

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

"Mejoramiento del Proceso de Fraccionamiento de Químicos en una  
Empresa Comercializadora y Distribuidora de Productos Agroquímicos

Usando Técnicas de Producción Esbelta"

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentada por:

Wladimir Andres Perero Navarrete

Edson Rafael Reyes Santos

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2015



## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



---

Ing. Jorge Duque R.

DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



---

Dr. Kleber Barcia V. PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE  
GRADUACIÓN



---

Ing. Denise Rodríguez Z.

VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en el presente Trabajo Final de Graduación nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



---

Wladimir Perero Navarrete



---

Edson Reyes Santos

## **RESUMEN**

El presente proyecto se basa en la implementación de dos técnicas de manufactura esbelta dentro de una planta de fraccionamiento de agroquímicos, exclusivamente en la línea de dosificación de insecticidas, para lo cual se realiza un análisis de la situación actual de la planta, en donde se elige la línea de producción más significativa dentro de la planta para realizar el estudio en mención.

Se realiza un estudio de los procesos en la línea, el cual es presentado en un VSM inicial, además se identifican los principales problemas que conllevan a una baja en la productividad de la línea, por medio de encuestas y entrevistas a los operadores de la planta.

Como parte principal de este proyecto se identifican los desperdicios existentes en el proceso, y se realiza una priorización de los desperdicios hallados para poder eliminar o reducir los desperdicios que generan más impacto en la línea de fraccionamiento, y se elige las técnicas de manufactura esbelta apropiadas para poder abordar estos desperdicios y de esta manera poder generar mayores beneficios.

Las dos técnicas de manufactura esbelta seleccionadas son 5S y la metodología de reducción de tiempo de cambios SMED, estas técnicas se implementan y se establecen indicadores iniciales que ayudan a observar de forma cuantitativa la mejora del proceso de fraccionamiento.

Se realiza una planificación de la metodología 5S, para su posterior ejecución en la que se realizan actividades correspondientes a cada pilar que indica la metodología, y se observan las mejoras realizadas a lo largo de la implementación.

De la misma manera se realiza la implementación de SMED, en la que se estudia el proceso para poder determinar los tiempos correspondientes a las actividades de cambio de formato, realizadas en la línea de dosificación, se realiza las acciones pertenecientes a cada etapa de esta metodología y se analizan las mejoras y la disminución de tiempos que se obtienen de cada paso de la herramienta implementada.

Se realiza un diagnóstico del proceso luego de la implementación, con las herramientas realizadas y se propone otras mejoras que podrían ejecutarse a partir de las técnicas ya implementadas, las cuales son analizadas y presentadas en un VSM final.

Finalmente se analizan los resultados obtenidos de la implementación de las dos técnicas de manufactura esbelta y se realiza un análisis de costo y beneficio, para posteriormente presentar conclusiones y recomendaciones del proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ABREVIATURAS.....	ix
SIMBOLOGÍA.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1 GENERALIDADES.....	3
1.1. Generalidades.....	3
1.2. Planteamiento del Problema.....	4
1.2.1 Justificación.....	4
1.3. Objetivos.....	5

1.3.1 Objetivos Generales.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4. Metodología de Estudio.....	6
1.5 Estructura.....	7
CAPÍTULO 2	
2 MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Metodología Manufactura Esbelta.....	10
2.2 Desperdicios.....	16
2.3 Mapeo de la Cadena de Valor.....	18
2.4 Metodología 5S.....	19
2.5 Metodología SMED.....	23
CAPÍTULO 3	
3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	27
3.1 Descripción General del Proceso de Fraccionamiento de Polvos y Líquidos Agroquímicos.....	34
3.2 VSM Actual del Proceso.....	50

3.4 Determinación y Análisis de Problemas Críticos.....	59
---	----

## CAPÍTULO 4

4. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGIA 5S EN EL ÁREA DE FRACCIONAMIENTO DE AGROQUÍMICOS.....	75
4.1 Elaboración del Plan de Implementación de 5S.....	75
4.2 Lanzamiento del Programa.....	77
4.3 Primera S: Clasificación.....	85
4.4 Segunda S: Orden.....	90
4.5 Tercera S: Limpieza.....	94
4.6 Cuarta S: Estandarización.....	99
4.7 Cinco S: Disciplina.....	105

## CAPÍTULO 5

5. IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICA SMED EN EL PROCESO DE ENVASADO PARA FRACCIONAMIENTO DE AGROQUÍMICOS.....	107
5.1 Estudio de la Operación.....	112
5.2 Separación de Tareas Internas y Externas.....	119

5.3 Convertir las Tareas Internas en Externas.....	120
5.4 Mejoramiento las Tareas Externas e Internas.....	123
5.5 VSM Final.....	140
CAPÍTULO 6	
6. RESULTADOS.....	143
6.1 Medición y Evaluación de las Mejoras.....	143
6.2 Análisis Costo Beneficio.....	157
CAPÍTULO 7	
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	166
7.1 Conclusiones.....	166
7.2 Recomendaciones.....	168
APÉNDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

## ABREVIATURAS

etc.	Etcétera
JIT	Just In Time
MP	Materia Prima
POUS	Point of Use Storage
PT	Producto Terminado
SMED	Single Minute Exchanged of Die
TC	Tiempo de Ciclo
TPM	Total Productive Maintenance
VSM	Value Stream Mapping – Mapeo de la Cadena de Valor

## SIMBOLOGÍA

g.	Gramos
Gal.	Galón
Lt.	Litros
Min.	Minutos
ml.	Mililitros
mt <sup>2</sup> .	Metros Cuadrados
N/A	No Aplica
Seg.	Segundo
T <sub>s</sub> .	Tiempo de Setup
T <sub>o</sub> .	Tiempo de Operación

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Diagrama de Estructura del Proyecto de Graduación.....	6
Figura 2.1 Diagrama Causa Efecto.....	12
Figura 2.2 Modelo del Diagrama Pareto.....	14
Figura 2.3 Modelo de Diagrama de Gantt.....	15
Figura 2.4. Modelo de Diagrama de Flujo de Procesos.....	16
Figura 2.5 Símbolos del VSM.....	19
Figura 2.6 Ejemplo de Tarjeta Roja.....	21
Figura 3.1 Estructura Organizacional de la Empresa.....	29
Figura 3.2 Macro-Mapa de Proceso.....	36
Figura 3.3 Dosificadora Lineal de Líquidos.....	39
Figura 3.4 Selladora para Tapas de Botellas Neumáticas.....	39
Figura 3.5 Pareto de Ventas Anuales por Tipo de Producto.....	42
Figura 3.6 Mapeo de la Cadena de Valor Actual.....	57

Figura 3.7 Actividades de Limpieza y Calibración de Máquinas.....	59
Figura 3.8 Formato de la Entrevista Realizada a los Operadores - Cultura....	62
Figura 3.9 Formato de la Entrevista Realizada a los Operadores – Proceso...	63
Figura 3.10 Formato de la Entrevista Realizada a los Operadores – Tecnología.....	64
Figura 4.1 Búsqueda de Herramientas, Materiales y Materia prima.....	79
Figura 4.2 Alimentación de Envases a Dosificadora.....	80
Figura 4.3 Área de Dosificación, Colocación de Tapas, Fajillas, Etc.....	80
Figura 4.4 Área de Almacenamiento de Productos Terminados.....	81
Figura 4.5 Vista Superior del Departamento de Dosificado en General.....	82
Figura 4.6 Vista Superior del Área de Dosificado de Insecticidas.....	83
Figura 4.7 Organigrama Colaboradores 5S.....	84
Figura 4.8 Criterios para Identificación de Materiales y Herramientas.....	85
Figura 4.9 Formato de Tarjeta Roja.....	87
Figura 4.10 Colocación de Tarjetas Rojas.....	87

Figura 4.11 Colocación de Letreros.....	92
Figura 4.12 Plano – Vista Superior Área de Dosificado Insecticidas.....	93
Figura 4.13 Personal Pintando el Área.....	94
Figura 4.14 Información Responsabilidades Pegado en el Área.....	101
Figura 4.15 Logo Implementación 5S.....	106
Figura 5.1 Gráfico de Barras de los Porcentajes de Tiempo de las Actividades.....	118
Figura 5.2 Diagrama de Pareto con Tiempos de Actividades Externas.....	124
Figura 5.3 Diagrama de Pareto con Tiempos de Actividades Internas.....	126
Figura 5.4 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Tiempos Excesivos de Ajustes en Tapadora”.....	129
Figura 5.5 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Demasiado Tiempo en Ajustes de Sistema de Llenado”.....	130
Figura 5.6 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Tiempos Excesivos de Montaje/Desmontaje de Paneles”.....	131

Figura 5.7 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Tiempos Excesivos de Búsqueda de Materiales, Equipos y Herramientas” .....	132
Figura 5.8 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Excesivo Tiempo en Calibración de Volumen” .....	133
Figura 5.9 VSM Final del Proceso de Fraccionamiento de Insecticidas Líquidos.....	142
Figura 6.1 Diagrama de Radar – Resultado de Mejoras.....	145
Figura 6.2 Clasificación de materiales y herramientas.....	146
Figura 6.3 Limpieza en el Área de Dosificado.....	147
Figura 6.4 Imagen de la Señalización de Colores.....	149
Figura 6.5 Imagen de la Señalización de Colores.....	150
Figura 6.6 Imagen de la Señalización de Colores.....	150
Figura 6.7 Paneles de Protección de Máquina Dosificadora.....	152
Figura 6.8 Diagrama de Barras de los Tiempos de Cambio de Formato Antes y Después de la Implementación.....	156

Figura 6.9 Diagrama de Barras de los Tiempos de Cambio de Formato Antes y  
Después de la Implementación..... 157

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Superficie de la Planta	30
Tabla 2	Productos de Abono	31
Tabla 3	Productos Microelementos	31
Tabla 4	Productos Coadyuvantes	32
Tabla 5	Productos Bioestimulantes	32
Tabla 6	Productos Desinfectantes	33
Tabla 7	Productos Poscosecha	33
Tabla 8	Productos Insecticidas	33
Tabla 9	Productos Fungicidas	34
Tabla 10	Ventas e Ingresos Anuales	41
Tabla 11	Indicadores de Producción y Control de Calidad	43
Tabla 12	Expectativas de Proceso	44
Tabla 13	Respuestas Entrevista Jefe de Producción	47
Tabla 14	Frecuencia de Ocurrencia de Problemas	50
Tabla 15	Identificación y Clasificación de Datos de Desperdicios	66
Tabla 16	Agrupación de Datos de Desperdicios	68
Tabla 17	Porcentaje de Presencia de Desperdicios	70
Tabla 18	Selección de Técnicas de Manufactura Esbelta	74
Tabla 19	Diagrama de Gantt - Planificación Actividades 5S	76
Tabla 20	Elementos Innecesarios Dentro del Área	88
Tabla 21	Criterio para Almacenar Según Frecuencia de Uso	89
Tabla 22	Inventario de Herramientas y Materiales en el Área de Dosificado	90

Tabla 23	Listado de Chequeos de Puntos de Mantenimientos	96
Tabla 24	Lista de Chequeo – Limpieza de Elementos	97
Tabla 25	Listado de Chequeo de Limpieza de Equipos	98
Tabla 26	Listado de Chequeo de Espacio Alrededor de Dosificadora	98
Tabla 27	Responsabilidades 3S de Acuerdo a Actividades	100
Tabla 28	Lista de Auditoría de Cinco Puntos para Clasificación	102
Tabla 29	Lista de Auditoría de Cinco Puntos para Orden	102
Tabla 30	Lista de Auditoría de Cinco Puntos para Limpieza	103
Tabla 31	Lista de Auditoría de Cinco Puntos para Estandarización	103
Tabla 32	Lista de Auditoría de Cinco Puntos para Disciplina	103
Tabla 33	Resultado de Auditoría Inicial	104
Tabla 34	Planificación de Implementación SMED	108
Tabla 35	Estudio de Tiempos de Cambios de Formato	115
Tabla 36	Porcentajes de Tiempo de Cada Actividad	117
Tabla 37	Separación de Actividades Internas y Externas	120
Tabla 38	Conversión de Actividades Internas y Externas	122
Tabla 39	Tabla de Tiempos de las Actividades Externas de Limpieza y Cambio de Formato	124
Tabla 40	Tabla de Tiempo de Actividades Internas de Limpieza y Cambio de Formato	125
Tabla 41	Propuestas de Mejoras	139
Tabla 42	Tiempo Usado en Proceso Antes de Implementación 5S	144
Tabla 43	Tiempos Usados en Proceso Después de Implementación 5S	144
Tabla 44	Resultado de Auditorías	145

Tabla 45	Código de Colores para Referencia	148
Tabla 46	Código de Colores para Referencia de Línea	151
Tabla 47	Tiempo de Llenado de Insecticidas	153
Tabla 48	Tiempo de las Actividades de Limpieza, Cambio de Formato y Calibración de Equipos	155
Tabla 49	Costos de Materiales e Insumos Invertidos en la Implementación	158
Tabla 50	Costo de Tiempo Invertido en Implementación	159
Tabla 51	Descripción de Costos Referentes a Pagos de Horas Extras	162
Tabla 52	Resumen Costos vs Beneficios de Implementación	163
Tabla 53	Evolución de Indicadores	163

## INTRODUCCIÓN

La metodología de manufactura esbelta, está diseñada para eliminar o disminuir los desperdicios que puede existir en un proceso productivo, estos desperdicios se conocen como mudas, en el presente proyecto se eligió una línea de producción, para realizar la implementación de las técnicas esbeltas, en donde el objetivo principal es reconocer las mudas en el proceso y eliminarlas o disminuirlas mediante la implementación de técnicas esbeltas.

El proceso de selección de la línea de producción a estudiar, será de acuerdo a la línea que más beneficios genera a la empresa, por lo que se realiza un análisis de ingresos para determinar que productos son los más vendidos, y por lo tanto saber en qué línea de producción se puede lograr más impacto con las mejoras a implementar.

Los problemas se identifican por medio de entrevistas y reuniones con los operadores de la línea de estudio y los jefes de la misma, de acuerdo a estos problemas se eligen las metodologías a implementar.

Las herramientas esbeltas que se seleccionaron fueron SMED y 5S, las cuales ayudaran a mejorar los indicadores de eficiencia de la planta, colaboraran a la buena apariencia de la misma, además de aportar con beneficios adyacentes como, la posibilidad de reducir el tamaño de lote de producción, la

simplificación de actividades en los procesos, y darle flexibilidad a la línea de estudio.

Además de beneficios económicos, al ahorrar disminuir las horas extras requeridas para realizar operaciones que no se logran realizar en la jornada regular de trabajo.

Se realiza un análisis situacional después de la implementación y se analizan los indicadores para saber cuantitativamente las mejoras realizadas en la planta de fraccionamiento y observar los beneficios obtenidos con este proyecto.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1 Antecedentes**

La agricultura ha sido practicada desde los inicios de la humanidad, pero se han realizado modificaciones en función de la adaptación a los factores naturales como también en función de los sistemas económicos y políticos.

Con la revolución industrial y la consecuente necesidad del incremento de alimentos, la agricultura, se desarrolló progresivamente, por lo tanto la demanda de los productos agroquímicos ha venido en aumento para mejorar la productividad de los sembríos y evitar el daño de los productos.

La comercialización de productos agroquímicos en el país, ha sido muy importante para el desarrollo agroindustrial que ha definido al Ecuador como un país agrícola debido al desarrollo económico en esta actividad.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

La empresa en la que se desarrolla el presente proyecto es una empresa de productos agroquímicos y farmacéuticos y en ella existen algunos problemas entre los cuales unos de los principales es el tiempo excesivo de entrega de un pedido con respecto a la fecha de requerimiento del mismo, esta complicación hace que la empresa genere horas extras en la fabricación de un producto y en algunos casos entregue con retraso el pedido.

### **1.2.1 Justificación**

En referencia al problema antes abordado se propone el uso de técnicas de manufactura esbelta que están dirigidas a reducir el tiempo de entrega de un pedido, mediante herramientas que buscan la eliminación o reducción de actividades que no agregan valor.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivos Generales**

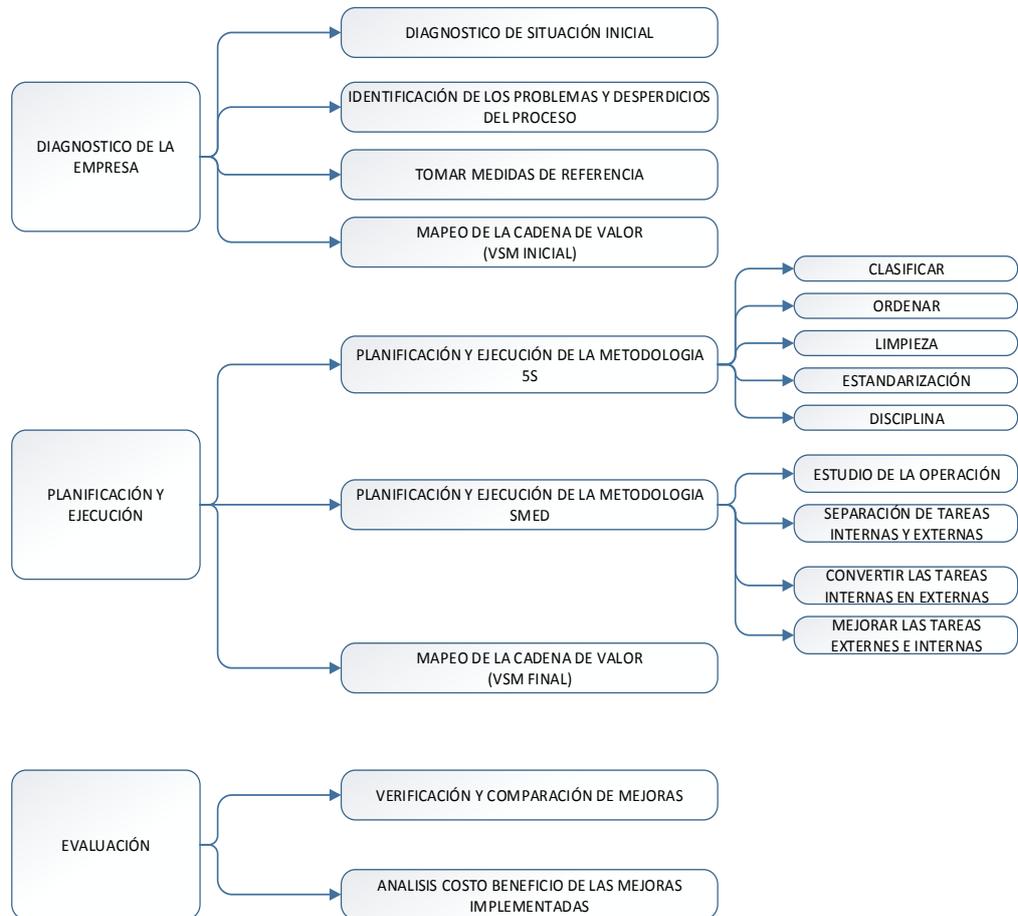
Implementar mejoras para disminuir el desperdicio y aumentar la productividad en el proceso de fraccionamiento y envasado de productos químicos en una empresa agroquímica ubicada en la ciudad de Guayaquil mediante la utilización de técnicas de producción esbelta.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar una descripción del proceso mediante un diagrama de flujo para describir la situación actual de la empresa en estudio.
- Identificar los problemas potenciales que afectan al proceso de fraccionamiento de químicos.
- Identificar los desperdicios existentes en el proceso con la ayuda de herramientas de identificación y mediante la colaboración del personal dentro del área.
- Implementar propuestas de mejora mediante técnicas de producción esbelta para eliminar los desperdicios en el proceso.
- Realizar evaluaciones de las mejoras implementadas mediante indicadores de control con el fin de medir las mejoras de los cambios planteados.

## 1.4 Metodología de Estudio

El presente proyecto tiene la siguiente metodología la cual se describe en el diagrama de flujo de la figura 1.1.



**Figura 1.1 Diagrama de Estructura del Proyecto de Graduación.**

## **1.5 Estructura**

El presente proyecto de graduación, está dividido en 7 capítulos los cuales se detallan a continuación:

### **Capítulo 1**

Este capítulo trata de la descripción de general de la empresa, una breve historia de la misma, el planteamiento del problema, objetivos generales y específicos; la metodología del proyecto y la estructura del mismo.

### **Capítulo 2**

En este capítulo se presenta el marco teórico que se utiliza para el desarrollo del presente proyecto, conforme a principios y técnicas de Lean Manufacturing, diagramas de flujo de procesos y herramientas de identificación de problemas y causas potenciales.

### **Capítulo 3**

Este capítulo contiene el desarrollo de los procesos de la empresa, por medio de diagramas de flujo. Además se realiza un análisis situacional de la empresa para saber la condición actual de la misma, y se definen los problemas existentes en el proceso.

## **Capítulo 4**

En este capítulo se identifican los desperdicios mediante el uso de técnicas Lean, con la colaboración del personal de producción. Se proponen mejoras y se elabora un plan de implementación, para la línea de producción que se está estudiando, utilizando la metodología de 5S para eliminación de desperdicios y el aumento de la productividad.

## **Capítulo 5**

En este capítulo se realiza la implementación de otra técnica de producción esbelta llamada SMED, para la disminución de tiempos en cambios de configuración de máquinas. Y se culmina con un VSM final el cual indica las mejoras que se han realizado en la línea de estudio, además de propuestas de mejoras.

## **Capítulo 6**

En este capítulo se realiza una evaluación de los resultados que se han obtenido después de la implementación de las mejoras, por lo que se realiza una medición por medio de indicadores para saber en qué medida mejoro el proceso. Además se realiza un análisis costo – beneficio de la implementación realizada.

## **Capítulo 7**

En este capítulo se plantean las conclusiones del desarrollo del proyecto y de los resultados obtenidos después de la implementación de las técnicas usadas, así como las recomendaciones necesarias para la mejora continua y el mantenimiento de las técnicas implementadas.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Metodología Manufactura Esbelta

“La manufactura esbelta tiene sus inicios con la implementación de la filosofía JIT (Justo a Tiempo) en la empresa Japonesa Toyota hace aproximadamente 50 años” [1].

Manufactura esbelta se considera a la metodología de trabajo aplicada sistemáticamente al conjunto de técnicas y herramientas que tiene como objetivo optimizar los procesos productivos en los que son aplicados basándose en la eliminación de desperdicios. Con la metodología de trabajo se busca estandarizar procesos, creando la cultura tanto de trabajadores, jefes y altos directivos para ahorrar los recursos utilizados en el proceso como por ejemplo, tiempo, materiales, espacio, etc.

La definición que a continuación se puede observar fue presentada en el libro, La Máquina que Cambio el Mundo:

**Lean Manufacturing/Production (un término acuñado por el investigador del IMVP Jhon Krafcik) es Lean/Esbelta porque usa menos de todo y cuando es comparada con la manufactura tradicional en masa, usa la mitad del espacio de manufactura, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas en ingeniería para desarrollar un nuevo producto, en la mitad del tiempo. Además, requiere mantener menos de la mitad del inventario necesitado en planta, lo cual resulta en mucho menos defectos, y se produce una más grande y creciente variedad de productos [2].**

Esta metodología de trabajo fue aplicable en principio a la industria automotriz, pero sin duda no es la única en donde se puede aplicar, se tiene varios ejemplos y experiencias en todo tipo de industrias, incluidas las de servicio.

Manufactura esbelta está transformando a varias industrias, buscando responsabilidad en los colaboradores y de esta manera minimizar los desperdicios que se pueden suscitar en los procesos, consiguiendo productos y servicios de calidad.

Para iniciar con el análisis del proceso y determinar las actividades críticas dentro del proceso que tienen un impacto directo en la eficiencia del proceso, se pueden utilizar las numerosas herramientas de la calidad, como lo son: El diagrama Ishikawa o espina de pescado, el

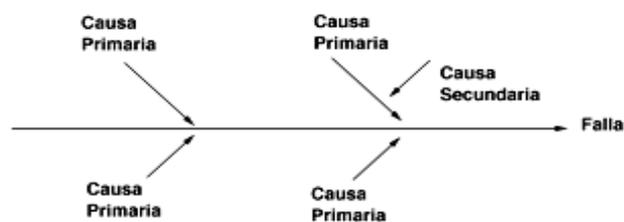
diagrama Pareto, diagrama de Gantt, diagrama de flujo de procesos, entre otros.

### Diagrama de Causa-Efecto

El Diagrama de Causa-Efecto, también conocido como Diagrama de Pescado o Ishikawa, sirve para ordenar las causas que afectan o influyen en la calidad de un proceso, producto o servicio.

“De acuerdo con la lógica, todo efecto (evento, problema, desviación, etc.) tiene cuando menos una causa, y el uso de este diagrama facilitara el entendimiento y comprensión de un proceso, aun en situaciones complicadas” [3].

La disposición, forma o grafico de un diagrama causa y efecto se muestra en la figura 2.1, en la parte derecha del formato se muestra el problema principal, del problema nace un tallo con ramificaciones para colocar los problemas. “El diagrama se usa para identificar las causas más probables de un problema para poder recopilar mayor información y analizar mejor los datos” [4].



**Fig. 2.1 Diagrama Causa Efecto.**

Fuente: Administración y Control de la Calidad

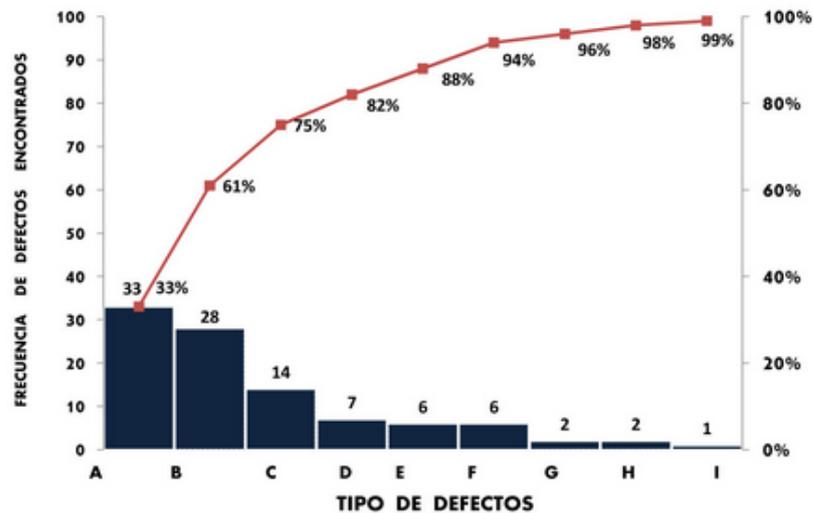
## Diagrama Pareto

El principio de Pareto, nombrado así por su descubridor, el economista italiano Wilfrido Pareto, también se conoce a este diagrama como “diagrama 80-20”.

El análisis del diagrama considera que los problemas que acumulan aproximadamente el 20 por ciento (llamadas causas vitales), y al enfocarnos en las mismas, obtendremos beneficios potenciales aproximadamente en un 80 por ciento.

“El principio de Pareto sirve para determinar las pocas causas o efectos vitales en la solución de un problema, discriminarlos de los muchos triviales, y así empezar atacando los de mayor rentabilidad” [3].

Se puede comparar a un diagrama Pareto con un histograma, en este diagrama se puede observar el gráfico de barra, como también el acumulado de los mismo mediante una línea, como se observa en la Figura 2.2, sin duda esta herramienta identifica los principales problemas, ayudando a enfocarnos en las mejoras más significativas. “Los diagramas de Pareto también pueden mostrar los resultados de programas de mejoramiento a través del tiempo. Los empleados con temor a la estadística se intimidan menos con esos diagramas” [5].



## 2.2 Modelo del Diagrama Pareto

Fuente: Administración de la Calidad

### Diagrama Gantt

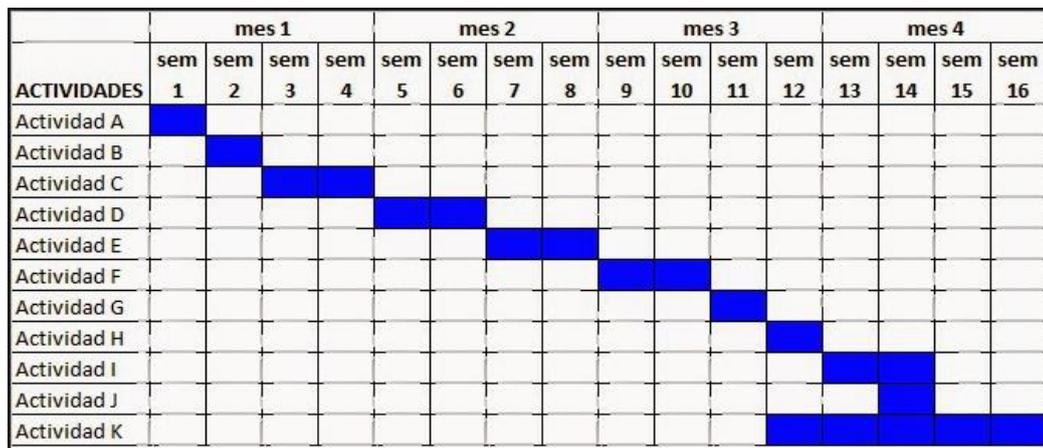
“Es la presentación de las actividades, sus duraciones y los momentos en que deben comenzar y terminar” [6].

Los pasos a seguir para construir un diagrama de Gantt son los siguientes:

1. Escribir los nombres de las tareas en una columna
2. “Dibujar los bloques correspondientes a las tareas que no tienen actividades precedentes. Ubíquelos de manera que el lado izquierdo de los bloques coincida con el instante cero del proyecto (su inicio)” [7].

3. “Dibujar los bloques correspondientes a las tareas que solo dependen de las tareas ya introducidas en el diagrama. Se repite este punto hasta haber dibujado todas las tareas” [7].

El diagrama de Gantt ayuda a visualizar las actividades de acuerdo al tiempo en el que deben ejecutarse como se observa en la figura 2.3, el inconveniente se da debido a que no se pueden realizar cálculos.



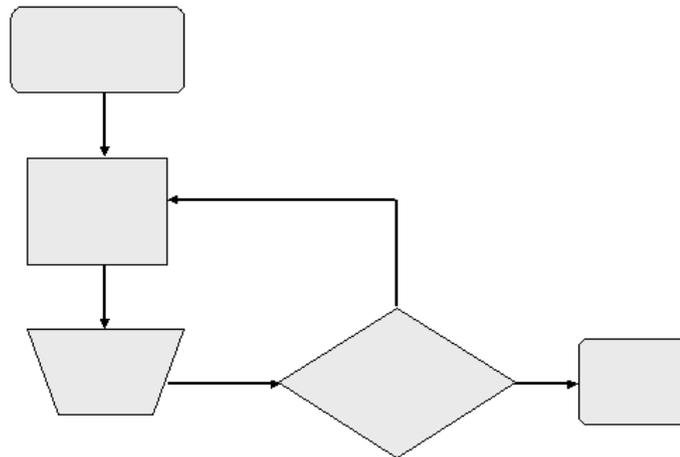
**Figura 2.3 Modelo de Diagrama de Gantt**

Fuente: Análisis y Planteamiento - con Aplicaciones a la Organización Policial

### Diagrama de proceso

Esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido [8].

El objetivo de este grafico es brindar una visión precisa de algún proceso en dividiendo el proceso en actividades y tareas diversas.



**Figura 2.4. Modelo de Diagrama de Flujo de Procesos**

## **2.2. Desperdicios**

**Para manufactura esbelta el desperdicio o muda, se trata de la única palabra japonesa que usted realmente debería saber. Suena horrible cuando sale de nuestra boca, y en el fondo también debería ser así, porque muda significa <<despilfarro>>, específicamente toda actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencia y productos sobrantes, pasos en el proceso que no son necesarios, movimientos de empleados y transportes de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo, en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicio que no satisfacen las necesidades del cliente [9].**

## **Valor**

“El valor solamente es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico que satisfacen las necesidades del consumidor a un precio concreto, en un momento determinado” [9].

Los clientes y los colaboradores en la actualidad son exigentes en muchos aspectos, como la seguridad, la calidad la cultura organizacional mostrada hacia su personal. “Por esta razón las empresas basan sus mediciones en aspectos como: Productividad, calidad, costos, tiempo perdido, seguridad, medio ambiente y moral” [10].

En la aplicación de manufactura esbelta se han identificado 7 desperdicios comunes dentro de los procesos, los cuales son: Sobreproducción, espera, defectos, transporte, procesamiento incorrecto, inventarios, movimiento.

Sobreproducción.- “Producir producto antes de que el consumidor lo requiera, lo cual provoca que las partes sean almacenadas y se incremente el inventario, así como el costo de mantenerlo” [11].

Espera.- “Los operadores esperan observando las máquinas trabajar o esperan por herramientas, partes, etcétera” [11].

Defectos.- “Producción de partes defectuosas. Reparaciones o re-trabajos, scrap, reemplazos en la producción e inspección significan manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado” [11].

Transporte.- “El movimiento innecesario de algunas partes durante la producción es un desperdicio. Esto puede causar daños al producto o a la parte, lo cual crea un re-trabajo” [11].

Procesamiento incorrecto.- “No tener claro los requerimientos de los clientes causa que en la producción se hagan procesos innecesarios, los cuales agregan costos en lugar de valor al producto” [11].

Inventarios.- “El exceso de materia prima, inventario en proceso o productos terminados causan largos tiempos de entrega, obsolescencia de productos, productos dañados, costos por transportación, almacenamiento y retrasos” [11].

