
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN
MANUFACTURING PARA MEJORAR EL PROCESO PRODUCTIVO
DE SACOS DE POLIPROPILENO EN NORSAC S.A.”**

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

PRESENTA:

Bachiller SOTO CANALES, Bruno Manuel

Bachiller VEGA RIVAS, Rosa Bianca

ASESOR :

Ingeniero HERNÁNDEZ MOLINA, Ángel

Trujillo, Perú

Marzo 2012

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De acuerdo a las normas estipuladas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte – Trujillo, sometemos a vuestro criterio la tesis titulada: “APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR EL PROCESO PRODUCTIVO DE SACOS DE POLIPROPILENO EN NORSAC S.A.”.

Estamos seguros de haber alcanzado los objetivos propuestos y que el resultado de trabajo, con vuestra colaboración y comprensión permitirá culminar mi carrera y emprender nuevos retos profesionales en el campo laboral.

Así mismo, deseamos expresar a ustedes, y por su intermedio a todos los profesores, nuestra gratitud y reconocimiento por su contribución a nuestra formación profesional.

Bach. Rosa Bianca Vega Rivas

Bach. Bruno Manuel Soto Canales

Trujillo, Marzo del 2012

DEDICATORIA

A Dios:

Por cuidarme, darme fuerzas y haberme ayudado a seguir adelante.

A mis padres:

Manuel y Lucía, por haberse sacrificado y por haber dado todo por mí. Los quiero mucho.

A mis hermanas y sobrinos:

Andrea, Karla, Chiara, Salvador y André, porque son las mejores hermanas y sobrinos que pueden existir. Los quiero mucho.

A ti:

Bianca, por haber estado conmigo en los momentos más felices y tristes de mi vida, por ser como eres, por ser parte de mi vida y permitir que sea parte de la tuya. Te amo.

Bruno Manuel Soto Canales

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la oportunidad y la dicha de vivir. Por ser mi guía y fortaleza en cada momento.

A mis padres:

Victor y Ruttmine, porque creer en mí, apoyarme y enseñarme desde niña a luchar siempre por mis sueños. Mi triunfo es el de Ustedes. Los amo.

A mi hermana:

Angela, la que nunca dudó que lograría esto. Quien me apoyo en toda circunstancia y me motivó a seguir adelante. Gracias por todo.

A mi sobrino:

Vitor Angel, quien alegra y bendice cada uno de mis días.

A ti:

Bruno Manuel, por estar conmigo en las buenas, en las malas y en las peores. Por que juntos redoblamos esfuerzos para lograr esto y siempre será así: juntos ante todo lograremos mucho más. Por darle un significado especial a mi vida y por hacerme descubrir este sentimiento tan puro y bonito. Te amo.

Rosa Bianca Vega Rivas

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a las personas que nos apoyaron durante el desarrollo del presente estudio:

Al Ingeniero Carlos Venegas Kemper, Superintendente de la Planta de NORSAC S.A., quién confió en nosotros y nos brindó la oportunidad de desarrollar el estudio en la empresa.

Al Ingeniero Carlos Gonzales Rebaza, quien dedicó gran parte de su tiempo para brindarnos su apoyo incondicionalmente

A los Ingenieros, Luis Varillas, Rogger Camacho, Johana Ordoñez, Carlos Rodriguez y Erica García, por su constante apoyo durante el estudio.

A todos los demás colaboradores de NORSAC S.A. por su confianza y solidaridad.

Al Ingeniero Marcos Baca López, Director de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, por su paciencia y comprensión durante todo este tiempo.

A los Ingenieros, Rony Fernández, Abel González y Carlos Jave, docentes de la Universidad Privada del Norte, por orientarnos y haber compartido sus conocimientos.

Finalmente, un agradecimiento especial a nuestro Asesor Ingeniero Ángel Hernández Molina, por su orientación y consejos durante todo el desarrollo del estudio.

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objeto demostrar el impacto de la aplicación de la técnica Value Stream Mapping y de otras herramientas del Lean Manufacturing en el proceso productivo de sacos de polipropileno en NORSAC.

Se inicia el trabajo con un marco teórico sobre las herramientas puestas en práctica en el estudio, que brindan los conceptos necesarios para entender el contenido del informe; luego se hace una descripción de la empresa, sus recursos, los productos que ofrecen al mercado y el proceso productivo del tipo de producto en estudio.

Se muestra un diagnóstico del proceso productivo de sacos de polipropileno de la empresa mediante la técnica Value Stream Mapping que tuvo como finalidad identificar los desperdicios en el proceso. Así mismo, se propusieron mejoras para eliminar los desperdicios y se diseñó como debería funcionar el flujo de la cadena de valor.

En los siguientes capítulos, se desarrollan dos herramientas del Lean Manufacturing: el SMED y la Celda de Manufactura. En ambos casos se evalúa el impacto que traerá la aplicación de las mismas en la empresa. Así mismo, se propuso una inversión para su implementación de S/.12,236.68 nuevos soles y S/.10,243.39 nuevos soles respectivamente.

Finalmente, con el impacto y la propuesta de inversión de cada herramienta se evaluó la viabilidad económica de la implementación de cada una, obteniendo un VAN de S/.3,609.83 nuevos soles, un TIR de 31.70%, un periodo de recuperación del capital de 4 años y una relación beneficio-costos de 1.30 para la implementación del SMED; y un VAN de S/.91,068.55 nuevos soles, un TIR de 330.49%, un periodo de recuperación del capital de 1 año y una relación beneficio-costos de 9.89 para la implementación de la Celda de Manufactura.

ABSTRACT

The present study has as an objective to demonstrate the impact of the application of the Value Stream Mapping technique and other Lean Manufacturing tools in the production process of polypropylene bags in NORSAC

The study starts with a theoretical framework about the tools implemented in the study, which provide the concepts needed to understand the content of the report; then a description of the company, its resources, and the products they offer to the market and production process of the type of product under consideration.

It shows a production process diagnostics polypropylene bag of the company through Value Stream Mapping technique that aimed to identify waste in the process. Also, improvements were proposed to eliminate waste and it was established how must be the flow of the value stream.

In the following chapters, there is the development of two Lean Manufacturing tools: the SMED and the Manufacturing Cell. In both cases, it is evaluated the impact of these tools in the company. Also, it was proposed an investment of S S/.12,236.68 nuevos soles and S/.10,243.39 nuevos soles for their implementation.

Finally, it was evaluated the economic viability of the tools implementation, obtaining a NPV of S/.3,609.83 nuevos soles, a 31.70% IRR, four years of payback and a cost benefit of 1.30 for the SMED implementation; and a NPV of S/. S/.91,068.55 nuevos soles, a 330.49% IRR, a year of payback and a cost benefit of 9.89 for the Manufacturing Cell implementation.

ÍNDICE GENERAL

Presentación	i
Dedicatorias	ii
Agradecimiento	iv
Resumen	v
Abstract	vi
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	3
1.3. Planteamiento del Problema	3
1.4. Objetivo General	3
1.5. Objetivos Específicos	4
1.6. Hipótesis	4
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. Lean Manufacturing	5
2.1.1. Origen del Lean Manufacturing	5
2.1.2. Principios de la Filosofía Lean	8
2.1.3. Herramientas del Lean Manufacturing	15
2.1.3.1. Value Stream Mapping	15
2.1.3.2. Single Minute Exchange of Die (SMED)	20
2.1.3.3. Celda de Manufactura	27
2.1.3.4. Sistema Kanban	28
2.1.3.5. Heijunka	35
2.1.3.6. Las 5s	37
2.1.3.7. Just in time	40
2.1.3.8. Jidoka	45

2.1.3.9. Andon.....	46
2.1.3.10. Pokayoke.....	48
2.1.3.11. TPM.....	51
2.1.3.12. Kaizen	55
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE NORSAC Y SUS PROCESOS PRODUCTIVOS	59
3.1. Antecedentes de NORSAC S.A.	59
3.2. Misión y Visión de NORSAC S.A.	59
3.2.1. Misión.....	59
3.2.2. Visión	59
3.3. Estructura Organizacional.....	60
3.4. Productos y Clientes.....	60
3.4.1. Productos.....	60
3.4.2. Clientes.....	64
3.5. Recursos de NORSAC S.A.....	65
3.5.1. Recurso Humano	65
3.5.2. Maquinaria y Equipos.....	65
3.5.3. Materiales y Proveedores.....	70
3.5.3.1. Materiales.....	70
3.5.3.2. Proveedores.....	70
3.6. Proceso Productivo de Sacos de Polipropileno de NORSAC S.A.	71
3.6.1. Descripción de las Actividades del Proceso Productivo.....	71
3.6.2. Diagramas del Proceso y Planta de Producción.....	78
3.6.2.1. Diagrama de Flujo del Proceso.....	78
3.6.2.2. Flujograma del Proceso.....	79
3.6.2.3. Plano de Planta de Producción de NORSAC S.A.	80
CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING	81
4.1. Value Stream Mapping	81

4.1.1.	Elección de la Familia de Productos.....	81
4.1.1.1.	Identificación de Familias	81
4.1.1.2.	Elección de la Familia de Productos	83
4.1.2.	Mapeado de la Situación Actual	84
4.1.3.	Diagnóstico del Proceso Productivo de Sacos Pesquero 28” de Tecnología de Alimentos S.A. de la Familia de Productos Estándar 1.....	98
4.1.4.	Mapeado de la Situación Futura.....	117
4.1.5.	Puesta en Práctica del Estado Futuro	128
4.1.5.1.	Segmentación del Mapa del Estado Futuro	128
4.2.	Single Minute Exchange of Die (SMED).....	134
4.2.1.	Objetivo General	134
4.2.2.	Objetivo Específicos.....	134
4.2.3.	Descripción del Proceso de Impresión	134
4.2.4.	Componentes de la Impresora Dynaflex.....	135
4.2.5.	Descripción del Proceso de Preparación para un Cambio de Producto.....	137
4.2.6.	Etapas Preliminares: Diagnóstico Inicial	138
4.2.7.	Primera Etapa: Separación de Preparación Interna y Externa.....	143
4.2.8.	Segunda Etapa: Conversión de la Preparación Interna en Externa	146
4.2.9.	Tercera Etapa: Perfeccionamiento de Todos los Aspectos de las Operaciones de Preparación	151
4.2.10.	Elementos Necesarios para Ejecutar el Procedimiento Propuesto	156
4.2.11.	Resultados Obtenidos con el SMED	159
4.3.	Celda de Manufactura.....	160
4.3.1.	Objetivo General	160
4.3.2.	Objetivo Específicos.....	160
4.3.3.	Descripción del Proceso Actual de Enfardelado y Etiquetado	160
4.3.4.	Situación Actual del Proceso de Enfardelado y Etiquetado	161

4.3.5. Creación de la Celda de Manufactura	162
4.3.6. Elementos Necesarios para Implementación de la Celda de Manufactura	171
4.3.7. Resultados Obtenidos con la Celda de Manufactura	171
CAPÍTULO 5. IMPACTO Y VIABILIDAD DEL ESTUDIO	176
5.1. Impacto del Estudio	176
5.1.1. Impacto del Value Stream Mapping.....	176
5.1.2. Impacto de la Aplicación del SMED.....	176
5.1.3. Impacto de la Implementación de la Celda de Manufactura	178
5.1.4. Resultados Alcanzados con las Herramientas Aplicadas del Lean Manufacturing	178
5.2. Propuestas de Inversión	180
5.2.1. Inversión para la Implementación del Procedimiento Propuesto mediante el SMED	180
5.2.2. Inversión para la Implementación de la Celda de Manufactura	183
5.3. Evaluación de la Viabilidad Económica.....	186
5.3.1. Viabilidad Económica de la Aplicación del SMED	186
5.3.2. Viabilidad Económica de la Implementación de la Celda de Manufactura	190
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	192
6.1. Conclusiones	192
6.2. Recomendaciones	194
BIBLIOGRAFÍA	195
ANEXOS	
ANEXO 1. Organigrama de NORSAC S.A.	
ANEXO 2. Matriz de la Familia de Productos	
ANEXO 3. Simbología del Mapa de la Cadena de Valor	
ANEXO 4. Datos y Muestras del Proceso de Producción de Sacos Pesquero 28" (TASA)	

ANEXO 5. Cálculo de la Disponibilidad del Proceso de Producción de Sacos Pesquero 28" (TASA)

ANEXO 6. Plan Anual de Implementación del Estado Futuro de la Cadena de Valor

ANEXO 7. Evaluación del Progreso de Implementación de la Cadena de Valor

ANEXO 8. Cálculo de Proyección de la Demanda de TASA para los Sigüientes 5 Años

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
Tabla 2.1. Diferentes vías para agrupar productos.....	17
Tabla 2.2. Pasos en un Proceso de Preparación de Máquinas	21
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE NORSAC Y SUS PROCESOS PRODUCTIVOS	59
Tabla 3.1. Sacos Tubulares de NORSAC S.A.....	61
Tabla 3.2. Sacos Malla de NORSAC S.A.....	61
Tabla 3.3. Maxisacos de NORSAC S.A.....	62
Tabla 3.4. Tela Plana de NORSAC S.A.	62
Tabla 3.5. Tela Tubular de NORSAC S.A.	62
Tabla 3.6. Tela Gasa de Vuelta de NORSAC S.A.	63
Tabla 3.7. Cinta Fibrilizada de NORSAC S.A.....	63
Tabla 3.8. Tela Manga de NORSAC S.A.....	63
Tabla 3.9. Cordel de Polipropileno de NORSAC S.A.....	63
Tabla 3.10. Principales Clientes de NORSAC S.A.	64
Tabla 3.11. Equipos de Mezclado de NORSAC S.A.....	66
Tabla 3.12. Máquinas de Extrusión y Bobinado de NORSAC S.A.....	66
Tabla 3.13. Máquinas de Tisaje de NORSAC S.A.....	67
Tabla 3.14. Máquina de Laminado de NORSAC S.A.	67
Tabla 3.15. Máquinas de Impresión de NORSAC S.A.....	68
Tabla 3.16. Máquinas de Conversión de NORSAC S.A.	68
Tabla 3.17. Máquinas de Prensado de NORSAC S.A.....	69
Tabla 3.18. Equipos para Etiquetado de NORSAC S.A.....	69
Tabla 3.19. Otros Equipos de NORSAC S.A.....	70
Tabla 3.20. Materiales de NORSAC S.A.....	70
Tabla 3.21. Proveedores de NORSAC S.A.	71
Tabla 3.22. Principales Pruebas de Calidad de NORSAC S.A.....	75

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING	81
Tabla 4.1. Cronograma de Entrega de TASA.....	84
Tabla 4.2. Flujo de Material entre Procesos	88
Tabla 4.3. Uso de Polipropileno en la Zona de Abastecimiento	91
Tabla 4.4. Uso de Polipropileno para Cintas de Denier 920	92
Tabla 4.5. Cálculo del Porcentaje de PP destinado para Cinta de DN920.....	92
Tabla 4.6. Asignación del Stock Final de PP para Cinta DN920	92
Tabla 4.7. Asignación del PP del Stock Final para TASA	93
Tabla 4.8. Total de Polipropileno destinado a TASA	93
Tabla 4.9. Descripción del Flujo de Material entre Procesos	110
Tabla 4.10. Descripción del Flujo de Información entre Procesos	112
Tabla 4.11. Resumen del Nivel de Inventario entre Procesos	114
Tabla 4.12. Ciclo de Producción de los Procesos.....	118
Tabla 4.13. Flujo de Material Propuesto entre Procesos	124
Tabla 4.14. Procedimiento Actual para el Cambio de Producto	139
Tabla 4.15. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso Actual	143
Tabla 4.16. Separación de Actividades Internas y Externas del Ayudante	144
Tabla 4.17. Separación de Actividades Internas y Externas del Operario.....	144
Tabla 4.18. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso de la Etapa 1	145
Tabla 4.19. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 1	147
Tabla 4.20. Conversión de Actividades Internas a Externas del Ayudante	148
Tabla 4.21. Conversión de Actividades Internas a Externas del Operario	148
Tabla 4.22. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso de la Etapa 2.....	150
Tabla 4.23. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 2	152
Tabla 4.24. Perfeccionamiento de Actividades Externas del Ayudante.....	153

Tabla 4.25. Perfeccionamiento de Actividades Externas del Operario	154
Tabla 4.26. Perfeccionamiento de Actividades Internas del Ayudante	154
Tabla 4.27. Perfeccionamiento de Actividades Internas del Operario	154
Tabla 4.28. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso de la Etapa 3.....	155
Tabla 4.29. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 3	157
Tabla 4.30. Elementos Necesarios para el Cambio de Producto Propuesto.....	158
Tabla 4.31. Indicadores Alcanzados de Flexibilidad y Productividad de la Impresora	159
Tabla 4.32. Actividades del Procedimiento Actual del Proceso de Enfardelado.....	163
Tabla 4.33. Actividades del Procedimiento Actual del Proceso de Etiquetado	164
Tabla 4.34. Formato de Estudio del Proceso de Enfardelado – Operario 1	165
Tabla 4.35. Formato de Estudio del Proceso de Enfardelado – Operario 2.....	166
Tabla 4.36. Formato de Estudio del Proceso de Etiquetado – Encargado de Control de Producción.....	166
Tabla 4.37. Procedimiento Propuesto para la Celda de Enfardelado y Etiquetado	172
Tabla 4.38. Elementos Necesarios para Implementación de la Celda de Manufactura.....	173
CAPÍTULO 5. IMPACTO Y VIABILIDAD DEL ESTUDIO	176
Tabla 5.1. Costo de Oportunidad sin Implementación del Estado Futuro.....	176
Tabla 5.2. Beneficio Económico con Aplicación del SMED	177
Tabla 5.3. Beneficio Económico con Aplicación de la Celda de Manufactura.....	178
Tabla 5.4. Resultados Alcanzados con las Herramientas Aplicadas del Lean Manufacturing.....	179
Tabla 5.5. Inversión en Activos Fijos – Procedimiento Propuesto (SMED).....	180
Tabla 5.6. Inversión en el Capacitador Externo (SMED).....	180
Tabla 5.7. Miembros del Proceso de Capacitación – Procedimiento Propuesto (SMED)	181
Tabla 5.9. Consumo Adicional de Energía – Walkie Talkies.....	181

Tabla 5.8. Fases de Capacitación del Personal – (SMED)	182
Tabla 5.10. Inversión en Activos Fijos – Celda de Manufactura.....	183
Tabla 5.11. Inversión en el Capacitador Externo (Celda de Manufactura)	183
Tabla 5.12. Miembros del Proceso de Capacitación – Celda de Manufactura.....	184
Tabla 5.13. Fases de Capacitación del Personal – Celda de Manufactura.....	185
Tabla 5.14. Consumo Adicional de Energía – Monitor Samsung	186
Tabla 5.15. Proyección de la Demanda de TASA.....	186
Tabla 5.16. Depreciación y Valor Residual de Activos Fijos del SMED.....	187
Tabla 5.17. Costo Total del Número de Clichés a Adquirir y el Ahorro Producido	187
Tabla 5.18. Flujo Económico para la Implementación del Procedimiento Propuesto con el SMED.....	188
Tabla 5.19. Indicadores de Viabilidad Económica - SMED.....	189
Tabla 5.20. Periodo de Recuperación del Capital - SMED	189
Tabla 5.21. Beneficio - Costo del Flujo Económico - SMED.....	189
Tabla 5.22. Flujo Económico para la Implementación del Procedimiento Propuesto con la Celda de Manufactura	190
Tabla 5.23. Indicadores de Viabilidad Económica – Celda de Manufactura	190
Tabla 5.24. Periodo de Recuperación del Capital – Celda de Manufactura.....	191
Tabla 5.25. Beneficio - Costo del Flujo Económico – Celda de Manufactura.....	191

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
Figura 2.1. Matriz de Familia de Productos	18
Figura 2.2. Fases Conceptuales para Mejora de Preparaciones	23
Figura 2.3. La Preparación en Menos de Diez Minutos (SMED): Fases Conceptuales y Técnicas Prácticas	26
Figura 2.4. Ejemplo de una Celda en Forma de “U”	28
Figura 2.5. Ejemplo de un Kanban Proveedor.....	32
Figura 2.6. Ejemplo de un Kanban en la Fábrica	32
Figura 2.7. Ejemplo de un Kanban de Producción	33
Figura 2.8. Ejemplo de un Kanban de Señal.....	33
Figura 2.9. Diagrama de Supermercado	34
Figura 2.10. Nivelación del Mix de Producción.....	35
Figura 2.11. Caja de Nivelación	35
Figura 2.12. Ejemplos de Proceso Marcapasos	36
Figura 2.13. Luces Utilizadas en Tableros Andon	47
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE NORSAC Y SUS PROCESOS PRODUCTIVOS	59
Figura 3.1. Diagrama de Flujo del Proceso.	78
Figura 3.2. Flujograma de la Familia Estándar 1.....	79
Figura 3.3. Plano de Planta de Producción de NORSAC S.A.....	80
CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING	81
Figura 4.1. Primera Versión del Mapa del Estado Actual.....	85
Figura 4.2. Segunda Versión del Mapa del Estado Actual.....	86
Figura 4.3. Tercera Versión del Mapa del Estado Actual	89
Figura 4.4. Versión Final del Mapa del Estado Actual.....	97

Figura 4.5. Primera Versión del Mapa del Estado Futuro	123
Figura 4.6. Segunda Versión del Mapa del Estado Futuro	125
Figura 4.7. Versión Final del Mapa del Estado Futuro	127
Figura 4.8. Mapa Actual con Elementos Kaizen	129
Figura 4.9. Segmentación del Mapa del Estado Futuro	133
Figura 4.10. Área de Enfardelado y Etiquetado de NORSAC S.A.	161
Figura 4.11. Asignación de Áreas para Elementos de Trabajo.	170

ÍNDICE DE GRÁFICAS

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING	81
Gráfica 4.1. Resumen de Tiempos de Ciclo	119
Gráfica 4.2. Resumen de Tiempos de Cambio de Producto.....	120
Gráfica 4.3. Confiabilidad de los Procesos	120
Gráfica 4.4. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso Actual	143
Gráfica 4.5. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso en la Etapa 1.....	145
Gráfica 4.6. Comparación de Etapa Preliminar y Etapa 1	146
Gráfica 4.7. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso en la Etapa 2.....	150
Gráfica 4.8. Comparación de Etapa Preliminar, Etapa 1 y Etapa 2	151
Gráfica 4.9. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso en la Etapa 3.....	155
Gráfica 4.10. Comparación de Etapa Preliminar, Etapa 1, Etapa 2 y Etapa 3	156
Gráfica 4.11. Comparación del Takt Time y el Tiempo de Ciclo del Proceso de Enfardelado y Etiquetado	169
Gráfica 4.12. Comparación del Takt Time y el Tiempo de Ciclo de la Celda Propuesta.....	171
Gráfica 4.13. Comparación del Nivel de Inventario Antes y Después del Procedimiento Propuesto	174
Gráfica 4.14. Comparación del Número de Operarios Antes y Después del Procedimiento Propuesto	174
Gráfica 4.15. Comparación del Nivel de Disponibilidad Antes y Después del Procedimiento Propuesto	175

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

1.1. Antecedentes

“Los negocios actuales y futuros continuarán adoptando y ampliando lo esbelto porque, sencillamente, tiene sentido perseguir un camino en el que usemos menos recursos para crear una riqueza mayor.” Juan Sheput - Miembro de Perú Posible (2008). [URL 01]

Lean Manufacturing a pesar de haberse originado en los 70s y tener más de 30 años puesto en práctica por Toyota, sigue siendo una filosofía ambicionada por las empresas que buscan ser más competitivas y que están aplicando las Herramientas Lean con el fin de ser más productivas y rentables.

Existen estudios hechos sobre la técnica Value Stream Mapping y la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing como por ejemplo:

- Análisis de la aplicabilidad de la Técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos, por Ibon Serrano Lasa de la Universitat de Girona (2007), quien concluyó que el Value Stream Mapping se muestra como una técnica útil y aplicable, tanto para afrontar diferentes problemáticas logísticas en el ámbito de planta fabril como para el rediseño de sistemas productivos en diferentes entornos. [TESIS 01]
- Optimización de recursos en una microempresa manufacturera utilizando alguna de las herramientas del Lean Manufacturing, por Mario Cano del Instituto Politécnico Nacional (2006), quien concluyó que mediante la implementación de las herramientas del Lean Manufacturing se optimizan los recursos de una microempresa dedicada a la fabricación de reguladores de voltaje, haciéndola más competitiva, logrando con ello mantenerse en el mercado. [TESIS 02]

Con la finalidad de incrementar la satisfacción de sus clientes, el Banco de Crédito del Perú durante el 2009 basó la mejora de sus procesos de “originación” en la Metodología Lean. Según un informe de gerencia de dicha institución, a pesar de la inversión del Proyecto Lean, durante el 2010 lograron un incremento entre un 32% y 147% en la productividad de 14 procesos con relación al año 2009 y además

lograron satisfacer a los clientes reduciendo los tiempos de espera en un 68%.
[URL 02]

Al igual que el Banco de Crédito del Perú, otras empresas en el país también, asesoradas por el Instituto de Ingeniería Aplicada y el Centro de Manufactura Esbelta, han puesto en práctica las herramientas de la manufactura esbelta como: Yanacocha, La Poderosa, Barrick, Kraft Foods, Alicorp, Cementos Lima, Kimberly Clark, HAYDUK etc.

Existen otras empresas extranjeras que también creen en esta filosofía y están convencidas que el Lean Manufacturing es la mejor forma de ser competente y mantenerse en este mundo globalizado. Como por ejemplo:

SEALY, dedicada a la fabricación de colchones, es una empresa norteamericana que se ha mantenido rentable durante la recesión en Estados Unidos. *“La gran ventaja es la menor manipulación de materiales, menos movimiento y menos suciedad en el producto”*. Mike Hoffman, Vicepresidente Ejecutivo de Operaciones de Sealy (2009). [URL 03]

Otra de las empresas es IHS Global Insight representada por Brian Bethune, quien afirmó lo siguiente: *“La productividad de fabricación o producción por hora de trabajo, crecieron un 4,9% en el segundo trimestre, el más alto desde principios de 2005. Una gran parte de las ganancias puede atribuirse a las técnicas de manufactura esbelta”* (2009). [URL 04]

Así como las empresas mencionadas anteriormente, NORSAC S.A. también optó por el Lean Manufacturing como filosofía desde hace dos años aproximadamente, iniciándose la aplicación de algunas herramientas como: 5s, TPM, Kanban y Supermercados. Pese a todo, NORSAC S.A. todavía no ha puesto en práctica la herramienta del Value Stream Mapping, considerada como un punto de partida para cumplir con los dos primeros principios del Lean Manufacturing, que consisten en definir el valor e identificar el flujo de mismo. [TEXTO 01]

Es por esta razón, que en el presente estudio, se desarrollará la herramienta del Value Stream Mapping como punto de partida, así mismo, se aplicarán dos herramientas adicionales de la Manufactura Esbelta que aun no han implementado: el SMED y la Celda de Manufactura.

1.2. Justificación

Actualmente NORSAC S.A. presenta despilfarros en su proceso productivo, como por ejemplo: sobreproducción, tiempos de espera, inventarios en proceso, transportes, entre otros; lo que genera un largo tiempo de entrega de sus productos. Por esa razón, es conveniente aplicar las herramientas de la Manufactura Esbelta desarrolladas en el presente estudio, pues permitirán reducir los despilfarros de la cadena de valor como reducir el nivel de inventarios en proceso y el tiempo de preparación para un cambio de producto. Estos resultados se verán reflejados económicamente al reducir el costo de oportunidad de la empresa e incrementar las utilidades de los accionistas hasta en un 50%.

Además, el presente estudio servirá como un documento técnico, que permitirá a NORSAC S.A. mejorar el proceso productivo de sacos de polipropileno mediante la implementación de las herramientas de la Manufactura Esbelta a aplicar, desarrolladas en base a datos reales de la situación actual de la empresa.

Así mismo, mediante la aplicación de dichas herramientas, NORSAC S.A. logrará alcanzar una reducción del 15% como mínimo en el tiempo de entrega de sus productos, convirtiéndola en una empresa más competitiva, impactando positivamente en su participación en el mercado y en la satisfacción de sus clientes.

El estudio también profundizará los conocimientos de las herramientas de la Manufactura Esbelta a aplicar, sirviendo como aporte para los futuros estudios y aplicaciones de dichas herramientas en otras empresas que busquen ser más competitivas.

Finalmente, cabe resaltar que las herramientas mencionadas anteriormente se desarrollarán bajo el reglamento interno de NORSAC S.A.

1.3. Planteamiento del Problema

¿Cuál es el impacto de la aplicación de Herramientas del Lean Manufacturing en la productividad, el lead time y el nivel de inventarios en NORSAC S.A.?

1.4. Objetivo General

Mejorar el proceso productivo de sacos de polipropileno en NORSAC S.A. mediante la aplicación de Herramientas del Lean Manufacturing.

1.5. Objetivos Específicos

- Aplicar la técnica del Value Stream Mapping para diagnosticar la situación actual del proceso de producción de sacos de polipropileno de NORSAC S.A., e identificar los desperdicios existentes en la cadena de valor.
- Identificar las oportunidades de mejoramiento y elaborar un Mapa de la Situación Futura esperada del proceso productivo de sacos de polipropileno de NORSAC S.A.
- Desarrollar las herramientas del Lean Manufacturing y mejorar la productividad, el tiempo de entrega y el nivel de inventarios en NORSAC S.A.
- Evaluar el impacto y la viabilidad económica de la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing desarrolladas.

1.6. Hipótesis

La aplicación de Herramientas del Lean Manufacturing incrementa la productividad y reduce el lead time y el nivel de inventarios en NORSAC S.A.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Lean Manufacturing

2.1.1. Origen del Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing, nombre otorgado en el occidente, es una filosofía aplicada actualmente por muchas organizaciones que han alcanzado el éxito. Sin embargo, se originó en Japón con el TPS o Sistema de Producción Toyota, por esa razón es necesario conocer la historia de cómo esta empresa de oriente creó y aplicó esta filosofía para ser más competitiva.

La historia de Toyota se remonta al año 1868, época marcada con la llamada Restauración Meiji que dio fin al aislamiento político, cultural y tecnológico permitiendo el ingreso de la tecnología occidental originando una acelerada industrialización, acompañada de la occidentalización de la sociedad.

Así pues este fue el patrón arquetípico de industrialización que comenzó, por la industrialización textil y en el caso de Japón con la finalidad de evitar la sangría económica que las importaciones de hilo de algodón estaban provocando en la economía local, ya que Japón carecía en aquel entonces de industrias de hilar algodón. Así pues, un grupo de hombres de Osaka liderados por Eiichi Shibusawa decidió enviar a un joven llamado Take Yamanobe (1851-1920) al centro textil más importante del mundo en ese entonces: Manchester en Inglaterra. Yamanobe pasa varios años en Manchester no sólo aprendiendo sobre máquinas de hilar, de vapor y telares sino que aprende también know-how sobre gestión de fábricas textiles. Como gestionar, recursos humanos y contabilidad occidental. Su regreso a Osaka significa el inicio de las primeras operaciones de producción textil con máquinas modernas (importadas de Manchester) y el inicio de la industrialización del país mediante el conocido mecanismo de spill-over (desbordamiento tecnológico).

En el Japón de aquella época no existía una industria textil como la que hoy damos por sentada. Las telas se tejían en un primitivo telar en el que un uso

se pasaba de un lado a otro de dos grupos de columnas verticales de hilos pre-tensados.

En la casa de Sakichi Toyoda había uno de esos telares primitivos en el que su madre pasaba largas horas tejiendo. Sakichi al ver la laboriosa tarea que realizaba su madre, empieza a pensar en un mecanismo para automatizar el telar y así mejorar la calidad de vida de su madre. Este momento estelar sintetiza la esencia del por qué y para que existe Toyota.

Basándose en los inventos de Sakichi para automatizar telares la familia funda una empresa: Okkawa Menpu. (Compañía de Telas de Algodón), donde comienza a fabricar telas más eficientemente que el resto. El negocio se expande. Empresas y factorías adicionales se establecen. Nace, entre otras, la Toyoda Automatic Loom Works Ltd. (que traduce como Compañía de Telares Automáticos Toyoda S.A.).

En 1926 Sakichi envía a su hijo a la famosa empresa textil Platt Brothers & Co. a estudiar el negocio textil. Tres años después, en 1929, Sakichi encarga a su hijo ir a Inglaterra para vender una patente sobre telares automáticos a la misma empresa por una sustanciosa suma. Durante esta segunda estancia el hijo de Sakichi se fija en el auge de los coches a motor en la sociedad inglesa.

Kiichiro, hijo de Sakichi, al regresar a Japón convence a la familia tras tensas discusiones, de la nueva dirección y riesgos que la empresa familiar ha de tomar: construir automóviles. La familia cede y en 1933 el consejo de administración de Toyoda acuerda crear el “Departamento de Automóviles” dentro de la empresa Toyoda Automatic Loom Works Ltd.

En ese mismo año Kiichiro compra un Chevrolet y de desguaza para examinar cómo está hecho. A principios de 1934 construyen una fábrica – taller e instalan una pequeña fundición y maquinaria importada de occidente. Sin embargo, lo cierto es que Kiichiro no sabía producir el elemento crítico de un automóvil en aquella época, el motor de combustión interna con pistones, bielas y culata de hierro colado.

Basándose en un libro de ingeniería y junto a un puñado de obreros inician la construcción de un primer prototipo de motor (Type A). Tras varios

fracasos, a finales de 1934 el taller consigue completar el prototipo A. En 1936, año en que la empresa cambiaría el nombre Toyoda a Toyota, por motivos de marketing –sonoridad-, saca a la venta un sedán Type AA convirtiéndose cinco años después en el automóvil más vendido en Japón superando por primera vez a las marcas extranjeras en número de ventas, Aunque su uso quedaría relegado mayoritariamente a uso oficial y servicio de taxi. Sin embargo el estallido de la Segunda guerra mundial no permitirá a Sakichi realizar su visión de proveer a Japón con automóviles a precios populares “a la Ford”. Durante la guerra el gobierno militar impone a Toyota fabricar “solamente” los imprescindibles camiones para el ejército. La producción de automóviles no se podrá reanudar hasta el fin de la Segunda guerra mundial.

El nacimiento del TPS se puede trazar en el momento en que Kiichiro descorazonado por la baja productividad de una incipiente línea de montaje de camiones encomienda a Taiichi incrementar la productividad. Taiichi, un ingeniero carismático, de inmediato propone interesantes ideas para producir más eficientemente, como por ejemplo la economía de movimientos. Aunque el propio Taiichi escribió un libro, siempre se negó a poner en letra lo que él pensaba que TPS era o debía ser. Porque creía firmemente que si ponía en letra TPS se convertiría al cabo de unos años en algo estático y acartonado y TPS debía ser algo dinámico y vivo.

En este contexto, la primera vez que TPS salta a la fama es en otoño de 1973 justo después del primer shock del petróleo. Ese año muchas empresas presentan números rojos excepto una: Toyota que además incrementa beneficios. Ese otoño muchas empresas se dan cuenta que hay algo que aprender en TPS e inician estudios sobre la posibilidad de adaptar TPS en casa. Nacen los primeros consultores TPS. (La consultora Chubu Seisanrenmei crea TPS kenkyukai dónde hasta el propio Taiichi da algunas lecciones magistrales).

Es a partir de la Segunda mitad de los 70 cuando la percepción de que la técnica, made in Toyota, multi-producto mini-lote es eficiente, se expande por el tejido industrial japonés. [TEXTO 02]

2.1.2. Principios de la Filosofía Lean

Como sucede con la mayoría de las filosofías de producción y prácticas de administración, los principios de Lean no pueden ser aplicados universalmente. Sin embargo, debido a que fundamentalmente impulsan valor al cliente, son adecuadas para muchos ambientes de manufactura. En general se consideran 5 principios básicos del Lean Manufacturing:

- Especificar el valor para cada producto específico (qué se agrega)
- Identificar el flujo del valor para cada producto (en qué etapas se va agregando)
- Agregar valor en flujo continuo, sin interrupciones
- Organizar el proceso para que sea el cliente quién jale valor desde el productor (kanban)
- Buscar la perfección

Como ya se ha dicho, Lean Manufacturing tiene un componente muy importante de las ideas de justo a tiempo (Just in Time). Un concepto fundamental de Lean Manufacturing es la de muda, palabra japonesa que significa desperdicio; por ejemplo:

- Errores que es necesario corregir
- Producir artículos para inventarios y apilarlos.
- Etapas de procesos que no son necesarias.
- Movimiento de empleados y de bienes de un lugar a otro sin ningún propósito
- Grupos de personas en espera, porque el proceso anterior no envió su trabajo a tiempo.
- Bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del consumidor.

Taiichi Ohno, identificó estos tipos de “mudas”. El concepto muda, está muy relacionado con el concepto de desperdicio en justo a tiempo: todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y obra necesarios para agregar valor al producto. Existen mudas en todos los lugares, más de las que se cree, y un buen antídoto para la muda es el Lean Manufacturing, ya que proporciona una forma de especificar valor, alinear las acciones creadoras de valor en la mejor secuencia, realizar estas

actividades sin interrupciones y realizarlas cada vez más efectivamente. A continuación se describirá a detalle cada uno de éstos principios:

Especificar el valor

El punto de inicio del Lean Manufacturing es especificar el valor, es decir, definir, con claridad por qué el bien o servicio que proporciona la empresa es valioso para el cliente. El valor sólo se puede entender y definir si la empresa se pone en el lugar del cliente. Por ello, para la empresa no es fácil definir con precisión el valor, y con frecuencia se confunden con otro tipo de objetivos (financieros, de resultados, etc). De esta manera, el primer paso de un programa de elevación de la productividad es asegurarse que el producto que se le ofrece al cliente en realidad es lo que él quiere. En otras palabras, primero es necesario reflexionar y dar respuesta correcta a las siguientes preguntas:

1. ¿Quién es nuestro cliente?
2. ¿Qué quiere el cliente, cuáles son sus necesidades respecto al producto o servicio?
3. ¿Por qué compra el producto, qué espera?
4. ¿Se ha traducido adecuadamente a nuestro lenguaje lo que quiere el cliente?
5. ¿Todo mundo en la empresa sabe lo que es valioso para el cliente y está identificado con esto?
6. ¿Se sabe con precisión cómo se le va agregando valor al producto a lo largo del proceso?
7. ¿Lo que se hace actualmente concuerda con lo que es valioso para el cliente?

En resumen, el primer principio que debe guiar todos los esfuerzos de mejora en una organización es saber quién es el cliente y lo que realmente necesita, es decir, definir o especificar el valor. Desde el punto de vista del cliente, el productor existe para crear el valor del producto. Por lo general la creación del valor fluye por diversos departamentos o incluso diferentes compañías, cada uno tiende a definir valor de distintas formas para satisfacer sus propias necesidades.

Identificar el flujo de valor

El flujo del valor es el conjunto de todas las acciones específicas que se requieren para producir un producto específico (o servicio) a través de las tres tareas críticas de cualquier negocio:

- Tarea de resolución del problema, que va desde la conceptualización del producto, hasta el diseño e ingeniería para liberar el producto para producción;
- Tarea de administrar información, que va desde tomar la orden o pedido del cliente hasta la programación detallada para la entrega; y
- Tarea de transformación física, que abarca desde las materias primas o materiales hasta que el producto termina en manos del consumidor.

Identificar el flujo de valores es la siguiente etapa de Lean Manufacturing. Actividad que por lo regular no se lleva a cabo y en consecuencia encontraremos gran cantidad de desperdicios en las tres tareas referidas. En general es útil dividir las actividades en 3 tipos diferentes:

- **Actividades que añaden valor:** Aquellas actividades que, a los ojos del cliente final, hacen a un producto más valioso. Una actividad que añade valor es fácil de definir: simplemente hay que preguntarse si un cliente estaría feliz de pagar por el producto. Finalmente, son actividades que transforman el producto en algo que el cliente quiere.
- **Actividades que no agregan valor:** aquellas actividades que, a los ojos del cliente final, no incrementan el valor del producto y por tanto son innecesarias. Esas actividades son claramente “desperdicios” y deben por consiguiente ser el objetivo inmediato.
- **Actividades necesarias que no agregan valor:** Aquellas actividades que, a los ojos del cliente final, no hacen a un producto más valioso, pero son necesarias a menos que el proceso de suministro existente sea radicalmente cambiado. Tal desperdicio es más difícil de remover a corto plazo por lo que deben ser un objetivo a largo plazo.

Las investigaciones del Centro de Investigación de Empresas Lean de manufactura han mostrado que la proporción entre estas actividades en una empresa común es:

- 5% Actividades que agregan valor
- 60% Actividades que no agregan valor
- 35% Actividades que no agregan valor pero necesarias

Por otra parte, de manera general existen 7 tipos de desperdicios, los cuales fueron identificados por la compañía Toyota:

- 1. Sobreproducción:** Producir más material del necesario antes que se necesite es un desperdicio fundamental.
- 2. Inventarios:** El material ocupa espacio y cuesta dinero.
- 3. Reprocesos:** Los extra procesos no son fundamentales para agregar valor.
- 4. Movimientos (personas):** Cualquier movimiento que no añade valor al producto es un desperdicio.
- 5. Mermas:** Los productos defectuosos dificultan el flujo y producen un desperdicio manual, de tiempo y esfuerzo.
- 6. Tiempos de Espera:** El material que espera no fluye a través de las operaciones que agregan valor.
- 7. Transporte (materiales y equipos):** Mover materiales no aumenta el valor del producto.

Agregar valor en flujo continuo

Una vez que el valor ha sido especificado de forma precisa, que el flujo del valor para un producto específico ha sido trazado (mapeado), y que obviamente las etapas y actividades que no agregan valor han sido eliminadas en su mayoría, es tiempo de avanzar en la siguiente etapa de un proceso esbelto: hacer que la creación de valor fluya. El impedimento más importante para lograr el flujo en la creación del valor es la organización tradicional de las empresas por funciones y/o departamentos. Ya que para que el lote de productos llegue a la siguiente etapa que agrega valor frecuentemente se encuentra con tiempos de espera, inspecciones, reportes, etc., y se trata de optimizar, a nivel de cada etapa, perdiendo de vista el proceso global.

Es mejor enfocarse en el producto y sus necesidades, más que en la organización, los equipos o departamentos, para que así todas las actividades necesarias para diseñar, hacer un pedido y producir un producto

ocurran en un flujo continuo, sin interrupciones y pases laterales. La alternativa para tener procesos esbeltos que tengan flujo continuo es redefinir el trabajo de funciones, departamentos y compañías, de forma que puedan hacer una contribución positiva a la creación de valor.

El proceso de jalar

Si se han aplicado los tres primeros principios de un proceso esbelto, entonces lo que sigue es dejar al cliente que jale el producto desde la empresa cuando él lo necesite, en lugar de que la empresa lo empuje hacia el cliente, incluso aunque éste no lo quiera, es decir, adoptar un sistema Kanban, que es una manera de organizar el proceso productivo de cada operación, comenzando con embarques o surtido de pedidos y remontándose hasta el comienzo del proceso, va jalando el producto necesario de la operación anterior solamente que lo necesite.

Esto contrasta con el ciclo industrial tradicional que fabrica un producto y lo empuja hacia la siguiente operación aunque ésta no se encuentre lista para recibirlo. Al sistema en que el cliente jala el producto Toyota le puso el nombre de kanban y durante algún tiempo fue sinónimo del concepto de justo a tiempo. Kanban es una palabra japonesa, y algunos de sus significados son "tarjeta" o "tiempo de señal".

Dentro de la misma empresa Toyota hay quienes emplean la expresión "sistema de supermercado", porque el concepto nació de la observación de los mercados estadounidenses por parte de los japoneses. Se dice que un grupo de ejecutivos de Toyota viajó a Estados Unidos en la década de los años 50 para ver cómo funcionaban las fábricas. Su conclusión, luego de las visitas, fue que los estadounidenses procuraban manejar sus fábricas más o menos de la misma manera como se hacía en Japón. Los japoneses lo describieron como "un sistema de empujar". En este viaje los japoneses visitaron algunos supermercados. Se percataron que el supermercado funcionaba en forma muy distinta a la fábrica y de estas observaciones, aprendieron algo que luego adoptaron a sus operaciones fabriles.

En un supermercado quien determina lo que va a suceder es el cliente. Los clientes saben que en todo momento encontrarán en los estantes pequeñas cantidades de los artículos que necesiten. Como confían en que siempre

habrá lo que necesiten, les basta tomar una pequeña cantidad y se van con su compra. Los clientes saben que al regresar dos o tres días más tarde, el supermercado habrá repuesto los artículos comprados y que nuevamente encontrarán en los estantes pequeñas cantidades de cada cosa que necesiten; es decir, no sienten la necesidad de acumular.

Un empleado del supermercado pasa con regularidad a ver que se han llevado los clientes.

Se repone exactamente la misma cantidad que se ha quitado de cada estante. En el supermercado no hay papeleo; no hay órdenes de compra o de entrega que le indiquen al empleado qué artículos debe colocar sobre los estantes. En realidad, al retirar los artículos, los mismos clientes le han dicho al empleado lo que debe colocar ahí. Éste, es un sistema de jalar, debido a que el cliente es quien ha determinado lo que va a suceder enseguida. El cliente es quien va jalando el sistema al comunicarle al negocio una demanda específica.

Los japoneses tomaron el concepto y lo convirtieron en algo que pudieron utilizar para controlar las operaciones en la fábrica. Crearon dos tipos de señales o Kanban.

Suponiendo que en este caso el cliente es el departamento de ensamble, la primera señal constituiría una autorización – dinero por así decirlo- para que el departamento de ensamble acuda a su supermercado de materiales (subensambles, componentes, materias primas) y tome un recipiente de cada cosa que necesite. Estos recipientes son muy pequeños, con capacidad para una cantidad medida (generalmente la cantidad para una hora o menos). En la empresa Toyota todo recipiente que contenga más de la décima parte de la cantidad necesaria para un día requiere aprobación de la gerencia.

Dentro de cada recipiente se encuentra el segundo tipo de Kanban: una autorización de producción. Al retirarse un recipiente y no antes, esta autorización de producción retrocede a la operación proveedora, trátese de otro departamento o de un proveedor, y le dice: "Esta señal es su autorización para producir otro recipiente de piezas. Ni más, ni menos. Tiene determinado plazo para hacerlo".

El proceso es como los eslabones de una cadena. El ensamble va a su pequeño supermercado y toma un recipiente de lo que necesite, emitiendo con ello una autorización de producción al departamento anterior: subensamble. Esta señal es como el "dinero" que permite al departamento de subensamble ir a su propio supermercado y tomar de ahí los componentes que necesite. Esto genera autorizaciones para el departamento anterior como un eslabón más de la cadena. En teoría, la única hoja de papel que se utiliza en el proceso -fuera de las tarjetas Kanban en sí mismas- es el programa maestro de ensamble para el departamento de ensamble. En este caso concreto, el programa maestro de ensamble implica fabricar la cantidad de piezas A, para una hora y la cantidad de B, para otra hora. Debe ser claro que se precisa nivelación de la carga como base apropiada para el buen funcionamiento del sistema kanban. Cada cliente le dice a cada proveedor lo que debe hacer cada hora. El proceso funciona como los eslabones de una cadena. Para que la cadena no se rompa, la producción tiene que ser siempre continua y regular.

Buscar la perfección

Éste es el quinto y último principio que deben fundamentar la operación y búsqueda de mejora de un proceso. La esencia de este último principio es profundizar continuamente en la aplicación de los otros cuatro principios. Para ello se debe procurar ampliar el diálogo directo con clientes y/o consumidores, generar formas para tener una buena retroalimentación de parte de los clientes, dirigir la empresa con contacto con el mercado y analizar a sus competidores, para que con base en ello se encuentren formas de especificar más adecuadamente el valor y difundirlo en la empresa. También se deben aprender nuevas formas de acrecentar el flujo y el jalar mejor.

La eliminación de muda (desperdicio) necesita algunas veces nueva tecnología y nuevos conceptos para los productos que deben buscarse en dirección de la perfección. Quizás el estímulo más importante para la perfección es la transparencia, ya que en la manufactura ágil todo mundo (subcontratistas, proveedores, ensambladores, distribuidores, clientes y empleados) pueden ver todo, y así es fácil encontrar mejores formas para crear valor. [TESIS 02]

2.1.3. Herramientas del Lean Manufacturing

2.1.3.1. Value Stream Mapping

El Value Stream (cadena de valor) es un conjunto de acciones (tanto de valor agregado como las que no agregan valor) que se necesitan actualmente para mover un producto a través de los principales flujos esenciales para cada uno de ellos: 1) el flujo de producción, desde la materia prima hasta las manos del consumidor, y 2) el flujo de diseño, desde el concepto hasta el lanzamiento.

El Value Stream Mapping (Cartografía de la Cadena de Valor) es una técnica que permite a las partes interesadas de una organización visualizar y entender un proceso. Estos mapas pueden permitir que la gerencia, fuerza laboral, proveedores y clientes diferencien lo que realmente agrega valor y los desperdicios y fuente de los mismos.

Esta técnica era utilizada en Toyota como un medio de comunicación y fue formalizada por Mike Rother y John Shook creando un manual en 1999 llamado: Learning to see, Value Stream Mapping to add value and eliminate muda.

Mike Rother, había buscado por mucho tiempo una manera de enlazar los conceptos y las técnicas Lean, que parecían ser más dispares de lo que deberían ser. Mike conoció el método de trazar mapas mientras estudiaba las formas en las que Toyota llevaba a la práctica el sistema lean. Se dio cuenta de que dibujar mapas tenía un potencial que iba mucho más allá de su uso corriente, formalizó la herramienta y construyó un método de entrenamiento en torno a ella que ha demostrado ser extraordinariamente exitoso.

John Shook había sabido de la “herramienta” por más de diez años, pero nunca pensó que fuera importante en sí misma. Cuando John trabajaba con la Toyota, trazar mapas era casi un

reflejo – un simple medio de comunicación usado por personas que aprenden su oficio por medio de la experiencia directa.

Importancia del Value Stream Mapping

El Value Stream Mapping es una técnica importante por las siguientes razones:

- Le ayuda a visualizar más allá del proceso. Usted puede ver el flujo.
- Le ayuda a ver algo más que el desperdicio. Los mapas le ayudan a ver las fuentes de desperdicio en su cadena de valor.
- Suministra un lenguaje común para hablar acerca de los procesos de fabricación.
- Pone de relieve las decisiones acerca del flujo, de manera tal que usted puede discutirlos. De no ser así, muchos detalles y decisiones en el taller simplemente ocurren por omisión.
- Vincula los conceptos y las técnicas lean, lo que le ayuda a evitar la selección aleatoria.
- Forma la base de un plan de ejecución. Al ayudarlo a diseñar cómo debería funcionar el flujo completo. Los mapas de la cadena de valor se convierten en planos para la implementación del método lean.
- Muestra el enlace entre el flujo de información y el del material.
- Es mucho más útil que las herramientas cuantitativas y los diagramas formales que generan un conjunto de pasos sin valor agregado, plazos de entrega, distancia recorrida, la cantidad del inventario, etc. La cartografía de la cadena de valor es una herramienta cualitativa por medio de la cual usted describe detalladamente cómo debería funcionar su establecimiento para crear flujo. Los números sirven para crear un sentido de urgencia o como medidas de comparación antes y después. Los mapas de la cadena de valor sirven para describir lo que usted va a hacer realmente para influir en esos números.

