

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE SACOS IMPRESOS
PARA REDUCIR LOS RETRASOS DE ENTREGA EN LA
EMPRESA PROCESADORA COMERCIALIZADORA
MONTENEGRO S. A. C.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

MARCELA ISABEL GONZALES GOMEZ

ASESOR

OSCAR KELLY VASQUEZ GERVASI

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2021

**MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE SACOS
IMPRESOS PARA REDUCIR LOS RETRASOS DE
ENTREGA EN LA EMPRESA PROCESADORA
COMERCIALIZADORA S. A. C.**

PRESENTADA POR:

MARCELA ISABEL GONZALES GOMEZ

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

PRESIDENTE

Danny Adolfo Bustamante Sigueñas

SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios, por cada día que me brinda, la fortaleza para nunca rendirme y ser guía de mi vida.

A mis padres Luis y Marcela y a mi hermano Luis, porque son lo que me motiva a seguir adelante, y con su amor y consejos han hecho que pueda lograr este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por estar siempre apoyándome incondicionalmente con sus consejos y motivación, y sobre todo por brindarme esta oportunidad de ser una profesional.

A mi asesor, Mgrt. Ing. Oscar Kelly Vásquez Gervasi por sus conocimientos, paciencia, consejos y ánimos brindados para realizar mi trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros por su presencia e influencia a lo largo de esta etapa, son los mejores.

A la empresa PROCOM S.A.C. por permitirme entrar a realizar mis prácticas pre-profesionales y darme la información necesaria para el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE

RESUMEN.....	13
ABSTRACT	14
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	17
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	17
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	19
2.2.1. Mejora de procesos	19
2.2.2. Sector Plástico	20
2.2.3. Cumplimiento de Entrega	20
2.2.4. Proceso de Producción.....	20
2.2.4.1. Indicadores de Producción	20
2.2.4.2. Indicadores de Productividad	22
2.2.4.3. Indicadores Logísticos	23
2.2.5. Herramientas de Análisis de Procesos.....	23
2.2.5.1. Clasificación ABC.....	23
2.2.5.2. Estudio de Tiempos	23
2.2.5.3. 5WH.....	24
2.2.5.4. Matriz de Priorización de Factores.....	24
2.2.5.5. Diagramas de Proceso de Producción.....	25
2.2.6. Herramientas de Mejora de Procesos.....	25
2.2.6.1. Single Minute Exchange of Die (SMED)	25
2.2.6.2. Balanceo de línea.....	31
III. RESULTADOS	32
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	32
3.1.1. La Empresa.....	32
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO	33
3.2.1. Productos.....	33

3.2.2.	Recursos del Proceso	37
3.2.3.	Descripción del Proceso.....	45
3.2.4.	Sistema de Producción.....	50
3.2.5.	Análisis del Proceso Productivo	50
3.2.6.	Indicadores Actuales del Proceso	63
3.2.7.	Análisis de la entrega de pedidos	68
3.2.8.	Análisis del área de impresión.....	72
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS.....	78
3.3.1.	Análisis y evaluación de la información del proceso	78
3.3.2.	Problemas, Causas y Pérdidas	80
3.3.3.	Evaluación de Herramientas - Mejoras.....	80
3.3.4.	Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación	83
3.3.5.	Problemas, Causas y Propuestas de Solución de Producción	84
3.4.	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	85
3.4.1.	Desarrollo de Mejoras.....	85
3.4.1.1.	Mejora 1: SMED	85
3.4.1.2.	Mejora 2: Balance de líneas	109
3.4.2.	Nuevos Indicadores del Proceso.....	112
3.4.3.	Comparación de Indicadores	118
3.5.	ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO	119
3.5.1.	Ingresos	119
3.5.2.	Egresos.....	119
3.6.	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PROPUESTA.....	122
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	123
4.1.	CONCLUSIONES.....	123
4.2.	RECOMENDACIONES.....	124

V.	REFERENCIAS	125
VI.	ANEXOS	129

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Etapas de la metodología SMED	28
Tabla 2. Datos principales de la empresa.....	32
Tabla 3. Producción anual durante el año 2018.....	34
Tabla 4. Resumen de unidades producidas y valor de ventas del producto	35
Tabla 5. Características principales del producto	35
Tabla 6. Subproductos que genera el proceso de producción de sacos impresos.....	36
Tabla 7. Desechos del proceso de producción de sacos impresos según el área que se generen	36
Tabla 8. Desperdicios del proceso de producción de sacos impresos según el área que se generen	37
Tabla 9. Componentes para la elaboración de un pedido de sacos laminados impresos	39
Tabla 10. Personal del Área de Producción	40
Tabla 11. Turnos de trabajo del personal operativo.....	40
Tabla 12. Maquinaria del Área de Producción	41
Tabla 13. Ficha técnica de la extrusora.....	42
Tabla 14. Ficha técnica del telar	42
Tabla 15. Ficha técnica de la laminadora.....	43
Tabla 16. Ficha técnica de la impresora.....	43
Tabla 17. Ficha técnica de la cortadora.....	44
Tabla 18. Número recomendado de ciclos de observación	53
Tabla 19. Estudio de tiempos del proceso de sacos laminados impresos	54
Tabla 20. Tiempos de producción promedio de las etapas del proceso.....	58
Tabla 21. Indicadores de la línea de producción actual	60
Tabla 22. 5WH de la etapa de tejido.....	61
Tabla 23. Cantidad de materia prima utilizada.....	65
Tabla 24. Cantidad de recursos a utilizar con su costo total	67
Tabla 25. Pedidos no atendidos por venta en el año 2018	69
Tabla 26. Utilidades no percibidas por demanda no atendida.....	69
Tabla 27. Nivel de cumplimiento de pedidos de sacos laminados impresos	70
Tabla 28. Pérdidas económicas por pedidos con retraso en el año 2018	71
Tabla 29. Índice de cumplimiento de pedidos con retraso en el año 2018	71
Tabla 30. Paradas de producción en el área de impresión en el año 2018.....	72

Tabla 31. 5WH de la etapa de impresión	74
Tabla 32. Cuadro resumen de 5WH de la impresión de rollos.....	75
Tabla 33. Resultados de hombre – máquina de la etapa de impresión	77
Tabla 34. Tiempo actual de cambio de molde del área de impresión.....	77
Tabla 35. Resumen de Indicadores Actuales.....	78
Tabla 36. Resumen de las Pérdidas Económicas en el año 2018	80
Tabla 37. Escala de valoración de factores	80
Tabla 38. Matriz de factores de priorización.....	81
Tabla 39. Escala de valoración	82
Tabla 40. Matriz de asignación de puntajes	82
Tabla 41. Matriz de ranking de factores.....	83
Tabla 42. Matriz de operacionalización	83
Tabla 43. Procedimiento actual del volante para el cambio de molde en la impresora Dynaflex.....	88
Tabla 44. Procedimiento actual del operario para el cambio de molde en la impresora Dynaflex.....	88
Tabla 45. Actividades en el área de impresión con la máquina detenida	89
Tabla 46. Clasificación de las actividades internas y externas del procedimiento actual del volante para el cambio de molde.....	90
Tabla 47. Clasificación de las actividades internas y externas del procedimiento actual del operario para el cambio de molde	90
Tabla 48. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas actual	91
Tabla 49. Separación de las actividades internas y externas del volante	93
Tabla 50. Separación de las actividades internas y externas del operario	93
Tabla 51. Procedimiento del volante para el cambio de molde en la impresora en la etapa 1	94
Tabla 52. Procedimiento del operario para el cambio de molde en la impresora en la etapa 1	94
Tabla 53. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas de la etapa 1.....	95
Tabla 54. Conversión de actividades internas a externas del volante.....	96
Tabla 55. Conversión de actividades internas a externas del operario	96
Tabla 56. Procedimiento para el cambio de molde del volante en la etapa 2	99

Tabla 57. Procedimiento para el cambio de molde del operario en la etapa 2	99
Tabla 58. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y las actividades externas de la etapa 2.....	100
Tabla 59. Perfeccionamiento de las actividades internas y externas del volante	102
Tabla 60. Perfeccionamiento de las actividades internas y externas del operario.....	103
Tabla 61. Procedimiento para el cambio de molde del volante en la etapa 3	104
Tabla 62. Procedimiento para el cambio de molde del operario en la etapa 3.....	104
Tabla 63. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas de la etapa 3.....	105
Tabla 64. Elementos necesarios para el cambio de molde del producto propuesto	107
Tabla 65. Resumen de indicadores con y sin la implementación del SMED.....	108
Tabla 66. Indicadores de la línea con propuesta.....	111
Tabla 67. Comparación de indicadores del balance de línea	112
Tabla 68. Nuevos tiempos de producción	113
Tabla 69. Cantidad de recursos a utilizar con su costo total	115
Tabla 70. Impacto en las ventas con la mejora.....	117
Tabla 71. Comparación de indicadores antes y después de la mejora.....	118
Tabla 72. Incremento de la producción con la propuesta.....	119
Tabla 73. Ingresos por ventas de sacos laminados impresos	119
Tabla 74. Elementos necesarios para la implementación del SMED	120
Tabla 75. Costos de producción.....	120
Tabla 76. Resumen de costos de inversión	120
Tabla 77. Flujo de caja económico	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de cambio en la herramienta SMED.....	27
Figura 2. Pasos en un proceso de preparación de máquinas	28
Figura 3. Etapas conceptuales para la mejora de la configuración.....	29
Figura 4. Visión general del sistema SMED	30
Figura 5. Ubicación de la empresa.....	32
Figura 6. Logo de la empresa	33
Figura 7. Entrada de la empresa PROCOM S.A.C.....	33
Figura 8. Clasificación ABC	34
Figura 9. Organigrama de la empresa	39
Figura 10. Película de polipropileno	45
Figura 11. Embobinadoras de la máquina de extrusión	45
Figura 12. Área de Telares	46
Figura 13. Telar tejiendo	47
Figura 14. Rollo laminado.....	47
Figura 15. Configuración de la impresora.....	48
Figura 16. Medición de viscosidad	49
Figura 17. Rollo impreso.....	49
Figura 18. Área de Conversión.....	50
Figura 19. Diseño de arte del cliché para el saco a imprimir	51
Figura 20. Diagrama de Bloques del Proceso de sacos laminados impresos	52
Figura 21. Diagrama de operaciones del proceso de producción	55
Figura 22. Diagrama de análisis del proceso de elaboración de sacos laminados impresos	57
Figura 23. Proceso de producción actual de sacos laminados impresos	59
Figura 24. Diagrama de recorrido de la elaboración de sacos de polipropileno	62
Figura 25. Gráfico del nivel de cumplimiento de pedidos de sacos impresos	70
Figura 26. Diagrama de Pareto de paradas de producción en el área de impresión en el año 2018.....	73
Figura 27. Diagrama de hombre – máquina de la etapa de impresión.....	76
Figura 28. Diagrama de Ishikawa	79
Figura 29. Impresora Dynaflex.....	86
Figura 30. Cliché en una bobina de la impresora	86

Figura 31. Participación de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas actual	91
Figura 32. Participación de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas en la etapa 1	95
Figura 33. Participación de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas en la etapa 2	100
Figura 34. Participación de actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas de la etapa 3.....	105
Figura 35. Formato de pre alistamiento de la impresora Dynaflex	106
Figura 36. Gráfico de barras del tiempo total actual y mejorado en el área de impresión	108
Figura 37. Proceso de producción mejorado de sacos laminados impresos.....	110

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se analiza el proceso de elaboración de sacos laminados impresos en la empresa Procesadora Comercializadora Montenegro S.A.C., la cual es una empresa del sector plástico ubicada en el distrito de Pimentel – Chiclayo se encontró como principal problema los retrasos en la entrega de estos productos generando un bajo nivel de servicio, ante ello se tuvo como objetivo proponer la mejora del proceso productivo para reducir esos tiempos de retraso. Puesto que se realizó un diagnóstico de la situación actual donde se logró identificar las principales causas, las cuales fueron identificadas en el área de impresión que cuenta con mayores paradas de producción por el alto tiempo de cambio de molde en la impresora, los métodos de trabajo no estandarizado y además tiempos muertos en la línea de la producción del producto. Todo esto ha tenido impacto en su nivel de cumplimiento de entrega a tiempo el cual es de 70% y pedidos que no han sido atendidos con un índice de 43,38% logrando que se produjeran pérdidas económicas de un total de S/. 4 816 189,80 en la empresa. Por consiguiente, se propuso la metodología SMED y el balance de líneas, las cuales de forma conjunta con otras herramientas lograron el incremento de su producción en un 100%, disminuyó los tiempos muertos en un 84% y redujo los pedidos con retraso en un 46%. Finalmente, con el análisis económico se determinó un beneficio-costo de S/. 1,32 permitiendo que la propuesta de mejora si es rentable para la empresa PROCOM S.A.C.

PALABRAS CLAVE: *Mejora de proceso productivo, retraso de entrega, SMED*

ABSTRACT

In this research work, the process of making printed laminated bags is analyzed at the company Procesadora Comercializadora Montenegro SAC, which is a company in the plastic sector located in the Pimentel district - Chiclayo. Delays in delivery were found to be the main problem. of these products, generating a low level of service, the objective of this was to propose the improvement of the production process to reduce these delay times. Since a diagnosis of the current situation was made where the main causes were identified, which were identified in the printing area that has the highest production stops due to the long time for changing the mold in the printer, the working methods not standardized and also dead times in the production line of the product. All this has had an impact on its level of fulfillment of delivery on time which is 70% and orders that have not been met with a rate of 43.38% achieving economic losses of a total of S /. 4 816 189.80 in the company. Consequently, the SMED methodology and the balance of lines were proposed, which together with other tools achieved an increase in production by 100%, decreased downtime by 84% and reduced orders delayed by one 46%. Finally, with the economic analysis, a benefit-cost of S /. 1.32 allowing the improvement proposal if it is profitable for the company PROCOM S.A.C.

KEYWORDS: *Production process improvement, delivery delay, SMED*

I. INTRODUCCIÓN

La industria del plástico va creciendo de manera exponencial puesto que son esenciales para varios sectores, lo cual produce gran demanda para la fabricación de una variedad de productos ya sean en envases, construcción y edificación, automoción, entre otros. En base a los continentes que predominan, Asia es el mayor productor de plásticos en el mundo con un 51%, seguido por Norte América con un 18% y Europa con un 17%. A nivel mundial la producción de plásticos alcanzó aproximadamente los 360 millones de toneladas donde el tipo de polímero que más abarca el mercado es el polipropileno con un 19,3% de participación [1]. Este sector genera ingresos por más de 22 mil millones de dólares al año y su valor de mercado es de 33 mil millones de la misma moneda y se debe al mayor uso que se le está dando como materia prima [2].

En Latinoamérica la industria se enfrenta a diferentes contextos de crecimiento en entorno a la incertidumbre económica ya sean por diferentes factores en los países de la región. Lo que ha llevado a que las empresas a buscar el apoyo de los gobiernos para fortalecer la industria con el fin de favorecer la productividad y la competitividad [3].

En los últimos seis años en el Perú, la fabricación de productos plásticos se ha sostenido de manera que desde el 2013 al 2018 se expandió 11,2% logrando una tasa promedio anual de 2,2% [4]. El Ministerio de Producción afirma que este crecimiento se debe al aumento de las ventas de mercado interno, ya sean en la línea de envases de plástico, botellas, láminas de polipropilenos, entre otros [5]. Por otro lado, la industria de plásticos y caucho aporta el 4% del PBI industrial y en consecuencia genera alrededor de 52 000 empleos directos, al mismo tiempo el sector posee un valor de 17 766 millones de soles de los cuales equivalen el 59% de la producción nacional [6].

En el departamento de Lambayeque se encuentra ubicada la empresa PROCOM S.A.C. cuya actividad económica corresponde a la producción y comercialización de sacos, hilo multifilamento y telas de polipropileno para la agroindustria en general, sector minero, pesquero y demás servicios relacionados.

La empresa presenta problemas en su proceso productivo de manera que generan retraso en la entrega de sus pedidos, en el periodo de análisis del año 2018 al 2019 principalmente en su producto más demandado que es el saco laminado impreso, el cual

posee una participación de 44% del total de la producción, presentó pérdidas monetarias de aproximadamente 4 816 190 soles con un 30% de pedidos con retraso debido a diferentes causas entre las cuales encontramos las paradas en el área de impresión donde resalta la falta de preparación de la maquinaria y los procesos no estandarizados que cuenta el operario, además de tiempos muertos y una baja eficiencia en su línea de producción, es por ello que se planteó la siguiente pregunta: ¿La propuesta de mejora en el proceso productivo de sacos impresos en la Procesadora Comercializadora Montenegro S.A.C. reducirá los retrasos de entrega?

En síntesis, se definió en la investigación como objetivo general elaborar una propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa PROCOM S.A.C. para reducir los retrasos de entrega. Asimismo, se planteó los objetivos específicos, el diagnóstico de la situación actual del proceso productivo de la empresa mediante el uso de diagramas de proceso, indicadores de producción, productividad y productividad, seguidamente la elaboración de la propuesta de mejora y finalmente se realizó el análisis costo-beneficio de la propuesta.

Con la elaboración de esta propuesta se podrá aplicar los conocimientos estudiados a lo largo de la carrera como futuro ingeniero, debido al gran impacto que ofrece el sector manufacturero, y sobre todo se sirva de apoyo para futuros estudios y aplicaciones de metodologías en empresas similares.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En el año 2017 Sarria *et al.* [7] describe en *“Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing”*, un estudio enfocado en empresas industriales en Colombia el cual determinó una metodología que cuenta con cuatro etapas: i) revisión del estado actual con resultado de una matriz comparativa de las metodologías de implementación usadas por los escritores más representativos de la temática, ii) determinación de los criterios de selección del modelo, iii) selección del modelo; y iv) descripción del modelo. Estas etapas lograron demostrar que, entre las herramientas más resaltantes, utilizadas por los autores consultores y que perduran a lo largo del tiempo en el ámbito industrial son 5S (65%), mejoramiento continuo o Kaizen (74%), Kanban (52,2%), jalonamiento de la producción o pull (56,5%) y SMED (78%) dando como resultado un modelo ajustado que se logre un flujo de producción más ágil de manera que se reduzcan las mudas. Además, la propuesta del uso de estas técnicas y prácticas sean más accesibles y fáciles de entender para las empresas.

- Este artículo muestra la importancia de la herramienta SMED la cual presenta una gran participación al ser consultada e implementada en empresas con un 78% de su uso, de forma que reduce las esperas de alistamiento de las máquinas en el proceso de fabricación.

Según Ribeiro *et. al* [8] en su investigación *“The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study”*, propone como objetivo principal la implementación de herramientas lean en una empresa donde sus principales productos tienen retrasos y calidad en su producción, por lo que mediante su metodología Acción-Investigación donde identifica las más utilizadas técnicas: 5S, SMED, trabajo estándar, gestión visual y otras, logrando buenos resultados. Entre la más importante ocurrió con la implementación de la metodología SMED ya que pudieron reducir el tiempo de 30 minutos a 32 segundos, además lograron alcanzar ganancias de alrededor del 50% con su uso. Con esto se pudo ver que la empresa obtuvo bastantes impactos positivos en varios de sus parámetros identificados como quejas, no conformidades y demoras en la entrega.

- Este artículo aportó en la elección de la herramienta SMED para su respectiva implementación como propuesta, ya que es una de las causas que cuenta la

empresa por lo que es la técnica adecuada y la solución para el problema encontrado y presenta un 36,79% de reducción del tiempo de preparación de máquina con respecto al tiempo inicial, lo que si se llega a ver en la mejora de la investigación.

En la investigación ***“Aplicación de la técnica SMED en el procedimiento de cambio de tintas de la referencia bolsa kraff colanta entera 3c a bolsa kraff amtex tannus 2c”***, Pantoja y Castrillón [9] mencionan las pérdidas de tiempo que se dan en la empresa debido al alistamiento de las máquinas para realizar los cambios de tinta por lo que proponen como metodología la aplicación de la técnica SMED, con el fin de estandarizar el proceso de impresión. Esta herramienta cuenta cuatro pasos: la etapa preliminar (estudio de la operación de cambio), la primera etapa (separar las tareas internas y externas, la segunda etapa (convertir las tareas internas en externas) y la última que es la tercera etapa (perfeccionar las tareas internas y externas). Lo que con esto la empresa logró reducir el tiempo de 127 minutos a 64 minutos, que equivalen aproximadamente el 50% con respecto a la situación actual. Además, de un incremento del 10% en su productividad que resultan 200 000 unidades, y se pudo generar un impacto ambiental positivo ya que se redujo aproximadamente en un 30% el consumo de agua.

- Esta investigación tiene un gran aporte ya que muestra la aplicación de la herramienta SMED con su procedimiento la cual se desarrolló en una empresa que posee los mismos problemas de la empresa en análisis por lo que se llega a aplicar y se evidencia en la mejora con respecto al diagnóstico, logrando un 70,25% de mejora.

Tareq [10], nos menciona en su investigación ***“Improving manufacturing performance through implementing cycle-time reduction: a study of lean plastic bags enterprise”*** desarrollada en una empresa de bolsas de plástico en Jordania donde tiene como principal objetivo identificar e implementar estrategias que eliminen el desperdicio en su proceso de producción, para lo que la investigadora empleó herramientas del Lean Manufacturing como VSM, 5S, métodos de control visual, Kaizen y obtuvo significativos resultados y beneficios como la productividad aumentó hasta el 95,5%, el retraso de tiempo de entrega se redujo en un 10,4% y el tiempo de

ciclo del proceso corte/empaque disminuyó en un 35% lo que significa unos 30 minutos.

- Este artículo aporta a la investigación con la importancia de la implementación de las herramientas de la manufactura esbelta en la fabricación de bolsas de plásticas las cuales tienen un similar proceso con los sacos de polipropileno en estudio y el desarrollo de la estandarización de los procesos es esencial para obtener mejoras y se llegue a reducir el tiempo ciclo del producto lo cual se observa en la segunda mejora.

Una investigación realizada en una empresa panameña por Urieta y Córdoba [11], con el título *“Sostenibilidad Empresarial a través de la Manufactura de Clase Mundial”*, describen como principal objetivo de mediante la aplicación de cuatro bases del modelo de Manufactura de Clase Mundial logre tener una base de buenas prácticas y sobre todo pueda considerarse una empresa sostenible. Puesto que estadísticas de las implementaciones generan mejoras en los resultados, entre ellas se encuentran el aumento en su nivel de servicio (16 – 28%), la reducción de la inversión en inventarios (17 – 30%), el incremento de la productividad (10 – 16%) y la reducción del costo de compras (7 – 11%). Algunas herramientas que utilizaron fueron las 5S, trabajo en equipo, medición visual y mejora continua, logrando una reducción de tiempos en la preparación de las máquinas, ya se redujeron en un 67%, de 1 hora a 20 minutos. La empresa se ha visto muy beneficiada ya que ha logrado posicionarse en el mercado como líder en su rubro.

- Este artículo aporta a la investigación con la aplicación de las mejoras continuas tal como la herramienta de estandarización de tiempos y el balance de líneas, además el incremento del cumplimiento de entrega de pedidos el cual se refleja en la tabla 69, donde se llega a cumplir con la mejora desarrollada.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Mejora de procesos

Según Evans y Lindsay [12] sostienen que la mejora de procesos es una estrategia por las siguientes razones:

- La fidelidad de los clientes se basa en el valor entregado.
- El valor agregado se crea mediante los procesos de negocios.

- El éxito continuo en los mercados competitivos requiere que una empresa mejore en forma consistente el valor entregado.

2.2.2. Sector Plástico

El plástico es señalado por La Sociedad Nacional de Industrias (SNI) como [4]: “El producto altamente versátil debido a las múltiples formas y texturas que puede tomar”. Esta industria ha venido a lo largo de los años sosteniendo conflictos contra su actividad productiva, sin embargo, ha logrado un gran crecimiento con una producción en el primer cuatrimestre de 2019 de 4,2% en relación al año anterior debido a la demanda que posee. Además, genera alrededor de 200 000 puestos de trabajo.

2.2.3. Cumplimiento de Entrega

Las entregas a tiempo son aquellas que cumplen con las expectativas del cliente puesto que es una métrica que refleja la calidad del proceso productivo. Según la revista GCI, menciona “La entrega completa y oportuna es sinónimo de planificación y preparación” [13]. Por lo que las entregas se planifican de acuerdo a los requerimientos que los clientes consideren relevantes y en consecuencia se llegue a obtener una mayor satisfacción por parte de los clientes. Todo eso se engloba de manera que se pueda ser más eficiente en el área de logística de la empresa mejorando así su nivel de servicio [14].

2.2.4. Proceso de Producción

Es el conjunto de actividades para la fabricación o elaboración de un producto, de acuerdo con los métodos más adecuados, con el fin de obtener la máxima productividad y calidad y el mínimo tiempo y coste [15].

2.2.4.1. Indicadores de Producción

Producción

Según Heizer y Render [16], mencionan la producción se relaciona con la creación de bienes y servicios a través de la transformación de materias primas e insumos.

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo}$$

Es la relación entre el tiempo base es lo que se tiene disponible para realizar la producción y el tiempo ciclo que es el tiempo que se utiliza para elaborarse una unidad.

Capacidad proyectada o de diseño

Es la cantidad máxima teórica de componentes de un proceso productivo es capaz de obtener un tiempo determinado.

$$\text{Capacidad diseñada} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Utilización}}$$

Capacidad efectiva o real

Es la cantidad de producción que se espera alcanzar teniendo en cuenta las diferentes situaciones en la realidad de una industria.

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Eficiencia}}$$

Eficiencia

Es la división de la producción real y la utilización de una planta industrial.

➤ **Física**

Arroyo y Torres [17] mencionan que es la relación matemática entre la cantidad de materia prima que existe en la producción total, y la cantidad de materia prima que se emplea.

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salida útil de materia prima}}{\text{Entrada de materia prima}}$$

➤ **Económica**

Es la relación entre los ingresos y egresos que una empresa posee.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Ventas (Ingresos)}}{\text{Costos (Inversiones)}}$$

Utilización

Es el porcentaje que se está utilizando de la capacidad diseñada.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Capacidad proyectada}}$$

2.2.4.2. Indicadores de Productividad***Productividad***

Prokopenko [18], afirma que “Según la definición general, la productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla”.

Por lo que es el uso eficiente de todos los recursos pues, en otras palabras, se mide todo lo que sale entre todo lo que ingresa. Esto se suele representar con la fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos o servicios producidos}}{\text{Recursos utilizados}}$$

Es importante ya que se puede observar cuanto puede incrementar un indicador, por ejemplo, hasta puede determinar el nivel de competitividad internacional de los productos de un país.

De la fórmula dada, se pueden definir indicadores propios en base a cada recurso:

Productividad de mano de obra

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{Número de operarios}}$$

Productividad de materia prima

$$\text{Productividad de materia prima} = \frac{\text{Producción}}{\text{Cantidad de MP utilizada}}$$

Productividad de económica

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Producción}}{(\text{MO} * \text{costo}) + (\text{MP} * \text{costo}) + (\text{Insumos} * \text{Costo})}$$

2.2.4.3. Indicadores Logísticos

Mora [19] afirma que los indicadores de gestión logística son fundamentales en toda empresa, con el fin de poder tomar decisiones donde se llega involucrar la distribución del producto y el servicio al cliente, entre ellos uno de los más importantes es:

Pedidos entregados a tiempo

Llega a medir el nivel de cumplimiento de entrega de los pedidos solicitados a tiempo.

$$\text{Pedidos entregados a tiempo} = \frac{\text{Pedidos entregados a tiempo}}{\text{Pedidos Despachados}}$$

2.2.5. Herramientas de Análisis de Procesos

2.2.5.1. Clasificación ABC

Este gráfico según Fucci [20] es una herramienta que muestra la visualización en forma simple de determinar los artículos que son de mayor valor, de manera que se pueda optimizar y administrar los recursos de inventario y se puedan tomar decisiones más eficientes. Este método permite dar un orden de prioridades a diferentes productos, los cuales son:

ARTÍCULOS A: Los más importantes a los efectos del control.

ARTÍCULOS B: Aquellos artículos de importancia secundaria.

ARTÍCULOS C: Los de importancia reducida.

