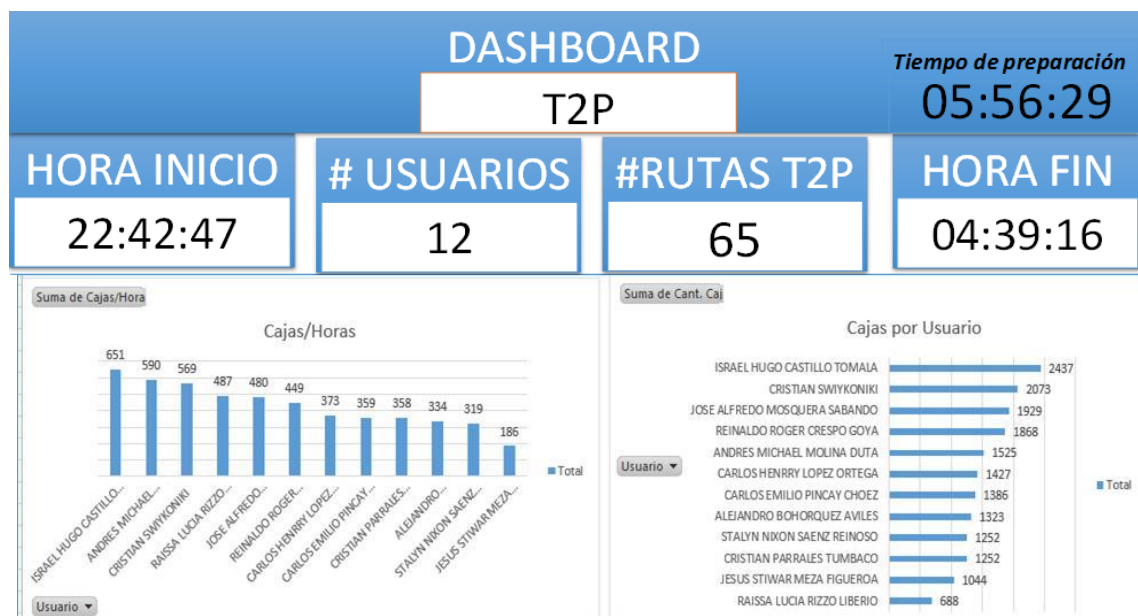
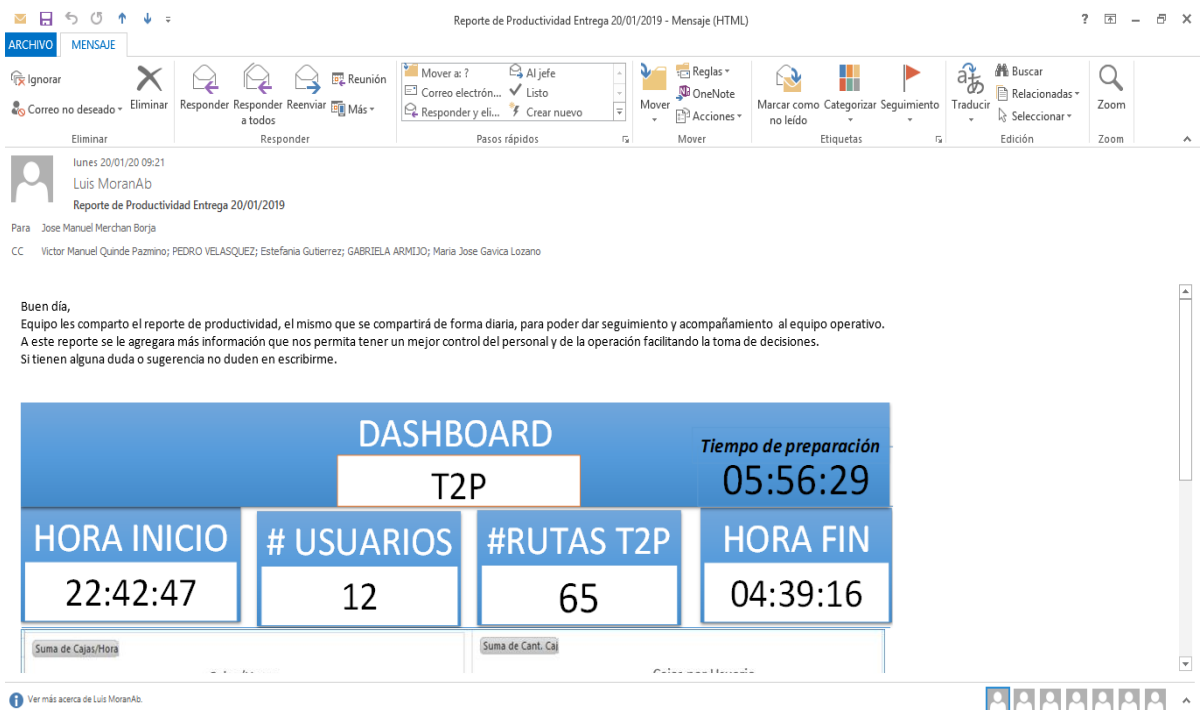


Figura 3.1 Dashboard de productividad

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

También se adjunta como evidencia el correo que se comparte con las productividades diarias durante la mañana como se observa en la figura 3.2. El dashboard es fácil de usar y no necesita de ningún conocimiento fuera de lo común para utilizarlo, solo conocimiento básico de Excel tampoco necesita de capacitación ni entrenamiento. Este control de productividad servirá para lograr los beneficios económicos que se presentan más adelante.