Pasos del Value Stream Mapping

1. Selección de una familia de productos

Antes de iniciar con el mapeado debe entenderse claramente la necesidad de enfocarse en una familia de productos, dibujar todos los flujos de productos en un mapa es demasiado complicado.

Una familia es un grupo de productos que pasan a través de etapas similares durante la transformación y pasan por equipos comunes en los procesos utilizados más adelante. [TEXTO 03]

Nancy Hyer & Urban Wemmerlöv señalan diferentes criterios para determinar el futuro diseño de los sistemas productivos que pueden servir como guía para la agrupación. [TEXTO 04]

Tabla 2.1. Diferentes vías para agrupar productos

CRITERIOS PARA IDENTIFICAR MACRO FAMILIAS DE PRODUCTOS	
Tipo de producto	Cada familia la conforman productos del mismo tipo o función.
Mercado	Mercado geográfico o tipo de cliente: distribuidor, final, etc.
Clientes	Familia de productos a uno o varios clientes concretos.
Grado de contacto con el cliente	Agrupar productos de acuerdo con el grado de influencia que tiene el cliente sobre el producto final.
Volumen de venta	Agrupar productos con similar volumen de ventas.
Patrones de pedidos	Agrupar productos en base a diferentes patrones de ser recibidos.
Base competitiva	Agrupar productos en base a sus argumentos de venta.
Tipo de proceso	Aquellos productos con similares procesos en la misma familia.
Características de productos	Productos con similares características físicas o materias primas.

Fuente: Reorganizing the factory [TEXTO 04]

Para casos complejos, donde existen numerosos productos y una gran cantidad de rutas, Kevin Duggan detalla más la definición con una propuesta abierta:

- Se puede permitir que el 20% de las etapas de la fabricación sean diferentes. [TEXTO 05]

Para producciones bajo pedido donde la diferenciación de producto usualmente se da muy aguas arriba, Rother & Shock

aconsejan agrupar los productos en base a la similitud de los procesos que siguen.

Figura 2.1. Matriz de Familia de Productos

		Pasos del Ensamblado y los Equipos							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTOS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Una Familia de Productos

Fuente: Observar para Crear Valor [TEXTO 03]

2. Mapeado de la situación inicial o actual

Para mapear la situación inicial se utiliza un conjunto de símbolos, o "íconos", para representar los procesos y los flujos.

Además, Rother & Shook señalan los siguientes pasos para un buen mapeado de la situación actual:

- Emplear lápiz, una hoja DIN A3 y recoger los datos por uno mismo en la propia planta.
- Dibujar hacia aguas arriba comenzando con el cliente y sus necesidades.
- Dibujar los procesos básicos de producción haciendo uso de la casilla de proceso. Cada punto donde el material fluye y se desconecta generando un stock intermedio es considerado un proceso. Se deben registrar los datos necesarios para cada proceso: tiempo de ciclo, tiempo de cambio entre productos, tiempo en funcionamiento, tamaño de lotes de producción, número de operadores, número de variaciones del producto, tamaño del empaque, tiempo de trabajo disponible, tasa de desperdicio, etc.
- Después de haber recogido los datos de los procesos, se dibuja el inventario acumulado entre cada proceso y se contabiliza.
- Se grafican las entregas a clientes y acopios de los proveedores más importantes.

- Una vez dibujado el flujo físico de los materiales, se procede a graficar el flujo de información.
- Para finalizar, dibujar la línea de tiempo debajo de las casillas de procesos y de los triángulos de inventario para calcular el plazo de entrega de producción y el tiempo de transformación.

3. Mapeado de la situación futura

Después de haber terminado el mapa de la situación actual se procede a dibujar el estado futuro. Rother & Shook formularon preguntas clave para trazar el mapa del estado futuro de la cadena de valor.

- ¿Cuál es el ciclo de producción (takt time) en función de trabajo disponible de los procesos situados más adelante y más cerca del cliente?
- ¿Va usted a almacenar sus productos terminados en un supermercado del que los retire el cliente, o los va a expedir directamente al mismo?
- ¿En qué procesos de la cadena de valor puede usted transformar el producto en flujo continuo?
- ¿En dónde tendrá usted que usar sistemas de flujo de jalado con supermercados para controlar la producción de los procesos anteriores?
- ¿Qué punto preciso de la cadena de producción va usted a elegir (como “proceso marcapaso”) para programar la producción?
- ¿Cómo va a nivelar la combinación la combinación de productos en el proceso marcapaso?
- ¿Qué mejora afines a los procesos se necesitarán para que el flujo de la cadena de valor sea el que especifica su mapa del estado futuro?

Después de haber respondido las preguntas anteriores de preferencia en el orden señalado, anote en rojo directamente en el mapa del estado actual sus ideas acerca del mapa del estado futuro de su cadena de valor. Al término de haber anotado las

modificaciones que se le haya ocurrido, trace el mapa del estado futuro de la cadena de valor.

4. Plan de trabajo y ejecución

El último paso de la técnica Value Stream Mapping es elaborar un plan de la cadena de valor para poner en práctica el estado futuro.

La cartografía de la cadena de valor es solamente una herramienta. A menos que se ponga en práctica el estado futuro dibujado, los mapas de la cadena de valor serán inútiles.

Para elaborar el plan de la cadena de valor es recomendable como punto de partida dividir el mapa futuro en segmentos. Uno de los cuales podría ser el segmento del proceso marcapaso que abarca el flujo de material y de información entre sus clientes y el marcapaso. Los segmentos que se encuentren detrás del proceso marcapasos son segmentos de flujo de material y de información entre los flujos pull.

El plan anual de la cadena de valor muestra lo siguiente:

- Exactamente lo que usted piensa hacer y cuándo, indicado paso a paso.
- Metas cuantificables.
- Puntos de control claros con fechas límite reales y con el nombre de los verificadores.

Finalmente, después de haber realizado el plan de la cadena de valor y haberlo puesto en práctica, se recomienda evaluarlo mensualmente mediante exámenes de desempeño. [TEXTO 03]

2.1.3.2. SMED (Single-Minute Exchange of Die)

En el pasado, las mejoras de preparación se alcanzaban a base de habilidad y producción de grandes lotes. El concepto de tamaño económico de lote, se introdujo para contrapesar el efecto de los stocks crecientes. El lote económico era considerado una aproximación racional óptima, pero existía un punto débil

importante en el concepto: la hipótesis de que las reducciones drásticas en el tiempo de preparación son imposibles. El lote económico perdió su razón de ser por completo, cuando se desarrolló el sistema SMED.

El término SMED se refiere a la teoría y a las técnicas para realizar las operaciones de preparación en menos de diez minutos. Aunque no cada preparación en particular pueda literalmente completarse en menos de diez minutos, este es el objetivo de este sistema.

Las operaciones de preparación de máquinas son de dos tipos fundamentalmente diferentes:

- **Preparación Interna (IED)**, como montar o desmontar matrices, que pueden realizarse sólo cuando una máquina está parada.
- **Preparación Externa (OED)**, como transportar las matrices viejas al almacén, o llevar las nuevas hasta la máquina, que pueden realizarse mientras la máquina está en operación.

Pasos básicos en el Procedimiento de Preparación

Se piensa generalmente que los procedimientos de preparación son muy variados, dependiendo del tipo de operación y del tipo de equipo empleado. Sin embargo, si analizamos esos procedimientos desde un punto de vista diferente, podemos observar que todas las operaciones comprenden una determinada secuencia. La distribución de tiempos en operaciones de cambio tradicionales se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2.2. Pasos en un Proceso de Preparación de Máquinas

Operación	Proporción de Tpo.
Preparación, ajustes post-proceso, y verificación de materiales, herramientas, troqueles, plantillas, calibres, etc.	30%
Montar y desmontar herramientas, etc.	5%
Centrar, dimensionar y fijar otras condiciones	15%
Producción de piezas de ensayo y ajustes	50%

Fuente: Una Revolución en la Producción: El Sistema SMED [TEXTO 06]

Preparación, ajuste post-proceso, y comprobación de materiales, herramientas, etc.

Este primer paso sirve para asegurarse que todos los componentes y herramientas están donde deben y funcionando correctamente. También se incluye el período en el cual todos ellos, tras el anterior proceso, se retiran y guardan, se limpia la maquinaria, etc.

Montaje y desmontaje de cuchillas, herramientas, etc.

Se incluye la retirada de piezas y herramientas después de concluido un lote, y la colocación de las necesarias para el siguiente.

Medidas, montajes y calibraciones.

Este paso comprende todas las medidas y calibraciones necesarias para realizar una operación de producción, como centrado, dimensionado, medición de presión y temperatura, etc.

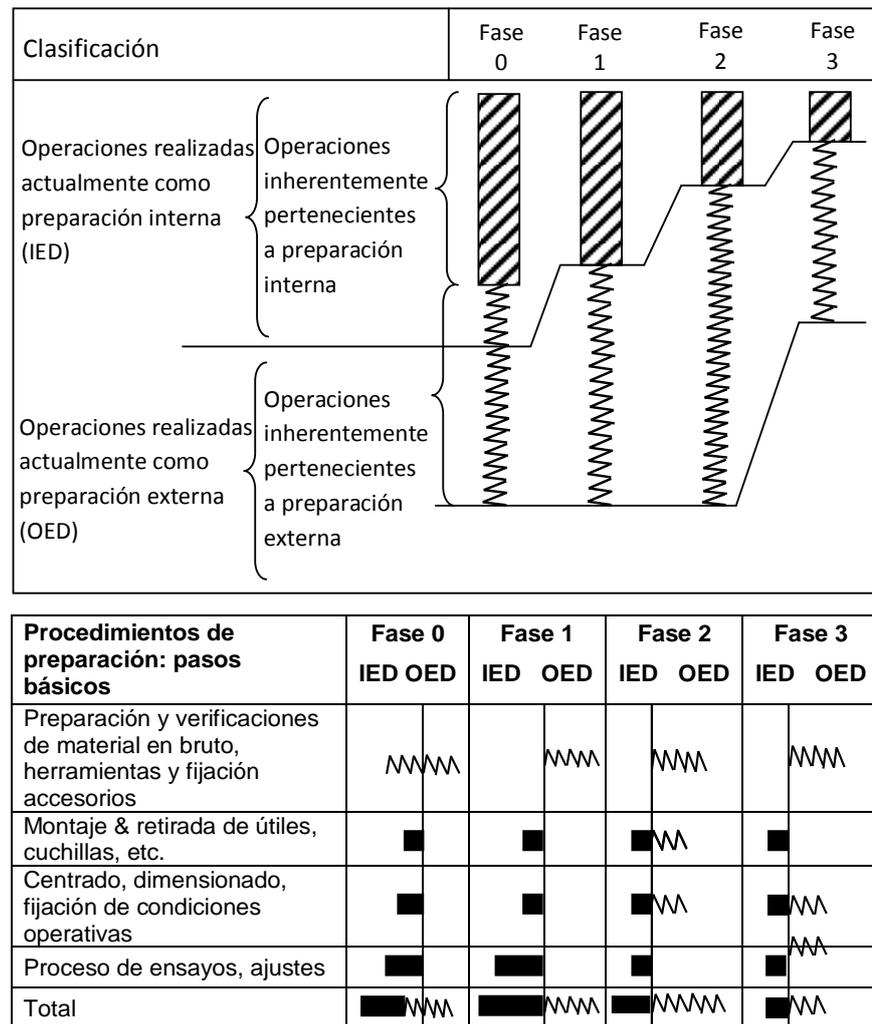
Pruebas y ajustes.

En estas etapas, los ajustes se efectúan tras realizar una pieza de prueba. Los ajustes serán tanto más fáciles cuanto mayor sea la precisión de las medidas y calibraciones del aparato interior.

La frecuencia y duración de las pruebas y ajustes dependen de la habilidad del ingeniero de preparación. La mayor dificultad de una operación de preparación estriba en el correcto ajuste del equipo, y la gran proporción del tiempo empleado en las pruebas deriva de los problemas de ajuste. Si queremos facilitar y reducir las pruebas y ajustes, el procedimiento más efectivo es incrementar la precisión de las mediciones y calibraciones realizadas en la etapa precedente.

Mejora de la Preparación: Etapas Conceptuales

Figura 2.2. Fases Conceptuales para Mejora de Preparaciones



Fuente: Una Revolución en la Producción: El Sistema SMED [TEXTO 06]

Etapa preliminar: No están diferenciadas las preparaciones interna y externa

En las operaciones de preparación tradicionales, se confunde la preparación interna con la externa y lo que puede realizarse externamente se hace internamente, permaneciendo, como consecuencia, las máquinas paradas, durante grandes períodos de tiempo. Al planificar cómo llevar a la práctica el sistema SMED, se deben estudiar en detalle las condiciones reales de la fábrica.

El mejor método que se puede utilizar es la grabación en video de la operación de preparación completa. Esto es extremadamente

efectivo si el video se muestra a los trabajadores inmediatamente después de terminar la operación. Si se les proporciona la oportunidad de expresar sus opiniones, aparecerán ideas útiles que en muchas ocasiones se pueden aplicar inmediatamente.

Aunque algunos consultores aboguen por los análisis de producción continuos como vía para mejorar la preparación de máquinas, la realidad muestra que la observación informal y las conversaciones con los trabajadores, son a menudo, suficientes.

1ª Etapa: Separación de la preparación interna y externa

El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y la externa. Todo el mundo está de acuerdo en que la preparación de piezas, el mantenimiento de los útiles y herramientas y operaciones análogas no se deben hacer mientras la máquina está parada. Sin embargo, sorprendentemente, esto ocurre con frecuencia.

Si se hace un esfuerzo científico para tratar la mayor parte posible de la operación de preparación como externa, el tiempo necesario para la preparación interna – realizada mientras la máquina no funciona – se reducirá usualmente entre un 30 y un 50 %. El dominar la distinción entre preparación interna y externa es el pasaporte para alcanzar el c

2ª Etapa: Convertir la preparación interna en externa

La segunda etapa comprende dos conceptos importantes:

- Reevaluación de operaciones para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos.

Como ejemplo se puede citar el precalentado de elementos que anteriormente se calentaban dentro del proceso de preparación. Algunas operaciones que ahora se llevan a cabo como preparación interna pueden a menudo ser convertidas en externas al examinar su verdadera función. Es extremadamente importante

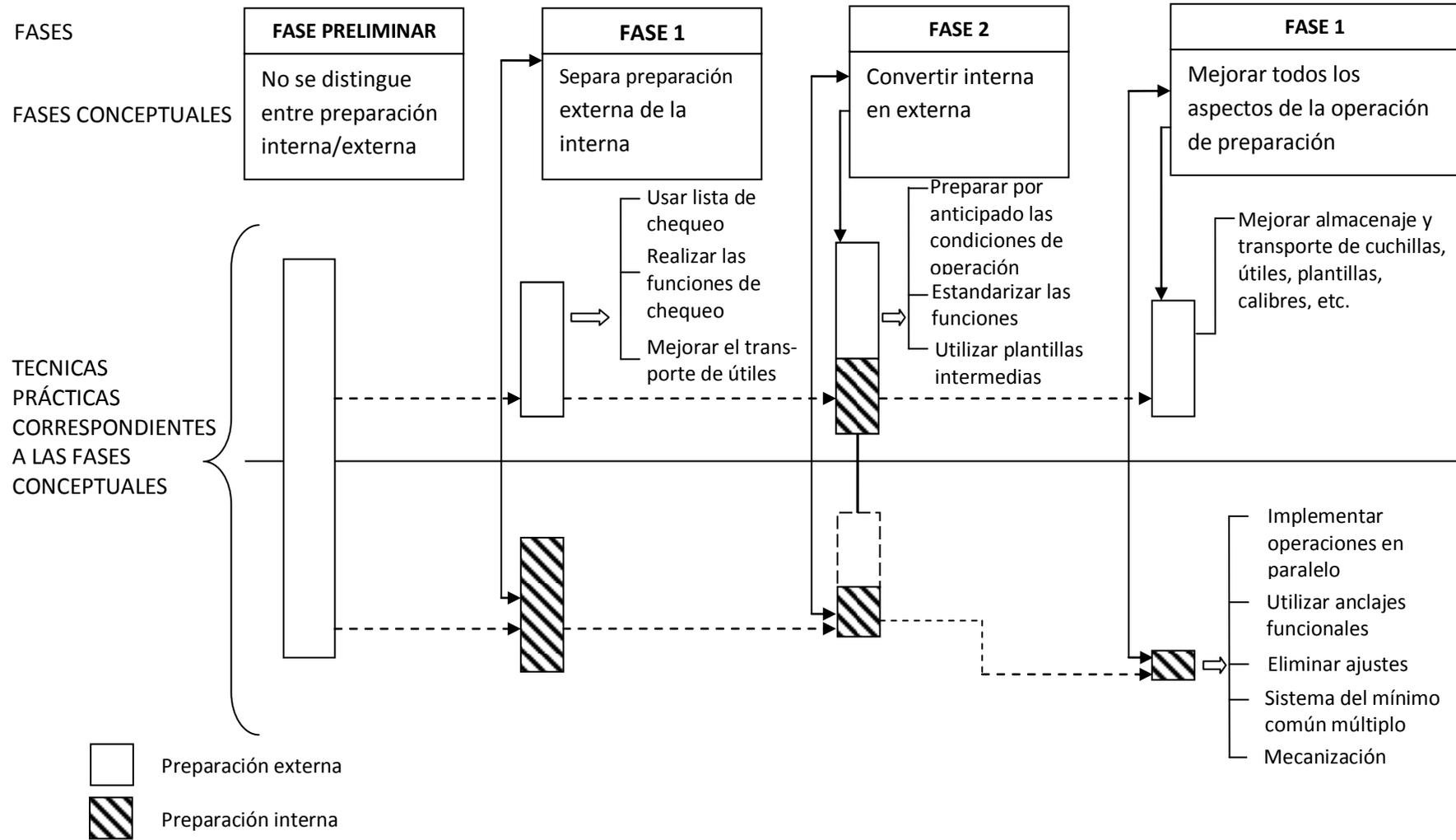
adoptar nuevos puntos de vista que no estén influenciados por viejas costumbres.

3ª Etapa: Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.

Aunque el nivel de los diez minutos se puede alcanzar algunas veces simplemente convirtiendo la preparación interna en externa, no es así en la mayoría de los casos. Esta es la razón por la que se debe concentrar esfuerzos para perfeccionar todas y cada una de las operaciones elementales que constituyen las preparaciones interna y externa. Consecuentemente, la tercera etapa necesitará un análisis detallado de cada operación elemental.

Las etapas segunda y tercera no necesitan ser llevadas a cabo en ese orden, pudiendo ser prácticamente simultáneas. [TEXTO 06]

Figura 2.3. La Preparación en Menos de Diez Minutos (SMED): Fases Conceptuales y Técnicas Prácticas



2.1.3.3. Celda de Manufactura

Una celda es un arreglo de personas, máquinas, materiales y métodos de procesamiento colocados juntos uno a otro en orden secuencial, a través del cual las partes son procesadas en un flujo continuo (o en algunos casos en un lote pequeño, que consistentemente se mantiene a lo largo de la secuencia de etapas de procesamiento). El acomodo más conocido de la celda física es la forma en “U”, pero son posibles muchas formas. El procesamiento de flujo continuo es posible también en líneas de producción rectas. Muchas empresas utilizan el término “celda” y “línea” indistintamente.

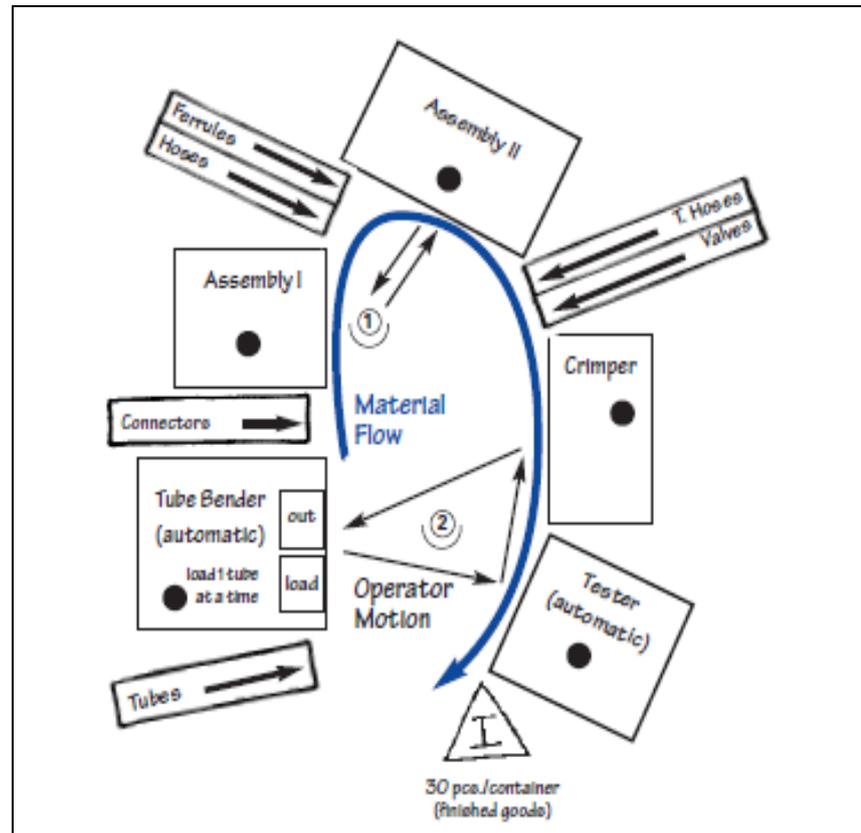
Beneficios de una Celda de Manufactura

- Mejor uso del recurso humano.
- Más fácil de automatizar.
- Más fácil de control.
- Trabajadores multifuncionales.
- Reduce el manejo de material el tránsito del tiempo.
- Reduce el tiempo de preparación.
- Reduce los inventarios de trabajos en proceso.

Fundamentos de una Celda de Manufactura

- **Flujo de material:** Las celdas se organizan en relación a otra, para que así el movimiento de material se minimice.
- **Capital de proximidad**
- **Línea de ensamble:** El diseño de las máquinas dentro de cada celda debe parecerse a una pequeña línea de ensamble.
- **Movilidad:** Los rápidos ajustes de la posición deben ser usados para organizar/reorganizar las máquinas dentro de una celda.
- **Diseño de proximidad:** Los procesos secuenciales deben ser colocados de lado a lado.
- **Estructura unificada de gestión:** Los recursos productivos necesitan responder a la misma voz. [TEXTO 07]

Figura 2.4. Ejemplo de una Celda en Forma de “U”



Fuente: Lean Lexicon [TEXT0 08]

2.1.3.4. Sistema Kanban

En japonés, Kanban significa “tarjeta” o “señal”, y es el nombre que le dan a la tarjeta de control de inventario en el sistema Pull.

El sistema Kanban determina las cantidades de producción en todos los procesos. Han sido llamados “Sistema Nervioso” de la producción ajustada porque gestiona la producción al igual que el cerebro y los nervios gestionan nuestro cuerpo. El principal beneficio del sistema Kanban es reducir la sobreproducción; y su objetivo consiste en producir sólo lo que se ha ordenado, en el momento que es ordenado, y en la cantidad ordenada.

Funciones del Kanban

1. Actuar como un sistema nervioso autónomo para el Sistema de Producción Justo a tiempo

El kanban transmite información sobre las condiciones del procesos aguas abajo al proceso aguas arriba. Esta función se puede dividir en dos roles principales:

- Proporcionar información de la orden de trabajo y del retiro. En este caso el Kanban proporciona dos tipos de información: datos de los elementos que han sido utilizados y en qué cantidades, así como también, las instrucciones sobre dónde y cómo van a ser procesados.
- Eliminar el desperdicio de la sobreproducción. En el sistema Kanban, la producción se inicia cuando los productos son retirados de los procesos anteriores, de lo contrario no se inicia la producción. Esto es lo que hace que el sistema Kanban sea un sistema Pull.

2. Actuar como un sistema nervioso autónomo para el Sistema de Producción Justo a tiempo

El Kanban permanece unido a los productos, de los cuales proporciona información, consecuentemente, sirve muy bien como una herramienta de control visual. Esta función del Kanban también desempeña dos funciones:

- Herramienta de control visual: En el sistema Kanban, la información surge como resultado del consumo de los productos. Por lo tanto, los Kanban son siempre utilizados con productos reales; y el modo en que el Kanban es desprendido de los productos da una indicación más clara de cómo las operaciones de la fábrica se están llevando a cabo y que el flujo de los productos está recibiendo la mayor prioridad de producción. Esto hace que el Kanban sea una excelente herramienta de control visual.
- Herramienta para la promoción de la mejora: Los inventarios tienden a ocultar problemas en la fábrica. Del mismo modo, un exceso de Kanban indica que hay demasiada holgura en el inventario en proceso. Reducir el número de circulación de los

Kanban puede ayudar a revelar los problemas que pueden permanecer ocultos bajo tales condiciones de holgura.

Reglas del Kanban

Como se mencionó anteriormente, los Kanban son el sistema nervioso autónomo de la fábrica y son una herramienta para construir una fábrica más fuerte y saludable. Las siguientes seis reglas deben ser observadas si se tiene la intención de aprovechar al máximo el potencial del sistema Kanban para la mejora de la fábrica.

1. Los procesos aguas abajo retiran elementos de los procesos aguas arriba

Esta regla transforma la idea de “suministrar” a la de “retirar” y en una carrera resuelve el difícil problema de sobreproducción. Se deben seguir los siguientes pasos para que esta regla sea efectiva.

- No hacer retiros sin un Kanban.
- Retirar solo la cantidad de elementos que indica el Kanban.
- El kanban siempre debe acompañar a un elemento.
- Ir de un proceso al anterior para retirar los elementos.

2. El proceso aguas arriba produce sólo lo que fue retirado

Sólo la cantidad exacta que fue retirada por el proceso aguas abajo debe ser producida. Esto previene la sobreproducción restringiendo el flujo total de las piezas.

- No producir más que el número de Kanban recibidos.
- Producir en la secuencia en la cual los Kanban han sido recibidos.

3. Enviar al siguiente proceso un 100% de productos libres de defecto

La calidad se construye en cada proceso y los procesos nunca deben enviar piezas defectuosas a los procesos aguas abajo. Esto es tan importante que algún la consideran la principal regla del kanban. Al igual que la regla 1, esto también es un rasgo distintivo de la producción ajustada.

4. Establecer el nivel de producción

La nivelación de la producción elimina variaciones en el flujo de los diferentes procesos y ayuda a mantener una producción estable. Es la manera de que todos los procesos mantengan a los equipos y trabajadores listos para producir en el momento indicado la cantidad necesaria, sin necesidad de tener un exceso de capacidad e inventarios en cada proceso. Esta regla también permite adaptarse a las fluctuaciones de la demanda mediante el ajuste de la producción a medida que cambian las condiciones.

5. Indicadores del taller

Los Kanban deben moverse con las piezas para asegurar que exista un control visual.

6. Usar el Kanban para descubrir necesidades de mejoramiento

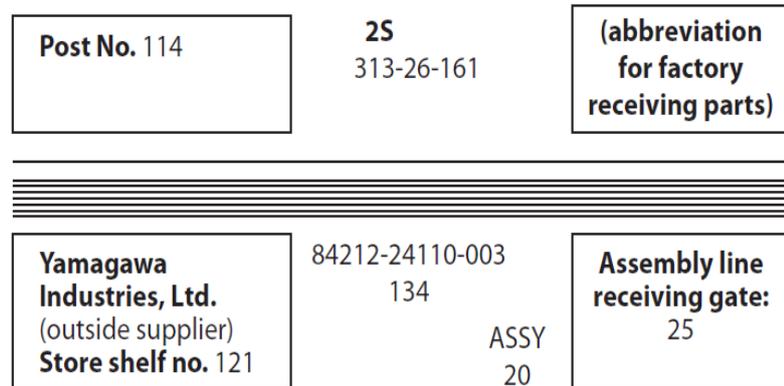
Minimizar el número de Kanban para descubrir necesidades de mejoramiento. Los problemas serán visibles conforme se vayan reduciendo el número de kanban en circulación.

Tipos del Kanban

1. Kanban proveedor

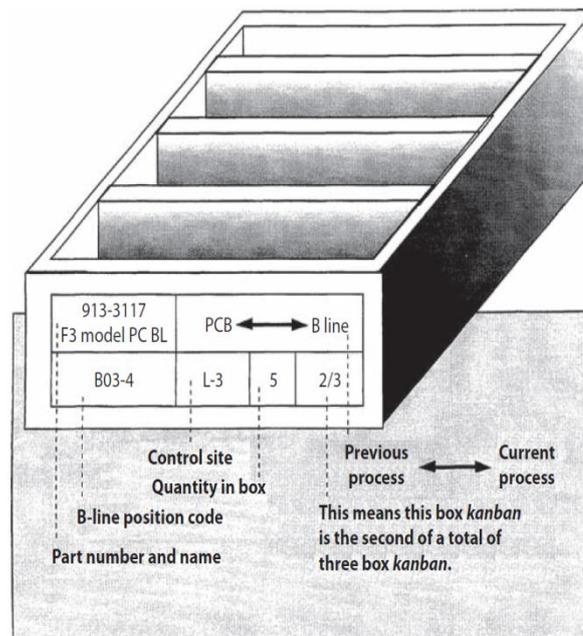
También conocidos como “Kanban de pedido de partes”, estos se utilizan para ordenar un gran número de partes que necesitan ser entregados a una línea de ensamble.

Figura 2.5. Ejemplo de un Kanban Proveedor



Fuente: JIT Implementation Manual [TEXTO 09]

Figura 2.6. Ejemplo de un Kanban en la Fábrica



Fuente: JIT Implementation Manual [TEXTO 09]

2. Kanban en la fábrica

Las líneas de ensamble también usan partes que son procesadas y entregadas dentro de la misma fábrica. Estos son usados para ordenar las partes requeridas a los procesos aguas arriba. En consecuencia también son llamados “Kanban de retiro”.

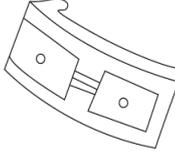
Algunas veces, los Kanban de retiro son usados incluso cuando solo una parte es retirada, o también puedes ser usados como un

Kanban de retiro secuencial para cuando las partes deben proveerse en un orden determinado para el ensamble.

3. Kanban de producción

Los Kanban de producción son usados para los inventarios de partes en proceso dentro de los procesos. Estos Kanban proporcionan instrucciones de operación en cada proceso.

Figura 2.7. Ejemplo de un Kanban de Producción

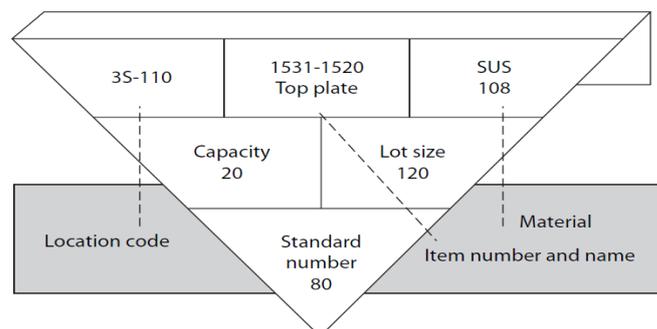
	Previous process ← → Current process	
	Process	Plating (ME-47) Coating (TO-13)
	Part name	51341-162600-00 Tail lamp rim
	Capacity	20
Control no. L-2	No. issued 6/10	

Fuente: JIT Implementation Manual [TEXTO 09]

4. Kanban de señal

Son utilizados en casos cuando la producción en lote es inevitable. Estos son usados en equipos que tienen tiempos de preparación altos para los cambios de modelo. [TEXTO 09]

Figura 2.8. Ejemplo de un Kanban de Señal



Fuente: JIT Implementation Manual [TEXTO 09]

Los Supermercados

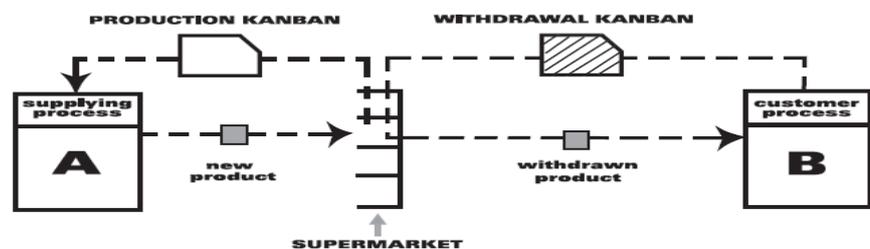
Toyota instaló el primer supermercado en la industria en 1953, en el taller de maquinado de la planta principal en la ciudad de Toyota. Taiichi Ohno, ejecutivo de Toyota, tomó la idea de los supermercados americanos, que muestran los artículos acomodados en los estantes en una localización específica, para que cada cliente vaya y tome lo que necesita.

La localización de los supermercados en el proceso es predeterminada para mantener al inventario del proceso estandarizado y está localizado cerca del cliente; cada artículo tiene una posición determinada, el cual es retirado en la cantidad que se necesita. Si un artículo es retirado, entonces debe existir una señal (kanban) que autorice a fabricar otro artículo para reponer el que se retiró.

El supermercado tiene 4 componentes:

1. **Cliente.** Retira lo que necesita cuando lo necesita.
2. **Proveedor.** Proceso que surte o produce lo que el cliente retiró.
3. **Kanban de producción.** Tarjeta o indicador visual que indica las características y cantidades de las piezas que tiene que producir el proveedor.
4. **Kanban de retiro.** Tarjeta que se utiliza para retirar productos del supermercado y moverlos hacia el proceso que el cliente requiera. [TEXTO 10]

Figura 2.9. Diagrama de Supermercado

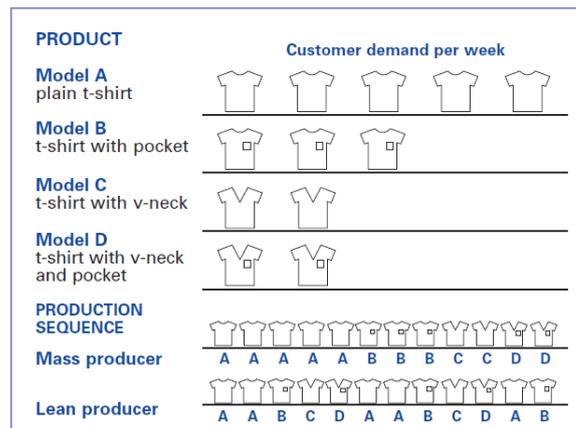


Fuente: Observar para Crear Valor [TEXTO 03]

2.1.3.5. Heijunka

Es una herramienta utilizada para nivelar el tipo y la cantidad de producción en un determinado periodo de tiempo; permite cumplir con las demandas del cliente, evitando grandes lotes y teniendo un inventario mínimo, costos bajos y tiempos de entrega reducidos. [TEXTO 10]

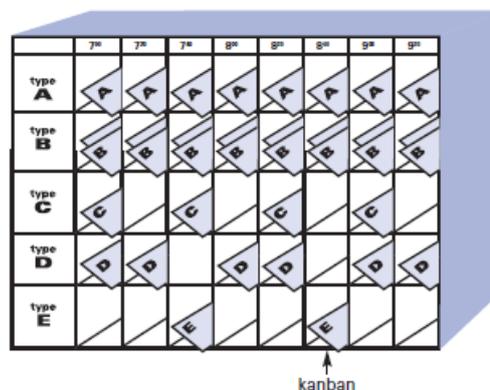
Figura 2.10. Nivelación del Mix de Producción



Fuente: Lean Lexicon (TEXTO 08]

Para la nivelación la mezcla y el volumen de producción se hace uso de una herramienta llamada “Caja Heijunka” o “Caja de nivelación”. En las filas de la caja de nivelación se coloca el tipo o número de parte a producir y en las columnas se coloca la hora a la cual se debe iniciar la producción. [TEXTO 08]

Figura 2.11. Caja de Nivelación



Fuente: Lean Lexicon (TEXTO 08]

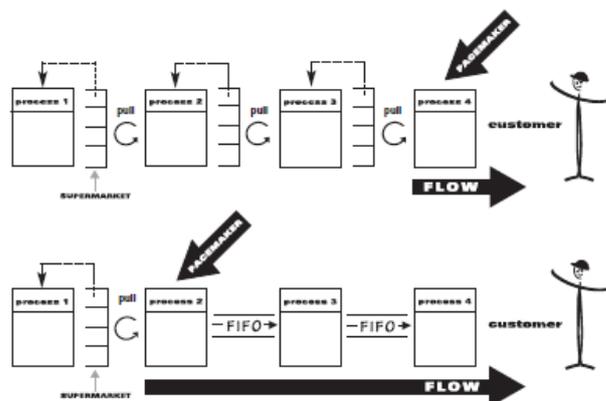
Esta herramienta es parte de la fábrica visual e indica claramente a todo el personal de la compañía el programa y las horas de producción.

Uno de los grandes beneficios de este sistema es que cualquier persona puede darse cuenta en cualquier momento cómo va el logro de la meta de producción diaria. [TEXTO 10]

La nivelación de la mezcla y volumen de la producción se realiza en el proceso marcapasos, el cual marcará el ritmo de producción del proceso. Usualmente se ubica cerca del cliente final, pero en el caso de empresas que trabajan bajo pedido, está lo más atrás posible.

El proceso marcapasos o regulador deberá estar sincronizado con el Takt time, el cual es el ritmo al que se debe producir para satisfacer la demanda del cliente. [TEXTO 03]

Figura 2.12. Ejemplos de Proceso Marcapasos



Fuente: Observar para Crear Valor [TEXTO 03]

A partir del proceso marcapasos, los siguientes procesos están conectados por medio de pasillos FIFO. La secuencia FIFO es mantenida por una línea pintada o por una barrera física que mantiene una cantidad fija de inventario. El proveedor llena ese espacio físico, mientras el cliente llena otro espacio dentro de su proceso: si se llenan los espacios no puede recibirse más material, ni producir más. De esta manera el FIFO ayuda a evitar la sobre producción. [TEXTO 10]

2.1.3.6. Las 5s

Este concepto se refiere a aplicar housekeeping, es decir, la creación y mantenimiento de áreas de trabajo limpias, organizadas y seguras. Se trata de mejorar la calidad de vida en el trabajo. Las 5S provienen de términos japoneses Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke.

Seiri (Clasificar)

El primer paso del housekeeping, incluye la clasificación de los ítems del lugar de trabajo en dos categorías lo necesario y lo innecesario. Debe establecerse un máximo sobre el número de ítems necesarios.

Una mirada inspectiva minuciosa puede revelar que en el puesto de trabajo diario sólo se necesita un número pequeño de elementos y herramientas; muchos objetos nunca se utilizaran o solo se necesitarán en pocas ocasiones, por ejemplo: herramientas sin uso, productos defectuosos, sobrantes, materias primas sin uso, contenedores, escritorios, bancos de trabajo, archivos de documentos, estantes, tarimas, cajas y otros ítems. Un método práctico y fácil consiste en retirar cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos 30 días. La aplicación del método Seiri consiste en:

- Confeccione etiquetas circulares de color rojo de un tamaño que se pueda apreciar a simple vista.
- Seleccione un área de trabajo, y coloque etiquetas rojas sobre los elementos que considera innecesarios.
- Cuando no está claro si se necesita o no un determinado ítem, debe colocarse una etiqueta roja sobre este, para poder conservar estos ítems, debe demostrar su necesidad.
- Todo lo que tenga una etiqueta roja debe retirarse del lugar de trabajo.

- Las cosas que no tengan un uso futuro evidente y que no tengan valor intrínseco, se descartan.
- Las cosas que no se vayan a necesitar en los próximos 30 días pero que podrían utilizarse en algún momento en el futuro, se llevan a bodegas.
- El trabajo en proceso que exceda las necesidades del lugar deberá enviarse a bodega o devolverse al proceso responsable de producir el excedente.
- Al final de la campaña Seiri, todo el personal debe reunirse y mirar el montón de desperdicios.
- En esta etapa debe determinarse el número máximo de ítems que deben permanecer en el lugar de trabajo: partes y suministros, trabajo en proceso, etc.

Seiton (Ordenar)

Una vez que se han retirado del lugar de trabajo los ítems innecesarios, queda solamente el número mínimo de ítems necesarios para realizar los trabajos estos se deben clasificar y disponer en forma ordenada con el fin de disminuir los tiempos de búsqueda.

Para que exista un orden, cada ítem debe tener:

- Una ubicación clara.
- Una cantidad máxima permitida.
- Un nombre.
- Un volumen designado.

Cuando se ha alcanzado el nivel máximo permitido de inventario, debe detenerse la producción en el proceso anterior, no hay necesidad de producir más de lo que puede consumir el proceso siguiente. De esta forma, seiton garantiza el flujo de un número mínimo de ítems de estación a estación.

Seiso (Limpiar)

Es mantener limpio el entorno, máquinas, herramientas, pisos, paredes y otras áreas del lugar de trabajo.

Al mantener limpia una máquina se puede descubrir muchos defectos de funcionamiento. Cuando la máquina está cubierta de aceite, hollín o polvo, es difícil identificar cualquier problema que se pueda estar formando. Sin embargo, mientras se limpia la máquina podemos detectar con facilidad una fuga de aceite, una grieta que se esté formando o bien tuercas y tornillos sueltos. Una vez detectados estos problemas se pueden solucionar con facilidad.

Seiso constituye una gran experiencia de aprendizaje para los operarios, ya que pueden hacer muchos descubrimientos útiles mientras limpian las máquinas.

Seiktsu (Estandarizar)

El estandarizar pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3S.

Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la ubicación 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.

Shitsuke (Disciplina)

Solo la disciplina evitará el incumplimiento de las normas y procedimientos ya establecidos. La disciplina implica control periódico, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por los demás para tener una mejor calidad de vida laboral.

Evaluación de las 5S

Con el fin de revisar el progreso alcanzado, se debe realizar una evaluación en forma regular. Solamente después de aprobado el trabajo en el primer paso, los trabajadores podrán seguir al paso siguiente.

- Autoevaluación.
- Evaluación por parte de un consultor experto.
- Evaluación por parte de un superior.
- Una combinación de los tres puntos anteriores.
- Competencia entre grupos.

Beneficios de las 5S

Algunos de los beneficios que generan las estrategias de las 5S son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados
- Mayor calidad
- Tiempos de respuesta más cortos
- Aumenta la vida útil de los equipos
- Genera cultura organizacional
- Reducción en las pérdidas y mermas por producciones con defectos [URL 05]

2.1.3.7. Just in Time

Just-in-Time fue creado y desarrollado en la empresa Toyota por el ingeniero Taiichi Ohno. Su concepto principal es que define el despilfarro como cualquier actividad que no aporta valor para el cliente. Toyota adoptó la estrategia de eliminar todo uso de recursos por encima del mínimo teórico necesario (mano de obra,

equipos, tiempo, espacio, energía), además, de comprar los productos en el momento preciso y en las cantidades requeridas.

La principal fuente de despilfarro es la existencia de stocks en sus diversas formas, lo que arrastra o genera ineficiencias (sobreproducción, procesos inadecuados, movimientos improductivos, productos defectuosos, tiempos muertos, etc.)

Así nace el concepto justo a tiempo, como base de un sistema de arrastre o pull , el que busca producir en cada etapa del proceso la clase de piezas o componentes requeridos, en las cantidades necesarias y en el momento oportuno y si fuera posible, con calidad perfecta.

El sistema Just-in-Time tiene cuatro objetivos esenciales que son:

1. Atacar los problemas fundamentales.
2. Eliminar despilfarros.
3. Buscar la simplicidad.
4. Diseñar sistemas para identificar problemas.

Estos cuatro principios forman una estructura alrededor de la cual podemos formular la aplicación del sistema JIT.

Atacar los problemas fundamentales

Una manera de ver ello es a través de la analogía del río de las existencias (figura 5). El nivel del río representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco que navega por el mismo. Cuando una empresa intenta bajar el nivel del río (o sea reducir el nivel de sus existencias) descubre rocas, es decir, problemas. Hasta hace poco, cuando estos problemas surgían en las empresas tradicionales, la respuesta era aumentar las existencias para tapar el problema. En cambio, la filosofía del JIT indica que cuando aparecen problemas debemos enfrentarnos a ellos y resolverlos (las rocas deben eliminarse del lecho del río). El nivel de las existencias puede reducirse entonces gradualmente

hasta descubrir otro problema; este problema también se resolvería, y así sucesivamente.

Eliminar despilfarros

En este contexto significa eliminar todo aquello que no añade valor al producto. Ejemplos de operaciones que añaden valor son los procesos como cortar metal, soldar, insertar componentes electrónicos, etc. Ejemplos de operaciones que no añaden valor son la inspección, el transporte, el almacenaje, la preparación, entre otros. Por ejemplo el enfoque tradicional es tener inspectores estratégicamente situados para examinar las piezas y si es necesario, interceptarlas. Esto conlleva ciertas desventajas, incluyendo el tiempo que se tarda en inspeccionar las piezas y el hecho de que los inspectores muchas veces descubren las fallas cuando ya se ha fabricado un lote entero, con lo cual hay que reprocesar todo el lote o desecharlo, dos soluciones sin lugar a dudas muy caras.

En el enfoque Just-in-Time se orienta a eliminar la necesidad de una fase de inspección independiente, poniendo el énfasis en dos imperativos:

1. Hacer bien las cosas a la primera.
2. Conseguir que el operario asuma la responsabilidad de controlar el proceso y llevar a cabo las medidas correctivas que sean necesarias, proporcionándole unas pautas que debe alcanzar.

Eliminar despilfarros requiere una lucha continua para aumentar gradualmente la eficiencia de la organización y exige la colaboración de una gran parte de las personas de la empresa. Si se quiere eliminar las pérdidas con eficacia, el programa debe implicar una participación total de la mayor parte de los empleados. Ello significa que hay que cambiar el enfoque tradicional de decirle a cada empleado exactamente lo que debe hacer, y pasar a la filosofía JIT en la cual se pone un especial

énfasis en la necesidad de respetar a los trabajadores e incluir sus aportes cuando se formulen planes y se hagan funcionar las instalaciones. Sólo de esta forma podremos utilizar plenamente las experiencias y pericias de los trabajadores.

Buscar de la simplicidad

Los enfoques de la gestión productiva de moda durante la década de los setenta y principio de los ochenta se basaban en la premisa de que la complejidad era inevitable. JIT pone énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el principio de que enfoques simples conducirán hacia una gestión más eficaz. El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre dos zonas: Flujo de material y el Control.

Flujo de material

Consiste en eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales.

La mayoría de las plantas occidentales fabrican en base a lotes, están organizadas en base a una disposición por procesos. Cada proceso implica una considerable cantidad de tiempo de espera que se añade al tiempo que se invierte en el transporte de los artículos de un proceso a otro. Las consecuencias son largos plazos de fabricación, problemas de planificación, retrasos en las entregas, cancelación de pedidos, cambio en las prioridades, los productos se paran y quedan estancados en la fábrica.

El Control

Just in Time examina la fábrica y parte de la base de que se puede conseguir muy poco colocando un control complejo en una fábrica compleja.

JIT pone énfasis en la necesidad de simplificar la complejidad de la fábrica y adoptar un sistema simple de controles. El enfoque JIT, está basado en el uso de los sistemas de arrastre, asegura que la producción no exceda de las necesidades inmediatas,

reduciendo así el producto en curso y los niveles de existencias; al mismo tiempo, disminuye los plazos de fabricación y el tiempo se invierte en eliminar las fuentes de futuros problemas mediante un programa de mantenimiento preventivo. Just-in-Time hace uso del sistema de arrastre Kanban, elimina el conjunto complejo de flujos de datos, ya que es esencialmente, en su forma original, un sistema manual. Esta es la principal diferencia con respecto a los enfoques occidentales de control de materiales. Si disminuye la demanda, el personal y la maquinaria no producen artículos.

Las principales ventajas que se pueden obtener del uso de los sistemas Just-in-Time tipo arrastre son las siguientes:

1. Reducción de la cantidad de productos en curso.
2. Reducción de los niveles de existencias.
3. Reducción de los plazos de fabricación.
4. Reducción gradual de la cantidad de productos en curso.
5. Identificación de las zonas que crean cuellos de botella.
6. Identificación de los problemas de calidad.
7. Gestión más simple.

Establecer sistemas para identificar problemas.

El sistema de arrastre Kanban saca los problemas a la luz, en tanto que el control estadístico de procesos (CEP) ayuda a identificar la fuente del problema. Con el JIT, cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso y cualquier sistema que los enmascare, perjudicial. Los sistemas diseñados con la aplicación del JIT deben pensarse de manera que accionen algún tipo de aviso cuando surja un problema. Hay que hacer dos cosas:

1. Establecer mecanismos para identificar los problemas.

2. Estar dispuesto a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

Los objetivos del Just-in-Time suelen resumirse en la denominada "Teoría de los Cinco Ceros", siendo estos:

- Cero Defectos.
- Cero Averías.
- Cero Stock.
- Cero Plazos.
- Cero Papel. [URL 05]

2.1.3.8. Jidoka

La palabra jidoka se refiere a "la automatización con un toque humano", en contraposición a una máquina automática que sólo se mueve bajo la vigilancia y supervisión de un operador. Este concepto tiene sus orígenes en el telar automático inventado en 1896 por Sakichi Toyoda fundador de Toyota.

Jidoka permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad. Así, por ejemplo, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá ya sea automática o manualmente, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. Todo lo contrario a los sistemas tradicionales de calidad, en los cuales las piezas son inspeccionadas al final de su proceso productivo. Jidoka mejora la calidad en el proceso ya que solo se producirán piezas con cero defectos.

Jidoka no funciona con sólo con el simple hecho de detectar una anomalía y parar la línea, es algo más, es corregir la condición anormal e investigar la causa raíz para eliminarla para siempre. Una buena ejecución de Jidoka consta de cuatro pasos:

1. Detectar la anomalía.
2. Detener la línea de producción.

3. Fijar o corregir la condición anormal.
4. Investigar la causa raíz e implementar las medidas correctivas.

Los dos primeros pasos pueden ser automatizados, los pasos tres y cuatro son de total dominio de personas, ya que requieren de un diagnóstico, de un análisis y de una resolución de problemas.

Dos de los elementos esenciales para Jidoka funcione son sistemas Andon y Poka-yoke. [URL 05]

2.1.3.9. Andon

Es el término japonés que significa "ayuda". Es un tablero de luces o señales luminosas que indican las condiciones de trabajo de un área entera de producción, el color indica el tipo de problema o la condición de trabajo.

El tablero de alarmas será activado vía tirón de una cuerda o al apretar un botón por el operador para una línea productiva, también se puede activar automáticamente.

Si un problema ocurre, el tablero de Andon se iluminará para señalar al supervisor que la estación de trabajo está en problema. A veces se incorpora una melodía junto con la tabla de Andon para proporcionar un signo audible para ayudar al supervisor a comprender hay un problema en su área.

Las variantes para los sistemas Andon son ilimitadas y el diseño depende del tipo de proceso y cantidad de líneas o máquinas que se deseen monitorear.

Los Sistemas Andon simples con luz de un solo color

Las luces apagadas indican que el proceso está trabajando normalmente, las luces encendidas indican al supervisor la estación de trabajo donde existe una anomalía, pero no indica que tipo de problema. El supervisor tendrá que coordinar una acción junto con el departamento involucrado una vez que se

entera de viva voz del operador del detalle de la anomalía. Una vez solucionado se apaga la luz.