Vermorel [21] señala que los valores se pueden relacionar con la unidad elegida para medir el peso sobre su profundidad histórica, los cuales normalmente se comprenden con la facturación medida en dólares o en los productos vendidos.

2.2.5.2. Estudio de Tiempos

Kanawaty [22], sostiene que es una técnica de medición del trabajo con el fin de registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida.

Asimismo, Niebel y Freivalds mencionan que se realiza este estudio de manera que el tiempo requerido para efectuar la tarea en base a la norma de ejecución de General Electric Company la cual estableció valores en base a los tiempos de cada actividad [23].

2.2.5.3. 5WH

Progressa Lean [24], describe que es una herramienta utilizada para la resolución de problemas, la cual permite definir cuál es el problema y no la solución, con lo que se facilita la focalización sobre las causas de un problema.

5W+2H, proviene de las siete palabras en inglés que se describen a continuación:

- What / ¿Qué? Se trata de dar una breve descripción del problema que se está presentando, máximo 2 líneas.
- When / ¿Cuándo? ¿Cuándo estamos viendo el problema? ¿En qué momento del día y/o del proceso en cuestión?
- Where / ¿Dónde? ¿Dónde estamos viendo los problemas? (Línea / Máquina / Lugar); ¿En qué parte/lugar del producto/proceso estamos viendo el problema?
- Who / ¿Quién? ¿A quién le sucede? ¿El problema está relacionado con las habilidades de las personas?
- Why / ¿Por qué? ¿Por qué sucede el problema?
- How / ¿Cómo? ¿Cómo se diferencia el problema del estado normal (óptimo)? ¿La tendencia en la que aparece el problema es aleatoria o sigue un patrón?
- How Much / ¿Cuánto? ¿Cuántos problemas se dan en un día? ¿En una semana? ¿En un mes? ¿Cuánto dinero están implicando?

2.2.5.4. Matriz de Priorización de Factores

Es una herramienta de gestión y control, la cual se usa para determinar problemas y evaluar alternativas ante un objetivo, menciona Martín [25]. Por lo que es un sistema que facilita la toma de decisiones y en base a eso se realizan acciones basadas en criterios.

2.2.5.5. Diagramas de Proceso de Producción

a. Diagrama de Operaciones (DOP)

Muestra la secuencia cronológica de un proceso de producción ya sea de una industria donde cuenta con operaciones representadas por un círculo, las inspecciones por un cuadrado y las operaciones combinadas donde las dos se realizan a la misma vez.

b. Diagrama de Análisis de Procesos (DAP)

Es un esquema gráfico donde se presentan la secuencia de todas las operaciones que se realizan en un proceso de producción ya sean transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos pues tiene como finalidad brindar una visión detallada del proceso y es muy importante ya que ayuda a eliminar tiempos improductivos [26].

c. Diagrama de Recorrido

Según Velasco [27], es la representación gráfica sobre un plano acerca de un producto o proceso a una escala determinada utilizando símbolos para indicar las actividades que se efectúan en los diversos puntos.

d. Diagrama Hombre-Máquina

Es aquel diagrama que registra el orden de las actividades de un operario y la máquina que tiene a su cargo. Es utilizado para identificar cuáles son los tiempos muertos del operario y de la maquinaria, así como determinar el tiempo total en la estación de trabajo [28].

2.2.6. Herramientas de Mejora de Procesos

2.2.6.1. Single Minute Exchange of Die (SMED)

- **Origen**

La técnica SMED se origina según Rajadell y Sánchez [29, p.124]. como:
...La preparación rápida es una innovación aportada por los japoneses en la organización científica del trabajo. Efectivamente, el sistema SMED, según su creador Shigeo Shingo, tiene sus orígenes en ciertos trabajos que le fueron encontrados, en 1950, en la fábrica Toyo Kogyo de Mazda. Sin embargo, se desarrolló completamente alrededor de los años sesenta del siglo pasado cuando realizaba trabajos para Toyota y ésta adoptó, promovida por los propios

operarios, el sistema SMED es uno de los pilares básicos de su modo de fabricación” [29].

- **Concepto**

Es una metodología que sirve para reducir el tiempo de pieza a fabricar (realizarlo en el tiempo más corto posible), alcanzando en la línea de producción un mejor rendimiento-disponibilidad y una mejora de los flujos, según Sacristán [30].

Según Shingo (1989) [31, p.89], la necesidad del SMED surge:

...cuando el mercado demanda una mayor variedad de producto y los lotes de fabricación deben ser menores; en este caso para mantener un nivel adecuado de competitividad, o se disminuye el tiempo de cambio o se siguen haciendo lotes grandes y se aumenta el tamaño de los almacenes de producto terminado, con el consiguiente incremento de los costos; esta técnica está ampliamente validada y su implantación es rápida y altamente efectiva en la mayor parte de las máquinas e instalaciones industriales [31].

Según Villaseñor y Galindo [32], este sistema fue concebido por Shingo a lo largo de 19 años y tiene como resultado la mejora del proceso de preparación de máquinas, el cual menciona que en este sistema existen dos tipos de operaciones:

- Operaciones internas (IED), aquellas que deben realizarse con la máquina parada.
- Operaciones externas (OED), pueden realizarse con la máquina en marcha.

La aplicación de la herramienta SMED exige tener en cuenta de tres ideas fundamentales las cuales son [29]:

- Siempre será posible reducir los tiempos de cambio de molde hasta casi eliminarlos por completo.
- No es solo una falla técnica, sino también de organización.
- Solo con la aplicación de un procedimiento riguroso se sugiere los máximos resultados a un costo menor.

Existen diferentes conceptos que repercuten en el tiempo de cambio, entre ellos destacan los siguientes [29, p. 125]:

PROCEDIMIENTOS DE TIEMPO DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE CAMBIO
Cambiar utillajes y herramientas	Estos procedimientos son típicos en talleres mecánicos, donde los operarios han de fijar y retirar moldes, sierras, fresas, etc.
Cambiar parámetros estándar	Estos procedimientos se dan cuando intervienen máquinas de corte de elevada precisión o equipos de proceso químico programados, donde los operarios cambian los parámetros normalmente usados en diferentes tareas de proceso.
Cambiar piezas a ensamblar u otros materiales	Cada vez que en una línea cambia el modelo de producto, recibe piezas y otros materiales que se incorporan al nuevo modelo. La preparación en estos casos incluye el cambio de utillajes
Preparación general previa a la fabricación	Este tipo de preparación incluye una gran variedad de actividades para tener un punto el material, los útiles, las herramientas o los accesorios, por ejemplo: arreglar el equipo, ensayar el proceso y ajustar, limpieza general, asignar tareas a trabajadores, controles planos, etc.

Figura 1. Tipos de cambio en la herramienta SMED

Fuente: Rajadell y Sánchez, 2010:125 [29]

- **Pasos básicos en el procedimiento de preparación**

Los tipos de preparación son muy variados, ya que dependen del tipo de operación y del tipo de equipo empleando. Sin embargo, Villaseñor y Galindo señala que “si se analizan estos procedimientos desde un punto de vista diferente, se puede observar que todas las operaciones comprenden una determinada secuencia” [32, p.61]. A continuación, se describen, ver [32]:

Preparación, ajuste post-proceso y comprobación de materiales, troqueles, componentes, instrumentos, etc. Este es el primer paso que sirve para asegurar de que todos los componentes y herramientas deban estar en el lugar y funcionar de forma correcta.

Montaje y desmontaje de herramientas, etc. Aquí se incluye el retiro de las piezas y herramientas después de haber concluido el lote y la colocación de las partes que sean necesarias para el siguiente.

Medidas, montajes y calibraciones. En este paso se toman en cuenta todas las medidas y calibraciones necesarias para realizar una operación de producción, como un centrado, dimensionado, medición de presión y temperatura, etc.

Verificación y ajustes. En estas etapas, los ajustes se efectúan se realizan tras haber hecho una pieza de prueba, dado estos los ajustes serán más fáciles y su precisión de las medidas y calibraciones del aparato interior.

Operation	Proportion of time
Preparation, after-process adjustment, and checking of raw material, blades, dies, jigs, gauges, etc.	30%
Mounting and removing blades, etc.	5%
Centering, dimensioning and setting of other conditions	15%
Trial runs and adjustments	50%

Figura 2. Pasos en un proceso de preparación de máquinas

Fuente: Shingo, 1993:27

- **Aplicación de la herramienta SMED**

Para llevar a cabo la técnica SMED [33], las empresas deben realizar un estudio de tiempos y movimientos relaciones específicamente con las actividades de preparación. Por lo que estos estudios se encuadran en cuatro fases o etapas bien diferenciadas [33, p.43].

Shingo [31] menciona las etapas de esta herramienta de forma resumida:

Tabla 1. Etapas de la metodología SMED

Nº	Etapa	Descripción
1	Etapa Preliminar	Observación de la operación de cambio
2	Primera etapa	Dividir las tareas internas y externas
3	Segunda etapa	Convertir las tareas internas en externas
4	Tercera etapa	Perfeccionar las tareas internas y externas

Fuente: Elaboración Propia en base a Shingo, 1989

Rajadell y Sánchez [29], también menciona que el cambio se puede analizar con el siguiente indicador de manera que se observa el ahorro de tiempo que representa una reducción del tiempo de cambio [29, p.244].

$$Tiempo\ de\ cambio = (T.cambio_{OP.INT}\ Antes - T.cambio_{OP.INT}\ Después)$$

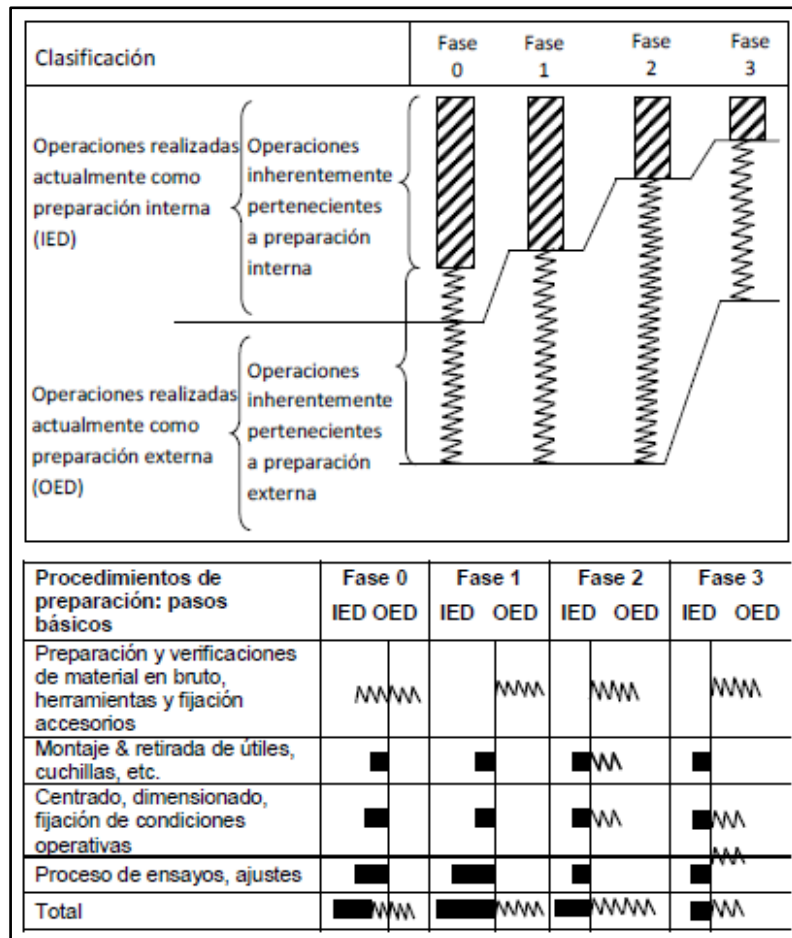


Figura 3. Etapas conceptuales para la mejora de la configuración

Fuente: Shingo, 1993:28 [34]

Etapas conceptuales para la mejora de la configuración

Etapas conceptuales para la mejora de la configuración no se distinguen.

En las operaciones de forma tradicional existen tareas que se pueden hacer de configuración externa y se hacen como interna lo que en consecuencia causa que la máquina se encuentra inactiva durante periodos prolongados. Por lo que en esta fase inicial se busca determinar las actividades internas y externas.

Etapas conceptuales para la mejora de la configuración

Etapas conceptuales para la mejora de la configuración

En la implementación del SMED el paso fundamental es distinguir la configuración interna y externa. Puesto que existen una gran parte de operaciones externas que pueden realizarse como internas, y así el tiempo que se encuentra detenida la máquina se logre reducir en un 30% a 50%.

Etapa 2: Conversión de configuración interna a externa.

En esta etapa se basa de reexaminar las operaciones que al inicio del desarrollo de la metodología se han considerado como internas con el fin de establecer la forma de convertirlas en externas. A pesar de eso, no todas las operaciones internas pueden llegar a ser externas por lo que deben ser evaluadas para que sean mejoradas continuamente.

Etapa 3: Perfeccionar todas las observaciones de la operación de configuración

Es la última etapa, en la cual el nivel de diez minutos se puede llegar alcanzar, sin embargo, no en todas las ocasiones es así. Por lo que consiste en realizar un análisis detallado de cada operación tanto interna como externa.

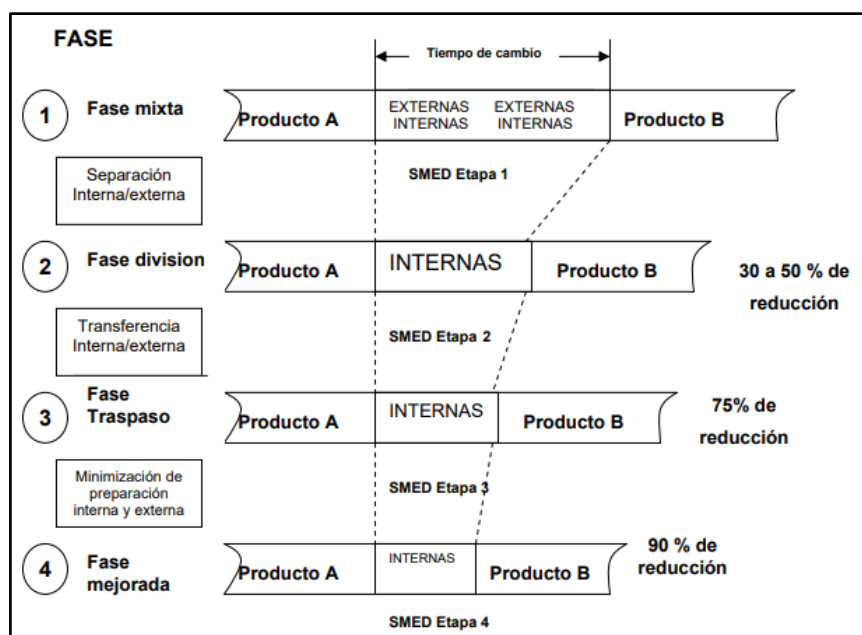


Figura 4. Visión general del sistema SMED

Fuente: Paredes,2009 [35]

Además, Paredes [36] menciona que la técnica SMED tiene grandes beneficios entre ellos:

- La flexibilidad, ya que las empresas pueden llegar a satisfacer demandas de sus clientes sin necesidad de mantener grandes stocks en sus almacenes.
- La mejora en la entrega de sus pedidos a tiempo, ya que la producción se reduce a lotes pequeños donde el proceso de fabricación es más corto, y en consecuencia se tiene un menor tiempo de espera.

- Un aumento de la productividad ya que sus tiempos de preparación y cambios de herramientas son más cortos reducen los tiempos de parada de los equipos, lo que eleva las tasas de productividad.

2.2.6.2. Balanceo de línea

El balanceo de línea tiene como objetivo lograr un reparto de la capacidad adecuada en la empresa de manera que pueda consolidar un flujo continuo y uniforme de los productos, mediante los diferentes procesos de manera que se pueda llegar a igualar los tiempos de trabajo en las estaciones, maximizar la mano de obra y al mismo tiempo reducir o eliminar el tiempo ocioso [37].

Su fórmula es la siguiente:

$$E = \frac{\textit{Suma de tareas}}{\textit{N}^\circ \textit{ de estaciones} * \textit{Tiempo de ciclo}}$$

- Tiempo de tareas: Es el tiempo necesario para realizar el producto.
- Número de estaciones: Es el tiempo total de todas las tareas dividido entre el tiempo de ciclo.

$$\textit{N}^\circ \textit{ de Estaciones} = \frac{\textit{Suma de tiempo de las tareas}}{\textit{Tiempo de ciclo}}$$

- Tiempo de ciclo: Es el tiempo donde el producto se encuentra en la línea de producción.

$$\textit{Tiempo de ciclo} = \frac{\textit{Tiempo de producción por día}}{\textit{Producción por día}}$$

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. La Empresa

PROCESADORA COMERCIALIZADORA MONTENEGRO S. A. C. – PROCOM S.A.C., empresa fundada en junio de 1999 ubicada en el distrito de Pimentel pertenece al sector plásticos cuya actividad económica corresponde a la producción y comercialización de sacos, hilo multifilamento y telas de polipropileno para la agroindustria en general, sector minero, pesquero, avícola, ganadero y de servicios relacionados; desarrollando productos con la mejor tecnología del mundo con altos estándares de calidad, bajo los sistemas de gestión ISO 9001-2015, gestión ambiental ISO 140001-2015 y OHSAS 180001-2007.

Tabla 2. Datos principales de la empresa

Razón Social	PROCESADORA COMERCIALIZADORA MONTENEGRO S. A. C.
Ruc	20395981839
Dirección	Mza. G Lt. 2, Parque Industrial – Pimentel, Perú
Ciudad	Chiclayo
País	Perú
Teléfono / Fax	074 – 203805
Representante Legal	Carlos Montenegro Vásquez
Personalidad Jurídica	PROCOMSAC

Fuente: PROCOM S.A.C., 2018



Figura 5. Ubicación de la empresa

Fuente: Google Earth, 2019 [38]

- **Misión**

Suministrar y satisfacer a nuestros clientes con productos de polipropileno de la más alta calidad de manera rentable, sostenible y comprometida con nuestra sociedad y nuestros colaboradores.

- **Visión**

En el bicentenario Nacional ser la empresa N°1 del Perú de sacos y telas de polipropileno, medida por ventas, tecnología y calidad.



Figura 6. Logo de la empresa

Fuente: PROCOM S.A.C.

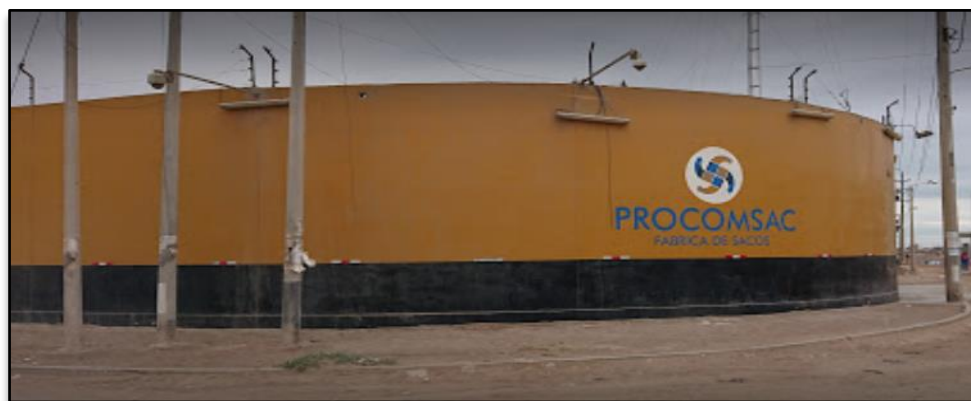


Figura 7. Entrada de la empresa PROCOM S.A.C.

Fuente: PROCOM S.A.C.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

3.2.1. Productos

La empresa cuenta con una variedad de productos los cuales se dividen en sacos laminados impresos, sacos laminados sin impresión, sacos tejidos impresos y sacos tejidos sin impresión. Para el enfoque de este proyecto se realizó un análisis ABC donde se requiere la información que se muestra a continuación en la tabla 3, por

cada uno de los productos de la empresa. Asimismo, se muestra a detalle la producción en unidades en el Anexo 2 y las ventas en soles en el Anexo 3 del periodo de enero 2018 a diciembre 2018 por cada tipo de producto.

Tabla 3. Producción anual durante el año 2018

Producto	Producción (unidades)	Precio de venta (S/.)	Ventas (S/.)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sacos Laminados Impresos	12 487 706	0,85	10 614 550,10	41%	41%
Sacos Laminados sin impresión	9 032 947	0,7	6 323 062,90	25%	66%
Sacos Tejidos sin impresión	8 960 385	0,5	4 480 192,50	18%	84%
Sacos Tejidos Impresos	5 548 837	0,75	4 161 627,75	16%	100%
Total	36 029 875		25 579 433,25	100%	

Fuente: PROCOM S.A.C., 2018

Como se observa en la tabla anterior los porcentajes calculados de cada producto en base a su valor en soles de su producción en el año 2018, donde los sacos laminados impresos abarcan el 41% generando mayores ingresos a la empresa por lo que pertenece al sector A de la clasificación ABC (Anexo 4), seguidamente en la figura 8, se ilustran las conclusiones que se tuvieron a partir del análisis.

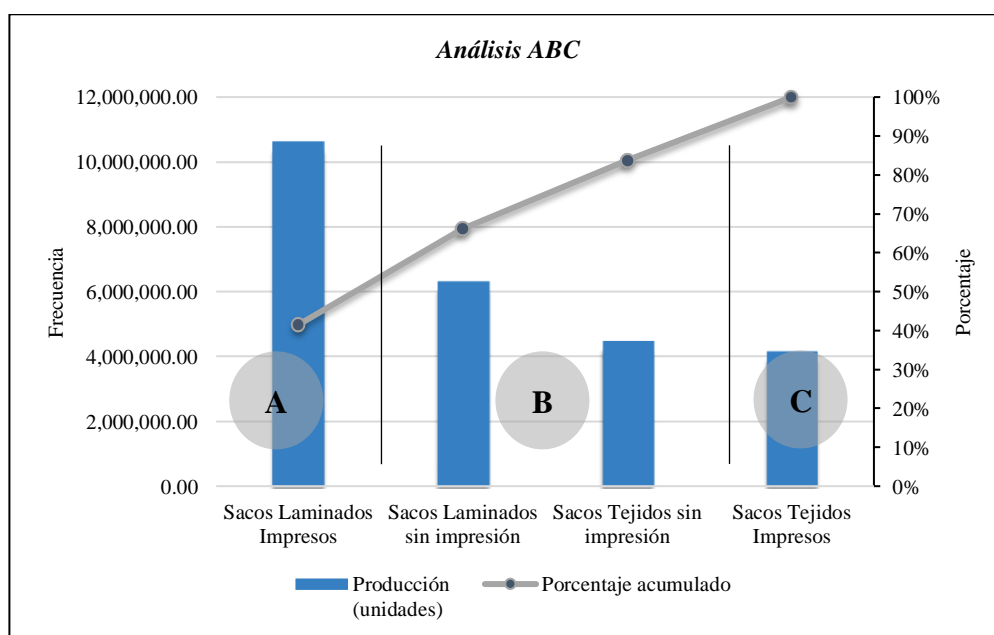


Figura 8. Clasificación ABC

Fuente: PROCOM S.A.C., 2018

Finalmente, con el análisis ABC se ha decidido tomar como objeto de estudio a los sacos laminados impresos debido al aporte económico que genera en la empresa por lo que con los datos se muestra como síntesis la siguiente tabla 4, donde se incluyen las unidades producidas, así como el valor de ventas del producto de la empresa durante el periodo 2018.

Tabla 4. Resumen de unidades producidas y valor de ventas del producto

Producto	Unidades producidas (sacos)	Valor de venta (S/.)
Sacos laminados impresos	12 487 706	10 614 550,10


Fuente: PROCOM S.A.C., 2018

- **Sacos laminados impresos**

- a. **Descripción del producto**

Sacos tejidos planos con un tramado simple que permite flexibilidad y resistencia, además adicionando el laminado que los hace impermeables. A detalle se tiene en la tabla 5 la descripción de sus características.

Tabla 5. Características principales del producto

SACO LAMINADO IMPRESO	
Presentación del producto	
Uso	Se usa en el sector agroindustrial, minero, construcción, pesquero y afines.
Color	Blanco, transparente, negro y/o colores. De acuerdo a requerimiento del cliente.
Dimensiones	Desde 35 cm. – 85 cm. de ancho por el largo requerido.
Diseño	Contamos con profesionales con experiencia en el departamento de diseño para determinar las características técnicas del envase de acuerdo a las necesidades del cliente.
Impresión Flexográfica	Logotipos y artes finales son algunos de nuestros servicios. Posibilidad de impresión en variedad de colores en la parte frontal y/o posterior del saco.
Corte y Costura	El corte en frío o térmico (recto – zigzag). La costura se realiza con hilo multifilamento reforzado con aditivos Anti UV.

Fuente: PROCOM S.A.C., 2018

b. Sub Productos

La empresa genera subproductos los cuales se describen en la siguiente tabla 6.

Tabla 6. Subproductos que genera el proceso de producción de sacos impresos

Área	Desecho	Tipo de desecho	Descripción
Selección	Sacos Clase “B”	Sólido	Son aquellos sacos que poseen una falla o desviación de lo que se requiere por lo cual pasan a ser clase B, sin embargo, si se venden, pero a un menor precio y con otros fines.

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.,2018

c. Desechos

Son cualquier material que se ha empleado en el proceso de producción y luego ya no se puede utilizar. Se obtienen en el todo el proceso y se clasifican según el área, como se observa en la siguiente tabla 7.

Tabla 7. Desechos del proceso de producción de sacos impresos según el área que se generen

Área	Desecho	Tipo de desecho
Extrusión	-Bolsas donde viene la materia prima - Cuchillas	Sólido
Telares	- Barrido con polvo	Sólido
Impresión	- Baldes - Alcohol con tinta	Sólido y líquido
Conversión	- Conos de cartón	Sólido
Basta	- Retazos de hilo - Conos de cartón	Sólido
Prensado	- Retazos de rafia	Sólido

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.,2018

d. Desperdicios

También llamados mermas o scrap, los cuales son los residuos del proceso de producción, y no se han procesado de manera adecuada, sobre todo ya no pueden ser reprocesados. En la tabla 8 se muestran los desperdicios según las áreas que existen en la empresa.

Tabla 8. Desperdicios del proceso de producción de sacos impresos según el área que se generen

Área	Desecho	Tipo de desecho	Descripción
Extrusión	Película	Sólido	Posee la forma de un mantel plástico plano.
	Scrap		Es la acumulación de cintas que no se lograron embobinar, y se obtiene de cuando se lanza la línea.
	Bobinas con cinta mal embobinada		Salen de la operación de embobinado las cuales se han embobinado de una forma incorrecta por lo que son llevadas al almacén de cintas para que puedan ser utilizadas ya sean en el área de telares cuando sea necesaria.
Telares	Bobinas con poca cinta	Sólido	Son aquellas bobinas que salen de los cambios de trama que hace el operario, por lo que ya no se utilizan.
Conversión	Sacos destramados	Sólido	Son sacos los cuales no tienen un correcto tejido, donde se inhabilita su uso.

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.,2018

3.2.2. Recursos del Proceso

a. Materia Prima

- **Polipropileno**

Es un polímero termoplástico cristalino, que se obtiene de la polimerización del polipropileno (o propeno). Tiene una amplia diversidad de aplicaciones las cuales incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipos de laboratorio, etc. Además, posee gran resistencia contra solventes químicos, como álcalis y ácidos.

- **Carbonato de Calcio**

Compuesto químico que mejora progresivamente la velocidad de extrusión y propiedades mecánicas del plástico. Se considera el mineral más importante para la industria del plástico.

- **Masterbach**

Son todos los colorantes que dan color a la cinta que se desea producir. Se mezcla con el polímero base durante el proceso de transformación, le da color y al mismo tiempo le confiere propiedades físicas.

- **Aditivos**

Permite conservar características fisicoquímicas el saco por periodos que superan los 6 meses.

b. Insumos

- **Aceite 220°**

Se utiliza para las máquinas de telares y conversión logrando que se encuentren en buen funcionamiento.