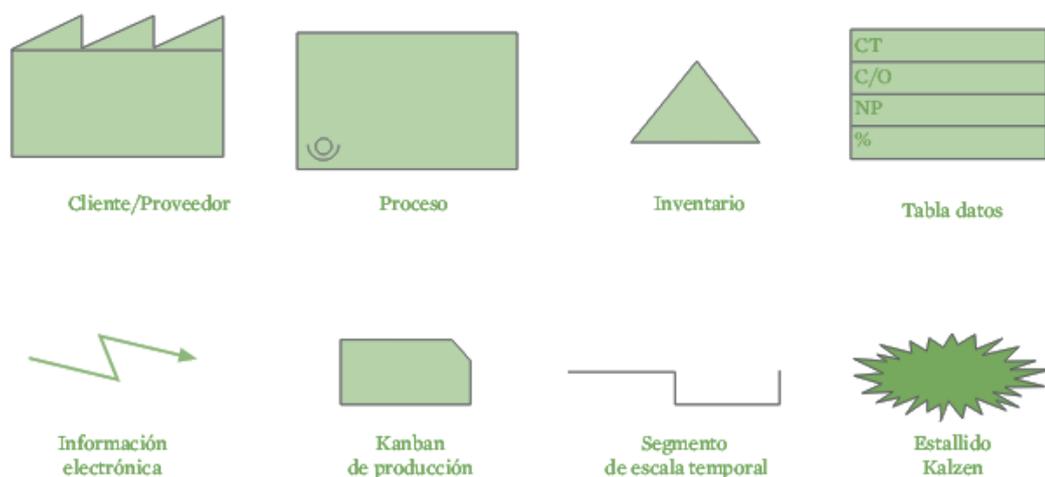
Movimientos.- “Cualquier movimiento innecesario hecho por el personal durante sus actividades, tales como mirar, buscar partes, herramientas, etcétera. Caminar también puede ser un desperdicio” [11].

### **2.3 Mapeo de la Cadena de Valor**

El mapa de cadena de valor o también conocido como Value Stream Mapping (VSM), es un diagrama o gráfico donde se representa el proceso, desde el principio hasta el final (proveedores – clientes). En este diagrama se puede observar como se mueve tanto el flujo de materiales como también el flujo de información.

El VSM se elabora por tipo o familia de productos y para su realización se debe recolectar los datos en el sitio de trabajo. Se debe dividir el proceso en las diferentes actividades que se realizan y definir los clientes tanto internos como externos.

“Esta herramienta permite visualizar de forma fácil y sencilla las diferentes actividades que no agregan valor al proceso. Para construir un VSM se sugiere utilizar los siguientes símbolos” [1]:



**Figura 2.5 Símbolos del VSM**

Fuente: Lean Manufacturing - Concepto, Técnicas e Implantación

## 2.4 Metodología 5S

La herramienta 5S es una de las herramientas que más se aplica en la metodología de producción esbelta, asegurando un lugar limpio, ordenado y seguro para un mejor funcionamiento tanto de máquinas,

equipos, herramientas como de las personas. “La herramienta 5S debe su nombre a que las cinco palabras japonesas que componen el orden de su ejecución empiezan con S” [1].

- ✓ Clasificar (Seiri)
- ✓ Orden (Seiton)
- ✓ Limpieza (Seiso)
- ✓ Estandarización (Seiketsu)
- ✓ Disciplina (Shitsuke)

Clasificar (Seiri).- Este paso consiste en evidenciar los objetos, materiales, herramientas que no son necesarios y los que son necesarios. Separando lo que es útil y eliminando de forma radical lo que es inútil.

Los objetivos de esta fase son [12]:

- Tener los puestos de trabajo limpios (sin residuos, basura, suciedad, etc.).
- Eliminar las cosas inútiles.
- Prevenir el deterioro debido a la suciedad, anotando defectos potenciales.

La eliminación de objetos innecesarios se puede llegar a obtener mediante la aplicación de la tarjeta roja, ver figura 2.6, para identificar

elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR		Departamento	
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESCHECHO			

**Figura 2.6 Ejemplo de Tarjeta Roja**

Fuente: Lean Manufacturing - Concepto, Técnicas e Implantación

Orden (Seiton).- El siguiente paso es el de definir lugares para cada cosa, emulando la frase, “un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar”, se detalla la frecuencia de uso de los materiales y de esta manera se especifica un lugar para almacenarlos.

“Para conseguir el objetivo propuesto por la segunda S, se pueden realizar varias actividades como, situar los objetos de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso” [12].

Este punto se puede recurrir a la estrategia de pintura, la cual consiste en el delimitar las áreas de operaciones, almacenamiento y vías de

circulación de objetos y personas. Para delimitar la ubicación de los materiales se define la frecuencia de uso de los materiales y la facilidad de obtenerlas en el lugar determinado.

Limpieza (seiso).- “Se trata de limpiar de manera eficaz las instalaciones y el entorno del puesto de trabajo, señalizando los lugares que presentan un problema mediante una etiqueta” [12].

También se debe capacitar a las personas responsables del área para mantener limpio el lugar de trabajo. Es importante recalcar que en este punto se prioriza la eliminación de las fuentes de suciedad.

Estandarización (Seiketsu).- En este punto se capacita a los trabajadores, pues son ellos quienes van a mantener y transmitir al nuevo personal la metodología y estándares de trabajo. Esto se logra mediante procedimientos o normas ya establecidas y de esta manera crear hábitos de limpieza, y organización del trabajo.

Disciplina (Shitsuke).- Desarrollar en los trabajadores y gestores del proceso la autodisciplina dentro del área de trabajo. Es el paso más complicado de ejecutar debido a que se tiende a volver a la misma forma de trabajar luego de la implementación de las 4 primeras S.

## 2.5 Metodología SMED

“Las siglas SMED (Single Minute Exchange of Die), es una técnica que busca la reducción de tiempo en la preparación de máquinas, eliminando desperdicios como, esperas, movimientos y transportes innecesarios” [1].

“El sistema SMED fue concebido por Shigeo Shingo a lo largo de 19 años y es el resultado del estudio concienzudo de aspectos teóricos y prácticos de la mejora del proceso de preparación de máquinas” [11].

### **Pasos Básicos en el Procedimiento de Preparación.**

En las actividades de preparación de equipos no hay un procedimiento establecido, dependerá de la dificultad de la operación y de la preparación del individuo. Sin embargo, se analiza la secuencia en común que podrían tener estas actividades.

A continuación, se analizan cada una de estas actividades:

Preparación, ajustes post-proceso y verificación de materiales, herramientas, troqueles, plantillas, calibres, etcétera. Se asegura la disponibilidad de los equipos y herramientas dentro del puesto de trabajo. “También se incluyen en este paso el periodo en el cual todos ellos se retiran y guardan, se limpia la máquina, etcétera” [11].

Montar y desmontar herramientas. Este paso describe el almacenamiento de los equipos o herramientas utilizadas en la calibración.

Medidas, montaje y calibración.- Este paso describe los cambios realizados en el equipo ya sea para una nueva producción o para darle mantenimiento o limpieza.

Prueba y ajuste.- Luego de todos los cambios realizados, se procede a las pruebas respectivas, hasta obtener el primer producto en buen estado y acto para la venta.

“La frecuencia y duración de las pruebas y ajuste dependen de la habilidad del ingeniero de preparación” [11].

“SMED es importante, si dentro del proceso los tiempos de preparación son altos, se generara un problema al aumentar el tamaño de los lotes de producción, generando sobreproducción y a la vez inventario” [11].

Las mejoras que se pueden conseguir aplicando la metodología SMED, se enlistan a continuación:

- Reducir el tiempo que se utiliza para cambios o preparación de máquinas.
- La cantidad de inventario de producto terminado se reduce.
- El tamaño del lote de producción se reduce al necesario.
- Se podría realizar más de un producto o una presentación en un mismo día.

Para poder aplicar la técnica SMED, se debe estudiar todas las operaciones que se realizan en el proceso, determinando cuales son los tiempos promedios y los que se ajustan a un proceso normal. Este proceso se realiza en cuatro fases:

#### Fase 1: Estudio o identificación de actividades

Se inicia con la clasificación de las actividades de preparación del equipo. “Esto se lo realiza visitando el lugar de trabajo y anotando todos los movimientos y los tiempos en los que realizan cada actividad” [1].

#### Fase 2: Separar las actividades externas y actividades internas.

Preparación externa, constituye las actividades afines con la preparación de la máquina, que no necesita que la misma se encuentre parada. A diferencia de la preparación interna que precisa que la máquina interrumpa su operación para poder realizar los cambios respectivos. El objetivo de la fase dos es clasificarlas en los dos grupos mencionados.

#### Fase 3: Convertir las actividades internas en externas

La idea consiste en realizar todas las actividades que se puedan realizar cuando la máquina se encuentre en moviendo para de este modo, no perder tiempo realizando actividades cuando la máquina se encuentre parada.

Fase 4: Optimizar las actividades internas y externas.

Cuando ya se tienen aisladas las actividades internas de las externas, se busca un priorizar las actividades más relevantes, y mejorarlas, ya sea con tecnología, con capacitaciones, para de esta manera disminuir el tiempo utilizado.

# **CAPÍTULO 3**

## **3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

El presente proyecto se realiza en una empresa dedicada al fraccionamiento y comercialización de productos agroquímicos y farmacéuticos, liderando el mercado nacional, esta se encuentra localizada en el Km 16 Vía Daule, Parque Industrial Pascuales, en la ciudad de Guayaquil.

La empresa se creó en 1865, en Guayaquil, con el propósito de importar productos ferreteros, materiales de construcción y lubricantes para el sector automotriz e industrial, además de productos farmacéuticos, agroquímicos y veterinarios, y comercializarlos dentro del país, sin embargo luego de 100 años de actividad comercial en 1970 esta empresa se dedicó exclusivamente a productos farmacéuticos,

veterinarios y agroquímicos con el fin de especializarse en un solo mercado.

En la actualidad esta empresa tiene una ventaja competitiva la cual consiste en la variedad de productos que le ofrece a los agricultores tanto de la región costera como en la sierra, permitiendo liderar el mercado, esto se debe al compromiso de la alta gerencia y del equipo humano que conforma la empresa, y de esta manera cumplir las expectativas de los clientes, proveedores y colaboradores. Cabe recalcar que la empresa cuenta con certificaciones de sistemas de gestión: ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001, además de certificaciones de calidad en sus productos, que garantizan el compromiso de la empresa hacia las partes interesadas.

La estructura organizacional es de tipo vertical, con un presidente como cabeza de la organización y se va expandiendo de acuerdo a como van segregándose en las funciones, como se muestra en la Figura 3.1. La empresa cuenta con 830 trabajadores los cuales están divididos en diferentes sucursales y puntos de ventas en todo el país.

En lo que respecta a la infraestructura de la empresa a nivel nacional se distribuyen en 2 complejos industriales, 12 sucursales y 4 puntos de venta.

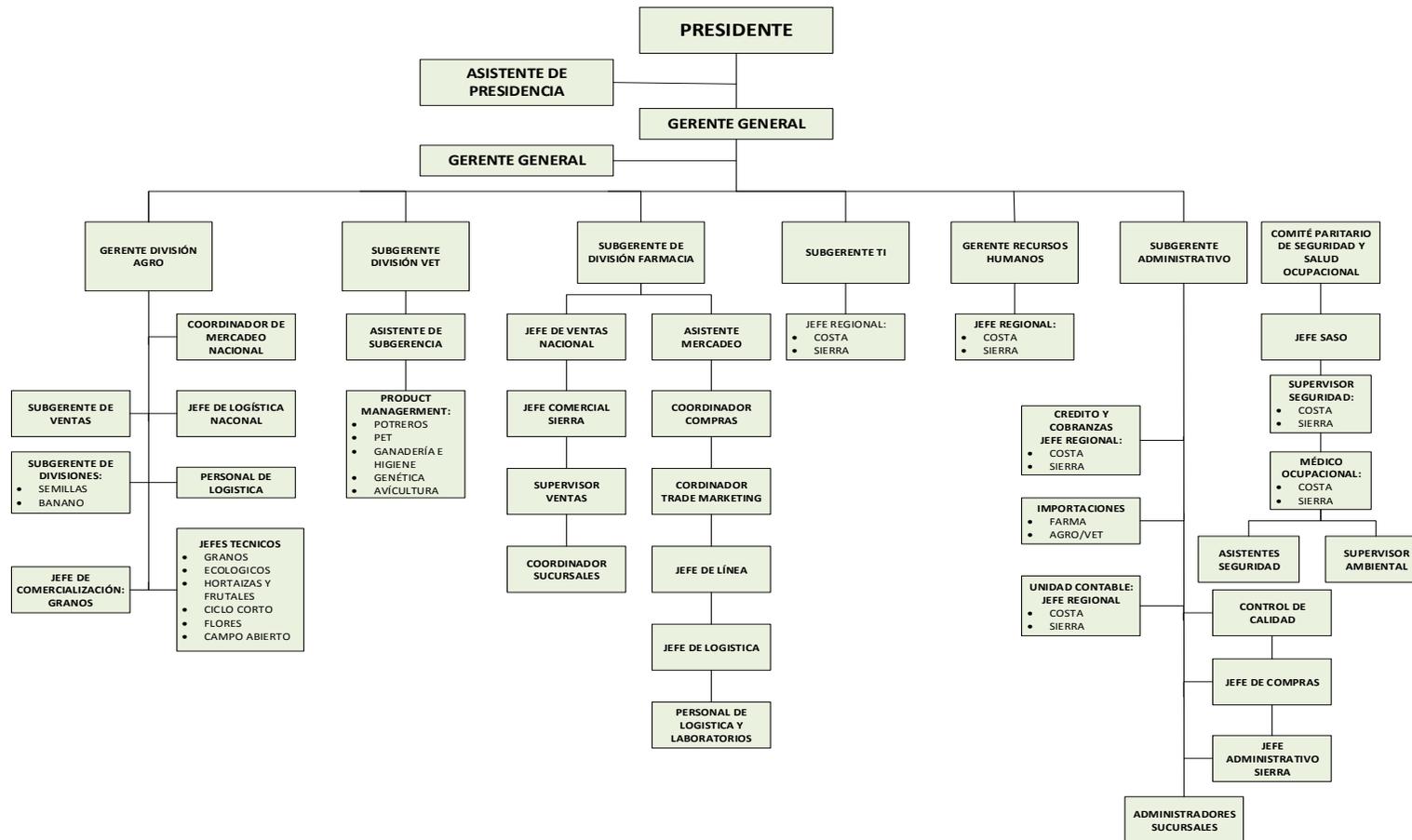


Figura 3.1 Estructura Organizacional de la Empresa

El proyecto se desarrolla en el complejo industrial “Pascuales”, el mismo que cuenta con las siguientes instalaciones; áreas de oficinas administrativas, área de producción, bodegas, área de gestión de desechos, etc. Para tener una mejor entendimiento de las áreas con las que cuenta la empresa, estas se detallan en la tabla 1 haciendo referencia al tamaño de cada una de ellas.

**TABLA 1  
SUPERFICIE DE LA PLANTA**

<b>ÁREAS</b>	<b>SUPERFICIES (mt<sup>2</sup>)</b>
OFICINAS	145.8
BODEGA VET.	312.4
BODEGA AGRO	2065.16
BODEGA FARMA	873.86
FALAPE (PROD.)	1337.83
TALLER BOMBAS	67.91

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

El asegurar la distribución correcta de los productos que el cliente necesita, la empresa cuenta con las diferentes áreas arriba mencionadas, en donde se almacena y posteriormente se procesan los productos que distribuye la empresa.

El área de producción donde se desarrolla el proyecto cuenta con dosificadoras para fraccionar agroquímicos tanto líquidos como sólidos (polvos), dentro del área se fraccionan diferentes tipos de

productos con diferentes presentaciones como lo indica desde la tabla 2 hasta la tabla 9.

## PRODUCTOS DISTRIBUIDOS POR LA EMPRESA

**TABLA 2  
PRODUCTOS DE ABONO**

ABONOS QUÍMICOS		
MATERIAL	CARACTERÍSTICA	PRESENTACIÓN
Algasoil	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Sulfato de magnesio	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Crop finisher	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Magia	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Newfol-CA	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Nutri Leaf	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Sol-U-Gro	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Sugar express	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Vítafol	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 3  
PRODUCTOS DE MICROELEMENTOS**

MICRO ELEMENTOS		
MATERIAL	CARACTERÍSTICA	PRESENTACIÓN
Multimix	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Soluboro foliareel	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 4  
PRODUCTOS COADYUVANTES**

<b>COADYUVANTES</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>
Ecuafix	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Exit 100 EC	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Mist control	Líquidos	250 g, 500 g, 1000 g.
Nufilm	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Triton	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 5  
PRODUCTOS BIOESTIMULANTES**

<b>BIOESTIMULANTES</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>
Ácidos húmicos 12 %	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Ácidos húmicos 75 %	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Biosolar	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Hormonagro	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Hydraflor	Líquido	100ml, 500 ml, 1 lt
New gibb	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Cytokin	Líquido	100ml, 500 ml, 1 lt
Exit 100 EC	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Seaweed extract	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Dispersante foliar	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Millerplex	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Nicosam	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Noweed	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Newkill 60 WP	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Cerillo	Líquido	100ml, 500 ml, 1 lt
Gesapax	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Igran 500 FW	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Machete	Líquido	100ml, 500 ml, 1 lt
Pantera	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.
Ranger	Líquido	100ml, 500 ml, 1 lt
Roundup	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 6  
PRODUCTOS DESINFECTANTES**

DESINFECTANTES		
MATERIAL	CARACTERÍSTICA	PRESENTACIÓN
Captan	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Terraclor / Trigram	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Vitavax	Polvos	250 g, 500 g, 1000 g.

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 7  
PRODUCTOS POSTCOSECHA**

POSTCOSECHA		
MATERIAL	CARACTERÍSTICA	PRESENTACIÓN
Floralife	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 8  
PRODUCTOS INSECTICIDAS**

INSECTICIDA		
MATERIAL	CARACTERÍSTICA	PRESENTACIÓN
Neem X	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Malathion	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Bala 55 EC	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Bronka 10 EC	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Engeo	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
New BT 2XWP	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Furadan	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Actara 25 WG	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Astuto 5% EC	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Attakill	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Basudin 600 EC	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Cipermetrina	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Curacron 500 EC	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Floramite	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Match	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Metaldehído 5%	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Polo	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Puñete 48 EC	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Tayo	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 9**  
**PRODUCTOS FUNGICIDAS**

<b>FUNGICIDA</b>		
<b>MATERIAL</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>PRESENTACIÓN</b>
Intercept	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Alto 100 SL	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Caldo bordeles	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Cuprofix	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Daconil ultrex 82.5 WG	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Fongarid	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Fungaflor	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Lanchafin	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Plantvax	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Kocide	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Quadris	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Triziman-D	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Tilt	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Revus	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Ridomil	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Score	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt
Phyton	Líquidos	100 ml, 500ml, 1Lt, 5Lt, 20 Lt

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

### **3.1 Descripción General del Proceso de Fraccionamiento de Polvos y Líquidos Agroquímicos.**

El proceso productivo en donde se está desarrollando el proyecto, tiene como objetivo la dosificación o el llamado “fraccionamiento” de productos agroquímicos. El galpón consta de dos líneas de producción las cuales se dividen, una de ellas efectúa la dosificación de productos agroquímicos líquidos y la otra línea se dedica a la dosificación de polvos.

El proceso de fraccionamiento, tiene como finalidad obtener productos envasados de menor capacidad a la que normalmente ingresa al país el agroquímico importado. Este proceso se lo realiza en la máquina dosificadora, la cual necesita de los siguientes implementos para su funcionamiento.

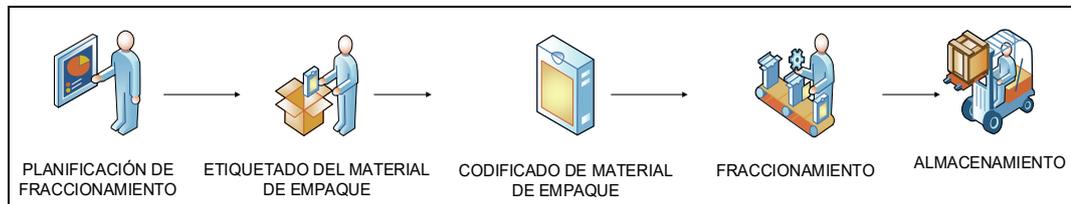
Materia prima: Son todos los agroquímicos, fungicidas, herbicidas, insecticidas, coadyuvantes, que llegan al área de fraccionamiento procedentes de la bodega de materia prima, en galones mayores a 20 litros, los cuales van a ser trasvasados a recipientes más pequeños.

Etiquetas: Son los componentes que se utilizan para diferenciar un producto de otro, estas son parte del producto terminado, pero deben pasar por un subproceso el cual es el codificado, donde se colocan datos como, precio, fecha de elaboración, fecha de caducidad, etc.

Envases: Los envases que se utilizan dentro de la línea de producción de fraccionamiento de líquidos, ya sea envases de 100, 250, 500, 1000 ml o cualquier otra presentación de envases, se los coloca en un lugar específico, para que los operadores disponga de ellos.

El proceso comienza con una planificación mensual del fraccionamiento de diferentes productos que se espera obtener al final del mes, teniendo como input el pronóstico de las ventas mensuales dentro del complejo "Pascuales", el requerimiento de las diferentes sucursales, y las ventas

realizadas por los vendedores. En la figura 3.2 se puede observar el macro-proceso de la actividad de fraccionamiento de líquidos y polvos.



**Figura 3.2 Macro-Mapa de Proceso**

Dentro del proceso de planificación interviene el jefe de logística, quien usando información histórica de demandas, requerimientos de clientes e información de existencias en sucursales, productos existentes tanto como materia prima en bodega o importaciones, realiza el plan de producción donde describe el fraccionamiento general por mes.

Luego de que el jefe de producción analiza el requerimiento del jefe de logística, quien realiza una planificación donde se desagregan los pedidos en forma semanal y diaria, como se muestra en el apéndice A.

Esta planificación es entregada a los responsables de las bodegas de material de empaque, bodegas de materia prima, y control de calidad. Para que cada uno realice las gestiones necesarias y de esta manera asegurar que los materiales se encuentren en el lugar y el momento preciso para iniciar la producción.

Se planifica la utilización del material de empaque, es decir las etiquetas, los cartones y envases que se utilizan en el proceso de fraccionamiento, realizando el pedido de acuerdo a la planificación y de acuerdo al tiempo de entrega de cada uno de los insumos.

Los envases y tapas ingresan a la bodega de acuerdo a la planificación de producción, y que tipo de presentación o medidas se va a fraccionar, como se observa en el diagrama de flujo del apéndice B, el proveedor hace entregas entre dos a tres veces a la semana.

Las fundas en las que se fraccionan los polvos ingresan a la bodega una o dos veces a la semana y el pedido se lo debe de realizar con cuatro días de anticipación. Con respecto a las etiquetas e instructivos, se deben de realizar los pedidos con 15 días de anticipación, para que el pedido se encuentre disponible al momento de empezar la orden de producción.

Las etiquetas llegan a la bodega una o dos veces a la semana y se almacenan temporalmente, hasta que son utilizadas por el proceso de codificación, el cual se describe el apéndice C.

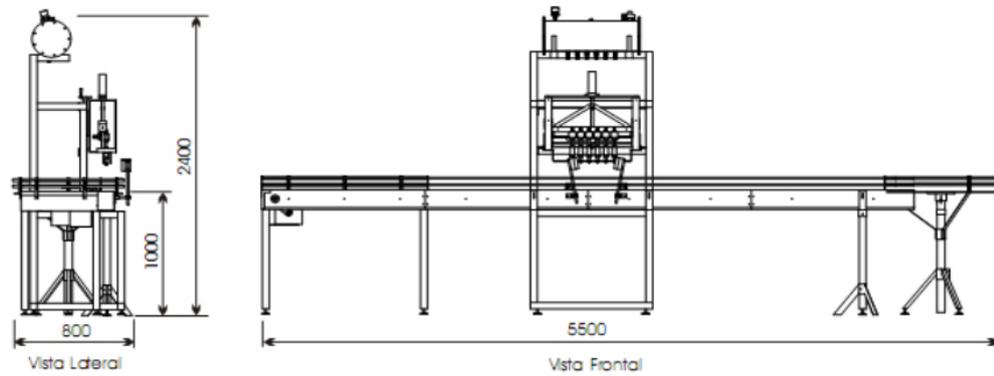
Como un proceso en paralelo al de fraccionamiento se realiza el codificado de las etiquetas, el cual consiste en alistar las etiquetas, colocándole el número de orden de producción, fecha de elaboración, fecha de caducidad, precio, entre otros distintivos de la orden de

producción. Y de esta manera asegurar que se encuentren disponibles para ser utilizadas.

Finalmente luego de realizado el proceso de planificación y de preparar todos los materiales necesarios para el inicio del fraccionamiento, como se muestra en el apéndice D, inicia la producción, la cual consiste en envasar presentaciones de menor volumen ya sea de polvo o líquidos de los productos que distribuye la empresa.

El proceso de fraccionamiento inicia con la colocación de los envases en una mesa giratoria que se encarga de dirigirlos hacia la banda transportadora.

La dosificadora de líquidos, cuenta con un sistema de bandas transportadoras, la cual dirige el envase para el posterior llenado automático, como se observa en la figura 3.3, este proceso se da mediante una programación de la máquina, que consiste en calibrarla de acuerdo al tamaño del envase y el tiempo que demorar obtener el peso requerido.



**Figura 3.3 Dosificadora Lineal de Líquidos**

El tapado de los envases se lo realiza de una forma semi-manual, debido a que un operador es el encargado de colocar la tapa en el envase, y a continuación un mecanismo neumático realiza el sellado completo del envase, como se indica en la figura 3.4.



**Figura 3.4 Selladora para Tapas de Botellas Neumáticas**

Una vez tapado el envase la banda transportadora lo dirige hacia el área donde se realiza el etiquetado, el cual consiste en que un operador coloca la fajilla termo-encogible en el cuerpo del envase. Posteriormente en algunos productos se coloca un instructivo doblado en la parte superior del envase (tapa), esto puede ser realizado por una o dos personas.

Luego el envase tiene que pasar mediante la banda transportadora, por un túnel de calor con el objetivo de que la fajilla termo-encogible se adhiera al envase, tomando la forma del mismo.

El último paso para obtener el producto terminado es almacenarlos en cartones, el número de unidades que se almacenen en un cartón dependerá del tamaño o la presentación de los envases. Este paso es realizado por un operador que también forma parte del equipo de personas que se necesitan para que se complete el proceso.

### **Determinación del Proceso Crítico**

El proceso de producción se realiza de manera make-to-stock, mediante una planificación de producción que permite saber cuanto producir y los productos a fraccionar, de acuerdo a demanda historia y/o requerimiento de clientes y sucursales.

Para determinar el proceso crítico donde se llevará a cabo el desarrollo de la metodología propuesta, se examina la línea de fraccionamiento más significativa del área de producción, para lo cual se realiza un análisis cualitativo de las ventas anuales con respecto al tipo de producto procesado.

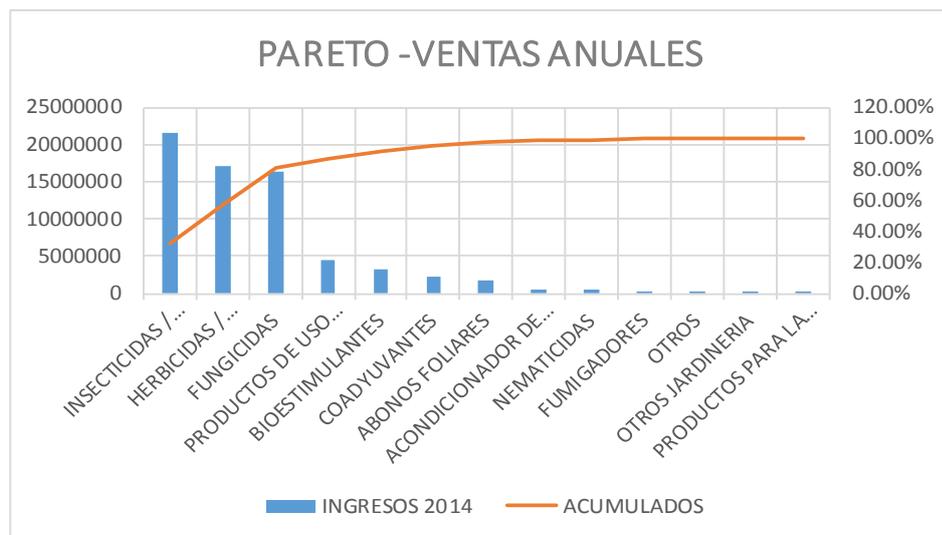
En la tabla 10, se detalla la información de la producción anual y las ventas anuales en unidades por tipo de producto, donde se muestran los porcentajes de aportación en ventas que tiene cada uno de los tipos de productos en base a las ventas totales tomando como referencia el año 2014.

**TABLA 10**  
**VENTAS E INGRESOS ANUALES**

TIPO PRODUCTO	VENTAS		PORCENTAJES	ACUMULADOS
	INGRESOS 2013	INGRESOS 2014		
INSECTICIDAS / ACARICIDAS	18520422	21598218	31654%	31654%
HERBICIDAS / MATAMALEZAS	16899483	17143190	25125%	56779%
FUNGICIDAS	15984693	16276048	23854%	80633%
PRODUCTOS DE USO POS COSECHAS	4313610	4596676	6737%	87370%
BIOESTIMULANTES	2677460	3173564	4651%	92021%
COADYUVANTES	1814874	2128757	3120%	95141%
ABONOS FOLIARES	1709590	1675436	2455%	97596%
ACONDICIONADOR DE SUELO	300485	615873	0.903%	98499%
NEMATICIDAS	342110	575883	0.844%	99343%
FUMIGADORES	23283	231785	0.340%	99683%
OTROS	173335	200457	0.294%	99976%
OTROS JARDINERIA	11838	14644	0.021%	99998%
PRODUCTOS PROTECCIÓN DE MADERA	5215	1529	0.002%	100000%
<b>TOTAL</b>	62776398	68232060	100.00%	

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

Con los datos anteriormente presentados y el análisis del nivel de ventas acumulado de mayor a menor, se puede concluir que los mayores ingresos que tiene la empresa, en cuanto a productos agroquímicos en los 2 últimos años, se concentran en los insecticidas.



**Figura 3.5 Pareto de Ventas Anuales por Tipo de Producto.**

El gráfico de Pareto mostrado en la figura 3.5, claramente muestra el nivel de ventas acumulado hasta el 80% corresponden a insecticidas, herbicidas y fungicidas.

De estos 3 tipos de productos, los productos fungicidas e insecticidas se fraccionan en la línea dosificadora INSEC 10, por lo tanto en esta línea de producción se enfoca el proyecto, ya que las mejoras realizadas en esta línea tendrán un gran impacto en el beneficio de la empresa con respecto a los ingresos.

## Medición de Indicadores

En el proceso de fabricación se necesita definir correctamente los puntos a mejorar para no desviarse de los objetivos de la empresa, el cual es el aumentar las ganancias.

Los indicadores a tomarse deben medir la eficiencia, eficacia, rapidez y calidad del proceso de producción. En la tabla 11 se muestran los indicadores que la empresa mide en la actualidad en cuento a los parámetros que se mencionaron anteriormente.

**TABLA 11**  
**INDICADORES DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD**

ÁREA	OBJETO	MÉTRICA	ACTUAL	RESPON-SABLE
Producción	Nivel de eficiencia en producción	$= \frac{\frac{\text{Unidades producidas reales}}{\# \text{ pers. reales} * \# \text{ hrs. reales de trabajo}}}{\frac{\text{Unidades programadas}}{\# \text{ personas program.} * \# \text{ hrs. program.}}} \times 100$	99,20%	Jefe de producción
	Tasas de tiempo de paras	$= \frac{\sum \text{Horas de paras}}{\sum \text{Hora de trabajo}} \times 100$	8,82%	Jefe de producción
Calidad	Tasa de defectos de proceso	$= \frac{\text{Partes no conformes}}{\text{Unidades producidas}} \times 100$	1,31%	Supervisor de Calidad

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

Como se puede observar en la tabla 11, el indicador de “Nivel de eficiencia en producción” se basa en la cantidad de producto al mes que se obtienen, con respecto a la cantidad de personas utilizadas para obtener dichos productos.

El indicador de “Tasas de tiempo de paras” tiene como objetivo controlar el tiempo que no es productivo y la diversas preparaciones de máquinas, y tiene como parámetros la cantidad de tiempo que las máquinas permanecen paradas sobre la cantidad de tiempo utilizadas al mes.

Por último el indicador de “Tasa de defectos en proceso”, mide el número de unidades producidas con defectos sobre el total de productos envasados.

Con los indicadores definidos y mediante la aplicación de las metodologías de manufactura esbelta, se definen metas para controlar la evolución del proceso durante la aplicación de las técnicas y observar las mejoras una vez concluida la implementación de las mismas.

**TABLA 12**  
**EXPECTATIVAS DE PROCESO**

INDICADOR	ACTUAL	EXPECTATIVA
Nivel de eficiencia en producción	99.20%	140%
Tasa de Tiempo de Paras	8.82%	2.25%
Tasa de defectos de proceso	1.31%	0.20%

**Elaborado por:** Autores del proyecto de graduación

En la tabla 12, se muestran las expectativas a alcanzar al concluir la implementación, para lo cual se sostuvo una reunión con el jefe de producción, personal que opera la línea, personal del departamento de mantenimiento y de calidad, concluyendo en metas alcanzables a lo largo del proyecto.