Los Sistemas Andon Matriz con luz de un solo color

Este tipo de tablero alerta al supervisor e indica el lugar y el tipo de anomalía que se está produciendo. Por ejemplo puede ser problemas de materia prima, mantenimiento, calidad etc. una vez solucionado el problema se vuelve a apagar la luz.

Los Sistemas Andon Multicolor

Indican al supervisor del área el lugar y el tipo de anomalía, pero como esta señalado con colores específicos para los departamentos de apoyo como mantención, calidad, suministros permite que ellos se enteren inmediatamente del problema.

El significado de cada luz de color cada empresa lo maneja a su gusto por ejemplo:

Figura 2.13. Luces Utilizadas en Tableros Andon

Luces apagadas		Trabajando normalmente
Amarillo		Llamado a Materiales
Rojo		Llamado a Mantenimiento
Blanco		Llamado a Operaciones
Azul		Llamado a Calidad

Fuente: Herramientas de Lean Manufacturing [URL 05]

Ventajas de los sistemas Andon

- Permite acciones correctivas oportunas alertando al personal cuando ocurren las condiciones anormales.
- Ayuda los supervisores a pasar menos tiempo y esfuerzo supervisando la situación, y más tiempo que solucionando anomalías.
- Elimina la corrección tardía basándose en reportes, los operadores pueden divulgar averías inmediatamente y las

medidas correctivas se pueden realizar en la fuente con evidencias aun frescas.

- Son simples y fáciles entender. [URL 05]

2.1.3.10. Pokayoke

Este concepto fue desarrollado por Shigeo Shingo en los años 60 quien lo desarrolló ampliamente en la empresa Toyota. El término Poka Yoke significa "a prueba de errores" y viene de las palabras japonesas "poka" (error inadvertido) y "yoke" (prevenir).

La finalidad de los dispositivos Poka Yoke son detectar fallas antes de que sucedan.

Originalmente el sistema se concibió para corregir los errores de piezas mal fabricadas las cuales seguían en el proceso productivo con el consiguiente aumento de costos por reproceso, actualmente, también se garantiza la seguridad de los trabajadores de cualquier máquina o proceso en el cual se encuentren relacionados, de esta manera, se evitan accidentes.

Afirmaba Shingo que la causa de los errores estaba en los trabajadores y los defectos en las piezas fabricadas se producían por no corregir aquéllos, si los errores no se permite que se presenten en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el reproceso poco. Esto aumenta la satisfacción del cliente y disminuye los costos al mismo tiempo.

Los sistemas Poka-yoke son herramientas simples que permiten llevar a cabo el 100% de inspección, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren.

Un sistema Poka-Yoke posee dos funciones:

1. La primera es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas.
2. La segunda es detectar anomalías, dar retroalimentación y acción correctiva.

El primer paso para lograr cero defectos es distinguir entre errores y defectos.

- Defectos, son resultados
- Errores son las causas de los resultados

Objetivos a lograr con poka-yoke

1. Evitar de algún modo el error humano

Los seres humanos siempre estamos propensos a cometer errores, tener incidentes o accidentes y algunas causas son:

- Olvidos,
- Desconocimiento o inexperiencia;
- Identificación mala de una situación por apuro o por estar alejada de la misma,
- Voluntarios cuando decidimos ignorar las reglas,
- Lentitud de acciones con respecto una situación,
- Falta de estándar, pautas o procedimientos,
- Cuando la situación es diferente a la que se da normalmente,
- Intencionales Son los sabotajes.

2. Resaltar el defecto tal manera que sea obvio

Algunos defectos que se pueden detectar son:

- Montaje de piezas defectuoso.
- Piezas omitidas.
- Piezas equivocadas.
- Proceso equivocado (Proceso para otro ítem)
- Operación defectuosa.

- Ajuste defectuoso.
- Montaje del equipo defectuoso.
- Herramientas y / o útiles mal preparados

Clasificación de los métodos Poka-yoke

1. Métodos de contacto. Son métodos donde un dispositivo sensitivo detecta las anormalidades en el acabado o las dimensiones de la pieza, donde puede o no haber contacto entre el dispositivo y el producto.

2. Método de valor fijo. Con este método, las anormalidades son detectadas por medio de la inspección de un número específico de movimientos, en casos donde las operaciones deben de repetirse un número predeterminado de veces.

3. Método del paso-movimiento. Estos son métodos en el cual las anormalidades son detectadas inspeccionando los errores en movimientos estándares donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Este método es extremadamente efectivo y tiene un amplio rango de aplicación. La posibilidad de su uso debe de considerarse siempre que se esté planeando la implementación de un dispositivo Poka-Yoke.

Ejemplos de poka-yoke aplicados serían:

- Formularios de colores determinados para su más fácil identificación y archivo, evitando el archivar en un lugar incorrecto y de hacerlo poder identificar rápidamente el error.
- La utilización de lector de código de barras para evitar el error de carga de datos precios o códigos.
- Los interruptores de los circuitos eléctricos que previenen incendios al cortar la corriente eléctrica cuando existe una sobrecarga.

- Los lavamanos cuentan con un orificio cerca del borde superior que previene el derramamiento del agua fuera del lavamanos. [URL 05]

2.1.3.11. TPM (Total Productive Maintenance)

El concepto de TPM (Mantenimiento total productivo) nace en la empresa Toyota bajo el alero del Sistema de Producción Toyota. Esta nueva forma de abordar el mantenimiento fue desarrollado a fines de los años sesenta por el ingeniero Seiichi Nakajima con la guía de Shigeo Shingo y con la premisa de Total Quality Management (TQM), ideó una forma de lograr Cero paradas y Cero defectos en el sistema productivo.

TPM es un sistema innovador de producción que consiste en que el personal día a día realice actividades de mantenimiento básico a la maquinaria, equipos e instalaciones, esto permite el mejoramiento continuo a través del conocimiento profundo de la maquinaria y proceso por parte del operario.

Conceptos y definiciones

El objetivo del mantenimiento de máquinas y equipos lo podemos definir cómo conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo costo y con el máximo de seguridad para el personal que las utiliza y mantiene.

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que la maquina está dispuesta para la producción respecto al tiempo total. Esta disponibilidad depende de dos factores críticos:

1. La fiabilidad, es un índice de la calidad de las instalaciones y de su estado de conservación, y se mide por el tiempo medio entre averías. Tiempo entre fallas.
2. La mantenibilidad es representado por el tiempo que se demora en reparar la falla.

En consecuencia, un adecuado nivel de disponibilidad se alcanzará con unos óptimos niveles de fiabilidad y de mantenibilidad, es decir, que ocurran pocas averías y que éstas se reparen rápidamente.

Evolución del TPM

Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas:

- 1. El Mantenimiento de Reparaciones (o Reactivo)**, el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y una vez ejecutada la reparación no se buscaban las causas.
- 2. El Mantenimiento Preventivo**, Con ésta metodología de trabajo se busca por sobre todas las cosas la mayor rentabilidad económica en base a la máxima producción, estableciéndose para ello funciones de mantenimiento orientadas a detectar y/o prevenir posibles fallos antes que tuvieran lugar.
- 3. El Mantenimiento Productivo**, constituye la tercera fase de desarrollo antes de llegar al TPM. El Mantenimiento Productivo incluye los principios del Mantenimiento Preventivo, pero le agrega un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo, más labores e índices destinados a mejorar la fiabilidad y mantenibilidad.

TPM desarrolla e incorpora una serie de conceptos nuevos a los métodos existentes, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las

Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo.

El TPM adopta cómo filosofía el principio de mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos. El Mantenimiento Productivo Total ha recogido también los conceptos relacionados con el Mantenimiento Basado en el Tiempo (MBT) y el Mantenimiento Basado en las Condiciones (MBC).

El MBT trata de planificar las actividades de mantenimiento del equipo de forma periódica, sustituyendo en el momento adecuado las partes que se prevean de dichos equipos, para garantizar su buen funcionamiento.

El MBC trata de planificar el control a ejercer sobre el equipo y sus partes, a fin de asegurarse de que reúnan las condiciones necesarias para una correcta operación y puedan prevenirse posibles averías o anomalías de cualquier tipo.

El TPM constituye un nuevo concepto en materia de mantenimiento, basado este en los siguientes cinco principios fundamentales:

1. Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos permite garantizar el éxito del objetivo.
2. Creación de una cultura corporativa orientada a la obtención de la máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de los equipos y maquinarias. De tal forma se trata de llegar a la Eficacia Global (OEE).
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas tal que se facilite la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y se consigan los objetivos.
4. Implantación del mantenimiento preventivo como medio básico para alcanzar el objetivo de cero pérdidas mediante actividades

integradas en pequeños grupos de trabajo y apoyado en el soporte que proporciona el mantenimiento autónomo.

5. Aplicación de los sistemas de gestión de todos los aspectos de la producción, incluyendo diseño y desarrollo, ventas y dirección.

La aplicación del TPM garantiza a las empresas resultados en cuanto a la mejora de la productividad de los equipos, mejoras corporativas, mayor capacitación del personal y transformación del puesto de trabajo.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.
- Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos.
- Formación y entrenamiento del personal.

Para que TPM pueda funcionar se deben exponer los defectos ocultos y restaurar las condiciones óptimas del equipo antes de su deterioro.

Las siguientes cinco medidas ayudan a eliminar los desperfectos:

1. Regularice las condiciones básicas de: Limpieza, lubricación y reapriete.
2. Seguir los procedimientos de operación.
3. Elimine el desperfecto.
4. Mejore las debilidades del diseño.

5. Mejore las habilidades y destrezas de los operadores y operarios de mantenimiento. [URL 05]

2.1.3.12. Kaizen

Kaizen significa mejoramiento continuo. El concepto fue desarrollado por el Dr. Masaaki Imai quien determino que kaizen es como una sombrilla que cubre todos los aspectos para la mejora de los procesos productivos y el control de calidad.

Kaizen se define a partir de dos palabras japonesas "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar, así, podemos decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo", como comúnmente se le conoce.

Kaizen es más que una metodología para mejorar procesos, es una cultura, de mejorar día a día la cual debe ser liderada por la alta dirección de la empresa.

Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial, que se emplean para mejorar los procesos productivos. Kaizen se enfoca a la gente y a la estandarización de los procesos. Su práctica requiere de un equipo integrado por personal de producción, mantenimiento, calidad, ingeniería, compras, logística y demás empleados que el equipo considere necesario. No es exclusividad de expertos, master ni doctorados en calidad o sistemas de producción. Se practica en el Gemba (en el punto de trabajo) con la gente de la planta coordinada por un facilitador.

El objetivo de Kaizen es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y de los métodos de trabajo por operación, además, se enfoca a la eliminación de las tres "M" Mudas (desperdicios), Muri (tensión), Mura (Discrepancia).

Entre los instrumentos utilizados en Kaizen se encuentran:

1. El Círculo de Deming,

- a) Planificar
- b) Hacer
- c) Implementar
- d) Chequear

2. Las cinco "S",**3. Las siete herramientas estadísticas para la solución de problemas,**

- a) Diagrama de Pareto
- b) Diagrama de Causa y Efecto
- c) Histogramas
- d) Cartas de Control
- e) Diagramas de Dispersión
- f) Gráficas de Control
- g) Hojas de Comprobación

4. Las nuevas siete herramientas,

- a) Diagrama de Relaciones
- b) Diagrama de Afinidad
- c) Diagrama de Árbol
- d) Diagrama Matricial
- e) Diagrama Matricial para análisis de datos
- f) Carta de Programa de Decisión de Procesos
- g) Diagrama de Flechas

5. El trabajo en equipo.

La aplicación correcta y constante de estas técnicas garantiza el incremento de un 5% mínimo mensual de productividad en cualquier área seis semanas después de su implementación.

Kaizen, al contrario de otras "filosofías empresariales", no se trata de realizar grandes cambios en las líneas productivas, se enfoca en realizar mejoras pequeñas, pero continuadas en todas las actividades, paso a paso y no a grandes zancadas.

Implementación de Kaizen

La aplicación del Kaizen consiste básicamente de cuatro pasos que conforman un proceso estructurado:

1. Planeamiento objetivos estratégico
2. Diagnostico de la causa raíz: identificación y diagnóstico de problemas.
3. Solución de la causa raíz.
4. Mantenimiento de resultados.

Una vez que se ha logrado cumplir con estos cuatro pasos y se ha conseguido mejorar en cuanto a la satisfacción del cliente, se debe proceder a buscar nuevos objetivos que permitan reiniciar el proceso, realizando esto de manera fluida y continua en cada Gemba.

Cada vez que se logra finalizar el proceso, es decir cuando se llega al paso de mantenimiento de resultados, resulta oportuno que se recompense al equipo involucrado en la mejora, dicha recompensa debe ser proporcional al logro alcanzado.

La búsqueda constante de nuevos objetivos en los equipos de trabajo, por lo general trae consecuencias benéficas en términos de innovación y lógicamente en calidad.

Para que Kaizen de resultados positivos, hay que dar participación a los empleados, es decir, hay que mirar la empresa al revés,

colocando a las personas de base en los primeros lugares ya que son ellos quienes conocen qué y cómo se puede mejorar, esto implica que la dirección y los empleados deben apostar por un cambio de mentalidad, en el cual los primeros aprenderán a soltar las riendas y los segundos a afrontar mayores responsabilidades.
[URL 05]

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DE NORSAC S.A. Y SUS PROCESOS PRODUCTIVOS

3.1. Antecedentes de NORSAC S.A.

NORSAC S.A. es la empresa líder en el Perú en la fabricación y comercialización de sacos y telas de polipropileno. Fue fundada en 1967 por Germán Aguirre Ugarte e inició sus operaciones en 1968 en la ciudad de Trujillo, convirtiéndose en la primera empresa de este tipo instalada en América y la primera en el mundo en operar con telares circulares.

NORSAC S.A. inició sus operaciones con la más avanzada tecnología y el personal más calificado del medio. Técnicos europeos de la prestigiosa firma FAIRBAIN LAWSON de Inglaterra, hicieron posible el montaje de la importante fábrica de tejidos de polipropileno del Perú.

3.2. Misión y Visión de NORSAC S.A.

3.2.1. Misión

“Somos una industria peruana, pionera en el mundo desde 1,967 dedicada a la creación, diseño, fabricación, y comercialización de envases y recubrimientos de tela de Polipropileno, de la mejor calidad y al más bajo costo, que protegen y conservan los bienes y productos de nuestros clientes durante su almacenamiento y transporte.

Trabajamos con maquinaria de tecnología de punta, recursos humanos de primer nivel, y bajo un Sistema de gestión ISO 9001; y donde además el Proceso de Mejoramiento continuo y la innovación permanente de productos y procesos es el modo de trabajo diario de todo su personal.”

3.2.2. Visión

“NORSAC S.A. aspira a ser líder en la fabricación y comercialización de envases y recubrimientos de polipropileno con una participación mayoritaria en el mercado peruano y con presencia importante en otros mercados de la

región. También a ser reconocida como una de las mejores empresas de Sudamérica por sus productos de excelente calidad y bajo precio.” [URL 06]

3.3. Estructura Organizacional

NORSAC S.A. es una empresa con capitales, en su mayoría de origen peruano, representados por la familia García Belaunde quienes junto a Promotora Cerro Azul, Jaime Plasencia y otros inversionistas integran la Junta de Accionistas. Esta junta ha nombrado a un Directorio presidido actualmente por Domingo García Belaunde Saldías. La Gerencia General de la empresa está a cargo de Hernann Braun Stromsdorfer, quien junto a los gerentes de las diferentes áreas lleva a cabo la gestión de la organización.

Las áreas de NORSAC S.A. están representadas por:

- **Gerencia Financiera:** Julián Genaro Henostroza Díaz
- **Superintendencia de planta:** Carlos Venegas Kemper
- **Gerencia Comercial:** José Benaim Olsvang
- **Gerente de Recursos Humanos:** José Antonio Alva Bazán
- **Gerencia Administrativa:** Mariano Arturo Marreros Álvarez

Cada una de estas áreas está conformada por diferentes departamentos y personal con diferentes funciones. (Ver Anexo 1. Organigrama de NORSAC)

3.4. Productos y Clientes

3.4.1. Productos

NORSAC S.A. cuenta con una alta gama de productos de calidad elaborados con tecnología de punta para asegurar la total satisfacción de sus clientes. Entre estos tenemos:

- Sacos de polipropileno,
- Telas de polipropileno,
- Cinta fibrilizada,
- Tela manga y cordeles trenzados de polipropileno

Sacos de Polipropileno

Tabla 3.1. Sacos Tubulares de NORSAC S.A.

SACOS TUBULARES	
	<p>Uso / Color: Envasado de harina de pescado, arroz, harina de trigo, azúcar, químicos, etc. Color de acuerdo al requerimiento del cliente.</p>
	<p>Dimensiones: Ancho de boca de 30 a 85 centímetros. Longitud requerida por el cliente previa coordinación.</p>
	<p>Impresión Flexográfica: Impresión en la parte frontal y/o posterior del saco con el logotipo y la combinación de colores solicitados por el cliente. Clise elaborado en fotopolímero. Los logotipos pueden ser diseñados y confeccionados en nuestro Departamento de Diseño Gráfico. También es posible, realizar impresiones en policromía.</p>
	<p>Corte y Costura: El corte térmico en zigzag o corte en caliente. Corte térmico recto o corte en frío. La costura se realiza con hilo retorcido de alta tenacidad de polipropileno o con hilo multifilamento del mismo material.</p>
	<p>Características Adicionales: Laminado, microperforado, fuelle, válvula y basta en la boca. Estabilizado a la luz ultravioleta.</p>

Fuente: URL 06

Tabla 3.2. Sacos Malla de NORSAC S.A.

SACOS MALLA (LENO)	
	<p>Uso: Este producto es usado para el envasado de cebolla, limones, papas, frutas, verduras, etc. Son sacos livianos y resistentes con tejido de malla que permite la aeración del producto que envasa.</p>
	<p>Color / Costura: De acuerdo a requerimiento de cliente. Costura con hilo multifilamento de polipropileno</p>
	<p>Dimensiones: Ancho de boca de 25 a 80 centímetros y de longitud requerida por el cliente.</p>
	<p>Características Adicionales: Basta y pita de cierre en la boca.</p>

Fuente: URL 06

Tabla 3.3. Maxisacos de NORSAC S.A.

MAXISACOS (BIG BAG)	
	Uso: Este es un producto contenedor flexible de carga intermedia.
	Color / Costura: De acuerdo a requerimiento de cliente. Costura con hilo retorcido de alta tenacidad de polipropileno o poliéster.
	Modelos: Open top, con válvula de carga, válvula de descarga y fondo cerrado, con solapa, etc.
	Características Adicionales: Laminado, liner e impresión

Fuente: URL 06

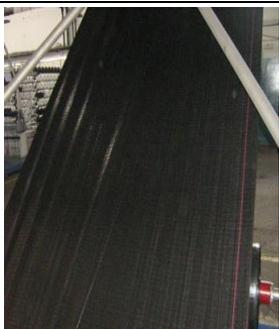
Telas de Polipropileno

Tabla 3.4. Tela Plana de NORSAC S.A.

TELA PLANA	
	Uso: Es usado para recubrimientos de techos y paredes de galpones, además de ser aprovechados en geotextiles, agricultura y carreteras.
	Color: De acuerdo a requerimiento de cliente.
	Dimensiones: De 1 a 5.4 m de ancho y de largo requerido por el cliente.

Fuente: URL 06

Tabla 3.5. Tela Tubular de NORSAC S.A.

TELA TUBULAR	
	Uso: Es usado en la construcción, industria avícola, agricultura, geotextiles y carreteras en donde aprovechan sus bordes hechos con corte ultrasónico.
	Color: De acuerdo a requerimiento de cliente.
	Dimensiones: Ancho hasta de 4 m y de largo requerido por el cliente.

Fuente: URL 06

Tabla 3.6. Tela Gasa de Vuelta de NORSAC S.A.

TELA GASA DE VUELTA	
	Uso: Es usado como sombreado agrícola, y como barrera antiplagas de insectos y/o pájaros
	Color: De acuerdo a requerimiento de cliente.
	Dimensiones: De 1 a 3 m de ancho. Largo de 200 a 500 m.
	Tejido: Tipo malla que permite la aeración del producto.

Fuente: URL 06

Otros Productos

Tabla 3.7. Cinta Fibrilizada de NORSAC S.A.

CINTA FIBRILIZADA	
	Uso: Este producto es usado en la fabricación de mechas.
	Color / Denier: De acuerdo a requerimiento de cliente. Denier de 750 a 2000.

Fuente: URL 06

Tabla 3.8. Tela Manga de NORSAC S.A.

MANGA	
	Uso / Color: Este producto es usado para la confección de sacos. De acuerdo al requerimiento del cliente
	Dimensiones: Ancho de boca de 30 a 85 centímetros y largo requerido por el cliente.

Fuente: URL 06

Tabla 3.9. Cordel de Polipropileno de NORSAC S.A.

CORDEL DE POLIPROPILENO	
	Uso / Color: Es usado en el sector comercial y agropecuario. De acuerdo al cliente
	Dimensiones: Bobinas de hasta 20cm de diámetro.

Fuente: URL 06

3.4.2. Clientes

NORSAC S.A. está posicionado en el mercado por más de 40 años, por esa razón cuenta con una extensa cartera de clientes quienes han exigido productos de calidad y a quienes NORSAC ha satisfecho. Dentro de los principales clientes se encuentran:

Tabla 3.10. Principales Clientes de NORSAC S.A.

PRINCIPALES CLIENTES	
SECTOR PESQUERO	SECTOR AGROINDUSTRIAL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ CORPORACION PESQUERA INCA S.A.C. ▪ TECNOLOGICA DE ALIMENTOS S.A. ▪ PESQUERA HAYDUK S.A. ▪ MNATHA MARINE TECHNOLOGIES ▪ PERUVIAN SEA FOOD S.A. ▪ PACIFIC FREEZING COMPANY S.A.C ▪ PESQUERA EXALMAR S.A. ▪ SEAFROST S.A.C. ▪ TRADING FISHMEAL CORPORATION S.A.C. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ COMPAÑIA MOLINERA DEL CENTRO S.A. ▪ INDUSTRIAS MOLITALIA S.A. ▪ COGORNO S.A ▪ COMERCIAL MOLINERA SAN LUIS S.A.C. ▪ AGROINDUSTRIAL PEDREGAL S. A. ▪ ROMERO TRADING S.A. ▪ CAFETALERA AMAZONICA S.A.C. ▪ CIA INTERNACIONAL DEL CAFÉ S.A.C. ▪ EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.
SECTOR INDUSTRIAL	OTROS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ QUIMPAC S.A. ▪ FAMESA EXPLOSIVOS SAC. ▪ GEOBAR S.A. ▪ CORPORACION MISTI S.A. ▪ INDUSTRIAS ELECTRO QUIMICAS S.A. ▪ PLASTICOS LA MERCED SRL ▪ ARIS INDUSTRIAL S.A. ▪ CUSA S.A.C. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CHIMU AGROPECUARIA S.A. ▪ PRODUCTOS AVICOLAS CHICAMA S.A.C. ▪ TECNICA AVICOLA S.A. ▪ AGRIPAC BOLIVIANA CIA. LTDA. ▪ REDONDOS S.A. ▪ CONTILATIN DEL PERU S.A. ▪ SAN FERNANDO S.A. ▪ MOLINORTE S.A.C.

Fuente: Elaboración Propia

3.5. Recursos de NORSAC S.A.

3.5.1. Recurso Humano

NORSAC S.A. cuenta con personal cuidadosamente seleccionado y en un constante proceso de capacitación y actualización. La empresa forma profesionales desde 1967 con sus constantes capacitaciones respaldadas por la experiencia en el mercado y además de la de los diferentes proveedores internacionales que realizan charlas in situ.

NORSAC S.A. está presente en los más renombrados eventos en cuanto a productos plásticos o de maquinaria para la fabricación de los mismos tanto en el Perú como en el extranjero. De esa manera se encuentran al tanto de las últimas novedades para así poner en práctica la mejora continua en todos sus procesos.

NORSAC S.A. también cree en el intercambio de nuevos métodos, por esa razón realiza visitas a empresas del mismo rubro ubicadas en Turquía, Brasil, India, Hungría, Colombia, etc.

NORSAC S.A. cuenta con total 326 trabajadores en planilla, de los cuales un promedio de 215 pertenecen a la parte operativa y los 111 restantes a los distintos departamentos de la empresa.

3.5.2. Maquinaria y Equipos

NORSAC S.A. cuenta con la maquinaria, equipo necesario y la tecnología de punta para garantizar un producto de calidad. Esto va en concordancia con su política de calidad ISO 9001 respecto a la renovación constante que tienen de sus equipos de producción.

La mayoría de la maquinaria en NORSAC S.A. es de procedencia europea, principalmente de las empresas Starlinger y Sulzer, líderes indiscutibles en la fabricación de estos equipos.

En las tablas siguientes se puede observar la descripción de las máquinas y equipos con los que cuenta NORSAC S.A.

Tabla 3.11. Equipos de Mezclado de NORSAC S.A.

MEZCLADO (01 Dosificador operativo – 02 mezcladores operativos)	
	<p>Sistema de Dosificación Gravitec</p> <p>Es un sistema completo de suministro de material, con todos los materiales y elementos de control fácilmente alcanzable para el operario, la unidad automáticamente dosifica y mezcla el material principal y hasta cinco aditivos y lo alimenta a la tolva de la extrusora. La dosificación muy exacta resulta en una carga homogénea, ahorro de materia prima y una mejor calidad de cinta.</p>
	<p>Mezcladora</p> <p>Es un equipo fabricado en planta que consta de dos cilindros de recepción con una capacidad de 0.16 m³ soldados a un eje que es movido por un motor Delcrosa con una potencia instalada de 2.35 kw, el cual cuenta con un cronometro automático para el tiempo de mezclado de aproximadamente 5 minutos.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.12. Máquinas de Extrusión y Bobinado de NORSAC S.A.

EXTRUSIÓN – BOBINADO (05 extrusoras operativas)	
	
<p>Extrusora: Starex 1500ES</p> <p>Con una velocidad de producción de hasta 500 m/min, un ancho de trabajo de 1500 mm y una capacidad de fundición de hasta 580 kg/h, esta línea de extrusión para cintas de polipropileno tiene un rendimiento excelente. Produce cintas de la más alta calidad para sacos tejidos, geo- y agrotexiles, tejido base para alfombras y otros textiles técnicos. Con unidad de control por pantalla táctil smartTRONIC.</p>	
	

Extrusora: Starex 1400

Con una velocidad de producción de hasta 320 m/min, un ancho de trabajo de 1400 mm y una capacidad de fundición de hasta 450 kg/h, esta línea de extrusión produce cintas de polipropileno de alta calidad.

**Bobinadora: Stacofil 200EX**

El modelo tope de la gama trabaja a velocidades de hasta 500 m/min. La tensión de cinta se regula mediante rodillos con célula de carga controlados centralmente. Se pueden producir bobinas con diámetro de hasta 180 mm con excelente facilidad de desbobinado para una mayor eficiencia y calidad de tela.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.13. Máquinas de Tisaje de NORSAC S.A.

TISAJE (88 telares operativos de diferentes tipos)**Telares: Alpha 6**

El telar circular más rápido en el mercado, con la tecnología alpha probada en todo el mundo. La alpha 6 está hecha para producir un tejido PP para sacos, con un ancho de 300-850 mm doble plano. Su precisión suave permite tejer incluso las cintas ultraligeras a un nivel de calidad invariablemente alto – una ventaja de la tecnología de punta que se amortiza con un ahorro de materia prima y un precio más bajo por saco.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.14. Máquina de Laminado de NORSAC S.A.

LAMINADO (01 laminadora operativa)

Stacotec 1500

Línea de recubrimiento y laminado para tejido tubular y plana de PP. Es ideal para sacos y tejidos recubiertos, textiles técnicos y tejidos para embalajes flexibles laminados con film PP impreso para bienes de consumo. Permite laminados por ambas caras de la tela hasta un ancho de 1500 mm a una velocidad de producción de hasta 150 m/min asegurando al máximo la calidad del laminado.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.15. Máquinas de Impresión de NORSAC S.A.

IMPRESIÓN (02 impresoras operativas)**Dynaflex**

La máquina de impresión dynaFLEX, alimentada por bobinas y prevista tanto para el tejido recubierto como para el tejido no recubierto, combina una calidad de impresión excelente en 4 ó 6 colores con un máximo de flexibilidad para la producción. No hace falta cambiar los cilindros portadichés para diferentes longitudes de saco. Por eso, la dynaFLEX es ideal para las cantidades de producción pequeñas y medianas. Pantalla táctil de uso fácil para las regulaciones, cámara de rasquetas ahorradora de tinta.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.16. Máquinas de Conversión de NORSAC S.A.

CONVERSIÓN (07 convertidoras operativas)

Sencar– Kon– Frederick

Máquinas automáticas de conversión, de origen austriaco y taiwanés, que mediante un proceso continuo son capaces de convertir la tela tubular de polipropileno en sacos a las medida requerida por el cliente y de coser la basta de los mismos. Poseen velocidades de producción de 38 a 45 sacos por minuto.

Fuente: Elaboración Propia

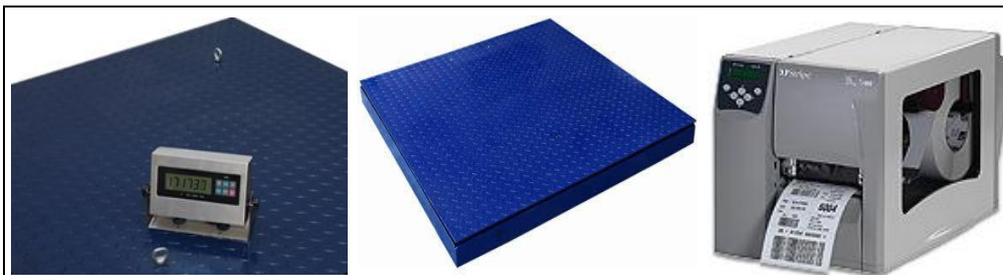
Tabla 3.17. Máquinas de Prensado de NORSAC S.A.

PRENSADO Y ENFARDELADO (02 prensas operativas)**Scapa Engineering LTD**

Son equipos hidráulicos de origen inglés con mandos electrónicos capaces de alcanzar la presión adecuada para formar los fardos sin afectar las propiedades y características de los sacos.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.18. Equipos para Etiquetado de NORSAC S.A

**Balanza YOHUA WEIGHING**

Son equipos de origen chino ideales para usos industriales. Consta de una plataforma hecha de acero colocada bajo piso y un indicador digital de peso. Tienen una capacidad de carga de media tonelada.

Impresora de etiquetado S4M Zebra Technologies

Es una impresora metálica de gama media de origen americano. Imprime a una velocidad de 6 pulgadas por segundo, a una resolución de 300 puntos por pulgada y tiene un ancho máximo de impresión de 6.1 pulgadas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.19. Otros Equipos de NORSAC S.A.

TRANSPORTE	
	
<p>Carros de transporte, carretilla stock y montacargas</p> <p>Son equipos hidráulicos y mecánicos resistentes utilizados para el transporte industrial. En NORSAC son utilizados para transportar rollos de tela, sacos, fardos y diferentes insumos.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3. Materiales y Proveedores

3.5.3.1. Materiales

Tabla 3.20. Materiales de NORSAC S.A.

Materiales Directos	Materia prima	<ul style="list-style-type: none"> • Polipropileno • Masterbatch (brinda color a la cinta) • Carbonato de Calcio (evita perdida de resistencia y fibrilización de la cinta) • Anti UV (protege el tejido por la degradación de la luz ultravioleta) • Polietileno
	Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Cordel de polipropileno • Empaque • Tinta • Hilo • Etiqueta
Materiales Indirectos	Elementos de limpieza: Escobas, trapos, etc.	
	Elementos de mantenimiento: Lubricantes, desengrasantes, etc.	

Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2. Proveedores

En la siguiente tabla se puede observar a los principales clientes de NORSAC S.A.

Tabla 3.21. Proveedores de NORSAC S.A.

PROVEEDOR	PRODUCTO
PETROQUIM SA	PP homopolímero PH0322
PROPILCO	PP homopolímero 04H82
RELIANCE INDUSTRIES LIMITED	PP homopolímero H030SG
SEETEC	PP homopolímero H5300
QUATOR	PP homopolímero HP550K
FORMOLENE	PP homopolímero 1102KR
BRASKEM	PP homopolímero H503
TELDENE	PP homopolímero H03BPM
SASOL	PP homopolímero HKR102
BASELL	PP homopolímero HP546J
INEOS	PP homopolímero H03W-00
TAIRIPI	PP homopolímero S1003
EQUISTAR	Polietileno
COMAI LTDA	Masterbatch
CLARIANT	Masterbatch
DISPERCOL	Masterbatch
HERITAGE PLASTICS	Carbonato de calcio
COMAI LTDA	Carbonato de calcio
MASTERCOL	Anti UV
TINFLUBA	Tintas
INDUBRAS	Tintas

Fuente: Elaboración Propia

3.6. Proceso Productivo de Sacos de Polipropileno de NORSAC S.A.

3.6.1. Descripción de las Actividades del Proceso Productivo

Para la fabricación de sacos de polipropileno, la materia prima pasa por el siguiente proceso productivo:

Mezclado

El punto de partida de la fabricación de sacos de polipropileno es el mezclado de la materia prima y aditivos en proporciones establecidas en función al requerimiento del cliente, asegurando un producto de calidad con las características exigidas.

Para la homogenización de la mezcla el operario hace uso de un tambor en el cual vacía la materia prima y los aditivos con ayuda de unos recipientes graduados y asignados para cada aditivo. El tiempo de tamboreo es de 5 minutos aproximadamente. La línea de la Starex 1500 es la única que posee un dosificador automático capaz de mezclar las cantidades exactas necesarias para el proceso.

Extrusión y Bobinado

Una vez obtenida la mezcla, esta es transportada en sacos por el operario y vaciada en la tolva de extrusión de donde es succionada y sometida a altas temperaturas (extrusor: 260°C, matriz: 260°C, tanque de agua: 30° a 40°) convirtiéndose en una lámina delgada y resistente lista para ser cortada. Una vez cortada la lámina se obtiene un número determinado de cintas dependiendo de la densidad requerida para el saco, las que son tratadas mediante un proceso térmico (línea de calentamiento: 170°C) para ganar las características necesarias de resistencia y durabilidad. Las cintas pasan hacia los bobinadores donde a una velocidad máxima de 500 m/min se forman las bobinas. Los operarios asignados para cada línea son los encargados de retirar las bobinas de los bobinadores y colocarlos en los carros de trama y urdimbre.

Tisaje

Las bobinas son transportadas en carros por los operarios a cargo de los telares para luego ser ensambladas en tramas y urdimbres que alimentarán a los telares; estos trabajan a una velocidad aproximada de 3,3 m/min y son programados para tejer el metraje necesario de acuerdo al programa de producción. La tela es enrollada en un tubo metálico hasta alcanzar el metraje establecido para el pedido.

Laminado

Una vez obtenido el rollo de tela, este es transportado hacia la laminadora. El laminado es un acabado opcional que solicita el cliente y se basa en revestir la tela con una capa de polipropileno y aditivos como: masterbatch, para brindarle el color y polietileno, para ayudar al proceso en la uniformidad de la película. El laminado tiene como finalidad evitar que el producto almacenado en el saco haga contacto directo con el exterior.

La laminadora extruye la materia prima y aditivos succionados de la tolva mediante el dosificador automático, a temperaturas que oscilan entre 275°C y 295°C. La mezcla cae en forma de lámina sobre la tela por medio de la matriz a una temperatura de 290°C, después de haber sido filtrada. La tela debe pasar previamente por un tratamiento de electrodos (corona) para aumentar su tensión superficial, permitiendo que la lámina se adhiera mejor a esta. La tela laminada continúa su recorrido por el rodillo de enfriamiento (agua a 20°C) y posteriormente se le realiza un corte de los bordes laterales para un mejor acabado; finalmente, la tela laminada es enrollada en un tubo a una tensión específica que permita obtener un rollo compacto y uniforme.

La Stacotec (laminadora) es operada por un operario y su ayudante; esta puede llegar a laminar a una velocidad de 150 m/min.

Impresión

Después de tejida o laminada la tela, dependiendo de las exigencias del cliente, el rollo es transportado hacia la impresora para darle una personalización a sus sacos. Para hacer posible este proceso se hace uso de las tintas con los colores requeridos y de clichés con el logo o marca del cliente.

Una vez instalado el rollo en la impresora, es sometido a un tratamiento de electrodos (corona) que permite que la tinta se adhiera eficientemente a la tela para luego ser transferida a las estaciones de impresión, donde el cliché colocado en un rodillo hace contacto con la bandeja de tinta para luego sellar la tela y posteriormente ser sometido a un sistema de secado. Cabe resaltar que la Impresora Dynaflex cuenta con seis estaciones de las cuales se hará uso dependiendo del diseño y la cantidad de colores que posea el

logo del cliente. Después de pasar por la última estación, la tela es fotografiada constantemente para revisar la calidad de impresión, y finalmente es enrollada en un tubo a una tensión específica que permita obtener un rollo compacto y uniforme.

La impresora Dynaflex es operada por un operario y su ayudante; esta puede llegar a imprimir a una velocidad de 120 m/min.

Conversión

Al finalizar la impresión del rollo, este es transportado por el encargado e instalado en la convertidora. El proceso de conversión consiste en cortar la tela a una longitud determinada y en coserle el extremo inferior formándose la basta. Es en esta etapa en la que la tela se convierte en sacos. Dichos sacos son colocados por el operario de la máquina en una mesa transportadora en grupos de 50 a la espera de ser transportados hacia el área de prensado y enfardelado.

Prensado y Enfardelado

Los sacos colocados sobre la mesa de transporte son trasladados por el operario hacia la prensa, donde los sacos, en cantidades específicas de acuerdo al pedido, son colocados sobre el área de prensado previamente acondicionado con el material de empaque. Después de haber prensado los sacos, con ayuda de una aguja y cordel se cose el fardo y es transportado hacia el área de etiquetado.

Etiquetado

El encargado del área de control de producción coloca el fardo sobre la balanza, registra los datos del fardo en el sistema y genera un código e imprime una etiqueta que es colocada en el fardo quedando listo para ser almacenado.

La etiqueta posee los siguientes datos: producto, dimensión, color del saco, impresión, color impresión, cantidad, peso, fecha, turno, orden de pedido, trazabilidad y observación.

**Los inspectores de calidad están presente durante todo el proceso de producción, realizando diversas pruebas en cada etapa del proceso productivo garantizando un producto de calidad que cumpla con las especificaciones del cliente.*

Las principales pruebas de calidad son las siguientes:

Tabla 3.22. Principales Pruebas de Calidad de NORSAC S.A.

PRUEBA	FACTORES A CONTROLAR
Evaluación de Muestras de Materia Prima y Aditivos	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño, uniformidad, índice de fluidez y forma de gránulos. • Adaptabilidad de extrusión • Características de cinta (acabado y tono de color) • Prueba de pérdida de resistencia (carbonato) • Ángulo de torsión, Stacotec/Starex 1500 • Densidad aparente (g/cm³)
Control de Aditivos (MB Negro y Anti UV)	<ul style="list-style-type: none"> • Ángulo de torsión, Stacotec/Starex 1500
Control de Peso de Aditivos	<ul style="list-style-type: none"> • Peso de Aditivos
Control de Condiciones de Operación y Denier	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de tornillo y Godets • Razón de estiraje • Porcentaje de contracción • Temperaturas
Control de Propiedades de Cinta	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia, elongación y tenacidad • Ancho de cinta • Apariencia • Encogimiento residual
Verificación de Cambio de Tejido	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de manga/tela • Densidad de Tejido • Denier de trama y urdimbre • Peso del saco/rollo de tela
Control de Telares tubulares y Sulzer	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de manga/tela • Apariencia de tejido • Denier de trama y urdimbre

Control de Espesor de Laminado	<ul style="list-style-type: none"> • Uniformidad de espesor • Espesor de laminado • Verificado
Control de Laminado	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de Operación • Adherencia de Laminado • Peso del saco laminado • Observaciones del Kanban • Uniformidad de espesor, espesor de laminado y verificado
Control de Resistencia y Elongación de la tela	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia y elongación de tela tejida y laminada • Perdida de Resistencia
Prueba de Microperforación de Saco	<ul style="list-style-type: none"> • Nivelación Horizontal y vertical • Rodillo de microperforación • Estado de rodillo de microperforación
Control de Conversión	<ul style="list-style-type: none"> • Programación de corte • Longitud terminada • Sellado de Boca • Abertura de Boca • Altura de válvula • Profundidad de fuelle • Microperforación • Nivel de tratamiento corona • Peso del saco • Localización de costura • Longitud de puntada • Tensión de Hilo
Prueba de Impacto a la caída	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencias de tejido y costuras • Desplazamiento de costuras • Adherencia de Laminado
Elaboración del Cliché	<ul style="list-style-type: none"> • Número de colores • Tamaño de Diseño • Letras, números y figuras

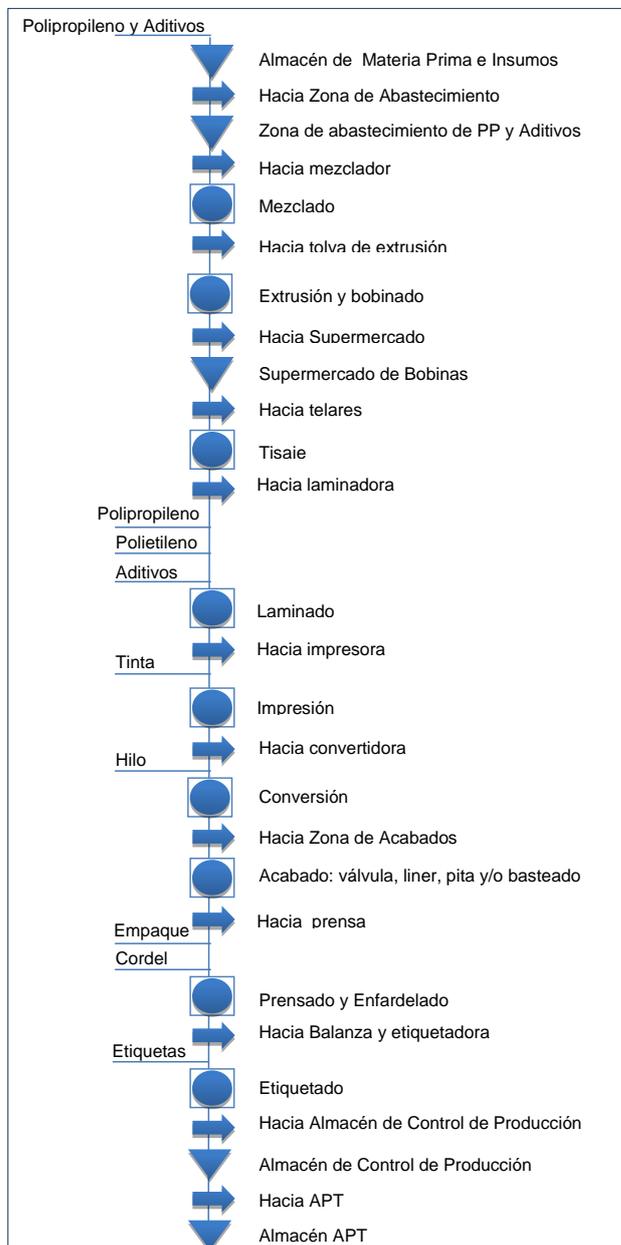
Control de Clichés	<ul style="list-style-type: none"> • Número de piezas • Encajes • Dimensiones del cliché
Control de Arranque de Impresión	<ul style="list-style-type: none"> • Código de impresión • Tono de color • Viscosidad
Control de Impresión	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicación de la impresión • Tono e intensidad de color • Nitidez • Secado y repinte de tinta • Resistencia al frote • Adherencia de tinta • En DYNAFLEX: Tratamiento de Corona, Longitud de Impresión y Viscosidad
Control de Válvula	<ul style="list-style-type: none"> • Punto de doblez • Profundidad de válvula • Longitud de corte de válvula
Control de Basteado de Sacos Tubulares	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de Basta • Color de Hilo
Control de Volteado de Sacos	<ul style="list-style-type: none"> • Volteado de Sacos • Dobleza de Sacos
Control de Colocación de Liner	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de Liner • Dimensiones de Liner
Control de Pita (Saco Leno)	<ul style="list-style-type: none"> • Colocación de Pita
Control de Selección de Sacos	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de Sacos • Número de Sacos por paquete
Muestreo de Fardos	<ul style="list-style-type: none"> • Ancho de sacos • Longitud Terminada del Saco • Porcentaje de segunda • Peso de Sacos • Fuelle y válvula

Fuente: Elaboración Propia

3.6.2. Diagramas del Proceso y Planta de Producción

3.6.2.1. Diagrama de Flujo del Proceso

Figura 3.1. Diagrama de Flujo del Proceso

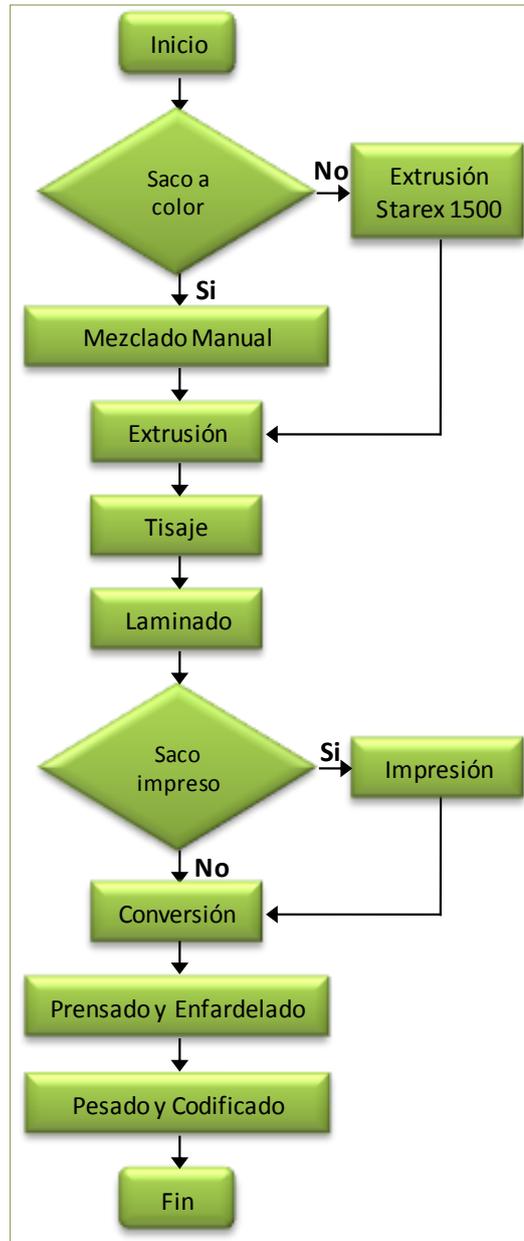


Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 3.1 se puede observar el flujo de proceso de producción del producto a estudiar (saco pesquero) y los insumos necesarios para su producción. El tiempo de cada actividad se puede observar en la Figura 4.4. Versión Final del Mapa del Estado Actual.

3.6.2.2. Flujograma del Proceso

Figura 3.2. Flujograma de la Familia Estándar 1



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 3.2 se puede observar el flujograma de la Familia de Productos a estudiar (Estándar 1). El tiempo de cada actividad se puede observar en la Figura 4.4. Versión Final del Mapa del Estado Actual.

3.6.2.3. Plano de Planta de Producción de NORSAC S.A.

Figura 3.3. Plano de la Planta de Producción de NORSAC S.A.



Fuente: NORSAC S.A.

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING

4.1. Value Stream Mapping

4.1.1. Elección de la Familia de Productos

Según Rother (1998), el Value Stream Mapping es una técnica que podría resultar complicada si se quiere graficar todas las referencias que se producen dentro de una planta. Por esa razón, es necesario aplicar la técnica a una familia de productos específica [TEXTO 03]. La agrupación de familias se lleva a cabo según criterios; en el caso de NORSAC S.A. por ser una empresa que trabaja bajo pedidos y tiene una gran variedad de productos y rutas, es recomendable según Duggan (2002), agrupar las familias de productos en base a la similitud de los procesos que siguen y permitir como máximo un 20% de diferencia entre las etapas de fabricación. [TEXTO 05]

4.1.1.1. Identificación de Familias

Para identificar las familias de productos se utilizó como herramienta la Matriz de Familia de Productos que consta en un cuadro de doble entrada, una de productos y una de procesos. Se listaron todos los productos usando la base de datos de NORSAC S.A. y se marcó con un aspa en cada proceso por el que pasaba el producto. Para la agrupación de productos, se tuvo en cuenta que estos deben tener máximo un 20% de procesos diferentes entre sí. En este caso, se contaba con 15 procesos distintos, es decir, para agrupar los productos, se permitió que los productos dentro de una misma familia, se diferencien máximo en 3 procesos. Se encontró que dentro de NORSAC S.A. existían numerosos productos y una gran cantidad de rutas para la elaboración de estos, por eso se separaron los productos en dos grandes grupos. (*Ver Anexo 2. Matriz de familia de productos*)

➤ **Grupo 1: Sacos Laminados**

Dentro de este grupo, se ubicaron todos aquellos productos que debido a exigencias del cliente, contaban con un revestimiento (lámina). De todos esos productos se obtuvieron 4 familias, a las que se nombraron de la siguiente manera:

- **Estándar 1:** En esta familia, se ubicaron los productos laminados que eran de mezcla manual o automática, impresos o no impresos y que ***no contaban con acabados especiales***.
- **Acabados 1:** En esta familia, se ubicaron los productos laminados que además de contar con las características de la familia estándar 1, contaban con acabados especiales como: ***fuelle*** o no ***fuelle***, ***liner*** o no ***liner***, o de la combinación de ambos.
- **Acabados 2:** En esta familia, se ubicaron los productos laminados que además de contar con las características de la familia estándar 1 y acabados 1, contaban con el acabado ***válvula***.
- **Acabados 3:** En esta familia, se ubicaron los productos laminados que además de contar con las características de la familia estándar 1, contaban con los acabados de ***planchado*** y ***volteado***.

➤ **Grupo 2: Sacos Tejidos (Sin Laminar)**

Dentro de este grupo, se ubicaron todos aquellos productos que por exigencias del cliente, no contaban con la característica de laminado. De todos esos productos se obtuvieron 3 familias, a las que se nombraron de la siguiente manera:

- **Estándar 2:** En esta familia, se ubicaron los productos tejidos que eran de mezcla manual o automática, impresos o no impresos y que ***no contaban con acabados especiales***.

- **Acabados 4:** En esta familia, se ubicaron los productos tejidos que además de contar con las características de la familia estándar 2, contaban con acabados especiales como: *pita* o no pita y *basteado*.
- **Acabados 5:** En esta familia, se ubicaron los productos tejidos que además de contar con las características de la familia estándar 2, contaban con acabados especiales como: *basteado* o no basteado y *fuelle*.

4.1.1.2. Elección de Familia de Productos a desarrollar

Después de haber identificado las 7 familias de productos, se eligió la Familia Estándar 1 para la aplicación de la técnica Value Stream Mapping y de Herramientas del Lean Manufacturing.