- **Tintas**

Se utilizan para todo tipo de impresión que se desea realizar, como proveedor actual la empresa cuenta con INDUBRAS.

- **Polietileno**

Es un polímero utilizado en el proceso de laminación para darle resistencia al saco y se convierte en desechable.

- **Alcohol isopropílico y acetato**

Sirven para la disolución de las tintas en el proceso de impresión, además se utilizan para la limpieza del cliché y las bombas de las impresoras.

- **Hilos de Naylon**

Se utilizan para coser los sacos de polipropileno.

c. Materiales

- **Tubo de fierro**

Son aquellos que se utilizan para el soporte de la manga en el proceso de tejido, laminado e impresión.

- **Canillas**

Sólo se utilizan para enrollar las cintas obtenidas en el proceso de extrusión.

- **Cliché**

Es una plancha de material jebe o plástico en la que se ha producido un grabado para luego ser impresa.

Una vez descritos los materiales que se utilizan para la elaboración de los sacos laminados impresos, en la tabla 9 de forma resumida se colocan sus costos para un pedido que se está tomando como referencia, que son 100 000 sacos.

Tabla 9. Componentes para la elaboración de un pedido de sacos laminados impresos

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)
Polipropileno	8073,8	kg	2,5
Polietileno	402,2	kg	2,9
Tintas	108,2	kg	11,25
Hilo	108	kg	1,3

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.,2018

d. Mano de obra

La organización de la empresa se encuentra conformada por cinco áreas de las de las cuales se observan en la siguiente figura 9 forma resumida, y de la cual para el proyecto nos enfocaremos en el departamento de planeación donde se encuentra el área de producción.

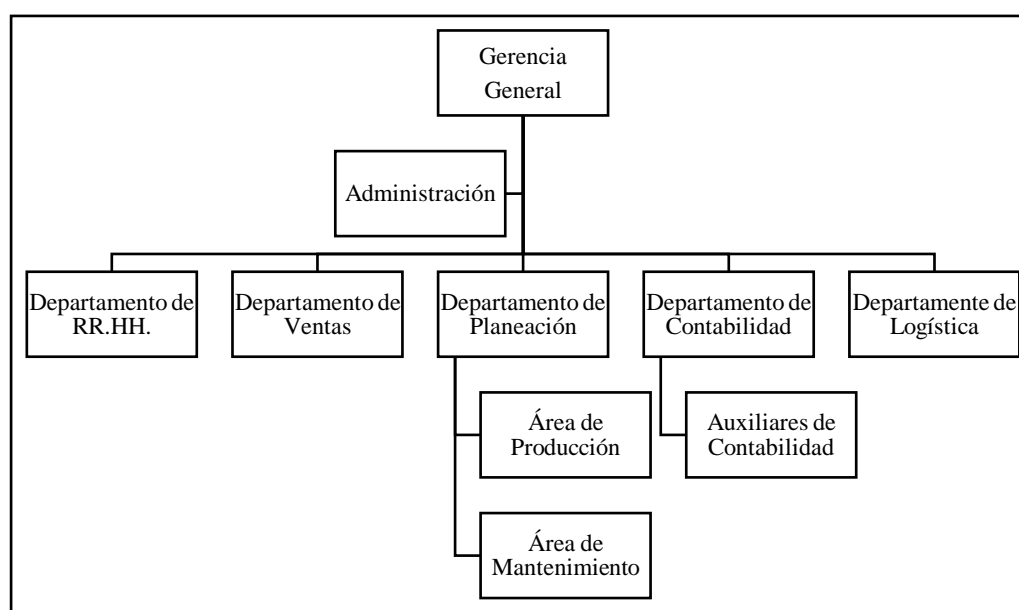


Figura 9. Organigrama de la empresa

Fuente: PROCOM S.A.C., 2018

Para realizar el proceso de producción de sacos de polipropileno se cuenta con la mano de obra calificada y necesaria, la cual conocen el proceso de producción y sobre los parámetros que se deben tener cuidado en cada una de las etapas del proceso. Sin embargo, no existen capacitaciones hacia ellos de forma constante, por lo que esto puede generar problemas y retrasos a la hora de producción.

Como se aprecia en la siguiente tabla 10, en el área de producción se tiene un total de 136 trabajadores de los cuales está el jefe de producción, asistente de producción y tres supervisores de producción, quienes se encargan del control total de la plata. El personal operativo lo forman 131 trabajadores que cuentan con un grado de instrucción promedio de estudios secundarios y técnicos. Cabe resaltar que la remuneración mensual de los operarios es de S/.1 200.

Tabla 10. Personal del Área de Producción

Puesto de trabajo	N° de trabajadores	Sexo	Grado de Instrucción
Jefe de Producción	1		Titulado en Ingeniería
Asistente de Producción	1		Practicante
Supervisor de Producción	3		Titulado en ingeniería
Extrusión	22		
Telares	50		
Laminación	4	Masculino	
Operarios			
Impresión	12		Estudios secundarios y técnicos
Conversión	30		
Prensa	6		
Balanza	3		
Almacén	4		
TOTAL	136		

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.,2018

Además, se debe tener en cuenta que el personal operativo trabaja en 2 turnos (A y B) al día, un descanso de 1 hora con la finalidad de que los colaboradores puedan ir alimentarse, como se observa en la tabla 11.

Tabla 11. Turnos de trabajo del personal operativo

Días	Turno	Horario	Descanso
Lunes a sábado	A	8:00 am – 8:00 pm	1:00 pm – 2:00 pm
	B	8:00 pm – 8:00 am	1:00 am – 2:00 am
Domingo	A	8:00 am – 2:00 pm	-

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.,2018

e. Maquinaria

Actualmente la empresa cuenta con la siguiente maquinaria como se observa en la tabla 12, y luego se muestra una pequeña descripción con sus características principales de las máquinas que forman parte del proceso. Todas estas máquinas forman parte para la elaboración de todos los productos, sin embargo, para el objeto de estudio solo se toman en cuenta algunas.

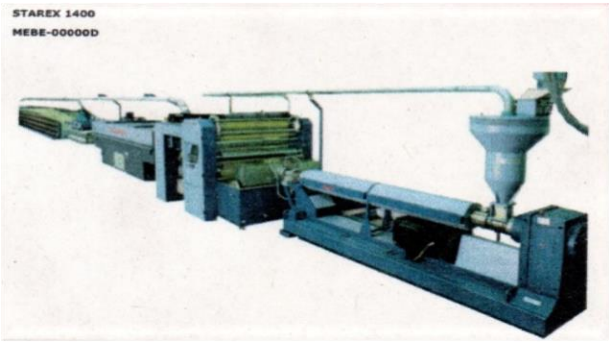
Tabla 12. Maquinaria del Área de Producción

Área	Máquinas	Cantidad	Marca
Extrusión	Extrusora 1	1	STAREX 1 400
	Extrusora 2	1	LOREX 800
	Extrusora 3	1	YOMMING 1 500
Telares	Telar del 1 - 12	12	ALPHA - 6
	Telar del 13 - 24	12	RX
	Telar del 25 - 32	8	ALPHA
	Telar del 33 - 36	4	YONGMING SBY 850 X6S
	Telar del 37 - 44	8	LOHIA
	Telar del 45 - 60	16	YONGMING SBY 850 X6S
	Telar del 61 - 84	24	
Laminación	Laminadora	1	ECOTEXT 1 600
Impresión	Impresora 1	1	AUTOMÁTICA NRP – 8C
	Impresora 2	1	BOTHEVEN DYNAFLEX
Conversión	Convertidora 1	1	AD CONVERTEX CL
	Convertidora 2	1	SENCAR
	Convertidora 3 - 7	5	BOTHEVEN

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.,2018

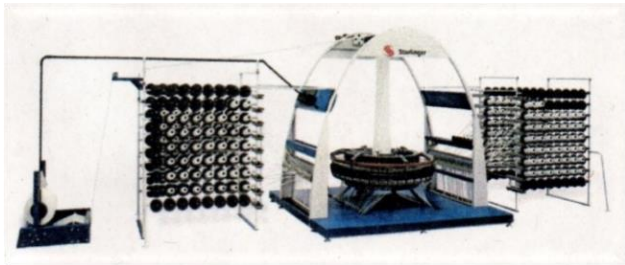
Entre las principales máquinas que posee el proceso se describirán a continuación las que se utilizan para la producción de sacos laminados impresos con sus respectivas especificaciones como se presentan en las tablas 13, 14, 15, 16 y 17.

Tabla 13. Ficha técnica de la extrusora

EXTRUSORA STAREX 1 400		
		
Descripción	Es aquella que inicia el proceso dado que ingresa la MP y se derrite a temperatura a 250°C formando una película o una lámina con un espesor de 0,4 mm aprox. a la vez es cortada con unas navajas formando tiras de 3,2 mm.	
Especificaciones principales	Diámetro del tornillo sin fin D	120mm
	Longitud del tornillo sin fin L	30D
	Velocidad del tornillo sin fin n	0-140 rpm
	Cantidad de zonas de calefacción	6
	Potencia aprox. de calefacción	67,5 kW
	Capacidad de fusión	580 kg/h
	Anchura del trabajo	1400 mm
	Presión de aire	7 – 5 bar
	Consumo de aire	5,5 Nm ³ /h
	Nivel de ruido	93 decibeles

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

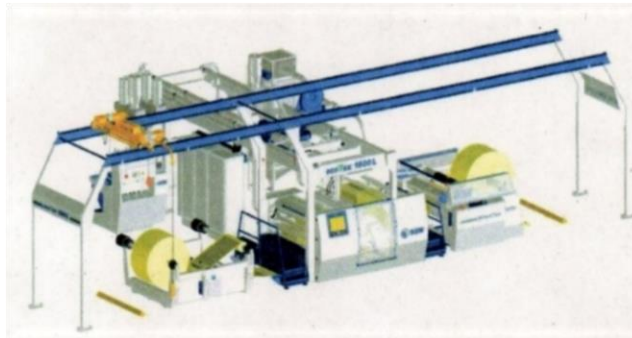
Tabla 14. Ficha técnica del telar

TELAR ALPHA - 6		
		
Descripción	Aquí se forma el tejido con 2 tipos: urdimbre y trama. La bobina de urdimbre se desliza longitudinalmente y la de trama se inserta en las lanzaderas que gira formando el tejido. El diámetro del aro depende del ancho de manga con el que se desee trabajar. El tejido se embobina en rollos según la producción que se requiera. Luego se almacena o puede pasar a la laminadora, o de frente a cortarse.	
Especificaciones principales	Longitud total incl. Bobinador de madejas	10 345 mm
	Altura	3 100 mm
	Anchura de trabajo de plano doble	300 – 850 mm
	Lanzaderas por máquina	6 unid.
	Espesor de trama	20 – 55 tramas/min
	Inserción de la trama máx.	1 050 tramas/min
	Inserción de la trama reducida	840 tramas/min
	Número de revoluciones	175 rpm
	Potencia nominal del motor principal	3 kW

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Tabla 15. Ficha técnica de la laminadora

LAMINADORA ECOTEX 1 600

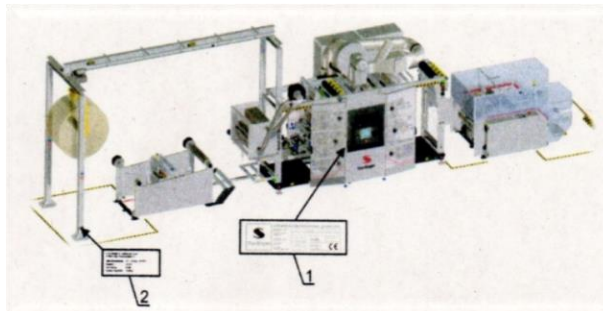


Descripción	Los rollos que vienen de telares pasan por un tratamiento de corona, esto lo micro perfora con rayos UV que están graduados a 8 A para que la lámina se impregne mejor en el saco. Se utiliza como materia prima de polietileno, además cuenta con un sistema de reciclado donde corta los orillos que son las partes sobrantes de lámina y luego regresan como materia prima.			
	Longitud		15,8 m	
Especificaciones principales	Ancho		8,9 m	
	Altura		4,7 m	
	Peso (con embalaje)	Pretratamiento de la corona		3 080 kg
		Unidad de laminado		4 100 kg
	Espacio requerido para el operador delante del lado delantero		1,5 m	
	Exposición a ruidos		> 70 dB	

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Tabla 16. Ficha técnica de la impresora

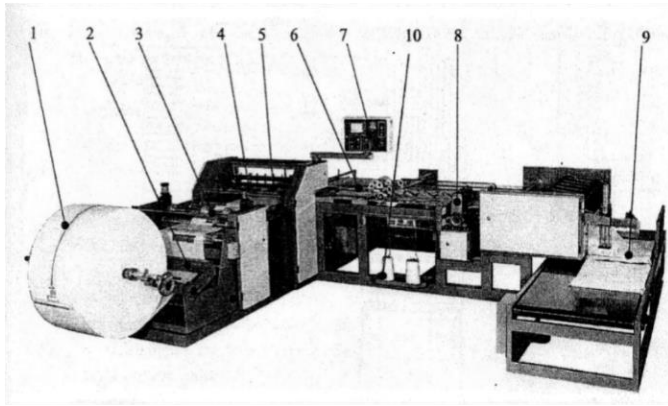
IMPRESORA DYNAFLEX



Descripción	Los rollos que vienen del área de telares o de la laminadora de igual manera pasan por un tratamiento corona antes de iniciar, la impresora perfora con rayos UV con 7 a 8 A. Puede imprimir hasta 8 colores en total, además cuenta con 8 tambores de impresión regulados individualmente por un solo motor.	
	Longitud	15 965 mm
Dimensiones	Anchura	4 947 mm
	Altura	4 550 mm
	Cantidad de mecanismos de impresión	6 / 8 / 9
Datos de producción	Anchura de banda máx.	850 mm
	Velocidad de producción máx.	150 m/min
	Longitud de impresión máx.	850 mm
	Espesor de clisé mín.	2,29 mm
	Espesor de la cinta adhesiva mín.	0,5 mm
	Espesor de clisé máx.	6,02 mm
	Espesor de la cinta adhesiva máx.	0,1 mm

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Tabla 17. Ficha técnica de la cortadora

CORTADORA BOTHEVEN																	
																	
Descripción	<p>Se da el toque final del saco, ahí se corta a la longitud deseada por el cliente con una cuchilla térmica que trabaja a 300 – 400 °C. Posee también un sistema de corte frío, eso se utiliza en sacos laminados; tiene una máquina de coser, la cual cose el fondo del saco. Se almacena por paquetes de 50 sacos y luego se pasa al área de enfardelado.</p>																
Especificaciones principales	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Diámetro de la tela de desenrollado</td> <td style="text-align: center;">1400 mm máximo</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ancho de la tela de desenrollado</td> <td style="text-align: center;">300 – 850 mm aplicable</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Longitud de corte</td> <td style="text-align: center;">600 – 1400 ajustable</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Precisión de longitud de corte</td> <td style="text-align: center;">± 1 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ancho plegable</td> <td style="text-align: center;">20 – 30 mm ajustable</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Motor de acondicionamiento principal</td> <td style="text-align: center;">2 hp, con control inversor</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Capacidad de producción</td> <td style="text-align: center;">28 – 45 piezas/minuto</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Consumo eléctrico</td> <td style="text-align: center;">Aprox. 6.2 KW</td> </tr> </table>	Diámetro de la tela de desenrollado	1400 mm máximo	Ancho de la tela de desenrollado	300 – 850 mm aplicable	Longitud de corte	600 – 1400 ajustable	Precisión de longitud de corte	± 1 mm	Ancho plegable	20 – 30 mm ajustable	Motor de acondicionamiento principal	2 hp, con control inversor	Capacidad de producción	28 – 45 piezas/minuto	Consumo eléctrico	Aprox. 6.2 KW
	Diámetro de la tela de desenrollado	1400 mm máximo															
	Ancho de la tela de desenrollado	300 – 850 mm aplicable															
	Longitud de corte	600 – 1400 ajustable															
	Precisión de longitud de corte	± 1 mm															
	Ancho plegable	20 – 30 mm ajustable															
	Motor de acondicionamiento principal	2 hp, con control inversor															
Capacidad de producción	28 – 45 piezas/minuto																
Consumo eléctrico	Aprox. 6.2 KW																

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

f. Suministros

- **Agua**

La empresa cuenta con el servicio de agua con un costo anual en promedio de S/. 600 000, esta es utilizada para el área de extrusión donde se forma la película que se forma en el tornillo y luego es enfriada en una tina con rodillos.

- **Energía Eléctrica**

De igual manera este suministro es muy importante ya que se utiliza para todas las máquinas que conforman el proceso productivo, con un costo anual de S/. 1 200 000.

3.2.3. Descripción del Proceso

A. Extrusión

➤ Recepción de Materia Prima

La materia prima es solicitada por el área de producción, la cual es importada y transportada desde el puerto hasta la planta y es almacenada. Cada bolsa cuenta con 25 kg, además vienen con especificaciones importantes como el tipo de polipropileno y el lote de producción. Se recomienda que se mantenga un orden al momento de recibirla.

Una vez recibida la materia prima el operario acude al realizar la mezcla necesaria según la orden del supervisor de área, luego se produce la mezcla en la tolva y empieza el proceso de elaboración de la película donde pasa primero por el tornillo el cual se encuentra a altas temperaturas y es aquí que empieza a salir la película para ser enfriada en un baño de agua.



Figura 10. Película de polipropileno

Fuente: PROCOM S.A.C.

A continuación, pasa por el peine de cuchillas y se van formando las cintas; como penúltima operación las cintas pasan por rodillos en los cuales se da un estirado de aquellas, finalmente pasan a las embobinadoras y se obtienen las bobinas.



Figura 11. Embobinadoras de la máquina de extrusión

Fuente: PROCOM S.A.C.

➤ **Almacén de bobinas**

Los volantes del área de extrusión llevan en jabas las bobinas obtenidas y las entregan al encargado del almacén de bobinas. Se registran diferentes datos como las unidades, su peso, el número de cajas y el peso neto.

B. Telares

Para el tejido de cintas se divide en dos componentes, los cuales son urdimbre y trama. Las bobinas son traídas por los volantes del área de telares con la orden del supervisor. Como primer paso se da la vestimenta del telar donde aproximadamente son 3 horas, la urdimbre es el hilo en posición vertical y la trama son la que están alrededor en forma horizontal.



Figura 12. Área de Telares

Fuente: PROCOM S.A.C.

La cantidad y distribución de las bobinas serán ordenadas por el supervisor encargado, teniendo en cuenta las especificaciones dadas por el área de control de calidad. Cada hilo será pasado por los peines, una vez terminado se realiza el cambio de aro si es necesario, se programa la producción de metraje en el telar con su respectiva densidad y otros parámetros dados. Luego de haber programado se inicia el tejido del saco y al mismo instante se llama al inspector de calidad para dar la aprobación de continuar con la totalidad de producción. Los operarios en el proceso están encargados de cambiar las bobinas de trama las cuales son las que se terminan de manera rápida, además de estar pendientes de cualquier rotura de hilos y la limpieza y lubricación de sus máquinas asignadas.

Los rollos con mangas tejidas son descargados cuando se complete el metraje señalado. El inspector de calidad será aquel que verifique y apruebe si el rollo se encuentra en óptimas condiciones para que pase al siguiente proceso, asimismo se le adiciona una tarjeta Kanban con los datos puntuales como el color, peso, ancho real, fechas, etc. Finalmente, el rollo es trasladado a la balanza para establecer su peso real.



Figura 13. Telar tejiendo

Fuente: PROCOM S.A.C.

C. Laminado

El rollo de manga tejida es trasladado al área de laminación donde consiste en recubrir por ambas caras con polietileno y UV, esto le dará resistencia y protección al saco. El operario inicia añadiendo la materia prima e insumos establecidos, esta mezcla se realiza en la tolva y mediante un sistema de succión de material.



Figura 14. Rollo laminado

Fuente: PROCOM S.A.C.

El rollo mediante una grúa ingresa a la máquina y se pone en marcha, con los parámetros ya dados en la misma, además el operario debe verificar que se ha

hecho una calibración y limpieza de la laminadora. Cabe recalcar que se inicia con una velocidad controlada la cual ira ejerciendo presión sobre la manga, la cual se irá laminando. El inspector de calidad de igual manera supervisa el gramaje de la manga laminada antes de que proceda por lo que realiza muestras de calidad. Finalmente, el rollo laminado pasa al siguiente proceso de impresión.

D. Impresión

En esta área se encuentran 2 impresoras de las cuales, una es de 6 colores y la otra de 8 colores, en este caso para nuestro objeto de estudio se tomó la máquina que presenta ocho estaciones de color ya que es la más actual y es la que se utiliza para realizar los pedidos de sacos laminados impresos.



Figura 15. Configuración de la impresora

Fuente: PROCOM S.A.C.

Inicia con el requerimiento del cliché con el diseño especificado a imprimir y la limpieza del mismo y de las bombas de la impresora con alcohol reciclado. Luego, se encargan de colocar el cliché a la impresora, y el llenado de las pinturas que se van utilizar en las bombas de succión. Para los clichés se deberá tomar en cuenta el diámetro que cuenta cada rodillo a utilizar, las distancias necesarias entre cada logo que ha solicitado el cliente, la distancia del largo del saco, etc. Con respecto a la tinta, esta tendrá que mantener una viscosidad apropiada para el tipo de saco imprimir. Al inicio de la impresión del rollo se verifican la calidad de impresión puesta en máquina, si estuviese correcto se dará inicio a la producción, caso contrario, se revidará el montaje de los clichés nuevamente. Durante el proceso de impresión el operador verificará periódicamente el tono de la tina, estructura y encuadre del logotipo, si hubiese

alguna anomalía, este deberá tomar medidas necesarias para retomar las condiciones necesarias.



Figura 16. Medición de viscosidad

Fuente: PROCOM S.A.C.

Cuando se esté por terminar la impresión de la manga del rollo, el operador tendrá que reducir gradualmente la velocidad de la máquina, hasta que esta se detenga.



Figura 17. Rollo impreso

Fuente: PROCOM S.A.C.

Posteriormente, el operario realizará la descarga de la manga impresa y se colocará un nuevo eje armado en la máquina. De esta manera, se dará inicio a la impresión de la nueva manga.

E. Conversión

El proceso de conversión se conforma de dos pasos básicos que son: el corte de la manga y la costura del saco. El proceso se inicia cuando la manga es cargada al carril de la maquina convertidora. Luego, el operador se encarga de pasar correctamente la tela por los rodillos de arrastre hasta llegar a la cámara de

corte donde está la cuchilla de corte. El operario será el encargado de ajustar los parámetros de la convertidora (ancho, largo, tiempo de corte, temperatura de cuchilla). Luego, deberá regular la velocidad expresada en sacos por minutos, rpm de la máquina de coser, rpm de la faja transportadora, longitud de las puntadas, etc. Para concluir el trabajador debe realizar la toma de las medidas de ancho y largo del saco, al inicio de cada manga a trabajar, para cerciorarse que éstas se encuentren dentro de las especificaciones requeridas, caso contrario regulará los parámetros. Cada vez que la máquina desplace 100 unidades sobre el carril, el operador cogerá el paquete y trasladará hacia su mesa para el conteo e inspección. La inspección de sacos se realizará por ambas caras.



Figura 18. Área de Conversión

Fuente: PROCOM S.A.C.

F. Prensado

Para culminar en el proceso de prensa, el operario y su ayudante colocan en la máquina un promedio de 1 000 sacos.

3.2.4. Sistema de Producción

La empresa Procesadora Comercializadora Montenegro S.A.C. posee un sistema de producción de flujo continuo ya que se mantiene en funcionamiento las 24 horas del día por lo que se producen productos diferentes tipos de sacos de manera simultánea.

3.2.5. Análisis del Proceso Productivo

Como ya se ha realizado nuestra determinación de producto a analizar con el análisis ABC, en este caso se consideró un lote de un pedido, las cuales nos

permitirán identificar diagnosticar el proceso de los sacos laminados impresos, para lo que se consideraron las siguientes características:

Pedido: 100 000 sacos

Impresión: 22,5 X 36 pulg. 72 Gr. DANÉS SUPERIOR RENDIDOR

El saco laminado impreso cuenta con un gramaje de 72 donde:

- De tejido tiene un peso de: 54,75 Gr.
- De laminado tiene un peso de: 17,25 Gr.

En la siguiente figura 19 se puede observar el diseño de impresión del pedido en estudio de la investigación.



Figura 19. Diseño de arte del cliché para el saco a imprimir

Fuente: PROCOM S.A.C.

A partir de esos datos se utilizaron las herramientas gráficas como:

➤ **Diagrama de Bloques**

En la figura 20, se muestra del diagrama de bloques del proceso productivo de sacos laminados impresos.

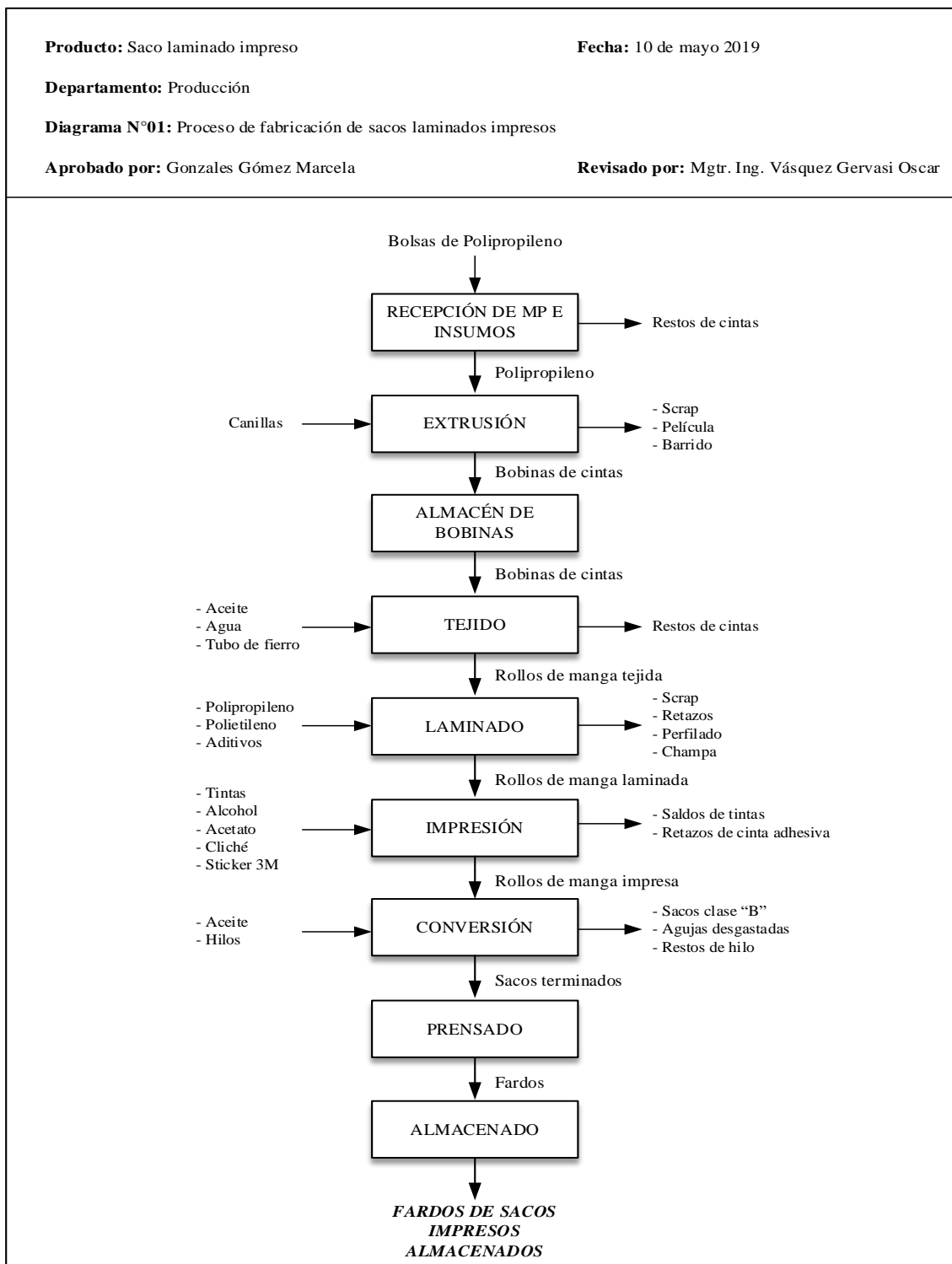


Figura 20. Diagrama de Bloques del Proceso de sacos laminados impresos

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Método de Estudio de Tiempos**

a. Técnica de muestreo

Para establecer el número de veces que se debe observar en el proceso, el número recomendado según General Electric Company nos dice los ciclos de observación como una guía para el número de ciclos que se deben realizar como se muestra en la tabla 18.