**Figura 3.2 Evidencia del reporte de productividad**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

- Realizar un análisis ABC de acuerdo con el volumen de la demanda diaria, el correcto análisis ABC es sumamente importante para comprender como se comporta la demanda individual de cada referencia e identificar productos con mayor rotación identificando patrones o reglas de asociación en las compras de los clientes es decir que producto se compra con que otro tipo de producto, para esto y muchas otras cosas sirve el análisis, este análisis es muy fácil de comprender y es uno de los primeros pasos que deben realizar para un correcto rediseño de layout que es otras de las soluciones. En la tabla 3.1 se muestra la clasificación ABC, no se coloca la descripción de los artículos para proteger la información de la compañía.

**Tabla 3.1 Clasificación ABC**

<b>Códigos de artículos</b>	<b>% Volumen de venta</b>	<b>% Acumulado</b>	<b>Clasificación</b>
8386	16,18%	16,18%	A
8389	15,87%	32,05%	A
8400	13,20%	45,25%	A
9081	8,82%	54,07%	A
8559	6,93%	61,01%	A
12017	6,00%	67,01%	A
12023	3,55%	70,56%	A
8433	2,55%	73,10%	A
8409	2,17%	75,28%	A
8391	2,14%	77,42%	A
11975	1,79%	79,21%	A
8405	1,69%	80,89%	A
8390	1,69%	82,58%	B
8410	1,32%	83,91%	B
9271	1,20%	85,11%	B
8471	1,18%	86,29%	B
8426	1,16%	87,45%	B
8469	1,14%	88,59%	B
8473	1,06%	89,64%	B
8472	1,00%	90,64%	B
8470	0,93%	91,57%	B
8393	0,82%	92,40%	B
8474	0,82%	93,21%	B
8388	0,75%	93,96%	B
8462	0,68%	94,65%	B

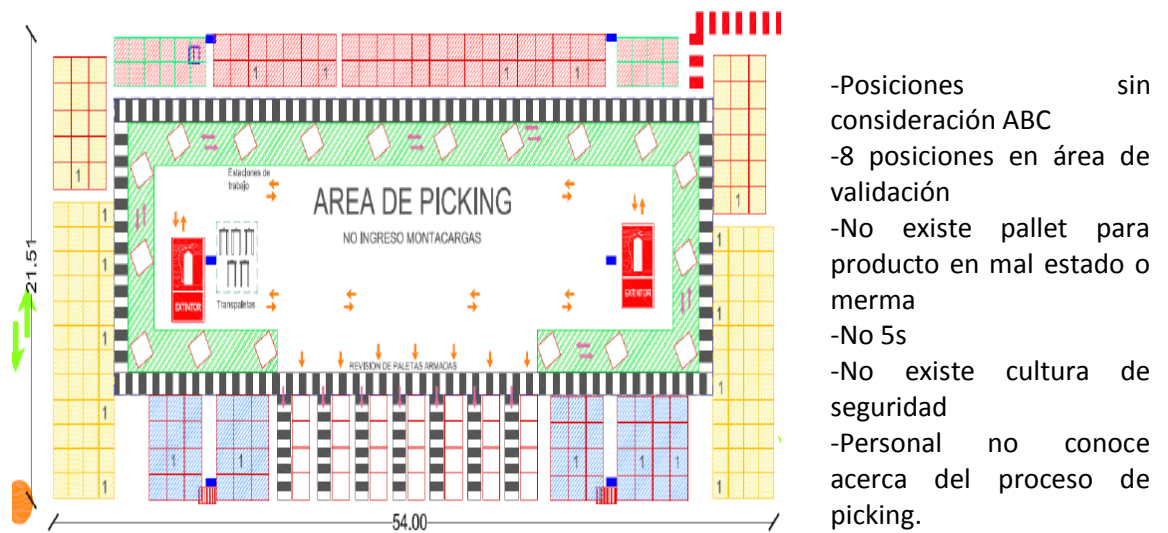
8416	0,65%	95,30%	B
8455	0,63%	95,93%	B
8395	0,62%	96,55%	C
8558	0,49%	97,04%	C
8398	0,37%	97,41%	C
8427	0,34%	97,75%	C
9318	0,28%	98,03%	C
8394	0,28%	98,30%	C
8387	0,23%	98,53%	C
9185	0,19%	98,72%	C
9548	0,18%	98,90%	C
8413	0,16%	99,06%	C
9317	0,12%	99,18%	C
12468	0,09%	99,28%	C
8414	0,09%	99,37%	C
8840	0,09%	99,45%	C
9319	0,08%	99,53%	C
8493	0,07%	99,60%	C
8450	0,07%	99,67%	C
9546	0,06%	99,73%	C
9547	0,05%	99,77%	C
8956	0,05%	99,82%	C
9549	0,05%	99,87%	C
11732	0,03%	99,90%	C
11758	0,03%	99,93%	C
12463	0,02%	99,95%	C
8411	0,02%	99,97%	C
11155	0,01%	99,98%	C
8415	0,01%	99,99%	C
8399	0,01%	99,99%	C
8948	0,01%	100,00%	C