### **Identificación de Problemas**

Como primer paso para identificar los problemas en el proceso, luego de haber visitado el área donde se ejecuta el proyecto, se mantuvo una reunión con el jefe de producción, en donde se procedió a entrevistar, tomándose como referencia las respuestas más importantes a las preguntas realizadas. En el siguiente párrafo se definen tres tipos de problemas según la metodología a aplicar [13]:

**Problemas de cultura:** Son todo tipo de problemas que se generan por el comportamiento del recurso humano, por la costumbre del trabajo realizado a través del tiempo o por el uso inadecuado de capacidades, conocimientos y habilidades.

**Problemas del proceso:** Se refiere a los inconvenientes suscitados por malos o deficientes procedimientos en el trabajo, desorden del área, por lo cual no se producen los resultados deseados.

**Problemas de tecnología:** Son problemas que se refieren a la aplicación ya sea de forma correcta o incorrecta de nuevas metodologías.

Las respuestas obtenidas por el Jefe de producción, pueden ser observadas en el Apendice E.

Las mayoría de las decisiones en cuanto a planificación las toma el jefe de producción, la distribución de los operadores en cada línea, el número de operadores, la cantidad de producto, la capacidad del envase son varias de las decisiones que toma el jefe de producción.

Con respecto a la distribución de los trabajadores, estos se distribuyen de acuerdo a la cantidad requerida producción diaria, regularmente son utilizados en la línea 3 operadores por máquina.

El principal problema de la línea es el desorden que se genera al final de la jornada, ya que se acumula el material de empaque, llega la materia prima, al final de la línea se obtiene las cajas con el producto terminado, y no se tiene una ubicación específica para cada tipo de material.

El balanceo de la línea de producción se la realiza de acuerdo a la cantidad de producto que se requiere al final de la línea, el jefe de producción comentó que no se utiliza al 100 por ciento la capacidad de llenado de la dosificadora, debido a que el proceso cuello de botella es el fajillado y la colocación de los instructivos de uso se lo hace de forma manual.

Los defectos en los productos se dan debido a la desatención o falta de concentración de los operadores, o debido a fallas o defectos del material de empaque, ya sea envases o etiquetas.

Luego de tabular las respuestas dadas por el jefe de producción, se procede a clasificarlas, se puede observar en la tabla 13 las respuestas del jefe de producción clasificadas de acuerdo a los tres tipos de problemas descritos anteriormente.

**TABLA 13**  
**RESPUESTAS ENTREVISTA JEFE DE PRODUCCIÓN**

<b>Respuestas del Jefe de Producción</b>	<b>Clasificación de los problemas</b>
Las decisiones son tomadas únicamente por el jefe de producción.	Problema de cultura
El almacenamiento de materiales ocasiona desorden.	Problema de cultura / Problema de proceso
El exceso de material de empaque al final del horario de trabajo.	Problema de proceso
La subutilización de la capacidad de la máquina debido al proceso manual.	Problema de tecnología
El uso de las herramientas o implementos de trabajo no se controla.	Problema de cultura / problema de proceso
El tiempo de mantenimiento y calibración de la máquinas se da al final de la jornada es excesivo	Problema de proceso
El balanceo de la línea hace referencia a la persona que coloca tapa. (Rb)	Problema de proceso / problema de tecnología

***Elaborada por: Autores del proyecto de graduación***

Cuando al Jefe de producción se le recargan todas las decisiones importantes dentro de la línea de producción, este podría generar una mayor desorganización o equivocación, y un desaprovechamiento de la habilidad y destreza de mando de los jefes de línea.

Dentro de la línea de producción no se observa un orden específico de ubicación para cada producto o tipo de producto, como por ejemplo, la materia prima, el material de empaque y producto terminado, debido a la falta de espacio y a la falta de estandarización, esto es generado por problemas de cultura de los trabajadores y porque así está establecido en el proceso diario de trabajo.

El proceso realizado normalmente consiste en preparar el material de empaque para el siguiente día, ocasionando al final de la jornada de trabajo un desorden, desorganización y una falta de espacio, debido al tránsito de materiales personas y montacargas que se observa al final de la jornada generando un problema al proceso.

La capacidad de la máquina dosificadora no se utiliza en su totalidad debido a que se debe configurar la velocidad del llenado para que trabaje a la capacidad de la siguiente operación que es la del tapado del envase que se realiza de forma manual y es la que necesita mayor tiempo generando una subutilización de la tecnología adquirida por la empresa.

El mantenimiento o configuración realizada al final del día por el personal de mantenimiento, consiste en la preparación de dosificadora de líquidos. Para el siguiente día, esta operación requiere de herramientas las cuales son manejadas solo por el personal de mantenimiento, pero para operaciones dentro del proceso no se cuenta con herramientas necesarias para cada línea,

y se pierde tiempo al esperar por ellas o se improvisa el uso de otro tipo de herramienta, esto conlleva también a un problema de proceso, por ejemplo para destapar un envase.

La limpieza y/o calibración de la línea dosificadora al final de la línea es un proceso que se debe realizar con mucho cuidado y dedicación, para evitar una contaminación cruzada en cuanto a los diferentes productos que se fraccionan en esta línea, por esta razón se determina que puede ser un problema de proceso el excesivo tiempo que se utiliza para realizar las operaciones de calibración y limpieza de la máquina.

La velocidad a la que trabaja la línea de producción es a la que una persona tiene la capacidad de colocar la tapa al envase y sellarla, aunque esta es una operación semi-manual, es la que más tiempo ocupa, de esto depende la conformación del número de personas que trabajarán en la línea y de acuerdo a la meta en unidades que les propongan en la orden de producción el cual genera un problema dentro del proceso así como un problema de tecnología.

Luego de la clasificación de las respuestas obtenidas en la reunión con el Jefe de producción, se procede a la tabulación realizada en la tabla 14, y se ordena de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia en cada problema.

**TABLA 14**  
**FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE PROBLEMAS**

CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS	FRECUENCIA
Problemas de Proceso	5
Problemas de Cultura	3
Problemas de Tecnología	2

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

Se considera que un problema es de alta frecuencia si sobrepasa el límite del 50% de ocurrencia dentro del proceso. Como se puede observar en la tabla anterior los problemas de proceso representan el 50% de los problemas, por esta razón a este tipo de problema se le dará la prioridad máxima para tratar de solucionarlos. Pero tampoco se dejará de tomar en cuenta los otros problemas detectados, pero sin duda alguna los problemas de proceso serán los primeros en trabajarse [13].

### **3.2 VSM Actual del Proceso.**

Una vez identificados los problemas del proceso, se describe de forma detallada el proceso y se grafica las operaciones que componen el proceso, especificando datos relevantes del mismo, mediante un mapeo de la cadena de valor (VSM), con el objetivo de comparar esta situación inicial, con los resultados al final de la implementación.

En el VSM se considera tanto el flujo de material como el flujo de información que se maneja en el proceso de fraccionamiento de líquidos, en la línea de producción donde se envasan los insecticidas y plaguicidas, los cuales han sido la familia de productos elegida para realizar la implementación.

A continuación se describen las actividades que se realizan en el proceso de fraccionamiento de líquidos, para de esta manera realizar el mapeo de cadena de valor actual:

Las etapas del proceso de producción son: Colocación de envases, envasado, tapado (manual y neumático), fajillado, instructivado, termo-encogido y almacenamiento.

- La planificación se la realiza diariamente y se entrega a la bodega de producto terminado los productos fraccionado todos los días.
- La importación de materia prima (fungicidas e insecticidas), se la realiza cada 3 meses, e ingresa a la empresa mediante contenedores
- Al final del día de trabajo se realiza la limpieza general del equipo de envasado y dosificado, que consiste en retirar todo residuo del producto químico trabajo en el día, mediante agua, limpieza de los recipientes utilizados para almacenar la materia prima, limpieza del

piso o área de trabajo, y finalmente recolección de residuos, como fundas, envases, entre otros materiales utilizados en el proceso. Este proceso dura aproximadamente 40 minutos.

- Luego de realizada la limpieza, personal de mantenimiento valida que presentación se va a dosificar al siguiente día, para configurar la máquina dosificadora y tapadora, y realizar el respectivo cambio de dimensiones, tiempos y configuraciones de la banda transportadora, este proceso dura aproximadamente 1 hora y 30 minutos.
- El proceso de calibración de máquina y puesta en marcha de la dosificadora y tapadora neumática, se la realiza en los primeros días de la mañana y dura aproximadamente 1 hora.
- El proveedor de los envases plásticos entrega materiales de dos a tres veces a la semana.
- El proveedor de las etiquetas entrega su producto cada 15 días, por esta razón los pedidos se realizan con 2 semanas de anticipación.
- Los cartones utilizados para almacenar los productos, son entregados entre una o dos veces a la semana.
- La materia prima ingresa al área de producción desde la bodega de materia prima, al final del día y se transporta mediante montacargas.

- La empresa trabaja en promedio 24 días al mes, en un solo turno en las áreas de producción con sobre tiempo si es necesario.
- El producto terminado es transportado al final del día hacia la bodega de producto terminado, administrada por el área de logística, una vez concluido el lote. El transporte es realizado mediante montacargas.

El tiempo de ciclo de cada uno de las actividades que conforman el proceso, corresponde al utilizado para procesar 1 Galón de producto.

La información de las actividades que conforman el proceso de dosificación de líquidos es la siguiente:

Colocación de envases:

- Tipo de equipo: Dispensador de envases
- Tiempo de ciclo: 63,33 seg. por galón
- Tiempo de cambio entre materiales: 2 minutos (calibración)
- Fiabilidad de máquina: 90%
- Horas trabajadas en día: 8 horas
- Número de operadores: 1 operador
- Inventarios observados: 4500 envases

Dosificado:

- Tipo de equipo: Dosificadora de líquidos

- Tiempo de ciclo: 53,80 seg. por galón
- Tiempo de cambio entre materiales: 18 minutos (Calibración)
- Fiabilidad de máquina: 92%
- Horas trabajadas en día: 8 horas
- Número de operadores: 1 operador

#### Tapado:

- Tipo de máquina: Tapadora neumática.
- Tiempo de ciclo: 163.4 seg. por galón
- Tiempo de cambio setup: 30 minutos
- Fiabilidad de máquina: 88%
- Horas trabajadas en día: 8 horas
- Número de operadores: 1 operador

#### Fajillado:

- Tipo de máquina: Manual
- Tiempo de ciclo: 181,6 Seg. por galón
- Tiempo de cambio entre materiales: 5 segundos
- Fiabilidad de máquina: 85%
- Horas trabajadas en día: 8 horas
- Número de operadores: 1 operador
- Inventarios observados: 8 a 10 envases.

Instructivado:

- Tipo de máquina: Manual
- Tiempo de ciclo: 40,04 seg. por galon
- Fiabilidad de máquina: 80%
- Horas trabajadas en día: 8 horas
- Número de operadores: 2 operadores
- Inventarios observados: 4 a 6 envases

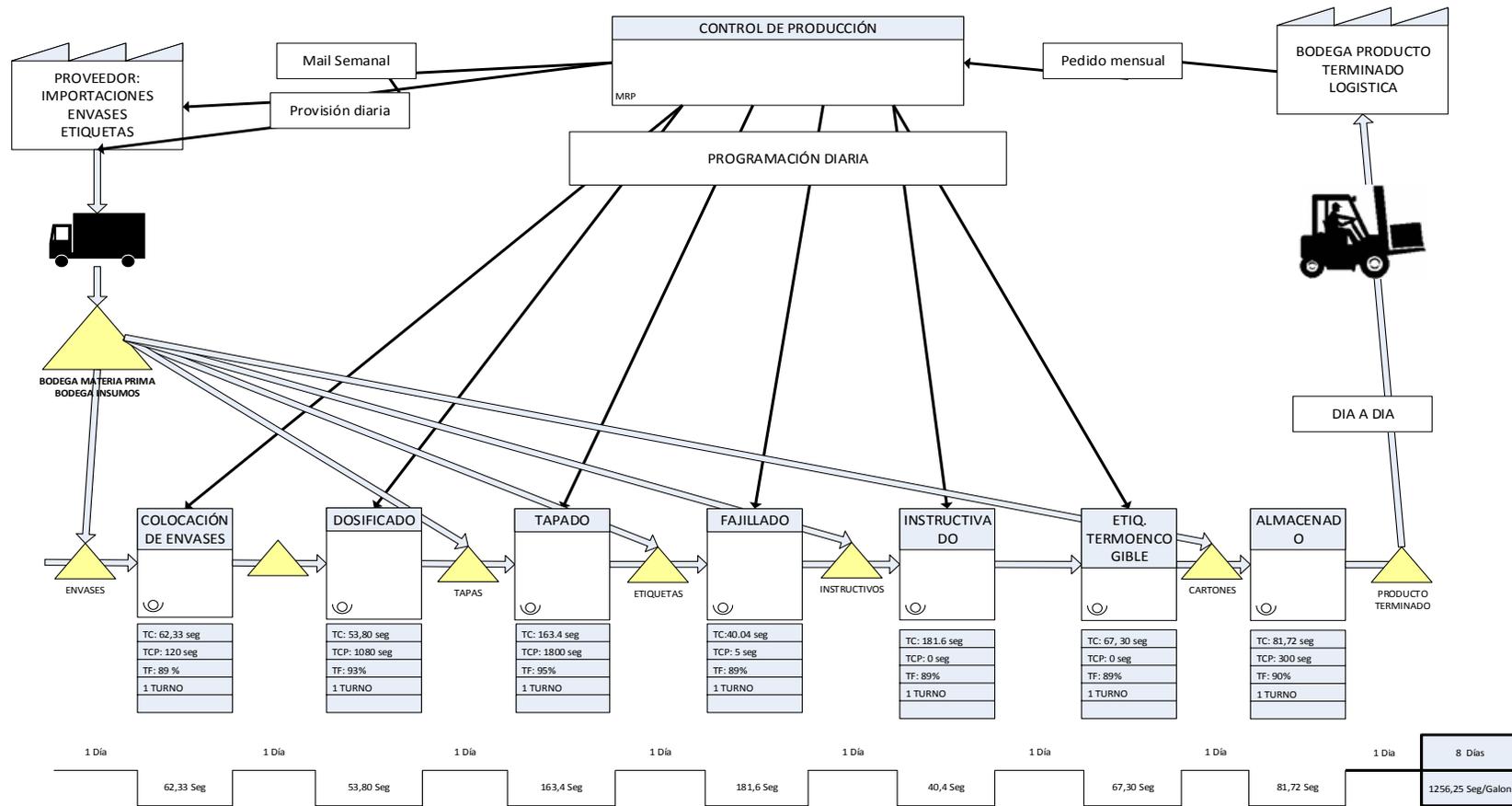
Termo-encogido:

- Tipo de máquina: Túnel de calor
- Tiempo de ciclo: 13 seg. por galón
- Fiabilidad de máquina: 80%
- Horas trabajadas en día: 8 horas

Almacenamiento:

- Tipo de máquina: No aplica
- Tiempo de ciclo: 81,72 seg. por galón
- Tiempo de cambio entre materiales: 3 minutos
- Fiabilidad de máquina: 85%
- Horas trabajadas en día: 8 horas
- Número de operadores: 1 operador
- Inventarios observados: 20 cajas

En la figura 3.10, se muestra el gráfico del mapeo de la cadena de valor actual del proceso de fraccionamiento de insecticidas en la dosificadora de líquidos.



**Figura 3.6 Mapeo de la Cadena de Valor Actual**

Los tiempos de ciclo para cada una de las actividades en el proceso, se tomaron en un tiempo aproximado de 30 días de producción. El tiempo de ciclo del llenado consta de la colocación de envases el tiempo de recorrido del envase y el tiempo de llenado del líquido.

El tiempo de ciclo del tapado de envases consta del tiempo de colocación de tapas, tiempo de recorrido del envase y tiempo del tapado neumático.

El tiempo de ciclo del etiquetado termo-encogible consta del tiempo del recorrido del envase más el tiempo de colocación de la fajilla en el envase y por último el tiempo que demora el envase al pasar por el túnel de calor.

Los desperdicios críticos del proceso analizado se observan principalmente en la pérdida de tiempo por preparación y limpieza de máquinas en las máquinas dosificadoras. La limpieza de la dosificadora la puede realizar cualquier operador, pero la calibración de los tiempos de llenado solo la realiza el personal de mantenimiento quienes son únicamente dos personas para las diferentes líneas y dosificadoras que existen en el área de fraccionamiento. Esto causa demora y pérdida de tiempo ya que los operadores de línea no poseen la capacidad para realizar dichos cambios.

La figura 3.6 muestra cómo se realizan las principales actividades de limpieza y preparación de máquinas.



**Figura 3.7 Actividades de Limpieza y Calibración de Máquinas**

Otro desperdicio crítico es el almacenamiento excesivo de partes, como materia prima, material de empaque y producto terminado, acompañado de la falta de espacio en el área. Esto provoca un desorden y pérdida de tiempo por movimientos de materiales, movimiento de material de empaque y herramientas, que se ven reflejados en disminución de tiempo para producir.

### **3.3 Determinación y Análisis de Problemas Críticos**

Para determinar los problemas críticos se seguirá una metodología que consiste en entrevistas a las personas que intervienen en la línea de producción que previamente ha sido seleccionada.

## **Elaboración de Instrumentos de Entrevista**

En la sección anterior se desarrolló la identificación de los problemas del proceso de fraccionamiento de insecticidas, mediante una entrevista con el jefe de producción de la planta y se procedió a determinar la frecuencia de ocurrencia.

La preparación de la entrevista es una herramienta fundamental en la aplicación de la metodología, la cual sirve para mantener un correcto flujo de información, para realizar la entrevista se debe conocer el proceso de producción y de esta forma poder definir de mejor manera las preguntas a usarse en la entrevista a los colaboradores operativos de la planta, ya que estos son la mayor fuente de información del proceso de producción porque están familiarizados con los aspectos no documentados en el proceso y conocen actividades que son difíciles de detectar a simple vista [13].

Después de esto se procede a elaborar y seleccionar las preguntas que van a ser parte del cuestionario de la entrevista, estas deben tener énfasis en los problemas identificados como prioridad 1 de acuerdo a lo ilustrado en la tabla 14 del presente proyecto. Las preguntas de la entrevista van a ser clasificadas en tres grupos: problemas de cultura, problemas de proceso; problemas de tecnología.

En las figuras mostradas a continuación, figura 3.7, figura 3.8, figura 3.9, se pueden observar las preguntas que se utilizó para la entrevista a los operadores involucrados en la línea de producción elegida.

Cabe recalcar que los operadores fueron escogidos por las diferentes actividades que realizan, por ejemplo, operador, jefe de línea, montacarguista, operador de mantenimiento, para poder captar la información desde diferentes perspectivas.

Fecha:

Actividad realizada:

**INSTRUMENTO DE ENTREVISTA**

**CULTURA**

1. ¿Cómo considera la comunicación entre los jefes de línea y los operadores?

Pobre	Mediana	Buena
-------	---------	-------

---

2. ¿Cómo considera la comunicación entre los jefes de producción y los operadores?

Pobre	Mediana	Buena
-------	---------	-------

---

3. ¿Está a tiempo la información en el proceso?

Nunca	A veces	Siempre
-------	---------	---------

---

4. ¿Tiene la posibilidad de tomar decisiones importantes dentro de la línea de producción?

Nunca	A veces	Siempre
-------	---------	---------

---

5. ¿El jefe de producción supervisa el trabajo diario?

Nunca	A veces	Siempre
-------	---------	---------

---

6. ¿Cómo considera la influencia de sus decisiones dentro del proceso?

Pobre	Mediana	Buena
-------	---------	-------

---

7. ¿Con qué frecuencia tienen capacitaciones el personal?

Nunca	A veces	Siempre
-------	---------	---------

---

8. ¿Crees que tus habilidades están siendo aprovechadas de forma correcta?

Nunca	A veces	Siempre
-------	---------	---------

---

**Figura 3.8 Formato de la Entrevista Realizada a los Operadores - Cultura**

Fecha:

Actividad realizada:

**INSTRUMENTO DE ENTREVISTA**

**PROCESO**

1. ¿Cómo considera el flujo de materiales, productos, herramientas dentro del proceso?

Pobre

Mediana

Buena

---

2. ¿Están las partes esperando a hacer procesadas entre las diferentes actividades realizadas en la línea?

Nunca

A veces

Siempre

---

3. ¿Con qué frecuencia se puede observar reproceso en la línea?

Nunca

A veces

Siempre

---

4. ¿Existen productos o materiales defectuosos en la línea?

Nunca

A veces

Siempre

---

5. ¿Tienen los productos terminados a ser reprocesados para cumplir con los requerimientos del cliente?

Nunca

A veces

Siempre

---

6. ¿Existen problemas en la manera de transportar los productos del área de fraccionamiento a la bodega?

Nunca

A veces

Siempre

---

7. ¿Crees que el tiempo de inicio, de las maquinas es demasiado largo?

Nunca

A veces

Siempre

---

8. ¿Tiene suficiente espacio disponible para almacenar las partes?

Nunca

A veces

Siempre

---

**Figura 3.9 Formato de la Entrevista Realizada a los Operadores - Proceso**



## **Entrevistas**

La entrevista se realizó a 6 operadores del proceso de producción en estudio, luego se procedió a identificar y clasificar los desperdicios del proceso.

Los desperdicios existentes en un proceso de producción son:

Desperdicio de talento humano.- Representa al desperdicio del intelecto, actitudes y capacidades de los operadores que se tiene disponible.

Desperdicio por espera.- Se refiere a cualquier tipo de tiempo perdido en el proceso por falta de materiales, insumos, recurso humano, espacio, etc.

Desperdicio por defectos y re-trabajo.- Este desperdicio describe las pérdidas dadas por el reproceso de materiales ya sean por defectos en el proceso o defectos al final de la línea de producción

Desperdicio de inventario.- Se describe al inventario como todo material dentro del proceso que ocupa espacio y que no se utiliza.

Desperdicio de movimiento.- Describe a cualquier movimiento innecesario realizada por personas para realizar una tarea que no agrega valor.

Desperdicio de transporte.- Este desperdicio describe el movimiento de materiales, equipos y materias primas, que ocurren dentro del proceso productivo, mas sin embargo no agregan valor al producto.

**TABLA 15**  
**IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE DATOS DE DESPERDICIOS**

N°	Respuestas	Desperdicio	Entrevistados						Total
			1	2	3	4	5	6	
<b>CULTURA</b>									
1	No hay una buena comprensión entre el área de mantenimiento	Talento Humano	0	0	0	1	0	0	1
2	Muchas veces los operadores acatan las ordenes del jefe de producción	Talento Humano	0	0	1	1	1	0	3
4	Los operadores no participan en las decisiones del proceso	Talento Humano	1	0	0	1	0	0	2
6	Muchas veces no se toman en cuenta las ideas de los operadores	Talento Humano	0	0	1	0	0	0	1
8	No se estan aprovechando todas las habilidades de los trabajadores	Talento Humano	0	0	1	1	0	0	2
5	Solo a veces el jefe de producción supervisa el trabajo	Defectos y Retrabajos	0	0	0	0	1	0	1
7	No existen capacitaciones ni entrenamiento con respecto al proceso	Defectos y Retrabajos	0	1	1	0	1	0	3
3	No siempre la información esta disponible	Espera	1	1	1	0	0	1	4
<b>PROCESO</b>									
1	Muchas ocasiones se pierde el flujo dentro del proceso por falta de recurso humano	Defectos y Retrabajos	1	1	0	0	0	1	3
3	Siempre se realiza reproceso de los envases por fallas tanto en operadores o fallas en envases	Defectos y Retrabajos	0	1	0	0	1	0	2
5	Siempre se reprocesa el etiquetado de los productos que estan almacenados	Defectos y Retrabajos	1	1	1	1	0	1	5
2	Muchas veces se espera demasiado tiempo por temas de calibración de máquina	Sobre Inventario	0	1	1	1	1	0	4
4	En ocasiones se encuentran envases en mal estado en el proceso de llenado	Sobre Inventario	0	0	0	1	0	0	1
8	No hay espacio disponible para el almacenamiento de PT especialmente al final del dia	Sobre Inventario	0	1	1	1	0	1	4
6	Muchas veces hay transporte de materiales y se dificulta el traslado por el poco espacio.	Transporte	0	1	0	1	0	0	2
7	El tiempo de espera para comenzar la produccion es demasiado largo	Espera	1	1	0	1	1	0	4
<b>TECNOLOGÍA</b>									
1	El tiempo de arranque de máquinas se demora en ocasiones	Espera	0	0	1	1	0	0	2
2	En ocasiones las máquinas no estan disponibles por fallas de funcionamiento	Espera	1	1	0	1	0	1	4
3	A veces no estan disponibles las herramientas para poder realizar una operación	Espera	1	0	1	1	0	0	3
7	El tiempo de limpieza es muy elevado	Espera	1	1	0	1	0	1	4
4	El orden es un gran problema dentro de la planta	Espera	1	1	1	1	0	1	5
5	Existe gran cantidad de almacenamiento en el piso de producción	Sobre Inventario	1	0	1	1	0	1	4
6	Se han realizado cambios en máquinas pero no todos saben operarlos	Talento Humano	0	1	1	0	0	1	3
8	La empresa no invierte en mejoras	Talento Humano	0	0	1	1	0	1	3

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

Se elaboró una tabla de identificación y clasificación de datos de desperdicios en la que se coloca información referente a las entrevistas realizadas a los operadores, la misma que es explicada a continuación:

- Número de pregunta: En la primera columna se expone el número de la pregunta en el orden del cuestionario que se realizó.
- Respuesta: Se escriben las respuestas a las preguntas realizadas en las entrevistas en su forma negativa.
- Desperdicio: En esta columna se escribe la categoría de desperdicio que concuerde con la respuesta.
- Entrevistados: En esta columna constan los participantes enumerados del 1 al 6, en la cual se escriben el número "1" si el participante responde afirmativamente la existencia de algún desperdicio y "0" si el participante no identifica alguna causa de desperdicio.
- Total: En esta columna se describe la suma del total de cada respuesta.

Luego de identificar y clasificar los desperdicios se procede a agrupar los datos de acuerdo a los desperdicios encontrados junto con un total que representa la preponderancia de esta muda. En la tabla 16, se presenta la conciliación de los datos, en la cual, se pueden observar los desperdicios y las veces que este ha sido detectado, por ejemplo se puede detectar que el desperdicio de Cultura - talento humano fue identificado 9 veces.

**TABLA 16**  
**AGRUPACIÓN DE DATOS DE DESPERDICIOS**

DESPERDICIO	ENTREVISTADOS						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
<b>CULTURA</b>							
Talento Humano	1	0	3	4	1	0	9
Defectos y retreabajos	0	1	1	0	2	0	4
Espera	1	1	1	0	0	1	4
<b>PROCESO</b>							
Defectos y retreabajos	2	3	1	1	1	2	10
Sobreinventario	0	2	2	3	1	1	9
Transporte	0	1	0	1	0	0	2
Espera	1	1	0	1	1	0	4
<b>TECNOLOGÍA</b>							
Espera	4	3	3	5	0	3	18
Sobreinventario	1	0	1	1	0	1	4
Talento Humano	0	1	2	1	0	2	6

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

Se puede clasificar los desperdicios y priorizarlos de acuerdo a cuan alto sea el puntaje obtenido en la tabla 16, se los clasifica en 3 grupos: de prioridad alta, prioridad media y prioridad baja. Si el porcentaje del total de veces identificados en la tabla 16, supera al 66.66% entonces es el desperdicio es muy importante y por lo tanto será de categoría alta, así mismo si el porcentaje está entre el 33,33% y el 66,66% del total de identificaciones será importante y por lo tanto de prioridad media, y si el porcentaje está debajo del 33,33% este será un desperdicio no importante y por consiguiente de baja prioridad.

El cálculo se realiza por una medición sencilla que dará el porcentaje de desperdicio con respecto al total de identificaciones hechas de manera global a los desperdicios encontrados [13].

$$\% = \frac{(\text{TOTAL})}{(\text{ENTREVISTADOS}) * (\text{RESPUESTAS})} * 100$$

Donde el TOTAL es el número de veces que ha sido identificada una categoría de desperdicio en cultura, proceso y tecnología. En ENTREVISTADOS es el número de personas entrevistadas en este caso son 6 y en la variable RESPUESTAS se coloca el número de respuestas que identifican al desperdicio.

Por ejemplo el desperdicio de CULTURA – TALENTO HUMANO obtiene el siguiente resultado, usando la fórmula descrita anteriormente.

$$\% \text{ Cultura – talento humano} = \frac{9}{6 * 5} * 100$$

$$\% \text{ Cultura – talento humano} = 30\%$$

Después de realizar los cálculos y determinar los porcentajes de cada desperdicio, se presentan los resultados en la tabla 17, en la que se puede observar los desperdicios que tienen mayor ocurrencia.

**TABLA 17**  
**PORCENTAJES DE PRESENCIA DE DESPERDICIOS**

DESPERDICIO	TOTAL	%
<b>CULTURA</b>		
Talento Humano	9	30,00%
Defectos y Reprocesos	4	33,33%
Espera	4	66,67%
<b>PROCESO</b>		
Defectos y Reprocesos	10	55,56%
Sobreinventario	9	50,00%
Transporte	2	33,33%
Espera	4	66,67%
<b>TECNOLOGÍA</b>		
Espera	18	60,00%
Sobreinventario	4	66,67%
Talento Humano	6	50,00%

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

### **Selección de Desperdicios Críticos**

Después de priorizar y agrupar los desperdicios en el proceso de fraccionamiento de insecticidas se describen los desperdicios que se encuentran en la categoría de alta prioridad o prioridad 1, que son los que deben ser eliminados.

- Desperdicios de CULTURA – Espera
- Desperdicio de PROCESO – Espera
- Desperdicios de TECNOLOGÍA – Sobre inventarios

Luego se describen los desperdicios de prioridad media o prioridad 2, los cuales serán eliminados en el proceso de implementación de las técnicas de manufactura esbelta.

- Desperdicios de CULTURA – Defectos y Reprocesos
- Desperdicios de PROCESO – Defectos y Reprocesos
- Desperdicios de PROCESO – Sobre inventarios
- Desperdicios de PROCESO – Transporte
- Desperdicios de TECNOLOGÍA – Espera
- Desperdicios de TECNOLOGÍA – Talento Humano

Finalmente se enlistan los desperdicios de prioridad baja o prioridad 3, que aunque son importantes, su eliminación puede esperar cierto tiempo.

- Desperdicios de CULTURA – Talento humano

Con esta clasificación se puede determinar cuáles son los desperdicios a eliminar y además saber que herramienta esbelta se va a utilizar para reducir o eliminar estos desperdicios. Los desperdicios determinados como prioridad alta, fueron detectados por los siguientes factores, de acuerdo a las entrevistas realizadas, tanto al jefe de producción como a los jefes de línea, operadores y personal relacionado con el proceso.

#### Desperdicios de CULTURA – Espera:

Este desperdicio aparece debido a que la información de las personas que van a colaborar en el proceso productivo, en un día normal de trabajo no está disponible, además existen ciertos documentos que necesitan ser llenados antes y después del día de producción que en ocasiones retrasan las actividades en la planta, además en ocasiones por falta de información la persona encargada de transportar la materia prima e insumos, las coloca en la línea equivocada y causa no se puede empezar a producir con regularidad.

#### Desperdicios de PROCESO – Espera:

En el proceso existen esperas debido a que no está bien balanceada la línea de producción, además se incurre en demasiado tiempo en la preparación de máquinas, por búsqueda de herramientas, búsqueda de materiales e insumos, además de la limpieza y calibración que se hace en las máquinas cuando se hace un cambio de formato en la línea.

#### Desperdicios de TECNOLOGÍA – Sobre inventario:

Este desperdicio se da debido a la ubicación de la materia prima, insumos, que no se encuentran cercanas al lugar de trabajo, provocando un desorden dentro de la planta de producción, otro inventario representativo se da debido a que los operadores al comenzar el día de producción, ubican materiales (mesas, balanzas, herramientas) y los colocan en el piso de trabajo, lo que ocasiona

una reducción de espacio dentro de la planta, estas mesas son colocadas para soportar algunas herramientas o insumos que necesita las máquinas para poder operar, igualmente al final del día se concentra una gran cantidad de producto terminado y basura por toda la planta, lo cual ocasiona desorden además de problemas en el transporte.

### **Selección de la Técnica de Mejora**

De acuerdo con la metodología, una vez determinado los desperdicios del proceso de fraccionamiento, y analizado sus causas principales, se procede a seleccionar las herramientas o metodologías que aporten a la disminución o eliminación de los desperdicios de alta prioridad de los que se hace mención en la parte anterior.

Para realizar la selección de técnicas de producción esbelta se realizó una reunión con el jefe de producción, el jefe de mantenimiento y los jefes de la línea de fraccionamiento de líquidos, a los cuales se les presentó el análisis de las entrevistas realizadas al personal de la línea en estudio y se les comunicó cuales eran las causas principales que afectan al proceso.

En esta reunión se realizó un pequeño cuadro en el cual se exponen las causas de los desperdicios y según un análisis cualitativo y cuantitativo se le otorgó a cada desperdicio una ponderación del 1 al 6, de acuerdo a la importancia de cada uno de ellos, además de esto se califica con una ponderación de 0 al 3, las técnicas de producción esbelta, de acuerdo al nivel

de aporte a la reducción o eliminación de los desperdicios encontrados, luego estas ponderaciones se multiplican y obtiene un valor correspondiente a efectividad de cada técnica para abordar los problemas mencionados en la tabla 18 y poder hacer una comparación entre herramientas poder elegir las técnicas más significativas.