El estudio se aplicó al producto *Pesquero 28"* de la empresa Tecnología de Alimentos SA, que se encontraba dentro de la familia Estándar 1. La elección fue dada por las siguientes razones:

- **Disponibilidad:** El producto que se estaba produciendo durante el tiempo de desarrollo del proyecto fue el *Pesquero 28"* y este se encontraba dentro de la familia Estándar 1.
- **Cantidad de Pedido:** El pedido del producto *Pesquero 28"* era aproximadamente de 800,000 sacos, lo que permitiría desarrollar completamente el proyecto.
- **Historial de Pedidos 2010:** Se revisó el Historial de Pedidos del año 2010 y se pudo determinar que los productos de la familia Estándar 1, fueron los más requeridos por los clientes.
- **Complejidad y Cantidad:** Se revisó la Matriz de Familia de Productos y se determinó que desarrollar alguna familia del Grupo1 (Laminados) sería más beneficioso para NORSAC S.A., debido a la complejidad del proceso comparándolo con el del Grupo 2 (Tejidos). Además, dentro del Grupo1, la familia con mayor cantidad de productos era la Estándar 1.

4.1.2. Mapeado de la Situación Actual

Siguiendo las recomendaciones de Rother & Shook (1998), se empezó por recorrer rápidamente la cadena de valor del producto *Pesquero 28"*, con el fin de tener una idea del flujo y la secuencia de los procesos por los que este pasaba. Luego de la inspección rápida, se obtuvo información acerca de cada proceso tomando como punto de partida el Almacén de Producto Terminado y como punto de llegada el Almacén de Materiales.

Para dibujar el Mapa de la Situación Actual del proceso productivo se utilizó la simbología proporcionada por Rother & Shook (1998) (*Ver Anexo 3. Simbología del Mapa de Cadena de Valor*) y se siguieron los siguientes pasos [TEXTO 03]:

1. Representar gráficamente al cliente y sus necesidades

Se recogió información del Departamento de Programación acerca del cliente y su orden de pedido. Los datos obtenidos fueron los siguientes:

- **Nombre del cliente:** Tecnología de Alimentos SA. (TASA)
- **Cantidad del pedido:** 800,000 sacos.
- **Presentación:** Fardos de 400 sacos.
- **Cronograma de entrega:**

Tabla 4.1. Cronograma de Entrega de TASA

Fecha de Entrega	Cantidad
31 Marzo	160,000
02 Abril	160,000
04 Abril	160,000
06 Abril	160,000
08 Abril	160,000

Fuente: Departamento de Programación de la Producción de NORSAC S.A.

Para representar a TASA en el mapa, se trazó un ícono de **fábrica**, y debajo un ícono de **casilla de datos** con la información obtenida. *En la figura 4.1. Primera Versión del Mapa del Estado Actual*, se puede ver al cliente y sus necesidades.

Figura 4.1. Primera Versión del Mapa del Estado Actual



Fuente: *Elaboración Propia*

2. Representar gráficamente los procesos de producción y su información

Se identificaron los procesos básicos de producción en el orden de las etapas de transformación y no de la distribución de la planta. En NORSAC S.A. se encontraron 8 procesos en el flujo de material del saco *Pesquero 28"* en el orden que sigue: mezclado, extrusión – bobinado, tisaje, laminado, impresión, conversión, prensado – enfardelado, etiquetado y embarque. Estos fueron representados mediante **casillas de procesos**.

Conforme se inspeccionó el flujo del proceso, se recolectaron datos que posteriormente sirvieron para decidir cuál sería el estado futuro. Estos fueron los siguientes: tiempo de ciclo, tiempo de cambio entre productos, tiempo de funcionamiento, número de operadores, tiempo de trabajo disponible, etc. La información obtenida fue registrada debajo de cada proceso en una casilla de datos.

En la *figura 4.2. Segunda Versión del Mapa del Estado Actual*, se pueden observar los procesos registrados con su respectiva información.

3. Representar gráficamente los inventarios entre procesos

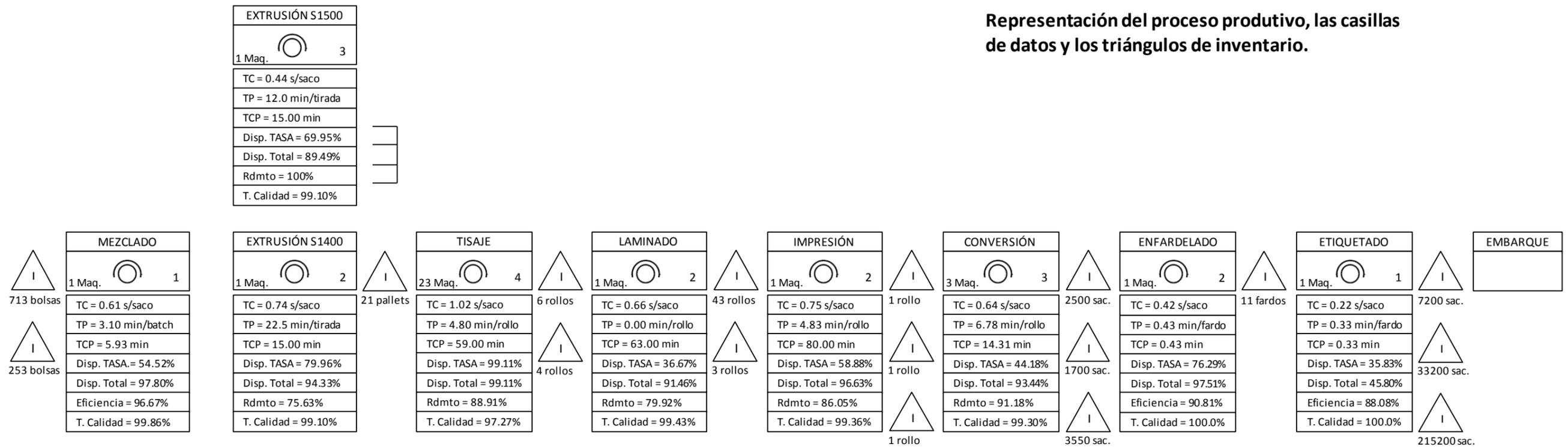
A medida que se recorrió la cadena de valor se observó acumulación de inventario entre los procesos de producción. Estos fueron trazados en el mapa con **triángulos** con el fin de indicar donde se detiene el flujo y el volumen de inventario entre cada proceso. Se encontraron inventarios ubicados en diferentes áreas, se representó la misma cantidad de inventarios en el mapa del estado actual.

En la *figura 4.2. Segunda Versión del Mapa del Estado Actual*, se pueden observar los inventarios acumulados entre cada etapa del proceso.

Figura 4.2. Segunda Versión del Mapa del Estado Actual



Representación del proceso productivo, las casillas de datos y los triángulos de inventario.



Fuente: Elaboración Propia

4. Representar al proveedor, recepción de materia prima y entrega del producto terminado

La información recogida acerca del proveedor y las frecuencias de entrega es:

- **Nombre del Proveedor:** PROPILCO
- **Presentación:** Bolsas de 25 kilogramos
- **Frecuencia de Recepción de Materia Prima:** Interdiaria
- **Frecuencia de Entrega del Producto Terminado:** Interdiaria

Se representó al proveedor mediante un icono de **fábrica**. Para representar la recepción de materia prima y la entrega de producto terminado en el mapa, se utilizó un icono de **camión** en el que se incluía la frecuencia expresada en días. Además, se representó mediante un icono de **flecha ancha**, el movimiento del material y producto terminado. En la *figura 4.3. Tercera Versión del Mapa del Estado Actual*, se puede observar al proveedor, la recepción de materia prima y la entrega de producto terminado al cliente.

5. Representar el Departamento de Programación y Ventas, el flujo de información y el flujo de material entre procesos

Se representó al Departamento de Programación y Ventas con un ícono de **casilla de proceso**. La información recibida y enviada entre proveedores, clientes y el Departamento de Programación y Ventas se representó mediante una **flecha delgada en zigzag** por ser vía email.

El flujo de información con el cliente se inicia cuando este envía por email una solicitud de cotización con un cronograma de fecha de entrega al Departamento de Ventas; este coordina con el Departamento de Programación si es posible completar el pedido para las fechas dadas por el cliente, el cual analiza si es posible terminar el pedido para esas fechas, de no ser así ajusta las fechas y envía al Departamento de Ventas un nuevo cronograma con las fechas de entrega del pedido para que envíe el cronograma ajustado al cliente y este confirme o no vía email la orden de compra. El cronograma y la orden fueron representados mediante un ícono de **etiqueta** sobre la flecha de información.

El flujo de información con el proveedor, representado con un ícono de **fábrica**, se inicia cuando el programador después de ver su stock de materia prima y lo que va a necesitar contacta al proveedor y hace un pedido, el cual es representado con una **etiqueta** sobre una **línea delgada en zigzag** de la comunicación vía email con el proveedor.

El Departamento de Programación entrega el programa diario de producción y los kanban de producción al supervisor, quien programará los telares. La información dada al supervisor se representó con una **línea delgada** y sobre esta un ícono de **etiqueta** con la información. Los kanban, representados mediante un ícono de **llegada de kanban en lotes**, son trasladados con el material por cada etapa de producción y serán representados con un ícono de **kanban de producción**. Así mismo la programación hecha en planta por el supervisor en el área de mezclado, extrusión, laminado, impresión y conversión es representada mediante un ícono **vaya a ver**. Por otro lado, el Departamento de Programación envía el cronograma de despacho vía electrónica al almacén de productos terminados, esta información es representada con una **línea delgada en zigzag** por ser vía electrónica.

El flujo de material entre cada proceso se representó de la siguiente manera:

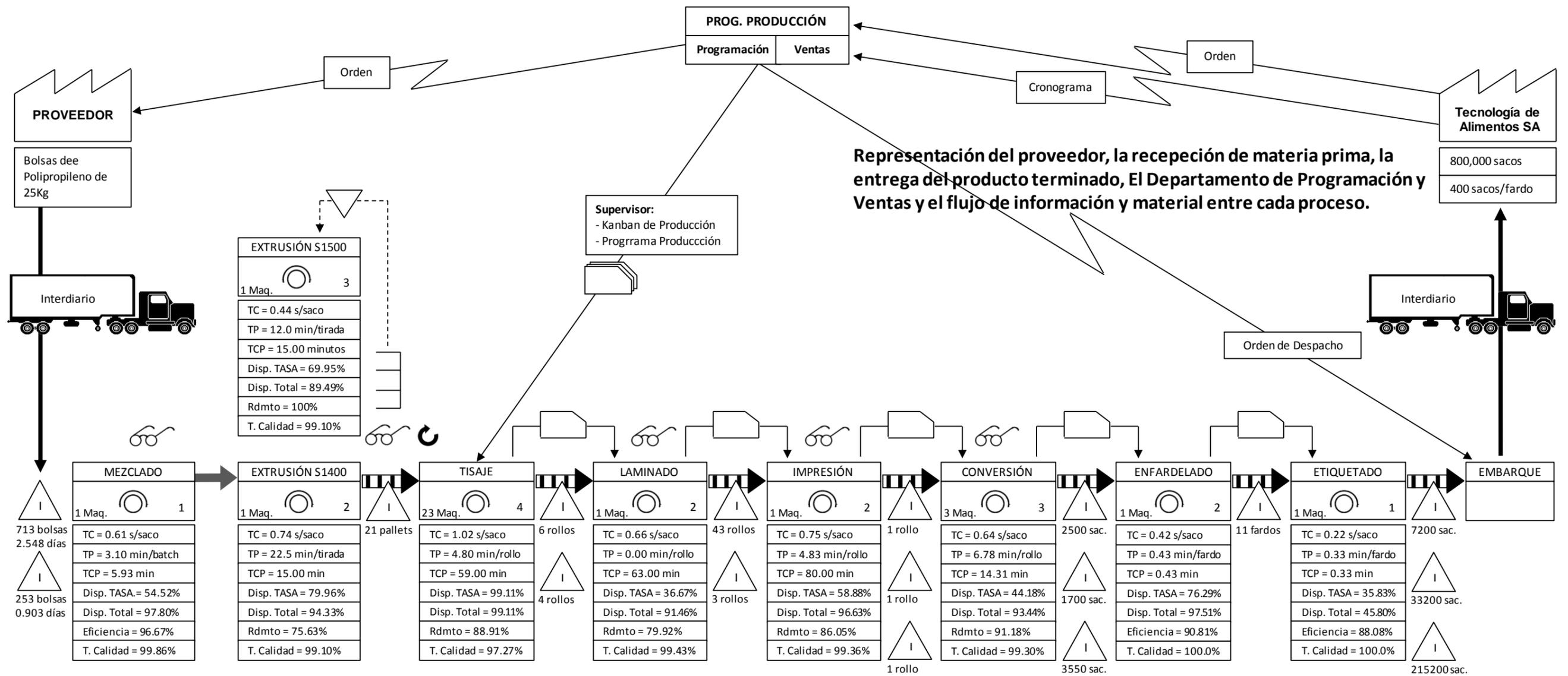
Tabla 4.2. Flujo de Material entre Procesos

Proceso Proveedor	Proceso Cliente	Ícono
Mezclado	Extrusión & Bobinado UR	Flecha halado secuencial
Extrusión & Bobinado UR	Tisaje	Flecha de empuje
Extrusión & Bobinado TR	Tisaje	Retiro de supermercado
Telares	Laminado	Flecha de empuje
Laminado	Impresión	Flecha de empuje
Impresión	Conversión	Flecha de empuje
Conversión	Prensado & Enfardelado	Flecha de empuje
Enfardelado	Etiquetado	Flecha de empuje
Etiquetado	Almacén CP	Flecha de empuje

Fuente: Elaboración Propia

En la *figura 4.3. Tercera Versión del Mapa del Estado Actual*, se puede observar al Departamento de Programación y Ventas, el flujo de información y del material entre cada proceso.

Figura 4.3. Tercera Versión del Mapa del Estado Actual



Fuente: Elaboración Propia

6. Representar la línea de tiempo

El último paso para trazar el mapa actual fue representar una **línea de tiempo** debajo de las **casillas de procesos** y de los **triángulos** de inventarios con el fin de calcular el plazo de entrega de la producción y compararlo con el tiempo de transformación. En la *figura 4.4. Versión Final del Mapa del Estado Actual*, se puede observar el mapa completo con la línea de tiempo, el tiempo de entrega y el de transformación.

Para expresar los inventarios observados dentro del proceso en días, se hizo el siguiente cálculo sabiendo que el pedido diario del cliente era de 80,000 sacos:

$$\text{Inventario (días)} = \frac{\# \text{ de elementos del Inventario (unidad)}}{\# \text{ de unidades del pedido diario del cliente } \left(\frac{\text{unidad}}{\text{día}}\right)}$$

a. Almacén de MP e Insumos y Zona de abastecimiento de Polipropileno

ALMACEN DE MATERIA PRIMA E INSUMOS

Stock de PP disponible = Stock inicial de PP – Salida de PP

Stock de PP disponible = 3140 bolsas PP – 760 bolsas PP

*Stock de PP disponible = 2380 bolsas PP * 25 kg/bolsa PP*

Stock de PP disponible = 59500 kgPP

ZONA DE ABSTECIMIENTO DE PP

Stock de PP disponible = Stock inicial de PP + Ingreso de PP

Stock de PP disponible = 83 bolsas PP + 760 bolsas PP

*Stock de PP disponible = 843 bolsas PP * 25 kg/bolsa PP*

Stock de PP disponible = 21075 kgPP

CÁLCULO DE PP UTILIZADO PARA TASA DE LA ZONA DE ABAST.

1. – Cálculo de la cantidad de PP utilizado para la prod. de DN920

*PP utilizado DN920 = (Prod. Starex 1500 + Prod. Starex 1400) * % Mezcla PP*

Prod. Starex 1500 = DN920 Turno 1 + Sub Prod. DN920 Turno 2 + Sub Prod.

$$\text{Prod. Starex 1500} = 5638.35 \text{ kgM} + 121.80 \text{ kgM} + 2284.60 \text{ kgM} + 43.70 \text{ kgM}$$

$$\text{Prod. Starex 1500} = 8088.45 \text{ kgM}$$

$$\text{Prod. Starex 1400} = \text{DN920 Turno 1} + \text{Sub Prod. DN920 Turno 2} + \text{Sub Prod.}$$

$$\text{Prod. Starex 1400} = 1000.00 \text{ kgM} + 21.40 \text{ kgM} + 2400.00 \text{ kgM} + 51.35 \text{ kgM}$$

$$\text{Prod. Starex 1400} = 3472.75 \text{ kgM}$$

$$\text{PP utilizado DN920} = (8088.45 \text{ kgM} + 3472.75 \text{ kgM}) * 90\%$$

$$\text{PP utilizado DN920} = 10405.08 \text{ kgPP}$$

A continuación se muestra una tabla del uso que se dio al Polipropileno de la Zona de Abastecimiento para la producción de cintas dejando un stock final de 2425 kgPP.

Tabla 4.3. Uso de Polipropileno en la Zona de Abastecimiento

Uso de Polipropileno [kg]	
Uso	Bolsas
DN 920	10405.08
Stock Final	2425.00
DN Otros	8244.92
Total	21075.00

Fuente: Elaboración Propia

2. – Cálculo de la cantidad de PP utilizado para la prod. de TASA

$$\text{PP utilizado} = \text{Prod. TASA} * \text{Peso saco tejido} * \% \text{ Mezcla PP}$$

$$\text{Producción TASA} = \text{Sacos primera} + \text{Sacos primera} * \text{Factor de segunda}$$

$$\text{Sacos de Primera} = \text{Sacos en fardelados} - \text{Stock inicial de sacos}$$

$$\text{Sacos de Primera} = 68400 \text{ sacos} - 8400 \text{ sacos}$$

$$\text{Sacos de Primera} = 60000 \text{ sacos}$$

$$\text{Producción TASA} = 60000 \text{ sacos} + 60000 \text{ sacos} * 1.065$$

$$\text{Producción TASA} = 63900 \text{ sacos}$$

$$\text{PP utilizado} = \text{Prod. Tasa} * \text{Peso saco tejido} * \% \text{ Mezcla PP}$$

$$\text{PP utilizado} = 63900 \text{ sacos} * 0.097 \text{ kgM/saco} * 90\%$$

$$\text{PP utilizado} = 5586.67 \text{ kgPP}$$

A continuación se muestra una tabla del uso que se dio al Polipropileno para los productos que utilizaron cinta de DN920 y la participación porcentual de los mismos.

Tabla 4.4. Uso de Polipropileno para cintas de Denier 920

PP utilizado para las cintas DN920		
Producto	Kilogramos	%
Tasa	5586.67	53.69%
Otros	4818.41	46.31%
Total	10405.08	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

CÁLCULO DE BOLSAS DE PP DESTINADAS A TASA DEL STOCK FINAL DE LA ZONA DE ABASTECIMIENTO

1. – Cálculo de la participación porcentual de las cintas por denier

Para calcular el total de Polipropileno destinado a Tasa del stock final de la Zona de Abastecimiento debemos iniciar con el cálculo de la participación porcentual del uso de Polipropileno de la Zona de Abastecimiento para la producción de cintas obviando el stock final de 2425 kgPP como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.5. Cálculo del Porcentaje de PP destinado para Cinta de DN920

Uso de Polipropileno sin Stock Final		
Uso	Kilogramos	%
DN 920	10405	55.79%
DN Otros	8245	44.21%
Total	18650	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

2. – Asignación del uso de Polipropileno del Stock Final de 2425 kgPP

Después de haber obtenido la participación porcentual del uso de Polipropileno para la producción de cintas, asumimos esos porcentajes para asignar el uso Polipropileno del stock final de 2425 kgPP de la Zona de Abastecimiento como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 4.6. Asignación del Stock Final de PP para Cinta DN920

Asignación de PP del Stock Final		
Uso	%	Kilogramos
DN 920	55.79%	1352.94
DN Otros	44.21%	1072.06
Total	100.0%	2425.00

Fuente: Elaboración Propia

3. – Cálculo del total de Polipropileno del Stock Final asignado a TASA

Después de haber obtenido la cantidad de Polipropileno asignado del stock final de 2425 kgPP para la producción de cintas de DN920 (1352.94 kg), se multiplica dicha cantidad por el porcentaje de participación de TASA calculado anteriormente en el cuadro **PP utilizado para cintas DN 920**, obteniendo lo siguiente:

Tabla 4.7. Asignación del PP del Stock Final para TASA

PP del Stock Final Asignado a Tasa	
Producto	Kilogramos
Tasa	726.42
Otros	626.52
Total	1352.94

Fuente: Elaboración Propia

Después de haber obtenido la cantidad de Polipropileno asignado del stock final de 2425 kgPP a TASA, podemos calcular el total de bolsas de polipropileno destinadas para TASA sumando el total de PP asignado a tasa (726.42 kg) del stock final de 2425 kgPP y el total de PP (5586.67 kg) utilizado para la producción de TASA. Así mismo podemos calcular el total de bolsas de PP del stock disponible de Polipropileno del Almacén de Matera Prima e Insumos multiplicando el total de PP disponible del Almacén (59500 kg) por la participación porcentual obtenida en el cuadro **PP utilizado para cintas DN920** y la participación porcentual obtenida en el cuadro **Asignación de PP del Stock Final**.

Tabla 4.8. Total de Polipropileno destinado a TASA

	Zona de Abast. PP	Almacén
Polipropileno destinado a Tasa	6313.09 Kilogramos	17823.44 Kilogramos
	253 Bolsas	713 Bolsas

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente podemos calcular los inventarios expresados en días mediante la siguiente operación:

a. Inventario de Polipropileno

Para el Almacén de Materia Prima e Insumos:

$$\text{Inventario}_1 = \frac{17823.44 \text{ kgPP} * 1 \text{ saco} / 0.097 \text{ kgM} * 90\%}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_1 = \frac{17823.44 \text{ kgPP} * 1 \text{ saco} / 0.087 \text{ kgPP}}{80000 \text{ sacos/día}} = \frac{203863.271 \text{ sacos}}{80000 \text{ sacos/día}}$$



$$\text{Inventario}_1 = 2.548 \text{ días}$$

Para la Zona de Abastecimiento de Polipropileno:

$$\text{Inventario}_2 = \frac{6313.09 \text{ kgPP} * 1 \text{ saco} / 0.097 \text{ kgM} * 90\%}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_2 = \frac{6313.09 \text{ kgPP} * 1 \text{ saco} / 0.087 \text{ kgPP}}{80000 \text{ sacos/día}} = \frac{72208.713 \text{ sacos}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

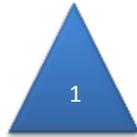


$$\text{Inventario}_2 = 0.903 \text{ días}$$

b. Inventario de bobinas de Urdimbre

Cantidad de pallets observados = 21 pallets

$$\text{Convertimos: } \frac{21 \text{ pallets} * 68 \frac{\text{bobinas}}{\text{pallet}} * 3.47 \frac{\text{kg}}{\text{bobina}} * 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{48.62 \frac{\text{g}}{\text{saco}}}$$



$$\text{Inventario}_1 = 1.276 \text{ días}$$

c. Inventario de bobinas de Trama

Cantidad de carros observados en el supermercado = 27.5 carros

$$\text{Convertimos: } \frac{27.5 \text{ carros} * 96 \frac{\text{bobinas}}{\text{carro}} * 1.47 \frac{\text{kg}}{\text{bobina}} * 1000 \frac{\text{g}}{\text{kg}}}{48.52 \frac{\text{g}}{\text{saco}}}$$



$$\text{Inventario}_1 = 1.000 \text{ días}$$

d. Inventario de rollos tejidos

Cantidad de rollos tejidos observados en área 1 = 6 rollos



$$\text{Inventario}_1 = \frac{6 \text{ rollos} * 3499 \text{ sacos/rollo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_1 = 0.262 \text{ días}$$

Cantidad de rollos tejidos observados en área 2 = 4 rollos

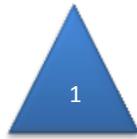


$$\text{Inventario}_2 = \frac{4 \text{ rollos} * 3499 \text{ sacos/rollo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_2 = 0.175 \text{ días}$$

e. Inventario de rollos laminados

Cantidad de rollos laminados observados en área 1 = 43 rollos



$$\text{Inventario}_1 = \frac{3 \text{ rollos} * 3499 \text{ sacos/rollo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_1 = 1.881 \text{ días}$$

Cantidad de rollos laminados observados en área 2 = 3 rollos



$$\text{Inventario}_2 = \frac{3 \text{ rollos} * 3499 \text{ sacos/rollo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_2 = 0.131 \text{ días}$$

f. Inventario de rollos impresos

Cantidad de rollos impresos observados en área 1 = 1 rollo



$$\text{Inventario}_1 = \frac{1 \text{ rollo} * 3499 \text{ sacos/rollo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_1 = 0.044 \text{ días}$$

Cantidad de rollos impresos observados en área 2 = 1 rollo



$$\text{Inventario}_2 = \frac{1 \text{ rollo} * 3499 \text{ sacos/rollo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_2 = 0.044 \text{ días}$$

Cantidad de rollos impresos observados en área 3 = 1 rollo



$$\text{Inventario}_3 = \frac{1 \text{ rollo} * 3499 \text{ sacos/rollo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_3 = 0.044 \text{ días}$$

g. Inventario de paquetes de sacos

Cantidad de sacos observados en convertidora 1 = 2500 sacos



$$\text{Inventario}_1 = \frac{2500 \text{ sacos}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_1 = 0.031 \text{ días}$$

Cantidad de sacos observados en convertidora 2 = 1700 sacos



$$\text{Inventario}_2 = \frac{1700 \text{ sacos}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_2 = 0.021 \text{ días}$$

Cantidad de sacos observados en convertidora 3 = 3550 sacos



$$\text{Inventario}_3 = \frac{3550 \text{ sacos}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_3 = 0.044 \text{ días}$$

h. Inventario de fardos

Cantidad de fardos observados = 11 fardos

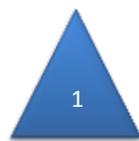


$$\text{Inventario}_1 = \frac{11 \text{ fardos} * 400 \text{ sacos/fardo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_1 = 0.055 \text{ días}$$

i. Inventario de fardos etiquetados

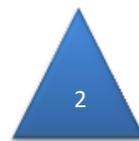
Cantidad de fardos observados en área 1 = 18 fardos



$$\text{Inventario}_1 = \frac{18 \text{ fardos} * 400 \text{ sacos/fardo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_1 = 0.090 \text{ días}$$

Cantidad de fardos observados en área 2 = 83 fardos



$$\text{Inventario}_2 = \frac{83 \text{ fardos} * 400 \text{ sacos/fardo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_2 = 0.415 \text{ días}$$

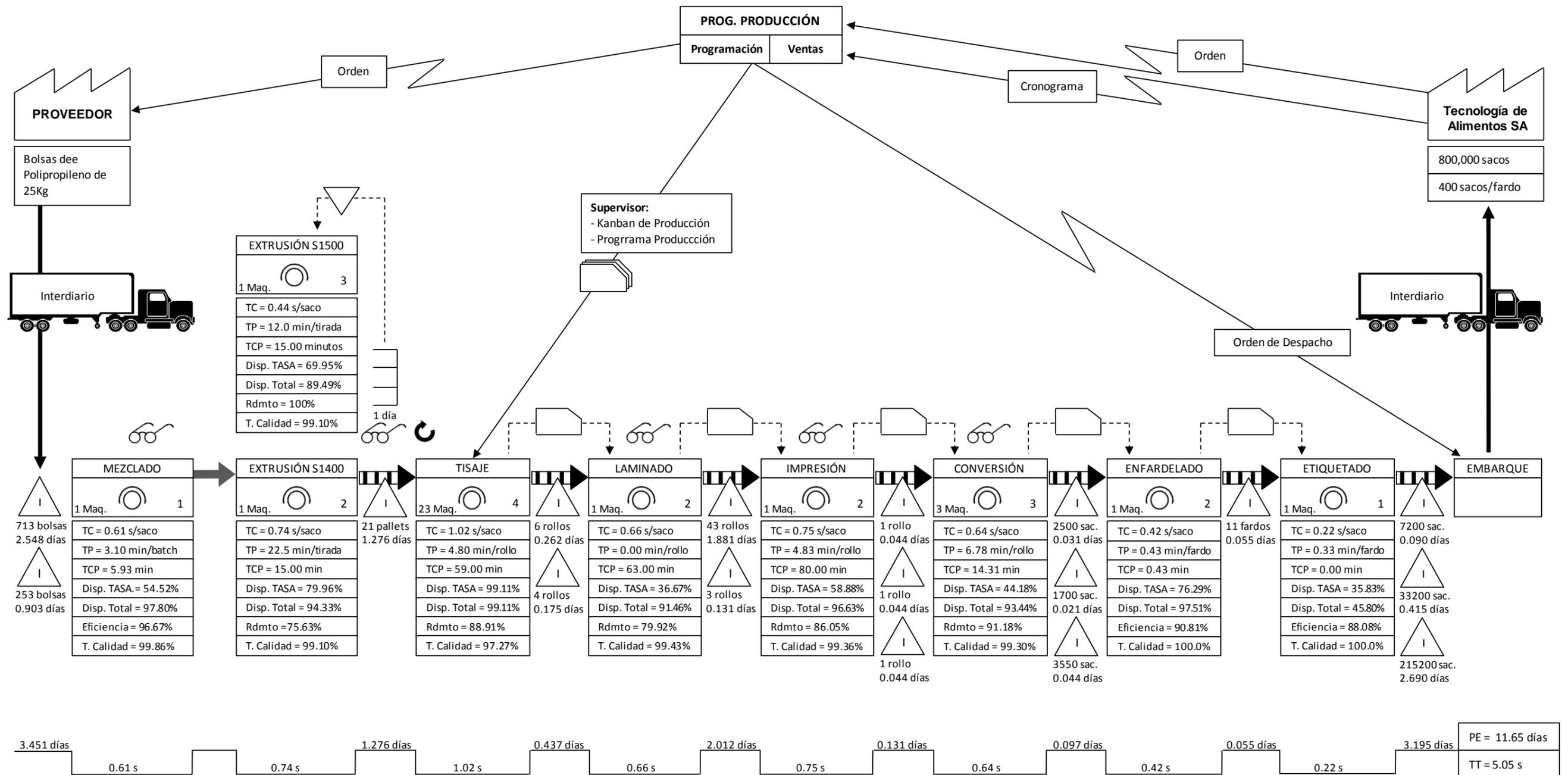
Cantidad de fardos observados en área 3 = 538 fardos



$$\text{Inventario}_3 = \frac{538 \text{ fardos} * 400 \text{ sacos/fardo}}{80000 \text{ sacos/día}}$$

$$\text{Inventario}_3 = 2.690 \text{ días}$$

Figura 4.4. Versión Final del Mapa del Estado Actual



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Diagnóstico del Proceso Productivo de Sacos Pesquero 28” de Tecnología de Alimentos S.A. de la Familia de Productos Estándar 1

La empresa NORSAC S.A. elabora sacos de polipropileno para diferentes clientes. En este caso, el estudio se aplicó al producto denominado pesquero 28” del cliente Tecnología de Alimentos S.A. de la familia de productos Estándar 1, caracterizados por ser laminados y no contar con ninguna clase de acabados especiales.

1. Proceso de Producción

Los procesos utilizados por NORSAC S.A. para la familia Estándar 1, abarcan: el mezclado de la materia prima y aditivos (polipropileno, masterbatch, anti UV y carbonato de calcio); seguido de la extrusión de la mezcla, la producción de cinta fibrilizada y el bobinado de la misma; luego se teje la tela haciendo uso de las bobinas de cinta; posteriormente se lamina la tela enrollada; seguidamente se imprime el rollo de tela laminada; a continuación se procede a convertir el rollo de tela laminada e impresa en sacos a la medida especificada por el cliente; luego se prensan y enfardelan los sacos en cantidades especificadas por el cliente; finalmente se etiquetan los fardos para luego ser transportados al almacén para su expedición.

2. Exigencias de Cliente y Especificaciones Técnicas del Producto

El estudio se aplicó en el proceso de producción de sacos pesqueros 28” para la empresa Tecnología de Alimentos SA. Las exigencias del cliente y las especificaciones técnicas del producto fueron las siguientes:

- **Demanda del cliente:** 800,000 sacos para un plazo de entrega de 10 días
- **Presentación:** Fardo de 400 sacos.
- **Dimensiones del saco:** 28 x 43.5 pulgadas.
- **Peso del saco:** 130 gramos.
- **Tipo de laminado / Impresión:** Mate / Calidad A.

3. Información del Proveedor e insumos

NORSAC S.A. posee una amplia cartera de proveedores que ofrecen insumos que cumplen con sus parámetros de calidad. La elección del proveedor depende del mejor precio que ofrezca en el mercado al momento de su adquisición.

Los insumos utilizados para el proceso productivo de sacos pesquero 28” fueron los siguientes:

- **Polipropileno:** Es un polímero parcialmente cristalino utilizado como materia prima para la producción del saco.
- **Carbonato de Calcio:** Es un insumo de forma granular, color blanco humo, cuya función es proteger la cinta de la pérdida de resistencia y fibrilización causada durante el tisaje por fricción en los telares.
- **Anti UV:** Es un insumo de forma granular, de color blanco cristalino, y cuya función es proteger al tejido de la degradación por acción de la luz ultravioleta en un tiempo de exposición determinado.
- **Masterbatch:** Es un insumo de forma granular, cuya función radica en brindarle el color requerido a la cinta.
- **Polietileno:** Es un insumo granulado, color lechoso translúcido, cuya función es ayudar en la uniformidad del proceso de laminado.
- **Tinta:** Es un insumo utilizado para el proceso de impresión.

Al realizar el estudio, el proveedor que abasteció la materia prima (polipropileno) para NORSAC S.A. fue PROPILCO.

4. Tiempo de Trabajo Disponible

En NORSAC S.A. se trabajan todos los días del mes, con dos turnos al día en todos los departamentos de producción. Los turnos son de 12 horas con una pausa de 15 minutos entre cada uno en ciertos procesos. Los procesos que intervienen en la producción de sacos para TASA no paran en los cambios de turno, a excepción del mezclado, conversión, prensado y enfardelado, y etiquetado. Así mismo, el único proceso que para durante la hora de almuerzo de 30 minutos es el de etiquetado.

5. Departamento de Ventas y de la Programación de la Producción

Departamento de Ventas

El Departamento de Ventas está conformado por 7 vendedores, ubicados en Lima, Trujillo y Arequipa. Sus principales funciones son:

- Recibir la solicitud de cotización y el cronograma de entregas dado por el cliente.
- Enviar al Departamento de Programación de la Producción el cronograma de entregas enviado por el cliente.
- Enviar al cliente el cronograma de entregas ajustado por el Departamento de Programación de la Producción y la cotización del pedido.
- Recibe la afirmación del cliente por medio de una orden de compra e ingresa el pedido en el sistema.

Departamento de Programación de la Producción

El Departamento de Programación de la Producción está conformado por un programador y un encargado de la elaboración de los kanban de producción. Las principales funciones del programador son:

- Confirma el cronograma de entregas del pedido del cliente o lo ajusta en caso sea necesario dependiendo de la capacidad disponible.
- Revisa el stock de insumos y coordina con proveedores para realizar compras en caso de ser necesario.
- Elabora diariamente un programa de producción y se lo entrega al supervisor y jefe de turno.
- Emite los kanban de producción y se los entrega al supervisor.
- Envía la orden de despacho al encargado de la expedición.

6. Información e Indicadores de las Estaciones de Trabajo

Los datos de las casillas de procesos se pueden visualizar en los Anexos 4 y 5.

A. Proceso de Mezclado

MEZCLADO		
1 Maq.		1
TC = 0.61 s/saco		
TP = 3.10 min/batch		
TCP = 5.93 min		
Disp. TASA. = 54.52%		
Disp. Total = 97.80%		
Eficiencia = 96.67%		
T. Calidad = 99.86%		

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de mezclado, proveedor de la línea de extrusión STAREX 1400, se utilizó una mezcladora con una capacidad de 0.16 m³ accionada por un operario. Las cantidades de materia prima y aditivos por cilindro fueron: 50 kg de polipropileno, 0.5 kg de masterbatch, 4.5 kg de carbonato de calcio y 0.5 kg de anti UV.

Tiempo de Ciclo: El tiempo requerido para mezclar los 0.097 kg de materia prima y de aditivos necesarios para la producción de un saco (pesquero 28" de Tecnología de Alimentos S.A.) fue de 0.61 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardó el operario en preparar la mezcladora fue de 3.10 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardó el operario en abastecerse de insumos y de preparar la mezcladora para el siguiente producto fue de 5.93 minutos.

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de mezclado para la producción del pesquero 28" de TASA, fue de 54.52%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para la mezcladora fue de 42,250 minutos al mes, lo que representó un 97.80% del tiempo total del mes.

Eficiencia: En una cierta cantidad de tiempo, el operario mezcló solo el 96.67% de lo que debió haber mezclado.

Tasa de Calidad: De un total de kilogramos mezclados se obtuvo un 99.86% de mezcla de buena calidad, dejando un 0.14% de mezcla contaminada.

B. Proceso de Extrusión y Bobinado en STAREX S1500

EXTRUSIÓN S1500	
1 Maq.	3
	
TC = 0.44 s/saco	
TP = 12.0 min/tirada	
TCP = 15.00 min	
Disp. TASA = 69.95%	
Disp. Total = 89.49%	
Rdmt= 100%	
T. Calidad = 99.10%	

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de extrusión y bobinado de cinta para la trama, se utilizó la línea STAREX S1500 con una capacidad de fundición de 580 kg/h y una velocidad de producción de 500 m/min. La línea fue accionada por 3 operarios encargados de operar la extrusora y de retirar las bobinas de cinta. La línea STAREX S1500 posee un dosificador encargado de mezclar las cantidades exactas de materia prima y aditivos automáticamente.

Tiempo de Ciclo: El tiempo requerido para extruir la mezcla y obtener la cinta de trama necesaria para la producción de un saco (pesquero 28" de Tecnología de Alimentos S.A.) fue de 0.44 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardaron los operarios en desmontar las bobinas y colocar los nuevos conos para la producción del siguiente lote de bobinas de trama fue de 12 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardaron los operarios en acondicionar la línea para un cambio de color para la producción de cinta de otro producto fue de 15 minutos.

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de extrusión de la línea STAREX S1500 para la producción de cintas para la trama del pesquero 28" de TASA, fue de 69.95%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para la línea STAREX S1500 fue de 38,660 minutos al mes, lo que representó un 89.49% del tiempo total del mes.

Rendimiento: La línea STAREX S1500 trabajó al 100% de su capacidad de diseño.

Tasa de Calidad: De un total de cinta extruida se obtuvo un 99.10% de cinta de buena calidad, dejando un 0.90% de cinta que no cumplía con los estándares de calidad.

C. Proceso de Extrusión y Bobinado en STAREX 1400

EXTRUSIÓN S1400	
1 Maq.	 2
TC = 0.74 s/saco	
TP = 22.5 min/tirada	
TCP = 15.00 min	
Disp. TASA = 79.96%	
Disp. Total = 94.33%	
Rdmto = 75.63%	
T. Calidad = 99.10%	

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de extrusión y bobinado de cinta para la urdimbre, se utilizó la línea STAREX 1400 con una capacidad de fundición de 450 kg/h y una velocidad de producción de 320 m/min. La línea fue accionada por 2 operarios encargados de operar la extrusora y de retirar las bobinas de cinta. La línea STAREX 1400 no cuenta con un dosificador, su mezcla es producida en la mezcladora.

Tiempo de Ciclo: El tiempo requerido para extruir la mezcla y obtener la cinta de urdimbre necesaria para la producción de un saco (pesquero 28" de Tecnología de Alimentos S.A.) fue de 0.74 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardaron los operarios en desmontar las bobinas y colocar los nuevos conos para la producción del siguiente lote de bobinas de urdimbre fue de 22.5 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardaron los operarios en acondicionar la línea para un cambio de color para la producción de cinta de otro producto fue de 15 minutos.

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de extrusión de la línea STAREX 1400 para la producción de cintas para la urdimbre del pesquero 28" de TASA, fue de 79.96%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para la línea STAREX 1400 fue de 40,750 minutos al mes, lo que representó un 94.33% del tiempo total del mes.

Rendimiento: La línea STAREX 1400 trabajó al 75.63% de su capacidad de diseño.

Tasa de Calidad: De un total de cinta extruida se obtuvo un 99.10% de cinta de buena calidad, dejando un 0.90% de cinta que no cumplía con los estándares de calidad.

D. Proceso de Tisaje

TISAJE	
23 Maq.	 4
TC = 1.02 s/saco	
TP = 4.80 min/rollo	
TCP = 59.00 min	
Disp. TASA = 99.11%	
Disp. Total = 99.11%	
Rdmto = 88.91%	
T. Calidad = 97.27%	

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de tisaje, se utilizaron 23 telares ALPHA 6 de los 88 telares disponibles que había en la planta, los cuales fueron trabajados a una velocidad de producción de 3.3 m/min. Los telares fueron accionados por 4 operarios; de los cuales 3 operarios estaban a cargo de 6 telares cada uno y un operario a cargo de 5 telares.

Tiempo de Ciclo: El tiempo promedio requerido para tejer la tela necesaria para la producción de un saco (pesquero 28" de Tecnología de Alimentos S.A.) con un total de 23 telares fue de 1.02 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardó un operario en retirar el rollo tejido y preparar el telar para tejer el siguiente rollo fue de 4.80 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardaron los operarios en acondicionar el telar para tejer otro producto de diferentes características fue de 59 minutos.

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de tisaje de los ALPHA 6 para la producción del pesquero 28" de TASA, fue de 99.11%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para los telares ALPHA 6 fue de 42,816 minutos al mes, lo que representó un 99.11% del tiempo total del mes.

Rendimiento: Los telares ALPHA 6 trabajaron al 88.91% de su capacidad de diseño.

Tasa de Calidad: De un total de sacos producidos se obtuvo un 97.27% de sacos de buena calidad, dejando un 2.73% de sacos de segunda por su mal tejido.

E. Proceso de Laminado

LAMINADO	
1 Maq.	2 
TC = 0.66 s/saco	
TP = 0.00 min/rollo	
TCP = 63.00 min	
Disp. TASA = 36.67%	
Disp. Total = 91.46%	
Rdmto = 79.92%	
T. Calidad = 99.43%	

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de laminado del rollo de tela, se utilizó la laminadora STACOTEC 1500, con una velocidad de producción de 150 m/min, accionada por un operario y su ayudante.

Tiempo de Ciclo: El tiempo requerido para laminar el metraje de tela necesario para la producción de un saco (pesquero 28" de Tecnología de Alimentos S.A.) fue de 0.66 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardó el operario en preparar la máquina para laminar un rollo fue considerado cero por realizarse cuando la laminadora está operando.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardaron los mecánicos en acondicionar la laminadora para un cambio de producto con diferente característica de laminado fue de 63 minutos.

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de laminado de la STACOTEC para la producción del pesquero 28" de TASA, fue de 36.67%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para la laminadora STACOTEC fue de 39,510 minutos al mes, lo que representó un 91.46% del tiempo total del mes.

Rendimiento: Considerando que la laminadora debía trabajar el producto pesquero 28" de TASA a una velocidad máxima de 130 m/min, establecida

por el departamento de Aseguramiento de Calidad; se trabajó a un 79.92% de su capacidad de laminado para ese tipo de producto.

Tasa de Calidad: De un total de sacos producidos se obtuvo un 99.43% de sacos de buena calidad, dejando un 0.57% de sacos de segunda por su mal laminado.

F. Proceso de Impresión

IMPRESIÓN	
1 Maq.	2
	
TC = 0.75 s/saco	
TP = 4.83 min/rollo	
TCP = 80.00 min	
Disp. TASA = 58.88%	
Disp. Total = 96.63%	
Rdmt = 86.05%	
T. Calidad = 99.36%	

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de impresión del rollo de tela laminada, se utilizó la línea de impresión DYNAFLEX, con una velocidad de producción de 120 m/min, accionada por un operario y su ayudante.

Tiempo de Ciclo: El tiempo requerido para imprimir el metraje de tela laminada necesaria para la producción de un saco (pesquero 28" de Tecnología de Alimentos S.A.) fue de 0.75 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardó el operario en instalar un rollo de tela laminada en el módulo de desembobinado de la impresora fue de 4.83 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardaron los operarios en acondicionar la impresora con un diferente cliché de impresión fue de 80 minutos.

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de impresión de la DYNAFLEX para la producción del pesquero 28" de TASA, fue de 58.88%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para la impresora DYNAFLEX fue de 41,745 minutos al mes, lo que representó un 96.63% del tiempo total del mes.

Rendimiento: La línea de impresión DYNAFLEX trabajó al 86.05% de su capacidad de diseño.

Tasa de Calidad: De un total de sacos producidos se obtuvo un 99.36% de sacos de buena calidad, dejando un 0.64% de sacos de segunda por su mala impresión.

G. Proceso de Conversión

CONVERSIÓN	
3 Maq.	 3
TC = 0.64 s/saco	
TP = 6.78 min/rollo	
TCP = 14.31 min	
Disp. TASA = 44.18%	
Disp. Total = 93.44%	
Rdmto = 91.18%	
T. Calidad = 99.30%	

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de conversión se utilizaron 3 convertidoras: La FREDERICK 4, a una velocidad de producción de 35 sacos/min; la KON 1, a una velocidad de producción de 38 sacos/min; y la SENCAR, a una velocidad de producción de 37 sacos/min. Las 3 convertidoras fueron accionadas por 3 operarios, uno para cada convertidora.

Tiempo de Ciclo: El tiempo promedio requerido para convertir el metraje de tela necesaria para la producción de un saco (pesquero 28" de TASA) con un total de 3 convertidoras fue de 0.64 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardó el operario en instalar un rollo de tela impresa en la convertidora fue de 6.78 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardó el operario en acondicionar la máquina para la conversión de otro producto fue de 14.31 minutos.

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad de las 3 convertidoras para la producción del pesquero 28" de TASA, fue de 44.18%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible promedio para las convertidoras: SENCAR, FREDERICK 4 y KON 1, fue de 40,365 minutos al mes, lo que representó un 93.44% del tiempo total del mes.

Rendimiento: Las convertidoras trabajaron a un promedio de 91.18% de su capacidad de diseño.

Tasa de Calidad: De un total de sacos producidos se obtuvo un 99.30% de sacos de buena calidad, dejando un 0.70% de sacos de segunda por su mala conversión.

H. Proceso de Prensado y Enfardelado

ENFARDELADO	
1 Maq.	 2
TC = 0.42 s/saco	
TP = 0.43 min/fardo	
TCP = 0.43 min	
Disp. TASA = 76.29%	
Disp. Total = 97.51%	
Eficiencia = 90.81%	
T. Calidad = 100.0%	

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de prensado y enfardelado; se utilizó una prensa hidráulica para el prensado e insumos como: lámina de empaque, cinta y cordeles para el enfardelado. Este proceso fue realizado por 2 operarios encargados de prensar los sacos y enfardelarlos.

Tiempo de Ciclo: El tiempo requerido para prensar y enfardelar un saco (pesquero 28" de TASA) fue de 0.42 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardaron los operarios en acondicionar la prensa fue de 0.43 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardaron los operarios para acondicionar la prensa para un producto diferente fue de 0.43 minutos

Disponibilidad TASA: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de prensado y enfardelado para la producción del pesquero 28" de TASA, fue de 76.29%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para el proceso de prensado y enfardelado fue de 42,125 minutos al mes, lo que representó un 97.51% del tiempo total del mes

Eficiencia: En una cierta cantidad de tiempo, los operarios prensaron y enfardelaron solo el 90.81% de lo que debieron haber prensado y enfardelado.

Tasa de Calidad: De un total de fardos producidos se obtuvo un 100% de fardos que cumplieron con los estándares de calidad.

I. Proceso de Etiquetado

ETIQUETADO		
1 Maq.		1
TC = 0.22 s/saco		
TP = 0.33min/fardo		
TCP = 0.33 min		
Disp. TASA = 35.83%		
Disp. Total = 45.80%		
Eficiencia = 88.08%		
T. Calidad = 100.0%		

N° Máquina y Operarios: Para el proceso de etiquetado de los fardos, se utilizó una computadora, una impresora de etiquetas y una balanza. El proceso fue realizado por un colaborador del Departamento de Control de la Producción.

Tiempo de Ciclo: El tiempo requerido para pesar y etiquetar un saco (pesquero 28" de TASA) fue de 0.22 segundos.

Tiempo de Preparación: El tiempo que tardó el colaborador en colocar el fardo sobre la balanza listo para ser etiquetado fue 0.33 minutos.

Tiempo de Cambio de Producto: El tiempo que tardó el colaborador en colocar un fardo de un producto diferente sobre la balanza fue de 0.33 min.

Disponibilidad Tasa: El porcentaje de disponibilidad en el proceso de etiquetado para la producción del pesquero 28" de TASA, fue de 35.83%.

Disponibilidad Total: El tiempo total disponible para el proceso de etiquetado fue de 19,785 minutos al mes, lo que representó un 45.80% del tiempo total del mes.

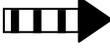
Eficiencia: En una cierta cantidad de tiempo, el colaborador etiquetó solo el 88.08% de lo que debió haber etiquetado.

Tasa de Calidad: De un total de fardos etiquetados se obtuvo un 100% de fardos que cumplieron con los estándares de calidad.

7. Flujo de Material en el Proceso

En la siguiente tabla se puede observar el tipo de flujo que se registró entre cada proceso de la cadena de valor.

Tabla 4.9. Descripción del Flujo de Material entre Procesos

Proceso Proveedor	Proceso Cliente	Tipo de Flujo	Símbolo	Descripción
Mezclado	Extrusión y Bobinado de UR	Pull secuencial		La mezcla se producía de acuerdo a las necesidades de la línea de extrusión STAREX 1400 y los sacos con mezcla eran consumidos secuencialmente.
Extrusión y Bobinado de TR STAREX S1500	Tisaje	Pull		Las bobinas de trama eran almacenadas en un supermercado controlado mediante señales kanban, de donde eran retiradas para ser utilizadas en los telares.
Extrusión y Bobinado de UR STAREX 1400	Tisaje	Push		Las bobinas de urdimbre eran producidas y almacenadas en pallets sin llevar algún control de señales kanban. La línea de extrusión se programaba informalmente.
Tisaje	Laminado	Push		Existía un acumulamiento de material en proceso entre proveedor y cliente por la falta de comunicación o por no haber establecido un límite de material entre ambos. El proceso de tisaje producía y empujaba el material sin saber las necesidades del proceso de laminado.
Laminado	Impresión	Push		Existía un acumulamiento de material en proceso entre proveedor y cliente por la falta de comunicación o por no haber establecido un límite de material entre ambos. El proceso de laminado producía y empujaba el material sin saber las necesidades del proceso de impresión.

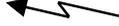
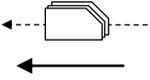
Impresión	Conversión	Push		Existía un acumulamiento de material en proceso entre proveedor y cliente por la falta de comunicación o por no haber establecido un límite de material entre ambos. El proceso de impresión producía y empujaba el material sin saber las necesidades del proceso de conversión.
Conversión	Prensado y Enfardelado	Push		Existía un acumulamiento de material en proceso entre proveedor y cliente por la falta de comunicación o por no haber establecido un límite de material entre ambos. El proceso de conversión producía y empujaba el material sin saber las necesidades del proceso de prensado y enfardelado.
Prensado y Enfardelado	Etiquetado	Push		Existía un acumulamiento de material en proceso entre proveedor y cliente por la falta de comunicación o por no haber establecido un límite de material entre ambos. El proceso de prensado y enfardelado producía y empujaba el material sin saber las necesidades del proceso de etiquetado.
Etiquetado	Almacén Control de Prod.	Push		El producto terminado era empujado y colocado entre el proceso de etiquetado y el Almacén de Control de Producción, creándose un acumulamiento de material.