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

- Rediseño de layout de zona picking considerando restricciones actuales, para esta solución se plantearon alternativas y se estudiaron el impacto de cada alternativa en los pilares de la sostenibilidad.

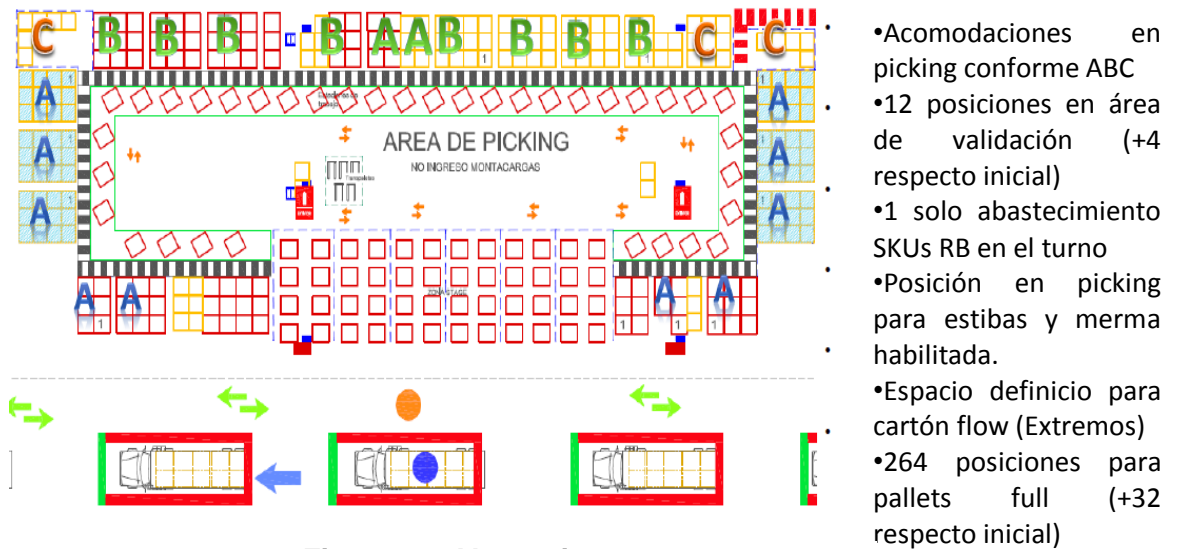
La alternativa 1: es dejar el layout como se encuentra actualmente y analizar si con las soluciones implementadas todavía es necesario el rediseño de layout. A continuación, en la figura 3.3 se observa la alternativa 1.



**Figura 3.3 Alternativa 1**

Fuente: Bodega de producto terminado, 2019

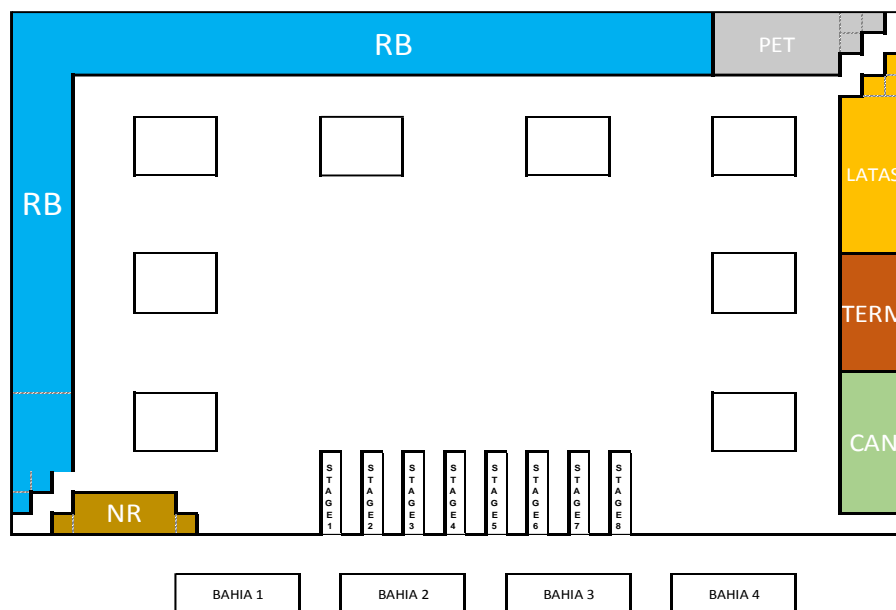
La alternativa 2: solo incluye la clasificación ABC, con lo cual se logra ciertas ventajas, se coloca el producto en acomodo espejo, ubicando el producto A lo más cerca del área de verificación a continuación se muestra la propuesta en la figura 3.4:



**Figura 3.4 Alternativa 2**

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

La alternativa 3: considera el cálculo de asignación de ubicación de acuerdo con la clasificación ABC y adicional separando en familias de productos como se muestra en la figura 3.5:

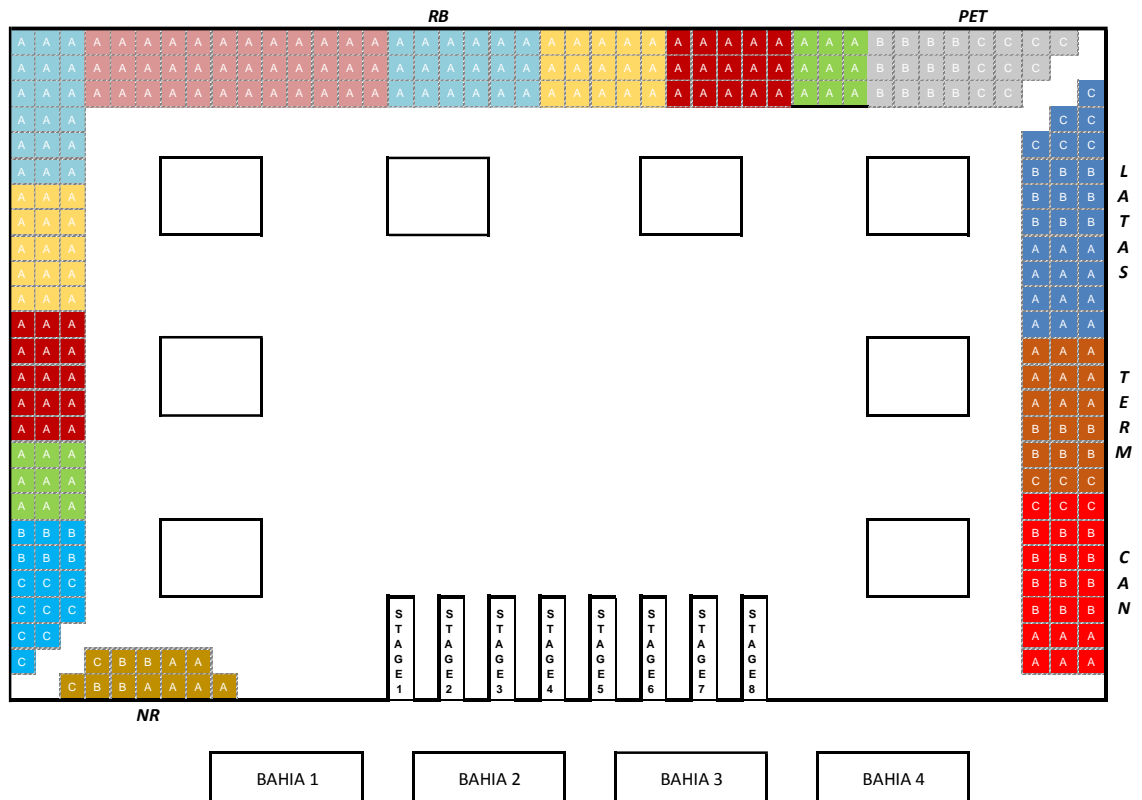


**Figura 3.5 Esquema familia de producto**

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán



Como se observa la clasificación en familias de productos, se separa en: rb: producto retornable, nr: no retornable, pet, latas, termo, canastilla. Así se busca tener áreas claras que ayude de forma visual a identificar más rápido los productos al momento de la preparación. Además, se ubica el producto tipo A en la parte superior para que los recorridos sean más naturales como se muestra a continuación en la figura 3.6:

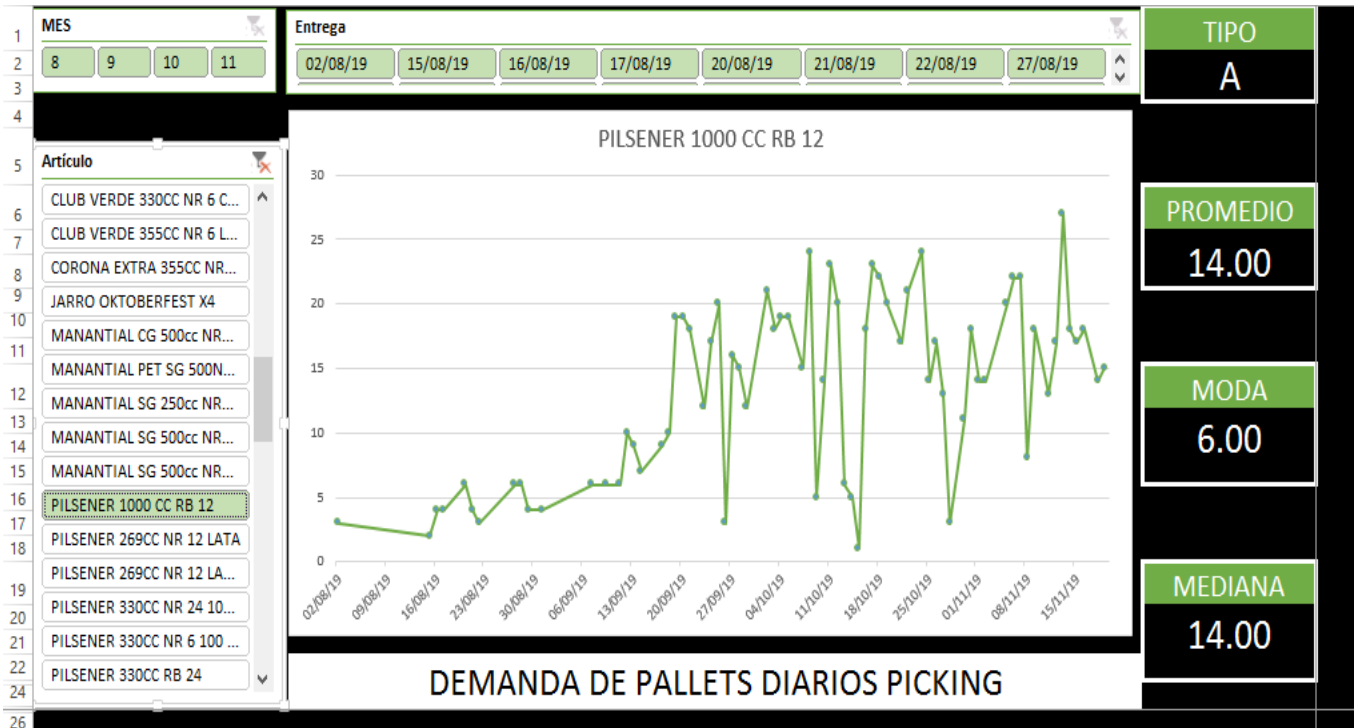


**Figura 3.6 Alternativa 3**

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

- Crear una herramienta de Excel que facilite el cálculo de cantidad de pallets necesarios para cada referencia dentro del picking, con esta solución se desea tener una herramienta que consolide la demanda diaria de los pallets de cada artículos para tener una cantidad coherente dentro del picking y no exista demasiada cantidad de un producto que tiene baja demanda y poca cantidad de un artículo que tenga mucha demanda, con esto se evita en el primer caso aprovechar el espacio al máximo colocando solo la cantidad necesaria de artículos y en el segundo caso, eliminar esperas debido a la falta de artículos durante la preparación.

En ambos casos existe un mejor control de inventarios de artículos basado al comportamiento de la demanda, a esta herramienta también se le asoció el análisis ABC para que aparte de dar el histórico de pallets consumidos por referencia también calcule qué tipo de producto es basado en la cantidad demandada. En la figura 3.7 se observa el uso de la herramienta.



**Figura 3.7 Herramienta para visualizar la demanda de pallets diarios.**

Fuente: Elaboración propia  
Luis Morán

- Modificar la forma como se está midiendo actualmente la productividad e incluir el traslado, esta solución se evidencia en el campo observando y haciendo respetar que los auxiliares coloquen el pallet armado en la zona de verificación, esto evitara que la zona de preparación quede bloqueada y obstaculizada por los pallets armados que son dejados armados por los auxiliares, que impiden realizar desplazamientos normales y causan el incremento de la distancia recorrida por los auxiliares. La medición es fácil si ellos cumplen el proceso ya que solo deberán de finalizar el armado en la aplicación cuando coloquen el pallet en el área de verificación.

- Crear un procedimiento y lección de un punto y socializarla en los cambios de turno sobre el proceso de preparación, esta solución está basada en la estandarización del correcto proceso de preparación y que tanto el personal con más antigüedad y el personal que recién ingresa tengan un material de apoyo donde puedan revisar temas relacionados con las actividades que deben realizar. Y que la curva de aprendizaje sea la más corta posible permitiendo a los auxiliares alcanzar la meta de productividad. En las figuras 3.8 y 3.9, se muestran evidencias del procedimiento y la lección de un punto respectivamente.