**TABLA 18**  
**SELECCIÓN DE TECNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA**

TECNICAS ESBELTAS	CAUSAS DE DESPERDICIOS												SUMATORIA
	El tiempo de arranque de máquinas se demora		El tiempo de limpieza es muy elevado		El tiempo de espera para comenzar la producción es demasiado largo		A veces no están disponibles las herramientas para poder realizar una operación		Existe gran cantidad de almacenamiento en el piso de producción		No siempre la información esta disponible		
	6	3	5	3	4	3	0	0	2	0	1	0	
SMED	3	18	3	15	3	12	0	0	0	0	0	0	45
POUS	1	6	1	5	1	4	3	9	2	4	0	0	28
TPM	1	6	1	5	1	4	0	0	0	0	0	0	15
METODOLOGIA 5S's	1	6	1	5	2	8	3	9	3	6	3	3	37
SISTEMA PULL	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	1	1	7
POKA YOKE	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
MANUFACTURA CELULAR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENTRENAMIENTO CRUZADO	1	6	1	5	1	4	0	0	0	0	0	0	15

*Elaborada por: Autores del proyecto de graduación*

Después, de la reunión sostenida con el personal de la empresa se pudo llegar a la conclusión de que las técnicas apropiadas y las que reflejarán más impacto en los desperdicios encontrados en la planta, las cuales son, la herramienta de reducción de tiempos de preparación, SMED, y la metodología 5S's, las cuales van a ser desarrolladas en el siguiente capítulo.

# CAPÍTULO 4

## 4. IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA 5S EN EL ÁREA DE FRACCIONAMIENTO DE AGROQUÍMICOS

### 4.1 Elaboración del Plan de Implementación 5S

Para iniciar con la implementación de la metodología 5S en el área de fraccionamiento de insecticidas se realizó:

Una planificación de las principales actividades, en la ejecución de la metodología, esta planificación describe tanto actividades como fechas de ejecución. La planificación de las actividades se puede observar en la tabla 19 que muestra el diagrama de Gantt.

**TABLA 19**  
**DIAGRAMA DE GANTT – PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES 5S**

	ACTIVIDAD	Mes	NOVIEMBRE					
		Sem	1	2	3	4	5	
<b>FASE I: CAMPAÑA DE INTRODUCCION</b>	Fase introductoria del programa							
	Capacitación Inicial							
	Reconocimiento del Area a ser mejorada (flujo de procesos y desplazamiento del personal)							
	Marcar area de trabajo y tomar fotos estrategicas para la implemtacion							
	Crear el mapa del sitio trabajo							
<b>Primera S</b>	Reunion y Taller para implementacion tarjetas rojas							
	Identificación y separacion de innecesarios (tarjetas rojas)							
<b>Segunda S</b>	Reunion y Taller para implementacion Segunda S							
	Ubicación de estrategias,							
	Pintura suelos y pasillos, determinar localizaciones,							
	Organizar estantes y armarios,							
	Señalar las ubicaciones con nombre o grupos, asi como los elementos							
<b>Tercera S</b>	Limpieza total del area, realizar lista de los sitios que generan mas suciedad							
	Crear y socializar programa de limpieza: limpieza diaria, con inspección y con mantenimiento							
<b>Cuarta S</b>	Auditoria de las 5S							
	Socialización de resultados primera auditoria 5S - correctivos							
<b>Quinta S</b>	Socialización de slogan							
	Socialización de resultado de auditoria - acciones correctivas							

*Elaborado por: Autores del Proyecto de Graduación*

La planificación se la realiza en conjunto con el jefe de producción, responsable del proceso de fraccionamiento, de acuerdo al tiempo disponible por el personal, tratando en lo posible de no inferir en las actividades normales de producción.

Se coordinó con el departamento de producción el requerimiento de los diferentes recursos a usarse a lo largo del proyecto de implementación de las 5S.

## **4.2 Lanzamiento del Programa**

### Capacitación 5S

Para informar al área de dosificado la aplicación de la metodología 5S, se realiza una reunión, con la participación de los jefes de línea, los operadores, personal de mantenimiento, en la cual el jefe de producción da a conocer el proyecto y se da por iniciado el mismo.

En la reunión se da a conocer las actividades que se realizarán a lo largo del proyecto y se los capacita para tener la colaboración de los operadores en la aplicación de las actividades previstas. Esta capacitación tuvo una duración de 4 horas.

La capacitación fue dirigida a los operadores del área de dosificado de líquidos, brindándoles información referente a las 5S, como por ejemplo

Objetivos de cada pilar, actividades de cada pilar y planificación de cada pilar. Esta información se puede observar en los apéndices F y G.

### **Definición de Problemas en el Área**

El área donde se trabaja con la metodología 5S, es el área de fraccionamiento de insecticidas líquidos, específicamente en el entorno de la dosificadora INSEC 10.

El proceso cuenta con actividades principales como: Preparación de materiales y herramientas, alimentación de envases a máquina dosificadora, colocación de tapas, fajillas e instructivos a los envases llenados, almacenamiento y apilado del producto terminado.

#### **Preparación de materiales y herramientas**

Al inicio de cada jornada, los operadores se reúnen y verifican cuáles son sus actividades del día para luego alistar los materiales necesarios como se puede observar en la figura 4.1. En muchas ocasiones los materiales, mesas de trabajo, balanzas, no se encuentran en el lugar asignado, lo que provoca una pérdida de tiempo al inicio de la jornada.



**Figura 4.1 Búsqueda de Herramientas, Materiales y Materia prima**

#### Alimentación de Envases a Máquina Dosificadora

El área de alimentación de envases, es el sitio donde se almacenan los envases vacíos que se usarán a lo largo del día, los operadores se encargan de alimentar de a poco los envases vacíos en la mesa rotativa para el posterior llenado. En varias ocasiones el área destinada para los envases e insumos, está siendo ocupada por la materia prima u materiales extraños al proceso como se observa en la figura 4.2, esto provoca una falta de espacio y a la vez desorden en el área de trabajo. En esta área no se dispone de un lugar específico para colocar tanto la materia prima (Galones y canecas de 20 Galones), como los envases, ocasionando desorden y falta de espacio.



**Figura 4.2 Alimentación de Envases a Dosificadora**

Colocación de Tapas, Fajillas e Instructivos

Siguiendo con el proceso, la colocación de tapas, fajillas e instructivos, son actividades que generan desorden al no estar estandarizado el lugar y ubicación de los operadores e implementos necesarios para cumplir con esta parte importante para el proceso.

Dentro de este proceso se pueden observar mesas, cartones, envases a lo largo de la línea que no son necesarios, para el mismo y que deberían ser reubicados como lo indica la figura 4.3.



**Figura 4.3 Área de Dosificación, Colocación de Tapas, Fajillas, Etc.**

### Almacenamiento y Apilamiento de Producto Terminado

Las actividades en el proceso de almacenamiento, son la colocación de los envases llenos, sellados y etiquetados, en cajas. En este sitio también se puede observar la falta de espacio y desorden debido a los cartones, tanto vacíos como con producto terminado como lo muestra la figura 4.4.



**Figura 4.4 Área de Almacenamiento de Productos Terminados**

### **Diseño del Mapa del Sitio de Trabajo**

En la Figura 4.5 se muestra el diagrama general del área de producción, evidenciando todas las líneas de dosificado con que cuenta la empresa, se resalta con una línea punteada el área de dosificado de insecticidas.

En la figura 4.6 se muestra el diagrama de recorrido tanto de personas como de materiales, que se observa en el área de dosificado de insecticidas. Este gráfico sirve para evidenciar los cruces de materiales o de personas y los posibles choques u obstrucciones que se dan en el momento de realizar las

actividades de limpieza, preparación de la dosificadora y en el proceso general de dosificado.

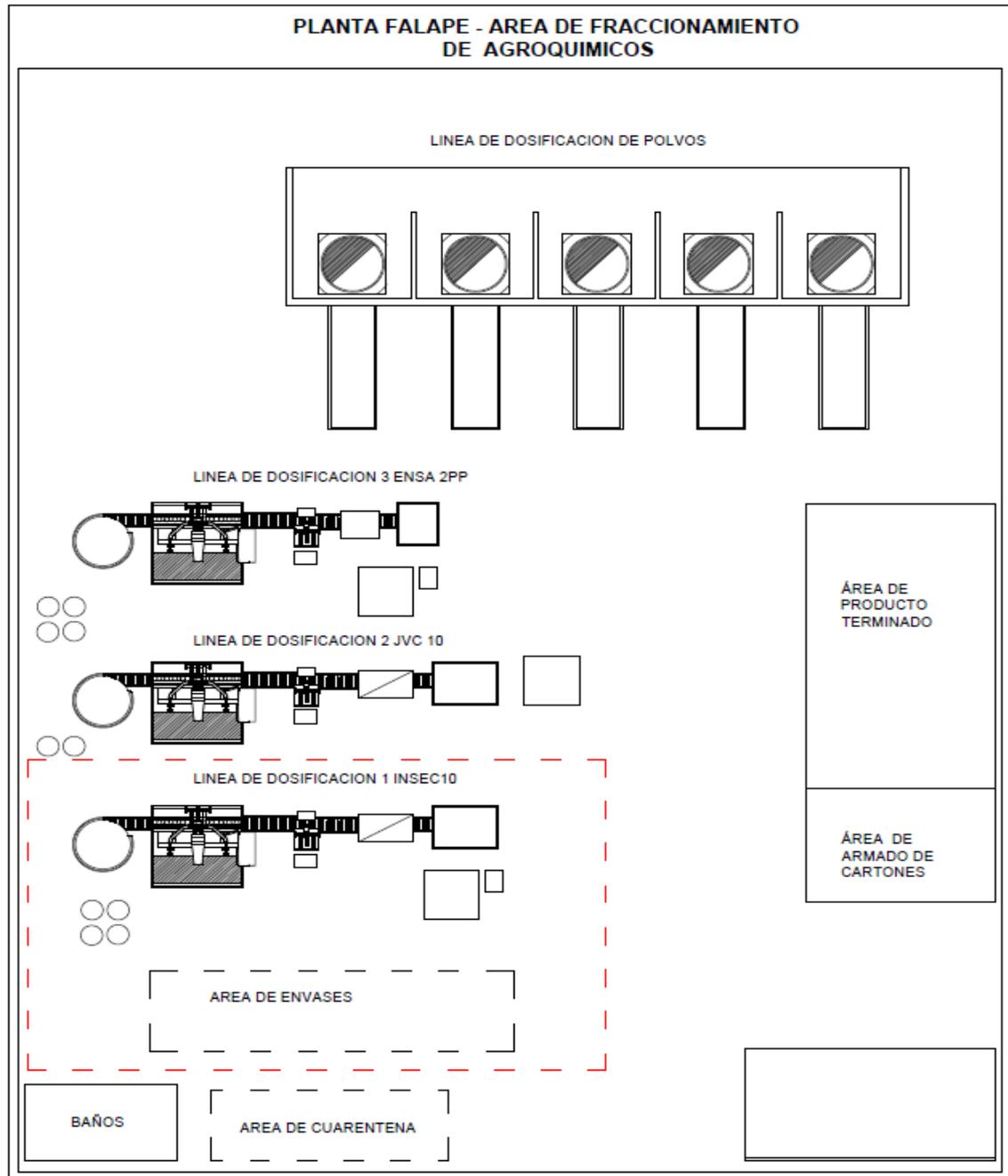
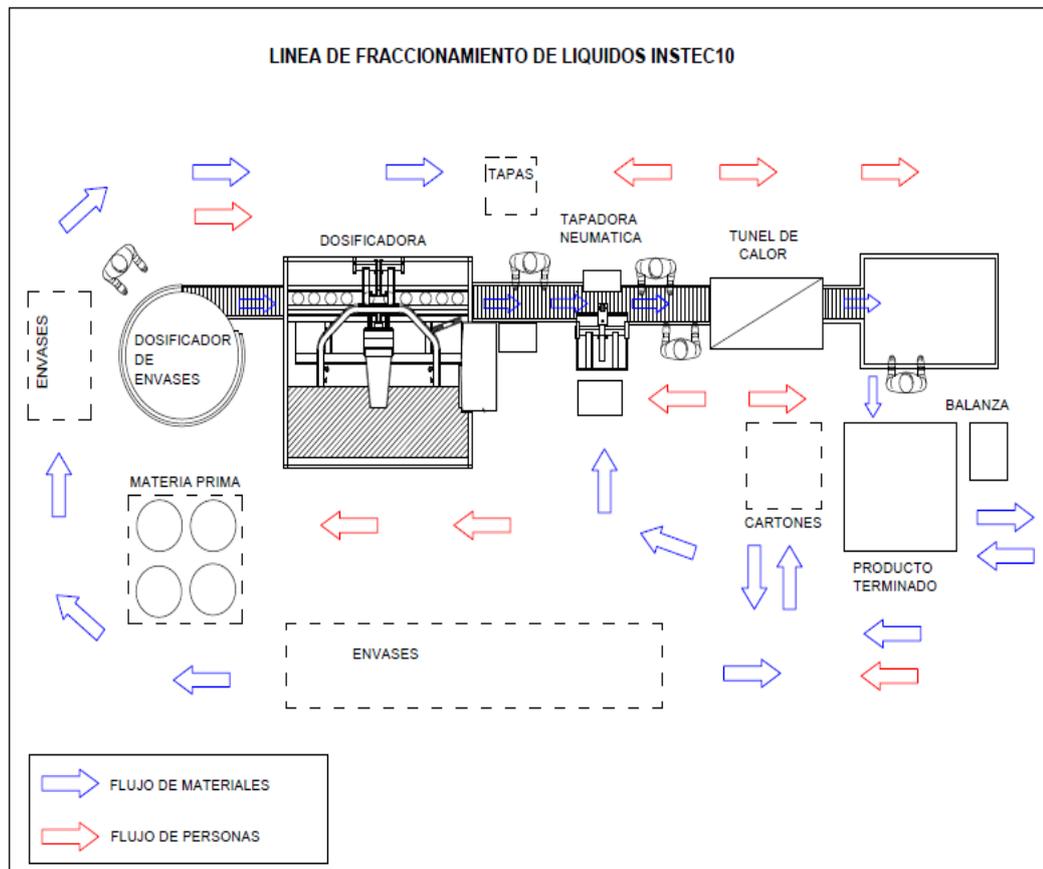


Figura 4.5 Vista Superior del Departamento de Dosificado en General.



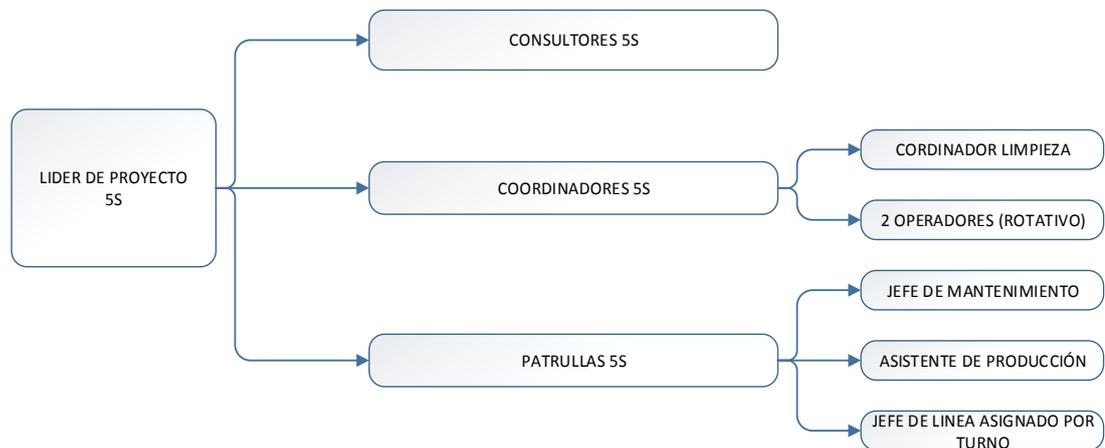
**Figura 4.6 Vista Superior del Área de Dosificado de Insecticidas.**

### Definición del Equipo 5S

Para facilitar el control de las actividades relacionadas con las 5S se define un equipo 5S, conformados por un grupo de personas con responsabilidades diferentes con respecto al proceso productivo.

Esto ayuda a tener una perspectiva diferente al momento de analizar las actividades y se tenga variedad de opiniones en las reuniones realizadas.

En la figura 4.7 se observa el organigrama con las respectivas funciones del equipo 5S.



**Figura 4.7 Organigrama Colaboradores 5S**

**El líder del proyecto 5S:** Es el encargado de dirigir el proyecto, coordinar la implementación de mejoras, capacitar al personal, gestionar materiales y recursos, este rol es asumido por el jefe de producción.

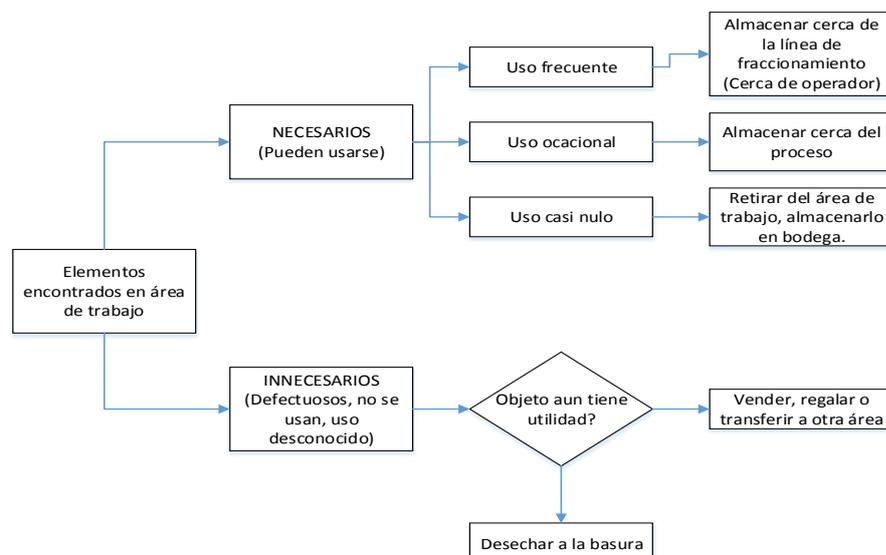
**Consultores:** La tarea de los consultores, es iniciar el estudio de las posibles mejoras dentro del área con respecto a las 5S, además también se tienen actividades en las capacitaciones realizadas.

**Coordinadores 5S:** Este equipo de trabajo es el encargado de controlar que se cumplan las actividades en las primeras 3S, coordinar la colocación de tarjetas rojas, clasificar los materiales y herramientas, entre otras tareas.

Patrulla 5S: Estas son las encargadas de realizar las respectivas auditorías de 5S, el constante monitoreo del cumplimiento y la aplicación de las listas de chequeo, estas actividades serán coordinadas con el Líder del proyecto.

### 4.3 Primera S: Clasificar

La aplicación de la primera S en la línea de fraccionamiento de líquidos (insec10), inicia con una reunión con todas las personas involucradas en el proceso, con el objetivo de capacitarlas con respecto al uso de las tarjetas rojas, en la misma se explicó la importancia de la clasificación de los materiales. Los criterios de aplicación de las tarjetas rojas y la clasificación de los materiales, herramientas, e implementos que se usan en el área, se la realizó de acuerdo al siguiente diagrama que se observa en la figura 4.8.



**Figura 4.8 Criterios para Identificación de Materiales y Herramientas**

Ya que esta técnica se puede aplicar en una industria grande, o en un área de la misma, conforme se acumulan elementos que no sean útiles o no necesarios van a generar diferentes tipos de problemas. Por ejemplo:

- Falta de espacio, generando disconformidad en las personas que se encuentran en el área de trabajo.
- Las personas deben de sortear obstáculos, perdiendo el tiempo con movimientos innecesarios, además de que estos pueden representar riesgo en la planta.
- Si la cantidad de elementos almacenados es considerable, se incurre en costos elevados de almacenamiento y de mantenimiento de los mismos.
- Un nivel bajo de producción que se genera al tener menos disponibilidad de tiempo.

### **Implementación de Estrategia de Tarjetas Rojas**

Una vez establecidos los parámetros de clasificación, inició la jornada de colocación de tarjetas rojas, esta actividad se la realizó el día 08 de Noviembre del 2014.

Antes de iniciar las actividades planificadas, se dio un pequeño refuerzo sobre la utilización, y se socializó el formato de las tarjetas rojas, ya definido por el

líder del proyecto en coordinación con los coordinadores 5S y los miembros de la patrulla 5S, este formato sencillo y fácil de usar, es mostrado en la figura 4.9.

TARJETA ROJA		
Categoría	Maquina	Mat. de empaque
	Herramienta	Materia prima
	Inst. de medicion	Prod. en proceso
	Equipo de limpieza	Otros
Nombre de elemento		Cantidad:
Localización		Fecha:
Razón	No necesario	<i>Observacion:</i>
	Defectuoso	
	Uso no conocido	
	Otros	

**Figura 4.9 Formato de Tarjeta Roja.**

La colocación de tarjetas rojas se realizar con la ayuda de 2 operadores, uno perteneciente a la línea de producción y otro al área de mantenimiento, en representación de los coordinadores 5S, de esta manera se procedió a buscar lo innecesario.

Una de las actividades principales que se realizan en esta primera S, es realizar una captura de una serie de fotografías que permitan observar de mejor manera objetos no necesarios en el área de trabajo.



**Figura 4.10 Colocación de Tarjetas Rojas**

Posterior al recorrido realizado por los operadores para la aplicación de las tarjetas rojas como se observa en la figura 4.10. Se realizó el inventario de los elementos a los que se les asignó una tarjeta roja, los mismos que se pueden observar en la tabla 20.

**TABLA 20**  
**ELEMENTOS INNECESARIOS DENTRO DEL ÁREA**

N°	DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	CANT.	JUSTIFICACIÓN	ACCIÓN
1	Porta tablero	1	No se usa en el área	Bodega mantenimiento
2	Tablero porta herramientas	2	No se usa en el área	Reciclaje
3	Barandas de Seguridad	4	Elemento defectuoso	Mantenimiento
4	Pallets dañados	5	Elementos defectuosos	Reciclaje
5	Soporte para tanques	1	Elemento en mal estado	Mantenimiento
6	Objetos de limpieza (baldes, jarros)	2	Objetos se encuentran tirados en el área	Desechar
7	Perchas	2	Elemento en mal estado	Desechar
8	Porta probetas	4	Elemento subutilizado	Transferir a bodega mantenimiento
9	Dosificadora de polvos	1	Maquinaria no se usa hace más de un año	Almacenar en bodega
10	Materiales de empaque	1	Elementos no necesarios en proceso	Desechar
11	Kit's de limpieza	2	Elementos tirados en el área	Reacomodar
12	Tomacorrientes (Regleta)	1	No se conoce uso específico de objeto	Almacenar en bodega

***Elaborado por: Autores del proyecto de graduación***

En un recorrido por el área de dosificado, con la ayuda del Jefe de producción, un representante del área de mantenimiento y un representante de los jefes de línea, se realizó un inventario de los elementos que se encontraban en el área en el momento de la inspección.

Cada elemento identificado se clasificó de acuerdo a su frecuencia de uso, además se establece el lugar donde se deben almacenar estos elementos, según la tabla 21:

**TABLA 21**  
**CRITERIO PARA ALMACENAR SEGÚN FRECUENCIA DE USO**

LITERAL	FRECUENCIA DE USO	DONDE ALMACENAR
A	Muchas veces al día	Área de dosificado de insecticidas
B	Una vez al día	Cerca del área de dosificado de insecticidas
C	Una vez por semana	Mantenimiento
D	Una vez al mes	Bodega de Mantenimiento
E	Cada medio año	Bodega disponible dentro de la empresa
F	Cada año	Bodega disponible dentro de la empresa
G	No se ha usado hace más de un año	Bodega disponible dentro de la empresa

***Elaborado por:** Autores del proyecto de graduación*

Los elementos inventariados se muestran en el siguiente listado de herramientas y materiales, con la respectiva categoría al cual fueron asignados, para determinar su ubicación de acuerdo a su frecuencia de uso, presentados en la tabla 22.

**TABLA 22**  
**INVENTARIO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES EN ÁREA DE**  
**DOSIFICADO**

N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CATEGORIA
1	Balanzas	8 Unidades	A
2	Cintas de embalaje	2 Unidades	A
3	Dispensador de cintas	2 Unidades	A
4	Mesas de trabajo	10 Unidades	A
5	Mangueras de succión	5 Unidades	A
6	Filtros	2 Unidades	C
7	Embudos	4 Unidades	E
8	Jarrones plásticos	1 Unidad	A
9	Botas amarillas	3 Pares	A
10	Recipientes de agua	2 Unidades	A
11	Sellos para diferentes volúmenes	50 Unidades	A
12	Conos naranjas	2 Unidades	D
13	Deterin	1 Caneca	A
14	Probetas	3 Unidades	B
15	Mangueras para limpieza	1 Unidad	B
16	Tubos en u	8 Unidades	A
17	Llaves destapar tanques	1 Unidad	A
18	Llave 11	1 Unidad	B
19	Llave ½	1 Unidad	B
20	Llave 9 1/16	1 Unidad	B
21	Llave 15	1 Unidad	B
22	Escobas	2 Unidades	B
23	Trapeador	2 Unidades	B
24	Escurreidor	2 Unidades	B

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación*

#### 4.4 Segunda S: Orden

El objetivo fundamental de esta etapa es identificar el lugar adecuado para todos los artículos que fueron previamente clasificados como necesarios en la primera S. Es indispensable sembrar en las personas

la cultura del orden, que esto se transforme en un hábito de los colaboradores de la organización.

La frase tan sonada “Un lugar para cada cosa, y cada cosa para un lugar” significa que “todo, absolutamente todo” tiene un espacio físico adecuado, sean estos artículos de gran o pequeño tamaño.

El orden permitirá que todo se encuentre de forma visible y accesible para todos aquellos que requieran su uso, haciéndolo de forma fácil y rápida. De igual manera esta S estipula que se debe de limitar el tamaño de los inventarios, tratando de ayudar a controlarlo todo, esto se obtiene con la ayuda de la estrategia de indicadores y estrategia de pintura.

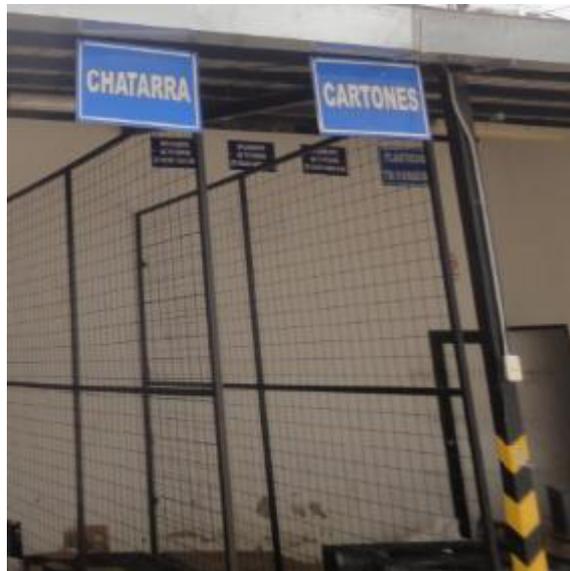
### **Estrategia de Indicadores**

Es una metodología para indicar de forma clara cuales son los elementos necesarios, la posición adecuada que estos ocupan y en qué cantidades. Básicamente consiste en colocar placas, guías pintadas o letreros colocados en el área de los equipos indicando el nombre, en qué procesos se usa, codificando el equipo, responsable del mismo.

Dentro del área de dosificado de insecticidas se colocaron letreros indicando lugares de almacenamiento e indicando nombre de los implementos que se almacenaran en el área.

Los lugares que se etiquetaron con letreros son: el área de colocación de materia prima, el área de colocación de envases, el área de colocación de desechos, área de colocación de balanzas y mesas de trabajo, entre otros.

Las áreas donde se colocan letreros indicando nombre de implementos son: Máquinas, kit de limpieza, mangueras, como se muestra en la figura 4.11.



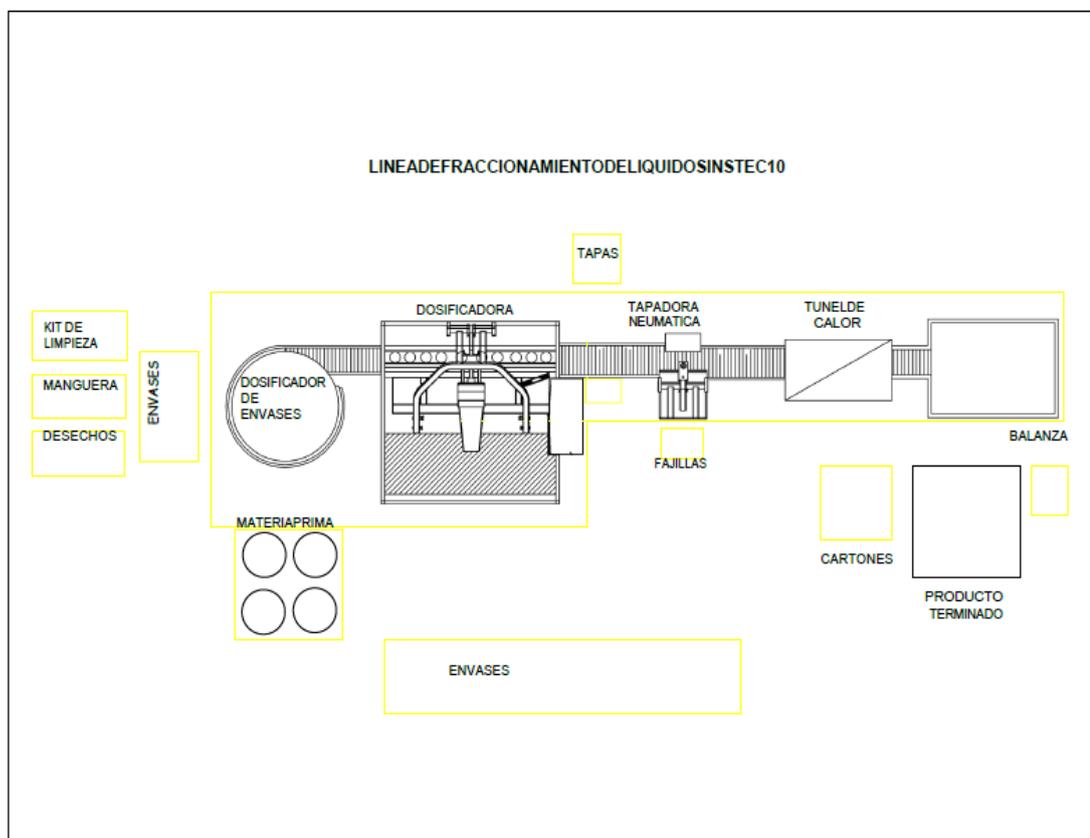
**Figura 4.11 Colocación de Letreros.**

### **Estrategia de Pintura**

Esta estrategia consiste fundamentalmente en señalar todo lo requerido y necesario en el área de trabajo, permitiendo así saber donde posicionar los equipos, herramientas, etc. También sirve de guía para saber cuáles son los lugares por donde se debe circular en la organización sin correr peligro para la salud de los colaboradores o de los activos fijos.

Dentro del área de dosificación de insecticidas, se procede a pintar líneas que dividen los pasillos del área destinada a máquinas, áreas de almacenamiento de materia prima, producto en proceso, producto terminado, material de empaque y residuos.

En la figura 4.12, se observa la vista superior del área de dosificado de insecticidas, descrito las áreas identificadas.



**Figura 4.12 Plano – Vista Superior Área de Dosificado Insecticidas**

Las líneas se pintan de color amarillo, como se muestra en la figura 4.13, en esta figura se observa como los operadores de la línea realizan la actividad de pintar el área de dosificado de insecticidas líquidos.



**Figura 4.13. Personal Pintando el Área.**

#### **4.5 Tercera S: Limpieza**

Esta tercera S es una buena práctica que permite convivir y trabajar con mayor confort sea cualquiera la empresa donde se labore, sea realizando trabajo de oficina o a nivel industrial.

Esta S significa mantener el área de trabajo libre de polvo, grasas, suciedades, además de esto la tercera S significa inspección, es decir luego de la limpieza o a la par se realizar una inspección a la máquina o al sito de trabajo.

## **Implementación de Limpieza e Inspecciones**

La fase de limpieza se programa en tres fases de acuerdo con el desarrollo y de acuerdo a las actividades diarias realizadas por las personas dentro del área de dosificado:

### **Limpieza Diaria**

Los operadores serán los encargados de realizar la limpieza diaria, al final del turno de trabajo, sus actividades serán enjuagar las mangueras, las cañerías de la dosificadora, y el piso de trabajo. También se encargaran de organizar los implementos y ubicarlos en sus respectivos lugares por ejemplo las balanzas utilizadas, las mesas de trabajo, colocar los desechos del proceso en los recipientes determinados.

### **Limpieza con Inspección**

La limpieza con inspección consistirá en revisar puntos específicos en la dosificadora, y tapadora automática, buscando puntos que son vulnerables, fáciles de dañarse o desajustarse, como el recogedor de líquidos y los pernos de sujeción de altura y ubicación vertical respectivamente. De esta manera se realiza una inspección del estado de la máquina una o dos veces por semana, esta operación estará a cargo del jefe de línea.

## Limpieza con Mantenimiento

Esta fase de limpieza conlleva mayor conocimiento relacionado a mantenimiento de las máquinas o equipos. Es recomendable que para este punto así mismo una vez realizada la inspección si encuentra factor fuera de lo normal, gestionar de inmediato el mantenimiento del equipo por parte del departamento de mantenimiento asegurando la utilización del mismo para cualquier momento en que se demande su uso.

Para un correcto funcionamiento de las máquinas es muy importante realizar mantenimiento preventivo que permita que la misma no sufra mayores daños, para esto se revisará el equipo en puntos específicos según la tabla 23.