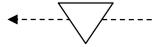
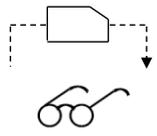
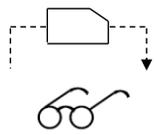
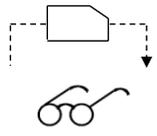
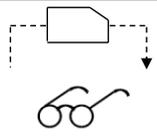
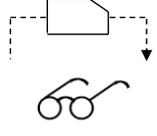
Fuente: Elaboración Propia

8. Flujo de Información en el Proceso

En la siguiente tabla se puede observar el tipo de flujo que se registró entre cada proceso de la cadena de valor

Tabla 4.10. Descripción del Flujo de Información entre Procesos

Proceso Proveedor	Proceso Cliente	Tipo de Información	Símbolo	Descripción
Cliente	Dpto. de Ventas	Información electrónica		El Dpto. Ventas era contactado por el cliente vía electrónica (email), medio por el cual el cliente solicita una cotización y un cronograma de entrega. Después de que el Dpto. de Ventas se comunique con el Dpto. de Programación de la Producción, enviaba electrónicamente una respuesta al cliente, quien luego confirmaría o no el pedido para que luego el Dpto. de Ventas ingrese la orden en el sistema.
Dpto. de Programación de la Producción	Proveedor	Información electrónica		El Dpto. de Programación de la Producción contactaba al proveedor vía email en caso de requerir material.
Dpto. de Programación de la Producción	Almacén de Producto Terminado	Información electrónica		El Dpto. de Programación de la Producción enviaba electrónicamente el cronograma de entregas al encargado del Almacén de Productos Terminados.
Dpto. de Programación de la Producción	Tisaje	Información manual		El Dpto. de Programación de la Producción emitía el programa diario de producción y los kanban de producción al supervisor quien programaba los telares.
Mezclado	Extrusión y Bobinado de UR (STAREX 1400)	Programación Vaya a ver		Existía una programación informal del supervisor al área de mezclado en base a las necesidades de la línea de extrusión. El nivel de mezcla en la tolva de la extrusora indicaba las necesidades de la línea de extrusión.

Extrusión y Bobinado de UR STAREX 1400	Tisaje	Programación Vaya a ver		El supervisor hacía una programación informal acerca del lote de bobinas de urdimbre que se debía producir.
Extrusión y Bobinado de TR STAREX S1500	Tisaje	Señal Kanban		Existía un supermercado de bobinas de trama con espacios señalizados en el piso. Cuando se retiraban los carritos con bobinas, se dejaban espacios libres que autorizaban la producción de bobinas y reposición en el supermercado.
Tisaje	Laminado	Programación vaya a ver / Señal Kanban		Los rollos tejidos tenían colocado los kanban de producción con la información que necesitaba el proceso siguiente para seguir con la producción. El jefe de turno programaba el producto y el tamaño de lote a laminar.
Laminado	Impresión	Programación vaya a ver / Señal Kanban		Los rollos laminados tenían colocado los kanban de producción con la información que necesitaba el proceso siguiente para seguir con la producción. El jefe de turno programaba el producto y el tamaño de lote a imprimir.
Impresión	Conversión	Programación vaya a ver / Señal Kanban		Los rollos impresos tenían colocado los kanban de producción con la información que necesitaba el proceso siguiente para seguir con la producción. El jefe de turno programaba el producto, el tamaño de lote a convertir y asignaba las convertidoras a utilizar.
Conversión	Prensado y Enfardelado	Señal Kanban		El lote de sacos producidos tenía colocado los kanban de producción con la información que necesitaba el proceso siguiente para seguir con la producción.
Prensado y Enfardelado	Etiquetado	Información manual		Los fardos producidos tenían colocado los kanban de producción con la información que necesitaba el proceso siguiente para seguir con la producción.

9. Nivel de Inventarios en el Proceso

Tabla 4.11. Resumen del Nivel de Inventario en el Proceso

Elementos	Cantidad (unid)	Cantidad (días)
Bolsas de PP en Almacén	713	2.548
Bolsas de PP en Zona Abastecimiento	253	0.903
Bobinas de TR	2640	1.000
Pallet con Bobinas de UR	21	1.276
Rollos tejidos	06	0.262
	04	0.175
Rollos laminados	43	1.881
	03	0.131
Rollos impresos	01	0.044
	01	0.044
	01	0.044
Sacos	2500	0.031
	1700	0.021
	3550	0.044
Fardos	11	0.055
Fardos etiquetados	18	0.090
	83	0.415
	538	2.690
Tiempo de Entrega Total		11.654

Fuente: Elaboración Propia

10. Tiempo de Entrega y Tiempo de Transformación

Después de haber culminado el mapa del estado actual de la cadena de valor de la producción de sacos pesquero 28" en NORSAC S.A., pudimos obtener que el tiempo de transformación total para un saco fue de 5.05 segundos y el tiempo promedio que permanece un saco dentro de la cadena de valor es de 11.65 días.

11. Conclusiones

- Después de haber realizado el mapa del estado actual, se observó que uno de los principales desperdicios era el exceso de inventario de materia prima, trabajo en proceso y producto terminado; considerando que NORSAC S.A. sólo debía mantener un inventario máximo para un día de producción. El exceso de materia prima (equivalente a 3.451 días de producción), obedece a una política de compras perteneciente a una empresa tradicional, que busca un sobre stock, a diferencia de una empresa esbelta que busca abastecerse de materia prima en el momento necesario. El exceso de trabajo en proceso (equivalente a 5.008 días de producción), se debe a la sobre producción y a la falta de comunicación entre los procesos acerca de las necesidades del proceso cliente; otras razones, son la falta de disponibilidad de las máquinas por tratarse de recursos compartidos y la ineficiente nivelación de la carga y mezcla del proceso marcapasos. El exceso de producto terminado (equivalente a 3.195 días de producción) es debido al incumplimiento por parte del cliente del cronograma de entrega pactado, lo que restringe la capacidad de almacenaje dentro de la planta. Todos estos excesos de inventario, generan pérdida para la empresa al convertirse en recursos monetarios inmovilizados que causan largos plazos de entrega (11.654 días). Así mismo, los inventarios ocultan los defectos del producto hasta el momento que son procesados, exigen espacio para ser almacenados y personal para ser manipulados.
- Otro desperdicio presente en el proceso son los largos tiempos de espera, generalmente ocasionados por un método de trabajo no apropiado para los tiempos de preparación y cambios de producto (siendo el más extenso el de la preparación de la impresora, de aproximadamente 80 minutos por cambio de producto); como también, por paradas correctivas en las máquinas a falta de la aplicación del TPM. Estos tiempos muertos, generan una necesidad de reprogramación de los pedidos, lo cual podría significar la insatisfacción del cliente y el riesgo de perderlo.
- Uno de los desperdicios también presente en la cadena de valor son los movimientos innecesarios que no agregan valor al producto. Esto

debido a la falta de una mejora en el método de trabajo y a la falta de su estandarización.

- Finalmente, el tiempo total de transformación de una unidad es de 5.05 segundos, lo que equivale aproximadamente un 0.0005% del tiempo total de entrega de una unidad.

12. Recomendaciones

- Para evitar el exceso de producción y de inventarios es necesario establecer un ritmo de producción de acuerdo a las necesidades del cliente. Por otro lado también implementar Sistemas de Tirón por Supermercado y Pasillos FIFO haciendo uso del sistema kanban con el fin de controlar el nivel de inventarios. También nivelar la mezcla y carga de producción en el proceso marcapasos con la finalidad de hacer fluir el producto. Además, mejorar las políticas de abastecimiento de materia prima, adquirirla en pequeños lotes solo cuando es necesario y finalmente hacer cumplir lo pactado con el cliente acerca de los plazos de entrega.
- Es necesario hacer uso del SMED, herramienta creada por Shigeo Shingo, con la finalidad de mejorar el método de trabajo en la preparación y cambios de proceso para reducir los tiempos de espera y obtener un mejor nivel de productividad. Así mismo reducir notablemente los tiempos de espera ocasionados por las paradas de mantenimiento correctivo mediante la implementación del Mantenimiento Productivo Total.
- Es necesario mejorar los métodos de trabajo en los procesos eliminando las actividades que no agregan valor y estandarizando el método propuesto con la finalidad de reducir el cansancio de los operarios que causan menor producción por unidad de tiempo dando bajos niveles de productividad.
- Es necesario reducir los tiempos de entrega mejorando el flujo de los productos a través de la cadena de valor mediante el uso de las herramientas de la Manufactura Esbelta con el propósito de mejorar el nivel de rotación de inventarios.

4.1.4. Mapeado de la Situación Futura

Después de haber trazado y analizado el Mapa de la Situación Actual de la familia del producto pesquero 28" (TASA), se respondieron una lista de preguntas elaboradas por Rother & Shook con la finalidad de facilitar el trazado del Mapa de la Situación Futura. [TEXTO 03]

1. ¿Cuál es el ciclo de producción (takt time) de NORSAC S.A. para el producto en cuestión?

El ciclo de producción (takt time) se obtuvo empezando por calcular el tiempo de trabajo disponible de cada proceso utilizado para la producción de un saco pesquero 28" de Tecnología de Alimentos SA.

$$Tpo. de Trabajo Disp. = Tpo. Disponible - Tpo. No Dedicado al Trabajo$$

Cabe resaltar que el tiempo no dedicado al trabajo está conformado por el tiempo dedicado al almuerzo, a las paradas entre cambio de turno, descansos y reuniones.

Los turnos de día y noche son de 12 horas cada uno con una pausa de 15 minutos entre cada uno en ciertos procesos. Estos son: mezclado, conversión, enfardelado y etiquetado. El tiempo dedicado al almuerzo es de 30 minutos, sin embargo, el único proceso que se detiene para el almuerzo es el de etiquetado. En los demás procesos, si están a cargo de un solo operario, este será reemplazado; mientras que en los procesos que están a cargo de un operario y su ayudante, estos se turnan para la hora de almuerzo. Por otro lado en el proceso de etiquetado se dedicaban 6 horas por turno a otras funciones. Cabe resaltar que las reuniones son fuera del horario de trabajo, por lo tanto, no perjudica al tiempo de trabajo disponible al día.

Después de haber calculado el tiempo de trabajo disponible al día, se utilizó la siguiente fórmula para calcular el ciclo de producción.

$$Ciclo de Producción = \frac{Tiempo de trabajo disponible al día (seg/día)}{Demanda diaria del cliente (unid/día)}$$

En la siguiente tabla se pueden observar los ciclos de producción para cada proceso.

Tabla 4.12. Ciclo de Producción de los Procesos

Proceso	Disponibilidad de Trabajo (s/día)	Ciclo de Producción (s/saco)
Mezclado	84,600	1.06
Extrusión de UR	86,400	1.08
Extrusión de TR	86,400	1.08
Tisaje	86,400	1.08
Laminado	86,400	1.08
Impresión	86,400	1.08
Conversión	84,600	1.06
Enfardelado	84,600	1.06
Etiquetado	39,600	0.50

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se concluyó que el ritmo de producción de NORSAC S.A. para poder satisfacer la demanda del cliente debía ser, producir un saco cada 1.06, 1.08 y 0.50 segundos dependiendo del proceso.

2. ¿Debería NORSAC S.A. almacenar sus productos en un supermercado de productos terminados, o producirlos directamente para expedición?

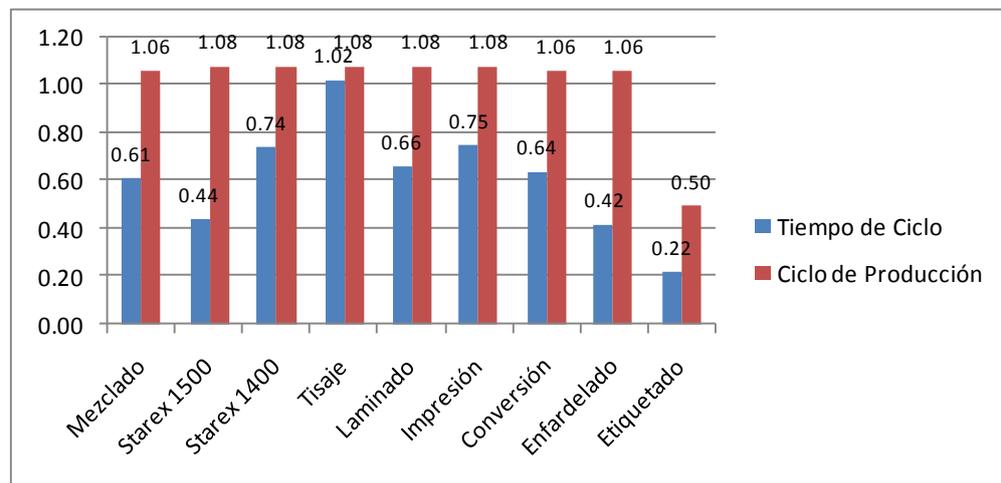
NORSAC S.A. es una empresa que produce ciertos productos bajo pedido y otros contra stock. Al tratarse de productos personalizados bajo pedido, como es el caso del Pesquero 28" de TASA, no era recomendable implementar un supermercado de productos terminados, debido a que se corría el riesgo de incurrir en costos de almacenamiento innecesarios si no se llegase a despachar la mercadería en la fecha prevista; incluso, la mercadería podría convertirse en un recurso obsoleto al no poder ser vendida a otro cliente debido a sus características específicas.

Para representar la expedición directa en el estado futuro se utilizó un ícono de **pasillo FIFO**. En la *figura 4.5. Primera Versión del Mapa del Estado Futuro*, se pueden observar el flujo de material entre el proceso de etiquetado y de embarque.

3. ¿En qué procesos de la cadena de valor puede NORSAC S.A. introducir un flujo continuo?

En la *Gráfica 4.1. Resumen de Tiempos de Ciclo*, se observa la duración de los tiempos de ciclo reales de cada proceso. Se puede observar que los tiempos de ciclo de la operación de las líneas de extrusión eran breves en comparación con el del siguiente proceso y además, eran recursos compartidos por todas las familias de productos, por lo tanto, para incorporar estos procesos al flujo continuo, los operarios tendrían que haber operado las extrusoras con un ciclo más lento y haberlas usado exclusivamente para la familia de productos en estudio, lo que no era práctico. Como consecuencia, estas extrusoras habrían quedado subutilizadas y NORSAC S.A. tendría que haber adquirido otras extrusoras costosas para las otras familias de productos. Era más lógico operar las extrusoras para producir por lotes y controlar su producción mediante supermercados en base a un sistema halado. Cabe resaltar que el proceso de mezclado es una actividad que está directamente relacionada con la extrusora STAREX 1400, por lo tanto cualquier decisión tomada para este proceso de extrusión, afectaría a esta actividad.

Gráfica 4.1. Resumen de Tiempos de Ciclo

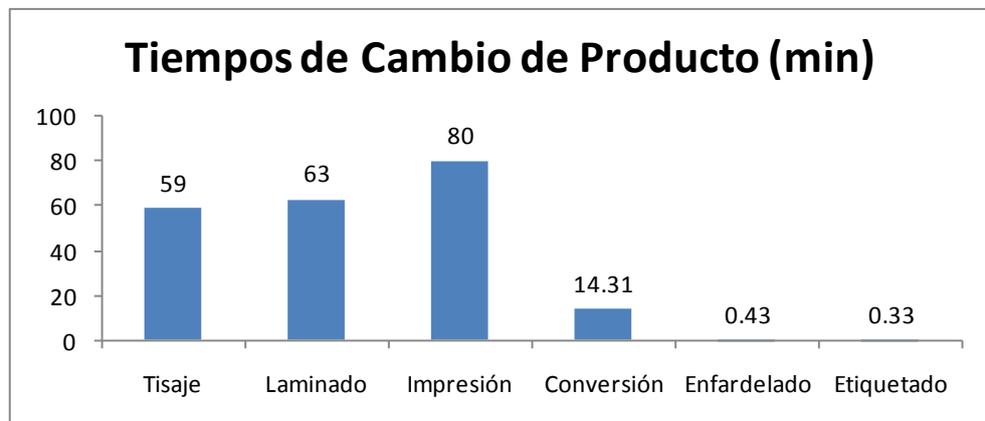


Fuente: Elaboración Propia

NORSAC S.A. podría haber implementado un flujo continuo entre el proceso de tisaje y laminado, así como también, entre el proceso de impresión y conversión siempre y cuando los tiempos de cambio de producto hubiesen sido mínimos. Los tiempos de cambio de producto desde el proceso de

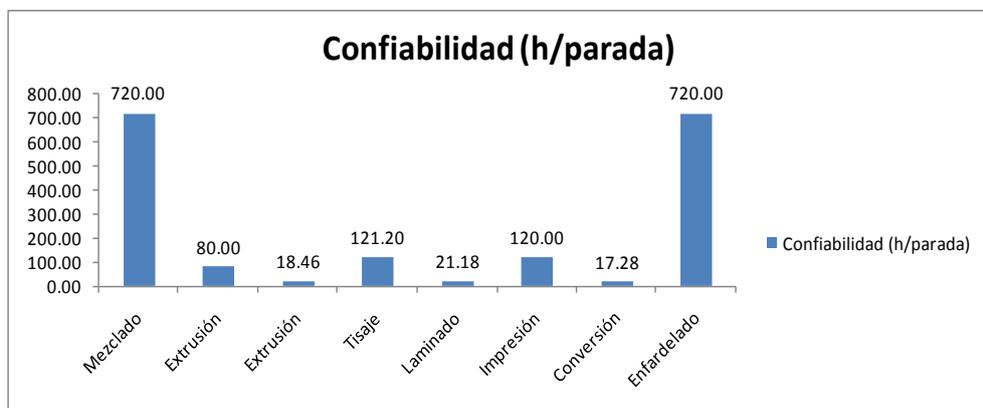
tisaje hasta el de conversión eran considerables como se puede observar en la *Gráfica 4.2. Resumen de Tiempos de Cambio de Producto*; por lo tanto era preferible implementar un flujo con pasillos FIFO entre el proceso de laminado e impresión y el de conversión y enfardelado – etiquetado estableciendo un máximo de piezas en el pasillo. A medida que NORSAC S.A. vaya reduciendo sus tiempos de cambio de producto y que sus máquinas sean más confiables (*ver Gráfica 4.3. Confiabilidad de los Procesos*), se podrá implementar un flujo continuo.

Gráfica 4.2. Resumen de Tiempos de Cambio de Producto



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 4.3. Confiabilidad de los Procesos



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente en el caso de enfardelado y etiquetado si se podía implementar un flujo continuo mediante un balance de operarios y una mejora del método de trabajo en ambos procesos. Para representar el flujo continuo entre el proceso de enfardelado y etiquetado se representaron ambos procesos en una sola **casilla de proceso**.

En la *figura 4.5. Primera Versión del Mapa del Estado Futuro*, se pueden observar el flujo continuo del proceso de enfardelado y etiquetado.

4. ¿En dónde tendrá que usar NORSAC S.A. sistemas de flujo de halado con supermercados?

NORSAC S.A. necesitaba tres supermercados, uno para la materia prima y dos para la producción controlada de cintas para trama y urdimbre.

Supermercado de Materia Prima

A fin de que la cadena de valor lean abarque toda la fábrica, se necesitaba que el mapa del estado futuro muestre un supermercado para el almacenamiento de materia prima (sacos de polipropileno). Debido a que los insumos de NORSAC S.A. llegaban en camiones de manera interdiaria, se planteó que el supermercado debía contener lo equivalente a dos días de producción.

El funcionamiento del supermercado consistiría en que el operario del área de mezclado emita una tarjeta kanban de retiro al supermercado del Almacén de Insumos al inicio del día, después de haber contabilizado el número de bolsas de polipropileno disponibles en la Zona de Abastecimiento. La cantidad de bolsas de materia prima que solicitaría, sería la cantidad que le falta para completar con la demanda del día. Las tarjetas kanban serían enviadas al Departamento de Programación de la Producción, donde el programador ingresaría su pedido en función al consumo real, en lugar de basarse en previsiones de uso futuro del MRP.

El supermercado de materia prima se representó en el estado futuro mediante un ícono de **supermercado**. La información del operario de mezclado y del encargado del Almacén de Insumos fueron representados mediante una **tarjeta kanban de retiro**. Los kanban de retiro emitidos por el operario de mezclado son almacenados por el encargado del Almacén de Insumos, lo que es representado por un ícono de **puesto kanban**.

Supermercado de cintas

Las líneas de extrusión para la producción de cinta para la trama y urdimbre eran recursos compartidos que debían producir cinta para todas las familias

de productos, por lo tanto, era necesario implementar un sistema de flujo de halado con supermercados y hacer uso de señales kanban para que el proceso cliente, mediante estas señales ordene producir sólo lo que necesita y poder controlar la producción.

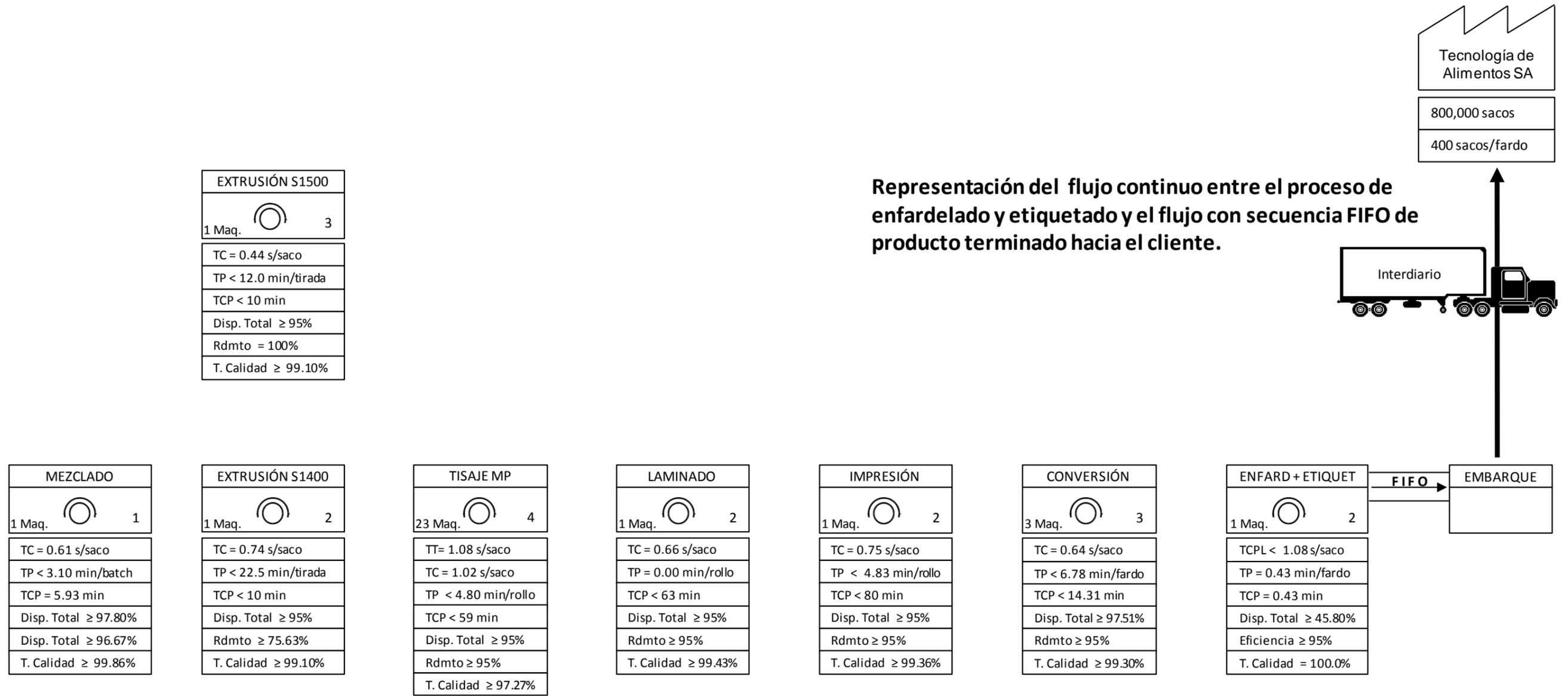
NORSAC S.A. ya tenía implementado un sistema de flujo halado con supermercados para las bobinas de trama de la línea de extrusión STAREX S1500, de igual manera se planteó implementar un supermercado para las bobinas de urdimbre de la línea de extrusión STAREX 1400.

El sistema de flujo halado parte de las necesidades del cliente, en este caso, el cliente del proceso de extrusión era el proceso de tisaje, que necesitaba 36'941,600 metros de cinta de urdimbre para cumplir con el pedido de 80,000 sacos diarios, lo equivalente a 1120 bobinas de urdimbre. Así mismo, necesitaba 36'868,800 metros de cinta de trama para cumplir con el pedido de 80,000 sacos diarios, lo equivalente a 2634 bobinas de trama. Se planteó que los supermercados contengan lo equivalente a un día de trabajo.

El flujo de información entre ambos procesos se realizaba mediante una señal kanban, un espacio dibujado en el suelo que al estar vacío ordenaba al proceso proveedor producir para reponer lo retirado del supermercado. La cantidad de bobinas que debían producirse diariamente se escribía en una pizarra asignada para el supermercado; esta permitía a los operarios de la línea de extrusión producir la cantidad exacta de bobinas necesarias para cumplir con el requerimiento del día.

De igual manera, se planteó destinar este tipo de señal para el funcionamiento del supermercado de urdimbre. Por otro lado se planteó que se calcule y se escriba en una pizarra asignada para el área de mezclado, la cantidad de mezcla requerida para la producción del día. Esta debía producirse de acuerdo al nivel de la tolva del proceso de extrusión. En el caso de que hubiese un cambio de color, el operario de extrusión tendría que entregar una bola del color del producto a producir funcionando como una señal kanban.

Figura 4.5. Primera Versión del Mapa del Estado Futuro



Fuente: Elaboración Propia

Los supermercados de cintas fueron representados en el mapa futuro con un ícono de **supermercado**, el flujo de material se representó mediante un ícono de **retiro** y el flujo de información fue representado mediante un ícono de **kanban de señal** y una **pelota de golf** para el proceso de mezclado.

En la *figura 4.6. Segunda Versión del Mapa del Estado Futuro*, se puede observar los supermercados de cinta, el flujo de material y la información entre su proceso proveedor y cliente.

5. ¿Qué punto preciso de la cadena de producción va a elegir NORSAC S.A. (como proceso marcapaso) para su programación?

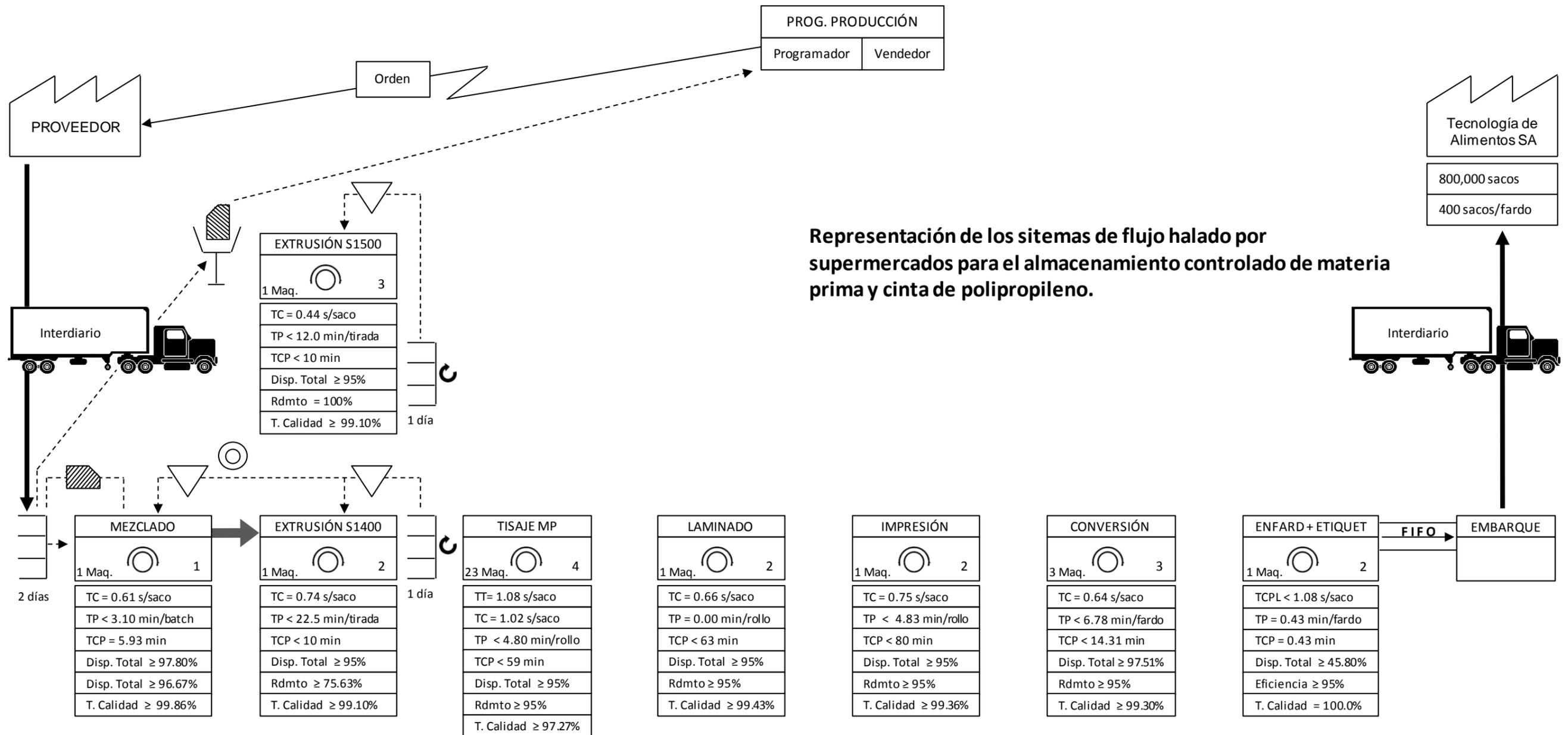
NORSAC S.A. tenía como punto de programación el proceso de tisaje, el cual seguiría siendo el proceso que marca el ritmo de la producción. A partir de este proceso el material fluiría en algunos casos en flujo continuo y en otros mediante un flujo en secuencia FIFO. El nivel de inventario en proceso en los pasillos FIFO depende de factores como el desbalance de los tiempos de ciclo, del número de cambios de productos que se hacen y el desbalance de los tiempos de cambio de producto en cada proceso o de la distancia entre cada proceso. Para el cálculo del nivel de inventario en los pasillos FIFO en el estudio, se tomó en cuenta el desbalance de los tiempos de ciclo y la capacidad de producción diaria de acuerdo al tiempo disponible. No se tomó en cuenta el desbalance del tiempo de cambio de producto ya que se asumió que la producción del día estaba dedicada a TASA.

Tabla 4.13. Flujo de Material Propuesto entre Procesos

Proceso Proveedor	Proceso Cliente	Tipo de Flujo
Telares	Laminado	Continuo
Laminado	Impresión	Secuencia FIFO
Impresión	Conversión	Continuo
Conversión	Prensado & Enfardelado	FIFO
Enfardelado	Etiquetado	Continuo
Etiquetado	Almacén CP	Secuencia FIFO

Fuente: *Elaboración Propia*

Figura 4.6. Segunda Versión del Mapa del Estado Futuro



Representación de los sistemas de flujo halado por supermercados para el almacenamiento controlado de materia prima y cinta de polipropileno.

Se represento el proceso marcapasos con las **letras MP** y el flujo de material FIFO entre los procesos con un ícono de **pasillo FIFO**. En la *figura 4.7. Versión Final del Mapa del Estado Futuro*, se puede observar el proceso marcapasos y el flujo de material con pasillos FIFO hacia delante.

6. ¿Cómo podría NORSAC S.A. nivelar la combinación de productos en el proceso marcapaso?

NORSAC S.A. tenía que nivelar la combinación de productos en el proceso marcapasos, y esto dependía de los productos que se demandaban en el día. Para la nivelación, se planteó utilizar una caja de nivelación Heijunka con tarjetas kanban que se servirían para programar el paso de la producción en los telares asignados para completar los pedidos.

Se represento la programación del proceso marcapasos con un ícono de **nivelación de la carga**.

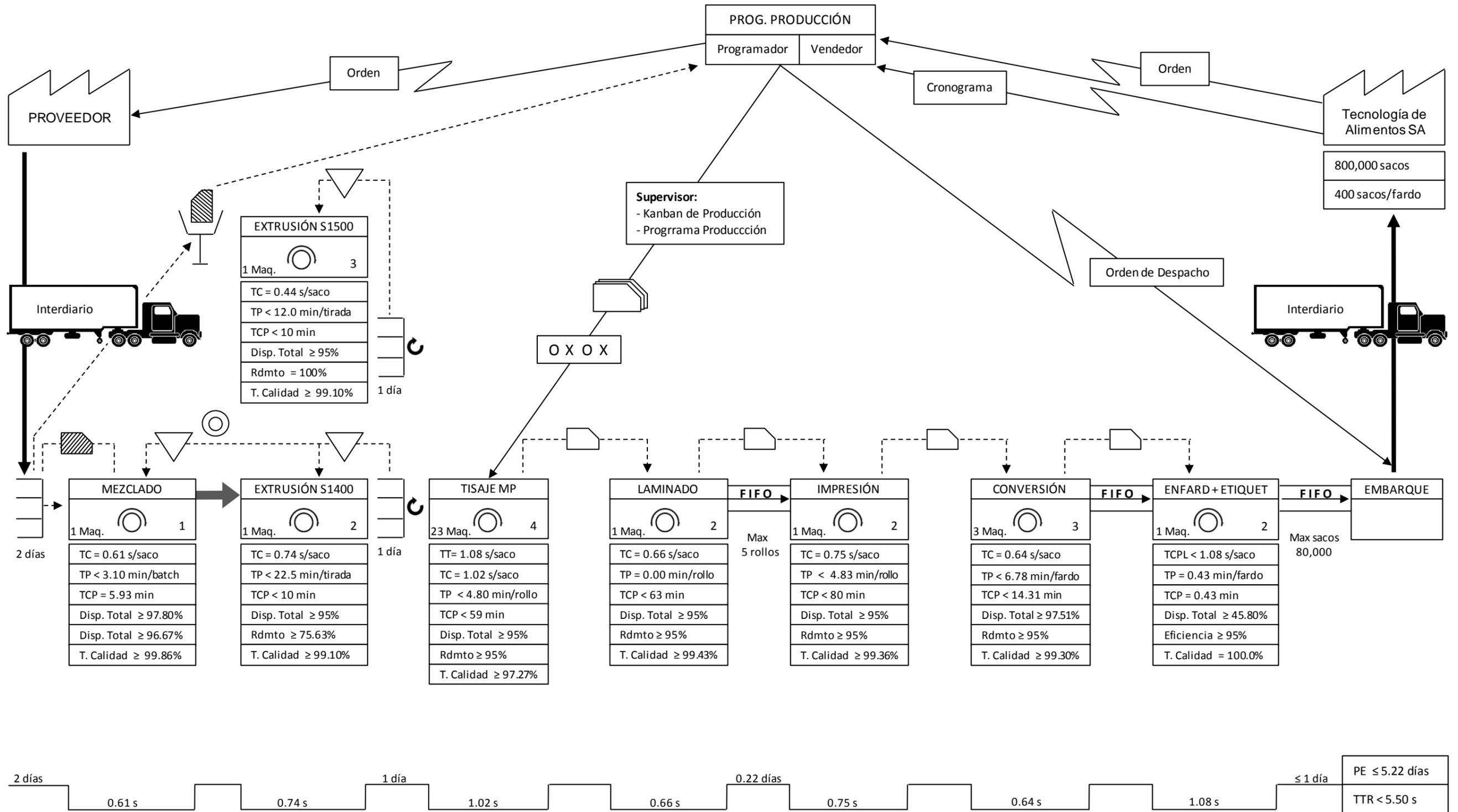
En la *figura 4.7. Versión Final del Mapa del Estado Futuro*, se puede observar al proceso marcapasos y su nivelación y combinación de trabajo.

7. ¿Qué mejoras afines a los procesos se necesitan para que el flujo de la cadena de valor de NORSAC S.A. sea el que describe el Mapa de la Situación Futura?

Habrá que introducir las mejoras siguientes en los procesos de producción para lograr los flujos de material e información que contempla NORSAC S.A.

- Implementar un supermercado de materia prima y estandarizar el uso de tarjetas kanban para controlar el abastecimiento del mismo.
- Implementar un supermercado para cintas de urdimbre para la producción de un día y hacer uso de señales kanban para controlar la producción de la cinta.
- Mejorar la información entre el proceso de extrusión y mezclado mediante el uso de un kanban de señal y “pelotas de golf” para controlar la producción de mezcla.
- Implementar un flujo continuo entre el proceso de enfardelado y etiquetado haciendo una mejora en el método de trabajo, balanceando el número de operarios en los procesos.

Figura 4.7. Versión Final del Mapa del Estado Futuro



- Implementar un flujo secuencial por medio de pasillos FIFO.
- Reducir los tiempos de preparación para los cambios de producto.
- Instalar una caja de combinación y nivelación de la carga de trabajo para la producción de rollos de tela en el proceso marcapasos.

Finalmente, después de introducir las mejoras propuestas anteriormente en los procesos de producción que contempla NORSAC S.A., se podrá lograr que el tiempo promedio de permanencia de un saco dentro de la cadena de valor sea menor o igual a 5.22 días, alcanzando un tiempo de transformación total menor a 5.50 segundos por saco, lo que equivaldría aproximadamente a un 0.001% del tiempo total de entrega de una unidad.

En la *figura 4.8. Mapa Actual con Elementos Kaizen*, se puede observar las mejoras propuestas para la cadena de valor.

4.1.5. Puesta en Práctica del Estado Futuro

Para poner en práctica el Estado Futuro, Rother y Shook (1998) aconsejan segmentar el Mapa del Estado Futuro para la implementación del mismo, crear un Plan Anual de la Cadena de Valor para su ejecución y finalmente una Evaluación del Progreso de Implementación de la Cadena de Valor de manera periódica. (*Ver Anexos 6 y 7*) [TEXTO 03]

4.1.5.1. Segmentación del Mapa del Estado Futuro

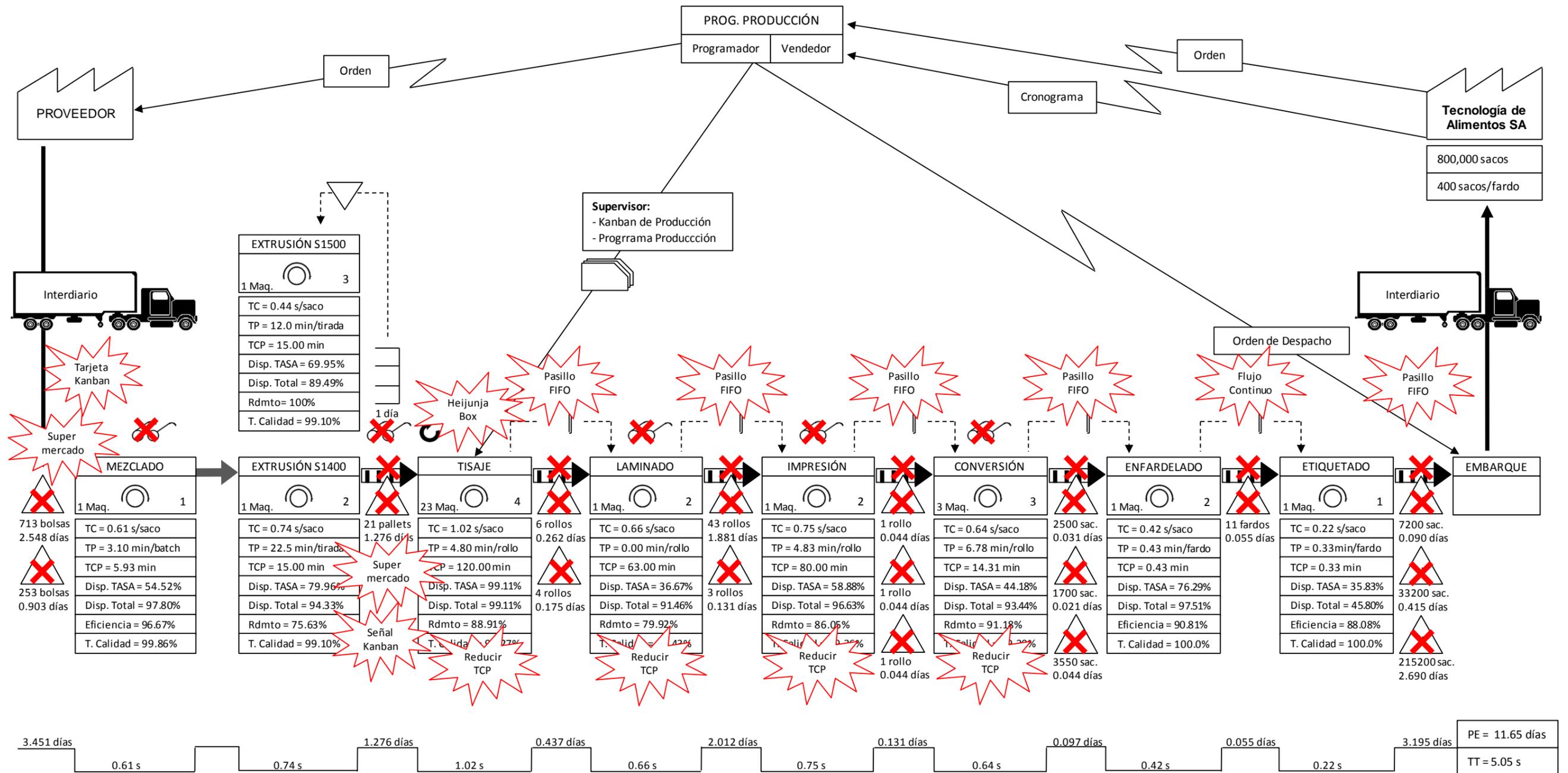
La segmentación que se planteó para el Mapa del Estado Futuro fue la siguiente y se puede observar en la *figura 4.8. Segmentación del Estado Futuro*.

Segmento A – Proceso Marcapasos

Objetivos:

- Establecer un flujo continuo entre el proceso de tisaje y laminado.
- Nivelar la carga de trabajo y mejorar la combinación de la producción del proceso de tisaje.
- Reducir el tiempo de preparación de los telares para el cambio de producto (cambio de tejido).

Figura 4.8. Mapa Actual con Elementos Kaizen



Fuente: Elaboración Propia

Metas:

- Mantener cero de inventario entre el proceso de tisaje y laminado.
- Implementar una caja de nivelación de la carga y combinación de la producción de rollos en los telares. (Heijunka Box).
- Aplicar el SMED para reducir el tiempo de preparación actual de los telares para el cambio de producto (cambio de tejido < 59 min).

Segmento B – Proceso de laminado**Objetivos:**

- Establecer un flujo de secuencia FIFO entre el proceso de laminado y el proceso de impresión.
- Reducir el tiempo de preparación de la laminadora para el cambio de producto (cambio de rodillo).

Metas:

- Implementar un pasillo FIFO para un máximo de 5 unidades entre el proceso de laminado e impresión.
- Aplicar el SMED para reducir el tiempo actual de preparación de la laminadora para el cambio de producto (cambio de rodillo < 63 min).

Segmento C – Proceso de impresión**Objetivos:**

- Establecer un flujo continuo entre el proceso de impresión y el proceso de conversión.
- Reducir el tiempo de preparación de la impresora para el cambio de producto (cambio de cliché).

Metas:

- Mantener cero de inventario entre el proceso de impresión y conversión.

- Aplicar el SMED para reducir el tiempo actual de preparación de la impresora para el cambio de producto (cambio de cliché < 80 min).

Segmento D – Proceso de Conversión

Objetivos:

- Establecer un flujo de secuencia FIFO entre el proceso de conversión y el proceso de enfardelado y etiquetado.
- Reducir el tiempo de preparación de las convertidoras para el cambio de producto (cambio de rollo).

Metas:

- Implementar un pasillo FIFO para un máximo de unidades a definir entre el proceso de conversión y el de enfardelado y etiquetado.
- Aplicar el SMED para reducir el tiempo actual de preparación de las convertidoras para el cambio de producto (cambio de rollo < 14.31 min).

Segmento E – Proceso de enfardelado y etiquetado

Objetivos:

- Establecer un flujo continuo entre el proceso de enfardelado y etiquetado.

Metas:

- Mejorar el método de trabajo y hacer un balance de operarios entre el proceso de enfardelado y etiquetado para hacer fluir el producto entre ambos procesos.

Segmento F – Proceso de extrusión y mezclado

Objetivos:

- Establecer un flujo de halar con un supermercado de bobinas de urdimbre en la línea de extrusión STAREX 1400.

- Establecer un flujo de información entre el proceso de tisaje y la línea de extrusión STAREX 1400 y eliminar las programaciones informales en la extrusora.
- Mejorar el flujo de información entre el proceso de extrusión y mezclado y eliminar las programaciones informales en el proceso de mezclado.

Metas:

- Mantener en el supermercado la cantidad de bobinas equivalente a un día de producción como máximo.
- Hacer uso de señales kanban con la finalidad de controlar la producción y evitar las programaciones informales en la extrusora.
- Hacer uso de un kanban de señal para controlar la producción en el proceso de mezclado, así mismo hacer uso de “pelotas de golf” que sirvan como kanban para el cambio de producto.

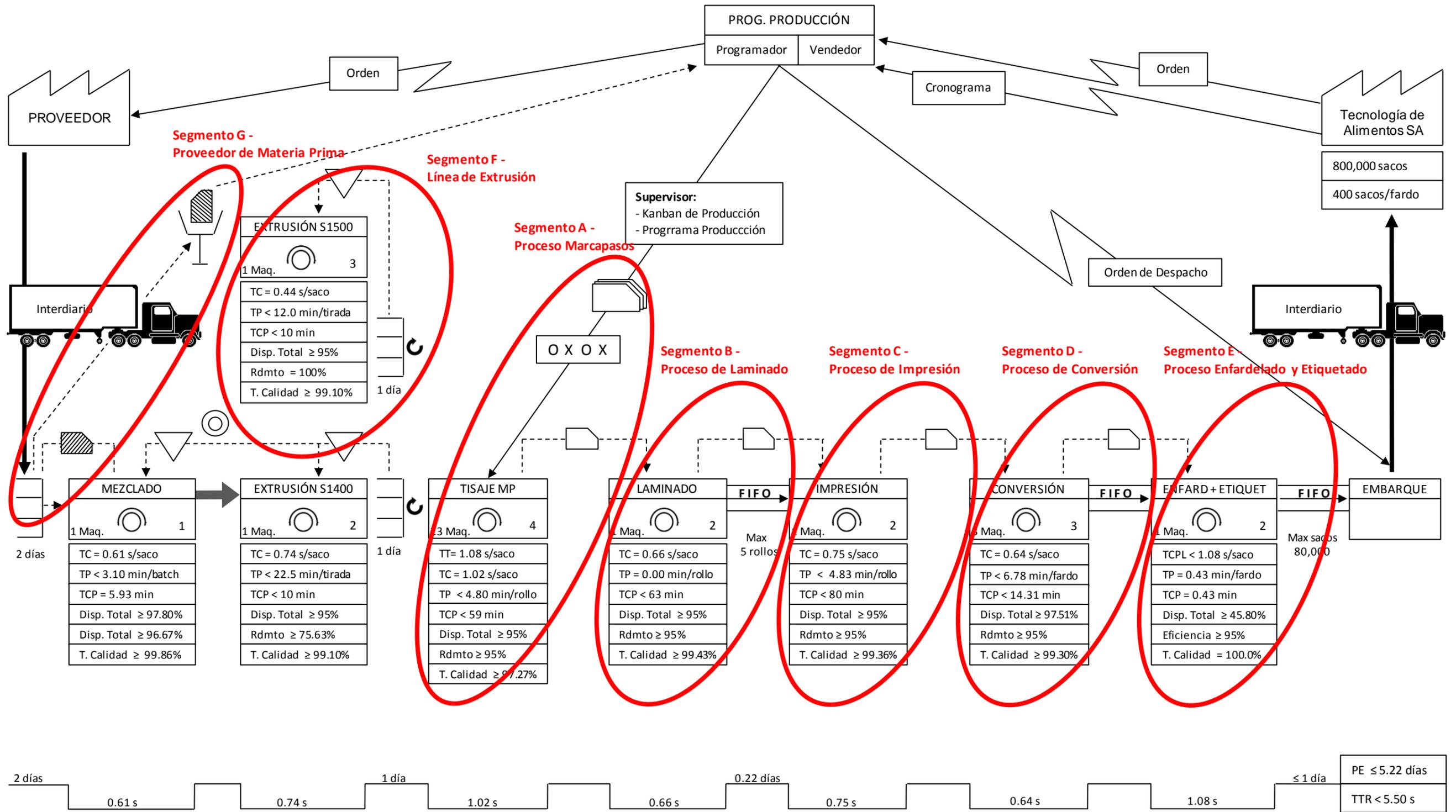
Segmento G – Proveedor de materia prima**Objetivos:**

- Establecer un flujo de halar complementado con un supermercado para la materia prima.

Metas:

- Mantener en el Almacén de Insumos un máximo de materia prima para dos días de producción y hacer uso de tarjetas kanban para controlar la producción.

Figura 4.9. Segmentación del Mapa del Estado Futuro



4.2. Single Minute Exchange Of Die (SMED)

4.2.1. Objetivo General

Reducir el tiempo de preparación de la impresora Dynaflex para el cambio de producto mediante la implementación de la herramienta SMED.

4.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades involucradas en la preparación actual de la impresora para un cambio de producto.
- Diferenciar las actividades internas y externas realizadas en el cambio de producto.
- Convertir las actividades internas en externas.
- Proponer mejoras en los métodos de realización de actividades internas y externas que permitan disminuir sus tiempos de ejecución.
- Evaluar y medir los niveles de productividad en el proceso de impresión después de implementar la herramienta SMED en la preparación de la impresora para un cambio de producto.

4.2.3. Descripción del Proceso de Impresión

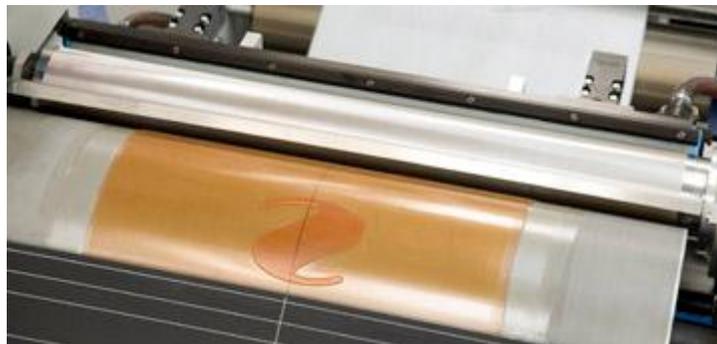
El proceso de impresión se realiza en una máquina rotativa alimentada por bobinas que emplea clichés fotorolímetros, que contienen la imagen o texto a imprimir en bajo y alto relieve, los cuales son grabados en la tela adhiriendo las tintas que conforman el color final del diseño del cliente.