 	PÁGINA: 1 / 32	REVISION N°: 02
		SECTOR: CD PASCUALES
<b>TÍTULO: SOP Armado de Alistamentos con. T2P – PICKING</b>		

### 1 OBJETIVO

Establecer un correcto procedimiento para el armado de alistamientos (picking) con ayuda de una herramienta tecnológica (T2P) que garantice además el cumplimiento de los estándares de Seguridad y Calidad dispuestos en el Centro de Distribución Pascuales para asegurar la integridad del producto terminado hasta su despacho al mercado, mediante la ejecución del presente procedimiento operativo estándar (Armado de Alistamientos con T2P-Picking).

### 2 ALCANCE

Este procedimiento operativo estándar implica un alcance desde la verificación y recepción de la zona de picking abastecida hasta el retiro de los alistamientos de la zona de staging en el Centro de Distribución Pascuales.

### 3 SEGURIDAD

#### 3.1 Elementos de protección personal (EPP) y condiciones de seguridad en el proceso operativo

3.1.1 El personal de bodega (auxiliares, operadores de montacargas, controladores y líderes), deben usar el EPP adecuado para ingresar a la zona de Picking, tal y

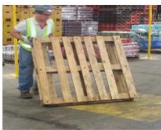



### Figura 3.8 Procedimiento de armado

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

<b>ABInBev</b> <small>COPEC</small>	OPL	CD PSC	Rev: 01
	Tema: Armado de pedidos		
	Fecha: 27/01/2020		
	Preparó: Luis Moran	Revisó: Victor Quinde	



ARMADO DE PEDIDOS	
<p><b>1</b> <b>Ubicación del pallet en bahía para armados</b></p>  <p>Los auxiliares colocan el pallet en buen estado, en el área de preparación dentro de la zona de picking.</p>	<p><b>2</b> <b>Estiba de armado</b></p>  <p>Los auxiliares deben colocar una lamina de cartón antes de colocar los ítems en el pallet, cuidando de no colocar productos frágiles como base y creando torres y sectores con los productos para facilitar la verificación..</p>
<p><b>3</b> <b>Embalaje de armado</b></p>  <p>Los auxiliares deben colocar el stretch film desde la base del pallet, cuidando en todo momento que todo el producto quede cubierto y bien sujeto a la superficie, colocando de 4 a 5 vueltas alrededor.</p>	<p><b>4</b> <b>Movilización de armado</b></p>  <p>Los auxiliares deben transportar los pallets armados con la transpalette manual siempre y cuando no sea un acto inseguro, y colocarlos en el área de verificación.</p>

**Figura 3.9 Lección de un punto Preparación de pedidos.**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

### 3.1 Ahorros y beneficios esperados del proyecto.

Como todo proyecto más allá de una mejora del proceso que se busca con las soluciones planteadas, debe existir también un beneficio económico que sea agradable para la compañía, para este caso en particular, gracias a la optimización y al monitoreo de productividad, el equipo financiero con los controles establecidos y los buenos resultados plantean la reducción de personal para este mismo año ya que el proceso de preparación actualmente tiene un buen performance y se estima un ahorro mensual de \$ 3.522,43, que incluye el salario de 3 auxiliares con horas extras y los beneficios de ley correspondientes, generando un beneficio anual de \$ 35.224,29 para la compañía lo que resulta atractivo para los directivos y continuar con la mejora del proceso de verificación y cargue. A continuación, en la figura 3.10, se muestra la iniciativa de la compañía:

**Champions 2020 T1**

Package: People (T1), Logistics Support (T1), Logistics Support (T2), DPO, PI

Savings Type: DPO, PI

Responsable: Karen Proaño, Lilia Nuñez, Lorena Ubillus, Luis Moran, Luis Moran - Victo...

Suma de ACT/LE

Iniciativa	01_Jan	02_Feb	03_Mar	04_Apr	05_May	06_Jun	07_Jul	08_Aug	09_Sep	10_Oct	11_Nov	12_Dec	Total
- New Opportunity													
- People (T1)													
- People (T1)													
T2P	\$0,00	\$0,00	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$3.522,43	\$35.224,29
<b>Total</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$3.522,43</b>	<b>\$35.224,29</b>

**Figura 3.10 Beneficios estimados con mejora de productividad**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

Con los beneficios obtenidos por el incremento y control de productividad, se invertirá en un proyecto que mejorará otros procesos y servirá para el seguimiento de otros indicadores que actualmente no se están llevando, pero sin embargo son de suma importancia para la compañía, y que también tienen un impacto indirectamente en el porcentaje de camiones que se cargan diariamente. A continuación, en la figura 3.11, se presenta la captura de la cotización del proyecto antes mencionado que es otro de los benéficos que se apalanca con la mejora de productividad.

20 de enero de 2020  
OFE-2020-CN-110

Ing. Luis Morán.  
BPT  
Cervecería Nacional Guayaquil

De nuestras consideraciones  
Por medio de la presente ponemos a su consideración nuestra oferta económica, por trabajos de Remodelación de Garita Salida de Camiones.

CONSULTIMEC CIA. LTDA. dispondrá del personal técnico y herramientas necesarios para los trabajos que a continuación detallamos.