**TABLA 23**  
**LISTADO DE CHEQUEOS DE PUNTOS DE MANTENIMIENTO**

LISTA DE CHEQUEO DE PUNTOS DE MANTENIMIENTO						
RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO						
FECHA:			FIRMA:			
No.	MAQUINA	PUNTO DE MTTO	DETERIORO / AVERIA	FECHA DE SOLICITUD	FECHA DE MTTO	CONFIRMACION
1	Dosificadora: Insec10	Banda transportadora				
2	Dosificadora: Insec10	Tren de válvulas				
3	Dosificadora: Insec10	Válvulas				
4	Dosificadora: Insec10	recogedor de envases				
5	Dosificadora: Insec10	sujetador de envases				
6	Tapadora neumática	sujetador de envases				
7	Tapadora neumática	Altura de tapado				
8	Tapadora neumática	Sensor				
9	Tapadora neumática	Riel de sujeción				
10	Tapadora neumática	Velocidad de tapado				

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación*

Una vez implementada la Limpieza - Tercera S, es imprescindible controlar su implementación. Para ayudar este proceso se recomienda utilizar tres formatos los cuales se pueden observar en las tablas 24, 25, 26: Materiales necesarios e incensarios, equipos y espacios alrededor del equipo.

Las siguientes listas de chequeo se observan a continuación, en las mismas se realizan preguntas que deberán ser contestadas por los coordinadores 5S, para de esta manera controlar que se cumpla con la limpieza de los equipos y del área de manera eficiente.

Para poder implementar el uso de las listas de chequeo se capacitó a los coordinadores 5S, este equipo conformado por 4 personas tuvieron una capacitación de 2 horas, en la misma se compartió la manera de llevar las listas de chequeo y como se debe proceder si se encuentra con alguna irregularidad.

**TABLA 24**  
**LISTA DE CHEQUEO - LIMPIEZA DE ELEMENTOS**

<b>Elementos necesarios e innecesarios</b>		
<b>N°</b>	<b>Punto a verificar</b>	<b>Respuesta</b>
<b>1</b>	¿Se ha realizado la limpieza de mangueras de succión?	
<b>2</b>	¿Se ha colocado las herramientas en su lugar?	
<b>3</b>	¿Se ha colocado los desechos en su lugar asignado?	
<b>4</b>	¿Se ha eliminado suciedad acumulada en paletts?	

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación.*

**TABLA 25**  
**LISTADO DE CHEQUEO DE LIMPIEZA DE EQUIPOS**

<b>Equipos</b>		
<b>N°</b>	<b>Punto a verificar</b>	<b>Respuesta</b>
<b>1</b>	¿Se ha retirado elementos innecesarios del perímetro del equipo?	
<b>2</b>	¿Se ha limpiado y desinfectado el piso del área utilizando deterin?	
<b>3</b>	¿Se ha eliminado la suciedad dentro del tanque de dosificado?	
<b>4</b>	Se ha limpiado y desinfectado la parte exterior de la dosificadora	
<b>5</b>	¿Se ha limpiado y desinfectado la banda transportadora?	
<b>6</b>	¿Se ha eliminado polvos y suciedad de la tapadora?	

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación*

**TABLA 26**  
**LISTADO DE CHEQUEO DE ESPACIOS ALREDEDOR DE DOSIFICADORA**

<b>Áreas cercanas a maquinas</b>		
<b>N°</b>	<b>Punto a verificar</b>	<b>Respuesta</b>
<b>1</b>	¿Se ha quitado los elementos innecesarios de los suelos y pasillos?	
<b>2</b>	¿Se ha eliminado los charcos de agua de suelos y pasillos?	
<b>3</b>	¿Se ha colocado los recipientes de materia prima utilizados en su respectiva ubicación?	
<b>4</b>	¿Se ha eliminado suciedad en las mesas de trabajo?	
<b>5</b>	¿Los implementos como mangueras y kit de limpieza están en su ubicación?	
<b>6</b>	Se ha eliminado la suciedad de pared o partes inaccesibles?	

***Elaborado por:*** Autores del proyecto de graduación

En aquellos casos o preguntas que no hayan sido revisadas o no aprobadas como limpias se debe de proceder a corregir el defecto o en su defecto reportar el suceso a los jefes de línea para tomar las medidas respectivas, a fin de mantener la limpieza vigente en el área de estudio.

#### **4.6 Cuarta S: Estandarización**

El cuarto paso es un pilar fundamental para mantener el orden y la limpieza obtenida por las tres primeras S, es necesario resaltar que la cuarta S no es una actividad, es el mantenimiento del estado actual del área de dosificado.

Para conservar en el tiempo el estado de orden y limpieza es necesario seguir estos tres pasos que se enlistan a continuación:

- Escoger el responsable o grupo de responsable de controlar, vigilar y asegurar el cumplimiento de lo estipulado en las 3S anteriores.
- Convertir en hábito las actividades de orden, limpieza y mantenimiento, constituyendo las actividades relacionadas con la 3S a la limpieza diaria del área de dosificado.
- Realizar el seguimiento de las actividades, calificando si la gestión realizada en las 3S es compartida por todos los operadores de la línea y tomar las medidas respectivas.

### Responsabilidad del Cumplimiento 3S

Las responsabilidades asignadas tanto para el Jefe de línea como para los operadores y supervisores del área, es encargarse de la clasificación, el orden y la limpieza tanto de las máquinas como del área de trabajo.

En la tabla 27, se observan las diferentes actividades que realizan los operadores para asegurar al final del día de trabajo un área limpia y ordenada, las actividades fueron asignadas de acuerdo al cargo o a la actividad que se encuentra realizando el operador en la línea, para de esta manera no estar comunicándolo de forma verbal, y manejarlo como una política de limpieza.

**TABLA 27**  
**RESPONSABILIDADES 3S DE ACUERDO A ACTIVIDADES**

Responsabilidades 3S			
N°	Cargo	Actividad en la línea	Actividad 3S
1	Jefe de línea	Controlar dosificadora	Limpieza de máquina
			Inspección de mantenimiento de máquina
2	Operador 1	Colocar envases	Clasificación de acuerdo a frecuencia de uso
3	Operador 2	Etiquetado y fajillado	Eliminar los elementos innecesarios del área
			Limpieza de máquina
4	Operador 3	Encartonado	Limpieza de área (piso)
			Recolección de desechos
5	Coordinador limpieza.	N/A	Asegurar el cumplimiento de las actividades

**Elaborado por:** Autores de la proyecto de graduación

Para asegurar el cumplimiento de esta política interna, este listado de actividades y responsables estará disponible dentro del área, pegado cerca de la dosificadora, este cuadro será acompañado por el mapa 5S, en el cual se dibujan y especifican las responsabilidades a realizar de acuerdo a las labores realizadas dentro de la línea, como se puede observar en la figura 4.14.



**Figura 4.14 Información Responsabilidades Pegado en el Área**

Para hacer del orden y la limpieza del área y máquinas un hábito, se deben asegurar algunas de las actividades:

- Avisos en las máquinas para que haya un mejor uso de las mismas
- En cada máquina colocar una identificación con la manera de y ubicar la zona de trabajo de la máquina.
- Colocar identificación en los químicos y las precauciones que se deben tomar al usarlos.

Para asegurar que las personas comprenden y están alineadas a las actividades realizadas con respecto a la clasificación, el orden y la limpieza, la patrulla 5S evalúa el cumplimiento de estas tareas. Esta evaluación se la realiza mediante la aplicación de las listas de chequeo evidenciadas en las tablas 28, 29, 30, 31, 32.

**TABLA 28**  
**LISTA DE AUDITORÍA DE CINCO PUNTOS PARA CLASIFICACIÓN**

Elaborado por:		Fecha:		PUNTOS				
CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5		
	Artículos necesarios e innecesarios se encuentran en el área.							
	Se puede identificar fácilmente los elementos necesarios de los innecesarios							
	Se encuentran identificado los suministros y materiales							
	Los pasillos se encuentran despejados y limpios							
	Los materiales innecesarios han sido desechados							

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 29**  
**LISTA DE AUDITORÍA DE CINCO PUNTOS PARA ORDEN**

Elaborado por:		Fecha:		PUNTOS				
ORDEN	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5		
	Se ha establecido lugares para cada cosa y se encuentra señalizado							
	Las herramientas usadas con alta frecuencia se encuentran cerca de la máquina							
	La materia prima se encuentra en el lugar destinado de acuerdo a señalización horizontal							
	Los envases almacenados se encuentran en el lugar destinado por la señalización horizontal							
	Se colocan los kit de limpieza en su lugar destinado luego de usarlos							
	Los materiales y herramientas (balanzas, mesas), se encuentran correctamente ordenadas							

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 30**  
**LISTA DE AUDITORÍA DE CINCO PUNTOS PARA LIMPIEZA**

Elaborado por:		Fecha:		PUNTOS				
LIMPIEZA	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5		
	Las áreas alrededor de la máquina se encuentra limpia al final del día							
	La dosificadora se encuentra limpia sin residuos de agroquímicos							
	Los implementos usados para la limpieza, permiten realizar un trabajo eficiente							
	El lugar de trabajo se limpia con una frecuencia diaria							
	Los cambios realizados han disminuido la presencia de suciedad							

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 31**  
**LISTA DE AUDITORÍA DE CINCO PUNTOS PARA ESTANDARIZACIÓN**

Elaborado por:		Fecha:		PUNTOS				
ESTANDARIZACIÓN	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5		
	Se mantienen las señalizaciones de seguridad y de identificación							
	Se respetan los colores utilizados en la señalizaciones							
	Se utilizan correctamente los implementos de limpieza							
	Se mantienen limpios y despejados los elementos contra incendio							

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

**TABLA 32**  
**LISTA DE AUDITORÍA DE CINCO PUNTOS PARA DISCIPLINA**

Elaborado por:		Fecha:		PUNTOS				
DISCIPLINA	DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5		
	Se mantiene el área de trabajo con orden y limpio.							
	Se comparte los resultados de las auditorías 5S							
	Se cumplen las responsabilidades de los coordinadores 5S y equipo 5S							

**Elaborado por:** Autores del proyecto de graduación

Estas listas de chequeo se realizaran, teniendo en cuenta que la calificación de 1 punto significa que no se cumplen las expectativas consultadas y calificar con 5 puntos quiere decir que se cumplen con todas las expectativas deseadas.

Usando las listas de chequeo, la patrulla 5S es el grupo encargado de evaluar la aplicación de las 5S, en una auditoría inicial, los resultados mostrados en la tabla 33, se verifican mediante los puntajes en cada pilar, el cual es el resultado del promedio de los ítem evaluados, divididos para 5.

**TABLA 33**  
**RESULTADO DE AUDITORÍA INICIAL**

<b>AUDITORÍA INICIAL</b>	
<b>PILARES</b>	<b>RESULTADO</b>
1S: CLASIFICACIÓN	2,40
2S: ORDEN	4,40
3S: LIMPIEZA	3,20
4S: ESTANDARIZACIÓN	2,40
5S: DISCIPLINA	3,00
PROMEDIO	3,08

**Elaborado por:** Autores del proyecto de graduación

Como se pudo observar la Clasificación y estandarización son los pilares con menor puntaje, debido a que varios de los elementos identificados en el área no se han retirado por falta de espacio en otras áreas para su almacenamiento temporal o definitivo.

La baja calificación en el cuarto pilar se debe a que los operadores no se acostumbran a la utilización de listas de chequeo para ejecutar las inspecciones de limpieza y mantenimiento. Por esta razón se ejecutan reuniones para socializar la resaltar la importancia de la aplicación y sobre todo el análisis de las listas de chequeo.

#### **4.7 Cinco S: Disciplina**

Para asegurar que los pilares 5S se mantengan con el tiempo, debe de formarse y auto disciplinar a los colaboradores del área de dosificado, este cambio en la manera de pensar de las personas toma su tiempo.

Para controlar, evaluar y tomar las acciones pertinentes según los resultados, el equipo 5S será el encargado de ejecutar auditorías 5S, esta auditoría va a tener una frecuencia variable dependiendo del tiempo que haya transcurrido desde que se inició el proyecto:

Semanal: Se realizan auditorías quincenales, en 2 meses se realizaran 4 auditorías, se las realizara desde que se concluyó las actividades de las 3S hasta cumplir con el tiempo determinado, para llevar un control del cumplimiento de las actividades 5S y de esta manera generar disciplina ante el cumplimiento de estas actividades.

Mensualmente: Luego de los 3 meses de haber concluido las actividades 3S, se disminuye la frecuencia de las auditorías debido a

que los controles realizados se han vuelto un hábito y se han convertido en parte del proceso de control del departamento de producción.

### **Instrumentos de Promoción - Logo**

Para la fase final del proyecto de implementación de 5S, es necesario implementar una estrategia de integración y motivación hacia el personal, mediante carteles, slogan o boletines que tienen por objetivo impulsar la participación de los colaboradores en todas las actividades 5S.

A continuación se muestra en la figura 4.15, el logo utilizado dentro del proyecto de implementación 5S para motivar a los operadores a continuar con la aplicación de esta metodología.



**Figura 4.15 Logo Implementación 5S**

# CAPÍTULO 5

## 5. IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICA SMED EN EL PROCESO DE ENVASADO PARA FRACCIONAMIENTO DE AGROQUÍMICOS

SMED es una herramienta que fue desarrollada para disminuir el tiempo de preparación de máquinas, sin embargo luego de implementada esta técnica se pueden observar mejoras consecuentes a la reducción del tiempo de cambio, como la reducción de los tamaños de lote, obtener una línea de producción más flexible por lo tanto un aumento en la productividad.

La implementación de la metodología SMED consta de cuatro etapas las cuales se detallan a continuación [12]:

- Estudio de la operación

- Separación de tareas Internas y Externas
- Conversión de tareas internas en externar
- Mejorar las tareas internas y externas

La planificación de las actividades que se realizan en el proceso de implementación de la metodología SMED, se detalla en la tabla 34, como se como se describe en el Diagrama de Gantt.

**TABLA 34**  
**PLANIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN SMED**

SMED		Mes	DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO	
	ACTIVIDAD	Sem	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>FASE INTRODUCTORI</b>	Capacitación a personas responsables en proceso											
<b>ETAPA 1</b>	Toma de tiempos de proceso de calibración y limpieza											
	Clasificación de las actividades realizadas											
<b>ETAPA 2</b>	Separación de las actividades internas y externas											
<b>ETAPA 3</b>	Reunión análisis de actividades internas											
	Conversión de actividades internas											
<b>ETAPA 4</b>	Reunión para determinar problemas potenciales y propuestas de mejoras											
	Implementación de las mejoras determinadas											

**Elaborado por:** Los autores del Proyecto de Graduación

Para el siguiente proyecto se analiza el proceso de cambio de configuración de la máquina, dicho proceso se efectúa en promedio cada 1.2 días, este proceso para el objeto del estudio se divide en dos partes las cuales se detallan a continuación:

- Limpieza y cambio de formato.
- Calibración del fraccionamiento.

Este proceso se realiza con el propósito de cambiarle ciertas características a la línea de producción para poder fraccionar un producto en las diferentes presentaciones, ya que en esta máquina se fraccionan diferentes tipos de insecticidas, y estos a su vez se producen en diferentes presentaciones 100, 250, 500 y 1000ml, por lo tanto se requiere una limpieza total de las máquinas de la línea para garantizar la calidad del producto y además se necesita cambiar la configuración a las nuevas características del envase que va a ser procesado, es decir, modificar dimensiones en el proceso de dosificado, tapado neumático, y transportado, además de ajustar valores de tiempo en la programación de los controladores electrónicos del llenado, tapado y transporte.

### **Limpieza y Cambio de Formato**

El proceso de limpieza de máquina y cambio de formato del producto, se realiza al final de la jornada laboral, en la cual intervienen dos operadores de la línea y una persona de mantenimiento, los operadores de la línea están encargados de la limpieza de las máquinas, y el técnico de mantenimiento se encarga del cambio de configuración de los equipos.

- **Limpieza de Máquinas:** Esta actividad consiste en lavar con agua a presión y líquido detergente la superficie de los equipos, para quitar los residuos que pudiesen haber quedado de la producción anterior, también

se hace pasar agua a través del sistema de bombeo de materia prima para de esta manera limpiar la bomba, las tuberías y las válvulas de dosificación.

Una vez realizada la limpieza el personal de mantenimiento, interviene en la línea para poder cambiar las dimensiones del nuevo envase, el cual se realiza en el sistema de dosificación y en la máquina de tapado neumático.

- **Cambio de Configuración en Dosificación:** En este proceso se varia la altura en el tren de válvulas de llenado y las medidas de posicionamiento del ancho en los pistones de sujeción, en la banda transportadora se varia el ancho de los rieles sujetadores, luego de haber terminado esto se modifica las dimensiones en el dosificador de envases, seguidamente el personal de mantenimiento configura los valores de tiempo en los controladores electrónicos del llenado y del transportado, para poder realizar una prueba del buen funcionamiento mecánico de la dosificadora.
- **Cambio de Configuración del Tapado Neumático:** En esta etapa se modifican la características conformes a las dimensiones del nuevo envase, se cambia las boquillas tapadoras y los sujetadores de acuerdo a las nuevas medidas de ancho, además se adapta todo el equipo a las nuevas medidas del envase, y finalmente se realiza una prueba para observar el buen funcionamiento del equipo.

### **Calibración del Fraccionamiento.**

El proceso de calibración del equipo de fraccionamiento se realiza al inicio de la jornada laboral en el cual interviene la personal de calidad y un operador de la línea, el operador de línea se encarga de colocar la materia prima de manera que esté lista para poder producir, también coloca los equipos y materiales a utilizar, la calibración comienza haciendo una prueba de llenado, en este prueba se obtienen 10 envases llenos, uno de cada boquilla de dosificación, estos son pesados para saber de esta manera si el volumen de llenado de cada boquilla es el adecuado, en esta prueba son identificados las válvulas que están colocando más o menos cantidad de producto, y se varia el nivel de apertura de la válvula, posteriormente se vuelven a llenar otro set de productos para observar el nivel de llenado, esta actividad se repite hasta obtener las cantidades correctas de producto.

Luego de estos ajustes se procede a calibrar el tapado de los envases, para poder calibrar la presión que realiza en el envase de acuerdo a la altura de la tapadora neumática, una vez realizado estas pruebas se comienza a producir normalmente.

## 5.1 Estudio de la Operación

En el presente estudio se analiza los tiempos en que se efectúan los procesos de limpieza de la máquina, cambio de formato del producto y calibración de máquinas.

Las actividades que componen los procesos antes mencionados se detallan a continuación:

### Limpieza y Cambio de Formato

- Conectar manguera en sistema de agua presurizada
- Desmontar paneles de protección de la dosificadora
- Limpiar de sistema de dosificación
- Buscar y llenar envase con detergente
- Limpiar banda transportadora con detergente
- Colocar panel protector posterior
- Limpiar el piso
- Buscar herramientas
- Preparar envase con detergente
- Retirar tapones de válvulas dosificadoras
- Ajustar sistema de llenado a nuevas dimensiones de envase
- Colocar tapones de válvulas
- Reubicar recogedor de residuos
- Ajustar riel de sujeción de envases

- Modificar salida de dispensador de envases
- Verificar dimensiones del sistema de llenado
- Programar digitalmente tiempos de llenado
- Colocar paneles de protección frontal
- Desmontar guardas de protección de tapadora automática
- Cambiar tapadores y sujetadores de envases
- Ajustar rieles sujetadores de envases
- Ajustar dimensiones tapadora neumática según envase
- Ajustar sujetador de envases

#### Calibración del Fraccionamiento

- Buscar y colocar herramientas y materiales en el punto de uso
- Calibrar volumen de llenado
- Calibrar tapadora neumática

Luego de conocer las diferentes actividades que intervienen en cada operación, se procede a recolectar los tiempos, para lo cual se ha utilizado una cámara de video, para de esta manera ser precisos en la estimación de tiempos y tomar en cuenta las actividades que se realizan con más claridad.

Para esta toma de tiempos se realizó una reunión con los operadores de la línea de estudio y el jefe de producción, para determinar las actividades que se realizan en el proceso de cambio de formato, luego

se procedió a realizar las filmaciones del proceso, en el cual se efectuó 4 filmaciones en ocasiones diferentes, en la tabla 35 se presenta la toma de tiempos más significativas de acuerdo al tiempo de las actividades y el tiempo total cronometrado.

La tabla 33 consta de una columna en la que se detalla la actividad, otra en la que clasifica esta actividad como interna o externa y se la denota con la letra “E” o “I”, además de la hora de inicio y fin de cada actividad, y el tiempo consumido en dicha actividad, también consta de una columna en la que se indica el número de personas que intervienen en la actividad, y los elementos extraños que intervienen en cada operación y por último una columna en la que se colocan algunas observaciones por actividad.

**TABLA 35**  
**ESTUDIO DE TIEMPOS DE CAMBIO DE FORMATO**

ESTUDIO DE TIEMPOS DE CAMBIO DE FORMATO EN LINEA DOSIFICADORA 1 INSEC 10									
N°	ACTIVIDAD	TIPO DE OPERACIÓN	SIMULTANEA	HORA DE INICIO	HORA FIN	TIEMPO (MIN)	# PERSONAS	ELEMENTOS EXTRAÑOS	OBSERVACIONES
<b>Limpieza y cambio de formato</b>									
1	Conectar manguera en sistema de agua presurizada	E		4:08:16	4:09:25	0:01:09	1	A	
2	Desmontar paneles de protección de la dosificadora	I		4:09:25	4:13:45	0:04:20	2	B	Se retiran cuatro paneles de la dosificadora, se espera a un operario.
3	Limpiar de sistema de dosificación	I		4:13:45	4:17:12	0:03:27	1		Ademas de limpieza superficial, se hace circular agua por el sistema.
4	Buscar y llenar envase con detergente	E		4:17:12	4:18:05	0:00:53	1		
5	Limpiar banda transportadora con detergente	I		4:18:05	4:21:30	0:03:25	1	A	Se acciona la banda transportadora para una limpieza integra.
6	Colocar panel protector posterior	I	5	4:08:10	4:09:15	0:01:05	2	B	
7	Limpiar el piso	I	6	4:21:30	4:27:39	0:06:09	1	A	Esta actividad interviene otra persona
8	Buscar herramientas	E		4:27:39	4:43:00	0:15:21	1	A	En esta actividad se perdieron 4:29 min, en llenado de informe.
9	Preparar envase con detergente	E		4:43:00	4:43:53	0:00:53	1	A	
10	Retirar tapones de válvulas dosificadoras	I		4:43:53	4:44:26	0:00:33	1		
11	Ajustar sistema de llenado a nuevas dimensiones de envase	I		4:44:26	4:51:00	0:06:34	1		
12	Colocar tapones de válvulas	I		4:51:00	4:52:07	0:01:07	1		En esta actividad se lavan los tapones y se colocan en dosificadores
13	Reubicar recogedor de residuos	I		4:52:07	4:53:41	0:01:34	1		
14	Ajustar riel de sujeción de envases	I		4:53:41	4:55:16	0:01:35	1		
15	Modificar salida de dispensador de envases	I		4:55:16	4:56:02	0:00:46	1		
16	Verificar dimensiones del sistema de llenado	I		4:56:02	5:00:29	0:04:27	1		
17	Programar digitalmente tiempos de llenado	I		5:00:29	5:03:42	0:03:13	1		Se realiza una programacion de un PLC para setear tiempos.
18	Colocar paneles de protección frontal	I		5:03:42	5:07:12	0:03:30	2	B	Se espera a un operario.
19	Desmontar guardas de protección de tapadora automática	I		5:07:12	5:09:26	0:02:14	1	A	
20	Cambiar tapadores y sujetadores de envases	I		5:09:26	5:11:32	0:02:06	1		
21	Ajustar rieles sujetadores de envases	I		5:11:32	5:12:18	0:00:46	1		
22	Ajustar dimensiones tapadora neumática según envase	I		5:12:18	5:27:35	0:15:17	1		
23	Ajustar sujetador de envases	I		5:27:35	5:32:11	0:04:36	1		
<b>SUMATORIA DE TIEMPOS</b>						<b>1:25:00</b>	<b>1:23:55</b>		
<b>Calibración de fraccionamiento</b>									
1	Buscar y colocar herramientas, equipos y materiales en el punto de uso	I		7:35:30	7:47:12	0:11:42	1	B	
2	Calibrar volumen de llenado	I		7:47:12	8:20:02	0:32:50	1	A	Se calibra pesando los envases que salen despues del llenado
3	Calibrar tapadora neumática	I	2	8:07:46	8:21:00	0:13:14	1	A	
<b>SUMATORIA DE TIEMPOS</b>						<b>0:57:46</b>	<b>0:45:30</b>		
<b>TIEMPO TOTAL DE LIMPIEZA, AJUSTES Y CALIBRACION</b>						<b>2:22:46</b>	<b>2:09:25</b>		

A: Ingres a otra herramienta

B: Ingres a otro operario

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

## **Análisis del Estudio de Tiempos**

Según el estudio de tiempos que se realizó se pudo determinar que el tiempo de cambio de formato tiene una duración de 2 horas y 9 minutos, las cuales están divididas en 1 hora y 23 minutos en limpieza y cambio de formato, y de 45 minutos que corresponden a la calibración de fraccionamiento, en horas reales que corresponden a horas máquina, este tiempo es el que la máquina esta parada.

Además de esto se puede observar que el tiempo invertido en horas hombre en esta operación es de 1 hora con 25 minutos, en la limpieza y cambio de formato, y de 57 minutos en la calibración de los equipos, que en su totalidad son 2 horas y 22 minutos en horas trabajadas en el cambio de formato.

En la tabla 36, se puede identificar las actividades internas y externas, las cuales, en el estudio realizado, todas se realizan con la máquina parada, sin embargo, pueden separarse para acortar el tiempo de para de la máquina, además de los tiempos que cada una de las actividades se efectúan y los porcentajes de tiempos que estas tienen con respecto al tiempo total.

**TABLA 36**  
**PORCENTAJES DE TIEMPO DE CADA ACTIVIDAD**

Nº	ACTIVIDAD	TIPO DE OPER.	TIEMPO (MIN)	% OPER.	% TOTAL
<b>Limpieza y cambio de formato</b>					
1	Conectar manguera en sistema de agua presurizada	E	0:01:09	1,353%	0,81%
2	Desmontar paneles de protección de la dosificadora	I	0:04:20	5,098%	3,04%
3	Limpieza de sistema de dosificación	I	0:03:27	4,059%	2,42%
4	Búsqueda y llenado de envase con detergente	E	0:00:53	1,039%	0,62%
5	Limpieza de banda transportadora con detergente	I	0:03:25	4,020%	2,39%
6	Colocación de panel protector posterior	I	0:01:05	1,275%	0,76%
7	Limpieza del piso	I	0:06:09	7,235%	4,31%
8	Búsqueda de herramientas	E	0:15:21	18,059%	10,75%
9	Preparación de envase con detergente	E	0:00:53	1,039%	0,62%
10	Retirar tapones de válvulas dosificadoras	I	0:00:33	0,647%	0,39%
11	Ajuste de sistema de llenado a nuevas dimensiones de	I	0:06:34	7,725%	4,60%
12	Colocación de tapones de válvulas	I	0:01:07	1,314%	0,78%
13	Reubicar recogedor de residuos	I	0:01:34	1,843%	1,10%
14	Ajuste de riel de sujeción de envases	I	0:01:35	1,863%	1,11%
15	Modificación de salida de dispensador de envases	I	0:00:46	0,902%	0,54%
16	Verificación de dimensiones del sistema de llenado	I	0:04:27	5,235%	3,12%
17	Programación digital de tiempos de llenado	I	0:03:13	3,784%	2,25%
18	Colocación de paneles de protección frontal	I	0:03:30	4,118%	2,45%
19	Desmontaje guardas de protección de tapadora automática	I	0:02:14	2,627%	1,56%
20	Cambio de tapadores y sujetadores de envases	I	0:02:06	2,471%	1,47%
21	Ajuste de rieles sujetadores de envases	I	0:00:46	0,902%	0,54%
22	Ajuste de dimensiones tapadora neumática según envase	I	0:15:17	17,980%	10,71%
23	Ajuste de sujetador de envases	I	0:04:36	5,412%	3,22%
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			1:25:00		
<b>Calibración de fraccionamiento</b>					
1	Búsqueda y colocación de herramientas, equipos y materiales	I	0:11:42	20,3%	8,20%
2	Calibración de volumen de llenado	I	0:32:50	56,8%	23,00%
3	Calibración de tapadora neumática	I	0:13:14	22,9%	9,27%
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			0:57:46		
			2:22:46		

**Elaborado por:** Autores del proyecto de graduación

Además se puede observar que existen ciertas actividades que toman mucho tiempo, las cuales se pueden visualizar de mejor manera en la figura 5.1, en la que se presenta un diagrama de barras de las actividades de cambio de formato en la cual se puede observar el nivel de tiempo invertido en cada actividad que compone esta operación, e identificar las actividades que

incurren en mayores tiempo en efectuarlas, entre las actividades que más tiempo demandan está el ajuste del sistema de llenado que toma cerca del 23% del tiempo de cambio de formato.

### DIAGRAMA DE BARRAS DE LOS TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES DE CAMBIO DE FORMATO

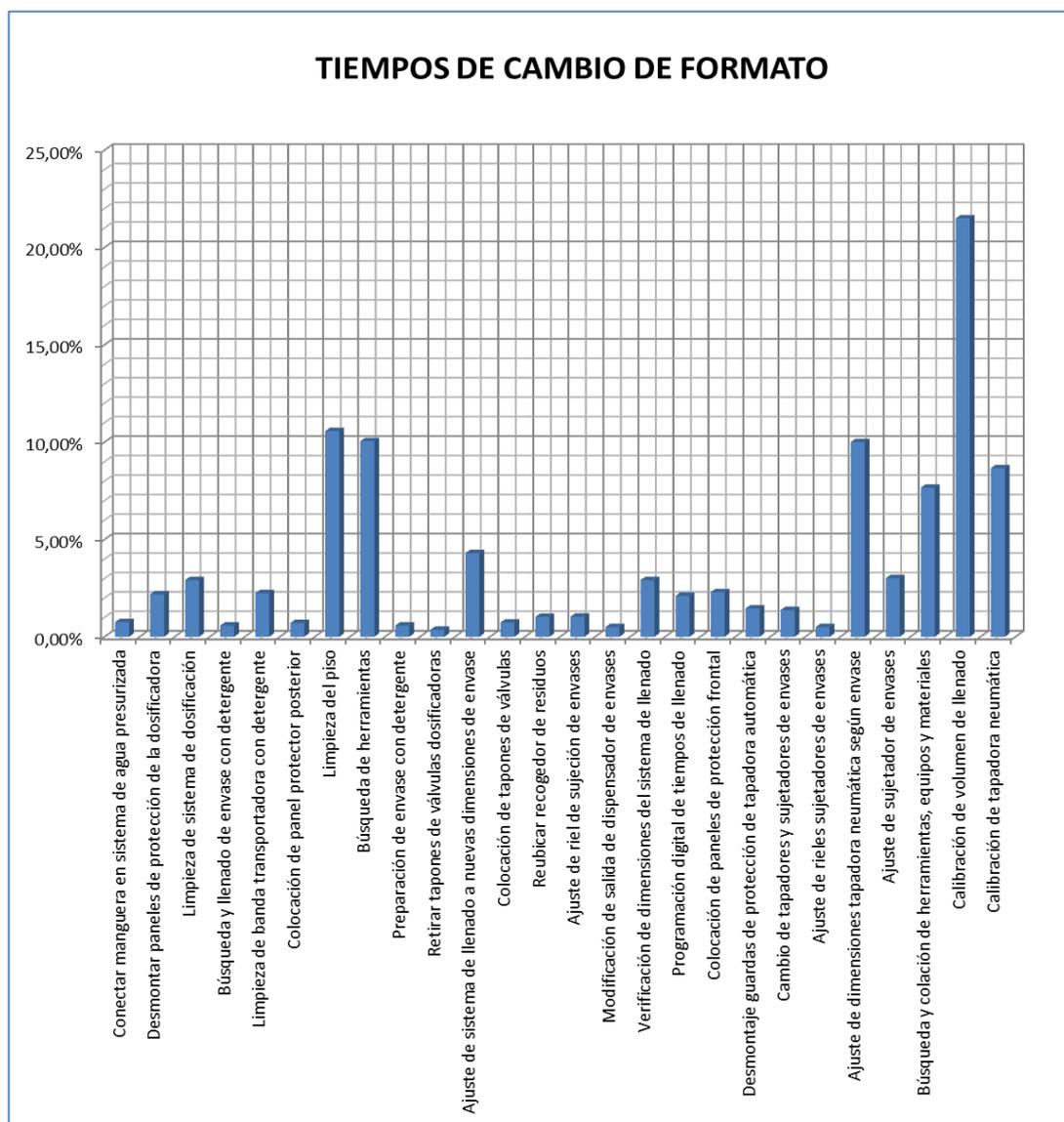


Figura 5.1 Gráfico de Barras de los Porcentajes de Tiempo de las Actividades

## 5.2 Separación de Tareas Internas y Externas

En esta etapa se identifican las operaciones internas y externas y se las separa para de esta manera, las operaciones que se pueden realizar con la máquina en movimiento se realicen y por lo tanto el tiempo de para de la máquina se verá disminuido, debido a que las todas las actividades externas se las puede realizar antes de que la línea deje de producir.

Luego de obtener el tiempo de las actividades y clasificarlas, se separaron las actividades internas de las externas y se pudo reducir con este primer paso al 87,2% del tiempo de cambio de formato, es decir el tiempo de para de máquina por cambio de formato paso de 2 horas y 9 minutos a 1 horas y 52 minutos, por lo cual se observa una disminución de 17 minutos en horas máquina.

Como parte de la metodología las actividades de búsqueda de herramientas, búsqueda y preparación del recipiente con detergente, además del llenado de envases con el líquido de limpieza, se unirán de manera que se las realice antes de que la máquina este detenida, por lo tanto las actividades que estaban intermedias se las hace luego de que las externas ya hayan sido concluidas, como se muestra en la tabla 37.