El proceso de impresión se inicia cuando los clichés son fijados en un cilindro porta clichés haciendo uso de una cinta adhesiva de doble faz (duplotex) que además, iguala ligeras irregularidades en la superficie de los

clichés. La impresora Dynaflex está diseñada para trabajar hasta seis colores por impresión, debido a que está conformado por seis unidades de impresión. Cada unidad de impresión está conformada por una cámara de rasqueta dosificadora (Doctor Blade), un cilindro anilox y un cilindro portaclichés.

La cámara de rasqueta contiene la tinta que debe ser suministrada al cilindro anilox, el cual está recubierto con una superficie cerámica, sobre la cual lleva grabado miles de celdas microscópicas que contienen la cantidad de tinta exacta que debe ser suministrada al cliché.



Después de que el anilox haya suministrado la tinta al cliché, este es presionado contra la tela dejando grabada la imagen del mismo.

4.2.4. Componentes de la Impresora Dynaflex

La máquina de impresión Dynaflex está compuesta por los siguientes módulos:

A. Módulo de desembobinado

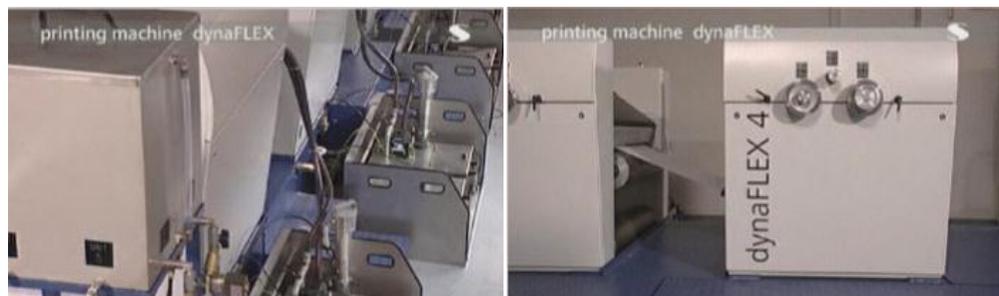
La tela de polipropileno se encuentra embobinada sobre un tubo, a través del cual es insertado un eje con expansiones de caucho, que son activadas con aire comprimido y permiten fijar la bobina al eje. El rollo es colocado sobre unos brazos de soportes que al ser levantados, su mecanismo permite el desenvolvimiento del rollo para alimentar a la impresora. Este módulo también cuenta con un sistema de freno muy importante que mantiene una tensión uniforme en la tela de polipropileno en el momento de ser transportado con los rodillos transportadores y con un sistema de

tratamiento de corona, el cual aumenta la tensión superficial de la tela con la finalidad de conseguir una mayor capacidad de adhesión sobre los mismos.



B. Módulo de impresión

Este es el módulo principal de la máquina ya que en este se obtiene la impresión de la imagen del cliente. Está compuesto por seis unidades de impresión a través de las cuales hay una serie de rodillos que transportan la tela de polipropileno. Cada unidad posee un contenedor de tinta de donde esta es bombeada hasta la cámara de la rasqueta y la retorna constantemente con la finalidad de mantenerla en movimiento y evitar la sedimentación de los pigmentos. La impresora cuenta con un viscosímetro que controla la viscosidad de la tinta de cada unidad de impresión.



C. Módulo de secado

La impresora cuenta con sistemas de secado entre cada unidad de impresión con la finalidad de secar la tela antes de que pase al siguiente módulo de impresión y no provocar una mezcla no deseada de colores. Si mismo cuenta con un sistema de secado es al final de último módulo de impresión con la finalidad de que no se corran los colores al embobinarse la tela.

D. Módulo de embobinado

Este módulo está conformado por una cámara que captura imágenes cada segundo para controlar la impresión, el sistema de freno para mantener la tensión uniforme, un sistema de enfriamiento que disminuye la temperatura de la tela de polipropileno que fue secada anteriormente y los brazos de soporte con el mecanismo que permite el embobinado de la tela en el tubo que contiene el eje.



E. Módulo de control

Este módulo contiene todos los elementos que permiten controlar el proceso de impresión. Contiene una pantalla táctil en la que se ingresan los datos necesarios para una impresión que cumpla con las características del producto. Además permite controlar y observar las imágenes tomadas por la cámara del módulo de embobinado.



4.2.5. Descripción del Proceso de Preparación para un Cambio de Producto

El proceso de preparación para un cambio de producto se inicia cuando la máquina imprime el último metro de un producto A hasta que el inspector de calidad aprueba comenzar la impresión del próximo producto B. En este

lapso de tiempo el proceso de preparación para un cambio de producto pasa por las siguientes etapas:

- **Cambio de accesorios**

En esta etapa de preparación, el operario y el ayudante realizan cambios de elementos como: el cambio de clichés, cambio de tintas y cambio de rollo a imprimir.

- **Ajuste de presión y encaje**

Durante esta etapa de preparación, el operario realiza ajustes de presión con la finalidad de que la impresión no esté “chancada”. Así mismo, realiza ajustes en el posicionamiento vertical y horizontal de cada color con la finalidad que su encaje sea igual al de la muestra.

- **Verificación y ajustes finales**

En esta última etapa, el inspector de calidad y el jefe de turno verifican la impresión de acuerdo a la muestra y aprueban la impresión, de lo contrario el operario realiza los últimos ajustes y pone en marcha la impresora.

4.2.6. Etapa Preliminar: Diagnóstico Inicial

Los tiempos de preparación para un cambio de producto variaban según la cantidad de accesorios que debían ser cambiados. En el presente estudio se aplicó la técnica del SMED a un cambio de producto de 2 colores a 3 colores.

La impresora estaba a cargo de un operario y su ayudante para el proceso de preparación y operación de la misma. Se realizaban operaciones internas y externas durante la preparación de la impresora para un cambio de producto como se puede observar en la siguiente tabla.

En la tabla 4.14 se puede observar paso a paso el procedimiento inicial realizado por el operario y su ayudante, al momento de realizar el cambio de producto en la impresora. Además, el tiempo que les tomaba realizar cada una de las actividades.

Después de haber observado el procedimiento del operario y del ayudante para la preparación de la impresora se encontró lo siguiente:

Actividades del Ayudante

- El ayudante hacía un recorrido para abastecerse de la muestra del producto a imprimir y otro para abastecerse de los clichés requeridos para la impresión.
- El ayudante hacía dos recorridos a la zona de almacenamiento de tintas de la Dynaflex para abastecerse de las tintas requeridas, debido a que no disponía de una mesa transportadora y solo podía cargar un bidón de tinta con cada mano. Por otro lado, si no disponía de las tintas, tenía que buscar al jefe de turno, buscar una mesa para transportar los bidones de tinta y dirigirse al almacén de insumos para abastecerse de lo requerido.
- El ayudante se dirigía al módulo de desembobinado para acondicionar el rollo de prueba, después de que el operario había detenido la impresora. El ayudante no disponía de un rollo de prueba, por lo tanto, tenía que abastecerse de uno en el almacén de rollos de prueba.
- El ayudante no tenía el rollo de prueba acondicionado, ni la cinta adhesiva lista para el empalme (duplotex). El ayudante tenía que insertar el eje en el tubo del rollo de prueba, echarle aire comprimido al eje para activar las expansiones de caucho y cortar la cinta para el empalme de telas cuando la impresora estaba detenida.
- El ayudante buscaba alcohol y lo vertía en un contenedor, regresaba al módulo de impresión con el contenedor de alcohol y lo hacía circular para una primera limpieza de las mangueras, rasquetas, cámara y anilox. Este abastecimiento de alcohol y contenedor se hacía con la máquina detenida.
- El ayudante hacía uso del mismo contenedor de alcohol en cada unidad de impresión para la primera limpieza de las mangueras, rasquetas, cámara y anilox. Esto implicaba trasladar el contenedor de una unidad de impresión a otra.
- El ayudante buscaba un trapo y alcohol virgen cada que iba a limpiar el anilox de una unidad de impresión. Estos abastecimientos los realizaba con la máquina detenida.

- El ayudante hacía un recorrido para buscar un contenedor limpio. Después de colocarlo en la unidad de impresión, hacía otro recorrido para abastecerse de tinta y verterla en el contenedor limpio. Estos recorridos los repetía para cada unidad de impresión que iba a utilizar.
- El ayudante buscaba alcohol, lo vertía en el contenedor de tinta y medía la viscosidad de la misma. Hacía un segundo recorrido para abastecerse de alcohol nuevamente y volvía a medir la viscosidad de la tinta. Estos recorridos los hacía para cada unidad de impresión.
- El ayudante se dirigía al módulo de desembobinado para acondicionar el rollo de primera y al no tenerlo disponible se iba a buscar uno.
- El ayudante no tenía el rollo de primera, ni la cinta adhesiva lista para el empalme (duplotex). El ayudante tenía que insertar el eje en el tubo del rollo de primera, echarle aire comprimido al eje para activar las expansiones de caucho y cortar la cinta para el empalme de telas cuando la impresora estaba detenida.
- Cuando terminaba de acondicionar el rollo de primera para la nueva impresión, esperaba a que operario le ordenara buscar al inspector de calidad y al jefe de turno para la aprobación de la impresión.
- El ayudante demoraba en buscar al inspector de calidad y al jefe de turno para la aprobación de la impresión.

Actividades del Operario

- El operario se dirigía al módulo de embobinado para retirar el rollo impreso y acondicionar el nuevo eje para la prueba de impresión. El operario no tenía lista la mesa transportadora de rollos, ni tampoco tenía acondicionado el nuevo eje. Dichas actividades las realizaba con la máquina detenida.
- Los clichés que utilizaban en NORSAC S.A. eran de fotopolímero o de jebe. Cuando eran de jebe se preparaban unas mantas de acuerdo a la medida de los clichés. Los clichés hechos de fotopolímero no requerían dichas mantas. Dicha preparación la realizaban con la máquina detenida.
- Las mantas eran transportadas hacia cada unidad de impresión, al igual que la cinta requerida para fijarlas en cada rodillo porta clichés. Esta actividad se realizaba con la máquina detenida.

- El tiempo de despegado de clichés y mantas; y la colocación de los nuevos clichés y mantas para la siguiente impresión eran considerables, debido a que dicha carga de trabajo la realizaba el operario sin apoyo del ayudante.
- El operario medía la longitud de la impresión y repetición de la muestra para ingresar dichos datos en la pantalla táctil. Dichas mediciones las realizaba con la máquina detenida.
- El operario esperaba un tiempo muy elevado a que el ayudante termine con el acondicionamiento de las unidades de impresión para poder encender la impresora.
- El tiempo que demoraba el operario en el ajuste de presión y encaje de colores era elevado debido a que la carga de trabajo la realizaba sin apoyo del ayudante.
- Para el acondicionamiento del nuevo eje para la impresión del rollo de primera, el operario se dirigía al módulo de embobinada, acondicionaba en ese momento el nuevo eje y buscaba la mesa transportadora para colocarla en la posición correcta.
- El operario ordenaba al ayudante a buscar al inspector de calidad y al jefe de turno para la aprobación de la impresión.
- El operario esperaba un tiempo considerable a que jefe de turno e inspector de calidad revisen la impresión.
- Después de haber acondicionado el nuevo eje y de haber ordenado al ayudante que busque al inspector de calidad y al jefe de turno, encendía la impresora y la dejaba imprimiendo hasta que lleguen el inspector y el jefe de turno. En el momento en que llegaban, detenía la impresora. Si no se aprobaba la impresión, se tenían que realizar ajustes, lo que originaba una pérdida de tela.
- El operario esperaba un tiempo elevado a que llegue el inspector de calidad y el jefe de turno.
- El operario demoraba en hacer los últimos ajustes para que el inspector de calidad y el jefe de turno aprueben la nueva impresión. Estos ajustes los hacía el operario sin apoyo del ayudante.

A partir de la tabla 4.14, se construyó la tabla 4.15 y la gráfica 4.4. Cabe resaltar que el tiempo ocioso fue separado del tiempo interno con la finalidad de observar como fluctuaba en cada etapa. El tiempo aproximado para la

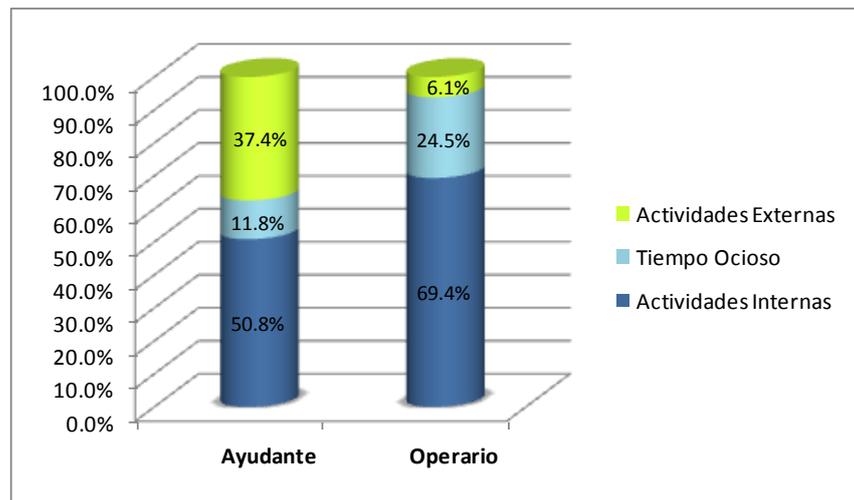
preparación de la impresora para un cambio de producto era de 80 minutos, resultado de la suma del tiempo de las actividades internas y el tiempo ocioso del operario. Así mismo, se puede observar el porcentaje de tiempo que representaba el tiempo ocioso y las actividades internas que realizaba el operario y su ayudante durante la preparación de la impresora.

Tabla 4.15. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso Actual

	Ayudante			Operario		
	Tpo [s]	Tpo [min]	%	Tpo [s]	Tpo [min]	%
Actividades Internas	3328	55.47	50.8%	3540	59.00	69.4%
Tiempo Ocioso	770	12.83	11.8%	1248	20.80	24.5%
Actividades Externas	2448	40.80	37.4%	312	5.20	6.1%
Total	6546	109.1	100%	5100	85.0	100%

Fuente: *Elaboración Propia*

Gráfica 4.4. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso Actual



Fuente: *Elaboración Propia*

4.2.7. Primera Etapa: Separación de Preparación Interna y Externa

Shigeo Shingo menciona que el paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna (actividades con máquina parada) y externa (actividades con máquina encendida). Mediante esta separación se puede conseguir una reducción aproximada entre un 30 y un 50% de la preparación interna. [TEXTO 06]

En las siguientes tablas se identificaron las actividades que el operario y su ayudante deberían realizar cuando la impresora estaba en marcha. Así mismo, en las tablas se puede observar la cantidad de tiempo que se redujo por cada actividad.

Tabla 4.16. Separación de Actividades Internas y Externas del Ayudante

	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	TIEMPOS [s]		OBSERVACIONES
		Actual	I a E	
1	Se dirige a módulo de desembobinado para acondicionar rollo de prueba	11	11	Realizar movimiento antes de que se detenga la impresora.
2	Se dirige a almacén de rollos para buscar rollo de prueba	144	144	Disponer de rollo de prueba en el módulo de desembobinado.
3	Acondiciona rollo de prueba y empalma telas	147	90	Tener colocado otro eje en el tubo, expansiones activadas y cinta adhesiva disponible y cortada para el empalme de las telas.
4	Busca alcohol usado, lo vierte en contenedor de la unidad 1, lo hace circular y prende anilox 1	50	41	Disponer de una bandeja con alcohol usado en la unidad de impresión a utilizar.
5	Saca cámara de la unidad 1, la escurre, la limpia con trapo y alcohol y la coloca	118	40	Disponer una cantidad necesaria de trapo en la unidad de impresión.
6	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 1 a la 2, lo hace circular y prende anilox 2	23	14	Disponer de una bandeja con alcohol usado en la unidad de impresión a utilizar.
7	Saca cámara de la unidad 2, la escurre, la limpia con trapo y alcohol y la coloca	118	40	Disponer una cantidad necesaria de trapo en la unidad de impresión.
8	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 2 a la 3, lo hace circular y prende anilox 3	23	14	Disponer de una bandeja con alcohol usado en la unidad de impresión a utilizar.
9	Se va a buscar trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 1 y lava anilox 1	147	30	Disponer de una cantidad necesaria de trapo y alcohol virgen para la limpieza del anilox.
10	Se va a buscar trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 2 y lava anilox 2	147	30	Disponer de una cantidad necesaria de trapo y alcohol virgen para la limpieza del anilox.
11	Saca cámara de la unidad 3, la escurre, la limpia con trapo y alcohol y la coloca	118	40	Disponer una cantidad necesaria de trapo en la unidad de impresión.
12	Se va a buscar trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 3 y lava anilox 3	147	30	Disponer de una cantidad necesaria de trapo y alcohol virgen para la limpieza del anilox.
13	Buscar contenedor limpio para la unidad, regresa y lo coloca en el piso. Busca tinta, regresa y la vierte en el contenedor. Prende bomba y hace circular la tinta. Prende los 3 anilox (En cada unidad)	246	219	Disponer de una bandeja con la nueva tinta a utilizar en cada unidad de impresión.
14	Busca jarra con alcohol y lo vierte en el contenedor con tinta, le mide la viscosidad; vuelve a buscar y a verter alcohol y mide viscosidad requerida. (En cada unidad)	510	510	Realizar actividad antes de detener la impresora.
15	Se va a buscar rollo de primera	140	140	Disponer de rollo de primera en el módulo de desembobinado.
16	Acondiciona rollo de primera y empalma telas	147	90	Tener colocado otro eje en el tubo, expansiones activadas y cinta adhesiva disponible y cortada para el empalme de las telas.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.17. Separación de Actividades Internas y Externas del Operario

	ACTIVIDADES DEL OPERARIO	TIEMPOS [s]		OBSERVACIONES
		Actual	I a E	
1	Detiene impresora, baja rollo impreso y acondiciona nuevo eje para rollo de prueba	158	116	Dirigirse al módulo de embobinado antes de que se detenga la impresora. Tener colocado otro eje en el tubo, expansiones activadas y una mesa transportadora de carritos disponible.
2	Prepara mantas para los rodillos portaclichés de las unidad de impresión que utilizará	180	180	Tener preparadas las mantas antes de la preparación de la impresora para el cambio de producto.
3	Busca duplotex, coloca nuevo cliché, lo centra de acuerdo a marcas y lo sujeta con duplotex	540	60	Disponer de un duplotex asignado para esta actividad.
4	Mide longitud de impresión y repetición de la muestra e ingresa datos en la pantalla táctil	60	35	Medir la longitud de impresión y repetición de la muestra antes de detener la impresora.
5	Detiene impresora, baja rollo de prueba y acondiciona eje para rollo de primera	87	32	Tener colocado otro eje en el tubo con las expansiones activadas.

Fuente: Elaboración Propia

Después de haber culminado la etapa 1 del SMED, se construyó la *tabla 4.18. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso de la Etapa 1*, donde se puede observar que el nuevo tiempo de preparación aproximado para un cambio de producto en la impresora fue de 63.5 minutos, resultado de la suma del tiempo de las actividades internas y el tiempo ocioso del operario.

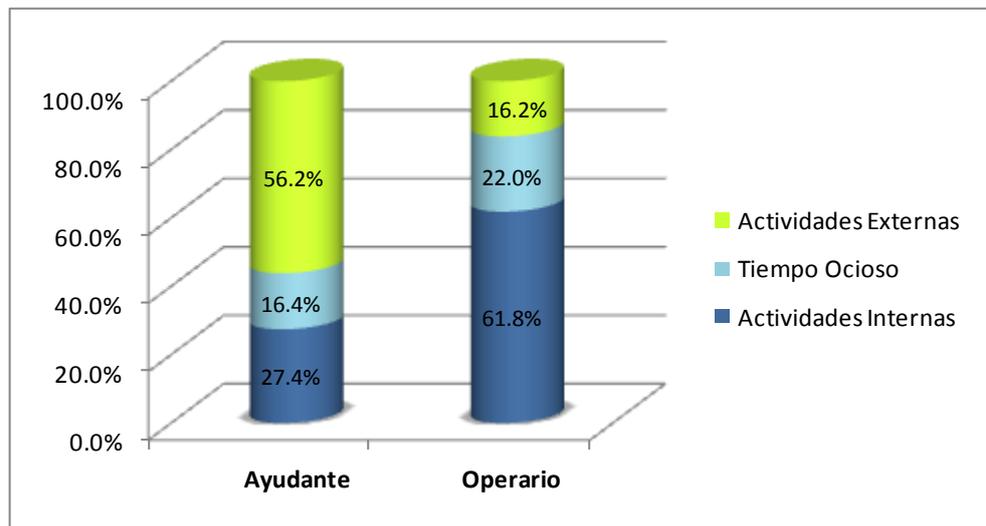
Tabla 4.18. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso de la Etapa 1

	Ayudante			Operario		
	Tpo [s]	Tpo [min]	%	Tpo [s]	Tpo [min]	%
Actividades Internas	1946	32.43	27.4%	2812	46.87	61.8%
Tiempo Ocioso	1166	19.43	16.4%	1000	16.67	22.0%
Actividades Externas	3985	66.42	56.2%	735	12.25	16.2%
Total	7097	118.3	100%	4547	75.8	100%

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente gráfica, se puede observar el nuevo porcentaje de tiempo que representaba el tiempo ocioso y las actividades internas que realizaban el operario y su ayudante durante la preparación de la impresora después de haber culminado la etapa 1.

Gráfica 4.5. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso en la Etapa 1

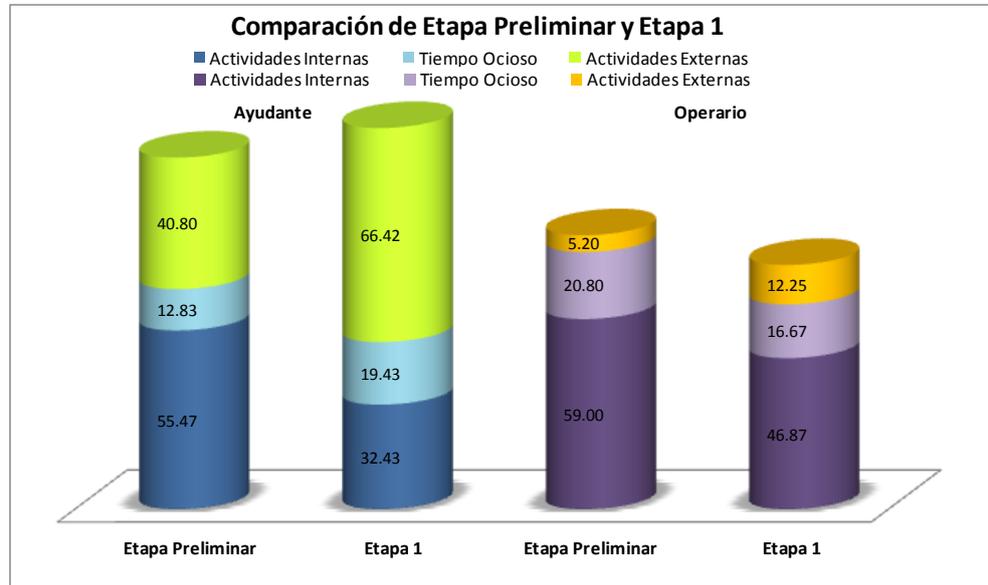


Fuente: Elaboración Propia

En la *gráfica 4.6. Comparación de Etapa Preliminar y Etapa 1*, se puede observar que se logró reducir el tiempo empleado para las actividades internas del operario y del ayudante, sin embargo, se produjo un aumento en el tiempo ocioso del ayudante. El tiempo de preparación de la impresora

pudo haberse reducido más si se. En las siguientes etapas del SMED se buscó eliminar los tiempos ociosos mejorando el trabajo en paralelo y distribuyendo mejor la carga de trabajo del operario y su ayudante.

Gráfica 4.6. Comparación de Etapa Preliminar y Etapa 1



Fuente: Elaboración Propia

En la *tabla 4.19. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 1*, se puede observar el nuevo procedimiento planteado como resultado de haber aplicado la primera etapa del SMED.

4.2.8. Segunda Etapa: Conversión de la Preparación Interna en Externa

La segunda etapa propuesta por Shigeo Shingo comprende dos conceptos importantes:

- La reevaluación de operaciones para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos.
- Búsqueda de formas para convertir esos pasos en externos. [TEXTO 06]

Por lo tanto, se reevaluaron las actividades internas del procedimiento resultante de la primera etapa con la finalidad de ver la factibilidad de que dichas actividades se realizaran externamente.

Tabla 4.19. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 1

ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	TIEMPOS [s]		ACTIVIDADES DEL OPERARIO	TIEMPOS [s]	
	INT	EXT		INT	EXT
1 Recibe código de impresión del jefe de turno		5			
2 Se dirige a Aseguramiento de Calidad, regresa con muestra y la coloca sobre mesa de trabajo		108			
3 Busca clichés en área de clichés, los coloca sobre mesa de trabajo y averigua que tintas se requiere		95			
4 Se dirige al área de tintas, las selecciona y las coloca en el área de tintas de la Dynaflex		128			
5 Se dirige a almacén de tintas con vale para abastecerse de tintas que faltaron y dejarlas en el área de tintas de la Dynaflex		882			
6 Busca contenedor para tinta nueva, vierte la tinta y coloca contenedor en la unidad		219			
7 Mide la viscosidad de las tintas de cada contenedor		510			
8 Busca alcohol usado y lo vierte en contenedor para la unidad 1, unidad 2 y unidad 3		123	1 Limpia cliché con trapo y alcohol		20
9 Busca trapo para limpieza de cámara y lo coloca en la unidad 1, unidad 2 y unidad 3		120	2 Mide y marca cliché		20
10 Busca trapo y alcohol virgen para unidad 1, unidad 2 y unidad 3		90	3 Abastecerse de duplotex		60
11 Se dirige a almacén de rollos para buscar rollo de prueba		144	4 Coloca duplotex sobre el cliché y marca de impresión		60
12 Acondiciona rollo de prueba		90	5 Prepara mantas para los rodillos porta clichés de las unidad de impresión que utilizará		180
13 Se va a buscar rollo de primera		140	6 Mide y anota longitud de impresión y repetición de la muestra		35
14 Acondiciona rollo de primera		90	7 Acondiciona eje para rollo de prueba y buscar carrito para bajar rollo de primera		116
15 Se dirige a módulo de desembobinado		11	8 Acondiciona eje para rollo de primera		32
16 Detiene Dynaflex, retira eje, coloca rollo de prueba y empalma telas	59		9 Baja rollo impreso sobre mesa transportadora de rollos y coloca eje para rollo de prueba	42	
17 Apaga todos los anilox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y luego todas las bombas	55				
18 Levanta la tapa del contenedor de tinta del módulo 1 para que escurra	4				
19 Sacar la cámara 1, la escurra y la coloca	24				
20 Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 1	18		10 Despega clichés y mantas de los porta clichés	495	
21 Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar	12				
22 Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra	16				
23 Sacar la cámara 1, la escurra, la limpia con trapo y alcohol y la coloca	78				
24 Prende el anilox 1, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga	136				
25 Se dirige a la unidad 2	5				
26 Levanta la tapa del contenedor de tinta para que escurra	4				
27 Sacar la cámara 2, la escurra y la coloca	24				
28 Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 2	18				
29 Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar	12				
30 Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra	16				
31 Sacar la cámara 2, la escurra, la limpia con trapo y alcohol y la coloca	78				
32 Prende el anilox 2, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga	136				
33 Se dirige a la unidad 3	5				
34 Levanta tapa del contenedor de tinta para escurrir	4				
34 Sacar la cámara 3, la escurra y la coloca	24				
36 Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 3	18				
37 Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar	12				
38 Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra	16				
39 Sacar la cámara 3, la escurra, la limpia con trapo y alcohol y la coloca	78				
40 Prende el anilox 3, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga	136				
41 Revisa sellos y raquetas de las cámaras de cada unidad y las coloca	177				
42 Prende las bombas de cada unidad para que circulen las tintas	21				
43 Espera que operario termine de colocar clichés y enciende impresora	1166				
44 Se dirige a módulo de desembobinado, retira eje del rollo de prueba, coloca rollo de primera y empalma telas	65				
45 Recibe orden del operario de buscar a inspector de calidad y jefe de turno	10				
46 Va a buscar a inspector de calidad y jefe de turno	685				
47 Va a zona de conenedores llevando los que utilizó anteriormente y vierte tintas en los bidones		60			
48 Se dirige al área de tintas y deja bidones que no va a utilizar		90			
49 Limpia contenedores que no está utilizando con trapo y alcohol		1080			
			13 Coloca marca de impresión		20
			14 Ingresar datos en la pantalla táctil (longitud de impresión y repetición de la muestra)		25
			15 Limpia y regula electrodos de la corona		105
			16 Arranca la Dynaflex y junta rodillos anilox al cliché verificando la impresión		120
			17 Da presión al rodillo impresor de cada unidad y verifica que impresión salga de acuerdo a la muestra		390
			18 Se dirige a última unidad y verifica que impresión y encaje salgan de acuerdo a muestra		100
			19 Va a tablero de control y realiza ajustes para obtener el encaje correcto de colores		30
			20 Si impresión requiere moverse horizontalmente, se dirige a unidades para mover con la perilla horizontal. Calza y/o asegura clichés		270
			21 Se dirige a módulo de embobinado, retira eje del rollo de prueba y coloca nuevo eje para el rollo de primera		50
			22 Espera que ayudante termine su trabajo		15
			23 Enciende la Dynaflex y ordena a ayudante buscar a inspector de calidad y jefe de turno		10
			24 Espera a inspector de calidad y jefe de turno		685
			25 Detiene la Dynaflex y espera a que jefe de turno e inspector de calidad verifiquen impresión de acuerdo a muestra		300
			26 Realiza ajustes recomendados por inspector y jefe de turno		270
			27 Arranca la Dynaflex a velocidad de trabajo		120
			28 Regula viscosímetro, y abre válvulas del tanque de alcohol		25
			29 Se dirige a tablero y completa hoja de reporte		187

Fuente: Elaboración Propia

Después de haber analizado las actividades internas de tabla 4.19, se identificaron ciertas actividades del operario y de su ayudante, factibles a ser realizadas externamente.

Tabla 4.20. Conversión de Actividades Internas a Externas del Ayudante

ACTIVIDADES DEL AYUDANTE		TIEMPOS [s]	
		I	I a E
1	Levanta la tapa del contenedor de tinta del módulo para que escurra	4	4
2	Saca la cámara, la escurre y la coloca	24	24
3	Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox	18	18
4	Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar	12	12
5	Apaga el anilox y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra	16	16
6	Saca la cámara, la escurre, la limpia con trapo y alcohol, revisa sellos y la coloca	122	122
8	Prende el anilox, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga	136	136
9	Prende las bombas de cada unidad para que circulen las tintas	21	21
10	Apaga todos los anilox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y luego todas las bombas	55	55

Fuente: Elaboración Propia

Las actividades mostradas en la tabla anterior podían realizarse externamente dependiendo del número de colores de la impresión inicial y de la siguiente impresión. Dichas actividades se realizaban por cada unidad de impresión a acondicionar.

Tabla 4.21. Conversión de Actividades Internas a Externas del Operario

ACTIVIDADES DEL OPERARIO		TIEMPOS [s]	
		I	I a E
1	Despega clichés y mantas del rodillo portaclichés	160	160
2	Se dirige a unidad de impresión con nuevo cliché y manta. Coloca manta sobre rodillo portaclichés	95	95
3	Coloca nuevo cliché, lo centra de acuerdo a marcas y lo sujeta con duplotex	160	160

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en el caso anterior, las actividades del operario para el acondicionamiento de los rodillos portaclichés podían realizarse externamente dependiendo del número de rodillos utilizados para la impresión inicial y el número de rodillos a utilizar en la siguiente impresión. Dichas actividades se realizaban por cada unidad de impresión a acondicionar.

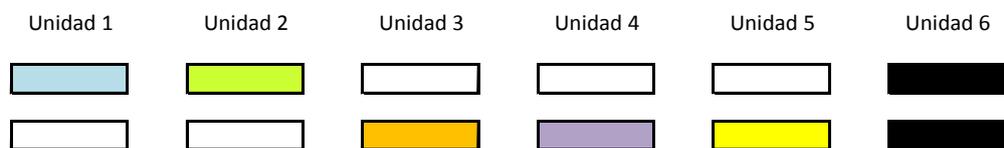
Para ambos acondicionamientos convenía hacer una programación en la impresora de tal manera que se utilice la mínima cantidad de unidades de

impresión en común. Una opción para programar la secuencia de productos en la impresora era la siguiente:

$$N^{\circ} \text{ Colores } P_1 + N^{\circ} \text{ Colores } P_2 = 6$$

A continuación se muestran tres posibles programaciones de la impresora. La primera en la que sería factible realizar las actividades de acondicionamiento externamente, la segunda de manera externa e interna, y la última internamente.

Escenario 1: Cambio de un producto de 2 colores a uno de 3 colores



En el escenario anterior, se programaron dos productos en la impresora de tal manera que las actividades de acondicionamiento podrían realizarse externamente. El operario y el ayudante, sabiendo que el siguiente producto era de 3 colores, harían el acondicionamiento de la unidad 3, 4 y 5 cuando se esté imprimiendo el producto de 2 colores.

Escenario 2: Cambio de un producto de 3 colores a uno de 3 colores



A diferencia del escenario 1, en este se programó la impresora para pasar de un producto de 3 colores a otro de 3 colores, por lo tanto, se tendría que realizar las actividades de acondicionamiento en la unidad 3 internamente y las de la unidad 1 y 2 externamente.

Escenario 3: Cambio de un producto de 5 colores a uno de 5 colores



En este escenario, se programó un producto de 5 colores seguido de otro de 5 colores, por lo tanto, el acondicionamiento de las unidades de impresión solo podría realizarse internamente.

Además de hacer una correcta programación, era necesario el uso de plataformas diseñadas con la finalidad de facilitar el acondicionamiento de las unidades cuando la impresora estaba en marcha.

Después de haber culminado la segunda etapa del SMED, se construyó la tabla 4.22, donde se puede observar el nuevo tiempo de preparación aproximado para el cambio de producto fue de 42.5 minutos, resultado de la suma del tiempo de las actividades internas y el tiempo ocioso del operario.

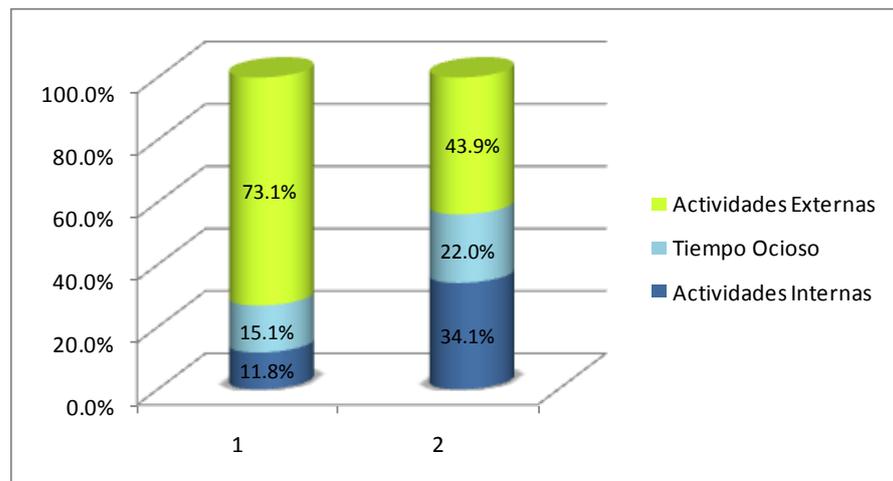
Tabla 4.22. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso de la Etapa 2

	Ayudante			Operario		
	Tpo [s]	Tpo [min]	%	Tpo [s]	Tpo [min]	%
Actividades Internas	819	13.65	11.8%	1552	25.87	34.1%
Tiempo Ocioso	1043	17.38	15.1%	1000	16.67	22.0%
Actividades Externas	5067	84.45	73.1%	1995	33.25	43.9%
Total	6929	115.5	100%	4547	75.8	100%

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se puede observar el nuevo porcentaje de tiempo que representaba el tiempo ocioso y las actividades internas que realizaba el operario y su ayudante durante la preparación de la impresora después de haber culminado la etapa 2.

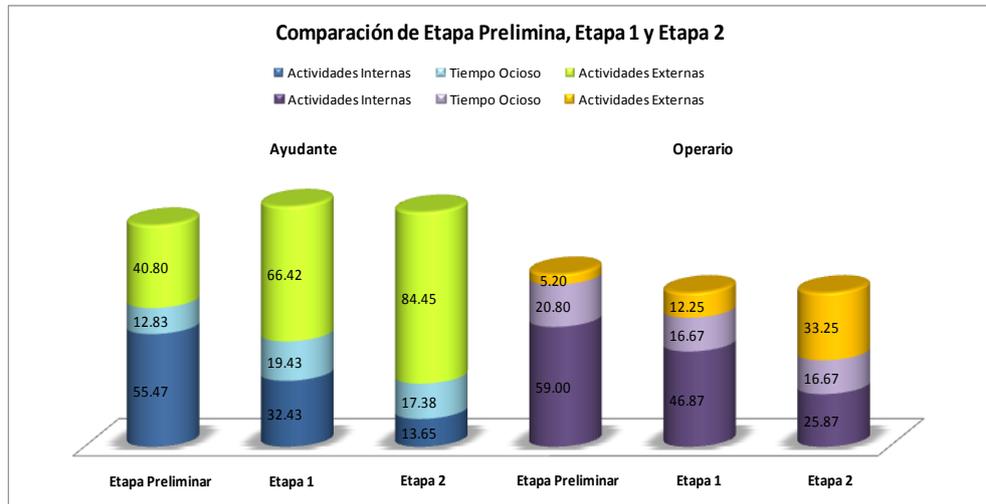
Gráfica 4.7. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso en la Etapa 2



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.8 se puede observar que se logró reducir el tiempo empleado para las actividades internas del operario y del ayudante, sin embargo, aun existían tiempos ociosos.

Gráfica 4.8. Comparación de Etapa Preliminar, Etapa 1 y Etapa 2



Fuente: Elaboración Propia

En la *tabla 4.23. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 2*, se puede observar el nuevo procedimiento planteado como resultado de haber aplicado la segunda etapa del SMED.

4.2.9. Tercera Etapa: Perfeccionamiento de Todos los Aspectos de las Operaciones de Preparación

La última etapa del SMED consiste en perfeccionar los aspectos de las operaciones de preparación, tanto de las actividades internas como las externas. En esta etapa se eliminan actividades en caso de no ser necesarias, se cambia el orden de las tareas de ser necesario, se nivela la carga de trabajo y se mejora el trabajo en paralelo del operario y su ayudante, etc. [TEXTO 06]

Desde la *tabla 4.24 a la 4.27*, se pueden ver las actividades internas del operario y su ayudante que eran factibles a ser perfeccionadas, para las cuales se hicieron observaciones que permitían dicho perfeccionamiento y por lo tanto, permitían la reducción del tiempo de preparación de la impresora.

Tabla 4.23. Procedimiento para el Cambio de Producto - Etapa 2

ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	TIEMPOS [s]		ACTIVIDADES DEL OPERARIO	TIEMPOS [s]	
	INT	EXT		INT	EXT
1 Recibe código de impresión del jefe de turno		5			
2 Se dirige a Aseguramiento de Calidad, regresa con muestra y la coloca sobre mesa de trabajo		108			
3 Busca clichés en área de clichés, los coloca sobre mesa de trabajo y averigua que tintas se requiere		95			
4 Se dirige al área de tintas, las selecciona y las coloca en el área de tintas de la Dynaflex		128			
5 Se dirige a almacén de tintas con vale para abastecerse de tintas que faltaron y dejarlas en el área de tintas de la Dynaflex		882			
6 Busca contenedor para tinta nueva, vierte la tinta y coloca contenedor en la unidad		219			
7 Mide la viscosidad de las tintas de cada contenedor		510			
8 Busca alcohol usado y lo vierte en contenedor para la unidad 1, unidad 2 y unidad 3		123			
9 Busca trapo y alcohol virgen para unidad 1, unidad 2 y unidad 3		90			
10 Busca trapo para limpieza de cámara y lo coloca en la unidad 1, unidad 2 y unidad 3		120			
11 Se dirige a almacén de rollos para buscar rollo de prueba		144			
12 Levanta la tapa del contenedor de tinta del módulo 1 para que escurra		4			
13 Saca la cámara 1, la escurra y la coloca		24			
14 Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 1		18			
15 Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar		12			
16 Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra		16			
17 Saca la cámara 1, la escurra, la limpia con trapo y alcohol, revisa sellos y la coloca		122			
18 Prende el anilox 1, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga		136			
19 Se dirige a la unidad 2		5			
20 Levanta la tapa del contenedor de tinta para que escurra		4			
21 Saca la cámara 2, la escurra y la coloca		24			
22 Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 2		18			
23 Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar		12			
24 Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra		16			
25 Saca la cámara 2, la escurra, la limpia con trapo y alcohol, revisa sellos y la coloca		122			
26 Prende el anilox 2, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga		136			
27 Se dirige a la unidad 3		5			
28 Levanta tapa del contenedor de tinta para escurrir		4			
29 Saca la cámara 3, la escurra y la coloca		24			
30 Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 3		18			
31 Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar		12			
32 Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra		16			
33 Saca la cámara 3, la escurra, la limpia con trapo y alcohol, revisa sellos y la coloca		122			
34 Prende el anilox 3, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga		136			
35 Prende las bombas de cada unidad para que circulen las tintas		21			
36 Acondiciona rollo de prueba		90			
37 Se va a buscar rollo de primera		140			
38 Acondiciona rollo de primera		90			
39 Se dirige a módulo de desembobinado		11			
40 Detiene Dynaflex, retira eje, coloca rollo de prueba y empalma telas	59				
41 Espera que operario termine su trabajo		1043			
42 Se dirige a módulo de desembobinado, retira eje del rollo de prueba, coloca rollo de primera y empalma telas	65				
43 Recibe orden del operario de buscar a inspector de calidad y jefe de turno	10				
44 Va a buscar a inspector de calidad y jefe de turno	685				
45 Apaga todos los anilox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y luego todas las bombas		55			
46 Va a zona de conenedores llevando los que utilizó anteriormente y vierte tintas en los bidones		60			
47 Se dirige al área de tintas y deja bidones que no va a utilizar		90			
48 Limpia contenedores que no está utilizando con trapo y alcohol		1080			
			1 Limpia cliché con trapo y alcohol		20
			2 Mide y marca cliché		20
			3 Abastecerse de duplotex		60
			4 Coloca duplotex sobre el cliché y marca de impresión		60
			5 Prepara mantas para los rodillos porta clichés de las unidad de impresión que utilizará		180
			6 Mide y anota longitud de impresión y repetición de la muestra		35
			7 Despega clichés y mantas de los porta clichés		495
			8 Se dirige a unidad de impresión con nuevo cliché y manta. Coloca manta sobre porta clichés		285
			9 Coloca nuevo cliché, lo centra de acuerdo a marcas y lo sujeta con duplotex		480
			10 Acondiciona eje para rollo de prueba y buscar carrito para bajar rollo de primera		116
			11 Acondiciona eje para rollo de primera		32
			12 Baja rollo impreso sobre mesa transportadora de rollos y coloca eje para rollo de prueba		42
			13 Coloca marca de impresión		20
			14 Ingresar datos en la pantalla táctil (longitud de impresión y repetición de la muestra)		25
			15 Limpia y regula electrodos de la corona		105
			16 Arranca la Dynaflex y junta rodillos anilox al cliché verificando la impresión		120
			17 Da presión al rodillo impresor de cada unidad y verifica que impresión salga de acuerdo a la muestra		390
			18 Se dirige a última unidad y verifica que impresión y encaje salgan de acuerdo a muestra		100
			19 Va a tablero de control y realiza ajustes para obtener el encaje correcto de colores		30
			20 Si impresión requiere moverse horizontalmente, se dirige a unidades para mover con la perilla horizontal. Calza y/o asegura clichés		270
			21 Se dirige a módulo de embobinado, retira eje del rollo de prueba y coloca nuevo eje para el rollo de primera		50
			22 Espera que ayudante termine su trabajo		15
			23 Enciende la Dynaflex y ordena a ayudante buscar a inspector de calidad y jefe de turno		10
			24 Espera a inspector de calidad y jefe de turno		685
			25 Detiene la Dynaflex y espera a que jefe de turno e inspector de calidad verifiquen impresión de acuerdo a muestra		300
			26 Realiza ajustes recomendados por inspector y jefe de turno		270
			27 Arranca la Dynaflex a velocidad de trabajo		120
			28 Regula viscosímetro, y abre válvulas del tanque de alcohol		25
			29 Se dirige a tablero y completa hoja de reporte		187

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.24. Perfeccionamiento de Actividades Externas del Ayudante

ACTIVIDADES EXTERNAS DEL AYUDANTE		TPO	OBSERVACIONES
1	Recibe código de impresión del jefe de turno	5	Los códigos de impresión de los productos a imprimirse en el día deben estar pegados en un área de la Dynaflex.
2	Se dirige a Aseguramiento de Calidad, regresa con muestra y la coloca sobre mesa de trabajo	108	El supervisor al recibir el programa de producción, debe transportar las muestras del día a la impresora. (muestras colocadas en percheros a presión).
3	Busca clichés en área de clichés, los coloca sobre mesa de trabajo y averigua que tintas se requiere	95	Abastecimiento de cliché debe realizarse junto al abastecimiento de tintas.
4	Se dirige al área de tintas, las selecciona y las coloca en el área de tintas de la Dynaflex	128	Abastecimiento de tintas debe realizarse junto al abastecimiento de clichés con ayuda de una mesa transportadora.
5	Se dirige a almacén de tintas con vale para abastecerse de tintas que faltaron y dejarlas en el área de tintas de la Dynaflex	882	El jefe de turno, al inicio del turno debe revisar su programación y ver que tintas va a requerir y debe asignar a un tercero abastecerse de las tintas requeridas y demás insumos.
6	Busca contenedor para tinta nueva, vierte la tinta y coloca contenedor en la unidad	219	Los contenedores deben estar disponibles en cada unidad de impresión.
7	Mide la viscosidad de las tintas de cada contenedor	510	Hacer un uso correcto del viscosímetro y de los tanques suministradores de alcohol.
8	Busca alcohol usado y lo vierte en contenedor para la unidad 1, unidad 2 y unidad 3	123	Abastecimiento de insumos debe realizarse en un solo viaje. Mantener un stock en cada unidad de impresión.
9	Busca trapo y alcohol virgen para unidad 1, unidad 2 y unidad 3	90	Abastecimiento de insumos debe realizarse en un solo viaje. Mantener un stock en cada unidad de impresión.
10	Busca trapo para limpieza de cámara y lo coloca en la unidad 1, unidad 2 y unidad 3	120	Abastecimiento de insumos debe realizarse en un solo viaje. Mantener un stock en cada unidad de impresión.
11	Se dirige a almacén de rollos para buscar rollo de prueba	144	Disponibilidad de rollos de prueba en el módulo de desembobinado. Abastecimiento debe realizarse por el rollero.
12	Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 1	18	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
13	Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra	16	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
14	Prende el anilox 1, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga	136	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
15	Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 2	18	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
16	Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra	16	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
17	Prende el anilox 2, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga	136	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
18	Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 3	18	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
19	Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra	16	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
20	Prende el anilox 3, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga	136	Instalar switch para encendido y apagado de anilox en cada módulo de impresión.
21	Acondiciona rollo de prueba	90	Disponer de duplotex para el acondicionamiento de rollo de prueba.
22	Se va a buscar rollo de primera	140	El abastecimiento de rollo de primera debe realizarlo el rollero.
23	Acondiciona rollo de primera	90	Disponer de duplotex para el acondicionamiento de rollo de prueba.
24	Va a zona de conenedores llevando los que utilizó anteriormente y vierte tintas en los bidones	60	Verter la cantidad necesaria de tinta en los contenedores para evitar esta tarea.
25	Se dirige al área de tintas y deja bidones que no va a utilizar	90	Transportar los bidones que no va a utilizar cuando vaya a abastecerse de clichés y nueva tinta.
26	Limpia contenedores que no está utilizando con trapo y alcohol	1080	Se debe clasificar las bandejas por colores, para disminuir el tiempo de limpieza y el uso de alcohol.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.25. Perfeccionamiento de Actividades Externas del Operario

ACTIVIDADES EXTERNAS DEL OPERARIO	TPO	OBSERVACIONES
1 Mide y marca cliché	20	Haciendo uso de clichés de fotopolímero no es necesario realizar tarea.
2 Coloca duplotex sobre el cliché y marca de impresión	60	Haciendo uso de clichés de fotopolímero no es necesario realizar tarea.
3 Prepara mantas para los rodillos portaclichés de las unidad de impresión que utilizará	180	Haciendo uso de clichés de fotopolímero no es necesario el uso de mantas.
4 Mide y anota longitud de impresión y repetición de la muestra	35	Disponer de especificaciones de longitudes de impresión y repetición de muestras por producto.
5 Despega clichés y mantas de los portaclichés	495	Haciendo uso de clichés de fotopolímero no habra mantas para despegar.
6 Se dirige a unidad de impresión con nuevo cliché y manta. Coloca manta sobre portaclichés	285	Haciendo uso de clichés de fotopolímero no es necesario el uso de mantas.
7 Coloca nuevo cliché, lo centra de acuerdo a marcas y lo sujeta con duplotex	480	Haciendo uso de plantillas se reducirá el tiempo de colocado de clichés.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.26. Perfeccionamiento de Actividades Internas del Ayudante

ACTIVIDADES INTERNAS DEL AYUDANTE	TPO	OBSERVACIONES
1 Detiene Dynaflex, retira eje, coloca rollo de prueba y empalma telas	59	Eliminando los ajustes no habra necesidad de utilizar un rollo de prueba.
2 Espera que operario termine su trabajo	988	Redistribuir la carga de trabajo con la finalidad de eliminar el tiempo ocioso.
3 Recibe orden del operario de buscar a inspector de calidad y jefe de turno	10	No esperar orden del operario.
4 Va a buscar a inspector de calidad y jefe de turno	685	Utilizar medio de comunicación para llamar a inspector de calidad y hacerlo externamente.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.27. Perfeccionamiento de Actividades Internas del Operario

ACTIVIDADES INTERNAS DEL OPERARIO	TPO	OBSERVACIONES
1 Baja rollo impreso sobre mesa transportadora de rollos y coloca eje para rollo de prueba	42	Eliminando los ajustes no habra necesidad de utilizar un rollo de prueba.
2 Arranca la Dynaflex y junta rodillos anilox al cliché verificando la impresión	120	Juntar rodillos anilox al cliché (Estandarizar movimiento para evitar verificación).
3 Da presión al rodillo impresor de cada unidad y verifica que impresión salga de acuerdo a la muestra	390	Da presión al rodillo impresor (Movimiento estandarizado de la perilla de acuerdo al espesor del cliché de fotopolímero).
4 Se dirige a última unidad y verifica que impresión y encaje salgan de acuerdo a muestra	100	Realizar la verificación junto al inspector de calidad.
5 Si impresión requiere moverse horizontalmente, se dirige a unidades para mover con la perilla horizontal. Calza y/o asegura clichés	270	El movimiento y la posición de la perilla debe estar estandarizada. De ser así, podría realizarse externamente. Con clichés de fotopolímero y plantillas para su acondicionamiento no será necesario realizar ajustes de movimiento horizontal ni calzado.
6 Espera que ayudante termine su trabajo	15	Redistribuir la carga de trabajo con la finalidad de eliminar el tiempo ocioso.
7 Enciende la Dynaflex y ordena a ayudante buscar a inspector de calidad y jefe de turno	10	El llamado del inspector de calidad debe realizarse externamente mediante un medio de comunicación.
8 Espera a inspector de calidad y jefe de turno	685	El inspector debe estar presente en el momento indicado para evitar tiempos de espera.
9 Detiene la Dynaflex y espera a que jefe de turno e inspector de calidad verifiquen impresión de acuerdo a muestra	300	Basta con que el inspector de calidad verifique la impresión y de el visto bueno.
10 Realiza ajustes recomendados por inspector y jefe de turno	270	No habra necesidad de realizar ajustes si se estandarizan las tareas anteriores.
11 Arranca la Dynaflex a velocidad de trabajo	120	Arrancar la Dynaflex a velocidad de trabajo en menor tiempo.