El procedimiento de estudio de tiempos de la línea de producción es:

Tabla 18. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 – a más	3

Fuente: Niebel, 2014:340

Según nuestro muestreo preliminar del tiempo promedio del ciclo del proceso es de 8 399 minutos, y el rango de muestra según la información tomada del Time Study Manual de los Erie Works the General Electric Company [23], determinamos que según el tiempo de ciclo observado se encuentra entre 40 a más min, por lo que el número recomendado es de 3 ciclos. Por consiguiente, se concluye según las observaciones hechas en el estudio preliminar de 3 muestras, es la adecuada.

b. Tiempo promedio

En la tabla 19 se muestra la técnica a implementar y se obtiene como tiempo promedio 8 399 minutos para el pedido ya mencionado de sacos laminados impresos bajo condiciones de trabajo normales considerando que se trabaja 12 horas por turno de lunes a sábado. Calculamos los tiempos necesarios en base a 3 ciclos observados.

Tabla 19. Estudio de tiempos del proceso de sacos laminados impresos

Ítem	Actividades del proceso	Ciclo observado (minutos)			(min)	Tiempo promedio (minutos)
		1	2	3		
1	Traslado de MP	30	25	27	82	27
2	Mezclado y Extrusión	30	35	32	97	32
3	Embobinado	120	130	125	375	125
4	Traslado de bobinas	40	30	35	105	35
5	Tejido de cintas	6 008	6040	6020	18 068	6 030
6	Traslado de rollos	20	15	18	53	18
7	Laminación	360	350	365	1 075	358
8	Traslado de rollo laminado	30	25	32	87	29
9	Impresión	900	910	908	2 718	906
10	Traslado de rollo impreso	40	25	30	95	32
11	Conversión	540	580	552	1 672	557
12	Traslado de sacos	30	35	30	95	32
13	Prensado y enfardelado	180	170	175	525	175
14	Etiquetado de fardos	15	15	18	48	16
15	Traslado al almacén	30	25	26	81	27
TOTAL		8 373	8 410	8 393		8 399

Fuente: Elaboración Propia

➤ Diagrama de operaciones del proceso

En la figura 21 se detalla el proceso, el cual cuenta con un total de 8 operaciones, 9 operaciones combinadas, 6 inspecciones y 1 almacenamiento al finalizar el proceso; por otro lado, se observa que el cuello de botella se encuentra en la etapa de tejido con un tiempo de 6 008 minutos, siendo un proceso principal para la fabricación de los sacos.

Producto: Saco laminado impreso **Fecha:** 20 de mayo 2019
Departamento: Producción
Diagrama N°02: Proceso de fabricación de sacos laminados impresos
Aprobado por: Gonzales Gómez Marcela **Revisado por:** Mgtr. Ing. Vásquez Gervasi Oscar

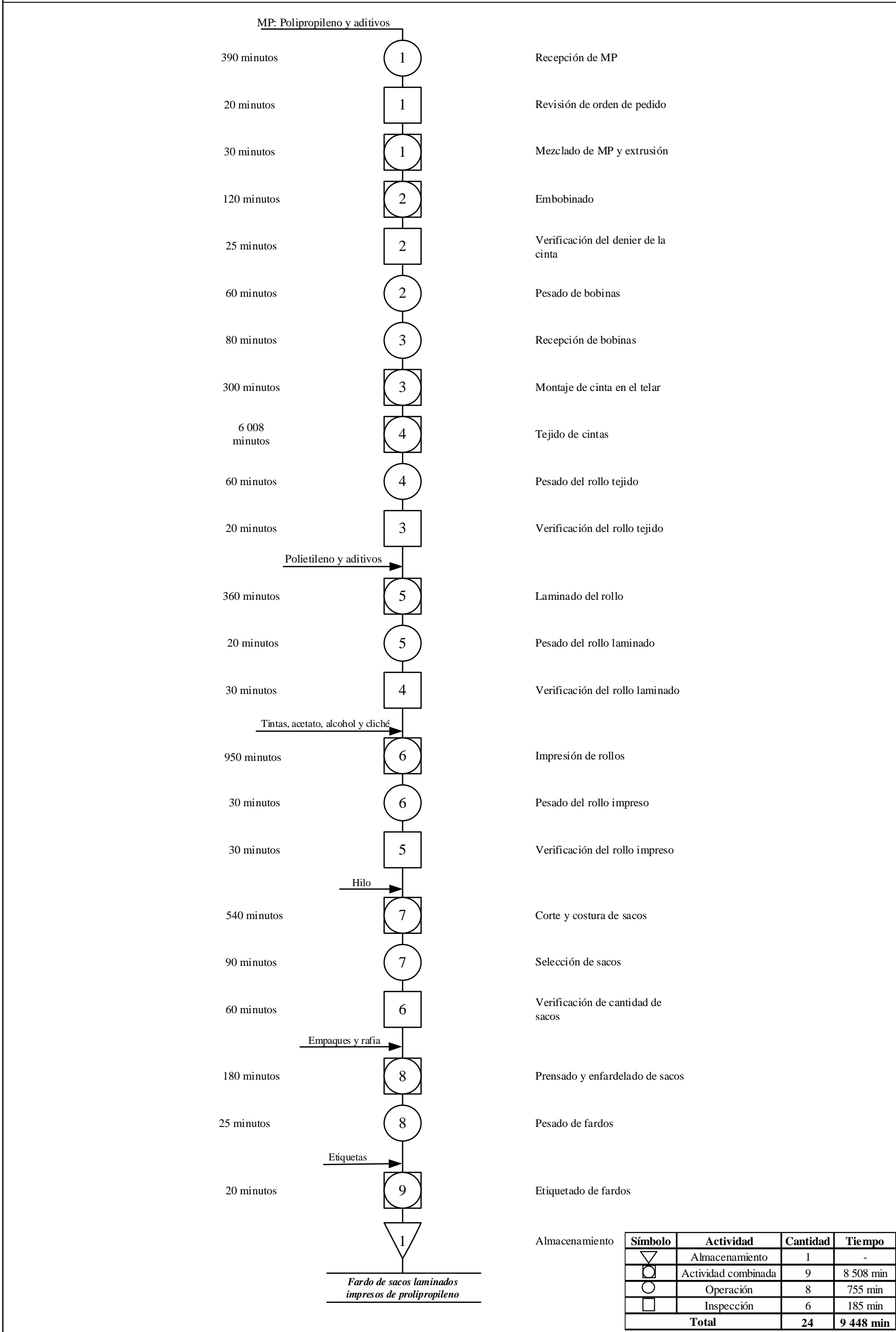


Figura 21. Diagrama de operaciones del proceso de producción

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Diagrama de análisis de proceso**

En la figura 22 se muestran todos los tiempos los tiempos de las actividades para el proceso de elaboración de un lote de 100 000 sacos laminados impresos, obteniendo un total de 24 actividades las cuales son productivas 9 combinadas; de igual manera se cuenta con 15 actividades improproductivas divididas en 4 almacenamientos y 11 transportes. Lo cual de esto se puede observar que en total del proceso se tiene un total de 13 258 minutos y la cantidad de metros recorridos en el proceso es de 179 metros.

Por lo que se halla el porcentaje de actividades productivas e improproductivas. Para las actividades productivas se toman como numerador y en el denominador el tiempo total de producción.

$$\% \text{ Actividades Productivas} = \frac{(8\ 083)}{(13\ 258)} * 100 = 60,97\%$$

Se observa con la fórmula realizada que se obtiene un valor de 60,97% en sus operaciones productivas.

$$\% \text{ Actividades Improproductivas} = \frac{(4\ 680 + 495)}{(13\ 258)} * 100 = 39,03\%$$

De igual manera realizando la fórmula de actividades improproductivas se obtiene un valor de 39,03%, estos porcentajes completan el 100% de actividades las cuales se muestran en el diagrama de análisis de producción de la empresa.

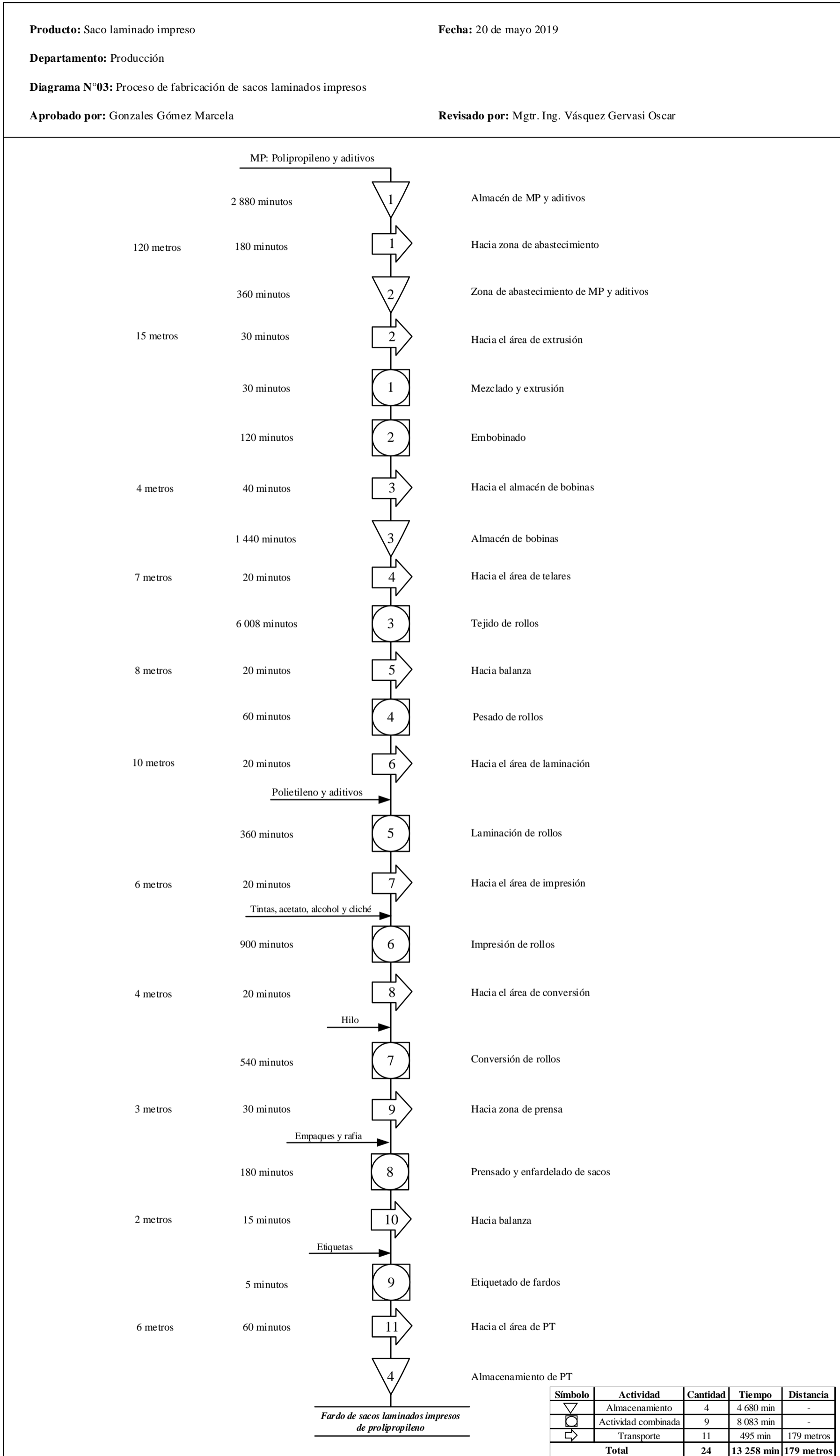


Figura 22. Diagrama de análisis del proceso de elaboración de sacos laminados impresos

Fuente: Elaboración Propia

➤ Cuello de botella

De acuerdo con el estudio de tiempos realizado (tabla 19), se logra apreciar en la siguiente tabla 20, que el cuello de botella se encuentra en el tejido de las cintas con un tiempo de 6 030 minutos.

Tabla 20. Tiempos de producción promedio de las etapas del proceso

Etapas	Actividades	Tiempo promedio (min)
Extrusión	Traslado de MP	27
	Mezclado y Extrusión	32
	Embobinado	125
	Traslado de bobinas	35
Telares	Tejido de cintas	6 030
	Traslado de rollos tejidos	18
Laminación	Laminado de rollos	358
	Traslado de rollos laminados	29
Impresión	Impresión de rollos	906
	Traslado de rollos impresos	32
Conversión	Corte de sacos	557
	Traslado de sacos	32
Prensado	Prensado y enfardelado de sacos	175
	Etiquetado de fardos	16
Almacenamiento	Traslado al almacén	27
TOTAL		8 399

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que en la figura 23 se ilustra el diagrama de línea de producción actual de los sacos laminados impresos para observar a detalle el proceso.

➤ Tiempo Ciclo

Este indicador está determinado por el conjunto de actividades que intervienen en el proceso desde que se inicia la producción hasta obtener el producto terminado, el cual también se conoce como cuello de botella, y en este caso es el tejido con 6 030 minutos.

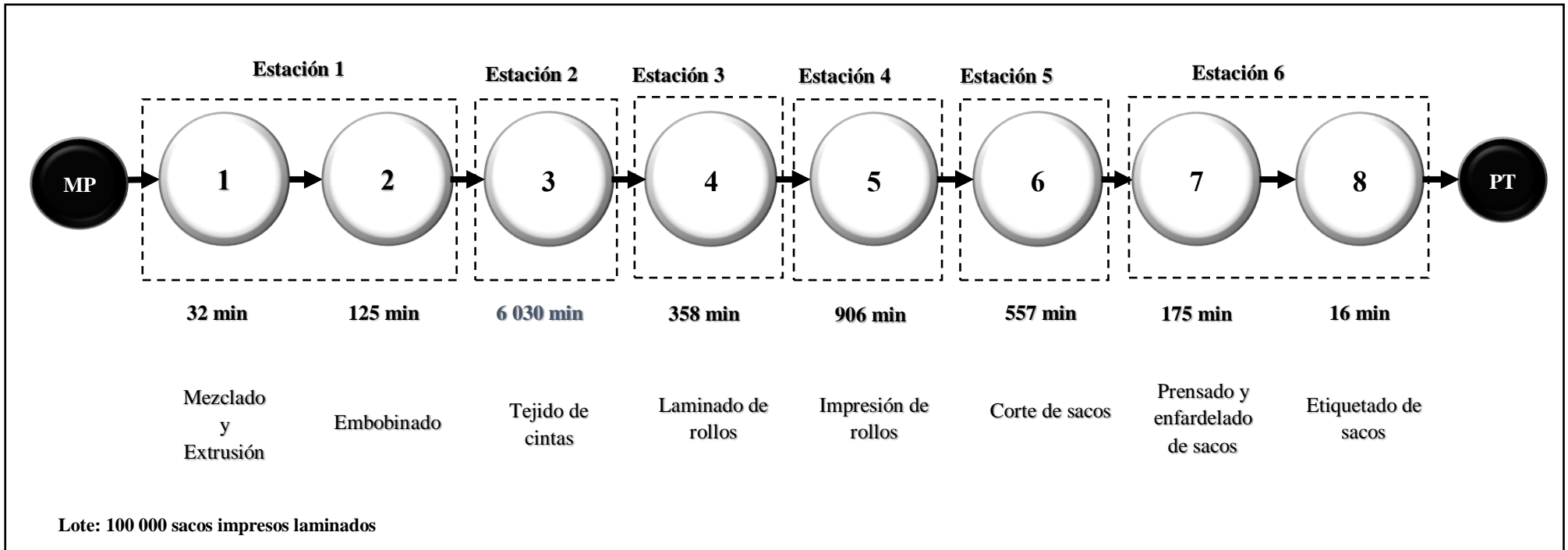


Figura 23. Proceso de producción actual de sacos laminados impresos

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Eficiencia de la línea**

En base al diagrama anterior se pueden calcular los indicadores de la línea actual de producción. Por lo que la eficiencia actual es determinada por la suma de todos los tiempos entre el número de estaciones que como se muestran son 6 y la restricción que en este caso es de 6 030 minutos y se tiene como resultado un 23,21%.

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{8\,399 \text{ min}}{6 * 6\,030 \text{ min}} = 23,21\%$$

➤ **Tiempo muerto**

El tiempo muerto viene determinado por la resta de la multiplicación del número de estaciones y el cuello de botella menos la suma total de tiempos del proceso.

$$\text{Tiempo muerto} = (6 * 6\,030 \text{ min}) - 8\,399 \text{ min} = 27\,781 \text{ min}$$

En la tabla 21 se puede observar el resumen de los indicadores de la línea de producción actual.

Tabla 21. Indicadores de la línea de producción actual

Indicador	Actual
Número de estaciones	6
Tiempo de ciclo	6 030 min
Eficiencia de línea	23,21%
Tiempo muerto	27 781 min

Fuente: Elaboración Propia

Para detectar las causas actuales en la etapa de tejido que es el cuello de botella se empleó la actitud interrogante o 5WH en la cual se responde a las siguientes: ¿qué se hace? ¿Dónde se hace? ¿cuándo se hace? ¿cómo se hace? Esta técnica se muestra en la siguiente tabla 22. Donde se logra a observar que no se aprovecha al máximo la capacidad de la máquina y no se puede lograr aumentar la producción ya que solo se tiene una máquina asignada para el pedido en estudio.

Tabla 22. 5WH de la etapa de tejido

ETAPA: TEJIDO DE CINTAS		
¿Qué se hace?		
Se tejen las cintas con las bobinas (trama y urdimbre) para formar el saco	¿Por qué se hace?	Porque es donde se forma la base para hacer un saco ya sea para los diferentes tipos que la empresa hace.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí.
	¿Cuál es la finalidad?	La finalidad es que se teja el rollo con las especificaciones requeridas por el pedido.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguna
¿Dónde se hace?		
En el área de Telares	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el área designada según la empresa.
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No.
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar con las condiciones adecuadas para evitar defectos en la fabricación de los sacos.
¿Cuándo se hace?		
Después de la etapa de embobinado	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es lo que continua del proceso de extrusión.
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No.
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí.
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No.
¿Quién lo hace?		
El operario del área de telares	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Sí.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Tener rapidez para realizar los cambios.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Una persona con experiencia y capacitada para así reducir tiempos.
¿Cómo se hace?		
Se eligen las bobinas a utilizar y se van cambiando cuando la máquina lo requiera	¿Por qué se hace así?	Porque es la forma en que trabaja la maquinaria
	¿Es preciso hacerlo así?	Sí.
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se mejoraría, si se logra aprovechar al máximo la capacidad de la máquina de manera que se pueda agregar otra maquinaria para así aumentar la producción del pedido y se reduzcan los retrasos de producción.

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Diagrama de recorrido**

En la figura 24 se muestra el recorrido del proceso de sacos laminados impresos, y se pueden apreciar todos los movimientos innecesarios que se realizan, teniendo un total de 179 metros como recorrido total para las diferentes áreas.

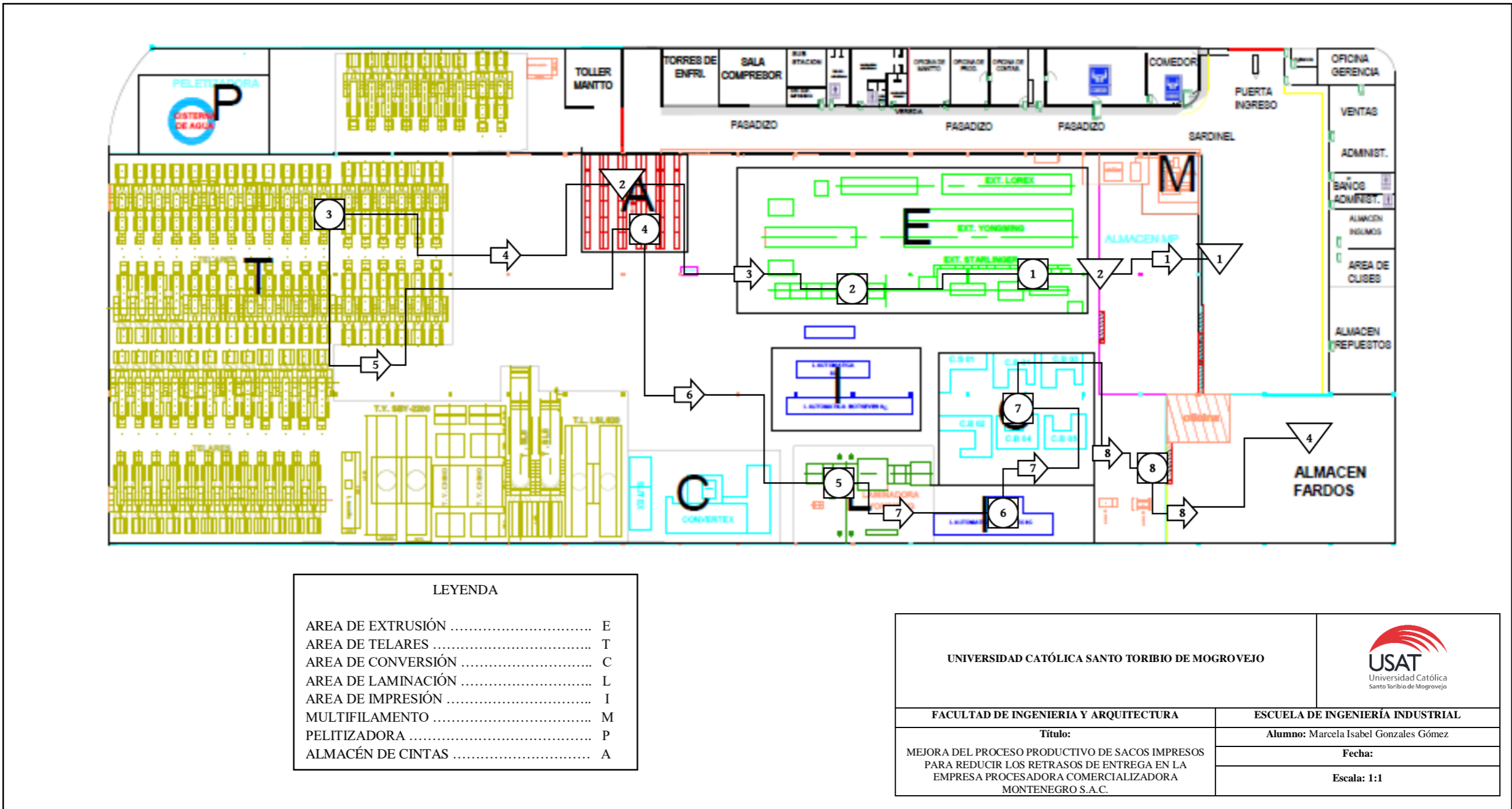


Figura 24. Diagrama de recorrido de la elaboración de sacos de polipropileno

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C.

3.2.6. Indicadores Actuales del Proceso

Para conocer a detalle la situación actual de la empresa, es necesario hacer uso de los siguientes indicadores, teniendo en cuenta un lote de 100 000 sacos laminados impresos del pedido que ya se ha mencionado anteriormente.

3.2.6.1. Indicadores de Producción

a. Producción

La producción se calcula por el tiempo base de producción entre el ciclo del proceso, cuenta con un horario de trabajo de 12 horas/turno por lo que se hallara la producción por turno.

$$Producción = \frac{\text{Tiempo base (Tb)}}{\text{Tiempo Ciclo}}$$

- Tiempo Ciclo: 6 030 minutos \cong 100,5 horas
(Este tiempo ciclo como se trabaja en base a los 100 000 sacos, se obtiene: 0,00105 horas/sacos)

$$Producción = \frac{12 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}}{0,00105 \frac{\text{hora}}{\text{sacos}}} = 11\,940,29 \frac{\text{sacos}}{\text{turno}}$$

$$Producción = 11\,940 \text{ sacos/turno}$$

b. Capacidad de Diseño

Se determinó considerando el cuello de botella en la etapa de tejido, por lo que en un turno de 12 horas y en el mes se realizan 52 turnos, se tiene la capacidad de producir 594 286 sacos al mes.

$$\text{Capacidad de Diseño} = \frac{12 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * 52 \frac{\text{turnos}}{\text{mes}}}{0,00105 \frac{\text{hora}}{\text{sacos}}} = 594\,285,71$$

$$\text{Capacidad de Diseño} \cong 594\,286 \text{ sacos/mes}$$

c. Capacidad Efectiva

Para hallar la capacidad efectiva de la empresa se tomó en cuenta solo 11 horas en el turno, que sería la tasa de mayor producción que realizan y en los 52 turnos de igual manera, entonces se obtiene una capacidad de 544 762 sacos al mes.

$$\text{Capacidad Efectiva} = \frac{11 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * 52 \frac{\text{turnos}}{\text{mes}}}{0,00105 \frac{\text{hora}}{\text{sacos}}} = 544\,762,90 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad Efectiva} \cong 544\,762 \text{ sacos/mes}$$

d. Capacidad Real

Es la mayor producción que pueden realizar, la cual es de 544 762 sacos laminados impresos.

e. Capacidad Ociosa

Este indicador es el resultado de la resta entre la capacidad de diseño y capacidad real, por lo que el cálculo es:

$$\text{Capacidad Ociosa} = 594\,286 \text{ sacos} - 544\,762 \text{ sacos}$$

$$\text{Capacidad Ociosa} = 49\,524 \text{ sacos/mes}$$

f. Índice de Utilización

Se calculó mediante la división entre la capacidad real y la capacidad de diseño, obteniendo un resultado de 91,67%.

$$\text{Utilización} = \frac{544\,762 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}}{594\,286 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}} * 100$$

$$\text{Utilización} = 91,67\%$$

3.2.6.2. Indicadores de Productividad

a. Productividad de Materia Prima

Para la cantidad de unidades que se han tomado como referencia como materia prima se utiliza el polipropileno el cual ingresa en la etapa de extrusión y en laminación, por lo que en la siguiente tabla 23 se muestran sus cantidades.

Tabla 23. Cantidad de materia prima utilizada

Etapa	MP (kg)
Extrusión	6 465
Laminación	1 608,8
TOTAL	8 073,8

Fuente: Elaboración Propia

$$Productividad MP = \frac{100\ 000\ sacos}{8\ 073,8\ kg}$$

$$Productividad MP = 12,39\ sacos/kg$$

Esto quiere decir que, se producen 12 sacos laminados impresos por cada kg de materia prima.

b. Productividad de Mano de Obra

Para este indicador se muestra la división de la producción y el total de operarios que laboran, por lo que en la planta hay un total de 124 operarios, sin embargo, como estamos tomando para un turno solo tomaremos 62 operarios lo que para el lote de 100 000 unidades.

$$Productividad\ de\ M.O. = \frac{11\ 940,29\ sacos/turno}{62\ operarios}$$

$$Productividad\ de\ M.O. = 192,58\ sacos/operario * turno$$

Esto quiere decir, que se producen un promedio de 193 sacos laminados impresos por operario en el turno.

c. Productividad Económica

Este indicador se calculó en base a los costos de producción: mano de obra, material directo para realizar el lote de 100 000 unidades, por lo que primero se analizarán los datos:

- Costo de Materia Prima

El costo de 1kg de polipropileno cuesta S/2,50 y se requieren un total de 6 465 kg para la etapa de extrusión y 1 608,8 kg para la etapa de laminado.

$$\text{Costo de materia prima} = 2,50 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} * \left(6\,465 \frac{\text{kg}}{\text{sacos}} + \frac{1\,608,8\text{kg}}{\text{sacos}} \right)$$

$$\text{Costo de materia prima} = 20\,184,5 \text{ soles/kg}$$

- Costo de Insumos

De igual manera los insumos para el proceso son la tinta se utilizará un total de 108,2 kg con un costo de S/.11,25 por kilo y el hilo para el cocido de sacos es de 108 kg con un costo de S/.1,3 por kilo, por lo que el cálculo será el siguiente.

$$\text{Costo de insumos} = \left(108,2 \frac{\text{kg}}{\text{sacos}} * 11,25 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} \right) + \left(108 \frac{\text{kg}}{\text{sacos}} * 1,3 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} \right)$$

$$\text{Costo de insumos} = 1357,65 \text{ soles/sacos}$$

- Costo de Mano de Obra

El sueldo del personal operativo es de S/.1 200 mensual, para su cálculo se considera que para realizar los 100 000 sacos laminados impresos se necesita un total de 9 turnos y en cada turno trabajan 62 operarios.

$$\text{Costo de Mano de Obra} = 40 \frac{\text{soles}}{\text{turno}} * 9 \text{ turnos} * 62 \frac{\text{operarios}}{\text{turno}}$$

$$\text{Costo de Mano de Obra} = 22\,320 \text{ soles/turno}$$

- Costo de Energía Eléctrica

De igual manera la empresa nos dio el costo anual de este suministro que es un total de 1 200 000 soles al año por lo que para el lote se requiere un total de 9 turnos y en el año hay un total de 716 turnos, entonces se obtiene un costo de 15 083,80 soles.