**TABLA 37**  
**SEPARACIÓN DE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS**

N°	ACTIVIDAD	TIPO DE OPER	TIEMPO (MIN)
<b>Limpieza y cambio de formato</b>			
1	Conectar manguera en sistema de agua presurizada	E	0:01:09
2	Búsqueda y llenado de envase con detergente	E	0:00:53
3	Búsqueda de herramientas	E	0:15:21
4	Preparación de envase con detergente	E	0:00:53
5	Desmontar paneles de protección de la dosificadora	I	0:04:20
6	Limpieza de sistema de dosificación	I	0:03:27
7	Limpieza de banda transportadora con detergente	I	0:03:25
8	Colocación de panel protector posterior	I	0:01:05
9	Limpieza del piso	I	0:06:09
10	Retirar tapones de válvulas dosificadoras	I	0:00:33
11	Ajuste de sistema de llenado a nuevas dimensiones de envase	I	0:06:34
12	Colocación de tapones de válvulas	I	0:01:07
13	Reubicar recogedor de residuos	I	0:01:34
14	Ajuste de riel de sujeción de envases	I	0:01:35
15	Modificación de salida de dispensador de envases	I	0:00:46
16	Verificación de dimensiones del sistema de llenado	I	0:04:27
17	Programación digital de tiempos de llenado	I	0:03:13
18	Colocación de paneles de protección frontal	I	0:03:30
19	Desmontaje guardas de protección de tapadora automática	I	0:02:14
20	Cambio de tapadores y sujetadores de envases	I	0:02:06
21	Ajuste de rieles sujetadores de envases	I	0:00:46
22	Ajuste de dimensiones tapadora neumática según envase	I	0:15:17
23	Ajuste de sujetador de envases	I	0:04:36
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			1:25:00
<b>Calibración de fraccionamiento</b>			
1	Búsqueda y colocación de herramientas, equipos y materiales	I	0:11:42
2	Calibración de volumen de llenado	I	0:32:50
3	Calibración de tapadora neumática	I	0:13:14
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			0:57:46
			2:22:46

***Elaborado por: Autores del proyecto de graduación***

### **5.3. Convertir las Tareas Internas en Externas**

En esta etapa se convierten algunas de las operaciones que se realizan con la máquina encendida, es decir operaciones internas, en operaciones externas, para que estas puedan transformarse de manera

que no afecte al tiempo operativo de la máquina, se realizan algunos cambios que se detallan a continuación:

- **Desmontar paneles de protección de la dosificadora:** Esta actividad se la realizará cuando el producto que se está procesando en la dosificadora ya ha sido terminado y este producto en proceso está siendo operado de manera manual en la siguiente operación, por lo tanto este equipo se deberá inhabilitar del sistema eléctrico y se podrá trabajar en el desmontaje de los paneles.
- **Limpieza de sistema de dosificación con agua presurizada:** Esta actividad se realizará después de la anterior, cuando la máquina esté disponible, se procederá a la limpieza de la bomba de agua y a la limpieza interna del equipo para el posterior desmontaje de mangueras de dosificación y limpieza superficial de máquina con agua a presión.
- **Montaje de panel protector posterior:** Este se podrá colocar en la dosificadora ya que la limpieza de ese sector ya está culminada y se podrá seguir con las otras actividades de la máquina.

Estos cambios se pueden dar debido a que hay un intervalo de tiempo en el cual la máquina dosificadora no procesa, mientras que la línea sigue procesando el cual es en promedio de 8:21 minutos

De esta manera el tiempo de para de la línea disminuirá aún más, y las actividades de estas operaciones están conformadas como se muestra en la tabla 38.

**TABLA 38**  
**CONVERSIÓN DE ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS**

N°	ACTIVIDAD	TIPO DE OPER	TIEMPO (MIN)
<b>Limpieza y cambio de formato</b>			
1	Conectar manguera en sistema de agua presurizada	E	0:01:09
2	Búsqueda y llenado de envase con detergente	E	0:00:53
3	Búsqueda de herramientas	E	0:15:21
4	Preparación de envase con detergente	E	0:00:53
5	Desmontar paneles de protección de la dosificadora	E	0:04:20
6	Limpieza de sistema de dosificación	E	0:03:27
7	Colocación de panel protector posterior	E	0:01:05
8	Limpieza de banda transportadora con detergente	I	0:03:25
9	Limpieza del piso	I	0:06:09
10	Retirar tapones de válvulas dosificadoras	I	0:00:33
11	Ajuste de sistema de llenado a nuevas dimensiones de envase	I	0:06:34
12	Colocación de tapones de válvulas	I	0:01:07
13	Reubicar recogedor de residuos	I	0:01:34
14	Ajuste de riel de sujeción de envases	I	0:01:35
15	Modificación de salida de dispensador de envases	I	0:00:46
16	Verificación de dimensiones del sistema de llenado	I	0:04:27
17	Programación digital de tiempos de llenado	I	0:03:13
18	Colocación de paneles de protección frontal	I	0:03:30
19	Desmontaje guardas de protección de tapadora automática	I	0:02:14
20	Cambio de tapadores y sujetadores de envases	I	0:02:06
21	Ajuste de rieles sujetadores de envases	I	0:00:46
22	Ajuste de dimensiones tapadora neumática según envase	I	0:15:17
23	Ajuste de sujetador de envases	I	0:04:36
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			1:25:00
<b>Calibración de fraccionamiento</b>			
1	Búsqueda y colocación de herramientas, equipos y materiales	E	0:11:42
2	Calibración de volumen de llenado	I	0:32:50
3	Calibración de tapadora neumática	I	0:13:14
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			0:57:46
			2:22:46

***Elaborado por: Autores del proyecto de graduación***

Después de los cambios en las actividades realizados, se logró disminuir el tiempo de calibración en 1 hora y 42 minutos lo cual representa una

disminución del 31% con respecto al tiempo original, es decir se ha disminuido 27 minutos en horas máquina.

#### **5.4 Mejorar las Tareas Externas e Internas**

Esta etapa consiste en mejorar o reducir el tiempo de las actividades que se realizan en esta proceso de cambio de formato, con el fin de reducir el tiempo de para de la línea de fraccionamiento, por lo que se propone para esta etapa reducir el tiempo de las actividades que más se tardan en realizarse, de esta manera lograr disminuir el tiempo total de setup.

En este paso se analizan las actividades de las operaciones de Limpieza y cambio de formato y de la Calibración de los equipos de la línea bajo el mismo esquema.

#### **Análisis de Actividades de Limpieza y Cambio de Formato**

A continuación se muestran las actividades internas y externas separadas en dos tablas las cuales se realizó una análisis de pareto para poder dirigir las mejoras en las operaciones que tienen más impacto en el tiempo de cambio de formato.

A continuación en la figura 5.2 se muestra el análisis de pareto de las actividades externas de la operación de limpieza y cambio de formato, además de la tabla 39 en las que se muestran las actividades externas del proceso de

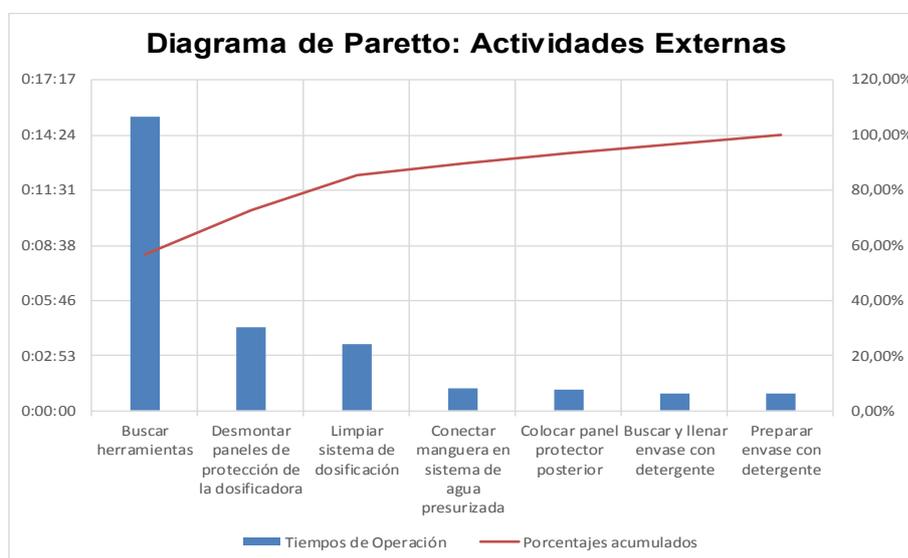
limpieza y cambio de formato ordenadas de mayor a menor de acuerdo al tiempo que toman en efectuarse.

**TABLA 39**

**TABLA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES EXTERNAS DE LIMPIEZA Y CAMBIO DE FORMATO**

OPERACIÓN	TIEMPO	% TPO
Buscar herramientas	0:15:21	56,57%
Desmontar paneles de protección de la dosificadora	0:04:20	15,97%
Limpiar sistema de dosificación	0:03:27	12,71%
Conectar manguera en sistema de agua presurizada	0:01:09	4,24%
Colocar panel protector posterior	0:01:05	3,99%
Buscar y llenar envase con detergente	0:00:53	3,26%
Preparar envase con detergente	0:00:53	3,26%
	0:27:08	

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*



**Figura 5.2 Diagrama de Pareto con Tiempos de Actividades Externas**

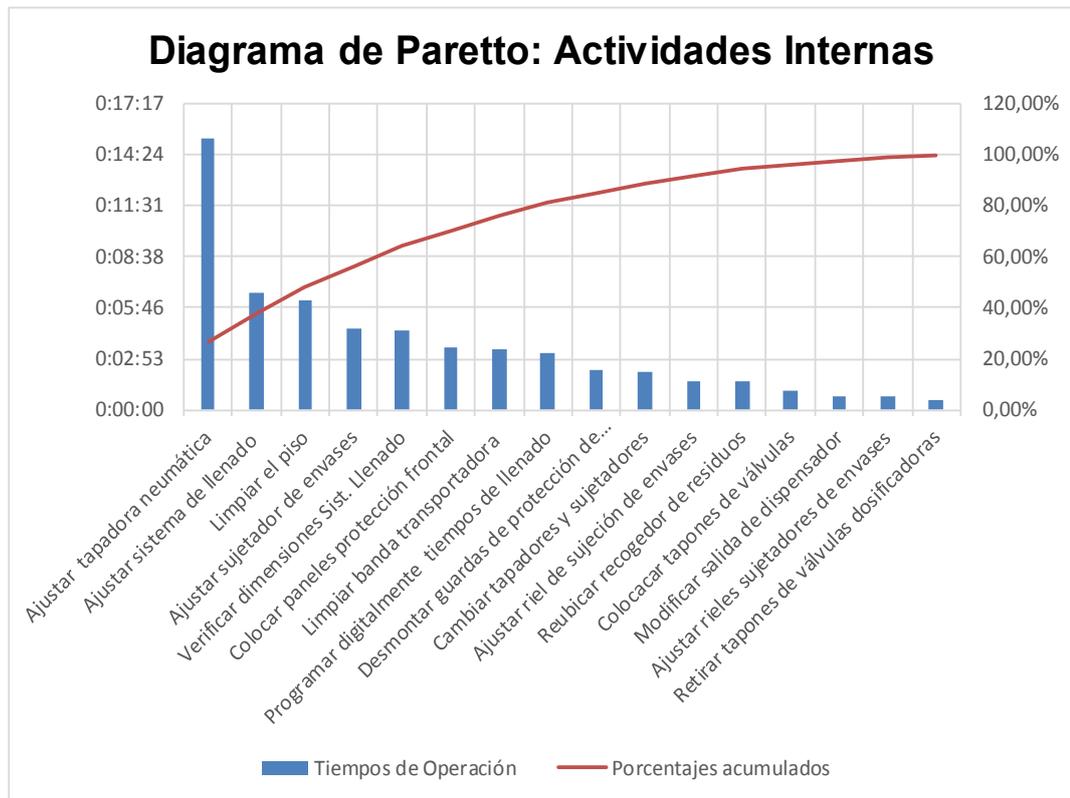
A continuación se muestra el análisis de Pareto de las actividades internas de la operación de limpieza y cambio de formato.

**TABLA 40**

**TABLA DE TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES INTERNAS DE LIMPIEZA Y CAMBIO DE FORMATO**

OPERACIÓN	TIEMPO	% TPO
Ajustar tapadora neumática	0:15:17	26,41%
Ajustar sistema de llenado	0:06:34	11,35%
Limpiar el piso	0:06:09	10,63%
Ajustar sujetador de envases	0:04:36	7,95%
Verificar dimensiones Sist. Llenado	0:04:27	7,69%
Colocar paneles protección frontal	0:03:30	6,05%
Limpiar banda transportadora	0:03:25	5,90%
Programar digitalmente tiempos de llenado	0:03:13	5,56%
Desmontar guardas de protección de tapadora	0:02:14	3,86%
Cambiar tapadores y sujetadores	0:02:06	3,63%
Ajustar riel de sujeción de envases	0:01:35	2,74%
Reubicar recogedor de residuos	0:01:34	2,71%
Colocacar tapones de válvulas	0:01:07	1,93%
Modificar salida de dispensador	0:00:46	1,32%
Ajustar rieles sujetadores de envases	0:00:46	1,32%
Retirar tapones de válvulas dosificadoras	0:00:33	0,95%
	0:57:52	

***Elaborado por: Autores del proyecto de graduación***



**Figura 5.3 Diagrama de Pareto con Tiempos de Actividades Internas**

Como se puede observar en el diagrama de Pareto las actividades internas que tienen mayor impacto de tiempo son: Limpieza del piso, ajuste en dimensionamiento de tapadora neumática, ajuste de sistema de llenado a nuevas dimensiones, ajustes de sujetadores de envases, verificación de dimensiones del sistema de llenado, montaje de paneles de protección frontal, limpieza de banda transportadora, mientras que las actividades externas que más significancia tienen en cuanto a tiempo son: búsqueda de herramientas y el desmontaje de paneles de protección de dosificadora

Para el análisis de las mejoras se analizan tres actividades específicas las cuales son: Ajuste de tapadora neumática, ajuste de sistema de llenado, desmontaje de paneles de protección, y búsqueda de herramientas.

De manera particular la limpieza del piso, no se analiza debido a que es una actividad necesaria, esta tiene que realizarse durante todo el proceso de limpieza, sin embargo propone que se lo realice simultáneamente por otro operador.

Mientras que las actividades que según el análisis de Pareto forman parte del 80% de significancia no serán analizadas puesto que son actividades similares a las que se analizarán y además el tiempo de operación es relativamente pequeño a las actividades realizadas.

Una vez identificadas las actividades que son más relevantes se procederá a mejorarlas, es decir disminuir el tiempo de operación de cada una de estas, observando y analizando las causas principales que conllevan a que estas actividades tengan un tiempo elevado, para lo cual se realizará un análisis de espina de pescado o Ishikawa, lo que permitirá poder saber los problemas más frecuentes y las causas por las que esta operación se hace en demasiado tiempo, y posteriormente se propondrán mejoras.

## **Análisis de Actividades de Calibración de Equipos**

En la calibración de equipos se pueden observar tres actividades tal como son: búsqueda de herramientas y materiales, calibración del sistema de llenado y calibración de la tapadora neumática.

Para lo cual se realiza de la misma manera un análisis de las causas principales mediante un diagrama cauda efecto, que hacen que estas actividades tomen demasiado tiempo en ejecutarse, ya que representan el 40.46% del tiempo total del setup.

De acuerdo a lo antes expuesto se analiza las actividades de búsqueda de herramientas y calibración de sistema de llenado; la actividad de la calibración de la tapadora neumática no se analiza debido a que no representa tiempo de máquina perdido ya que otro operador es el cargado de realizarla simultáneamente cuando los productos de prueba de la operación de llenado salen de este proceso, además que esta operación representa el 20% de las horas hombre realizada en la operación de calibración.

### ANALISIS DE CAUSAS SEGÚN DIAGRAMA DE ISHIKAWA

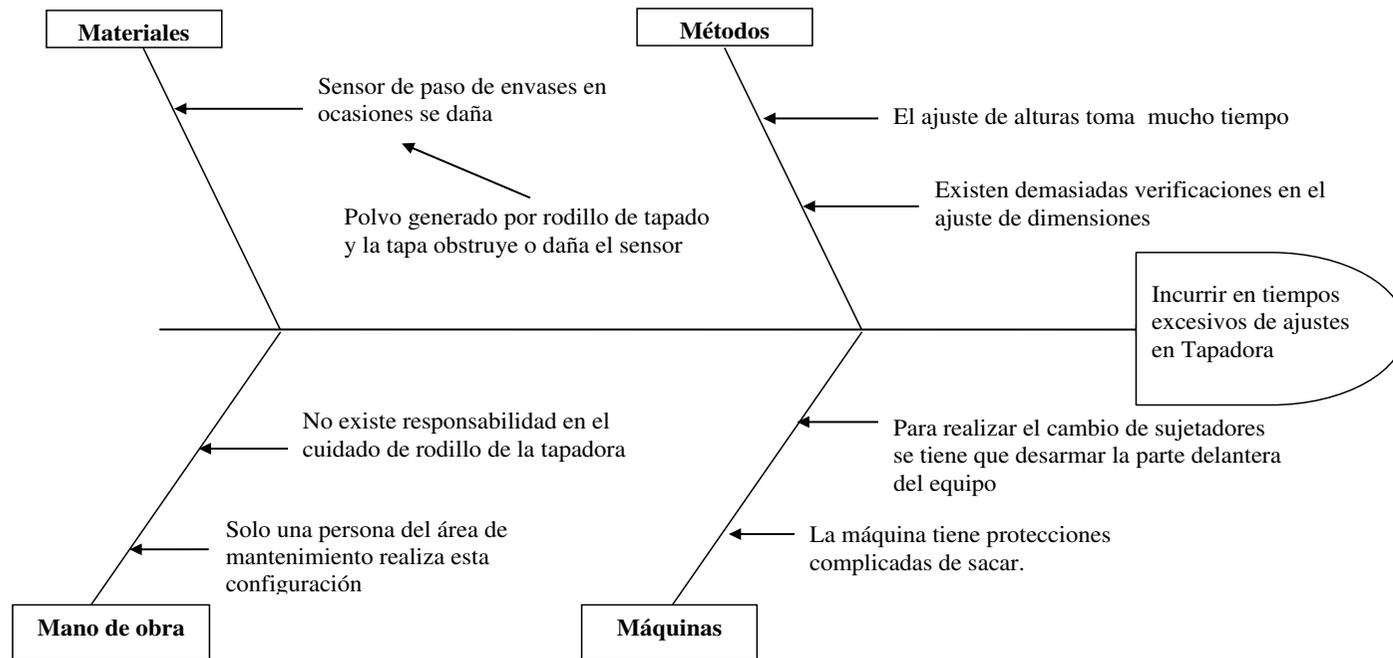


Figura 5.4 Diagrama de Ishikawa "Incurrir en Tiempos Excesivos de Ajustes en Tapadora".

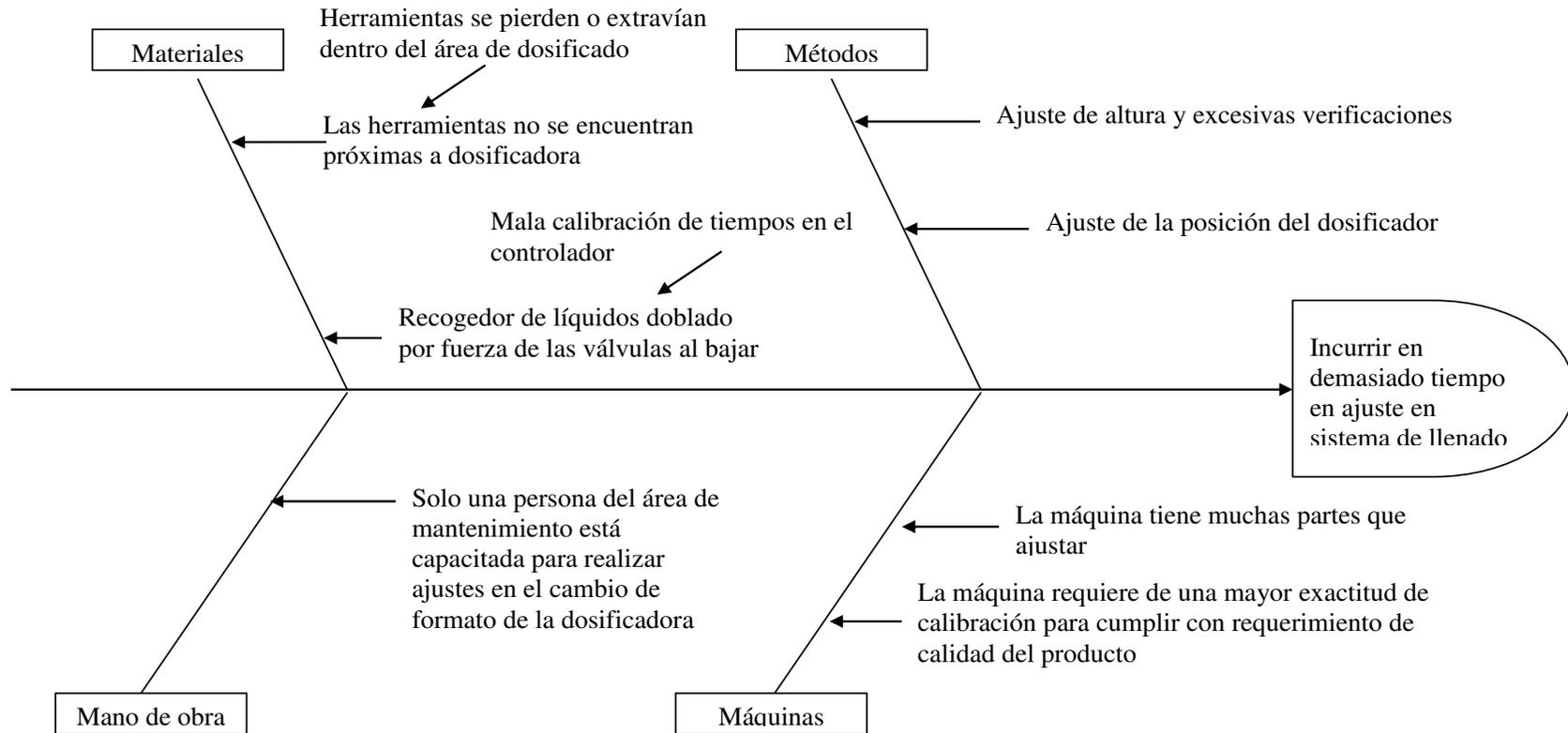
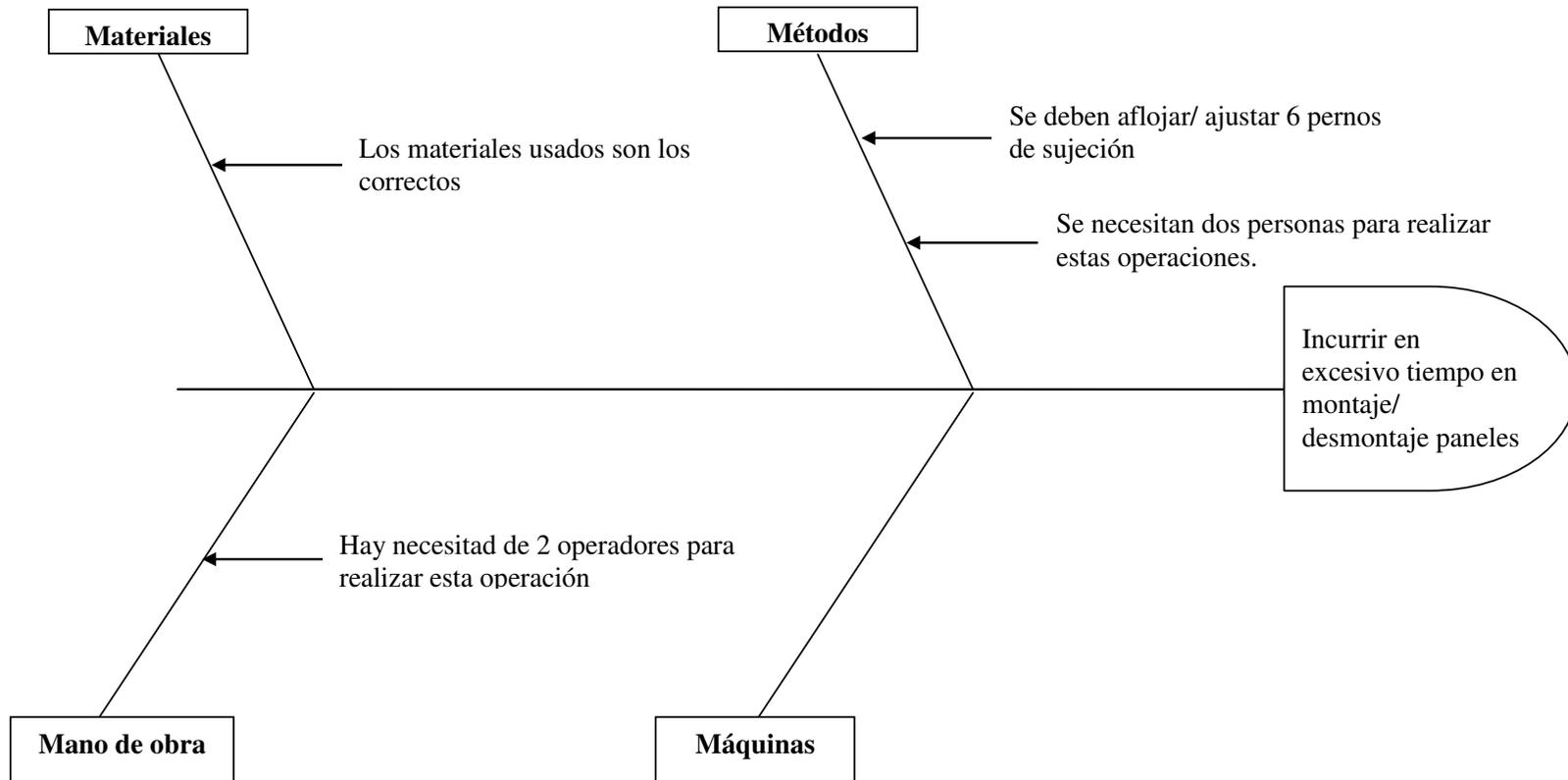
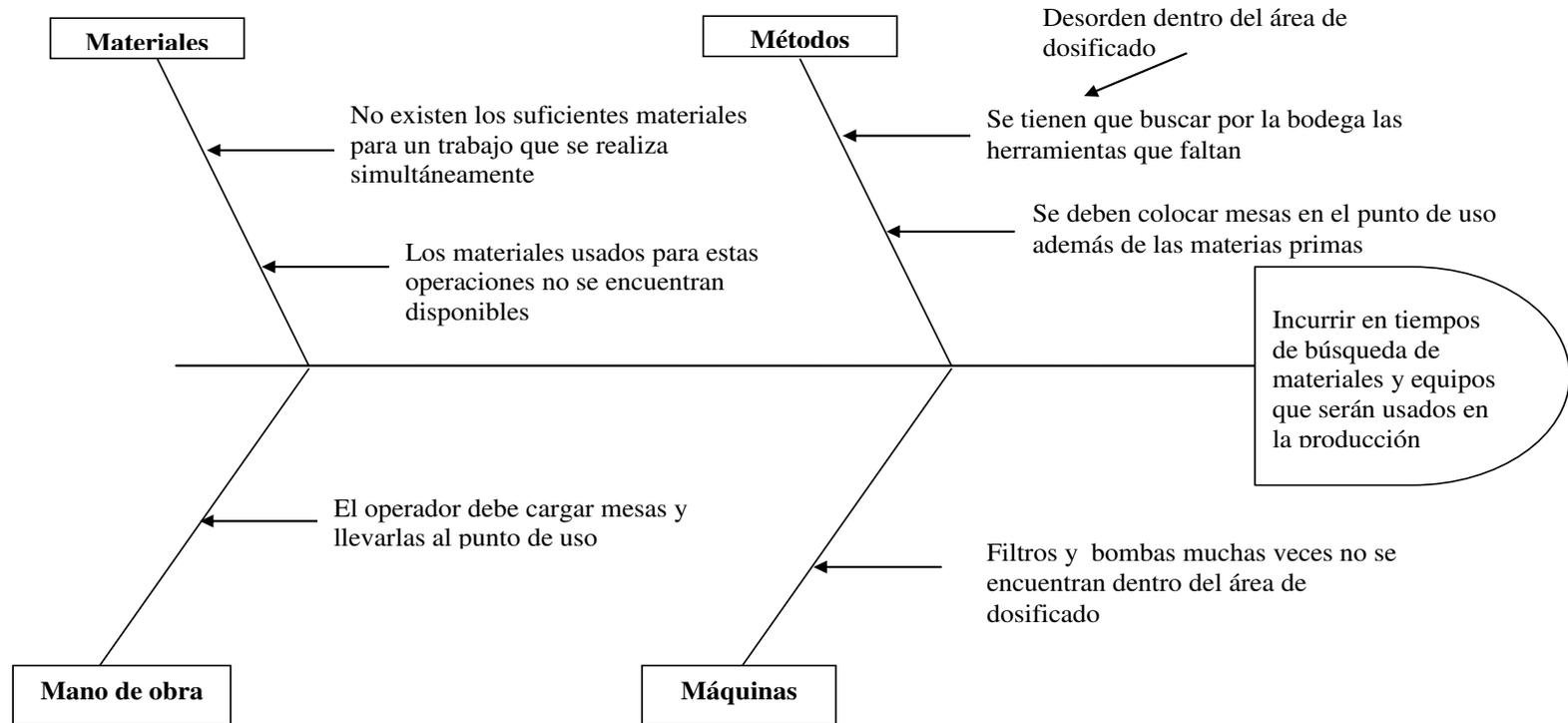


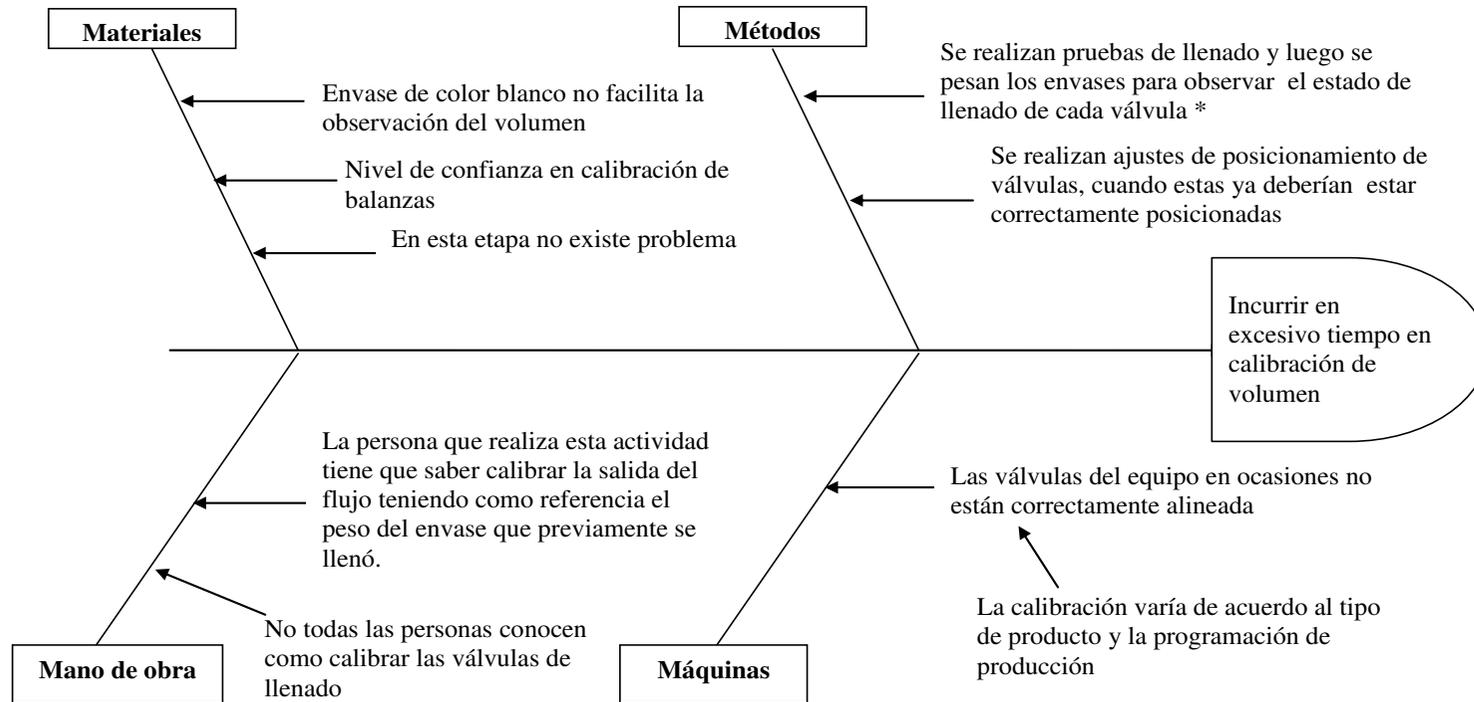
Figura 5.5 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Demasiado Tiempo en Ajustes de Sistema de Llenado”.