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar la última etapa del SMED, se construyó la siguiente tabla, donde se puede observar que el nuevo tiempo de preparación aproximado para el cambio de producto en la impresora fue de 5.15 minutos, resultado de sumar el tiempo de las actividades internas y el tiempo ocioso del operario.

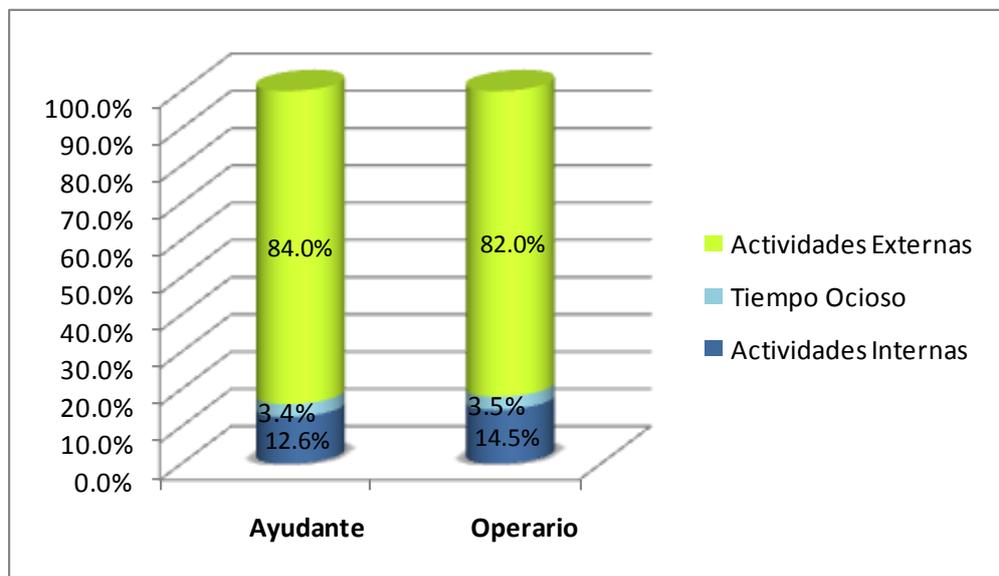
Tabla 4.28. Resumen de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso de la Etapa 3

	Ayudante			Operario		
	Tpo [s]	Tpo [min]	%	Tpo [s]	Tpo [min]	%
Actividades Internas	219	3.65	12.6%	249	4.15	14.5%
Tiempo Ocioso	60	1.00	3.4%	60	1.00	3.5%
Actividades Externas	1465	24.42	84.0%	1409	23.48	82.0%
Total	1744	29.1	100%	1718	28.6	100%

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se puede observar el nuevo porcentaje que representaban las actividades internas y externas. Así mismo, se puede observar que el tiempo ocioso representaba menos del 4%, por haber reducido su tiempo a 1 minuto.

Gráfica 4.9. Participación de Actividades Internas, Externas y Tiempo Ocioso en la Etapa 3

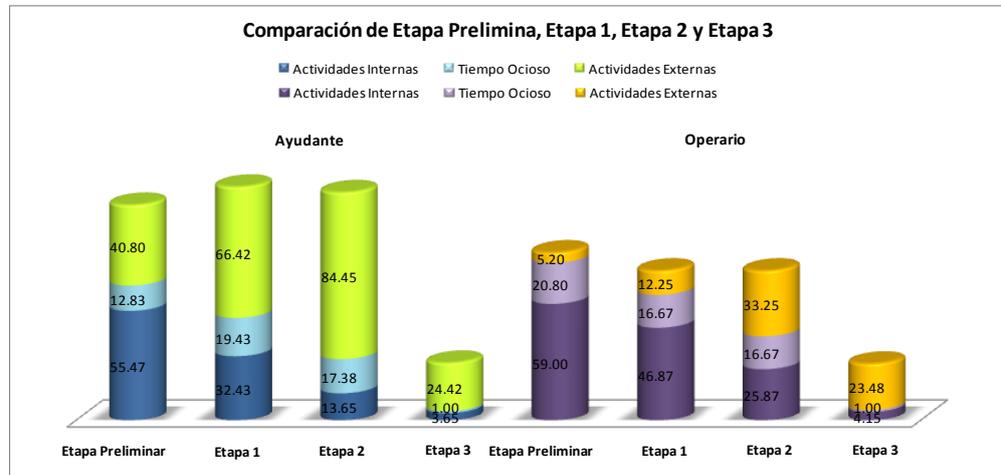


Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica 4.10. Comparación de Etapa Preliminar, Etapa 1, Etapa 2 y Etapa 3 se puede observar la importancia y los beneficios que se pueden obtener con cada etapa del SMED. El tiempo inicial de preparación era de 80 minutos y el tiempo obtenido en la última etapa fue de 5.15 minutos. Esto

quiere decir que mediante el SMED se pudo obtener una reducción del 93.56% en el tiempo de preparación de la impresora.

Gráfica 4.10. Comparación de Etapa Preliminar, Etapa 1, Etapa 2 y Etapa 3



Fuente: Elaboración Propia

Para lograr obtener un tiempo de preparación de 5.15 minutos, además de las observaciones hechas en la tablas de perfeccionamiento de las actividades internas y externas del operario y su ayudante, se planteó redistribuir la carga de trabajo y el orden de las tareas para que las operaciones en paralelo sean más eficientes.

En la *Tabla 4.29. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 3*, se puede observar el procedimiento final planteado como resultado de haber aplicado la última etapa del SMED.

4.2.10. Elementos Necesarios para Ejecutar el Procedimiento Propuesto

Para poder realizar el procedimiento propuesto después de haber aplicado el SMED, se requería elementos que en algunos casos estaban disponibles en NORSAC S.A., y en otros había que adquirirse.

En la *Tabla 4.30. Elementos Necesarios para el Cambio de Producto Propuesto*, se listan los elementos necesarios, su presentación, la cantidad necesaria, su disponibilidad y el uso que se les daría.

Tabla 4.29. Procedimiento para el Cambio de Producto – Etapa 3

	ACTIVIDADES DEL AYUDANTE	TIEMPOS [s]	
		INT	EXT
1	Levanta la tapa del contenedor de tinta del módulo 1 para que escurra		4
2	Saca la cámara 1, la escurre y la coloca		24
3	Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 1		8
4	Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar		12
5	Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra		6
6	Saca la cámara 1, la escurre, la limpia con trapo y alcohol, revisa sellos y la coloca		122
7	Prende el anilox 1, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga		121
8	Se dirige a la unidad 2		5
9	Levanta la tapa del contenedor de tinta del módulo 2 para que escurra		4
10	Saca la cámara 2, la escurre y la coloca		24
11	Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 2		8
12	Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar		12
13	Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra		6
14	Saca la cámara 2, la escurre, la limpia con trapo y alcohol, revisa sellos y la coloca		122
15	Prende el anilox 2, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga		121
16	Se dirige a la unidad 3		5
17	Levanta la tapa del contenedor de tinta del módulo 3 para que escurra		4
18	Saca la cámara 3, la escurre y la coloca		24
19	Coloca tapa en el contenedor de alcohol, lo hace circular y prende anilox 3		8
20	Apaga la bomba y cambia contenedor de tinta con el contenedor con la nueva tinta a utilizar		12
21	Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor de alcohol para que escurra		6
22	Saca la cámara 3, la escurre, la limpia con trapo y alcohol, revisa sellos y la coloca		122
23	Prende el anilox 3, lo lava con trapo y alcohol y lo apaga		121
24	Prende las bombas de cada unidad para que circulen las tintas		16
25	Supervisa impresión hasta que esté a punto de acabarse		
26	Se dirige a módulo de embobinado		11
27	Baja rollo impreso sobre mesa transportadora de rollos y coloca eje para el siguiente rollo	53	
28	Limpia y regula electrodos de la corona	106	
29	Verifica la impresión junto al inspector de calidad	30	
30	Verifica junto al inspector de calidad los ajustes de encaje que realiza el operario en la pantalla y detiene impresora con boton de apagado de la última unidad	30	
31	En espera que Inspector de Calidad aprueba impresión	60	
32	Limpia contenedores utilizados para la tinta del producto anterior y alcohol muy contaminado de los contenedores de tinta		381
33	Coloca contenedores limpios para tinta y alcohol en cada unidad de impresión		81
34	Vierte alcohol usado en los contenedores para alcohol de cada unidad de impresión		75

	ACTIVIDADES DEL OPERARIO	TIEMPOS [s]	
		INT	EXT
1	Acondiciona rollo de primera y corta duplotex para posterior empalme		47
2	Despega Kanban del rollo de primera y se abastece del cliché y las tintas requeridas para el nuevo producto con ayuda de la mesa transportadora asignada para la Dynaflex		83
3	Limpia cliché con trapo y alcohol		20
4	Corta duplotex para fijación de clichés		60
5	Despega cliché de la primera unidad, fija nuevo cliché con duplotex y posiciona rodillo impresor		145
6	Despega cliché de la segunda unidad, fija nuevo cliché con duplotex y posiciona rodillo impresor		145
7	Despega cliché de la tercera unidad, fija nuevo cliché con duplotex y posiciona rodillo impresor		145
8	Llama al inspector de calidad o jefe de turno por medio de walkie talkies		15
9	Acondiciona eje para rollo de primera y buscar carrito para bajar rollo de primera		113
10	Regula viscosímetro y abre llaves del tanque del alcohol		25
11	Supervisa impresión hasta que esté a punto de acabarse		
12	Se dirige a módulo de desembobinado		11
13	Detiene Dynaflex, retira eje, coloca rollo de primera y empalma telas	59	
14	Da presión a rodillo impresor y junta rodillo anilox de cada unidad de impresión	75	
15	Ingresa datos en la pantalla táctil (longitud de impresión y repetición de la muestra)	25	
16	Enciende anilox, dynaflex a baja velocidad y verifica la impresión junto al inspector de calidad	30	
17	Realiza ajustes en la pantalla táctil para encaje de colores	30	
18	En espera que Inspector de Calidad aprueba impresión	60	
19	Arranca Dynaflex a velocidad de trabajo	30	
20	Apaga todos los anilox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y luego todas las bombas de las unidades que no están siendo usadas		55
21	Se dirige a tablero y completa hoja de reporte		187
22	Revisa nivel de insumos (alcohol usado, alcohol virgen, trapos, sellos y duplotex) y el nivel del tanque de alcohol		60
23	Se abastece de insumos (1 galon de alcohol usado, 3 botellas de alcohol virgen, trapos, sellos y duplotex) con ayuda de mesa transportadora y canasta de "compras" y deja tintas utilizadas en el producto anterior.		117
24	Vierte alcohol en tanque de alcohol y coloca los insumos abastecidos en sus áreas respectivas con ayuda de canasta de "compras"		75
25	Transporta los bidones de tinta a cada unidad de impresión y la vierte en los contenedores		106

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.30. Elementos Necesarios para el Cambio de Producto Propuesto

Elemento para Aplicación del SMED	Unidad	Cantidad	Disponibilidad	Uso
Saco Muestra	Unidad	1	SI	Para patrón de las características de impresión
Bidon de Tinta	Unidad	3*	SI	Para abastecimiento de contenedores para la nueva impresión
Botella de Alcohol Virgen	Unidad	3*	SI	Para limpieza de anilox y abastecimiento del tanque de alcohol
Galón de Alcohol Usado	Unidad	1*	SI	Para limpieza de cámaras (Doctor Blade)
Duplotex	Rollo	1	SI	Para empalme de telas de polipropileno
Cinta	Rollo	1	SI	Para fijación de clichés en rodillo portaclichés
Sello	Unidad	6*	SI	Para acondicionamiento de la cámara (Doctor Blade)
Trapo	Unidad	9*	SI	Para limpieza de cámaras (Doctor Blade) y anilox
Navaja	Unidad	2	SI	Para cortado de tela de polipropileno y duplotex
Contenedor	Unidad	9*	SI	Para almacenamiento de nueva tinta y alcohol para limpieza de cámaras (Doctor Blade)
Eje	Unidad	4	SI	Para acondicionamiento del rollo laminado y del eje para embobinado de tela impresa
Mesa Transportadora de Insumos	Unidad	1	SI	Para abastecimiento de los materiales
Mesa transportadora de Rollos	Unidad	1	SI	Para transporte de rollos impresos
Caja con Pulsador Verde/Rojo Telemecanique	Unidad	6	NO	Para instalación del sistema de arranque y parada de anilox en unidades de impresión
Cable Vulcanizado 3x18 Awg Indeco	Metros	300	NO	
Pack Clichés de Fotopolímero	Unidad	1	NO	Para impresión del logo del cliente
Pack de Plantillas de Plantilla de Caucho	Unidad	1	NO	Para facilitado del colocado de clichés
Colgador Sastre Made	Unidad	1	NO	Para sujeción de muestra
Tacos de Madera	Unidad	2	NO	Para estandarizado de posición de anilox y rodillos
Pack x2 Walkie Talkie Motorola MC220 - MR	Unidad	1	NO	Para comunicación con el inspector de calidad

*Depende del número de colores del producto a imprimir

Fuente: Elaboración Propia

4.2.11. Resultados Obtenidos con el SMED

Con la aplicación del nuevo procedimiento propuesto para la preparación de la impresora para un cambio de producto, se lograría reducir considerablemente el tiempo de preparación, permitiendo a NORSAC S.A. ser más flexible, al poder programar un mayor número de cambios de producto y producir lotes más pequeños.

También, permitiría a NORSAC S.A. reducir sus plazos de entrega, al entregar la producción programada en menor tiempo; así como aumentar su productividad, debido a la mayor disponibilidad de tiempo de la impresora para producir.

La tabla 4.31 muestra el incremento de productividad y flexibilidad de la impresora con el nuevo procedimiento propuesto.

Tabla 4.31. Indicadores Alcanzados de Flexibilidad y Productividad de la Impresora

INDICADORES DE FLEXIBILIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LA IMPRESORA	
Lote de Producción	80000 sacos
Capacidad de Producción Promedio	4800 sacos/hora
Uptime	96.63%
Tiempo Requerido de Producción	17.25 horas
Tiempo de Preparación C/O Actual	80 minutos
Tiempo Total Requerido Actual	18.58 horas
Tiempo de Preparación C/O Propuesto	5.15 minutos
Tiempo Total Requerido con SMED	17.33 horas
Tiempo ganado con SMED	74.85 minutos
Producción adicional con el SMED (Situación de 1 C/O/día)	5988 sacos
Tiempo Restante del día	5.42 horas
N° Cambios Posibles	4.06 cambios
Tiempo Restante del día con SMED	6.67 horas
N° Cambios Posibles con SMED	77.7 cambios

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Celda de Manufactura

4.3.1. Objetivo General

Crear una celda de manufactura que permita establecer un flujo continuo entre el proceso de enfardelado y etiquetado.

4.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades involucradas en los procesos de enfardelado y etiquetado.
- Identificar y eliminar los desperdicios encontrados en ambos procesos.
- Incrementar la disponibilidad del proceso de etiquetado.
- Asignar el número adecuado de operarios necesarios para la celda de acuerdo al ciclo de producción.

4.3.3. Descripción del Proceso Actual de Enfardelado y Etiquetado

El proceso de enfardelado se inicia cuando el operario acondiciona la plataforma de la prensa con el material de empaque (cordeles y lámina de polipropileno), para que con apoyo otro operario, coloquen los sacos sobre la plataforma en cantidades especificadas por el cliente. Después de haber colocado la cantidad requerida de sacos, el operario coloca una segunda lámina de polipropileno para poder proceder con el prensado de los mismos. Una vez prensados, se realizan las actividades de enfardelado como: coser ambas láminas de polipropileno, pasado y amarrado de cordeles. Después de haber enfardelados los sacos, el fardo es transportado con ayuda de una carretilla hacia la zona de pesado.

El proceso de etiquetado se inicia cuando un trabajador del área de control de producción traslada el fardo hacia la plataforma de la balanza, luego registra los datos en el sistema, imprime la etiqueta, escanea su código y luego la pega en el fardo, el cual es retirado y colocado a un costado para continuar con otro fardo.

La etiqueta posee los siguientes datos: producto, dimensión, color del saco, impresión, color impresión, cantidad, peso, fecha, turno, orden de pedido, trazabilidad y observación.

4.3.4. Situación Actual del Proceso de Enfardelado y Etiquetado.

El proceso de enfardelado estaba a cargo de dos operarios y el de etiquetado a cargo de un trabajador del área de control de producción. Cabe resaltar que el encargado del proceso de etiquetado dedicaba aproximadamente seis horas por turno a realizar otras funciones del área de control de producción. Por esa razón, a pesar de que el tiempo de ciclo promedio de enfardelado era de 2.8 minutos/fardo y el de etiquetado era de 1.46 minutos/fardo, se producía un acumulamiento de material entre ambos procesos como se puede observar en la figura 5.1. Así mismo, los fardos etiquetados eran acumulados a un costado de la balanza, hasta que un operario fuera asignado para transportarlos hacia el almacén de control de producción.

Figura 4.10. Área de Enfardelado y Etiquetado de NORSAC S.A.



Fuente: Elaboración Propia

4.3.5. Creación de la Celda de Manufactura

Para la creación de la celda de manufactura se efectuaron los siguientes pasos desarrollados por Mike Rother y Rick Harris (2001). [TEXTO 11]

1. Determinar el ciclo de producción (Takt time) para la celda de manufactura.

El ciclo de producción, ya calculado en el capítulo interior, era producir un fardo cada 1.06 segundos y etiquetar un fardo cada 0.77 segundos.

2. Identificar las actividades realizadas para producir un fardo etiquetado.

El segundo paso clave para la creación y el mantenimiento de un flujo continuo, consistía en identificar las actividades que se realizan antes de la aplicación de la herramienta.

En el proceso de enfardado y etiquetado se identificaron las actividades mostradas en la tabla 4.32 y 4.33 respectivamente.

3. Obtener el tiempo empleado para realizar las actividades de los procesos.

Para la obtención de los tiempos, se cronometraron las actividades realizadas por los operarios con la finalidad de tener un tiempo real de las mismas. Se tomaron 10 muestras de cada actividad en un turno en el que trabajan operarios de calificación promedio.

Para el registro de los tiempos cronometrados, se hizo uso de un formato de estudio de proceso que se puede observar en las tablas 4.34, 4.35 y 4.36 de acuerdo al proceso.

Tabla 4.32. Actividades del Procedimiento Actual del Proceso de Enfardelado

ACTIVIDADES DEL OPERARIO 1 DE ENFARDELADO		ACTIVIDADES DEL OPERARIO 2 DE ENFARDELADO	
1	Coge cordeles cortados (3) y los coloca verticalmente sobre la plataforma de la prensa.	1	Transporta fardo hacia el área de codificado, deja fardo a un lado lleva mesa transportadora con sacos hacia la prensa.
2	Corta un cordel y lo coloca horizontalmente sobre los cordeles colocados anteriormente en la plataforma.	2	Espera que operario termine de acondicionar la plataforma de la prensa.
3	Agarra lámina de empaque, la desdobra, la coloca sobre los cordeles y acciona prensa para que baje totalmente.	3	Carga sacos y los coloca sobre la lámina de empaque y los acomoda.
4	Carga sacos, los coloca sobre la lámina del empaque y los acomoda.	4	Retira mesa transportadora.
5	Agarra otra lámina de empaque, la desdobra, la coloca sobre los sacos, acciona la prensa, agarra un extremo del cordel horizontal y lo coloca sobre el fardo de derecha a izquierda.	5	Camina hacia la zona asignada de la pita y aguja.
6	Inserta herramienta de pasado de cordeles por la primera ranura izquierda de la plataforma y amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 1.	6	Sujeta pita y aguja.
7	Camina hacia el lado 2 de la prensa.	7	Camina hacia esquina derecha del lado 1 y deja y pita aguja a un costado de la prensa.
8	Amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 2.	8	Amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 1.
9	Camina hacia la esquina derecha del lado 2.	9	Coge pita con aguja y cose lámina superior e inferior desde la equina derecha del lado 1 hasta la mitad del costado izquierdo.
10	Amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina derecha del lado 2.	10	Espera que operario empiece con el pasado de cordeles.
11	Camina hacia la esquina izquierda del lado 2.	11	Retira herramienta de pasado de cordeles de la primera ranura del lado izquierdo de la plataforma, deja caer el cordel, inserta la herramienta en la segunda ranura y realiza el mismo procedimiento con la siguiente.
12	Pasa los cordeles del lado 2 hacia el lado 1 a través de las ranuras de la plataforma con ayuda de la herramienta de pasado de cordeles.	12	Camina hacia esquina izquierda del lado 2.
13	Camina hacia la pizarra.	13	Cose lámina superior e inferior desde la mitad del lado izquierdo hasta la esquina derecha del lado 1.
14	Anota en la pizarra.	14	Camina hacia la zona asignada de la pita y aguja.
15	Camina hacia la esquina derecha del lado 1.	15	Inserta pita en la aguja para el próximo fardo.
16	Retira herramienta de pasado de cordeles de la esquina derecha del lado 1, la coloca en su posición inicial y prepara cordeles verticales para el siguiente fardo.	16	Traslada el carrito transportador de fardos hacia la prensa.
17	Camina hacia la esquina izquierda del lado 1.	17	Espera que operario coloque el fardo sobre el carrito transportador.
18	Amarra extremos de los cordeles verticales de izquierda a derecha, corta sobrantes y deja cuchilla sobre la prensa.		
19	Acciona la prensa, bota sobrantes del cordel, gira el fardo, amarra extemos del cordel colocado horizontalmente y corta sobrante.		
20	Acciona la prensa, bota sobrante y coloca el fardo sobre el carrito transpotador.		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.33. Actividades del Procedimiento Actual del Proceso de Etiquetado

ACTIVIDADES DEL TRABAJO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	
1	Traslada fardo hacia la plataforma de la balanza.
2	Acomoda fardo sobre la balaza.
3	Espera que balanza indique peso exacto del fardo.
4	Se traslada hacia computadora.
5	Ingresa datos en el sistema y envía etiqueta a imprimir.
6	Espera que termine impresión de la etiqueta.
7	Desglosa etiqueta impresa.
8	Scanea el código de barras impreso en la etiqueta.
9	Se traslada hacia la balanza con la etiqueta impresa.
10	Coloca etiqueta impresa en el fardo.
11	Retira fardo de la balanza y lo coloca a un costado.

Fuente: Elaboración Propia

Además de haber cronometrado las actividades realizadas en ambos procesos, se hicieron observaciones en algunas de ellas, principalmente las que representaban un desperdicio, con la finalidad de tomarlas en cuenta posteriormente para su mejora.

4. Eliminación de desperdicios

Después de haber realizado las observaciones, se vio la factibilidad de mejorar cada una de las actividades observadas.

Actividades observadas del operario 1 de enfardelado

A. ¿Es factible cortar el cordel antes del proceso?

Las actividades de abastecimiento y preparación de materiales debían realizarse fuera del ciclo de enfardelado, y además, era recomendable que las realice una persona de apoyo.

B. ¿Es factible desdoblar la lámina antes del proceso?

Al igual que en el caso anterior, se recomendó que el desdoblado de las láminas debería realizarlas una persona encargada de la preparación de los materiales.

Tabla 4.34. Formato de Estudio del Proceso de Enfardelado – Operario 1

FORMATO DE ESTUDIO DE PROCESO												FECHA / HORA:	
ETAPAS DE PROCESO	ACTIVIDADES	TIEMPOS OBSERVADOS										TPO. PROM	OBSERVACIONES
ENFARDELADO (OPERARIO 1)	Coge cordeles cortados (3) y los coloca verticalmente sobre la plataforma de la prensa.	11	9	11	9	10	10	10	11	11	9	10	
	Corta un cordel y lo coloca horizontalmente sobre los cordeles colocados anteriormente en la plataforma.	8	8	9	9	9	7	8	10	9	8	9	¿Es factible cortar el cordel antes del proceso?
	Agarra lámina de empaque, la desdobra, la coloca sobre los cordeles y acciona prensa para que baje totalmente.	7	9	8	6	7	7	7	7	6	6	7	¿Es factible desdoblar la lámina antes del proceso?
	Carga sacos, los coloca sobre la lámina del empaque y los acomoda.	12	13	11	13	12	10	10	12	12	13	12	
	Agarra otra lámina de empaque, la desdobra, la coloca sobre los sacos, acciona la prensa, agarra un extremo del cordel horizontal y lo coloca sobre el fardo de derecha a izquierda.	13	14	13	12	14	13	14	13	13	13	13	¿Es factible desdoblar la lámina antes del proceso?
	Inserta herramienta de pasado de cordeles por la primera ranura izquierda de la plataforma y amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 1.	9	8	9	8	9	9	8	9	9	7	9	¿La herramienta para el pasado de cordeles es la adecuada?
	Camina hacia el lado 2 de la prensa.	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	
	Amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 2.	8	7	8	10	9	8	8	7	9	8	8	
	Camina hacia la esquina derecha del lado 2.	3	3	3	3	2	4	3	3	3	2	3	
	Amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina derecha del lado 2.	8	8	9	8	8	9	8	8	9	7	8	
	Camina hacia la esquina izquierda del lado 2.	3	3	3	3	2	4	4	3	3	4	3	
	Pasa los cordeles del lado 2 hacia el lado 1 a través de las ranuras de la plataforma con ayuda de la herramienta de pasado de cordeles.	8	10	9	8	8	10	10	8	9	9	9	¿Es la única manera de pasar los cordeles?
	Camina hacia la pizarra.	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	¿Es necesario anotar en la pizarra?
	Anota en la pizarra.	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	¿Es necesario anotar en la pizarra?
	Camina hacia la esquina derecha del lado 1.	4	3	3	3	4	5	3	3	4	4	4	
	Retira herramienta de pasado de cordeles de la esquina derecha del lado 1, la coloca en su posición inicial y prepara cordeles verticales para el siguiente fardo.	9	9	11	8	9	9	8	9	10	9	9	¿Es el momento y la persona adecuada para preparar los cordeles?
	Camina hacia la esquina izquierda del lado 1.	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	
	Amarra extremos de los cordeles verticales de izquierda a derecha, corta sobrantes y deja cuchilla sobre la prensa.	27	26	28	29	27	27	28	27	25	29	27	¿Debe dejar la cuchilla sobre antes de accionarla?
	Acciona la prensa, bota sobrantes del cordel, gira el fardo, amarra extremos del cordel colocado horizontalmente y corta sobrante.	15	17	13	15	16	14	15	15	14	16	15	
	Acciona la prensa, bota sobrante y coloca el fardo sobre el carrito transportador.	8	7	9	9	8	8	9	10	9	9	9	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.35. Formato de Estudio del Proceso de Enfardelado – Operario 2

FORMATO DE ESTUDIO DE PROCESO													FECHA / HORA:	
ETAPAS DE PROCESO	ACTIVIDADES	TIEMPOS OBSERVADOS										TPO. PROM	OBSERVACIONES	
ENFARDELADO (OPERARIO 2)	Transporta fardo hacia el área de codificado, deja fardo a un lado lleva mesa transportadora con sacos hacia la prensa.	17	19	20	21	19	18	19	20	19	17	19		¿Es factible dejar carrito con fardo sobre la balanza?
	Espera que operario termine de acondicionar la plataforma de la prensa.	9	7	8	3	7	6	6	8	7	6	7		¿Es posible eliminar el tiempo espera?
	Carga sacos y los coloca sobre la lámina de empaque y los acomoda.	12	13	11	13	12	10	10	12	12	13	12		
	Retira mesa transportadora.	3	4	3	3	2	4	2	3	2	4	3		
	Camina hacia la zona asignada de la pita y aguja.	6	4	4	5	5	6	4	6	5	5	5		¿El lugar asignado para la pita y aguja es el indicado?
	Sujeta pita y aguja.	4	3	3	3	3	2	4	2	3	3	3		
	Camina hacia esquina derecha del lado 1 y deja pita y aguja a un costado de la prensa.	4	5	3	3	4	3	5	4	4	5	4		
	Amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 1.	7	6	7	7	8	8	6	8	7	6	7		
	Coge pita con aguja y cose lámina superior e inferior desde la equina derecha del lado 1 hasta la mitad del costado izquierdo.	22	23	22	23	21	20	22	22	25	20	22		
	Espera que operario empiece con el pasado de cordeles.	2	2	7	3	5	8	5	2	4	2	4		¿Es posible eliminar el tiempo espera?
	Retira herramienta de pasado de cordeles de la primera ranura del lado izquierdo de la plataforma, deja caer el cordel, inserta la herramienta en la segunda ranura y realiza el mismo procedimiento con la siguiente.	8	10	9	8	8	10	10	8	9	9	9		¿Es la única manera de pasar los cordeles?
	Camina hacia esquina izquierda del lado 2.	4	3	4	3	2	3	3	2	3	3	3		
	Cose lámina superior e inferior desde la mitad del lado izquierdo hasta la esquina derecha del lado 1.	32	34	31	32	34	32	31	35	34	36	33		
	Camina hacia la zona asignada de la pita y aguja.	3	3	2	4	3	3	2	3	3	4	3		
	Inserta pita en la aguja para el próximo fardo.	19	18	20	19	18	19	20	18	17	18	19		¿Es el momento adecuado para preparar la pita y aguja?
	Traslada el carrito transportador de fardos hacia la prensa.	10	8	12	10	8	9	8	10	10	11	10		
	Espera que operario coloque el fardo sobre el carrito transportador.	6	5	5	6	9	8	10	5	5	5	6		¿Es posible eliminar el tiempo espera?

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.36. Formato de Estudio del Proceso de Etiquetado – Encargado de Control de Producción

FORMATO DE ESTUDIO DE PROCESO													FECHA / HORA:	
ETAPAS DE PROCESO	ACTIVIDADES	TIEMPOS OBSERVADOS										TPO. PROM	OBSERVACIONES	
ETIQUETADO (TRABAJADOR DE CONTROL DE PRODUCCIÓN)	Traslada fardo hacia la plataforma de la balanza.	9	7	10	8	9	10	11	10	10	8	9		¿Es factible tarar el peso del carrito para pesar el fardo sobre este en la plataforma de la balanza?
	Acomoda fardo sobre la balanza.	6	7	8	5	7	7	7	6	7	6	7		
	Espera que balanza indique peso exacto del fardo.	5	4	4	5	5	3	5	4	4	3	4		
	Se traslada hacia computadora.	5	4	6	4	4	5	4	6	5	5	5		
	Ingresa datos en el sistema y envía etiqueta a imprimir.	34	33	29	28	33	26	33	25	34	35	31		¿Es necesario que estas actividades las realice el encargado de control de producción?
	Espera que termine impresión de la etiqueta.	5	6	6	5	5	4	6	6	5	4	5		
	Desglosa etiqueta impresa.	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4		
	Scanea el código de barras impreso en la etiqueta.	4	4	5	4	3	3	5	3	5	4	4		
	Se traslada hacia la balanza con la etiqueta impresa.	5	5	6	4	5	6	5	4	6	3	5		
	Coloca etiqueta impresa en el fardo.	6	6	4	6	5	4	4	5	6	5	5		
Retira fardo de la balanza y lo coloca a un costado.	7	10	7	10	9	9	8	9	8	11	9			

Fuente: Elaboración Propia

C. ¿La herramienta para el pasado de cordeles es la adecuada?

La herramienta para el pasado de cordeles era rápida y funcional sólo si otro operario apoyaba con el pasado de cordeles. Por esa razón se diseñó una herramienta de rápido uso para realizar el pasado de cordeles con o sin apoyo.

D. ¿Es la única manera de pasar los cordeles?

La manera como se pasaban los cordeles era con el operario 1, posicionado en el lado 2 de la prensa, este insertaba el cordel en el terminal de la herramienta y la empujaba por la primera ranura izquierda de la plataforma. El operario 2, posicionado en el lado 1, retiraba la herramienta de las ranura dejando caer el cordel e insertaba la herramienta por la siguiente ranura para que se vuelvan a repetir las actividades. Haciendo uso de la nueva herramienta, el operario 1 posicionado en el lado 2 colocaría todos los cordeles en los nuevos terminales, que contarían con un diseño más práctico; y el operario 2 del lado 1 de la prensa, retiraría con un solo movimiento todos los cordeles.

E. ¿Es necesario anotar en la pizarra?

Esta actividad no agregaba valor y no era necesaria para el proceso de enfardelado.

F. ¿Es el momento y la persona adecuada para preparar los cordeles?

El operario priorizaba esta actividad que no agregaba valor, en lugar de amarrar los extremos de los cordeles inmediatamente. Se recomendó que el preparado de cordeles debiera realizarlo otra persona encargada de la preparación de materiales.

G. ¿Debe dejar la cuchilla sobre la prensa antes de accionarla?

Se recomendó que el operario deje la cuchilla sobre la prensa después de haberla accionado, debido a que este movimiento no agregaba valor.

Actividades observadas del operario 2 de enfardelado

A. ¿Es factible dejar el carrito sobre la balanza?

El operario 2 transportaba el fardo hacia el área de codificado con ayuda de un carrito, retiraba el fardo y lo dejaba al lado de los demás fardos acumulados. Estableciendo un flujo continuo entre ambos procesos no existiría el acumulamiento de los fardos y sería factible dejar el fardo sobre la balanza.

B. ¿Es posible eliminar los tiempos espera?

Si era posible eliminar los tiempos de espera asignando tareas al operario y redistribuyendo la carga de trabajo de los operarios.

C. ¿El lugar asignado para la pita y aguja es el indicado?

La zona asignada para la pita y la aguja se encontraba aislada de la esquina derecha del lado 1 de la prensa, por donde el operario empezaba a coser el fardo. Se recomendó mejorar la ubicación de la aguja y la pita con la finalidad de evitar el transporte innecesario para el abastecimiento de los mismos.

D. ¿Es el momento adecuado para preparar la pita y aguja?

El operario 2 preparaba la aguja y la pita en el momento en el que el operario 1 amarraba los extremos de los cordeles. Se debe tener en cuenta el momento en el que deberá realizar esta actividad con las mejoras propuestas.

Actividades observadas del operario 1 de etiquetado

A. ¿Es factible tarar el peso del carrito para pesar el fardo sobre el este en la plataforma de la balanza?

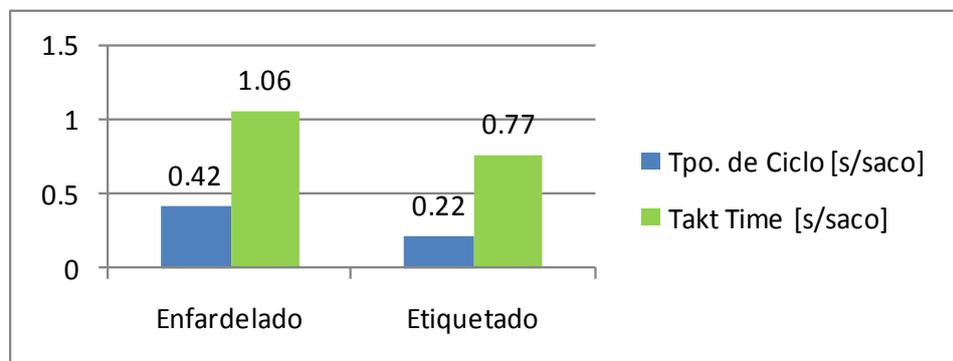
Si era factible tarar el peso del carrito, ya que la balanza tenía la función de tarar y además, tenía la capacidad de pesar media tonelada. Para hacer eso posible era necesario hacer una modificación al carrito para que el fardo este estable en el momento del pesado.

B. ¿Es necesario que las actividades de etiquetado las realice el encargado de control de producción?

No era indispensable que el encargado de control de producción realice las actividades de etiquetado, ya que un operario capacitado podría realizarlas. Además, el encargado de control de producción le dedicaba al proceso de enfardelado la mitad de horas del turno, lo que producía un acumulamiento de fardos sin etiquetar entre ambos procesos. Por esa razón se recomendó que el proceso de enfardelado esté a cargo de un operario capacitado que dedique todo el turno al proceso con la finalidad de que exista un flujo continuo entre ambos procesos.

Por otro lado, se observó que los tiempos de ciclo para el proceso de enfardelado y etiquetado eran menores que el Takt time, lo que no es recomendable, puesto que incrementaba las posibilidades de sobre producir y que se puede estar utilizando operarios de más.

Gráfica 4.11. Comparación del Takt Time y el Tiempo de Ciclo del Proceso de Enfardelado y Etiquetado



Fuente: Elaboración Propia

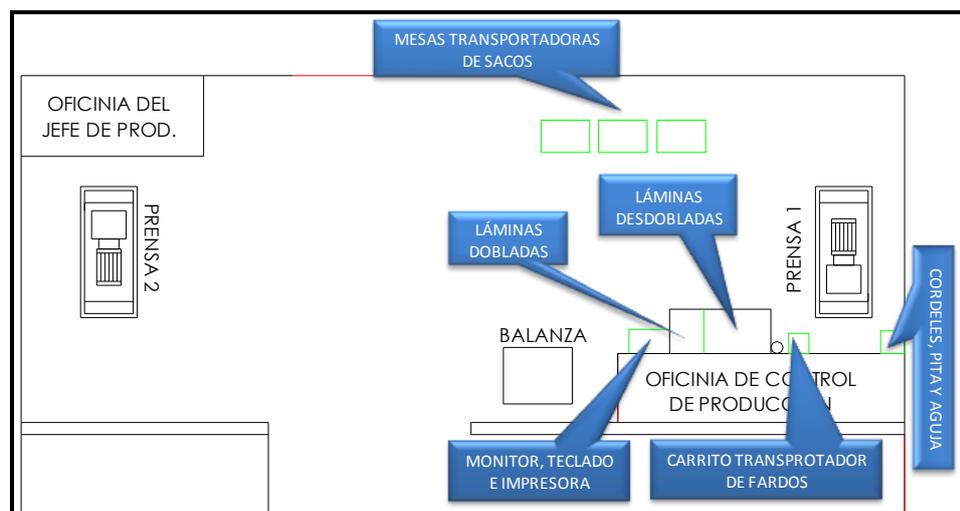
Considerando lo mencionado y tomando en cuenta la observación B del proceso de enfardelado, se propuso que sólo dos operarios estén a cargo del proceso de enfardelado y etiquetado. Así mismo, asignando correctamente las actividades de ambos procesos al operario1 y operario 2 no habría necesidad de un tercer operario. De esta manera, habrá una disponibilidad mayor en el proceso de etiquetado y se podrá establecer un flujo continuo entre ambos procesos.

5. Asignación de áreas para los elementos de trabajo

Después de proponer las mejoras para eliminar los desperdicios encontrados, se asignaron áreas para los elementos de trabajo, lo que permitiría trabajar con 2 operarios de forma ordenada y el flujo continuo.

Se asignaron áreas para las láminas de empaque dobladas y desdobladas; para la preparación de los cordeles, pita y aguja; para el carrito transportador de fardos; para el monitor, teclado e impresora de etiquetas; y para las mesas transportadoras de sacos.

Figura 4.11. Asignación de Áreas para Elementos de Trabajo



Fuente: Elaboración Propia

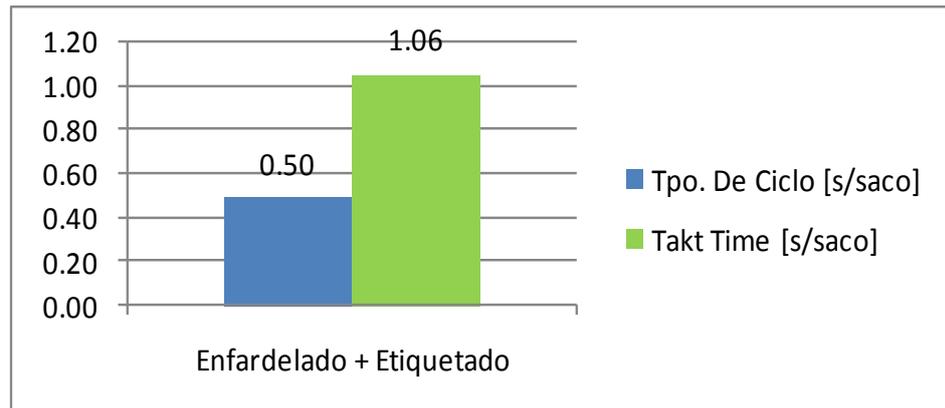
6. Procedimiento Propuesto

Para el procedimiento propuesto se distribuyó el trabajo para dos operarios. Al operario 1 se le asignaron las actividades del proceso de enfardado, sin recibir apoyo a excepción de la tarea de la colocación de los sacos sobre la plataforma de la prensa, debido a que esta actividad es preferible realizarla con ayuda de otro operario para no perder la estabilidad al cargar el grupo de sacos que conforman el fardo. Cabe resaltar, que al operario 2, además de realizar las actividades de etiquetado, para lo cual será capacitado, se le asignaron las tareas de acondicionamiento de materiales para el proceso de enfardado como por ejemplo: cortado de cordeles, desdoblado de láminas y la preparación de la pita y aguja. Por otro lado, también tendrá a cargo el transporte de

los fardos hacia el almacén de control de producción, por lo cual, no será necesario la presencia de un tercer operario.

El procedimiento propuesto se puede visualizar en la *tabla 4.37. Procedimiento Propuesto para la Celda de Enfardelado y Etiquetado.*

Gráfica 4.12. Comparación del Takt Time y el Tiempo de Ciclo de la Celda Propuesta



Fuente: Elaboración Propia

4.3.6. Elementos Necesarios para Implementación de la Celda de Manufactura

Para poder realizar el procedimiento propuesto después de haber diseñado la Celda de Manufactura, se requería elementos que en algunos casos estaban disponibles en NORSAC S.A., y en otros había que adquirirse.

En la *Tabla 4.38. Elementos Necesarios para la Implementación de la Celda de Manufactura*, se listan los elementos necesarios, su presentación, la cantidad necesaria, su disponibilidad y el uso que se les daría.

4.3.7. Resultados Obtenidos con la Celda de Manufactura

Los resultados obtenidos con el procedimiento propuesto se pueden observar en las siguientes gráficas.

Tabla 4.37. Procedimiento Propuesto Para la Celda de Enfardelado y Etiquetado

ACTIVIDADES DEL OPERARIO 1 DESPUÉS DEL KAIZEN		TPO	ACTIVIDADES DEL SEGUNDO OPERARIO DESPUÉS DEL KAIZEN		TPO
1	Coge cordeles cortados (3) y los coloca verticalmente sobre la plataforma de la prensa.	10	1	Transporta el fardo hacia la plataforma de la balanza con ayuda del carrito y regresa con mesa transportadora con sacos.	19
2	Coge otro cordel cortado y lo coloca horizontalmente sobre los cordeles colocados anteriormente en la plataforma.	4	2	Carga sacos, los coloca sobre la lámina del empaque y los acomoda.	12
3	Agarra lámina de empaque, la coloca sobre los cordeles y acciona prensa para que baje totalmente.	5	3	Retira mesa transportadora.	3
4	Carga sacos, los coloca sobre la lámina del empaque y los acomoda.	12	4	Se traslada hacia computadora.	5
5	Agarra otra lámina de empaque, la coloca sobre los sacos, acciona la prensa, agarra un extremo del cordel horizontal y lo coloca sobre el fardo de derecha a izquierda.	11	5	Ingresar datos en computadora y envía etiqueta a imprimir	31
6	Retira e inserta nueva herramienta de pasado de cordeles por las ranuras de la plataforma.	3	6	Espera que termine la impresión de etiqueta	5
7	Amarra vertices de las láminas de empaque de la esquina derecha del lado 1.	8	7	Desglosa etiqueta impresa	4
8	Sujeta pita y aguja.	2	8	Scanea el código de barras impreso en la etiqueta	4
9	Cose lámina superior e inferior desde la equina derecha hasta la izquierda del lado 1.	18	9	Se traslada hacia la balanza con la etiqueta	5
10	Amarra vertices de ambas láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 1.	8	10	Coloca etiqueta en el fardo	5
11	Cose lámina superior e inferior desde la equina izquierda del lado 1 hasta la izquierda del lado 2.	11	11	Transporta el fardo desde la balanza hasta el almacén de Control de Producción y traslada el carrito a su posición asignada.	30
12	Amarra vertices de ambas láminas de empaque de la esquina izquierda del lado 2.	8	12	Desdobra dos láminas de empaque para el siguiente fardo y las coloca en el lugar asignado.	5
13	Inserta cordeles en los terminales de la nueva herramienta de pasado de cordeles.	5	13	Camina hacia la zona asignada de cordeles, pita y aguja	4
14	Continúa cosiendo las láminas desde la esquina izquierda del lado 2 hasta la esquina derecha del lado 2.	18	14	Prepara el cordel horizontal y los tres verticales para el siguiente fardo	17
15	Amarra vertices de ambas láminas de empaque de la esquina derecha del lado 2.	8	15	Prepara pita y aguja para el siguiente fardo	19
16	Continúa cosiendo las láminas desde la esquina izquierda del lado 2 hasta la esquina derecha del lado 1.	11	16	Traslada y coloca cordel horizontal, la pita y aguja en el lugar asignado de la esquina derecha del lado 1 de la prensa.	6
17	Retira nueva herramienta de pasado de cordelas de las ranuras de la plataforma dejando caer los cordeles y la coloca en su posición inicial.	5	17	Traslada y coloca cordeles verticales en el lugar asignado de la esquina izquierda del lado 1 de la prensa.	5
18	Amarra extremos de los cordeles verticales, corta sobrantes.	27	18	Desdoblar un aproximado de 6 láminas más para los siguientes fardos	12
19	Acciona la prensa, deja cuchilla sobre la prensa, bota sobrantes del cordel, gira el fardo, amarra extremos del cordel colocado horizontalmente y corta sobrante	15	19	Traslada carrito a la prensa y recibe fardo	7
20	Acciona la prensa, deja cuchilla sobre la prensa, bota sobrantes y coloca el fardo sobre carrito transportador	9			

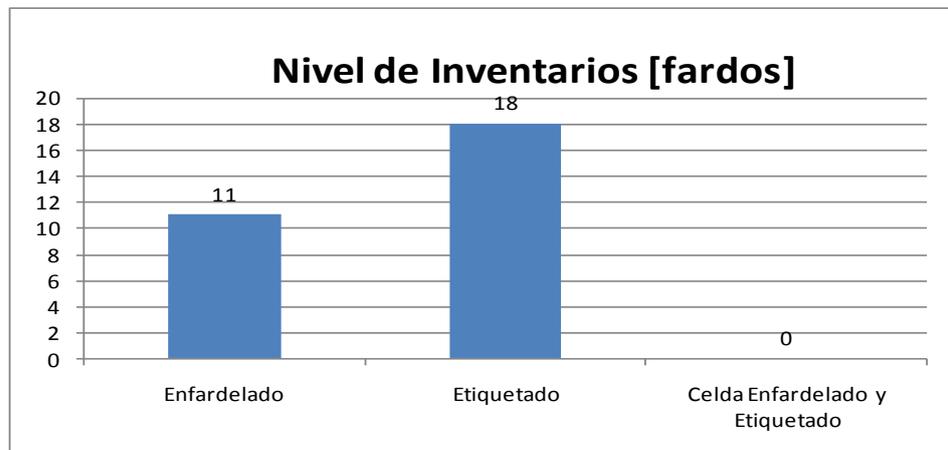
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4.38. Elementos Necesarios para Implementación de la Celda de Manufactura

Elementos para Celda de Manufactura	Unidad	Cantidad	Disponibilidad	Uso
Lámina de Polipropileno	Unidad	2	SI	Para empaque de los sacos
Cordel Trenzado de Polipropileno	Bobina	1	SI	Para aseguramiento del fardo
Pita de Polipropileno	Bobina	1	SI	Para unión de láminas de polipropileno
Aguja	Unidad	1	SI	
Computador (CPU)	Unidad	1	SI	Para uso del sistema NORSAC SYS
Escaner de Etiquetas	Unidad	1	SI	Para escaneo del código de etiquetas
Impresora de Etiquetas Zebra S4M	Unidad	1	SI	Para impresión de etiquetas
Mesa de Madera para Láminas de Polipropileno	Unidad	1	SI	Para almacenamiento de láminas de polipropileno
Mesa de Madera 100cm*70cm*110cm	Unidad	1	NO	Para sostén del monitor, impresora de etiquetas, scanner, teclado y mouse
Monitor SynacMaster Samsung 18.5" SA300	Unidad	1	NO	Para acondicionamiento del área de ingreso de datos del fardo al sistema
Microsoft Wired Desktop 600 (Teclado + Mouse)	Unidad	1	NO	
Cable extension USB de 1.8 Metros Gigaware	Unidad	2	NO	
Cable extension VGA de 1.8 Metros Gigaware	Unidad	1	NO	
Galón de Pintura Amarilla CPP	Unidad	1	NO	Para asignación de áreas para láminas de PP desdobladas y dobladas
Brocha de Nylon Profesional 4" TUMI	Unidad	1	NO	
Herramienta de pasado de cordeles				
Pinzas Lagarto	Unidad	6	NO	Para construcción de herramienta para pasado de cordeles del proceso de enfardelado
Tambores	Unidad	12	NO	
Tubo Acero Inoxidable 1/2" *1.02 cm*6 m. (AISI 304)	Unidad	2	NO	
Cable de Bicicleta	Metros	10	NO	
Funda para Cable de Bicicleta	Metros	9	NO	
Carrito Transportador de Fardos Acondicionado				
Plancha de Fierro 60cm*22cm*0.5cm	Unidad		NO	Para acondicionamiento de carrito para el pesado de fardos

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 4.13. Comparación del Nivel de Inventarios Antes y Después del Procedimiento Propuesto

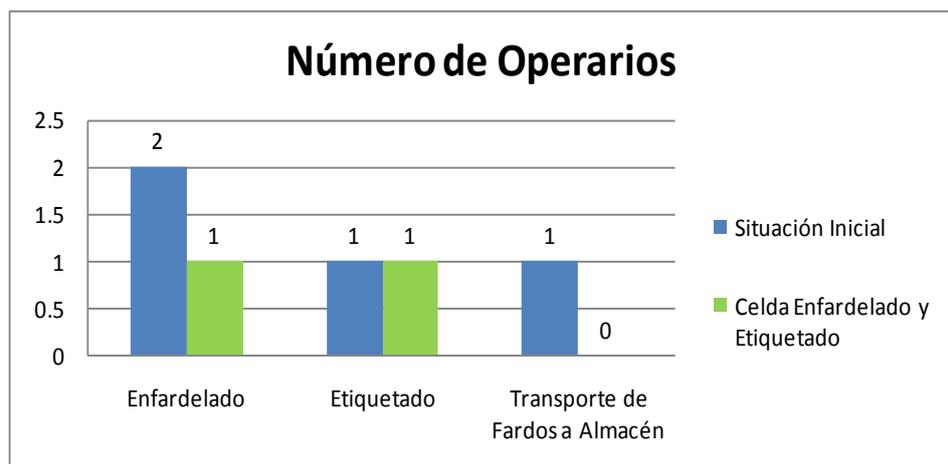


Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica anterior se puede visualizar que en la situación inicial se generaba un acumulación de 11 fardos y 18 fardos etiquetados.