- Costo de Agua

Para el cálculo de este costo, la empresa nos brindó el costo anual del agua el cual es de 600 000 soles al año por lo que para el lote se requiere un total de 9 turnos y en el año hay un total de 716 turnos, entonces se obtiene un costo de 7 541,90 soles.

La siguiente tabla 24 corresponde al resumen de costos del proceso de la fabricación de sacos laminados impresos, teniendo un total de S/. 67 654,23 por los 100 000.

Tabla 24. Cantidad de recursos a utilizar con su costo total

Costos		Costo Total (S/.)
Materia Prima	Polipropileno	20 184,50
	Polietileno	1 166,38
Insumos	Tintas	1 217,25
	Hilo	140,4
Mano de Obra	Operarios	22 320
Energía Eléctrica		1 503,80
Agua		7 541,90
TOTAL		67 654,23

Fuente: Elaboración Propia

$$Productividad\ Econ\acute{o}mica = \frac{100\ 000\ sacos}{67\ 654,23\ soles}$$

$$Productividad\ Econ\acute{o}mica = 1,47\ sacos/soles$$

Esto quiere decir que la productividad económica es 0,47 sacos por cada nuevo sol.

d. Eficiencia Económica

Para determinar este indicador se tiene la relación del total de ingresos obtenidos y el total de egresos por vender una unidad. El precio de venta del saco laminado es de un aproximado 0,85 soles entonces:

$$Eficiencia\ Económica = \frac{100\ 000\ sacos * 0,85\ soles/saco}{67\ 654,23\ soles}$$

$$Eficiencia\ económica = 1,25\ soles$$

Quiere decir que por cada sol invertido existe una ganancia de 0,25 soles.

3.2.7. Análisis de la entrega de pedidos

La empresa a lo largo de años ha logrado posicionarse en el mercado ya que ha venido siendo muy solicitado por grandes empresas de la región y a nivel nacional. Pese a esto, se empezó a observar que existen problemas en la entrega de sus pedidos, puesto que no llegan a cumplir con la fecha solicitada, debido a que aún se están produciendo pedidos anteriores o en otros casos por prioridad se deja de hacer un pedido para atender otro con más rapidez, generando insatisfacción en sus clientes.

Dicho lo anterior, en primer lugar, para realizar un pedido se tienen en cuenta el proceso de ventas el cual se muestra en el Anexo 4, donde se explica de manera detallada desde que se toma un pedido. Las áreas involucradas en este procedimiento son producción, calidad, almacén, ventas y diseño.

Al mismo tiempo, durante el periodo en estudio se observa que la empresa cuenta con una cantidad de pedidos no atendidos en total 12 487 706 de sacos laminados impresos, donde solo el 43,38% de los pedidos que equivalen a 7 070 738 unidades han sido atendidos como se observa en la tabla 25.

$$\% \text{ pedidos no atendidos} = \frac{5\ 416\ 968\ sacos}{12\ 487\ 706\ sacos} * 100$$

$$\% \text{ pedidos no atendidos} = 43,38\%$$

Tabla 25. Pedidos no atendidos por venta en el año 2018

Año	Mes	Ventas (unidades)	Demanda (unidades)	Pedidos no atendidos (unidades)
2018	Enero	508 468	693 433	184 965
	Febrero	674 650	971 339	296 689
	Marzo	474 105	1 026 745	552 640
	Abril	875 112	1 302 538	427 426
	Mayo	721 572	1 127 191	405 619
	Junio	848 248	1 415 822	567 574
	Julio	344 342	1 170 323	825 981
	Agosto	643 214	1 081 858	438 644
	Setiembre	282 366	501 821	219 455
	Octubre	640 999	1 226 221	585 222
	Noviembre	240 472	405 230	164 758
	Diciembre	817 190	1 565 185	747 995
TOTAL		7 070 738	12 487 706	5 416 968

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Esta demanda que no ha sido atendida genera un total de utilidades no percibidas de S/. 4 604 422,80 como se puede ver en la siguiente tabla 26.

Tabla 26. Utilidades no percibidas por demanda no atendida

Producto	Cantidad (unidades)	Precio de venta (S/.)	Utilidad no percibida (S/.)
Sacos laminados impresos	5 416 968	0,85	4 604 422,80

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente se calculó el índice de cumplimiento de los pedidos que han sido atendidos, con respecto al producto en estudio durante el año 2018, asimismo se puede ver el detalle mensual de este mismo en la siguiente tabla 27 y de igual manera en la figura 25 donde solo se tiene un total de 4 953 068 unidades que fueron entregadas a tiempo según lo solicitado.

$$Pedidos entregados a tiempos = \frac{4\,953\,068 \text{ unidades}}{7\,070\,438 \text{ unidades}} * 100$$

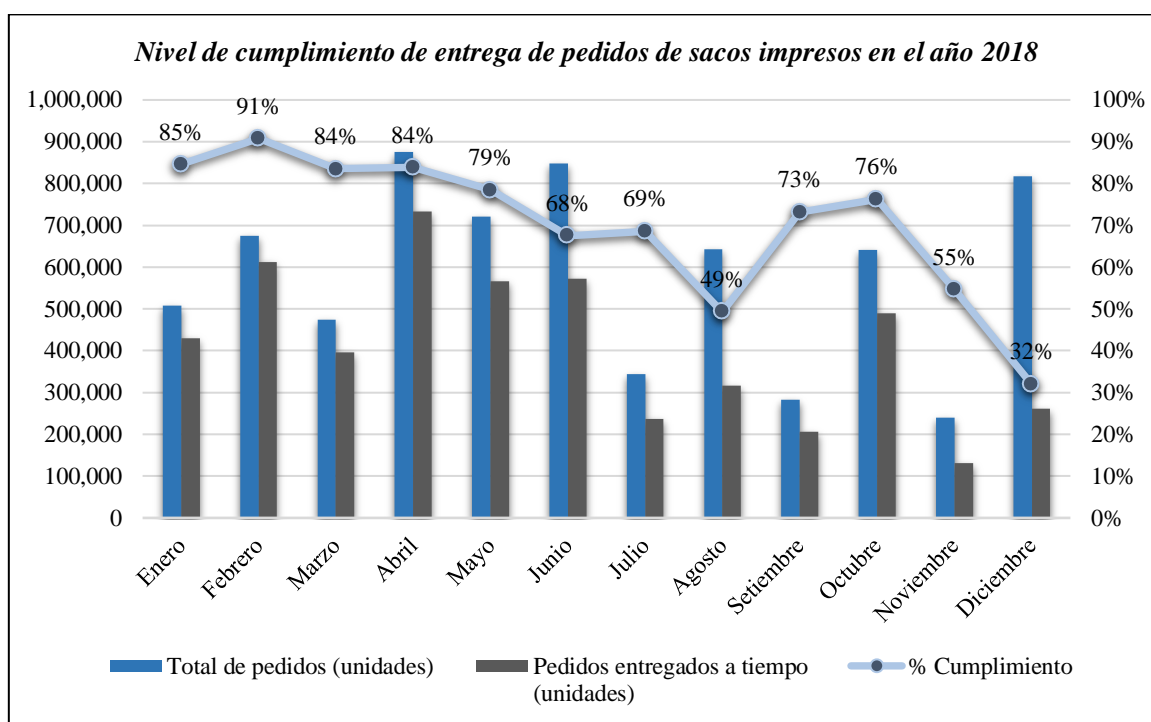
$$Pedidos entregados a tiempo = 70\%$$

Nos da como resultado en el año 2018, un nivel de 70%, siendo evidencia que existen problemas en el proceso productivo ya que no cumple con el 100% de los pedidos que debería entregar a tiempo.

Tabla 27. Nivel de cumplimiento de pedidos de sacos laminados impresos

Año	Mes	Total de pedidos (unidades)	Pedidos entregados a tiempo (unidades)	% Cumplimiento
2018	Enero	508 468	430 032	85%
	Febrero	674 650	612 488	91%
	Marzo	474 105	396 206	84%
	Abril	875 112	733 673	84%
	Mayo	721 572	566 439	79%
	Junio	848 248	572 968	68%
	Julio	344 342	236 212	69%
	Agosto	643 214	316 912	49%
	Setiembre	282 366	206 498	73%
	Octubre	640 999	489 018	76%
	Noviembre	240 472	131 416	55%
	Diciembre	817 190	261 206	32%
Total		7 070 738	4 953 068	70%

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C.

**Figura 25. Gráfico del nivel de cumplimiento de pedidos de sacos impresos**

Fuente: Elaboración Propia

Simultáneamente, en la tabla 28 se muestra la cantidad de pedidos con retraso en la entrega que son un total de 2 117 670 sacos laminados impresos los cuales generan pérdidas económicas en la empresa ya que el precio cambia al ser entregados fuera de tiempo se tiene un monto de S/. 211 767.

Tabla 28. Pérdidas económicas por pedidos con retraso en el año 2018

Año	Mes	Pedidos entregados con retraso				Pérdida Económica (S/.)
		Cantidad (unidad)	Precio Unitario (S/.)	Valor (S/.)	Precio por retraso (S/.)	
2018	Enero	78 436	0,85	66 670,60	0,75	7 843,60
	Febrero	62 162	0,85	52 837,70	0,75	6 216,20
	Marzo	77 899	0,85	66 214,15	0,75	7 789,90
	Abril	141 439	0,85	120 223,15	0,75	14 143,90
	Mayo	155 133	0,85	131 863,05	0,75	15 513,30
	Junio	275 280	0,85	233 988,00	0,75	27 528,00
	Julio	108 130	0,85	91 910,50	0,75	10 813,00
	Agosto	326 302	0,85	277 356,70	0,75	32 630,20
	Setiembre	75 868	0,85	64 487,80	0,75	7 586,80
	Octubre	151 981	0,85	129 183,85	0,75	15 198,10
	Noviembre	109 056	0,85	92 697,60	0,75	10 905,60
	Diciembre	555 984	0,85	472 586,40	0,75	55 598,40
TOTAL		2 117 670		1 800 019,50		1 588 252,50
						211 767,00

Fuente: Elaboración propia en base a PROCOM S.A.C.

Tabla 29. Índice de cumplimiento de pedidos con retraso en el año 2018

Mes	Total de pedidos (unidades)	Pedidos entregados con retraso (unidades)	% Cumplimiento
Enero	508 468	78 436	15%
Febrero	674 650	62 162	9%
Marzo	474 105	77 899	16%
Abril	875 112	141 439	16%
Mayo	721 572	155 133	21%
Junio	848 248	275 280	32%
Julio	344 342	108 130	31%
Agosto	643 214	326 302	51%
Setiembre	282 366	75 868	27%
Octubre	640 999	151 981	24%
Noviembre	240 472	109 056	45%
Diciembre	817 190	555 984	68%
Total	7 070 738	2 117 670	30%

Finalmente se pone en evidencia el incumplimiento de entrega de pedidos los cuales cuentan con retraso los que equivalen en promedio a un 30% como se aprecia en la tabla 29, problema que ocurre cuando los pedidos no se entregan en el tiempo pactado. Y esto a causa de problemas en el área de impresión que se seguidamente se describirá en la investigación.

3.2.8. Análisis del área de impresión

Por lo consiguiente, como se describió la empresa ha tenido retrasos en sus productos en los pedidos con impresión por paradas de producción en el área de impresión la cual posee un mayor de horas con respecto a las demás, la data registrada se muestra en el Anexo 7 el total de horas en cada mes durante el año 2018 y en el Anexo 8 y 9 mediante un diagrama de Pareto las causas más representativas del área.

A continuación, en la tabla 30 se presentan las causas de paradas que existen, las cuales ya están determinadas por la empresa con su cantidad y porcentaje respectivo, a la vez mediante el diagrama de Pareto en la figura 26, se logra observar que el cambio de molde es la parada que cuenta con un total de 1 583,89 horas y representa un 64% respecto a las otras, por lo que se tomó como la principal causa que afecta en el retraso de pedidos con impresión.

Tabla 30. Paradas de producción en el área de impresión en el año 2018

Paradas de producción	Cantidad (horas)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cambio de molde	1 583,89	64%	64%
Falla mecánica	170,7	7%	71%
Falta de personal	134,5	5%	76%
Falta de relevo	97	4%	80%
Parada técnica	82,98	3%	84%
Control del producto	81,09	3%	87%
Falta de material	68,97	3%	90%
Limpieza	65,34	3%	92%
Otros	56,67	2%	95%
Falla eléctrica	45,97	2%	96%
Mantenimiento Preventivo	42,69	2%	98%
Problemas con el material	38,28	2%	100%
Corte de energía eléctrica	3	0%	100%
Sin programación	3	0%	100%
Total	2 474,08	100%	

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

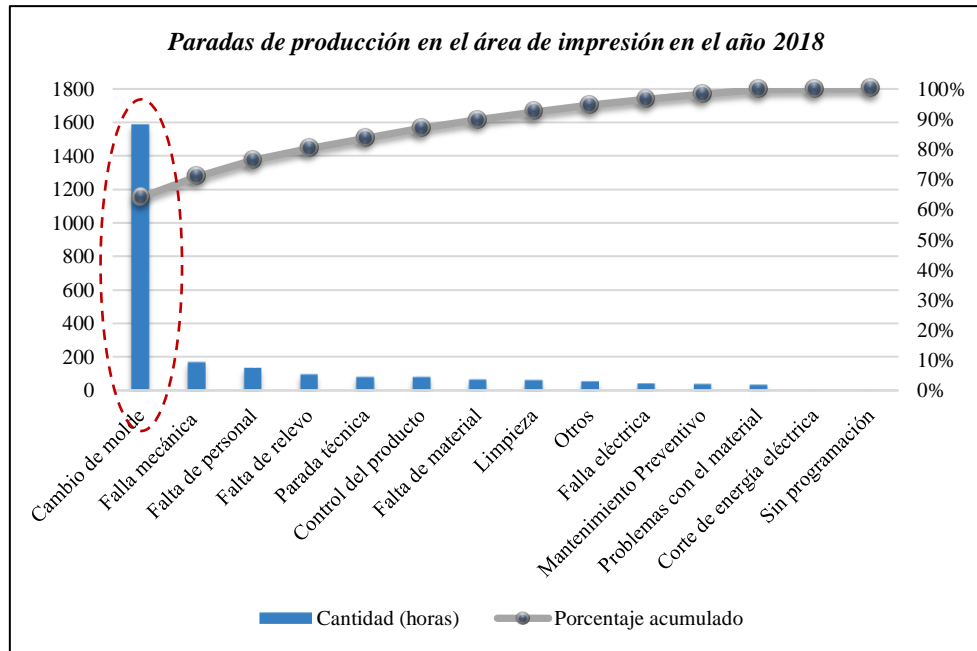


Figura 26. Diagrama de Pareto de paradas de producción en el área de impresión en el año 2018

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Con el fin de poder analizar a detalle el área y lo que está ocurriendo con la causa identificada, mediante la técnica 5WH se procedió a realizar las siguientes preguntas: ¿qué se hace? ¿Dónde se hace? ¿cuándo se hace? ¿cómo se hace?, se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. 5WH de la etapa de impresión

ETAPA: IMPRESIÓN DE ROLLOS		
¿Qué se hace?		
Se imprimen los rollos laminados	¿Por qué se hace?	Porque el cliente ha requerido el pedido con impresión.
	¿Es necesario hacerlo?	Sí.
	¿Cuál es la finalidad?	La finalidad es que se imprima el rollo con las especificaciones dadas por el pedido.
	¿Qué otra cosa podría hacerse para alcanzar el mismo resultado?	Ninguna
¿Dónde se hace?		
Se realiza en el área de impresión	¿Por qué se hace ahí?	Porque es el área designada según la empresa para el proceso
	¿Se conseguirán ventajas haciéndolo en otro lado?	No.
	¿Podría combinarse con otro elemento?	No.
	¿Dónde podría hacerse mejor?	En un lugar con las condiciones adecuadas para evitar defectos en la fabricación de los rollos impresos.
¿Cuándo se hace?		
Después de la etapa de laminado de rollos	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es lo que continua del proceso de laminación
	¿Sería mejor realizarlo en otro momento?	No.
	¿El orden de las acciones es el apropiado?	Sí.
	¿Se conseguirán ventajas cambiando el orden?	No.
¿Quién lo hace?		
El operario de impresión	¿Tiene las calificaciones apropiadas?	Sí.
	¿Qué calificaciones requiere el trabajo?	Conocimiento de la máquina, experiencia y precisión.
	¿Quién podría hacerlo mejor?	Una persona con experiencia y capacitada para así se pueda realizar con mayor rapidez.
¿Cómo se hace?		
Se coloca el rollo laminado y se realizan los ajustes del cambio de molde para proceder a la impresión	¿Por qué se hace así?	Porque es la forma en que trabajan los rollos laminados para ser impresos.
	¿Es preciso hacerlo así?	Sí.
	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se podría hacer con un procedimiento estandarizado, donde se aproveche el tiempo tanto del operario y la capacidad de la maquinaria. A su vez reducir errores de operación y los retrasos en la producción.

Fuente: Elaboración Propia

Con esta técnica se logró identificar en la impresión de rollos mediante las respuestas de las preguntas realizadas como se ve en la tabla 32, que se necesita un procedimiento estandarizado y se aprovechen los tiempos para así reducir los retrasos en la producción donde puedan realizar de mejor forma el cambio de molde.

Tabla 32. Cuadro resumen de 5WH de la impresión de rollos

Etapa	Descripción de la actividad	Pregunta	Respuesta
Impresión de rollos	Se coloca el rollo laminado y se realizan los ajustes del cambio de molde para proceder a la impresión	¿Cómo podríamos hacerlo mejor?	Se podría hacer con un procedimiento estandarizado, donde se aproveche el tiempo tanto del operario y la capacidad de la maquinaria. A su vez reducir errores de operación y los retrasos en la producción.

Fuente: Elaboración Propia

Por consiguiente, el cambio de molde es que aquella parada de producción con mayor tiempo de horas. Pues es aquella actividad donde se realiza la preparación de máquina y posee actividades las cuales se hacen con la máquina en funcionamiento y otras no, entre ellas:

- Cambio de accesorios: en esta etapa, el operario y el volante cambian las tintas, clichés o el rollo que se va imprimir.
- Ajuste de presión y encaje: aquí se realiza el ajuste de presión, de manera que se basa en la posición de cada color que es vertical y horizontal.
- Verificación y ajustes finales: el inspector de calidad y el jefe de turno dan primero la aprobación de la prueba de impresión que se ha realizado y sea igual a la muestra que ya se tiene, una vez esto ya se pone en marcha a la impresora.

En efecto, se analizó las actividades que conforman esta etapa con el fin de lograr reducir el tiempo de preparación del cambio de molde para un rollo por lo que a continuación, cabe recalcar que es un resumen de las actividades, ya que en el área existe un operario y un volante los cuales se encargan de la máquina. El tiempo que se tiene es de 194,93 minutos como se muestra en la figura 27 donde mediante el diagrama hombre-máquina se puede llegar a obtener el tiempo ocioso y la productividad tanto del operario como de la máquina.

Producto: Saco laminado impreso			Fecha: 20 de mayo del 2020		
Departamento: Producción					
Diagrama N°04: Hombre - máquina de la etapa de impresión					
Aprobado por: Gonzales Gómez, Marcela			Revisado por: Ing. Oscar Vásquez Gervasi		
OPERARIO			MÁQUINA		
N° de actividad	Descripción	Tiempo (min)	N° de actividad	Descripción	Tiempo (min)
1	Inspeccionar estado de impresora antes de inicio de actividades	4,34	1	Inspeccionar estado de impresora antes de inicio de actividades	4,34
2	Revisar programa de producción.	0,58	2	Espera	0,58
3	Limpiar rodillos, tinas y bombas de impresión.	11,67	3	Espera	11,67
4	Instalar juego de clichés en impresora.	112,71	4	Instalar juego de clichés en impresora.	95,64
5	Abastecer de tinta y solventes a cada grupo de impresión.	7,93	5	Abastecer de tinta y solventes a cada grupo de impresión.	7,93
6	Efectuar pruebas y definir conformidad de diseño para iniciar producción.	6,05	6	Efectuar pruebas y definir conformidad de diseño para iniciar producción.	6,05
7	Abastecerse de rollos por imprimir y alimentar impresora.	3,81	7	Abastecerse de rollos por imprimir y alimentar impresora.	3,81
8	Cambiar rollo impreso.	2,55	8	Espera	2,55
9	Controlar viscosidad de tintas.	0,62	9	Espera	0,62
10	Controlar calidad de impresión vs muestra aprobada.	5,33	10	Espera	5,33
11	Espera	33,55	11	Patrullar Impresora observando funcionamiento.	50,62
12	Retirar rollo impreso.	5,79	12	Retirar rollo impreso.	5,79
TOTAL		194,93	TOTAL		194,93

Figura 27. Diagrama de hombre – máquina de la etapa de impresión

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Como resultados del diagrama anterior el operario tiene un total de 33,55 minutos de tiempo ocioso y una productividad de 82,79% y la máquina un total de 20,75 minutos con un 89,36%, se puede observar en la siguiente tabla 33.

Tabla 33. Resultados de hombre – máquina de la etapa de impresión

	Operario (min)	Máquina (min)
Tiempo ocioso	33,55	20,75
Jornada	660	660
Tiempo unitario ciclo	194,93	194,93
Tiempo productivo	161,38	174,18
Productividad	82,79%	89,36%

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Resumiendo, los datos analizados en el área de impresión se tienen en la siguiente tabla 34, el tiempo actual del cambio de molde.

Tabla 34. Tiempo actual de cambio de molde del área de impresión

Producto	Tiempo total (min)	Tiempo ocioso (min)
Saco laminado impreso	194,93	33,55

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C., 2018

Ahora bien, en la tabla 35 se refleja el resumen de los indicadores actuales identificados en el diagnóstico. Entre los indicadores de producción se tiene una producción de 11 490 sacos por turno, donde el cuello de botella es la etapa de tejido el cual equivale a 6 030 minutos con una eficiencia de línea de 23,21%, 6 estaciones de trabajo y un índice de utilización de 91,37%. También se hallaron las actividades productivas e improductivas las cuales son 60,97% y 39,03% respectivamente. Seguidamente en los indicadores de productividad, el personal operativo realiza aproximadamente 193 sacos por turno, una productividad económica de 0,47 sacos por cada sol y una eficiencia económica que por cada sol invertido obtiene una ganancia de 0,25 soles. Por otro lado, se evidenció que el 43,38% de los pedidos solicitados no son atendidos, y de los pedidos que si son atendidos no todos son entregados a tiempo por lo que cuenta con un nivel de cumplimiento de entrega a tiempo de 70% y en consecuencia genera pérdidas en la empresa. Para concluir se ve que estos retrasos en los pedidos se deben a problemas que existen en el área de impresión donde el cambio de molde es que ocupa más horas de paradas en la

producción por lo que se analizó el proceso de impresión y se tiene un total de 194,93 minutos y un tiempo ocioso de 33,55 minutos.

Tabla 35. Resumen de Indicadores Actuales

Indicadores	Antes de la Mejora
Producción	11 490 sacos/turno
Capacidad de diseño	594 286 sacos/mes
Capacidad efectiva	544 762 sacos/mes
Capacidad real	544 762 sacos/mes
Capacidad ociosa	49 524 sacos/mes
Índice de utilización	91,37%
Productividad de materia prima	12,39 sacos/kg
Productividad de mano de obra	192,5 sacos/op.turno
Productividad económica	0,47 sacos/nuevo sol
Eficiencia económica	1,25
Cuello de botella	6 030 minutos
Número de estaciones	6
Eficiencia de la línea	23,21%
Tiempo muerto	27 781 minutos
Actividades productivas	60,97%
Actividades improductivas	39,03%
Pedidos no atendidos	43,38%
Pedidos con retraso	30%

Fuente: Elaboración Propia

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

3.3.1. Análisis y evaluación de la información del proceso

A partir del diagnóstico realizado durante el año 2018 (tabla 35) del proceso productivo de sacos laminados impresos de la empresa Procesadora Comercializadora Montenegro S.A.C. se logró identificar que el principal problema es el bajo nivel de cumplimiento de la entrega de los pedidos a tiempo por lo que ocurren retrasos y esto a causas demoras por paradas de producción (tabla 27) en el proceso productivo como el cambio de molde en el área de impresión (figura 26) el cual cuenta con mayor horas y existe tiempos ociosos en las actividades del operario de impresión por un proceso no estandarizado (figura 27).

Finalmente, en la siguiente figura 28 se muestra el diagrama de causa efecto o también conocido como diagrama de Ishikawa donde se logró identificar las principales causas que afecta la entrega a tiempo de los productos pedidos.

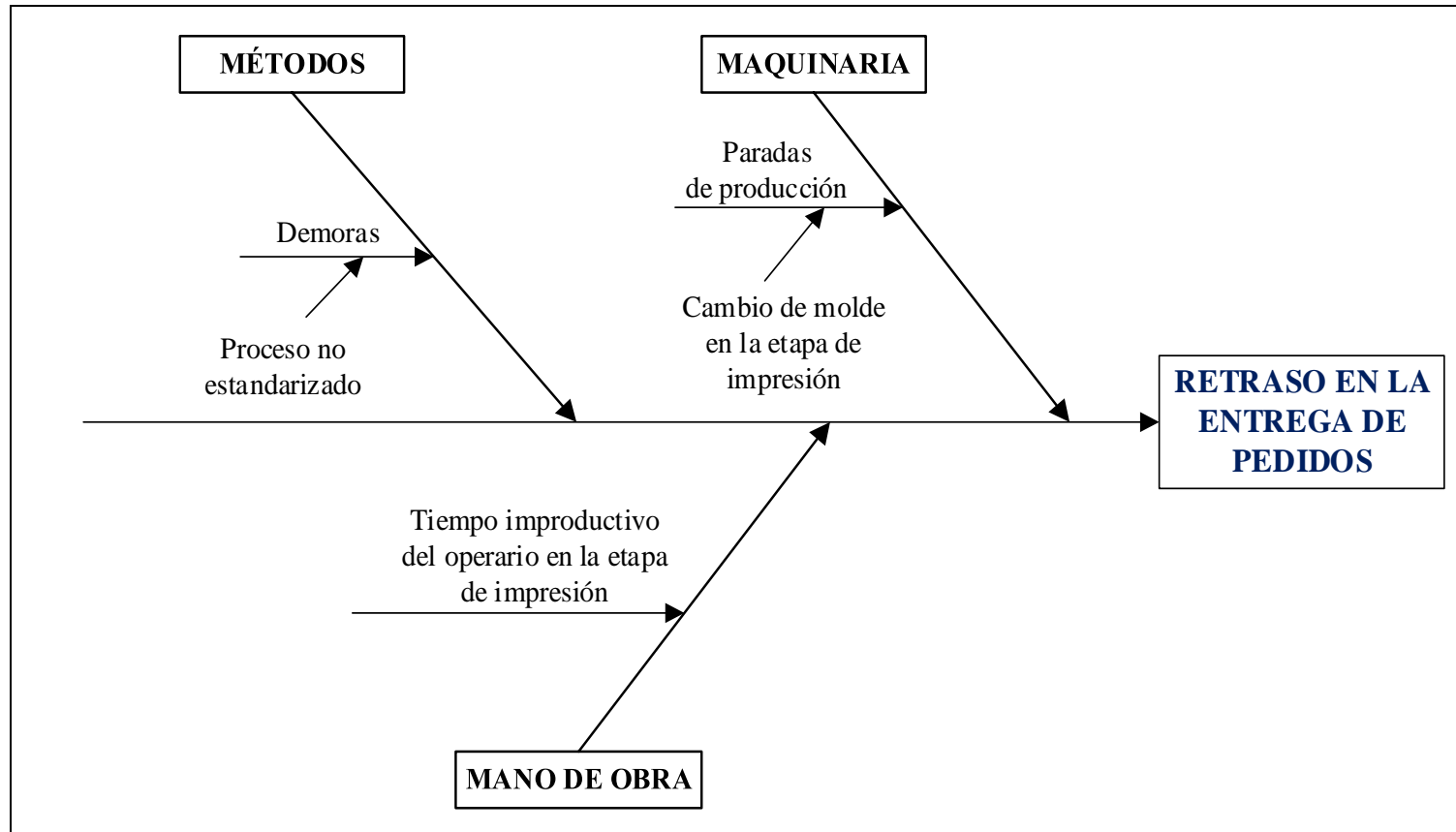


Figura 28. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2. Problemas, Causas y Pérdidas

En la tabla 36, se muestra las pérdidas económicas de la empresa PROCOM S.A.C. durante el año 2018 en su proceso productivo de sacos laminados impresos por retrasos en la entrega de sus pedidos, lo cual se ve reflejada en un total de S/.4 816 189,80.