**Figura 5.6 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Tiempos Excesivos de Montaje/Desmontaje de Paneles”.**



**Figura 5.7 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Tiempos Excesivos de Búsqueda de Materiales, Equipos y Herramientas”.**



\*Esta actividad se repite hasta obtener un peso acorde a los estándares de calidad del producto

**Figura 5.8 Diagrama de Ishikawa “Incurrir en Excesivo Tiempo en Calibración de Volumen”.**

## **Análisis de diagramas de Ishikawa**

### **Tiempo Excesivo de Ajustes en Tapadora**

Según el análisis realizado en la figura 5.4, las causas principales del tiempo excesivo de ajustes en la tapadora neumática se debe a que la nivelación y verificación de alturas del envase la cuales toman mucho tiempo debido a la exactitud que debe tener estas para realizar un tapado de buena calidad, lo cual sucede de la misma manera en la colocación de las boquillas y sujetadores de los envases, el operador debe de desarmar la parte inferior de la tapadora para poder nivelar de mejor manera la altura del sujetador, además tiene que realizar pruebas para observar si cada una de las partes está bien ubicada y alineada.

### **Excesivo Tiempo en Ajustes del Sistema de Llenado**

Según el análisis realizado en la figura 5.5, las causas principales al problema del excesivo tiempo que se da en el sistema de llenado se debe a la nivelación de la altura del tren de válvulas y la ubicación de posición horizontal de las válvulas de dosificación las cuales por su exactitud de posicionamiento requieren que se realicen varias pruebas y verificaciones, además de las ubicación de envases modelos para toma de medidas y de simulaciones de llenado para observar el buen desarrollo de la operación, además se debe ajustar el recolector de residuos a una altura apropiada y los sujetadores

envases en la banda transportadora en el cual la operación se realiza utilizando envases de referencia y haciendo pruebas físicas para observar el buen funcionamiento de la operación.

### **Tiempo Excesivo en Montaje y Desmontaje Paneles de Protección**

Según el diagrama de Ishikawa de la figura 5.6, se puede observar que la causa principal del gran tiempo que se toma en montaje y desmontaje de los paneles de protección y partes de la dosificadora, se debe al método de trabajo, ya que esta no lo puede realizar una sola persona por lo cual tendrá que esperar que otra este desocupada para realizarlo, además que estos paneles tienen pernos sujetadores que deben ser retirados y colocados en cada operación de limpieza.

### **Tiempo Excesivo en Búsqueda de Materiales, Equipos y Herramientas**

Mediante el análisis realizado en la figura 5.7, se puede entender que la causa principal al problema del tiempo excesivo en búsqueda de herramientas se debe a que estas no están disponibles, por lo cual tienen que esperar que se desocupe una herramienta o simplemente esta no se encuentra rápidamente.

### **Excesivo Tiempo en Calibración de Volumen**

Mediante el análisis realizado en la figura 5.8, se puede decir que el excesivo tiempo que se toma en la calibración de llenado, se debe al método de calibración en el cual se tienen que hacer demasiadas pruebas y operaciones

repetidas para lograr la que volumen del líquido que contiene el envase este dentro de los límites permitidos por el departamento de calidad.

### **Lluvia de Ideas para Mejora de Tiempo de las Operaciones de Cambio de Formato y Limpieza.**

Luego de identificar las actividades que demandan más tiempo en la ejecución del cambio de formato, se procedió a sostener una reunión para la socialización y discusión de los cambios y mejoras que se pueden hacer en las problemas puntuales encontrados, para lo cual se utilizó una herramienta llamada “Lluvia de ideas”, en la cual participaron 2 personas operadoras de la línea en estudio, el jefe de mantenimiento, el jefe de calidad, el jefe de producción, en la cual se obtuvo los siguientes resultados:

#### **Ajustes en Tapadora**

- Plan de capacitación.
- Colocar en un lugar específico y previamente etiquetado las boquillas de la tapadora y los sujetadores de envase haciendo referencia a cada medida.
- Colocar señalización en la altura del riel de boquilla para cada una de las cuatro alturas correspondientes a los formatos a configurar.

- Colocar señalización en cuanto a posicionamiento de los sujetadores además de la señalización de la altura de los cuatro tipos de formato en los sujetadores de envase.
- Colocar señalización de para el ajuste de la boquilla con respecto a los sujetadores de envase.

### **Ajuste en Sistema de Llenado**

- Plan de capacitación.
- Colocar señalización en la altura del tren de válvulas para cada una de las cuatro alturas correspondientes a los formatos a configurar.
- Colocar señalización en cuanto a posicionamiento de los dosificadores de acuerdo al ancho de los envases de los cuatro tipos de formatos.
- Colocar señalización de para el ajuste transversal de los sujetadores en la banda transportadora.
- Colocar señalización de para el ajuste horizontal de los sujetadores en la banda transportadora.
- Colocar señalización para la altura del recolector de residuos correspondiente a los cuatro formatos a configurar.

### **Búsqueda de Herramientas**

- Ordenar la bodega de mantenimiento, etiquetar las herramientas que se usan para los ajustes y calibraciones, además de definir un lugar específico para estas.

- Realizar adecuaciones en la máquina dosificadora para evitar la colocación de mesas junto a esta.
- Capacitación de orden y limpieza.

### **Montaje y Desmontaje de Paneles de Protección de Dosificadora**

- Colocar riel un riel fijo en la parte interior de las paredes de la dosificadora y colocar dos picaportes tipo pasador en la parte superior de los paneles para un montaje y desmontaje más apropiado.
- Colocar una agarradera en la parte superior de los paneles para que estas se puedan sujetar de mejor manera.

### **Calibración de Llenado**

- Colocar un nivel de apertura fijo en las válvulas y variar el tiempo que las botellas son sometidas al llenado, por lo tanto se realiza un estudio para saber el tiempo de llenado con las válvulas abiertas a una medida fija.

Luego de haber realizado la lluvia de ideas se obtuvieron, algunas mejoras para disminuir el tiempo de setup, sin embargo para el presente proyecto se van implementar algunas de las mejoras, las cuales se presentan en la tabla 41, esta consta de una columna en donde se nombra el problema suscitado, una segunda columna en donde se detalla el problema y por último la solución que se va a realizar.

**TABLA 41  
PROPUESTAS DE MEJORAS**

<b>PROBLEMA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SOLUCIÓN</b>
La nivelación y verificación de alturas del envase la cuales toman mucho tiempo lo cual sucede de la misma manera en la colocación de las boquillas y sujetadores de los envases.	El operador tiene que colocar una medida un poco mas alta que altura del envase a llenar, esto hace varias veces hasta llegar a la altura correcta haciendo subir y bajar el tren de válvulas	Colocar una referencia física, con pintura para saber hasta de punto debe subir el carril de las tapadora, para los 4 formatos de envase que se fraccionan en la maquina
Colocación de las boquillas y sujetadores de los envases toman mucho tiempo	El operador debe colocar el sujetador del envase según el tipo de envase, además deberá colocar el sujetador unos centímetro mas amplio del perímetro que conforma el base circular del envase	Se debe colocar una señal para la posición horizontal y vertical de los sujetadores para la posición vertical se deberá colocar la señalización para los cuatro formatos.
La nivelación de la altura del tren de válvulas de las válvulas de dosificación las cuales por su exactitud de posicionamiento requieren que se realicen varias pruebas y verificaciones	El operador tiene que colocar una medida un poco mas alta que altura del envase a llenar, esto hace varias veces hasta llegar a la altura correcta haciendo subir y bajar el tren de válvulas	Colocar una referencia física, con pintura para saber hasta de punto debe subir el tren de válvulas, para los 4 formatos de envase que se fraccionan en la maquina
La ubicación de horizontal de las válvulas de dosificación toman mucho tiempo	El operador debe colocar la válvula conforme a la boca del envase que va a ser llenado.	La ubicación horizontal de la boquilla se puede dejar señalada la ubicación para los cuatro formatos que se fraccionan
Las herramientas están disponibles, por lo cual tienen que esperar que se desocupe una herramienta o simplemente esta no se encuentra rápidamente.	Debido al desorden de herramientas algunas están siendo ocupadas por otras personas o no se sabe donde están ubicadas.	En este punto se va a realizar 5 S para garantizar el orden y limpieza
El montaje de los paneles protectores de la maquina de dosificación toman mucho tiempo.	Esta actividad no se puede realizar por una sola persona por lo cual tendrá que esperar que otra este desocupada para realizarlo, además que estos paneles tienen pernos sujetadores que deben ser retirados y colocados en cada operación de limpieza.	Se deben diseñar los rieles para los paneles, además de colocar sujetadores de acceso rápido y sustituirlos por los pernos de sujeción para acortar el tiempo de montaje y desmontaje.

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

## 5.5. VSM Final

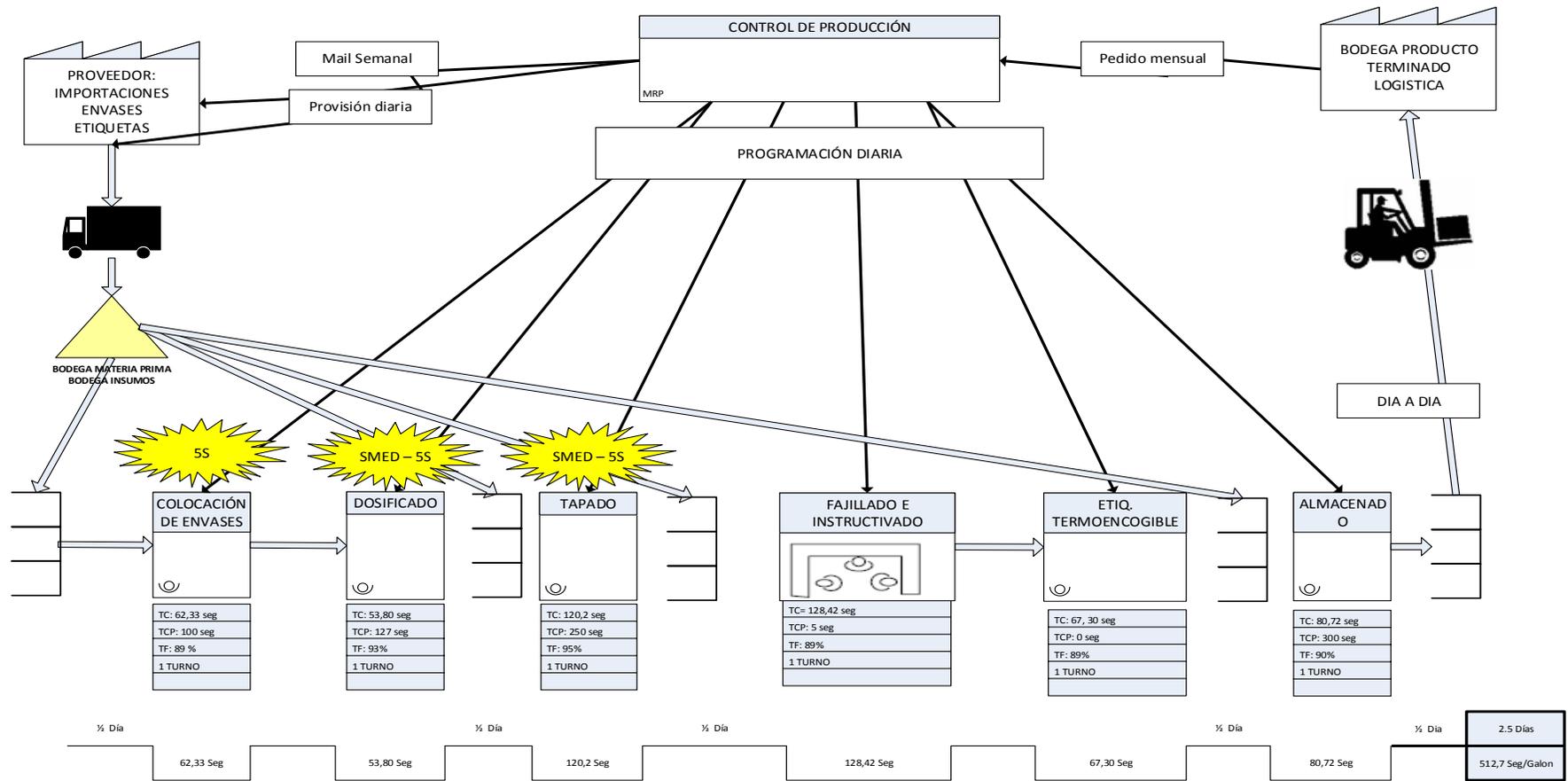
Después de las mejoras realizadas mediante la implementación de la metodología 5S y la técnica SMED, se ha logrado disminuir varios tiempos de operación en las actividades de producción además de reducir el tiempo de preparación de los equipos, lo cual permite algunos cambios adicionales en la cadena de valor.

Al reducir los tiempos de preparación de cambio de formato en la dosificadora y tapadora neumática se puede realizar lotes de producción más pequeños por lo cual se puede colocar supermercados al inicio de las actividades de colocación de envases, tapado, fajillado, instructiva, almacenado y al final de la línea para el paletizado del producto terminado, con la finalidad de reducir el inventario en el piso de trabajo.

Por otro lado una de las actividades que demandan más tiempo es el instructivado por lo que sería conveniente aumentar un operador en esta actividad, además de unir las actividades de instructivado y fajillado, para que el tiempo entre las dos actividades disminuya y se nivele la carga laboral

Las mejoras y las propuestas realizadas son ilustradas en un diagrama VSM del proceso de fraccionamiento de insecticidas, presentado en la

figura 5.9, en el que se observan la disminución de tiempos de operación, setup y los tiempos correspondientes al inventario en el piso de trabajo, además de los cambios realizados en el proceso y las mejoras efectuadas, esto se ve reflejado en una disminución del tiempo de ciclo a 2,5 días.



**Figura 5.9 VSM Final del Proceso de Fraccionamiento de Insecticidas Líquidos**

# CAPÍTULO 6

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Medición y Evaluación de Mejoras

En este capítulo se describen las mejoras que se alcanzaron por medio de la implementación de cada una de las técnicas empleadas.

#### **Resultados de Implementación 5S**

Una vez concluida la gestión necesaria para el cumplimiento de las 3 primeras S en el área de dosificado de insecticidas, se pudo observar varios cambios físicos en cuanto a la organización del trabajo y por ende los resultados que influyeron en la productividad de la línea.

Es importante recalcar la ayuda de los coordinadores 5S y del Equipo 5S quienes controlaron el cumplimiento de la limpieza diaria, y de todas las actividades relacionadas con el las 5S respectivamente.

En la tabla 42 se pueden observar los tiempos utilizados para varias actividades representativas en el proceso de dosificado de insecticidas antes de la implementación de 5S.

**TABLA 42**  
**TIEMPO USADO EN PROCESO ANTES DE IMPLEMENTACIÓN 5S**

PROCESOS	Ts (min/gal)	To (min/gal)	CT (min/gal)
Cambio de formato (medida de envases)	0.015	0.000	0.015
Colocación de envases	0.012	1.038	1.050
Dosificado de producto	0.002	0.896	0.898
Colocación de tapas, fajillas	0.005	0.002	0.006
Etiquetado termo-encogible	0.001	1.122	1.123
Almacenamiento de PT	0.029	1.360	1.389
TOTAL			4.481

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación.*

Posterior a la implementación de las 5S se realizó un estudio de las mejoras obtenidas dentro del proceso de dosificado de líquidos, en el mismo se evidencia la reducción de tiempos en preparación y calibraciones de la dosificadora, observar tabla 43, la reducción de tiempo se debe a que estas actividades involucran uso y búsqueda de herramientas y materiales.

**TABLA 43**  
**TIEMPOS USADOS EN PROCESO DESPUÉS DE IMPLEMENTACIÓN 5S**

PROCESOS	Ts (min/gal)	To (min/gal)	CT (min/gal)
Cambio de formato (medida de envases)	0.013	0.000	0.013
Colocación de envases	0.009	1.038	1.047
Dosificado de producto	0.001	0.896	0.897
Colocación de tapas, fajillas	0.004	0.001	0.005
Etiquetado termo-encogible	0.001	1.122	1.123
Almacenamiento de PT	0.022	1.360	1.382
TOTAL			4.467

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación.*

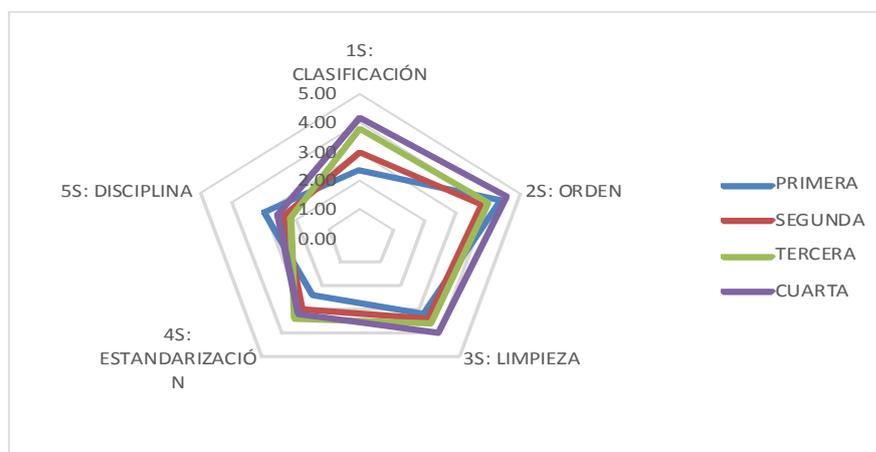
## Auditoría 5S

Las auditorías realizadas durante la ejecución del proyecto se las realizó mediante los formatos y listas de chequeo que se mostró en el capítulo anterior. La manera de visualizar los resultados y el progreso que se obtuvo al concluir cada uno de los pilares de las 5S y luego de las medidas correctivas en cada auditoría 5S, se muestran en la tabla 44 y figura 6.1, mediante un diagrama de radar.

**Tabla 44**  
**RESULTADO DE AUDITORÍAS**

GRAFICO	PILARES	AUDITORIAS			
		PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
	1S: CLASIFICACIÓN	2.40	3.00	3.80	4.20
	2S: ORDEN	4.40	3.80	4.00	4.60
	3S: LIMPIEZA	3.20	3.40	3.60	4.00
	4S: ESTANDARIZACIÓN	2.40	3.00	3.40	3.20
	5S: DISCIPLINA	3.00	2.40	2.20	2.60
	PROMEDIO	3.08	3.12	3.40	3.72

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*



**Figura 6.1 Diagrama de Radar – Resultado de Mejoras**

Los elementos y materiales utilizados necesarios para conseguir un orden y sobre todo para clasificar y definir los lugares de almacenamiento adecuados para cada producto, fueron adquiridos por la gerencia sin ningún prejuicio, evidenciando que las personas que se encuentran dirigiendo el área están comprometidos con la implementación de manufactura esbelta y por ende al mejoramiento del proceso.

Las implementaciones y mejoras realizadas en el proceso se pueden evidenciar en las siguientes figuras 6.2 y figuras 6.3, en cual se puede observar el orden, la clasificación y la limpieza ejecutadas por los trabajadores involucrados en el proceso, el proceso de clasificación de materiales y la limpieza del área, se tornó complicado debido al tiempo consumido por los operadores en actividades fuera del proceso, pero en las reuniones realizadas se recordó que estas actividades tienen mucha importancia para empezar a crear en las personas ese pensamiento de un proceso esbelto.



**Figura 6.2 Clasificación de Materiales y Herramientas**



**Figura 6.3 Limpieza en el Área de Dosificado**

### **Resultados Cambios Rápidos (SMED)**

En la metodología SMED, se trabajó en la operación de cambio de formato en el fraccionamiento de insecticidas, se planteó reuniones de trabajo en las que se definieron las mejoras a implementar. Las reuniones efectuadas se realizaron con el fin de lograr verdaderos cambios con propuestas internas que ayuden a minimizar el tiempo de la operación de cambio de formato, de esta forma se planteó a los colaboradores reducir lo máximo posible este tiempo, lo que implicó una considerable dedicación de horas en reuniones con los operadores de la línea de fraccionamiento.

En la implementación de SMED, el proyecto se centró en una actividad específica, la cual es el cambio de formato, en la dosificadora, tapadora automática y banda transportadora, en el cual se identificaron algunas operaciones que demandaban una gran cantidad tiempo, y las cuales se

implementaron algunos cambios los cuales se efectuaron de la siguiente manera:

### **Ajustes en Tapadora**

Para las mejoras que se implementaron en esta operación, se definieron un código de colores que representan los 4 formatos a configurar los cuales servirán de referencia como se muestran en la tabla 45.

**TABLA 45  
CÓDIGO DE COLORES PARA REFERENCIA**

<b>Volúmenes de envase</b>	<b>Código de colores</b>
100 ml.	Amarillo
250 ml.	Azul
500 ml.	Rojo
1000 ml.	Verde

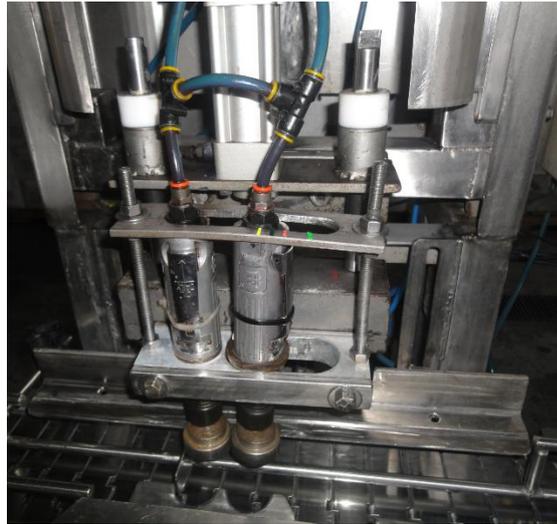
*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación*

Estos colores se comunicaron en una reunión donde se capacitó a los operadores acerca del nuevo método de trabajo y de las modificaciones en cuanto a referencias de colores que se iban a seguir para cada tipo de formato.

Se procedió a colocar una señal con el color respectivo a la altura correspondiente de la tapadora, además con el mismo color se referenció la altura de los sujetadores de envase.

Igualmente se colocó una marca en cada uno de los sujetadores de envases de cada tipo de formato, como se indica en la figura 6.4, y se ubicó una señal

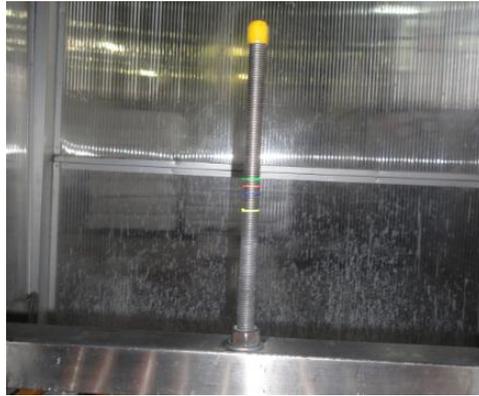
en el parte de apoyo de los sujetadores para alinear de esta manera el sujetador y el riel de la tapadora para garantizar la alineación y el tapado correcto.



**Figura 6.4 Imagen de la Señalización de Colores**

### **Ajuste en el Sistema de Llenado**

Bajo el mismo esquema de colores, se colocaron referencias en el tren de válvulas a un costado de la máquina en el cual se podrá observar las cuatro alturas correspondientes a los formatos a fraccionar, algo similar se realizó en la altura del recolector de residuos como se muestra en la figura 6.5.



**Figura 6.5 Imagen de la Señalización de Colores**

En cuanto a la posición horizontal de los dosificadores se colocó señalizaciones correspondientes a los colores mostrados en la tabla 43 en la base de los dosificadores, en la cual se precisó el centro y a partir de allí se fue definiendo la posición de cada una de las válvulas para el llenado de cada uno de los formatos, como lo indica la figura 6.6.



**Figura 6.6 Imagen de la Señalización de Colores**

Por otro lado en la sujeción de los envases se colocaron señalización en los extremos de los sujetadores horizontales, teniendo como referencia el centro antes determinado para que los envases queden alineados horizontalmente con los dosificadores antes configurados, algo similar se realizó en la sujeción transversal usando el mismo código de colores.

### **Búsqueda de Herramienta**

Se ordenó las herramientas que son usadas en la calibración y cambio de formato, se etiquetó cada una de ellas y se colocó por cada línea de dosificación de líquidos un color diferente como se muestra en la tabla 44, para que las herramientas que son usadas en cada línea permanezcan en el lugar correspondiente, y se pueda tener mayor visualización de estas.

De la misma manera se colocaron adecuaciones en la mesa de la línea de producción para evitar la colocación de mesas al inicio del día, por lo que se colocaron plataformas metálicas con bisagras para que una vez terminada la jornada laboral estas se puedan deslizarse a la parte inferior y no ocupar espacio.

**TABLA 46  
CÓDIGO DE COLORES PARA REFERENCIA DE LÍNEA**

<b>Máquina</b>	<b>Código de colores</b>
INSEC 10	Verde
JVC 10	Blanco
ENSA 2PP	Naranja

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación*

### **Montaje y Desmontaje de Paneles de Protección de Dosificadora**

Los paneles tienen modificaciones en su estructura cuentan con dos picaportes tipo pasador en la parte superior para el ajuste, además de una guía tipo perfil de aluminio en la parte inferior fija en la estructura de la máquina que sirve como apoyo en el montaje y desmontaje de los paneles.

Además se ubicó una agarradera en la parte superior para que se pueda manipular de mejor manera y el montaje pueda ser hecho por una sola persona como se indica en la figura 6.7.



**Figura 6.7 Paneles de Protección de Máquina Dosificadora**

### Calibración de Llenado

El nuevo método de trabajo, será colocando la apertura de la válvula en una posición fija que varía un poco entre cada boquilla de dosificación, con el fin que estas no tengan mayor movimiento, mientras que el valor de seteo del tiempo de llenado se modifica de acuerdo con el formato que se desea llenar como indica la tabla 47.

**TABLA 47**  
**TIEMPOS DE LLENADO DE INSECTICIDAS**

PRODUCTO	PRESENTACIÓN			
	1000 ml	500 ml	250 ml	100 ml
FURADAN 4F	10.20 seg.	7.65 seg.	3.83 seg.	
BASUDIN	7.62 seg.	5.87 seg.	2.93 seg.	1.37 seg.
MALATHION			2.96 seg.	1.38 seg.
CIPERMETRINA	7.59 seg.	5.69 seg.		
CURACRON			3.07 seg.	1.43seg
ENGEO			2.99 seg.	1.39 seg.
BRONKA	7.49 seg.	5.61 seg.		
NEEM X			2.84 seg.	1.33 seg.
BALA	7.99 seg.	6.00 seg.		

*Elaborado por: Autores del Proyecto de Graduación*

Los datos que constan en la tabla 47. Fueron obtenidos mediante un estudio realizado por el personal de mantenimiento y calidad de la empresa, en el cual se logró estabilizar en un nivel de apertura cada válvula de dosificación y modificar el tiempo en la que los envases eran llenados, en esta tabla constan los tiempos de los productos que se realizan normalmente y con más frecuencia, sin embargo, el tiempo de llenado es influenciado por el volumen

a llenar y por la densidad del químico, por lo tanto los productos que no se fraccionan normalmente se pueden referenciar con los productos que tengan similares características en que los ya estudiados en la tabla anterior.

Con los tiempos previstos en esta tabla 47, el proceso de calibración se simplifica y disminuye el tiempo de calibración de volumen, ya que tienen que hacerse pequeñas modificaciones en las válvulas.

### **Medición de Tiempos Después de la Implementación**

Luego de la implementación de SMED y 5Ss, se procedió a realizar una nueva toma de tiempos las cuales se las obtuvo por medio de una filmación para monitorear el trabajo, en la que se pudo constatar la disminución de tiempos en las actividades críticas como se muestra en la tabla 48.

Se puede observar que existe disminución de tiempos en ciertas actividades, que ayudan que el tiempo de cambio de formato disminuya a 30% del tiempo con respecto al tiempo de la operación antes de la implementación en horas máquina y en 43% del tiempo con respecto al tiempo incurrido en el cambio de formato con respecto a horas hombre, como podemos observar en la figura 6.8, existen actividades con una disminución en tiempo considerable, principalmente las actividades en las que se enfocó la implementación.

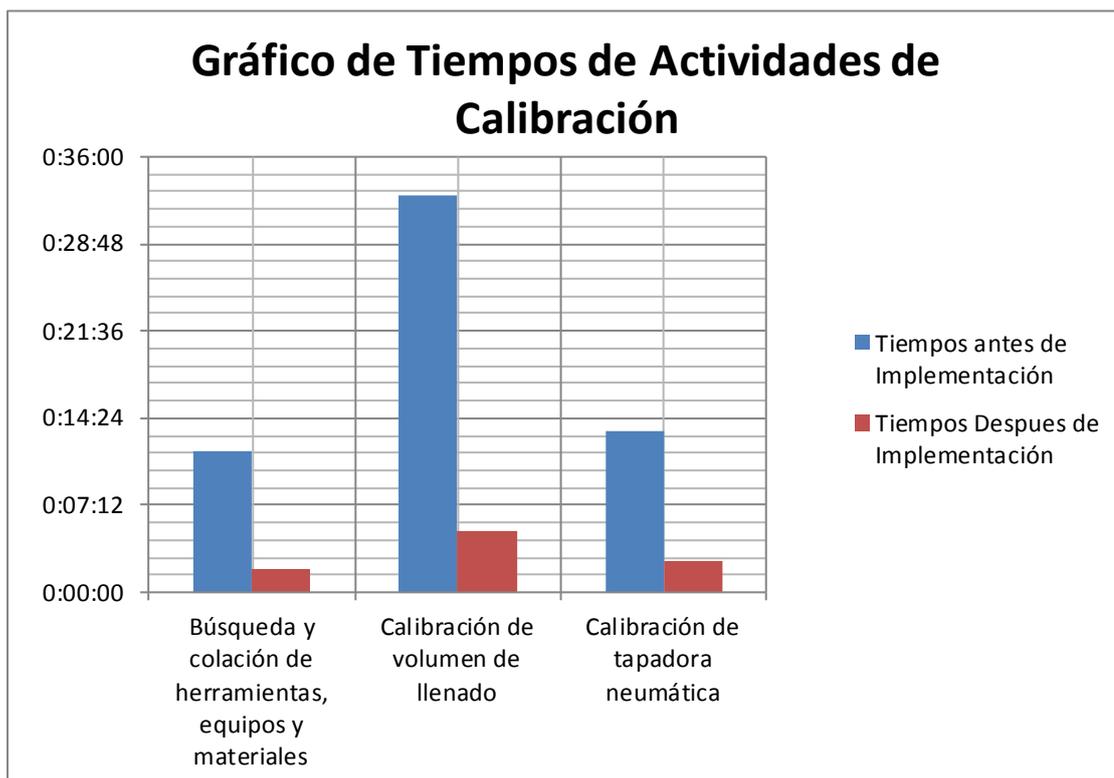
**TABLA 48**  
**TIEMPOS DE LAS ACTIVIDADES DE LIMPIEZA, CAMBIO DE FORMATO**  
**Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS.**

N°	ACTIVIDAD	TIPO DE OPER.	TIEMPO (MIN)	% OPER.	% TOTAL
<b>Limpieza y cambio de formato</b>					
1	Conectar manguera en sistema de agua presurizada	E	0:01:09	1,353%	0,81%
2	Desmontar paneles de protección de la dosificadora	I	0:04:20	5,098%	3,04%
3	Limpieza de sistema de dosificación	I	0:03:27	4,059%	2,42%
4	Búsqueda y llenado de envase con detergente	E	0:00:53	1,039%	0,62%
5	Limpieza de banda transportadora con detergente	I	0:03:25	4,020%	2,39%
6	Colocación de panel protector posterior	I	0:01:05	1,275%	0,76%
7	Limpieza del piso	I	0:06:09	7,235%	4,31%
8	Búsqueda de herramientas	E	0:15:21	18,059%	10,75%
9	Preparación de envase con detergente	E	0:00:53	1,039%	0,62%
10	Retirar tapones de válvulas dosificadoras	I	0:00:33	0,647%	0,39%
11	Ajuste de sistema de llenado a nuevas dimensiones de	I	0:06:34	7,725%	4,60%
12	Colocación de tapones de válvulas	I	0:01:07	1,314%	0,78%
13	Reubicar recogedor de residuos	I	0:01:34	1,843%	1,10%
14	Ajuste de riel de sujeción de envases	I	0:01:35	1,863%	1,11%
15	Modificación de salida de dispensador de envases	I	0:00:46	0,902%	0,54%
16	Verificación de dimensiones del sistema de llenado	I	0:04:27	5,235%	3,12%
17	Programación digital de tiempos de llenado	I	0:03:13	3,784%	2,25%
18	Colocación de paneles de protección frontal	I	0:03:30	4,118%	2,45%
19	Desmontaje guardas de protección de tapadora automática	I	0:02:14	2,627%	1,56%
20	Cambio de tapadores y sujetadores de envases	I	0:02:06	2,471%	1,47%
21	Ajuste de rieles sujetadores de envases	I	0:00:46	0,902%	0,54%
22	Ajuste de dimensiones tapadora neumática según envase	I	0:15:17	17,980%	10,71%
23	Ajuste de sujetador de envases	I	0:04:36	5,412%	3,22%
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			1:25:00		
<b>Calibración de fraccionamiento</b>					
1	Búsqueda y colocación de herramientas, equipos y materiales	I	0:11:42	20,3%	8,20%
2	Calibración de volumen de llenado	I	0:32:50	56,8%	23,00%
3	Calibración de tapadora neumática	I	0:13:14	22,9%	9,27%
<i>SUMATORIA DE TIEMPOS</i>			0:57:46		
			2:22:46		

**Elaborado por: Autores del Proyecto de Graduación**



cuales se enfocó el proyecto, sin embargo también se observa una gran disminución en la calibración de la tapadora debido a la independencia de esta actividad con la calibración de volumen de llenado.