**Oferta económica.**

Ítem	Descripción	Und	Cant	Precio Unitario	Valor Total
<b>AMPLIACION DE GARITA PARA GUARDIA</b>					

**Figura 3.11 Cotización proyecto ampliación de garita**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

- Como se puede observar en la tabla 3.2 con las herramientas utilizadas, al volver a la variable de respuesta, se obtiene un aumento del 15% debido a la disminución en el tiempo de preparación, que fue el problema enfocado que se planteó en la etapa de medición.

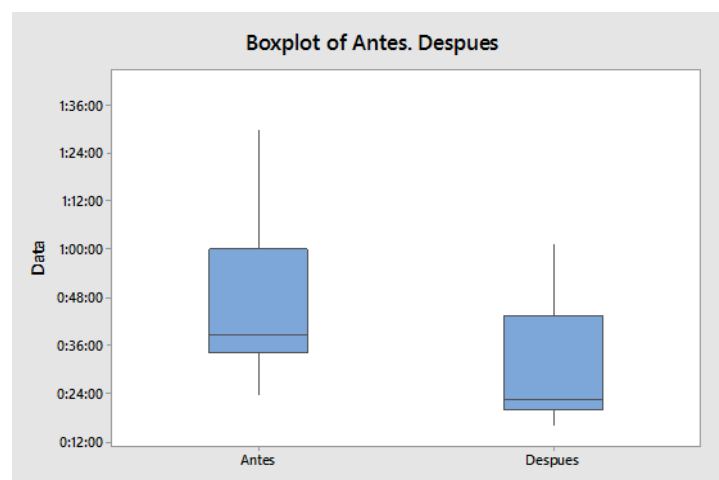
**Tabla 3.2 Resultados finales**

	Antes		Ahora	
Bahías de cargue	9	Bahías	9	Bahías
% camiones planificados	81	Camión	81	Camión
Tiempo total disponible	330	min	330	min
Tiempo de preparación	39	min	27	min
Tiempo de verificación	16	min	16	min
Tiempo de cargue	6	min	6	min
Tiempo de ciclo de camión	61	min/camión	49	min/camión
% camiones cargados	60%	%	75%	%

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

Para concluir con esta sección a continuación en la figura 3.12 se muestra un diagrama de cajas comparando los tiempos de preparación al inicio del proyecto y luego de realizar las mejoras planteada, como se observa existe una disminución del tiempo de preparación resultando en la disminución del tiempo de ciclo de un camión como se mostró en la tabla anterior:



**Figura 3.12 Mejora en el tiempo de preparación**

Fuente: Elaboración propia

Luis Morán

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Al inicio del proyecto con una problemática clara y con el contexto del problema bien definido, se llegó a la conclusión que para lograr mejorar y controlar el porcentaje de camiones cargados, se debe atacar y disminuir en términos de productividad el tiempo de ciclo ligado al proceso de atención de camiones, ya que con una mejor tasa de productividad y con el mismo tiempo disponible este porcentaje aumentaría, como se demostró en capítulos anteriores el tiempo de preparación es el tiempo que presenta una mayor oportunidad y que impacta de forma directa a tiempo de atención, logrando aumentar el porcentaje de camiones atendidos se obtiene un proceso de preparación bajo control.
- Con el mapeo de la cadena de valor se encontró que existen ciertas actividades que no agregan valor y que además impactan en el tiempo de ciclo del proceso de atención de camiones, en su gran mayoría estas actividades son movimientos e innecesarios recorridos debido a una incorrecta ubicación de los artículos, causando de esta manera que tiempo de preparación sea el más elevado debido a estas actividades.
- El análisis realizado para encontrar causas raíces indica que un gran número de soluciones se encuentran asociadas al diseño de layout de la zona de picking y muchas de estas soluciones no generan costo alguno para la compañía y más bien generan beneficios, solo utilizando conocimientos de logística, control de inventarios y diseño de plantas se puede mejorar el control sobre la operación logística de cualquier tipo bodega.

## 4.2 Recomendaciones

- Además del proceso de preparación, se debe realizar un estudio y establecer controles para los procesos siguientes: verificación y cargue. Cuando se trabaja sobre una restricción aparece otra según la teoría de restricciones y estas pueden aparecer en los procesos siguientes por lo cual si se aumenta la productividad del proceso de preparación y la productividad del proceso de verificación no es la adecuada se formaría otro cuello de botella.
- Debido al aumento de la demanda, la necesidad de tener más sku dentro de la zona de picking es una realidad, por lo cual se recomienda analizar la idea de cambiar la ubicación del picking en una zona más grande.
- Cuando se tenga un mejor tiempo de ciclo y el proceso se encuentre estable, un balanceo de línea es recomendable para aprovechar al máximo los recursos y que el flujo de materiales fluya entre los procesos de forma natural.



# BIBLIOGRAFÍA

Dziak, M. (2017). DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control). Salem Press Encyclopedia.