Tabla 36. Resumen de las Pérdidas Económicas en el año 2018

Problema	Causas	Pérdida Económicas (S/.)
Retraso en la entrega de pedidos	Pedidos no atendidos	211 767,00
	Pedidos con retraso	4 604 422,80
TOTAL		4 816 189,80

Fuente: Elaboración Propia

Respecto a las ventas, se puede ver que en el año 2018 por causa de pedidos no atendidos la utilidad no percibida ha sido de S/. 211 767 lo cual refleja el 4,40% de la pérdida económica.

Mientras que, por los pedidos con retraso, la utilidad ha sido de S/. 4 604 422,80 lo que representa el 95,40% de la pérdida económica.

3.3.3. Evaluación de Herramientas - Mejoras

Para un mejor análisis de las herramientas a utilizar para el desarrollo de nuestra propuesta, se realizó una matriz de enfrentamiento donde se comparan las causas identificadas entre sí de manera que con una escala de valoración de factores como se observa en tabla 37 donde 1 es si el factor es más importante o si tiene una importancia equivalente y 0 es si el factor es menos importante, por lo que se obtuvo el porcentaje de valoración de cada uno de ellos como se tiene en la tabla 38.

Tabla 37. Escala de valoración de factores

1	Más importante / importancia equivalente
0	Menos importante

Fuente: Elaboración Propia

A: Alto tiempo de cambio de molde en el área de impresión

B: Proceso no estandarizado

C: Tiempo ocioso del operario

D: Cuello de botella

Tabla 38. Matriz de factores de priorización

Factores	A	B	C	D	Conteo	Ponderación
A		1	1	1	3	38%
B	1		1	0	3	25%
C	0	1		1	1	25%
D	1	0	0		1	13%
Total					8	100%

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la matriz de enfrentamiento en la tabla 38 con las causas identificadas, se aprecia que el alto tiempo de cambio de molde en el área de impresión y la falta de estandarización del proceso son las que poseen más porcentaje.

Luego se procedió a la búsqueda de las herramientas para el desarrollo de las mejoras por lo que en la a continuación se presentan las herramientas propuestas y sus beneficios para la investigación:

- **Single Minute Exchange of Die (SMED)**

Según IPEA [39], nos menciona que la técnica SMED tiene como beneficios:

- La capacidad productiva: Al reducir los tiempos de cambio, el tiempo ahorra se convierte en productivo, por lo que aumenta la productividad de la empresa.
- La reducción de stock: Fabricar en lotes pequeños lo que permite una menor cantidad de materia prima en los almacenes.
- La mejora del servicio al cliente: Facilita a la empresa la capacidad para ajustarse al mercado reduciendo el tamaño de los lotes.

- **Balanceo de líneas**

En su investigación López, Martínez, Quirós y Sosa [40], sostienen que el balanceo de línea aporta en:

- Identifica la operación cuello de botella
- Determina el número de estaciones de trabajo
- Aumenta la producción
- Reduce el costo de producción

- **Estandarización de procesos**

Prats [41] menciona los siguientes beneficios en implementar la estandarización de procesos en su organización:

- La reducción de pérdidas
- Mejora la productividad en el proceso
- Incremento en la calidad del producto

Cabe resaltar que la herramienta SMED es una de las que más beneficio posee en relación a los costes ya que tiene un grado de implantación del 16% aproximadamente según la Escuela de Organización Industrial [33] en base a una encuesta realizada en empresas de España de manera que llega a impactar de forma positiva en ellas, logrando una reducción de plazos de producción un 89%.

En la siguiente tabla 39 se tiene la escala de valoración para realizar la priorización de las herramientas como mencionan Díaz, Jarufe y Noriega [42] .

Tabla 39. Escala de valoración

10	Excelente
8	Muy bueno
6	Bueno
4	Regular
2	Deficiente

Fuente: Díaz, Jarufe y Noriega, 2013:50

Seguidamente, en la tabla 40 se muestra la asignación del valor en base a la escala de valoración a cada herramienta propuesta.

Tabla 40. Matriz de asignación de puntajes

Factores	Herramientas		
	SMED	Estandarización de procesos	Balanceo de líneas
A	10	4	6
B	10	10	8
C	8	6	6
D	2	6	4

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, con el método de análisis de factores ponderados donde las filas que se encuentran en la parte superior son las herramientas de mejora y en la columna las

causas que provocan los retrasos de entrega se lograron determinar el orden del desarrollo de estas mismas como se muestra en la siguiente tabla 41.

Tabla 41. Matriz de ranking de factores

Factores	Ponderación	Herramientas		
		SMED	Estandarización de procesos	Balanceo de líneas
A	38%	3,75	1,5	2,25
B	25%	2,5	2,5	2
C	25%	2,00	1,5	1,5
D	13%	0,25	0,75	0,5
Total	100%	8,5	6,25	6,25

Fuente: Elaboración propia

Según la matriz de enfrentamiento se puede observar que la herramienta que más destaca es el SMED, seguido de la estandarización de procesos y el balanceo de líneas. Estas herramientas abarcan las causas que han sido identificadas en el diagnóstico actual, a través de esta evaluación de herramientas se busca mejorar los tiempos de entrega y aumentar su productividad, logrando reducir tiempos que no agregan valor en el proceso. Las herramientas que se utilizarán para el desarrollo serán SMED y el balanceo de líneas.

3.3.4. Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación

Mediante la matriz de operacionalización como se observa en la tabla 42 podemos ver las herramientas a utilizar en los problemas que se han observado.

Tabla 42. Matriz de operacionalización

Área	Problema	Subproblemas	Causas	Metodologías	Logros	Indicador
P R O D U C C I Ó N	Retraso en la entrega de pedidos de sacos impresos	Paradas de producción en el área de impresión	Alto tiempo de cambio de molde	SMED	Reducir el tiempo de preparación y cambio de molde	- Tiempo de preparación
			Proceso no estandarizado			- Cumplimiento de pedidos
			Tiempo improductivo del operario			- Producción
		Demoras en el proceso productivo	Cuello de botella	Balanceo de líneas	Incremento de la producción	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.5. Problemas, Causas y Propuestas de Solución de Producción

- **Problema principal**

Al cierre del año 2018 la empresa cuenta con pedidos que han sido atendidos que equivalen al 43,38% de la producción, y de los pedidos de sacos laminados impresos que si se han llegado atender cuentan un nivel de cumplimiento de entrega a tiempo con un 70% de y los pedidos con retraso de entrega equivalen al 30% se observan en las tablas 28 y 29 ya mencionadas anteriormente, por lo generan pérdidas económicas e insatisfacción en los clientes.

- **Causas**

- **Causa 1. Demoras en el proceso productivo**

No cuenta con una estandarización de tiempos por lo que presenta tiempos ociosos, tal como se evidenció mediante el análisis de la línea de producción se identificó el cuello de botella el cual es tejido de cintas con un tiempo de 6 030 minutos en donde la eficiencia de la línea es de 23,21% y el tiempo muerto de 27 781 minutos para los sacos laminados impresos.

- **Causa 2. Cambio de molde en el área de impresión**

El área de impresión es la estación más crítica para los pedidos ya que se presentan una serie de paradas durante la producción ya sean por diferentes causas (falla mecánica, mantenimiento preventivo, falla eléctrica, falta de material, cambio de molde, falta de personal, problemas con el material, control del producto, parada técnica, limpieza, falta de relevo del personal, sin programación, corte de energía eléctrica y otros) que la empresa ya tiene determinados para cuantificar las horas perdidas por paradas, se puede evidenciar en la tabla 30 ya mencionada, donde el área de impresión cuenta con un total de 2 474,08 horas durante el año 2018 (Anexo 7). Una vez que se analizaron las paradas de producción se observó que el cambio de molde cuenta con un mayor tiempo con respecto a las otras causas, con un total de 1 583,89 horas, de manera que dentro del cambio de molde ocurren diferentes actividades, entre ellas la preparación de la máquina, cambio de accesorios entre otros.

Causa 3. Tiempo improductivo del operario del área de impresión

Se evidenció con la ayuda del diagrama hombre máquina (figura 27), que el operario cuenta con un tiempo ocioso de un total de 33,55 minutos y tiene una productividad de 82,79% y debido a que se no está aprovechando al máximo su tiempo durante la jornada laboral porque no cuenta con una estandarización de sus actividades.

- **Propuestas de Mejora**

Mejora 1. SMED

Se propone la herramienta SMED la cual relaciona las causas mencionadas ya que se encargará de identificar el flujo del proceso, las actividades en las que tiene tiempos que no agregan valor y al mismo tiempo buscar un método con más eficaz para reducir el tiempo de preparación de la máquina de forma que también beneficie tanto a los operarios como al área de impresión.

Mejora 2. Balance de Línea

Con la ayuda de esta herramienta se desea reducir el cuello de botella del proceso productivo de manera que se llegue a un balance entre las estaciones de trabajo y la reducción del tiempo muerto.

3.4. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.4.1. Desarrollo de Mejoras

3.4.1.1. Mejora 1: SMED

El proceso de impresión se realiza en una impresora la cual su marca es Dynaflex, esta es alimentada por bobinas donde se utilizan clichés ya sean de fotopolímeros o jebe, que contienen el modelo que se va a imprimir, son grabados en las telas de los sacos con tintas que contengan el color que el diseño del pedido requiera. A continuación, se muestra en la figura 29 la impresora con la que cuenta la empresa y en la siguiente figura 30, se ilustra como es el cliché que utilizan para los pedidos.



Figura 29. Impresora Dynaflex

Fuente: Starlinger [43]

Se inicia cuando los clichés se fijan en un cilindro porta clichés, se hace el uso de una cinta adhesiva la cual se coloca en la superficie bordeando todo el molde de los clichés. En esta impresora se pueden manejar hasta seis colores por impresión, estas son unidades que están compuestas por una rasqueta, un cilindro porta clichés y el cilindro anilox.

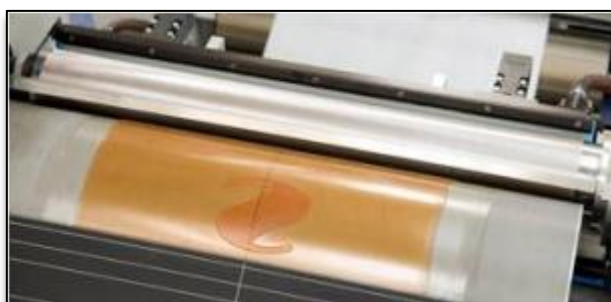


Figura 30. Cliché en una bobina de la impresora

Fuente: Starlinger [43]

La impresora se divide en cinco módulos, los cuales son:

- a) Módulo de desembobinado
- b) Módulo de impresión
- c) Módulo de secado
- d) Módulo de embobinado
- e) Módulo de control

A continuación, se realiza una descripción del proceso para un cambio de producto. Se inicia cuando se ha terminado de imprimir el último metro del pedido anterior y el inspector de calidad de la aprobación de comenzar con el próximo

pedido. Durante ese tiempo el proceso de alistamiento de cambio de producto se divide en las siguientes etapas:

- **Cambio de accesorios:** en esta etapa, el operario y el volante armar la secuencia de colores y define los anilox a utilizar, revisan la orden de fabricación para ver el tipo de impresión a realizar, alistan los clichés e informan al jefe de turno que tintas van a necesitar para solicitar al almacén prepare los colores y también el rollo que se va imprimir.
- **Ajuste de presión y encaje:** aquí se realiza el ajuste de presión, de manera que se observa más la experiencia del operario ya que regula de forma manual las presiones, el volante lo ayuda en la limpieza de los tambores, los cuales se ensucian de tinta durante la regulación, guardar los cilindros porta clichés, llenar el formato del control de la producción y limpiar el área, estas actividades las realiza hasta que el operario termine de hacer los ajustes de encaje de la impresión.
- **Verificación y ajustes finales:** el inspector de calidad y el jefe de turno dan primero la aprobación de la prueba de impresión que se ha realizado y sea igual a la muestra que ya se tiene, una vez esto ya se pone en marcha a la impresora.

A. Etapa Preliminar: Diagnóstico Inicial

Recapitulando del diagnóstico realizado se evidenció en el diagrama hombre-máquina que el operario cuenta con un total de 194,93 minutos para realizar sus operaciones, dicho esto como se mencionó anteriormente que se realizó el análisis de forma resumida por lo que a continuación se desglosarán las actividades a detalle tanto del operario y su ayudante en el área de impresión. Cabe resaltar que en esta investigación se aplica la técnica del SMED para realizar un cambio de 2 colores a 3 colores.

En las siguientes tablas 43 y 44 se pueden apreciar todas las actividades con sus respectivos tiempos tanto como del operario y del volante al momento de realizar el cambio. Se puede ver que el volante cuenta con un total de 39 actividades y un total de 6 582 segundos, mientras que el operario con un total de 26 actividades y un tiempo de 5 114 segundos.

Tabla 43. Procedimiento actual del volante para el cambio de molde en la impresora Dynaflex

ACTIVIDADES DEL VOLANTE		
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)
1	Recibe la programación de impresión del jefe de turno	6
2	Se dirige a el departamento de Calidad, para solicitar la muestra y la coloca sobre la mesa de trabajo	102
3	Busca el cliché en el almacén de clichés y revisa que tintas se van a utilizar	98
4	Se traslada al almacén de tintas, selecciona las que necesita y las lleva a la impresora	130
5	Luego de haber abastecido con las tintas, se dirige a dejar lo saldos de tintas al almacén de tintas	880
6	Se dirige al módulo de desembobinado para colocar el rollo de prueba	14
7	Busca en el almacén de rollos el rollo de prueba a utilizar	146
8	Acondiciona el rollo de prueba	150
9	Se dirige al tablero de control y apaga los anilox	14
10	Detiene las bombas para que las tintas se escurran de los contenedores	38
11	Se dirige a la unidad 1, revisa la cámara y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	27
12	Busca el alcohol usado, lo vierte en el contenedor de la unidad 1, hace que gire y enciende el anilox 1	51
13	Se dirige a la unidad 2, revisa la cámara y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	28
14	Apaga el anilox 1, se dirige a la unidad 1, apaga la bomba y levanta la tapa para escurrir	19
15	Retira la cámara de la unidad 1, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	114
16	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 1 a la 2, hace que gire y enciende el anilox 2	25
17	Se dirige a la unidad 3, revisa la cámara y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	28
18	Apaga el anilox 2, se dirige a la unidad 2, apaga la bomba y levanta la tapa para escurrir	19
19	Retira la cámara de la unidad 2, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	120
20	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 2 a la 3, hace que gire y enciende el anilox 3	24
21	Enciende el anilox 1 y 2	6
22	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 1 y lava el anilox 1	152
23	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 2 y lava el anilox 2	152
24	Apaga el anilox 3, se dirige a la unidad 3, apaga la bomba y levanta la tapa para escurrir	19
25	Retira la cámara de la unidad 3, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	115
26	Se dirige al tablero de control y enciende el anilox 3	6
27	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 3 y lava el anilox 3	148
28	Se dirige al tablero de control y apaga los tres anilox	13
29	Verifica que los sellos y raquetas de las cámaras estén en cada unidad y las coloca	179
30	En un contenedor limpio para la unidad y lo coloca en el piso. Busca tinta, regresa y la vierte en el contenedor, luego prende la bomba y hace que gire con la tinta. Enciende los 3 anilox (en cada unidad).	248
31	Busca una jarra con alcohol y la vierte en el contenedor con tinta de manera que mide su viscosidad; luego vuelve a buscar y verter alcohol hasta que la viscosidad sea la especificada. (En cada unidad)	512
32	Se dirige al almacén de rollos y busca el rollo con las condiciones adecuadas para iniciar la impresión	144
33	Espera a que el operario termine su trabajo	772
34	Acondiciona el rollo N° 1 y junta las telas	148
35	Recibe la orden del operario para buscar al inspector de calidad y el jefe de turno	11
36	Se dirige a buscar al inspector de calidad y al jefe de turno	689
37	Lleva los contenedores que utilizó a la zona de contenedores y vierte las tintas en los bidones	63
38	Se dirige al almacén de tintas y deja los bidones que no va a utilizar	89
39	Luego se pone a limpiar los contenedores que ya no está utilizando con trapo y alcohol	1 083
TOTAL		6 582

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44. Procedimiento actual del operario para el cambio de molde en la impresora Dynaflex

ACTIVIDADES DEL OPERARIO		
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)
1	Limpiar el cliché con trapo y alcohol	22
2	Mide y marca el cliché	21
3	Coloca el duplotex sobre el cliché y hace la marca de impresión	65
4	Detiene la impresora, baja el rollo impreso y acondiciona el nuevo eje para poner el rollo de prueba	153
5	Despega los moldes de clichés del rodillo porta clichés de cada unidad de impresión y los coloca sobre la mesa de trabajo	496
6	Empieza a preparar las mantas para los rodillos porta clichés de las unidades de impresión que va a utilizar	181
7	Se dirige a la unidad de impresión con el nuevo cliché y manta. Coloca la manta sobre el porta clichés	283
8	Busca el duplotex, coloca el nuevo cliché, lo centra en las marcas de impresión y lo sujeta	545
9	Coloca la marca de impresión	22
10	Mide la longitud de impresión según la muestra e ingresa los datos en la pantalla táctil en el tablero de control	60
11	Se pone a limpiar y regular los electrodos de la corona	100
12	Espera a que su ayudante termine su trabajo	501
13	La impresora inicia a trabajar y junta los rodillos anilox al cliché de manera que se verifica la impresión	120
14	Da presión al rodillo impresor de cada unidad y revisa que la impresión salga de acuerdo a la muestra	393
15	Se dirige a la última unidad y verifica que la impresión concuerde con la muestra	100
16	Va al tablero de control y realiza algunos ajustes para lograr el encaje correcto de colores	30
17	S551i la impresión requiere que sea de manera horizontal, se dirige a las unidades para mover con la perilla horizontal. Asegura los clichés.	275
18	Pone en pausa la impresora, baja el rollo de prueba y acondiciona el eje para colocar el rollo N°01	80
19	Espera a que su ayudante termine su trabajo	60
20	Coloca en marcha la impresora y le da la orden a su ayudante de buscar al inspector de calidad y al jefe de turno	12
21	Espera al inspector de calidad y jefe de turno	680
22	Detiene la impresora y espera que el inspector de calidad y el jefe de turno realicen la verificación de la impresión de acuerdo a la muestra	310
23	Realiza los ajustes recomendados por el inspector y el jefe de turno	275
24	Nuevamente comienza a poner arrancar la Dynaflex a velocidad de trabajo	122
25	Regula el viscosímetro, y abre las válvulas del tanque de alcohol	24
26	Se dirige al tablero de control y completa la hoja de reporte	184
TOTAL		5 114

Fuente: Elaboración Propia

Una vez que se ha observado el procedimiento que realiza el operario y el ayudante para el alistamiento de la impresora se pudo identificar algunas de las actividades que se tienen en el área de impresión cuando la máquina se encuentra detenida como se ve en la tabla 45.

Tabla 45. Actividades en el área de impresión con la máquina detenida

VOLANTE	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza un recorrido para poder abastecerse de la muestra al departamento de calidad y al almacén de clichés para la impresión. • Hace dos recorridos que es al almacén de tintas para abastecerse de las tintas requeridas, ya que no dispone de una mesa transportadora y solo puede cargar un balde de tinta en cada mano. Además, si no contaba con las tintas tenía que buscar al jefe de turno y así se pueda ir al almacén de insumos a traer lo que le falta. • Tenía que buscar en el almacén de rollos de prueba uno que se adapte a las características del pedido. • Se va en busca de alcohol y lo vertía en un contenedor, luego regresaba al módulo de impresión y hacía que ese gire para realizar una primera limpieza de las rasquetas, el anilox, la cámara y las mangueras. Esta actividad se realiza con la máquina en pausa. • Se demora en buscar al inspector de calidad y jefe de turno para realizar la verificación de la impresión.
OPERARIO	<ul style="list-style-type: none"> • No contaba con la mesa transportadora de rollos, ni tenía acondicionado el nuevo eje y aquí se encontraba detenida la máquina. • Cuando el cliché era de jebe tiene que preparar mantas de acuerdo a la medida de los mismos, en cambio cuando no el cliché es de fotopolímero no lo requiere. • Mide la longitud de la impresión y repetición de la muestra para ingresar los datos en la pantalla táctil. • Espera demasiado tiempo hasta que llegue el inspector de calidad y el jefe de turno. • Se demora en realizar la programación de parámetros para que el inspector de calidad y jefe de turno aprueben la impresión. Dichos ajustes los hace solo, sin apoyo del ayudante.

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber identificado las actividades tanto del operario como del volante, también se clasificaron las actividades ya sean externas e internas como se ven en las tablas 46 y 47.

Tabla 46. Clasificación de las actividades internas y externas del procedimiento actual del volante para el cambio de molde

ACTIVIDADES DEL VOLANTE			
Ítem	Descripción de la actividad	Tipo	
		Interna	Externa
1	Recibe la programación de impresión del jefe de turno		X
2	Se dirige a el departamento de Calidad, para solicitar la muestra y la coloca sobre la mesa de trabajo		X
3	Busca el cliché en el almacén de clichés y revisa que tintas se van a utilizar		X
4	Se traslada al almacén de tintas, selecciona las que necesita y las lleva a la impresora		X
5	Luego de haber abastecido con las tintas, se dirige a dejar lo saldos de tintas al almacén de tintas		X
6	Se dirige al módulo de desembobinado para colocar el rollo de prueba	X	
7	Busca en el almacén de rollos el rollo de prueba a utilizar	X	
8	Acondiciona el rollo de prueba	X	
9	Se dirige al tablero de control y apaga los anilox	X	
10	Detiene las bombas para que las tintas se escurran de los contenedores	X	
11	Se dirige a la unidad 1, revisa la cámara y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	X	
12	Busca el alcohol usado, lo vierte en el contenedor de la unidad 1, hace que gire y enciende el anilox 1	X	
13	Se dirige a la unidad 2, revisa la cámara y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	X	
14	Apaga el anilox 1, se dirige a la unidad 1, apaga la bomba y levanta la tapa para escurrir	X	
15	Retira la cámara de la unidad 1, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	X	
16	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 1 a la 2, hace que gire y enciende el anilox 2	X	
17	Se dirige a la unidad 3, revisa la cámara y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	X	
18	Apaga el anilox 2, se dirige a la unidad 2, apaga la bomba y levanta la tapa para escurrir	X	
19	Retira la cámara de la unidad 2, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	X	
20	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 2 a la 3, hace que gire y enciende el anilox 3	X	
21	Enciende el anilox 1 y 2	X	
22	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 1 y lava el anilox 1	X	
23	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 2 y lava el anilox 2	X	
24	Apaga el anilox 3, se dirige a la unidad 3, apaga la bomba y levanta la tapa para escurrir	X	
25	Retira la cámara de la unidad 3, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	X	
26	Se dirige al tablero de control y enciende el anilox 3	X	
27	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 3 y lava el anilox 3	X	
28	Se dirige al tablero de control y apaga los tres anilox	X	
29	Verifica que los sellos y raquetas de las cámaras estén en cada unidad y las coloca	X	
30	En un contenedor limpio para la unidad y lo coloca en el piso. Busca tinta, regresa y la vierte en el contenedor, luego prende la bomba y hace que gire con la tinta. Enciende los 3 anilox (en cada unidad).	X	
31	Busca una jarra con alcohol y la vierte en el contenedor con tinta de manera que mide su viscosidad; luego vuelve a buscar y verter alcohol hasta que la viscosidad sea la especificada. (En cada unidad)	X	
32	Se dirige al almacén de rollos y busca el rollo con las condiciones adecuadas para iniciar la impresión	X	
33	Espera a que el operario termine su trabajo	X	
34	Acondiciona el rollo N° 1 y junta las telas	X	
35	Recibe la orden del operario para buscar al inspector de calidad y el jefe de turno	X	
36	Se dirige a buscar al inspector de calidad y al jefe de turno	X	
37	Lleva los contenedores que utilizó a la zona de contenedores y vierte las tintas en los bidones		X
38	Se dirige al almacén de tintas y deja los bidones que no va a utilizar		X
39	Luego se pone a limpiar los contenedores que ya no está utilizando con trapo y alcohol		X

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Clasificación de las actividades internas y externas del procedimiento actual del operario para el cambio de molde

ACTIVIDADES DEL OPERARIO			
Ítem	Descripción de la actividad	Tipo	
		Interna	Externa
1	Limpia el cliché con trapo y alcohol		X
2	Mide y marca el cliché		X
3	Coloca el duplotex sobre el cliché y hace la marca de impresión		X
4	Detiene la impresora, baja el rollo impreso y acondiciona el nuevo eje para poner el rollo de prueba	X	
5	Despega los moldes de clichés del rodillo porta clichés de cada unidad de impresión y los coloca sobre la mesa de trabajo	X	
6	Empieza a preparar las mantas para los rodillos porta clichés de las unidades de impresión que va a utilizar	X	
7	Se dirige a la unidad de impresión con el nuevo cliché y manta. Coloca la manta sobre el porta clichés	X	
8	Busca el duplotex, coloca el nuevo cliché, lo centra en las marcas de impresión y lo sujeta	X	
9	Coloca la marca de impresión	X	
10	Mide la longitud de impresión según la muestra e ingresa los datos en la pantalla táctil en el tablero de control	X	
11	Se pone a limpiar y regular los electrodos de la corona	X	
12	Espera a que su ayudante termine su trabajo	X	
13	La impresora inicia a trabajar y junta los rodillos anilox al cliché de manera que se verifica la impresión	X	
14	Da presión al rodillo impresor de cada unidad y revisa que la impresión salga de acuerdo a la muestra	X	
15	Se dirige a la última unidad y verifica que la impresión concuerde con la muestra	X	
16	Va al tablero de control y realiza algunos ajustes para lograr el encaje correcto de colores	X	
17	Si la impresión requiere que sea de manera horizontal, se dirige a las unidades para mover con la perilla horizontal. Asegura los clichés.	X	
18	Pone en pausa la impresora, baja el rollo de prueba y acondiciona el eje para colocar el rollo N°01	X	
19	Espera a que su ayudante termine su trabajo	X	
20	Coloca en marcha la impresora y le da la orden a su ayudante de buscar al inspector de calidad y al jefe de turno	X	
21	Espera al inspector de calidad y jefe de turno	X	
22	Detiene la impresora y espera que el inspector de calidad y el jefe de turno realicen la verificación de la impresión de acuerdo a la muestra	X	
23	Realiza los ajustes recomendados por el inspector y el jefe de turno	X	
24	Nuevamente comienza a poner arrancar la Dynaflex a velocidad de trabajo	X	
25	Regula el viscosímetro, y abre las válvulas del tanque de alcohol		X
26	Se dirige al tablero de control y completa la hoja de reporte		X

Fuente: Elaboración Propia

Como se describió (figura 27) se tiene actualmente un tiempo total de 194,93 minutos y un tiempo ocioso de 33,55 minutos. Por lo que una vez que las actividades ya se han desglosado (tabla 43 y 44) y separado tanto en internas como en externas (tabla 45 y 46) en la siguiente tabla 48 y en la figura 31 se tiene el resumen de las actividades donde se va a resaltar el tiempo ocioso y el tiempo interno de manera que se van a separar para poder ver con más exactitud el tiempo para el cambio de producto en la impresora. Se obtiene que el tiempo de preparación del operario es de 80 minutos y el del volante es de 69 minutos, además se puede apreciar el porcentaje de las mismas.