**Figura 6.9 Diagrama de Barras de los Tiempos de Cambio de Formato Antes y Después de la Implementación**

## 6.2 Análisis Costo Beneficio

Durante la implementación de 5S y SMED se utilizaron recursos que aportaron al desarrollo físico de la implementación, muchos de estos hacen referencia a los cambios que se realizaron en la infraestructura, equipos y entorno del área de estudio como se muestra en la tabla 49.

**TABLA 49**  
**COSTO DE MATERIALES E INSUMOS UTILIZADOS EN LA IMPLEMENTACIÓN**

Ítem	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Picaporte tipo pasador	8	\$ 1.40	\$ 11.20
Perfil de Aluminio (1,2 mt)	4	\$ 3.60	\$ 14.40
Agarraderas	8	\$ 1.80	\$ 14.40
Bisagras	4	\$ 2.50	\$ 10.00
Mesas de acero inoxidable	2	\$ 120.00	\$ 240.00
Pintura Amarillo ( 1/4 lt)	1	\$ 2.50	\$ 2.50
Pintura Azul (1/4 lt)	1	\$ 2.50	\$ 2.50
Pintura Roja (1/4 lt)	1	\$ 2.50	\$ 2.50
Pintura Verde (1/4 lt)	1	\$ 2.50	\$ 2.50
Pintura Amarillo Transito (1 Gl)	1	\$ 24.00	\$ 24.00
Pintura Verde (1 Gl)	1	\$ 24.00	\$ 24.00
Pintura Azul (1 Gl)	1	\$ 24.00	\$ 24.00
Tarjetas Rojas (100 u)	1	\$ 20.00	\$ 20.00
Letreros varios	10	3.5	\$ 35.00
Estantes	1	\$ 70.00	\$ 70.00
Colcadores de mangueras	8	\$ 5.00	\$ 40.00
			\$ 537.00

***Elaborado por:** Autores del proyecto de graduación*

De la misma manera existen otros costos tienen relación a la inversión de tiempo en la que los colaboradores estuvieron inmersos en el desarrollo activo de la implementación, esto hace mención a las horas de capacitación, las reuniones sostenidas para tratar temas de la implementación, además de las horas invertidas en estudio de procesos, y en la ejecución propia de las mejoras como se muestra en

la tabla 50, en la cual se detalla las horas invertidas por la cantidad de operadores que realizaron la actividad, de la misma manera se detalla el costo de hora – hombre, que es el costo referente al sueldo de tener al trabajador en la planta en jornada normal por hora, de esta manera se diferencian 2 sueldos, el de los operadores que es de \$ 354.00 y el de los supervisores \$ 500.00.

**TABLA 50**  
**COSTO DE TIEMPO INVERTIDO EN LA IMPLEMENTACIÓN**

Actividad	Número de personas	Horas Utilizadas	Costo Hora/Homb	Costo Total
Introducción de SMED	40	0,5	\$ 2,21	\$ 44,26
Reuniones de SMED	10	2	\$ 2,21	\$ 44,26
Estudio de calibración de llenado	3	4	\$ 3,13	\$ 37,61
Adecuaciones de implementación de mejoras	5	4	\$ 2,21	\$ 44,26
Introducción de 5S	40	2	\$ 2,21	\$ 177,04
Reuniones de 5S	10	4	\$ 2,21	\$ 88,52
Selección de innecesarios	3	3,5	\$ 3,13	\$ 32,91
Limpieza general	20	4	\$ 2,21	\$ 176,98
Inplementación de mejoras 5S	5	3	\$ 2,21	\$ 33,18
				\$ 679,02

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

### **Análisis de Beneficios**

Luego de la implementación de las mejoras se obtienen algunos beneficios de los cuales se puede destacar los siguientes:

- Simplificación de actividades de limpieza y cambio de formato: este trabajo lo puede realizar una persona, además se lo realiza más rápido, disminuyendo considerablemente el setup.

- Simplificación de actividades de calibración de volumen de llenado: Este trabajo puede realizarlo un operador de la línea y no necesita supervisión ya que han ubicado estándares para su correcta ejecución, además el tiempo de calibración se disminuyó y consecuentemente el setup que implica esto.
- Mayor productividad: Debido a que el tiempo disponible para producir aumento debido a la reducción del setup de cambio de formato, y por el orden de la línea y las herramientas para el trabajo diario se aumentó la productividad en un 15%, considerando los históricos de fraccionamiento mensual que indican 3170 gal fraccionados y en la actualidad los resultados del primer mes fueron de 3632 gal. fraccionados para el mes de febrero de 2015.
- Mejor movilidad en el área de trabajo, debido a que se definió las áreas en donde se van a alojar la materia prima, los insumos, el material de desecho y el producto terminado, se tiene un mejor control de las partes, y además se contribuye al orden de la planta, por lo que el transporte de partes puede realizarse con más fluidez.
- Disminución de tiempos de búsqueda de herramientas, esta mejora se evidencia con la ejecución de 5S, lo cual se ve reflejado en la etapa de disminución de tiempos de actividades de SMED.

- Motivación del personal: Debido a los cambios que ha tenido el área de trabajo, un lugar más limpio ordenado y con proceso estandarizados, el personal tiene más predisposición a realizar el trabajo designado.

Además de estos beneficios se podrían obtener otros beneficios que no han sido observados más sin embargo la planta puede hacer afectivos los siguientes:

- Mayor flexibilidad: Al tener un tiempo de cambio de formato y producto disminuido, la planta podría cambiar de producto a fraccionar de acuerdo a las necesidades que tenga, en algún momento del día, y no esperar al final del día para que el cambio no afecte al nivel de producción.
- Disminuir tamaño de lotes: Se podrían realizar tamaños de lote más pequeño para que no haya, exceso de inventario en bodegas durante una cantidad de tiempo prolongada, sino más bien realizar más de un producto al día, y haciendo referencia producto como un químico líquido fraccionado en un formato específico.

Por otro lado podemos tener algunos beneficios económicos como se muestran a continuación:

- La empresa puede ahorrar en el pagos de horas extras correspondiente al tiempo que se tomaba para la limpieza y cambio de formato, lo cual se ve representado en la tabla 51, en donde se coloca el costo de hora – hombre

por causa de horas extras en un día ordinario, y en donde se evidencia que la empresa ahorra \$ 377.25 mensualmente.

**TABLA 51**  
**DESCRIPCIÓN DE COSTOS REFERENTES A PAGOS DE HORAS**  
**EXTRAS**

<b>OPERADOR</b>	<b>Número de personas</b>	<b>Horas Utilizadas</b>	<b>Costo Hr/Hombre</b>	<b>Costo Total</b>
Mantenimiento	1	25	\$ 6,25	\$ 156,25
Operador de línea	2	25	\$ 4,42	\$ 221,00
				\$ 377,25

*Elaborado por: Autores de proyecto de graduación*

- La empresa tiene beneficios correspondiente al aumento de ingresos por ventas de insecticidas, lo cual se evidencia haciendo comparación con otros meses.

### **Resumen de Costos Versus Beneficios**

A continuación se presenta un resumen de los beneficios obtenidos de la implementación, lo cual se contrasta con la inversión en que se ha realizado en el desarrollo de las técnicas de producción esbelta que hacen posible este proyecto.

**TABLA 52**  
**RESUMEN COSTOS VS BENEFICIOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Implementación de manufactura esbelta	Beneficios monetarios después de implementación
\$ 1.216,03	\$ 977,25

***Elaborado por:** Autores del proyecto de graduación*

En la tabla 52, se muestran los beneficios monetarios en contraste con la inversión que se ha realizado en esta implementación, se puede observar que los beneficios monetarios obtenidos no superan la inversión realizada, sin embargo esta inversión se puede recuperar en el segundo mes de aplicación, además cabe recalcar que las mejoras realizadas van a seguir generando beneficios mensuales.

### **Evolución de los Indicadores**

Para determinar la evolución de los indicadores después de la implementación realizada, las mediciones fueron obtenidas del departamento de calidad y organización y métodos que son los encargados de la medición y evaluación de los indicadores dentro de la empresa, y han sido tomadas en los meses posteriores de haber implementado exitosamente las técnicas de producción esbelta es decir son correspondientes al mes de febrero de 2015.

En la tabla 53 se presentan el nivel de los indicadores actualmente y se hace una comparación con el nivel inicial y el nivel esperado antes de la implementación.

**TABLA 53**

**EVOLUCIÓN DE INDICADORES**

INDICADOR	INICIAL	EXPECTATIVA	ACTUAL
Nivel de eficiencia en producción	99,20%	140%	115,00%
Tasa de Tiempo de Paras	8,82%	2,25%	1,88%
Tasa de defectos de proceso	1,31%	0,20%	1,03%

*Elaborado por: Autores del proyecto de graduación*

De acuerdo a la tabla 53 se puede observar que se han obtenido mejoras con respecto a los indicadores antes de la implementación, sin embargo no han sido completamente satisfactorios los resultados, en el nivel de eficiencia de producción no se alcanzó el porcentaje de producción esperado, sin embargo, esto se puede tener relación con el nuevo método de trabajo en los cuales los colaboradores de la planta están ejecutando.

Con lo que respecta a la tasa de tiempo de paras en la cual están consideradas todos las paras no productivas dentro de la jornada laboral, se observa el cumplimiento total, de la expectativa, incluso se ha reducido más el tiempo de para, por lo que el indicador presenta un nivel del 1,88%.

En cuanto a la tasa de defectos de proceso, esta tasa tuvo una considerable reducción, pero no se logró los resultados esperados, solo se alcanzó un 1,03%, esto se debe a que no se utilizó una técnica que redujera directamente el número de productos no conformes.

De acuerdo a lo antes indicado, se considera que se han logrado mejorar los indicadores inicialmente considerados con las herramientas de manufactura esbelta implementadas.

# **CAPÍTULO 7**

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1 Conclusiones**

Se implementó mejoras de acuerdo a dos herramientas de producción esbelta y se logró disminuir el desperdicio y aumentar la productividad en el proceso de fraccionamiento y envasado de productos químicos, disminuyendo el tiempo de setup de las máquinas en la jornada laboral y generando un área de trabajo organizada y limpia, en una empresa agroquímica ubicada en la ciudad de Guayaquil mediante la utilización de técnicas de producción esbelta.

Se realizó una descripción del proceso mediante un diagrama de flujo para describir la situación actual de la empresa en estudio.

Se logró identificar los problemas potenciales que afectan al proceso de fraccionamiento de químicos, mediante entrevistas al jefe de la planta y operadores.

Se identificó los desperdicios existentes en el proceso, seleccionando un área crítica de acuerdo a que línea representaba más beneficios para la empresa, y por medio de herramientas de identificación y mediante la colaboración del personal dentro del área se pudo observar los principales problemas que afectan al proceso.

Se implementó propuestas de mejora mediante técnicas de producción esbelta para eliminar los desperdicios en el proceso.

Se realizó evaluaciones de las mejoras implementadas mediante indicadores de control con el fin de medir las mejoras de los cambios planteados, en donde se constató la disminución de los tiempos de calibración y se obtuvo un área más ordenada.

Se realizó también un análisis costo – beneficio mediante el cual se puede observar los costos de la implementación en cuanto a insumos, materiales y tiempo de ejecución de las herramientas de mejora, así mismo se analizó los beneficios obtenidos luego de implementadas las técnicas esbeltas, y se evidencio el gran beneficio económico que se obtuvo, en el cual la inversión realizada se recuperó en el primer mes después de las mejoras.

## 7.2 Recomendaciones

Se recomienda que las actividades de seguimiento y evaluación de la técnica 5S se sigan realizando periódicamente, para lograr que esta técnica se mantenga y organización del área de trabajo vaya mejorando a medida que pase el tiempo.

Se recomienda seguir realizando reuniones en las cuales se debatan mejoras para los procesos productivos, en la que se reconozcan los cambios que se realicen en la planta, además de las metas alcanzadas por los cambios efectuados.

Se recomienda dar mantenimiento a las técnicas SMED y 5S, para que los cambios realizados se mantengan, y se efectúen de manera correcta, además de replicar la implementación de estas 2 herramientas de producción esbeltas en las demás líneas de producción para lograr mejoras considerables en toda la planta.

Se recomienda analizar otros desperdicios que afecten a los procesos de producción e implementar mejoras que ayuden a disminuir esos desperdicios y se siga construyendo procesos esbeltos, en donde se busque la eficiencia de las operaciones en la planta.

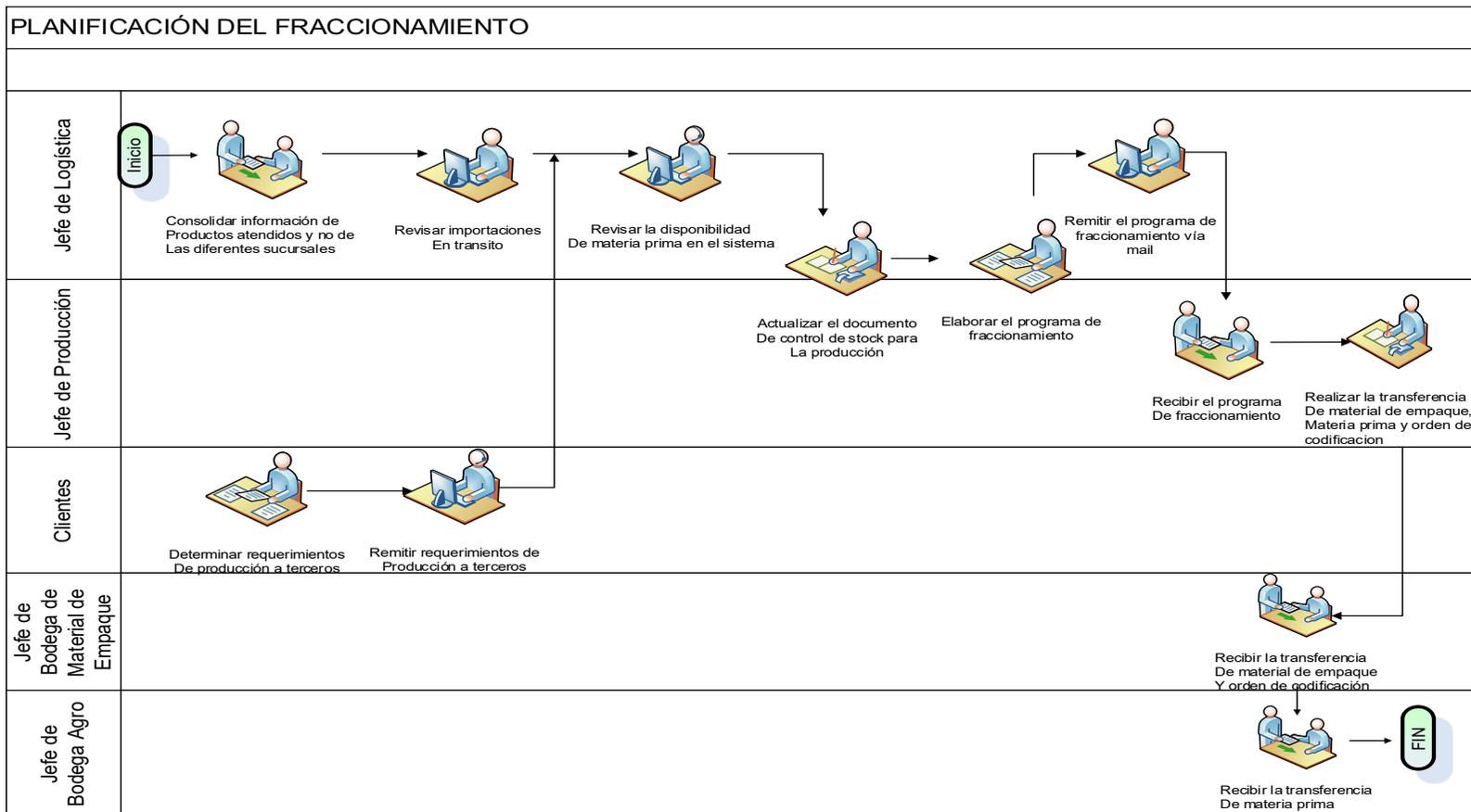
Finalmente se recomienda que el Jefe de la planta de soporte al desarrollo de procesos esbeltos, con el fin de obtener mínimos

desperdicios, en el cual se busque la participación de todos los colaboradores y en la que se den incentivos correspondientes por los logros obtenidos para mejorar el ambiente laboral y el desarrollo productivo de la empresa.

# APÉNDICES

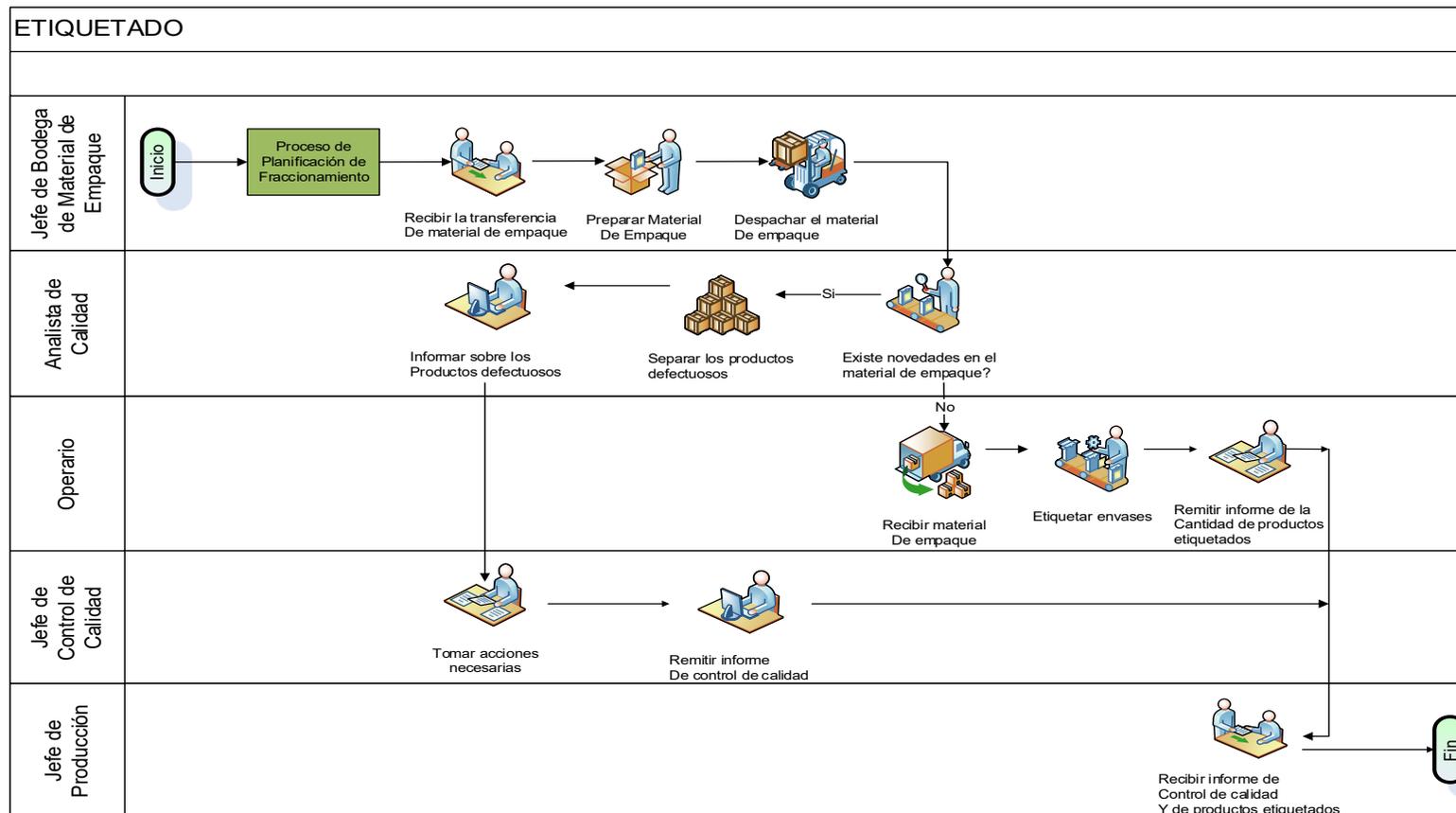
# APÉNDICE A

## MAPA DE PROCESO DE PLANIFICACIÓN FRACCIONAMIENTO



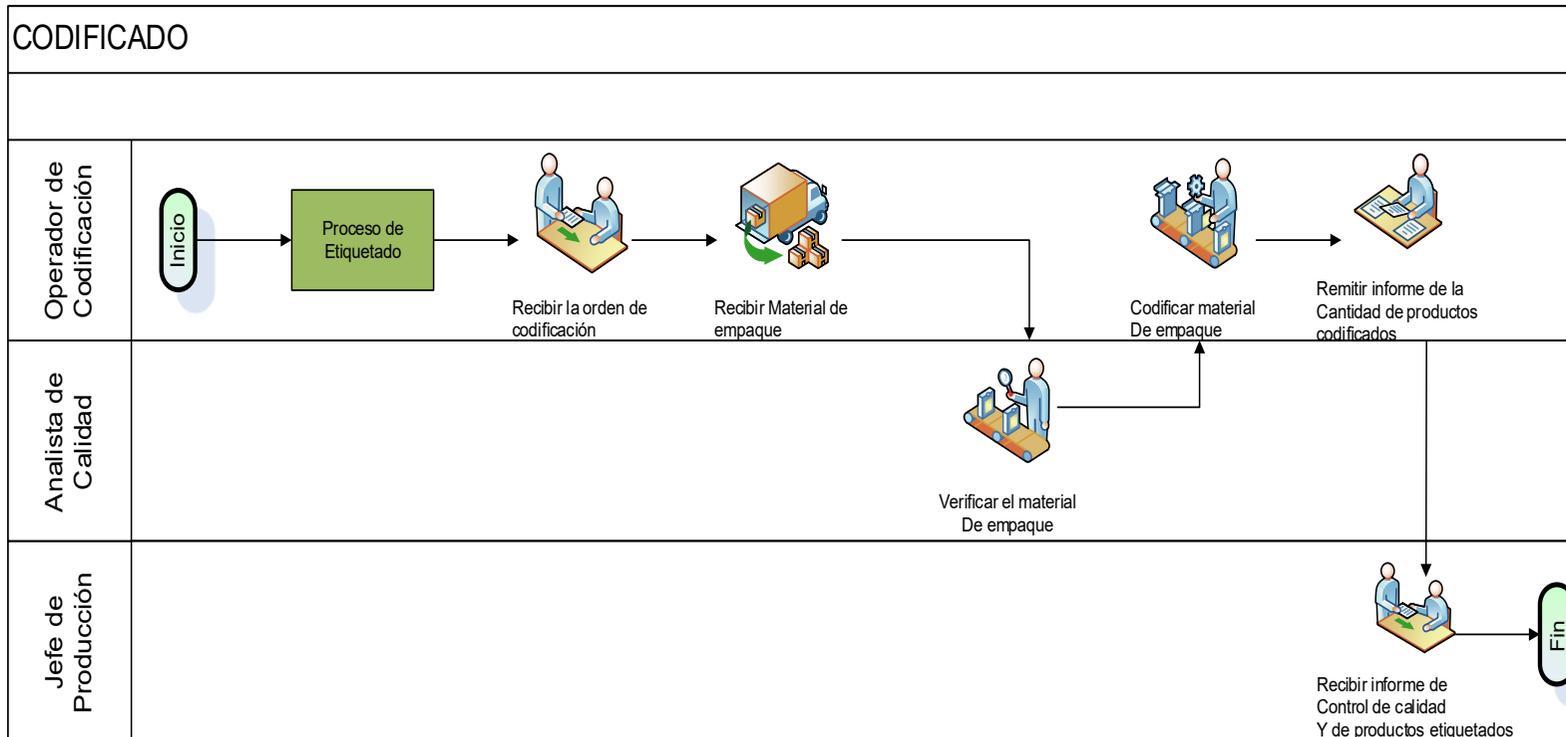
## APÉNDICE B

### MAPA DE PROCESO DE CODIFICACIÓN DE ETIQUETAS.



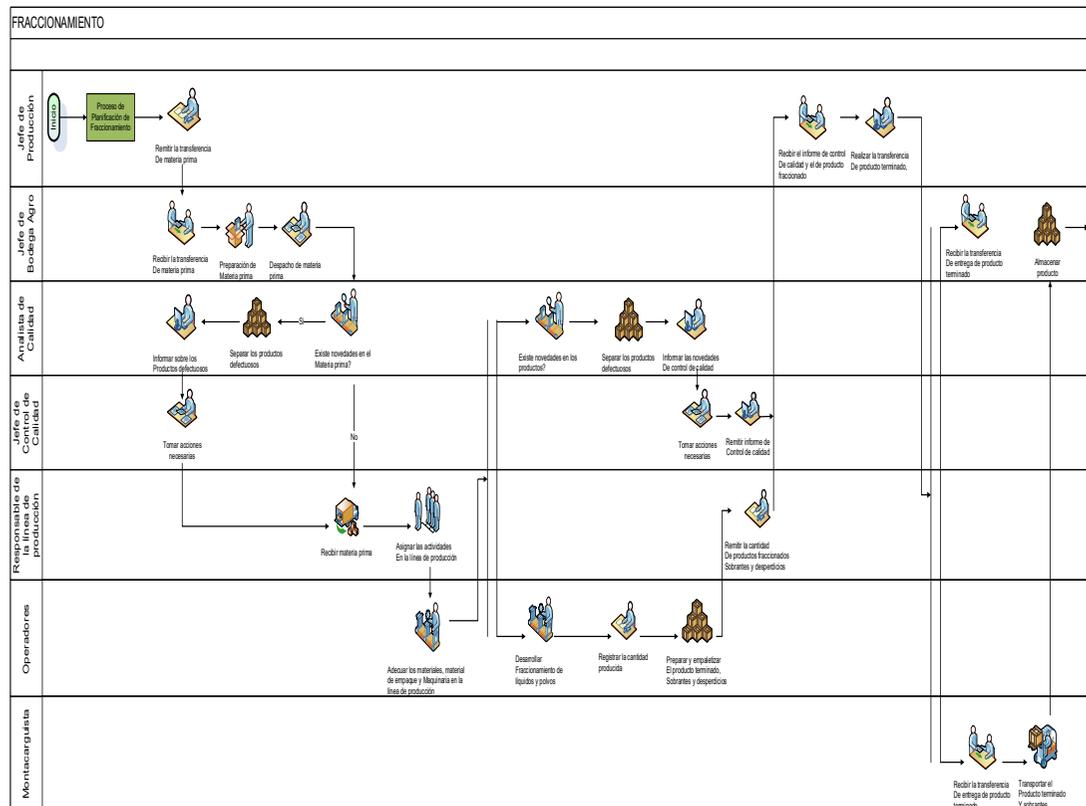
## APÉNDICE C

### MAPA DE PROCESO DE CODIFICACIÓN DE ETIQUETAS.



# APÉNDICE D

## DIAGRAMA DE PROCESO DE FRACCIONAMIENTO



## APÉNDICE E

### ENTREVISTA AL JEFE DE PRODUCCIÓN

#### ENTREVISTA INICIAL - JEFE DE PRODUCCIÓN

**1.- ¿Quién toma las decisiones en el proceso de producción?**

*Las decisiones son tomadas únicamente por el jefe de producción.*

**2.- ¿Cuál considera Ud. es el problema mas significativo de la línea de producción?**

*El almacenamiento incorrecto de materiales y falta de espacio ocasiona desorden en el área.*

**3.- ¿Existen materiales o partes a ser procesadas en la línea de producción?**

*Existe un exceso de materiales de empaque y materia prima al final de la jornada.*

**4.- ¿Cómo califica el flujo de trabajo que se da en la línea de producción?**

*Existe una subutilización de la máquina debido al proceso manual, el flujo no es continuo.*

**5.-¿Tienen algun problemas con la obtención de herramientas en el área de trabajo?**

*Las herramientas y materiales usados no se controlan y solo las maneja mantenimiento*

**6.-¿Cree que la calibración de la maquina y los cambios realizados a la misma es un problema?**

*El tiempo de mantenimiento, calibración y limpieza de las dosificadora y tapadoras son excesivos y se realizan despues de la jornada laboral.*

**7.- ¿Se encuentra correctamente balanceada la línea de producción?**

*La línea de producción se balancea de acuerdo al numero de personas que colocan la tapa o las fajillas*

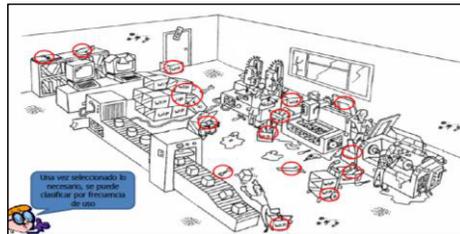
## APÉNDICE F

### INFORMACIÓN 5S - CAPACITACIÓN

#### 1S: Seiri – Clasificar

Clasificar consiste en retirar del área de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamada "etiquetado en rojo".

En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para **otra** operación y los inútiles que serán **descartados**. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

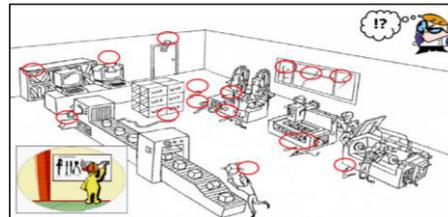


#### 2S: Seiton - Ordenar

Consiste en organizar los elementos que se ha clasificado como **NECESARIOS** de modo que se puedan encontrar con facilidad.

Ordenar en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales. Algunas estrategias para este proceso de "todo en su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como herramientas, piezas, bote de basura, una escoba, trapeador, etc., es decir,

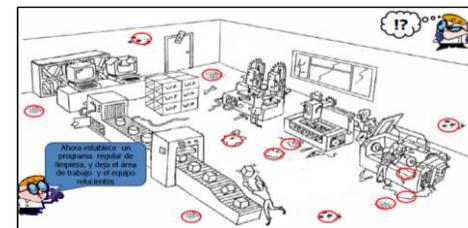
*"Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"*



#### 3S: Seiso – Limpiar

Limpieza significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos del área de trabajo. Desde el punto de vista del TPM implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de defecto.

Limpiar incluye, además de la actividad de limpiar las áreas de trabajo y los equipos, el diseño de aplicaciones que permitan evitar o al menos disminuir la suciedad y hacer más seguros los ambientes de trabajo. Las instalaciones en una organización por lo general siempre están sucias, abarrotadas o desorganizada lo que representa un desperdicio tanto de espacio como de recurso para la empresa puesto que esto genera que el fabricar un producto sea más costoso y la calidad del mismo sea deficiente debido a que siempre se pierde tiempo buscando una herramienta o desplazándose por el sitio de trabajo, es decir, *"No se trata de limpiar, se trata de evitar ensuciar"*



## APÉNDICE G

### INFORMACIÓN 5S – CAPACITACIÓN

#### 4S: Seitetsu – Estandarizar/Seguridad

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3's. El estandarizar sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores. Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer, otra es el desarrollo de unas normas en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo



#### 5S: Shitsuke- Disciplina/Mantenimiento

Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan. En este paso se desarrollaran normas

en las cuales se especifique lo que debe hacer cada empleado con respecto a su área de trabajo.

En este paso se requiere crear un hábito de organización, de esta manera la metodología de limpieza se mantenga.



#### METODOLOGÍA

##### 5S: Organización y limpieza

5S es una técnica de calidad diseñada en Japón, para realizar mantenimiento integral, es decir no solamente a maquinarias, sino también a equipos, herramientas, infraestructura y área de trabajo.

Consiste en 5 pasos que se aplican progresivamente, para lograr un área de trabajo más limpia, organizada, disminuir el tiempo de búsqueda de herramientas, partes y repuestos, eliminar todo tipo de desperdicios; también mejorar el autoestima y motivación de las personas que trabajan en dicha área.

# APÉNDICE H

## FOTOS ANTES / DESPUES DE IMPLEMENTACIÓN

### IMPLEMENTACION DE METODOLOGIA 5S EN EL ÁREA DE DOSIFICADO DE INSECTICIDAS LÍQUIDOS

FOTOS ANTES DE IMPLEMENTACION



ÁREA BALANZAS

FOTOS DESPUES DE IMPLEMENTACION



ÁREA BALANZAS



KIT DE LIMPIEZA



KIT DE LIMPIEZA



ÁREA DE ENVASES / MATERIA PRIMA



ÁREA DE ENVASES / MATERIA PRIMA

## BIBLIOGRAFÍA

1. HERNANDEZ J., VIZAM A, Lean Manufacturing - Concepto, Técnicas e Implantación, Fundación EOI, 2013.
2. WOMACK J, JONES D, The Machine That Changed The World, Simon & Schuster Inc, New York, 1990.
3. GUAJARDO E, "Administración de la Calidad Total, Pax México, México, 1996.
4. JAMES R. LINDAY W, Administración y Control de la Calidad, Grupo editorial Iberoamérica, West Publishing Company, 1993.
5. OAKLAND J, Administración por Calidad Total, Continental, México, 1999.
6. CUATRECASAS LI, Gestión de Proyectos, Producción por Puestos Fijos - Metodología PMBOK, Díaz de Santos, 2012.
7. DÍAZ L. Análisis y Planteamiento - con Aplicaciones a la Organización Policial, Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica, 2005.
8. GARCIA R, Estudio del Trabajo – Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo, McGraw-Hill Interamericana, 2005.
9. WOMAN J, JONES D, Lean Thinking – Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation, Simon and Schuter, 1996.
10. PASCAL D, Lean Production Simplified – A Plain- Language Guide to the World's Most Powerful Production System, Productivity Press, 2007.

11. VILLASEÑOR A, GALINDO E, Manual de Lean Manufacturing - Guía básica, Limusa, México, 2007.
12. REY F, Las 5S: Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo, FC Editorial, España, 2005.
13. BARCIA K. "Introducción a la Manufactura Esbelta", Apuntes de Clases de Producción Esbelta. ESPOL, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, 2003.