Mauleón Torres, M. (2015). *Preparación de pedidos (picking): teoría*.

Luis Aníbal Mora García. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Ecoe ediciones.

Galván, F. (2020). *Diseño de layout en un almacén del Ingenio Azucarero de Imbabura, Ecuador*.

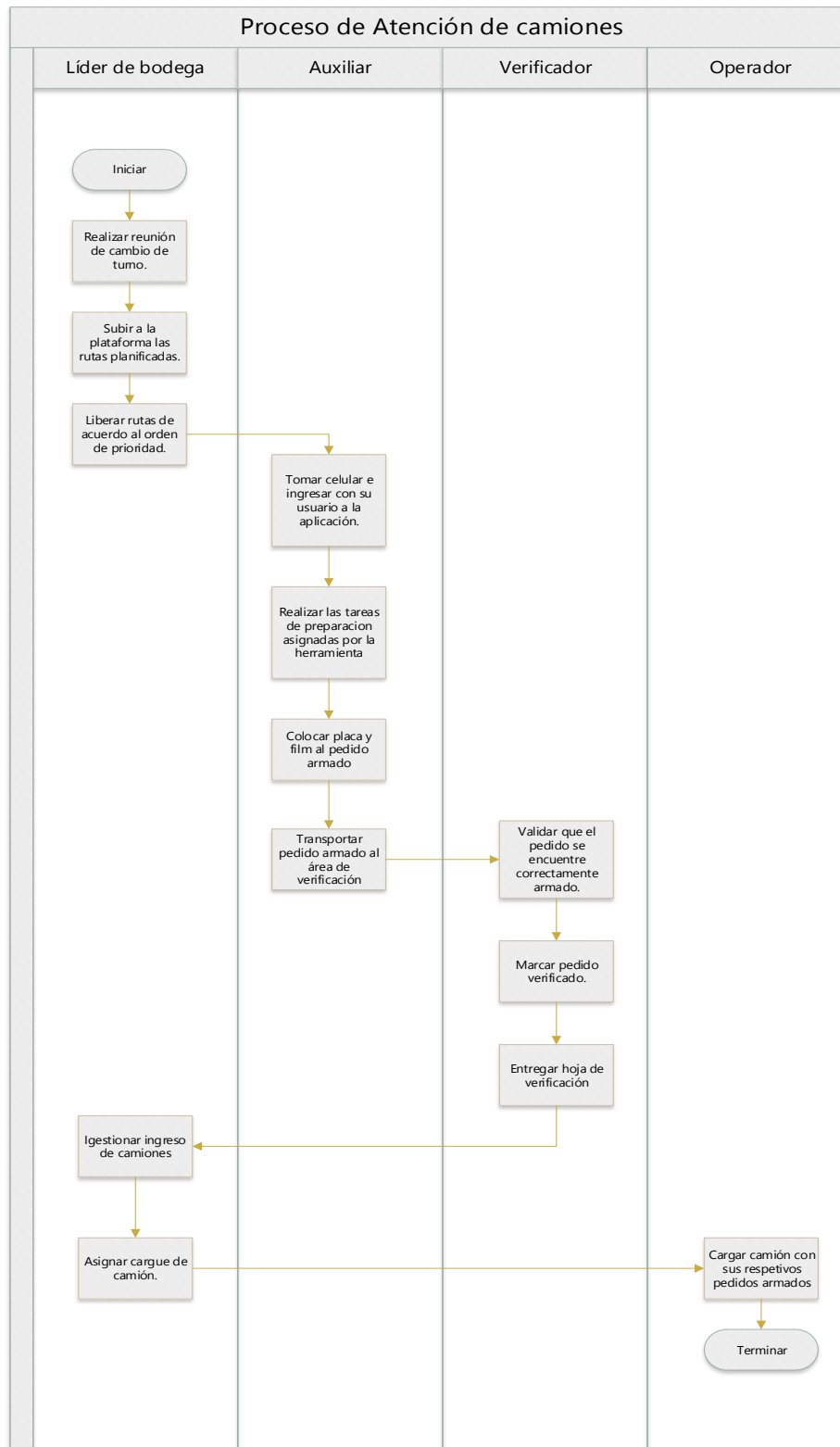
Blank L., Tarquin A. (2012). *Ingeniería Económica*, Séptima Edición. México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores.

Frederick S. Hiller and Gerald J. Lieberman. (2010). *Introduction to operations research (9th Edition)*. México: The McGraw-Hill Companies, Inc.

# APÉNDICES

# APÉNDICE A

## Diagrama de flujo del proceso de atención de camiones



# APÉNDICE B

## Diagrama Formato para toma de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS DE ATENCIÓN DE CAMIONES EN LA BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO

REGISTRADOR: \_\_\_\_\_

No.	FECHA	HORA INICIO	HORA FIN	DURACIÓN MIN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

# APÉNDICE C

## Value Stream Mapping