Tabla 48. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas actual

	Volante			Operario		
	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%
Actividades Internas	3 359	55,98	51,03%	3 557	59,28	69,55%
Tiempo Ocioso	772	12,87	11,73%	1 241	20,68	24,27%
Actividades Externas	2 451	40,85	37,24%	316	5,27	6,18%
TOTAL	6 582	109,70	100,00%	5 114	85,23	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

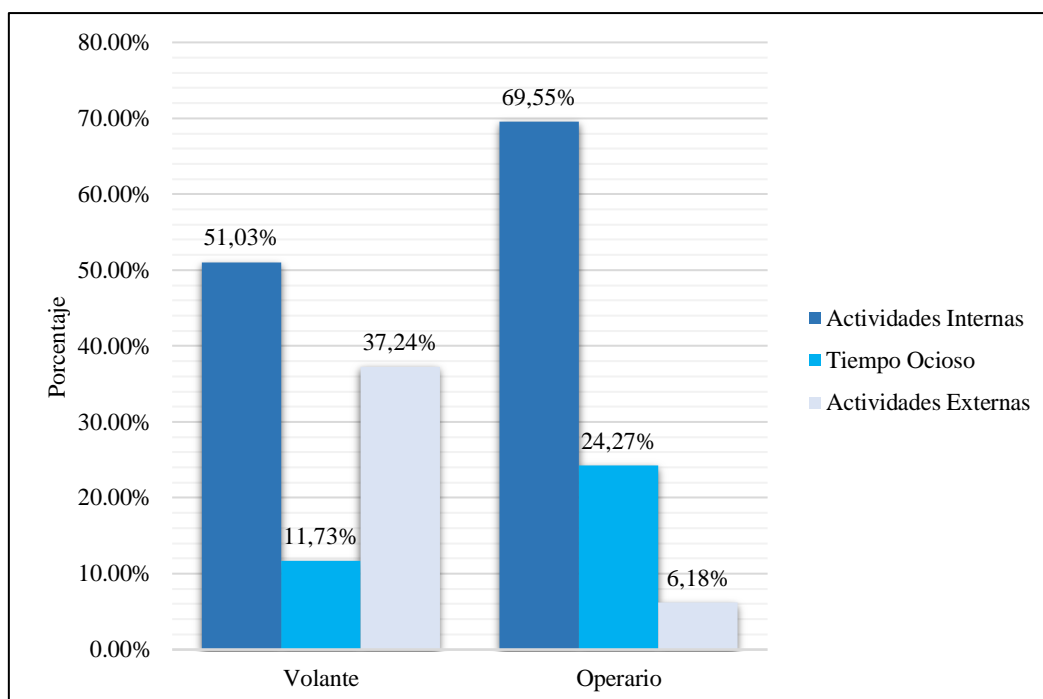


Figura 31. Participación de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas actual

Fuente: Elaboración Propia

B. Primera etapa: Separación de las preparaciones internas y externas

Una vez realizado el desglose de las actividades del proceso de cambio de producto, el siguiente paso para la implementación de esta herramienta, es identificar que operaciones se pueden realizar cuando la máquina se encuentre en funcionamiento y cuáles se puedan eliminar, ya sea en la medida en que no aportan valor a la operación. Según Villaseñor y Galindo [32], menciona que se si se llega a lograr que la mayor parte de las operaciones se conviertan en actividades externas y el tiempo de preparación interna sea realizado mientras la máquina no está operando, se puede reducir un 30 y un 50 por ciento del tiempo.

Continuando con la metodología, se pudieron identificar en las siguientes tablas 49 y 50 las actividades donde el operario y el volante deberían realizar cuando la impresora estaba trabajando. Además, se puede ver la cantidad de tiempo que se ha reducido por cada actividad.

Tabla 49. Separación de las actividades internas y externas del volante

ACTIVIDADES DEL VOLANTE				
Ítem	Descripción	Tiempos (segundos)		Observaciones
		Actual	Interna a Externa	
1	Se dirige al módulo de desembobinado para colocar el rollo de prueba	11	11	Debe realizar esa actividad antes de que se detenga la impresora.
2	Busca en el almacén de rollos el rollo de prueba a utilizar	146	146	Ya debería tener el rollo de prueba listo en el módulo de desembobinado.
3	Acondiciona el rollo de prueba	150	93	En la mesa de trabajo ya debería tener cinta adhesiva disponible y cortada para empalmar las telas y otro eje en el tubo.
4	Busca el alcohol usado, lo vierte en el contenedor de la unidad 1, hace que gire y enciende el anilox 1	51	42	Debe contar con una bandeja con alcohol en la unidad de impresión que va a utilizar.
5	Retira la cámara de la unidad 1, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	114	36	Contar con un trapo en la unidad de impresión.
6	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 1 a la 2, hace que gire y enciende el anilox 2	25	16	Debe contar con una bandeja con alcohol en la unidad de impresión que va a utilizar.
7	Retira la cámara de la unidad 2, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	120	42	Contar con un trapo en la unidad de impresión.
8	Transporta el contenedor con alcohol de la unidad 2 a la 3, hace que gire y enciende el anilox 3	24	15	Debe contar con una bandeja con alcohol en la unidad de impresión que va a utilizar.
9	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 1 y lava el anilox 1	152	35	Tener al alcance un trapo y el alcohol virgen para limpiar el anilox.
10	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 2 y lava el anilox 2	152	35	Tener al alcance un trapo y el alcohol virgen para limpiar el anilox.
11	Retira la cámara de la unidad 3, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	115	37	Contar con un trapo en la unidad de impresión.
12	Con el trapo y alcohol virgen, regresa a la unidad 3 y lava el anilox 3	148	31	Tener al alcance un trapo y el alcohol virgen para limpiar el anilox.
13	En un contenedor limpio para la unidad y lo coloca en el piso. Busca tinta, regresa y la vierte en el contenedor, luego prende la bomba y hace que gire con la tinta. Enciende los 3 anilox (en cada unidad).	248	221	Tener una bandeja donde se encuentre ya lista la nueva tinta en cada unidad de impresión.
14	Busca una jarra con alcohol y la vierte en el contenedor con tinta de manera que mide su viscosidad; luego vuelve a buscar y verter alcohol hasta que la viscosidad sea la especificada. (En cada unidad)	512	512	Hacer la actividad antes de poner en pausa la impresora.
15	Se dirige al almacén de rollos y busca el rollo con las condiciones adecuadas para iniciar la impresión	144	144	Ya debería disponer el rollo N°01 en el módulo de desembobinado.
16	Acondiciona el rollo N° 1 y junta las telas	148	91	En la mesa de trabajo ya debería tener cinta adhesiva disponible y cortada para empalmar las telas y otro eje en el tubo.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50. Separación de las actividades internas y externas del operario

ACTIVIDADES DEL OPERARIO				
Ítem	Descripción	Tiempos (segundos)		Observaciones
		Actual	Interna a Externa	
1	Detiene la impresora, baja el rollo impreso y acondiciona el nuevo eje para poner el rollo de prueba	153	111	Antes de que se detenga la máquina ya debe estar en el módulo de embobinado, y ya debe tener otro eje en el tubo. Además, ya debe tener disponible un patín traspaleta.
2	Empieza a preparar las mantas para los rodillos portaclichés de las unidades de impresión que va a utilizar	181	181	Antes de empezar a alistar la impresora ya tiene que tener preparadas las mantas para realizar el cambio del producto.
3	Busca el duplotex, coloca el nuevo cliché, lo centra en las marcas de impresión y lo sujeta	545	65	Contar con un duplotex.
4	Mide la longitud de impresión según la muestra e ingresa los datos en la pantalla táctil en el tablero de control	60	35	Antes de detener la impresora ya debería haber medido la longitud de la impresión y la repetición de la muestra.
5	Pone en pausa la impresora, baja el rollo de prueba y acondiciona el eje para colocar el rollo N°01	80	25	Contar con otro eje en el tubo con las medidas ya listas.

Fuente: Elaboración Propia

Después de haber realizado las observaciones de las actividades internas y convertirlas a externas se llegó a construir las siguientes tablas 51 y 52 con las actividades más organizadas y con una reducción de tiempos como se puede observar tanto en el volante como en el operario.

Tabla 51. Procedimiento del volante para el cambio de molde en la impresora en la etapa 1

ACTIVIDADES DEL VOLANTE				
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Tipo	
			Interna	Externa
1	Recibe la programación de impresión del jefe de turno	6		X
2	Se dirige a el departamento de Calidad, para solicitar la muestra y la coloca sobre la mesa de trabajo	102		X
3	Busca el cliché en el almacén de clichés y revisa que tintas se van a utilizar	98		X
4	Se traslada al almacén de tintas, selecciona las que necesita y las lleva a la impresora	130		X
5	Luego de haber abastecido con las tintas, se dirige a dejar lo saldos de tintas al almacén de tintas	880		X
6	Busca contenedor para la nueva tinta, la vierte y coloca el contenedor en la unidad	218		X
7	Mide la viscosidad de todas las tintas de cada uno de los contenedores	511		X
8	Busca el alcohol usado, lo vierte en el contenedor para la unidad 1, 2 y 3 respectivamente	125		X
9	Con un trapo realiza la limpieza de la cámara y lo coloca en la unidad 1, 2 y 3 respectivamente	123		X
10	Busca un trapo y alcohol virgen para la unidad 1,2,3 respectivamente	93		X
11	Busca en el almacén de rollos el rollo de prueba a utilizar	142		X
12	Acondiciona el rollo de prueba	91		X
13	Se dirige al almacén de rollos y busca el rollo con las condiciones adecuadas para iniciar la impresión	144		X
14	Acondiciona el rollo N° 1	93		X
15	Se dirige al módulo de desembobinado para colocar el rollo de prueba	14		X
16	Detiene la impresora, coloca el rollo de prueba en el eje y empalma las telas	58	X	
17	Apaga todos los anilox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y luego todas las bombas	56	X	
18	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 1 para que escurra	5	X	
19	Retira la cámara 1 de la unidad 1 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	23	X	
20	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 1, hace que gire y enciende el anilox 1	18	X	
21	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12	X	
22	Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	19	X	
23	Saca la cámara de la unidad 1, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	78	X	
24	Enciende el anilox 1, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136	X	
25	Se dirige a la unidad 2	5	X	
26	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 2 para que escurra	5	X	
27	Retira la cámara de la unidad 2 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	26	X	
28	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 2, hace que gire y enciende el anilox 2	18	X	
29	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12	X	
30	Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	19	X	
31	Saca la cámara de la unidad 2, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	78	X	
32	Enciende el anilox 2, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136	X	
33	Se dirige a la unidad 3	5	X	
34	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 3 para que escurra	5	X	
35	Retira la cámara de la unidad 3 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	24	X	
36	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 3, hace que gire y enciende el anilox 3	18	X	
37	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12	X	
38	Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	16	X	
39	Saca la cámara de la unidad 3, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	78	X	
40	Enciende el anilox 3, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136	X	
41	Verifica que los sellos y raquetas de las cámaras estén en cada unidad y las coloca	179	X	
42	Enciende las bombas de cada una de las unidades para las tintas empiecen a circular	21	X	
43	Espera a que el operario termine de colocar los clichés y encienda la impresora	1 168	X	
44	Retira el eje del rollo de prueba, y coloca el rollo N°1 y empalma las telas	63	X	
45	Recibe la orden del operario para buscar al inspector de calidad y el jefe de turno	11	X	
46	Se va en busca del inspector de calidad y jefe de turno	682	X	
47	Lleva los contenedores que utilizó a la zona de contenedores y vierte las tintas en los bidones	63		X
48	Se dirige al almacén de tintas y deja los bidones que no va a utilizar	89		X
49	Luego se pone a limpiar los contenedores que ya no está utilizando con trapo y alcohol	1 083		X
TOTAL		7127		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52. Procedimiento del operario para el cambio de molde en la impresora en la etapa 1

ACTIVIDADES DEL OPERARIO				
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Tipo	
			Interna	Externa
1	Limpia el cliché con trapo y alcohol	22		X
2	Mide y marca el cliché	21		X
3	Proveerse de duplotex	60		X
4	Coloca el duplotex sobre el cliché y hace la marca de impresión	65		X
5	Empieza a preparar las mantas para los rodillos porta clichés de las unidades de impresión que va a utilizar	181		X
6	Mide y apunta la longitud de impresión según la muestra	35		X
7	Habilita el eje para el rollo de prueba y busca el patín traspaleta para bajar el rollo N°1	116		X
8	Habilita el eje para el rollo N°1	32		X
9	Detiene la impresora, baja el rollo N°1 sobre el patin traspaleta y coloca el nuevo eje para el rollo de prueba	42	X	
10	Despega los moldes de clichés y las mantas del rodillo porta clichés de cada unidad de impresión	496	X	
11	Se dirige a la unidad de impresión con el nuevo cliché y manta. Coloca la manta sobre el porta clichés	283	X	
12	Busca el duplotex, coloca el nuevo cliché, lo centra en las marcas de impresión y lo sujeta	482	X	
13	Coloca la marca de impresión	22	X	
14	Ingresa los datos de la impresión en la pantalla táctil (longitud y repetición de la muestra)	25	X	
15	Se pone a limpiar y regular los electrodos de la corona	100	X	
16	La impresora inicia a trabajar y junta los rodillos anilox al cliché de manera que se verifica la impresión	120	X	
17	Da presión al rodillo impresor de cada unidad y revisa que la impresión salga de acuerdo a la muestra	393	X	
18	Se dirige a la última unidad y verifica que la impresión concuerde con la muestra	100	X	
19	Va al tablero de control y realiza algunos ajustes para lograr el encaje correcto de colores	30	X	
20	Si la impresión requiere que sea de manera horizontal, se dirige a las unidades para mover con la perilla horizontal. Asegura los clichés.	275	X	
21	Pone en pausa la impresora, baja el rollo de prueba y acondiciona el eje para colocar el rollo N°01	50	X	
22	Espera a que su ayudante termine su trabajo	15	X	
23	Coloca en marcha la impresora y le da la orden a su ayudante de buscar al inspector de calidad y al jefe de turno	12	X	
24	Espera al inspector de calidad y jefe de turno	680	X	
25	Detiene la impresora y espera que el inspector de calidad y el jefe de turno realicen la verificación de la impresión de acuerdo a la muestra	310	X	
26	Realiza los ajustes recomendados por el inspector y el jefe de turno	275	X	
27	Nuevamente comienza a poner arrancar la Dynaflex a velocidad de trabajo	122	X	
28	Regula el viscosímetro, y abre las válvulas del tanque de alcohol	24		X
29	Se dirige al tablero de control y completa la hoja de reporte	184		X
TOTAL		4572		

Fuente: Elaboración Propia

Al finalizar la etapa 1 de la metodología SMED, se realizó la siguiente tabla 53 donde se llega a observar el nuevo tiempo de alistamiento para el cambio de producto en la impresora que es un aproximado de 63,87 minutos, resultado de la suma de las actividades internas y tiempo ocioso del operario.

Además, en la figura 32 se puede observar el nuevo porcentaje de tiempo ocioso y las actividades del operario y del volante para la preparación de la máquina después de haber culminado la etapa 1.

Tabla 53. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas de la etapa 1

	Volante			Operario		
	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%
Actividades Internas	1 954	32,57	27,42%	2 827	47,12	61,83%
Tiempo Ocioso	1 168	19,47	16,39%	1 005	16,75	21,98%
Actividades Externas	4 005	66,75	56,19%	740	12,33	16,19%
TOTAL	7 127	118,78	100,00%	4 572	76,20	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

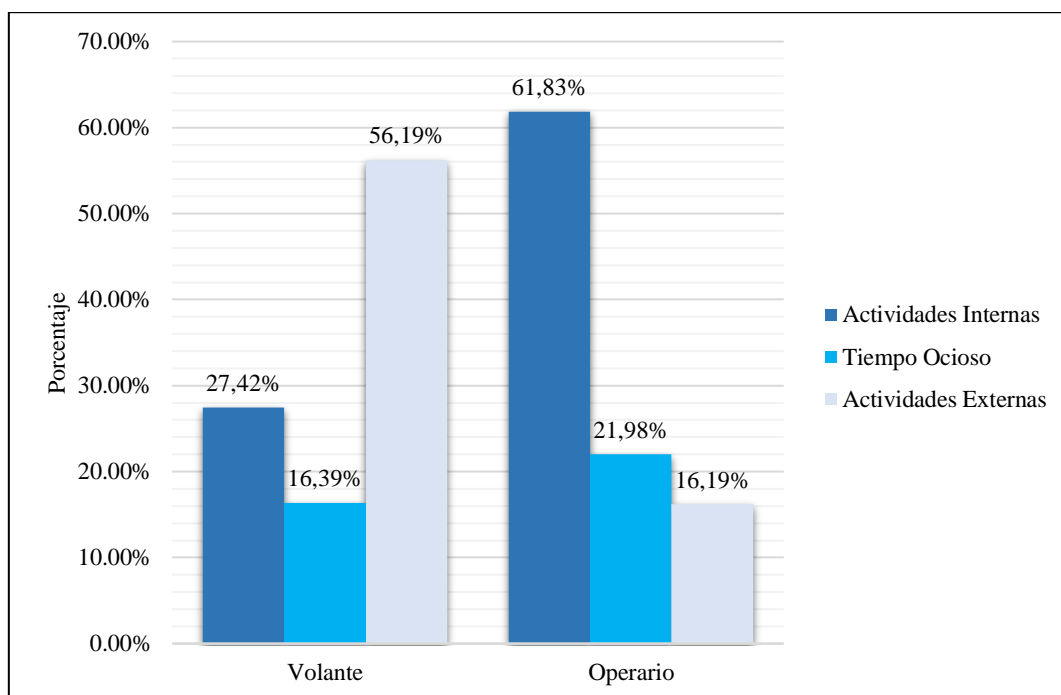


Figura 32. Participación de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas en la etapa 1

Fuente: Elaboración Propia

C. Segunda etapa: Convertir la preparación interna en externa

Se analizaron las actividades internas donde ciertas actividades que realizan el operario y el volante pueden ser factibles a que se realicen de manera interna, por lo que en la tabla 54 y 55 se puede ver la conversión de estas mismas.

Las actividades que se muestran son aquellas que se podían realizar de manera externa y sobre todo dependiendo del número de colores de la primera impresión y de la siguiente. Dichas actividades se hacen por cada unidad de impresión a habilitar.

Tabla 54. Conversión de actividades internas a externas del volante

ACTIVIDADES DEL VOLANTE			
Ítem	Descripción	Tiempo (segundos)	
		Interna	Interna a Externa
1	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 1 para que escurra	5	5
2	Retira la cámara, la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	23	23
3	Vierte el alcohol en el contenedor, hace que gire y enciende el anilox	18	18
4	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12	12
5	Apaga el anilox y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	19	19
6	Saca la cámara de la unidad, la escurra, luego la limpia con un trapo con alcohol, revisa sellos y la vuelve a colocar	78	78
7	Enciende el anilox, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136	136
8	Enciende las bombas de cada una de las unidades para las tintas empiecen a circular	21	21
9	Apaga todos los anilox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y las bombas de igual manera	55	55

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55. Conversión de actividades internas a externas del operario

ACTIVIDADES DEL OPERARIO			
Ítem	Descripción	Tiempo (segundos)	
		Interna	Interna a Externa
1	Despega los moldes de clichés y las mantas del rodillo portaclichés de cada unidad de impresión	160	5
2	Se dirige a la unidad de impresión con el nuevo cliché y manta. Coloca la manta sobre el portaclichés	23	23
3	Coloca el nuevo cliché, lo cuadra de acuerdo a las marcas y lo sujeta con el duplotex	160	160

Fuente: Elaboración Propia

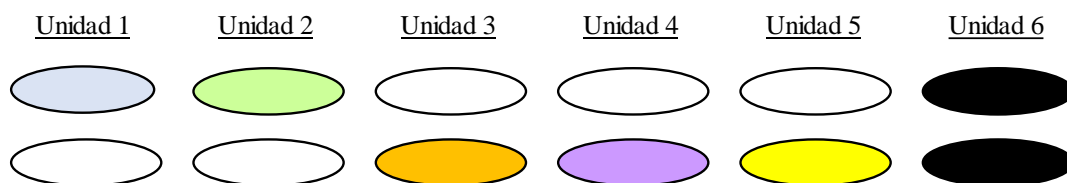
El operario para realizar el acondicionamiento de los rodillos portaclichés lo ha podido hacer de manera externa dependiendo del total de rodillos a utilizar en la primera impresión y el total de rodillos para la siguiente impresión. Esta actividad se

realiza por cada unidad de impresión que se vaya habilitar. Por lo que conviene hacer una programación de la impresora donde se llegue a utilizar la cantidad de unidades de impresión en común. Una opción para realizar dicha programación la secuencia de productos es la siguiente:

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

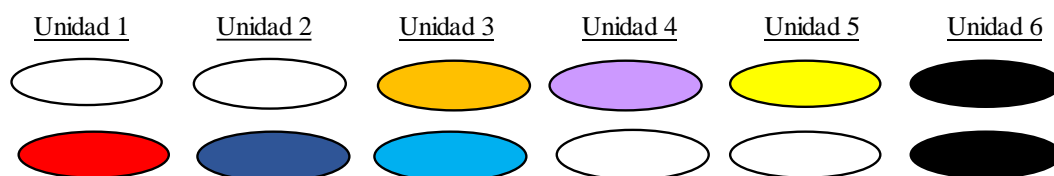
Por eso a continuación se muestran tres posibles escenarios de programaciones para la impresora.

- Primer escenario: Cambio de un producto de 2 colores a uno de 3 colores



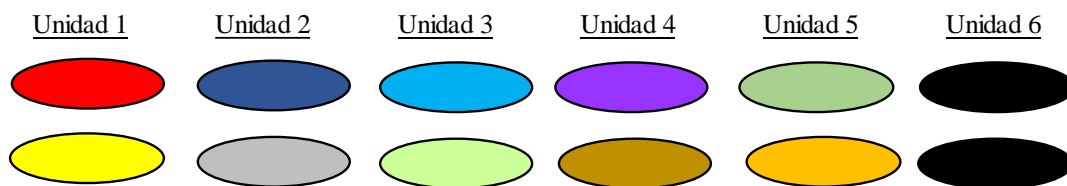
En el anterior escenario se observa la programación de dos productos en la impresora donde las actividades de preparación se pueden realizar de manera externa. Puesto que el operario y el volante, sabiendo que el producto siguiente era de tres colores, adaptarían la unidad 3,4 y 5 cuando ya se esté imprimiendo el producto de 2 colores.

- Segundo escenario: Cambio de un producto de 3 colores a uno de 3 colores



En comparación con el primer escenario, aquí se programó a la impresora para que un producto de 3 colores pase a otro de 3 colores, por lo tanto, las actividades de preparación en la unidad 3 de forma interna y las de la unidad 1 y 2 de forma externa.

- Tercer escenario: Cambio de un producto de 5 colores a uno de 5 colores



En este escenario, se observa la programación de un producto de 5 colores seguidamente de otro producto de 5 colores, por lo que la preparación de las unidades de impresión se puede realizar de forma interna.

Para la realización de una correcta programación, es inevitable el uso de las plataformas diseñadas con el fin de que el acondicionamiento de las unidades sea de una manera fácil y este se realice cuando la impresora se encuentre trabajando.

En las tablas 56 y 57, podemos observar el nuevo procedimiento que se ha planteado como resultado de la aplicación de la segunda etapa, se ve que se tanto como en el volante y en el operario se han aumentado, 10 actividades y 3 actividades respectivamente. Se ha tratado de organizar y sobre todo balancear las actividades con los tiempos.

Tabla 56. Procedimiento para el cambio de molde del volante en la etapa 2

ACTIVIDADES DEL VOLANTE				
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Tipo	
			Interna	Externa
1	Recibe la programación de impresión del jefe de turno	6		X
2	Se dirige a el departamento de Calidad, para solicitar la muestra y la coloca sobre la mesa de trabajo	102		X
3	Busca el cliché en el almacén de clichés y revisa que tintas se van a utilizar	98		X
4	Se traslada al almacén de tintas, selecciona las que necesita y las lleva a la impresora	130		X
5	Luego de haber abastecido con las tintas, se dirige a dejar lo saldos de tintas al almacén de tintas	880		X
6	Busca contenedor para la nueva tinta, la vierte y coloca el contenedor en la unidad	218		X
7	Mide la viscosidad de todas las tintas de cada uno de los contenedores	511		X
8	Busca el alcohol usado, lo vierte en el contenedor para la unidad 1, 2 y 3 respectivamente	125		X
9	Busca un trapo y alcohol virgen para la unidad 1,2,3 respectivamente	93		X
10	Con un trapo realiza la limpieza de la cámara y lo coloca en la unidad 1, 2 y 3 respectivamente	123		X
11	Busca en el almacén de rollos el rollo de prueba a utilizar	142		X
12	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 1 para que escurra	5		X
13	Retira la cámara 1 de la unidad 1 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	23		X
14	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 1, hace que gire y enciende el anilox 1	18		X
15	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12		X
16	Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	19		X
17	Saca la cámara de la unidad 1, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	121		X
18	Enciende el anilox 1, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136		X
19	Se dirige a la unidad 2	5		X
20	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 2 para que escurra	5		X
21	Retira la cámara de la unidad 2 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	26		X
22	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 2, hace que gire y enciende el anilox 2	18		X
23	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12		X
24	Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	19		X
25	Saca la cámara de la unidad 2, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	121		X
26	Enciende el anilox 2, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136		X
27	Se dirige a la unidad 3	5		X
28	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 3 para que escurra	5		X
29	Retira la cámara de la unidad 3 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	24		X
30	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 3, hace que gire y enciende el anilox 3	18		X
31	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12		X
32	Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	16		X
33	Saca la cámara de la unidad 3, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	121		X
34	Enciende el anilox 3, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136		X
35	Enciende las bombas de cada una de las unidades para las tintas empiecen a circular	21		X
36	Acondiciona el rollo de prueba	91		X
37	Se dirige al almacén de rollos y busca el rollo con las condiciones adecuadas para iniciar la impresión	142		X
38	Acondiciona el rollo N°01	91		X
39	Se dirige al módulo de desembobinado para colocar el rollo de prueba	12		X
40	Detiene la impresora, coloca el rollo de prueba en el eje y empalma las telas	58	X	
41	Espera a que el operario termine su trabajo	1 045	X	
42	Se dirige al módulo de desembobinado para colocar el rollo N°1 y empalmar las telas	65	X	
43	Recibe la orden del operario para buscar al inspector de calidad y el jefe de turno	11	X	
44	Se va en busca del inspector de calidad y jefe de turno	682	X	
45	Apaga todos los anilox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y luego todas las bombas	56		X
46	Lleva los contenedores que utilizó a la zona de contenedores y vierte las tintas en los bidones	63		X
47	Se dirige al almacén de tintas y deja los bidones que no va a utilizar	89		X
48	Luego se pone a limpiar los contenedores que ya no está utilizando con trapo y alcohol	1 083		X
TOTAL		6950		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Procedimiento para el cambio de molde del operario en la etapa 2

ACTIVIDADES DEL OPERARIO				
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Tipo	
			Interna	Externa
1	Limpiar el cliché con trapo y alcohol	22		X
2	Mide y marca el cliché	21		X
3	Proveerse de duplotex	60		X
4	Coloca el duplotex sobre el cliché y hace la marca de impresión	65		X
5	Empieza a preparar las mantas para los rodillos porta clichés de las unidades de impresión que va a utilizar	181		X
6	Mide y apunta la longitud de impresión según la muestra	35		X
7	Despega los moldes de clichés y las mantas del rodillo porta clichés de cada unidad de impresión	496		X
8	Se dirige a la unidad de impresión con el nuevo cliché y manta. Coloca la manta sobre el porta clichés	283		X
9	Busca el duplotex, coloca el nuevo cliché, lo centra en las marcas de impresión y lo sujeta	482		X
10	Habilita el eje para el rollo de prueba y busca el patín traspaleta para bajar el rollo N°1	116		X
11	Habilita el eje para el rollo N°1	32		X
12	Detiene la impresora, baja el rollo N°1 sobre el patín traspaleta y coloca el nuevo eje para el rollo de prueba	42	X	
13	Coloca la marca de impresión	22	X	
14	Ingresa los datos de la impresión en la pantalla táctil (longitud y repetición de la muestra)	25	X	
15	Se pone a limpiar y regular los electrodos de la corona	100	X	
16	La impresora inicia a trabajar y junta los rodillos anilox al cliché de manera que se verifica la impresión	120	X	
17	Da presión al rodillo impresor de cada unidad y revisa que la impresión salga de acuerdo a la muestra	393	X	
18	Se dirige a la última unidad y verifica que la impresión concuerde con la muestra	100	X	
19	Va al tablero de control y realiza algunos ajustes para lograr el encaje correcto de colores	30	X	
20	Si la impresión requiere que sea de manera horizontal, se dirige a las unidades para mover con la perilla horizontal. Asegura los clichés.	275	X	
21	Pone en pausa la impresora, baja el rollo de prueba y acondiciona el eje para colocar el rollo N°01	50	X	
22	Espera a que su ayudante termine su trabajo	15	X	
23	Coloca en marcha la impresora y le da la orden a su ayudante de buscar al inspector de calidad y al jefe de turno	12	X	
24	Espera al inspector de calidad y jefe de turno	680	X	
25	Detiene la impresora y espera que el inspector de calidad y el jefe de turno realicen la verificación de la impresión de acuerdo a la muestra	310	X	
26	Realiza los ajustes recomendados por el inspector y el jefe de turno	275	X	
27	Nuevamente comienza a poner arrancar la Dynaflex a velocidad de trabajo	122	X	
28	Regula el viscosímetro, y abre las válvulas del tanque de alcohol	24		X
29	Se dirige al tablero de control y completa la hoja de reporte	184		X
TOTAL		4572		

Fuente: Elaboración Propia

Concluyendo con la segunda etapa del SMED, se elabora la tabla 58 donde se logra a observar el nuevo tiempo de preparación para el cambio de producto el cual es un aproximado de 44,8 minutos, pues es la suma del tiempo de las actividades internas y el tiempo ocioso del operario. De igual manera en la figura 33, se identifica el nuevo porcentaje de tiempo de las actividades internas y el tiempo ocioso que trabajaba el volante y el operario durante el alistamiento de la impresora.