Mediante la implementación y estandarización del procedimiento propuesto se lograría eliminar los inventarios debido a que se trabajaría en flujo continuo.

Gráfica 4.14. Comparación del Número de Operarios Antes y Después del Procedimiento Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica anterior se puede observar que en la situación inicial, se contaba con 2 operarios en el área de enfardelado, un asistente de control de producción, que entre todas sus funciones, tenía la del etiquetado de

fardos; y además un operario era asignado para transportar los fardos etiquetados hacia el almacén de Control de Producción.

Mediante el procedimiento propuesto se lograría reducir el número de operarios en ambos procesos, asignando solo dos operarios para la celda de enfardelado y etiquetado. Cabe resaltar a pesar de haber reducido un operario en el proceso de enfardelado, el puesto no será abandonado durante el refrigerio, debido a que durante el refrigerio, el operario asignado para el etiquetado, asumiría el puesto de enfardelado por su experiencia; y el operario que transportaba los fardos etiquetados al almacén supliría al operario de etiquetado.

Gráfica 4.15. Comparación del Nivel de Disponibilidad Antes y Después del Procedimiento Propuesto



Fuente: Elaboración Propia

En la gráfica anterior se puede apreciar que en la situación inicial, el nivel de disponibilidad para el área de etiquetado era de 45.83% debido a que el asistente de control de producción dejaba el puesto para su refrigerio y además, para realizar otras funciones del área de control de producción.

Mediante el procedimiento propuesto se lograría incrementar el nivel de disponibilidad al 97.92%, debido a la nueva asignación de uno de los operarios de enfardelado al área de etiquetado; de esta manera, el puesto no quedaría abandonado para realizar otras funciones del control de producción. Además, no habría tampoco un abandono del puesto de etiquetado a la hora del refrigerio, ya que el operario que era asignado para transportar los fardos al almacén, sería capacitado para cubrir el puesto durante ese periodo.

CAPÍTULO 5. IMPACTO Y VIABILIDAD DEL ESTUDIO

5.1. Impacto del Estudio

5.1.1. Impacto del Value Stream Mapping

Al aplicar la técnica del VSM, se pudo observar que NORSAC S.A., al ejecutar el Plan Anual de Implementación del Estado Futuro de la Cadena de Valor, lograría una reducción del 55.19% en el plazo de entrega (de 11.65 días a 5.22 días), equivalente a 6.43 días aproximadamente. Esta reducción expresada económicamente representaba un costo de oportunidad, debido a que durante el periodo de 6.43 días, NORSAC S.A. dejaba de ganar aproximadamente S/.25,839.34 nuevos soles.

Tabla 5.1. Costo de Oportunidad sin Implementación del Estado Futuro

COSTO DE OPORTUNIDAD	
Producción Diaria	80,000.00 sacos
	10,400.00 kg
Precio x kg	S/. 3.22 soles
% Utilidad	12%
Ganancia Diaria	S/. 4,018.56 soles
Plazo Reducido	6.43 días
Ganancia Perdida	S/. 25,839.34 soles

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que los 6.43 días reducidos equivalen a 514,400 sacos; por lo tanto, la implementación del estado futuro también generaría un ahorro en los costos de almacenaje de dichos sacos.

5.1.2. Impacto de la Aplicación del SMED

Al desarrollar la herramienta SMED en el proceso de preparación de la impresora para un cambio de producto, se pudo concluir que mediante su aplicación, NORSAC S.A. lograría una reducción aproximada del 93.56% en el tiempo de preparación (de 80 minutos a 5.15 minutos). Durante el tiempo de preparación para un cambio de producto, la empresa dejaba de ganar S/.321.48 nuevos soles. Al reducir este tiempo de inactividad se dejaría de

ganar S/.20.70 nuevos soles por preparación, lo que traería un ahorro de S/.300.79 nuevos soles.

Tabla 5.2. Beneficio Económico con Aplicación del SMED

BENEFICIO DE LA APLICACIÓN DEL SMED	
Capacidad de Prod. Promedio Pesquero 28"	4,800.00 sacos/h
	624.00 kg/h
Utilidad por Kg de Pesquero 28" (12%)	0.39 soles/kg
Utilidad Perdida Por Máq parada 1 hora	241.11 soles/h
Tpo. Cambio de Producto antes del SMED	1.33 horas
Utilidad Perdida con C/O antes del SMED	321.48 soles
Tpo. Cambio de Producto después del SMED	0.09 horas
Utilidad Perdida con C/O después del SMED	S/. 20.70 soles
Ahorro con el SMED en un cambio de producto	S/. 300.79 soles

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que el tiempo ahorrado por preparación mediante el SMED, podría destinarse a la impresión de más metros de tela o también, a un mayor número de cambios de producto al día, lo que permitiría que NORSAC S.A. tenga mayor flexibilidad para atender todos sus pedidos.

Así mismo, reemplazando los clichés de caucho que se utilizaba para el proceso de impresión, por clichés de fotopolímero para sacos pesquero 28" de TASA; NORSAC S.A. obtendría un ahorro como se muestra a continuación:

Para el pedido de 800,000 sacos de sacos pesquero 28" de TASA, se requería un total de 16 packs de clichés de caucho, debido a que la vida útil de este tipo de clichés equivalía a un promedio de 50,000 sacos. El costo por pack de clichés de caucho utilizado para las especificaciones de este producto era de S/.495.00 nuevos soles, lo que daba un total de S/.7,920.00 nuevos soles para cumplir con el pedido. Haciendo uso de los clichés de fotopolímero, se requeriría un total de 4 packs aproximadamente (3.22 packs), debido a que la vida útil de este tipo de clichés equivale a 250,000 sacos. El costo por pack de clichés de fotopolímero para las especificaciones de este producto sería de S/.1,485.00 nuevos soles, dando un total de S/.5,940.00 nuevos soles. Entonces, el ahorro para ese pedido de 800,000 sacos sería de S/.1,980.00 nuevos soles.

Cabe resaltar, que haciendo uso de los clichés de fotopolímero, además de obtener el ahorro antes mencionado, se puede obtener una mayor calidad de impresión y un menor desgaste de la impresora.

5.1.3. Impacto de la Implementación de la Celda de Manufactura

Al diseñar la Celda de Manufactura en el proceso de enfardelado y etiquetado, se pudo observar que NORSAC S.A. al implementarla, obtendría un ahorro en el costo de mano de obra, como se muestra a continuación.

Tabla 5.3. Beneficio Económico con Aplicación de la Celda de Manufactura

Situación Actual	Trabajadores x Turno	Sueldo Mensual S/.	Turno Dedicado	N° Turno	Costo Total Mensual M.O
Proceso de Enfardelado (operarios)	2	S/. 1,000.00	1	3	S/. 6,000.00
Proceso de Etiquetado (Asist. Control de Prod.)	1	S/. 1,300.00	0.50	3	S/. 1,950.00
Transporte de fardos etiquetados (operario)	1	S/. 1,000.00	0.50	3	S/. 1,500.00
TOTAL	4	S/. 3,300.00	2.00	9	S/. 9,450.00

Celda de Manufactura	Trabajadores x Turno	Sueldo Mensual S/.	Turno Dedicado	N° Turno	Costo Total Mensual M.O
Proceso de Enfardelado (operario)	1	1,000.00	1.00	3	3,000.00
Proceso de Etiquetado (operario)	1	1,000.00	1.00	3	3,000.00
Reemplazo en refrigerio (operario)	1	1,000.00	0.083	3	249.00
TOTAL	3	S/. 3,000.00	2.08	9	S/. 6,249.00

Ahorro Mano de Obra Mensual S/. 3,201.00 soles

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar, que además del ahorro en los costos de mano de obra, existiría un flujo continuo entre ambos procesos, debido a que el procedimiento propuesto no generaría inventario entre los procesos.

5.1.4. Resultados Alcanzados con las Herramientas Aplicadas del Lean Manufacturing

Después de evaluar el impacto del estudio, se pudo elaborar la tabla que resume los logros que se obtendrían con la aplicación de cada herramienta.

Tabla 5.4. Resultados Alcanzados con las Herramientas Aplicadas del Lean Manufacturing

Indicador	Situación Inicial	Herramienta	Situación Final	Impacto		Logro
Leadtime	11.65 días	Value Stream Mapping	5.22 días	6.43 días	55.19%	Reducción del Costo de Oportunidad
Nivel de Inventarios	932,000 sacos		417,600 sacos	514,400 sacos	55.19%	Reducción del Costo de Almacenaje
Tiempo de Preparación para C/O	80 min	SMED	5.15 min	74.85 min	93.56%	Incremento de la Productividad
						Incremento de la Flexibilidad
Costo Mano de Obra Mensual	9,450 soles	Celda de Manufactura	6,249 soles	3,201 soles	33.87%	Reducción Costo M.O
Nivel de Inventarios en Proceso	29 fardos		0 fardos	29 fardos	100%	Eliminación de inventarios en proceso = flujo continuo

Fuente: Elaboración Propia

5.2. Propuestas de Inversión

5.2.1. Inversión para la Implementación del Procedimiento Propuesto mediante el SMED

Para la aplicación del nuevo procedimiento para el cambio de producto de la impresora se requeriría de las siguientes inversiones:

1. Inversión en Activos Fijos

Tabla 5.5. Inversión en Activos Fijos - Procedimiento Propuesto (SMED)

Elementos para Celda de Manufactura	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Pack de Clichés de Fotopolímero	Unidad	1	S/. 1,485.00	S/. 1,485.00
Pack de Plantillas de Caucho	Unidad	1	S/. 495.00	S/. 495.00
Colgador Sastre Made	Unidad	1	S/. 12.90	S/. 12.90
Tacos de Madera	Unidad	2	S/. 10.00	S/. 20.00
Pack x2 Walkie Talkie Motorola MC220 - MR	Unidad	1	S/. 349.00	S/. 349.00
Instalación de Sistema de Arranque y Parada de Anilox				
Caja con Pulsador Verde/Rojo TELEMECANIQUE	Unidad	6	S/. 189.58	S/. 1,137.48
Cable Vulcanizado 3x18 Awg INDECO	Metros	300	S/. 3.00	S/. 900.00
Horas - Hombre del Electricista	Horas	4	S/. 6.25	S/. 25.00
Horas - Máquina Detenido	Horas	4	S/. 241.11	S/. 964.45
TOTAL				S/. 5,388.83

Fuente: Elaboración Propia

2. Inversión en Capacitación del Personal

Para poner en práctica el procedimiento propuesto con el SMED, se requeriría capacitar al personal involucrado en este proceso. Por esa razón sería necesario realizar una inversión en un capacitador externo.

Tabla 5.6. Inversión en el Capacitador Externo (SMED)

Miembros del Proceso de Capacitación	Número de Personas			Costo por Persona	Costo Total
	Turno A	Turno B	Turno C		
Personal de Impresora 1	2	2	2	S/. 350.00	S/. 3,500.00
Jefe de Turno	1	1	1		
Jefe de Producción	1	----	----		
TOTAL	4	3	3		

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, la inversión en la capacitación del personal sería de acuerdo a su remuneración por hora de trabajo. A continuación se pueden observar los miembros que formarían parte de las fases del proceso de capacitación y su remuneración mensual y por hora de trabajo.

Tabla 5.7. Miembros del Proceso de Capacitación – Procedimiento Propuesto (SMED)

Miembros del Proceso de Capacitación	Personas por Turno		Sueldo [soles/mes]	Sueldo [soles/h]
	1ra Fase	2da Fase		
Personal de Impresora 1	2	2	S/. 1,000.00	S/. 5.21
Jefe de Turno	1	1	S/. 1,400.00	S/. 7.29
Jefe de Producción	1	----	S/. 2,800.00	S/. 14.58
TOTAL	4	3	S/. 5,200.00	S/. 27.08

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de capacitación consta de dos fases, las cuales están dadas para los tres turnos que maneja NORSAC S.A.

La primera fase de capacitación se llevaría a cabo en la sala de conferencias de NORSAC S.A., a cargo del Capacitador Externo y tendría como objeto brindar conocimientos acerca de los desperdicios que existen en toda empresa y acerca de la herramienta SMED. Así mismo, se presentaría y se explicaría paso a paso el nuevo procedimiento para el cambio de producto resolviéndose las dudas que podría tener el personal.

La segunda fase se llevaría a cabo en la planta de producción, a cargo del Jefe de Turno y tendría como objeto poner en práctica el nuevo procedimiento para un cambio de producto, para lo cual se haría uso de rollos de prueba.

En la tabla 5.8 se puede ver las fases de capacitación y los costos que se originarían en cada una de estas.

3. Costos Adicionales Generados con Nuevo Procedimiento - SMED

La implementación del nuevo procedimiento generaría un costo adicional debido al consumo de energía para el cargado de las baterías de los walkie - talkies.

Tabla 5.9. Consumo Adicional de Energía – Walkie Talkies

	Voltaje [V]	Intensidad [A]	Potencia [Kw]	Uso [h/día]	Días al Año Trabajados	Kw.h/año	Costo kw.h [soles/kw.h]
Pack x2 Walkie Talkie Motorola MC220 - MR	7.5	0.25	0.001875	6	360	4.05	S/. 0.38
Costo Anual de Energía Adicional	S/. 1.54						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.8. Fases de Capacitación del Personal - SMED

Elementos para Celda de Manufactura	Unidad	Cantidad	N° Personas	Costo Unit. [soles]	Costo Total [soles]
1ra Fase de Capacitación - Sala de Conferencias: Conocimiento del Nuevo Procedimiento					
Capacitación del Grupo 1 (Turno A y Turno B)					
Separatas: SMED y Desperdicios	Copias	20	8	S/. 0.05	S/. 8.00
Separatas: Procedimiento Propuesto	Copias	2	8	S/. 0.05	S/. 0.80
Consumo de Energía (Computadora y Proyector)	kw-h	1.932	----	S/. 0.38	S/. 0.73
Horas - Hombre del Personal de Impresora 1	Hora	4	4	S/. 5.21	S/. 83.33
Horas - Hombre del Jefe de Turno	Hora	4	2	S/. 7.29	S/. 58.33
Horas - Hombre del Jefe de Producción	Hora	4	1	S/. 14.58	S/. 58.33
Capacitación del Grupo 2 (Turno C)					
Separatas: SMED y Desperdicios	Copias	20	8	S/. 0.05	S/. 8.00
Separatas: Procedimiento Propuesto	Copias	2	8	S/. 0.05	S/. 0.80
Consumo de Energía (Computadora y Proyector)	kw-h	1.932	----	S/. 0.38	S/. 0.73
Horas - Hombre del Personal de Impresora 1	Hora	4	2	S/. 5.21	S/. 41.67
Horas - Hombre del Jefe de Turno	Hora	4	1	S/. 7.29	S/. 29.17
Horas - Hombre del Jefe de Producción	Hora	4	1	S/. 14.58	S/. 58.33
2da Fase de Capacitación - Planta: Área de Impresión con Rollo de Prueba					
Capacitación del Grupo 1 (Turno A)					
Hora - Maquina detenida (Impresora 1)	Hora	2	----	S/. 241.11	S/. 482.23
Hora - Maquina detenida (Impresora 2)	Hora	2	----	S/. 241.11	S/. 482.23
Horas - Hombre del Personal de Impresora 1	Hora	2	2	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Jefe de Turno (Capacitador)	Hora	2	1	S/. 7.29	S/. 14.58
Capacitación del Grupo 2 (Turno B)					
Hora - Maquina detenida (Impresora 1)	Hora	2	----	S/. 241.11	S/. 482.23
Hora - Maquina detenida (Impresora 2)	Hora	2	----	S/. 241.11	S/. 482.23
Horas - Hombre del Personal de Impresora 1	Hora	2	2	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Jefe de Turno (Capacitador)	Hora	2	1	S/. 7.29	S/. 14.58
Capacitación del Grupo 3 (Turno C)					
Hora - Maquina detenida (Impresora 1)	Hora	2	----	S/. 241.11	S/. 482.23
Hora - Maquina detenida (Impresora 2)	Hora	2	----	S/. 241.11	S/. 482.23
Horas - Hombre del Personal de Impresora 1	Hora	2	2	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Jefe de Turno (Capacitador)	Hora	2	1	S/. 7.29	S/. 14.58
TOTAL					
					S/. 3,347.85

Fuente: Elaboración Propia

5.2.2. Inversión para la Implementación de la Celda de Manufactura

Para la aplicación del nuevo procedimiento para el cambio de producto de la impresora se requeriría de las siguientes inversiones:

1. Inversión en Activos Fijos

Tabla 5.10. Inversión en Activos Fijos – Celda de Manufactura

Elementos para Celda de Manufactura	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mesa de Madera Tornillo 100cm*70cm*110cm	Unidad	1	S/. 420.00	S/. 420.00
Monitor SynacMaster Samsung 18.5" SA300	Unidad	1	S/. 339.00	S/. 339.00
Microsoft Wired Desktop 600 (Teclado + Mouse)	Unidad	1	S/. 99.00	S/. 99.00
Cable Extension USB 1.8 Gigaware de 1.8 metros	Unidad	2	S/. 18.00	S/. 36.00
Cable Extension VGA Gigaware de 1.8 metros	Unidad	1	S/. 29.90	S/. 29.90
Pintado de Áreas Asignadas				
Galón de Pintura Amarilla CPP	Unidad	1	S/. 46.00	S/. 46.00
Brocha de Nylon Profesional 4" TUMI	Unidad	1	S/. 16.00	S/. 16.00
Horas - Hombre del Pintor	Horas	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Herramienta de pasado de cordeles				
Pinzas Lagarto	Unidad	6	S/. 1.50	S/. 9.00
Tambores	Unidad	12	S/. 0.50	S/. 6.00
Tubo Acero inoxidable 1/2"*1.02 cm*6 m. (AISI 304)	Unidad	2	S/. 36.96	S/. 73.92
Cable de Bicicleta	Metros	10	S/. 2.50	S/. 25.00
Funda para Cable de Bicicleta	Metros	9	S/. 2.00	S/. 18.00
Mano de Obra (Soldadura y armado)	Servicio	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Carrito Transportador de Fardos Acondicionado				
Plancha de Fierro 60cm*22cm*0.5cm	Kg	5	S/. 10.00	S/. 51.81
Mano de Obra (Doblado + Soldadura)	Servicio	1	S/. 70.00	S/. 70.00
TOTAL				S/. 1,344.84

Fuente: Elaboración Propia

2. Inversión en Capacitación del Personal

Para poner en práctica el procedimiento propuesto para la celda de manufactura, se requeriría capacitar al personal involucrado en este proceso. Por esa razón sería necesario realizar una inversión en un capacitador externo.

Tabla 5.11. Inversión en el Capacitador Externo (Celda de Manufactura)

Miembros del Proceso de Capacitación	Número de Personas			Costo por Persona	Costo Total
	Turno A	Turno B	Turno C		
Personal de Enfardelado	1	1	1	S/. 350.00	S/. 4,550.00
Personal de Etiquetado	1	1	1		
Personal Suplente en Horario de Refrigerio	1	1	1		
Jefe de Turno	1	1	1		
Jefe de Producción	1	----	----		
TOTAL	5	4	4		

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, la inversión en la capacitación del personal sería de acuerdo a su remuneración por hora de trabajo. A continuación se pueden observar los miembros que formarían parte de las fases del proceso de capacitación y su remuneración mensual y por hora de trabajo.

Tabla 5.12. Miembros del Proceso de Capacitación – Celda de Manufactura

Miembros del Proceso de Capacitación	Personas por Turno			Sueldo	Sueldo
	1ra Fase	2da Fase	3ra Fase	[soles/mes]	[soles/h]
Personal de Enfardelado	1	----	1	S/. 1,000.00	S/. 5.21
Personal de Etiquetado	1	1	1	S/. 1,000.00	S/. 5.21
Personal Suplente en Horario de Refrigerio	1	1	1	S/. 1,000.00	S/. 5.21
Jefe de Turno	1	----	1	S/. 1,400.00	S/. 7.29
Asistente de Control Prod.	----	1	1	S/. 1,300.00	S/. 6.77
Jefe de Producción	1	----	----	S/. 2,800.00	S/. 14.58
TOTAL	5	3	5	S/. 8,500.00	S/. 44.27

Fuente: Elaboración Propia

El proceso de capacitación consta de tres fases. Cada una de estas fases está dada para los tres turnos que maneja NORSAC S.A.

La primera fase se llevaría a cabo en la sala de conferencias de NORSAC S.A., a cargo del Capacitador Externo y tendría como objeto brindar conocimientos acerca de los desperdicios que existen en toda empresa y acerca de las Celdas de Manufactura. Así mismo, se presentaría y explicaría paso a paso el nuevo procedimiento y la asignación de las funciones de los operarios, resolviéndose las dudas que podría tener el personal.

La segunda fase también se llevaría a cabo en la sala de conferencias, a cargo del Asistente de Control de Producción asignado y tendría como objeto que los operarios que estarán a cargo del etiquetado dominen el uso del sistema NORSAC SYS para el ingreso de datos del producto, así como también el uso de la impresora de etiquetas y del escáner de códigos.

La tercera fase se llevaría a cabo en la planta, a cargo del Jefe de Turno y el Asistente de Control de Producción de turno, con el fin de poner en práctica el procedimiento propuesto, para el cual se haría uso de sacos de segunda.

A continuación se puede ver una tabla con las fases de capacitación y los costos que se originan en cada una de estas.

Tabla 5.13. Fases de Capacitación del Personal - Celda de Manufactura

Elementos para Celda de Manufactura	Unidad	Cantidad	N° Trabajadores	Costo Unitario [soles]	Costo Total [soles]
1ra Fase de Capacitación - Sala de Conferencias: Conocimiento del Nuevo Procedimiento					
Capacitación del Grupo 1 (Turno A y Turno B)					
Separatas: Celda de Manufactura y Desperdicios	Copias	20	10	S/. 0.05	S/. 10.00
Separatas: Procedimiento Propuesto	Copias	2	10	S/. 0.05	S/. 1.00
Consumo de Energía (Computadora y Proyector)	kw-h	1.93	----	S/. 0.38	S/. 0.73
Horas - Hombre del Personal de Enfardelado	Hora	4	2	S/. 5.21	S/. 41.67
Horas - Hombre del Personal de Etiquetado	Hora	4	2	S/. 5.21	S/. 41.67
Horas - Hombre del Personal Suplente Horario de Refrigerio	Hora	4	2	S/. 5.21	S/. 41.67
Horas - Hombre del Jefe de Turno	Hora	4	2	S/. 7.29	S/. 58.33
Horas - Hombre del Jefe de Producción	Hora	4	1	S/. 14.58	S/. 58.33
Capacitación del Grupo 2 (Turno C)					
Separatas: Celda de Manufactura y Desperdicios	Copias	20	5	S/. 0.05	S/. 5.00
Separatas: Procedimiento Propuesto	Copias	2	5	S/. 0.05	S/. 0.50
Consumo de Energía (Computadora y Proyector)	kw-h	1.93	----	S/. 0.38	S/. 0.73
Horas - Hombre del Personal de Enfardelado	Hora	4	1	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Personal de Etiquetado	Hora	4	1	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Personal Suplente Horario de Refrigerio	Hora	4	1	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Jefe de Turno	Hora	4	1	S/. 7.29	S/. 29.17
Horas - Hombre del Jefe de Producción	Hora	4	1	S/. 14.58	S/. 58.33
2da Fase de Capacitación - Sala de Conferencias: Uso del Sistema NORSAC SYS					
Capacitación del Grupo 1 (Turno A y Turno B)					
Separatas: Procedimiento Uso del Sistema NORSAC SYS	Copias	3	6	S/. 0.05	S/. 0.90
Consumo de Energía (Computadora y Proyector)	kw-h	1.93	----	S/. 0.38	S/. 0.73
Horas - Hombre del Personal de Etiquetado	Hora	2	2	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Personal Suplente Horario de Refrigerio	Hora	2	2	S/. 5.21	S/. 20.83
Horas - Hombre del Asistente de Control de Prod. (Capacitador)	Hora	2	1	S/. 6.77	S/. 13.54
Capacitación del Grupo 2 (Turno C)					
Separatas: Procedimiento Uso del Sistema NORSAC SYS	Copias	3	3	S/. 0.05	S/. 0.45
Consumo de Energía (Computadora y Proyector)	kw-h	1.93	----	S/. 0.38	S/. 0.73
Horas - Hombre del Personal de Etiquetado	Hora	2	1	S/. 5.21	S/. 10.42
Horas - Hombre del Personal Suplente Horario de Refrigerio	Hora	2	1	S/. 5.21	S/. 10.42
Horas - Hombre del Asistente de Control de Prod. (Capacitador)	Hora	2	1	S/. 6.77	S/. 13.54
3ra Fase de Capacitación - Planta: Área de Enfardelado y Etiquetado con sacos de segunda					
Capacitación del Grupo 1 (Turno A)					
Hora - Maquina detenida (Enfardelado)	Hora	1	----	S/. 430.54	S/. 430.54
Hora - Maquina detenida (Etiquetado)	Hora	1	----	S/. 821.95	S/. 821.95
Horas - Hombre del Personal de Enfardelado	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Personal de Etiquetado	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Personal Suplente Horario de Refrigerio	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Jefe de Turno (Capacitador)	Hora	1	1	S/. 7.29	S/. 7.29
Horas - Hombre del Asistente de Control de Prod. (Capacitador)	Hora	1	1	S/. 6.77	S/. 6.77
Capacitación del Grupo 2 (Turno B)					
Hora - Maquina detenida (Enfardelado)	Hora	1	----	S/. 430.54	S/. 430.54
Hora - Maquina detenida (Etiquetado)	Hora	1	----	S/. 821.95	S/. 821.95
Horas - Hombre del Personal de Enfardelado	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Personal de Etiquetado	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Personal Suplente Horario de Refrigerio	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Jefe de Turno (Capacitador)	Hora	1	1	S/. 7.29	S/. 7.29
Horas - Hombre del Asistente de Control de Prod. (Capacitador)	Hora	1	1	S/. 6.77	S/. 6.77
Capacitación del Grupo 3 (Turno C)					
Hora - Maquina detenida (Enfardelado)	Hora	1	----	S/. 430.54	S/. 430.54
Hora - Maquina detenida (Etiquetado)	Hora	1	----	S/. 821.95	S/. 821.95
Horas - Hombre del Personal de Enfardelado	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Personal de Etiquetado	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Personal Suplente Horario de Refrigerio	Hora	1	1	S/. 5.21	S/. 5.21
Horas - Hombre del Jefe de Turno (Capacitador)	Hora	1	1	S/. 7.29	S/. 7.29
Horas - Hombre del Asistente de Control de Prod. (Capacitador)	Hora	1	1	S/. 6.77	S/. 6.77
TOTAL					
					S/. 4,348.55

Fuente: Elaboración Propia

3. Costos Adicionales Generados con Nuevo Procedimiento – Celda de Manufactura

La implementación del nuevo procedimiento generaría un costo adicional debido al consumo de energía del nuevo monitor instalado.

Tabla 5.14. Consumo Adicional de Energía – Monitor Samsung

	Voltaje [V]	Intensidad [A]	Potencia [Kw]	Uso [h/día]	Días al Año Trabajados	Kw.h/año	Costo kw.h [soles/kw.h]
Monitor SynacMaster Samsung 18.5" SA300	19	3	0.057	24	360	492.48	S/. 0.38
Costo Anual de Energía Adicional	S/. 186.80						

Fuente: Elaboración Propia

5.3. Evaluación de la Viabilidad Económica

5.3.1. Viabilidad Económica de la Aplicación del SMED

Para la evaluación de la viabilidad económica de la implementación del nuevo procedimiento de cambio de producto de la impresora, se utilizó el tiempo ahorrado en el cambio de producto para la producción adicional de sacos pesquero 28" de TASA. Tomando como base los pedidos que hizo el cliente los últimos 5 años, se proyectó con el M. Regresión Lineal la demanda para los 5 años siguientes. [ANEXO 08]

Tabla 5.15. Proyección de la Demanda de TASA

N° Cambios de Producto por Día (TASA)	1				
Lote de Producción al día [sacos/día]	80,000.00				
	2012	2013	2014	2015	2016
Demanda [sacos]	807,000.00	852,000.00	897,000.00	942,000.00	987,000.00
Días Requeridos para cumplir con la Demanda	11	11	12	12	13
N° Total de Cambios de Producto (TASA)	11	11	12	12	13

Fuente: Elaboración Propia

Para calcular el número de días requeridos para cumplir con los pedidos, se asumieron lotes de producción de 80,000 sacos al día, y un cambio de producto al día como mínimo.

De esa manera, con la capacidad de producción de 624 kg/hora de la impresora, el ahorro de 1.24 horas de tiempo del cambio de producto, el

precio de venta de 3.22 S./kg y el total de cambios de producto que se realizarían en el total de días requeridos para cumplir con la demanda, se pudo calcular el ingreso adicional que tendría NORSAC S.A. También se considero como ingreso el ahorro producido por el cambio del tipo de cliché.

Para calcular el egreso total, se consideraron los costos de producción y operación (82.86% del ingreso por ventas) y el costo adicional originado por el consumo de energía del cargador de los walkie talkies.

Para obtener el flujo de caja de operación se consideró la depreciación de los activos fijos a adquirir para el nuevo procedimiento del cambio de producto y un impuesto a la renta del 30%.

Tabla 5.16. Depreciación y Valor Residual de Activos Fijos del SMED

	Depreciación				V. Residual 5 años
	Costo inicial	Vida Util	Tasa	Valor	
Plantilla de Caucho	S/. 495.00	10	10%	S/. 49.50	S/. 247.50
Colgador Sastre Made	S/. 12.90	10	10%	S/. 1.29	S/. 6.45
Tacos de Madera	S/. 20.00	10	10%	S/. 2.00	S/. 10.00
Pack x2 Walkie Talkie Motorola MC220 - MR	S/. 349.00	10	10%	S/. 34.90	S/. 174.50
Sistema de Arranque y Parada de Anilox	S/. 3,026.93	10	10%	S/. 302.69	S/. 1,513.47
TOTAL				S/. 390.38	S/. 1,951.92

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.17. Costo Total del Número de Clichés a Adquirir y el Ahorro Producido

Vida Util de Clichés de Fotopolímero [Sacos]	300,000.00
Vida Util de Clichés de Caucho [Sacos]	40,000.00

	2012	2013	2014	2015	2016
Demanda Proyectada de ventas a TASA	807,000.00	852,000.00	897,000.00	942,000.00	987,000.00
Número de Packs Clichés de Caucho TASA necesarios	19.18	20.48	21.90	23.45	24.13
Número de Packs Clichés de Caucho de TASA a adquirir	20.00	21.00	22.00	24.00	25.00
Costo Total de Packs de Clichés de Caucho de TASA	S/. 9,900.00	S/. 10,395.00	S/. 10,890.00	S/. 11,880.00	S/. 12,375.00
Número de Packs Clichés de TASA necesarios	1.69	2.53	2.52	2.66	2.95
Número de Packs Clichés de TASA a adquirir	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Costo Total de Packs de Clichés de TASA	S/. 2,970.00	S/. 4,455.00	S/. 4,455.00	S/. 4,455.00	S/. 4,455.00
COSTO AHORRADO POR CLICHÉS DE FOTOPOLÍMERO	S/. 6,930.00	S/. 5,940.00	S/. 6,435.00	S/. 7,425.00	S/. 7,920.00

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, para obtener el flujo de caja de inversión se consideró la inversión total en el año cero (2011), las reinversiones en capacitación del personal al final de cada año y el valor residual de los activos fijos en el último año del horizonte del proyecto.

Tabla 5.18. Flujo de Caja Económico para la Implementación del Procedimiento Propuesto con el SMED

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ingresos por Ventas Adicionales		S/. 27,572.34	S/. 27,572.34	S/. 30,078.92	S/. 30,078.92	S/. 32,585.50
Ahorro de Costo con Clichés de Fotopolimero		S/. 6,930.00	S/. 5,940.00	S/. 6,435.00	S/. 7,425.00	S/. 7,920.00
Total Ingresos		S/. 34,502.34	S/. 33,512.34	S/. 36,513.92	S/. 37,503.92	S/. 40,505.50
Costos de Producción + Costos de Operación		S/. -22,845.66	S/. -22,845.66	S/. -24,922.54	S/. -24,922.54	S/. -26,999.41
Costo de Energía Adicional		S/. -1.54				
Total Egresos		S/. -22,847.19	S/. -22,847.19	S/. -24,924.07	S/. -24,924.07	S/. -27,000.95
Utilidad Operacional		S/. 11,655.15	S/. 10,665.15	S/. 11,589.85	S/. 12,579.85	S/. 13,504.55
Depreciación de Activos Fijos		S/. -390.38				
Utilidad Antes de Impuestos		S/. 11,264.77	S/. 10,274.77	S/. 11,199.47	S/. 12,189.47	S/. 13,114.17
Impuesto a la Renta (30%)		S/. -3,379.43	S/. -3,082.43	S/. -3,359.84	S/. -3,656.84	S/. -3,934.25
Utilidad Después del Impuesto		S/. 7,885.34	S/. 7,192.34	S/. 7,839.63	S/. 8,532.63	S/. 9,179.92
Depreciación de Activos Fijos		S/. 390.38				
Flujo de Caja de Operación		S/. 8,275.72	S/. 7,582.72	S/. 8,230.01	S/. 8,923.01	S/. 9,570.30
Inversión en Activos Fijos	S/. -5,388.83					
Inversión en Capacitación del Personal	S/. -6,847.85	-S/. 3,347.85				
Valor de Salvamento de la Inversión en AF						S/. 1,951.92
Flujo de Caja de Inversión	-S/. 12,236.68	-S/. 3,347.85	-S/. 3,347.85	-S/. 3,347.85	-S/. 3,347.85	-S/. 1,395.93
Flujo de Caja Económico	-S/. 12,236.68	S/. 4,927.88	S/. 4,234.88	S/. 4,882.16	S/. 5,575.16	S/. 8,174.37

Fuente: Elaboración Propia

Después de elaborar el Flujo de Caja económico, se evaluó la viabilidad de la aplicación del SMED, mediante los siguientes indicadores:

Tabla 5.19. Indicadores de Viabilidad Económica - SMED

VAN	S/. 3,609.83
TIR	31.70%
Periodo de Recuperación del Capital	4 años
B/C (Beneficio-costo)	1.30

Fuente: Elaboración Propia

- **VAN Económico:** El proyecto es rentable económicamente debido a que el VANE fue mayor a cero, obteniéndose un valor de S/.3,609.83 nuevos soles, lo cual implica una ganancia para NORSAC S.A. La tasa de descuento mínima atractiva utilizada para el cálculo del VANE fue la del costo de oportunidad de capital (KOC) de NORSAC S.A. equivalente al 20%.
- **TIR Económico:** El proyecto resulta factible para NORSAC S.A. pues supera sus expectativas de rentabilidad del 20% ofreciendo una tasa interna de retorno de 31.70%.
- **Periodo de Recuperación del Capital:** La recuperación del capital se daría a partir del cuarto año (2015).

Tabla 5.20. Periodo de Recuperación del Capital - SMED

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
FCE	S/. -12,236.68	S/. 4,927.88	S/. 4,234.88	S/. 4,882.16	S/. 5,575.16	S/. 8,174.37
FCE al 2011		S/. 4,106.56	S/. 2,940.89	S/. 2,825.33	S/. 2,688.64	S/. 3,285.10
Saldo	S/. -12,236.68	S/. -8,130.12	S/. -5,189.23	S/. -2,363.90	S/. 324.74	S/. 3,609.83

Fuente: Elaboración Propia

- **Relación Beneficio – Costo:** De acuerdo a la relación beneficio – costo tenemos que el proyecto generaría un retorno de S/.1.30 por cada nuevo sol invertido, equivalente al 30% de ganancia.

Tabla 5.21. Beneficio Costo del Flujo Económico – SMED

	Costos	Beneficios	B/C
Flujo de Caja Económico	S/. -12,236.68	S/. 15,846.51	1.30

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2. Viabilidad Económica de la Implementación de la Celda de Manufactura

Para la evaluación de la viabilidad económica de la implementación del nuevo procedimiento de enfardelado y etiquetado de la celda de manufactura, se consideró como beneficio total el ahorro anual por la reducción del costo de mano de obra. Por otro lado, para obtener el flujo de caja de inversión se consideró la inversión total en el año cero (2011), las reinversiones en capacitación del personal al final de cada año y el costo adicional originado por el consumo de energía del nuevo monitor instalado.

Tabla 5.22. Flujo de Caja Económico para la Implementación del Procedimiento Propuesto con la Celda de Manufactura

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ahorro del Costo de Mano de Obra		S/. 38,412.00				
Beneficio Total		S/. 38,412.00				
Inversión en Activos Fijos	S/. -1,344.84					
Inversión en Capacitación del Personal	S/. -8,898.55	S/. -4,348.55				
Costo Adicional (Consumo de Energía)		S/. -186.80				
Inversión Total	-S/. 10,243.39	-S/. 4,535.35				
Flujo de Caja Económico	-S/. 10,243.39	S/. 33,876.65				

Fuente: Elaboración Propia

Después de elaborar el Flujo de Caja económico, se evaluó la viabilidad de la implementación de la celda de manufactura, mediante los siguientes indicadores:

Tabla 5.23. Indicadores de Viabilidad Económica – Celda de Manufactura

VAN	S/. 91,068.55
TIR	330.49%
Periodo de Recuperación del Capital	1 año
B/C (Beneficio-costo)	9.89

Fuente: Elaboración Propia

- **VAN Económico:** El proyecto es rentable económicamente debido a que el VANE fue mayor a cero, obteniéndose un valor de S/.91,068.55 nuevos soles, lo cual implica una ganancia para NORSAC S.A. La tasa de descuento mínima atractiva utilizada para el cálculo del VANE fue la del costo de oportunidad de capital (KOC) de NORSAC S.A. equivalente al 20%.
- **TIR Económico:** El proyecto resulta factible para NORSAC S.A. pues supera sus expectativas de rentabilidad del 20% ofreciendo una tasa interna de retorno de 330.49%.
- **Periodo de Recuperación del Capital:** La recuperación del capital se daría a partir del primer año (2012).

Tabla 5.24. Periodo de Recuperación del Capital – Celda de Manufactura

	2011	2012	2013	2014	2015	2016
FCE	S/. -10,243.39	S/. 33,876.65				
FCE al 2011		S/. 28,230.55	S/. 23,525.45	S/. 19,604.55	S/. 16,337.12	S/. 13,614.27
Saldo	S/. -10,243.39	S/. 17,987.16	S/. 41,512.61	S/. 61,117.16	S/. 77,454.28	S/. 91,068.55

Fuente: Elaboración Propia

- **Relación Beneficio – Costo:** De acuerdo a la relación beneficio – costo tenemos que el proyecto generaría un retorno de S/.9.89 por cada nuevo sol invertido, equivalente al 889% de ganancia.

Tabla 5.25. Beneficio Costo del Flujo Económico – Celda de Manufactura

	Costos	Beneficios	B/C
Flujo de Caja Económico	S/. -10,243.39	S/. 101,311.93	9.89

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Mediante la aplicación del Value Stream Mapping, se logró diagnosticar la Situación Actual de la Cadena de Valor de NORSAC S.A. concluyendo que el principal desperdicio en el proceso de producción de sacos de polipropileno era la sobreproducción que generaba a su vez un exceso de inventario de trabajo en proceso (equivalente a 5.008 días de producción), materia prima (equivalente a 3.451 días de producción) y producto terminado (equivalente a 3.195 días de producción); lo que representaba una pérdida para la empresa al convertirse en un recurso monetario inmovilizado y que además, requería de espacio para ser almacenado y personal para ser manipulado.

Otro desperdicio encontrado en el proceso eran los largos tiempos de espera, generalmente ocasionados por los extensos tiempos dedicados a la preparación de las máquinas para un cambio de producto, siendo el más extenso el de la preparación de la impresora, de aproximadamente 80 minutos por cambio de producto; como también, por la baja disponibilidad de la maquinaria debido a la inactividad de las mismas por mantenimiento correctivo. Estos tiempos muertos podrían generar una necesidad de reprogramación de los pedidos, lo cual podría significar la insatisfacción del cliente y el riesgo de perderlo.

Debido a la falta de una mejora en el método de trabajo y a la falta de su estandarización, otro de los desperdicios también presente en la cadena de valor eran los movimientos innecesarios que no agregaban valor al producto.

Todos los desperdicios identificados en la cadena de valor generaban un lead time de 11.654 días, mientras que el tiempo de transformación sólo era de 5.05 segundos.

- Se logró identificar oportunidades de mejoramiento y las herramientas necesarias para eliminar o reducir los desperdicios existentes en la cadena de valor, las cuales fueron expresadas en la *Figura 4.8. Mapa Actual con Elementos Kaizen* y en el *Anexo 6. Plan Anual de Implementación del Estado Futuro de la Cadena de Valor*. Con esta identificación de las oportunidades de mejoramiento,

se logró elaborar el Mapa de la Situación Futura de la Cadena de Valor obteniéndose un valor máximo de lead time de 5.22 días.

- Mediante la aplicación del SMED y las propuestas de inversión en el proceso de preparación de la impresora para un cambio de producto, NORSAC S.A. podría obtener una reducción del 93.56% en el tiempo de preparación (de 80 minutos a 5.15 minutos). Así mismo, NORSAC S.A. podría destinar el tiempo ahorrado por cambio de producto a incrementar su producción o de lo contrario, destinarlo para un mayor número de cambios al día, lo que permitiría que tenga mayor flexibilidad para atender sus pedidos.

Mediante la implementación de una Celda de Manufactura en el proceso de enfardado y etiquetado, NORSAC S.A. podría establecer un flujo continuo y eliminar el acumulamiento de fardos entre ambos procesos. Así mismo, podría reducir el número de operarios asignados para ambos procesos y consecuentemente reducir el costo de mano de obra en un 33.87%.

Mediante la ejecución del Plan Anual de Implementación del Estado Futuro de la Cadena Valor, NORSAC S.A. podría reducir el tiempo de entrega del pedido de 800,000 sacos pesquero 28" y el nivel de inventarios en la cadena de valor en un 55.19% (de 11.65 días a 5.22 días).

- La aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing generaría un impacto positivo para NORSAC S.A. Mediante la aplicación del SMED, se obtendría un ahorro de S/.300.79 nuevos soles por cambio de producto, mientras que con la implementación de la Celda de Manufactura se obtendría un ahorro de mano de obra de S/.3,201.00 nuevos soles al mes. Al terminar de ejecutar el Plan Anual de Implementación del Estado Futuro de la Cadena de Valor, NORSAC S.A. podría reducir un total de 6.43 días en el tiempo de entrega del pedido de 800,000 sacos pesquero 28", lo que representa una ganancia perdida aproximada de S/.25,839.34 nuevos soles.

La aplicación del SMED es viable económicamente ya que con una propuesta de inversión de S/.12,236.68 nuevos soles se obtiene un VAN de S/.3,609.83 nuevos soles, lo que implica que la propuesta de inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida. Además, el retorno sobre la inversión propuesta para la aplicación del SMED es considerable con un TIR de 31.70% y un periodo de recuperación del capital de 4 años. La relación beneficio – costo

también demuestra la viabilidad del proyecto debido a que por cada nuevo sol invertido, se obtendría un retorno de S/.1.30 nuevos soles.

La implementación de la Celda de Manufactura es viable económicamente ya que con una propuesta de inversión de S/.10,243.39 nuevos soles, se obtiene un VAN de S/.91,068.55 nuevos soles, lo que implica que la propuesta de inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida. Además, el retorno sobre la inversión propuesta para la implementación de la Celda de Manufactura es considerable con un TIR de 330.49% y un periodo de recuperación de 1 año. La relación beneficio – costo también demuestra la viabilidad del proyecto debido a que por cada nuevo sol invertido, se obtendría un retorno de S/.9.89 nuevos soles.

6.2. Recomendaciones

- Es recomendable que NORSAC S.A capacite constantemente a su personal en el tema del Lean Manufacturing, eligiendo líderes que asistan a seminarios para que posteriormente capaciten a los trabajadores, e invitando a personas especializadas en el tema De esta manera todos tendrán el mismo pensamiento Lean y seguirán la filosofía de la compañía.
- Es necesario que NORSAC S.A. ejecute el Plan Anual de Implementación de la Cadena de Valor de manera constante y que se evalúe periódicamente la implementación de las mejoras para así obtener los resultados mencionados. Cabe resaltar que el mejoramiento continuo no tiene un final, se deben realizar nuevos estudios y se debe seguir identificando fuentes de desperdicio con la finalidad de eliminarlas y mejorar la productividad de la empresa.
- Es recomendable formar un equipo encargado de la identificación de fuentes de desperdicio, de la aplicación de las herramientas del Lean Manufacturing y del mejoramiento continuo de la empresa. Un equipo capacitado y especializado en el Lean Manufacturing, con otras perspectivas y libre de la rutina diaria, podría identificar fácilmente, con ayuda de los operarios y encargados del área, las oportunidades de mejora.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bibliografía

- [TEXTO 01]: WOMACK, James y JONES, Daniel. **“Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation”**. FREE PRESS. 1era Edición. NY, USA. 2003.
- [TEXTO 02]: BERENQUERES, José. **“The Toyota Production System Re-contextualized”**. Barcelona - Tokyo. 2007.
- [TEXTO 03]: ROTHER, Mike y SHOOK, John. **“Observar Para Crear Valor: Cartografía de la Cadena de Valor para Agregar Valor y Eliminar Muda”**. The Lean Enterprise Institute, Inc. Versión 1.2. Brookline, MA, USA. Junio 1999.
- [TEXTO 04]: HYER, Nancy y WEMMERLÖV, Urban. **“Reorganizing the factory”**. Productivity Press. 1era Edición. Oregon, Estados Unidos. 2002.
- [TEXTO 05]: DUGGAN, Kevin. **“Creating Mixed Model Value Streams: Practical Lean Techniques for Building to Demand”**. CRC Press. 1era Edición. Boca Ratón, FL, USA. 2002.
- [TEXTO 06]: SHINGO, Shigeo. **“Una Revolución en la Producción: El Sistema SMED”**. TGP Tecnologías de Gerencia y Producción S.A. 3era Edición. Madrid, España. 1993.
- [TEXTO 07]: DAILEY, Kenneth. **“The Lean Manufacturing Pocket Handbook”**. DW Publishing Company.
- [TEXTO 08]: THE LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **“Lean Lexicon: A Graphical Glossary for Lean Thinkers”**. The Lean Enterprise Institute, Inc. Versión 4.0. Brookline, MA, USA. Marzo 2008.
- [TEXTO 09]: HIRANO, Hiroyuki. **“JIT Implementation Manual: The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing”**. CRC Press. 2da Edición. Volumen 3. Boca Ratón, FL, USA. 2009.

- [TEXTO 10]: VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto y GALINDO COTA, Edber. **“Conceptos y Reglas del Lean Manufacturing”**. Editorial LIMUSA S.A. 2da Edición. México, DF. 2008
- [TEXTO 11]: ROTHER, Mike y HARRIS, Rick. **“Creando Flujo Continuo: Una Guía de Acción para Gerentes, Ingenieros y Asociados de Producción”**. The Lean Enterprise Institute, Inc. Versión 1.0. Brookline, MA, USA. Junio 2001.
- [TEXTO 12]: RAJADELL, Manuel y SANCHEZ, José Luis. **“Lean Manufacturing: La Evidencia de una Necesidad”**. Ediciones Díaz De Santos. 1era Edición. España. 2010.
- [TEXTO 13]: FELD, William. **“Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and How To Use Them”**. CRC Press. 1era Edición. Boca Ratón, FL, USA. 2001.
- [TEXTO 14]: SHINGO, Shigeo. **“A Study of The Toyota Production System”**. Productivity Press. 1era Edición. Cambridge, MA, USA. 1989.
- [TEXTO 15]: LIKER, Jeffrey. **“The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer”**. McGraw-Hill. 1era Edición. USA. 2004.
- [TEXTO 16]: LIKER, Jeffrey y MEIER, David. **“The Toyota Way Fieldbook: A Practical Guide for Implementing Toyota's 4 Ps”**. McGraw-Hill. 1era Edición. USA. 2006.
- [TEXTO 17]: NASH, Mark y POLING, Sheila. **“Mapping the Total Value Stream: A Comprehensive Guide for Production and Transactional Processes”** CRC Press. 1era Edición. NY, USA. 2008.

2. Tesis

- [TESIS 01]: SERRANO LASA, Ivon. **“Análisis de la aplicabilidad de la Técnica Value Stream Mapping en el rediseño de sistemas productivos”**. Universitat de Girona. 2007.
- [TESIS 02]: CANO GORRA, MARIO. **“Optimización de recursos en una microempresa manufacturera utilizando alguna de las**

herramientas del Lean Manufacturing". Politécnico Nacional, México DF. 2006.

3. URL

[URL 01]: www.mate-pastor.blogspot.com. SHEPUT, Juan. Manufactura Esbelta. Ultimo acceso: 30/01/2011

<http://mate-pastor.blogspot.com/2008/06/manufactura-esbelta.html>

[URL 02]: www.viabcp.com. Banco de Crédito del Perú. Reporte Anual 2010. Ultimo acceso: 30/01/2011

<http://www.viabcp.com/Connect/Nuestrobanco/pdf2006/memoria/memoria2010.pdf>

[URL 03]: www.usatoday.com. DAVIDSON, Paul. Lean Manufacturing helps companies survive recession. Ultimo acceso: 30/01/2011

http://www.usatoday.com/money/industries/manufacturing/2009-11-01-lean-manufacturing-recession_N.htm

[URL 04]: www.upi.com. United Press International, Inc. Manufacturing turns to leaner production. Ultimo acceso: 30/01/2011

http://www.upi.com/Business_News/2009/11/02/Manufacturing-turns-to-leaner-production/UPI-41931257181959/

[URL 05]: www.monografias.com. Orellana Huerat, Augusto Felix. Herramientas de Lean Manufacturing. Ultimo acceso: 16/02/2012

<http://www.monografias.com/trabajos82/herramientas-lean-manufacturing/herramientas-lean-manufacturing.shtml>

[URL 06]: www.norsac.com.pe. NORSAC S.A. Ultimo acceso: 15/04/2011

<http://www.norsac.com.pe/quienessomos.php>

<http://www.norsac.com.pe/visionmision.php>

<http://www.norsac.com.pe/sacos.php>

<http://www.norsac.com.pe/telas.php>

<http://www.norsac.com.pe/otrosproductos.php>