Tabla 58. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y las actividades externas de la etapa 2

	Volante			Operario		
	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%
Actividades Internas	816	13,60	11,74%	1566	26,10	34,25%
Tiempo Ocioso	1045	17,42	15,04%	1005	16,75	21,98%
Actividades Externas	5089	84,82	73,22%	2001	33,35	43,77%
TOTAL	6 950	115,83	100,00%	4 572	76,20	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

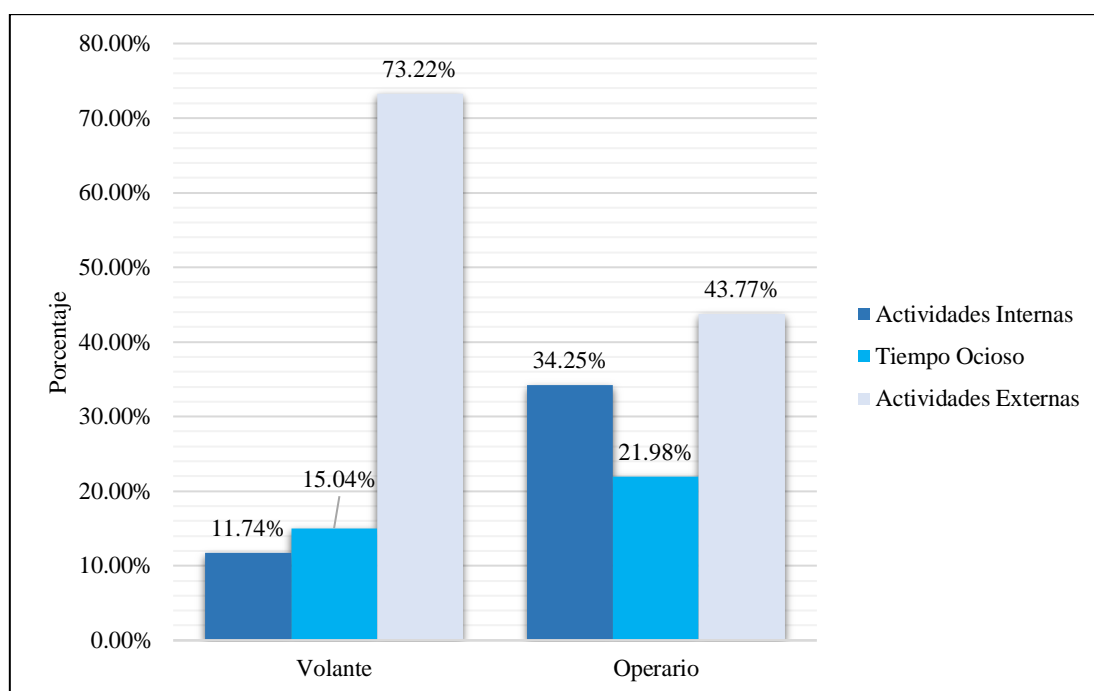


Figura 33. Participación de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas en la etapa 2

Fuente: Elaboración Propia

D. Tercera Etapa: Perfeccionamiento de todos los aspectos de las operaciones de preparación

En esta última etapa del SMED, ya se trata de perfeccionar los aspectos de las actividades de preparación, tanto las internas como la externas.

A partir de las siguientes tablas 59 y 60 se puede observar que las actividades internas del volante como las del operario si son factibles al momento de perfeccionarlas, por lo que se realizaron observaciones que permitan la reducción de tiempo de alistamiento de la impresora.

Tabla 59. Perfeccionamiento de las actividades internas y externas del volante

ACTIVIDADES DEL VOLANTE				
Ítem	Tipo	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Observaciones
1		Recibe la programación de impresión del jefe de turno	6	La programación de los productos a imprimir en el día ya debe estar colocados en una pizarra cerca a la impresora.
2		Se dirige a el departamento de Calidad, para solicitar la muestra y la coloca sobre la mesa de trabajo	102	El supervisor de turno ya debe contar con las muestras que se utilizaran en el día y llevarlas directamente a la impresora una vez que ha recibido la programación.
3		Busca el cliché en el almacén de clichés y revisa que tintas se van a utilizar	98	El abastecimiento del cliché se debe realizar al mismo tiempo que el de las tintas.
4		Se traslada al almacén de tintas, selecciona las que necesita y las lleva a la impresora	130	Se debe realizar con ayuda de una mesa transportadora.
5		Luego de haber abastecido con las tintas, se dirige a dejar lo saldos de tintas al almacén de tintas	880	Al iniciar el turno, el jefe que esté a cargo debe revisar su programación para que abastecerse de las tintas e insumos que se utilizaran ese día.
6		Busca contenedor para la nueva tinta, la vierte y coloca el contenedor en la unidad	218	Para cada unidad de impresión, los contenedores deben estar disponibles.
7		Mide la viscosidad de todas las tintas de cada uno de los contenedores	511	Realizar correctamente el uso del viscosímetro y de los tanques suministradores de alcohol.
8		Busca el alcohol usado, lo vierte en el contenedor para la unidad 1, 2 y 3 respectivamente	125	Se debe realizar el abastecimiento de insumos en un solo trayecto y así mantener un stock en cada unidad de impresión.
9		Busca un trapo y alcohol virgen para la unidad 1,2,3 respectivamente	93	Se debe realizar el abastecimiento de insumos en un solo trayecto y así mantener un stock en cada unidad de impresión.
10		Con un trapo realiza la limpieza de la cámara y lo coloca en la unidad 1, 2 y 3 respectivamente	123	Se debe realizar el abastecimiento de insumos en un solo trayecto y así mantener un stock en cada unidad de impresión.
11		Busca en el almacén de rollos el rollo de prueba a utilizar	142	En el módulo de desembobinado ya se debe encontrar disponible el rollo de prueba. Esta actividad la debe realizar otro volante.
12		Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 1, hace que gire y enciende el anilox 1	18	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
13	EXTERNAS	Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	19	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
14		Enciende el anilox 1, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
15		Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 2, hace que gire y enciende el anilox 2	18	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
16		Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	19	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
17		Enciende el anilox 2, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
18		Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 3, hace que gire y enciende el anilox 3	18	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
19		Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	16	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
20		Enciende el anilox 3, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	136	Instalación de un interruptor para el encendido y apagado del anilox en cada módulo de impresión.
21		Acondiciona el rollo de prueba	91	Contar con el duplotex necesario para el acondicionamiento del rollo de prueba.
22		Se dirige al almacén de rollos y busca el rollo con las condiciones adecuadas para iniciar la impresión	142	Otro volante se debe encargar del abastecimiento del rollo N°01.
23	Acondiciona el rollo N° 1	90	Contar con el duplotex necesario para el acondicionamiento del rollo N°01.	
24	Lleva los contenedores que utilizó a la zona de contenedores y vierte las tintas en los bidones	63	Solo verter la cantidad que sea necesaria de tinta para evitar esta tarea.	
25	Se dirige al almacén de tintas y deja los bidones que no va a utilizar	89	Los bidones que ya no se van a utilizar deben ser transportados cuando se vaya por clichés y nueva tinta.	
26	Luego se pone a limpiar los contenedores que ya no está utilizando con trapo y alcohol	1 083	Elaborar una clasificación de las bandejas por colores, para disminuir el tiempo de limpieza y el uso de alcohol.	
27		Detiene la impresora, coloca el rollo de prueba en el eje y empalma las telas	58	Si se descartan los ajustes ya no será necesario de utilizar un rollo de prueba.
28		Espera a que el operario termine su trabajo	1 045	Repartir la carga de trabajo con el fin de eliminar el tiempo ocioso.
29	INTERNAS	Recibe la orden del operario para buscar al inspector de calidad y el jefe de turno	11	Estar atento y no esperar la orden del operario.
30		Se va en busca del inspector de calidad y jefe de turno	682	Utilizar un medio de comunicación para llamar al inspector de calidad ya sea dentro de la planta y de manera externa.
Total			6 298	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Perfeccionamiento de las actividades internas y externas del operario

ACTIVIDADES DEL OPERARIO				
Ítem	Tipo	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Observaciones
1		Mide y marca el cliché	21	Con el uso de clichés de fotopolímero se omitiría esta actividad.
2		Coloca el duplotex sobre el cliché y hace la marca de impresión	65	Con el uso de clichés de fotopolímero se omitiría esta actividad.
3		Empieza a preparar las mantas para los rodillos portaclichés de las unidades de impresión que va a utilizar	181	Con el uso de clichés de fotopolímero ya no es necesario el uso de mantas.
4	EXTERNAS	Mide y apunta la longitud de impresión según la muestra	35	Poseer las especificaciones de la longitud de impresión según la muestra por producto.
5		Despega los moldes de clichés y las mantas del rodillo portaclichés de cada unidad de impresión	496	Si se hace el uso de clichés de fotopolímero ya no habrá mantas para despegar.
6		Se dirige a la unidad de impresión con el nuevo cliché y manta. Coloca la manta sobre el portaclichés	283	Con el uso de clichés de fotopolímero ya no es necesario el uso de mantas.
7		Busca el duplotex, coloca el nuevo cliché, lo centra en las marcas de impresión y lo sujeta	482	Haciendo el uso de plantillas se logrará a reducir el tiempo de colocar clichés.
8		Detiene la impresora, baja el rollo N°1 sobre el patin traspaleta y coloca el nuevo eje para el rollo de prueba	42	Si se descartan los ajustes ya no será necesario de utilizar un rollo de prueba.
9		La impresora inicia a trabajar y junta los rodillos anilox al cliché de manera que se verifica la impresión	120	Juntar los rodillos anilox al cliché, de manera que se estandarice el movimiento para evitar la verificación.
10		Da presión al rodillo impresor de cada unidad y revisa que la impresión salga de acuerdo a la muestra	393	Esta actividad debe ser estandarizada de la perilla de acuerdo al espesor del cliché de fotopolímero.
11		Se dirige a la última unidad y verifica que la impresión concuerde con la muestra	100	Se debe realizar la verificación junto al inspector de calidad.
12		Si la impresión requiere que sea de manera horizontal, se dirige a las unidades para mover con la perilla horizontal. Asegura los clichés.	275	El movimiento y la posición de la perilla debe ser estandarizada, si es así, se podría realizar de manera externa. Con la ayuda de clichés de fotopolímero y plantillas para el acondicionamiento nos será necesario realizar ajustes de movimiento horizontal ni calzado.
13	INTERNAS	Espera a que su ayudante termine su trabajo	15	Repartir la carga de trabajo con el fin de eliminar el tiempo ocioso.
14		Coloca en marcha la impresora y le da la orden a su ayudante de buscar al inspector de calidad y al jefe de turno	12	Utilizar un medio de comunicación para llamar al inspector de calidad ya sea dentro de la planta y de manera externa.
15		Espera al inspector de calidad y jefe de turno	680	El inspector de calidad debe estar presente en el momento exacto para que se pueda evitar este tiempo de espera.
16		Detiene la impresora y espera que el inspector de calidad y el jefe de turno realicen la verificación de la impresión de acuerdo a la muestra	310	Basta con que el inspector de calidad verifique la impresión y dé el visto bueno.
17		Realiza los ajustes recomendados por el inspector y el jefe de turno	275	Si se estandarizan las actividades anteriores ya no será necesario realizar los ajustes.
18		Nuevamente comienza a poner arrancar la Dynaflex a velocidad de trabajo	122	Se podrá arrancar la impresora a velocidad de trabajo en un menor tiempo.
TOTAL			3 907	

Fuente: Elaboración Propia

En las siguientes tablas 61 y 62, donde se observan las nuevas actividades de una manera más organizada y sobre todo rápida generando una gran reducción de tiempos.

Tabla 61. Procedimiento para el cambio de molde del volante en la etapa 3

ACTIVIDADES DEL VOLANTE				
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Tipo	
			Interna	Externa
1	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 1 para que escurra	5		X
2	Retira la cámara 1 de la unidad 1 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	23		X
3	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 1, hace que gire y enciende el anilox 1	8		X
4	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12		X
5	Apaga el anilox 1 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	7		X
6	Saca la cámara de la unidad 1, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	121		X
7	Enciende el anilox 1, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	122		X
8	Se dirige a la unidad 2	5		X
9	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 2 para que escurra	5		X
10	Retira la cámara de la unidad 2 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	26		X
11	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 2, hace que gire y enciende el anilox 2	8		X
12	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12		X
13	Apaga el anilox 2 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	6		X
14	Saca la cámara de la unidad 2, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	121		X
15	Enciende el anilox 2, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	122		X
16	Se dirige a la unidad 3	5		X
17	Levanta la tapa del contenedor de la tinta de la unidad 3 para que escurra	5		X
18	Retira la cámara de la unidad 3 y la extrae de manera que se escurra y la vuelve a colocar	24		X
19	Vierte el alcohol en el contenedor de la unidad 3, hace que gire y enciende el anilox 3	8		X
20	Detiene la bomba y cambia el contenedor con la nueva tinta que se va a utilizar	12		X
21	Apaga el anilox 3 y levanta la tapa del contenedor para que pueda escurrir	7		X
22	Saca la cámara de la unidad 3, la escurre, luego la limpia con un trapo con alcohol y la vuelve a colocar	121		X
23	Enciende el anilox 3, lo limpia con el trapo y alcohol y lo apaga	122		X
24	Enciende las bombas de cada una de las unidades para las tintas empiecen a circular	16		X
25	Supervisa la impresión hasta que esté a punto de acabarse			
26	Se dirige al módulo de desembobinado	12		X
27	Retira el rollo impreso sobre el patín traspaleta de rollos y coloca el eje para el siguiente rollo	53	X	
28	Limpia y regula los electrodos de la corona	107	X	
29	Verifica la impresión junto al inspector de calidad	30	X	
30	Comprueba con el inspector de calidad los ajustes de encaje que realiza el operario en la pantalla y detiene la impresora con botón de apagado de la última unidad	32	X	
31	Espera a que el inspector de calidad apruebe la impresión	60	X	
32	Limpia los contenedores utilizados para la tinta del producto anterior y el alcohol utilizado ya contaminado de los contenedores de tinta	382		X
33	Colocar contenedores limpios para tinta y alcohol en cada unidad de impresión	82		X
34	Vierte alcohol usado en los contenedores para alcohol de cada unidad de impresión	75		X
TOTAL		1756		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62. Procedimiento para el cambio de molde del operario en la etapa 3

ACTIVIDADES DEL OPERARIO				
Ítem	Descripción de la actividad	Tiempo (segundos)	Tipo	
			Interna	Externa
1	Habilita el rollo N°01 y corta el duplotex para luego realizar el empalme	46		X
2	Despega el Kanban del rollo N°01 y se provee del cliché y las tintas que se requieran para el nuevo producto con la ayuda de la mesa transportadora	83		X
3	Limpia el cliché con trapo y alcohol	22		X
4	Coloca el duplotex sobre el cliché y hace la marca de impresión	65		X
5	Despega los moldes de clichés de la primera unidad, fija el nuevo cliché y coloca el rodillo impresor	145		X
6	Despega el cliché de la segunda unidad, fija el nuevo cliché y coloca el rodillo impresor	145		X
7	Despega el cliché de la tercera unidad, fija el nuevo cliché y coloca el rodillo impresor	145		X
8	Llama al inspector de calidad o al jefe de turno por medio de los walkie talkies	14		X
9	Habilita el eje para el rollo N°1 y busca el patín traspaleta para bajar el rollo N°01	112		X
10	Regula el viscosímetro, y abre las válvulas del tanque de alcohol	24		X
11	Supervisa la impresión hasta que esté a punto de acabarse			
12	Se dirige al módulo de desembobinado	11	X	
13	Detiene la impresora, retira el eje, coloca el rollo N°01 y empalma las telas	58	X	
14	Da presión al rodillo impresor y junta el rodillo anilox de cada unidad	76	X	
15	Ingresa los datos de la impresión en la pantalla táctil (longitud y repetición de la muestra)	25	X	
16	Enciende los anillos, y empieza a trabajar la impresora, pero a baja velocidad y va a verificando la impresión junto al inspector de calidad	30	X	
17	Realiza los ajustes en la pantalla táctil para el encaje de colores	31	X	
18	Espera a que el inspector de calidad apruebe la impresión	60	X	
19	Comienza a poner arrancar la Dynaflex a velocidad de trabajo	30	X	
20	Apaga todos los anillox, el viscosímetro, cierra las válvulas del tanque de alcohol y luego todas las bombas de las unidades que no están siendo usadas.	54		X
21	Va al tablero de control y realiza algunos ajustes para lograr el encaje correcto de colores	186		X
22	Verifica el nivel de insumos (alcohol, usado, alcohol virgen, trapos, sellos y duplotex) y el nivel del tanque del alcohol	62		X
23	Se abastece de insumos (1 galón 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	118		X
24	Vierte alcohol en tanque de alcohol y coloca insumos abastecidos en sus áreas respectivas	75		X
25	Transporta los bidones de tinta a cada unidad de impresión y la vierte en los contenedores	106		X
TOTAL		1723		

Fuente: Elaboración Propia

Finalizando la última etapa del SMED, se construyó la siguiente tabla 63 donde se observa el nuevo tiempo de preparación aproximando para el cambio de molde en la impresora es de 5,17 minutos, el cual es el resultado de la suma del tiempo de las actividades internas y el tiempo ocioso del operario.

En la figura 34 de igual manera se observa que porcentaje del tiempo ocioso se ha reducido tanto en el volante como en el operario, y los nuevos porcentajes de las actividades internas como externas.

Tabla 63. Resumen de las actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas de la etapa 3

	Volante			Operario		
	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%	Tiempo (s)	Tiempo (min)	%
Actividades Internas	222	3,70	12,64%	250	4,17	14,51%
Tiempo Ocioso	60	1,00	3,42%	60	1,00	3,48%
Actividades Externas	1474	24,57	83,94%	1413	23,55	82,01%
TOTAL	1 756	29,27	100,00%	1 723	28,72	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

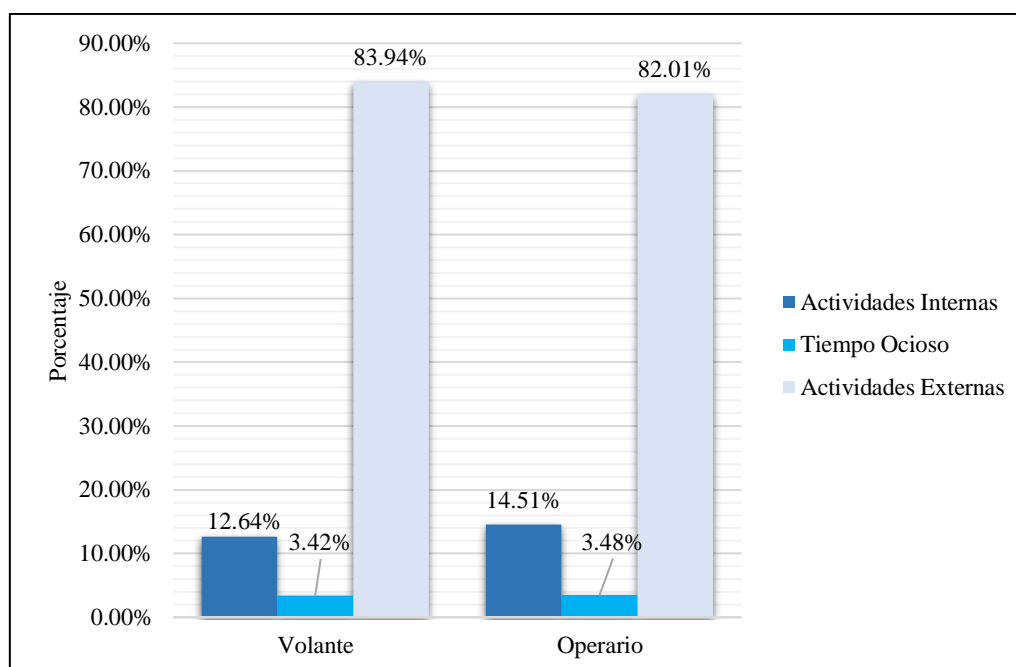


Figura 34. Participación de actividades internas, tiempo ocioso y actividades externas de la etapa 3

Fuente: Elaboración Propia

Para realizar el procedimiento propuesto después de haber aplicado el SMED, se presentan actividades que puedan ayudar a llevar un mejor control en el alistamiento de la máquina.

- **Implementación de un formato de pre-alistamiento**

Con este formato que se observa en la figura 35 el operario podrá llevar la secuencia de los colores, y los anilox que se va utilizar en el siguiente producto, de forma que esto pueda complementar la información hacia el volante y él realice su trabajo de manera más rápida.

N. ROLLO		OF	DESCRIPCIÓN	ANILOX ANTERIOR	COLOR	ANILOX ACTUAL	OBSERVACIONES
					1		
					2		
					3		
					4		
					5		
					6		
					7		
					8		

TURNO DIA

REALIZADO POR: _____

FECHA: OPERARIO:

GRUPO: VOLANTE:

N. ROLLO		OF	DESCRIPCIÓN	ANILOX ANTERIOR	COLOR	ANILOX ACTUAL	OBSERVACIONES
					1		
					2		
					3		
					4		
					5		
					6		
					7		
					8		

TURNO NOCHE

REALIZADO POR: _____

 REVISADOR POR:

 VERIFICADO POR:

Figura 35. Formato de pre alistamiento de la impresora Dynaflex

Fuente: Elaboración Propia

- **Elementos Necesarios para ejecutar el procedimiento propuesto**

En la siguiente tabla 64, se presenta la lista de los elementos, su presentación, la cantidad, su disponibilidad y su uso que serán necesarios para poder realizar la implementación del SMED.

Tabla 64. Elementos necesarios para el cambio de molde del producto propuesto

Ítem	Elemento para la aplicación del SMED	Unidad	Cantidad	Disponibilidad	Uso
1	Saco Muestra	Unidad	1	Sí	Para patrón de las características de impresión
2	Bidón de tinta	Unidad	3*	Sí	Para abastecimiento de contenedores para la nueva impresión
3	Botella de alcohol virgen	Unidad	3*	Sí	Para limpieza de anilox y abastecimiento del tanque de alcohol
4	Galón de alcohol usado	Unidad	1*	Sí	Para la limpieza de cámaras (Doctor blade)
5	Duplotex	Rollo	1	Sí	Para el empalme de telas de polipropileno
6	Cinta	Rollo	1	Sí	Para la fijación de clichés en rodillo protaclichés
7	Sello	Unidad	6*	Sí	Para acondicionamiento de la cámara
8	Trapo	Unidad	9*	Sí	Para la limpieza de cámaras (Doctor blade)
9	Navaja	Unidad	2	Sí	Para el cortado de tela de polipropileno y duplotex
10	Contenedor	Unidad	9*	Sí	Para el almacenamiento de nueva tinta y alcohol para la limpieza de cámaras (Doctor Blade)
11	Eje	Unidad	4	Sí	Para el acondicionamiento del rollo laminado y deleje para embobinado de la tela impresa
12	Mesa transportadora de insumos	Unidad	1	Sí	Para el abastecimiento de los materiales
13	Mesa transportadora de rollos	Unidad	1	Sí	Para el transporte de rollos impresos
14	Caja con pulsador verde/rojo telemecanique	Unidad	6	No	Para la instalación del sistema de arranque y parada de anilox en unidades de impresión
15	Cable vulcanizado 3x18 Awg Indeco	Metros	300	No	
16	Pack clichés de fotopolímero	UN	1	Sí	Para la impresión del logo del cliente
17	Pack de plantillas de plantilla de caucho	Unidad	1	Sí	Para facilitar el colocado de clichés
18	Colgador sastre madre	Unidad	1	Sí	Para sujetar el saco muestra
19	Tacos de madera	Unidad	2	Sí	Para estandarizar la posición de anillos y rodillos
20	Pack x2 Walkie Talkie Motorola MC220 - MR	Unidad	1	No	Para comunicarse con el inspector de calidad

*Dependerá del número de colores que tenga el producto a imprimir

Fuente: Elaboración Propia

Como resultados se puede ver que, aplicando el nuevo procedimiento propuesto para el alistamiento de la impresora para realizar el cambio de molde, se lograría reducir el tiempo de preparación de manera que la empresa PROCOM S.A.C. puede ser más flexible, y pueda llegar a programar un mayor número de cambios de producto y ya no generar retrasos en la producción.

Además, se puede ver que se reduciría con el tiempo de sus plazos de entrega, se podrá entregar la producción programada en menor tiempo y a su vez aumentar su productividad. Con el indicador que menciona Rajadell y Sánchez [29], en su investigación se realiza la tabla 65 comparando el tiempo total donde se redujo en un 70,25% de 194,93 minutos a unos 57,99 minutos y el tiempo total de actividades internas en un 93,17% de 115,26 minutos a 7,87 minutos logrando una reducción notable como se ilustra en la figura 36.

Tabla 65. Resumen de indicadores con y sin la implementación del SMED

Indicador	Antes (minutos)	Después (minutos)	Reducción (%)
Tiempo de actividades internas	115,26	7,87	93,17%
Tiempo de actividades externas	46,12	48,12	4,34%
Tiempo ocioso	33,55	2	94,04%
Tiempo total	194,93	57,99	70,25%

Fuente: Elaboración Propia

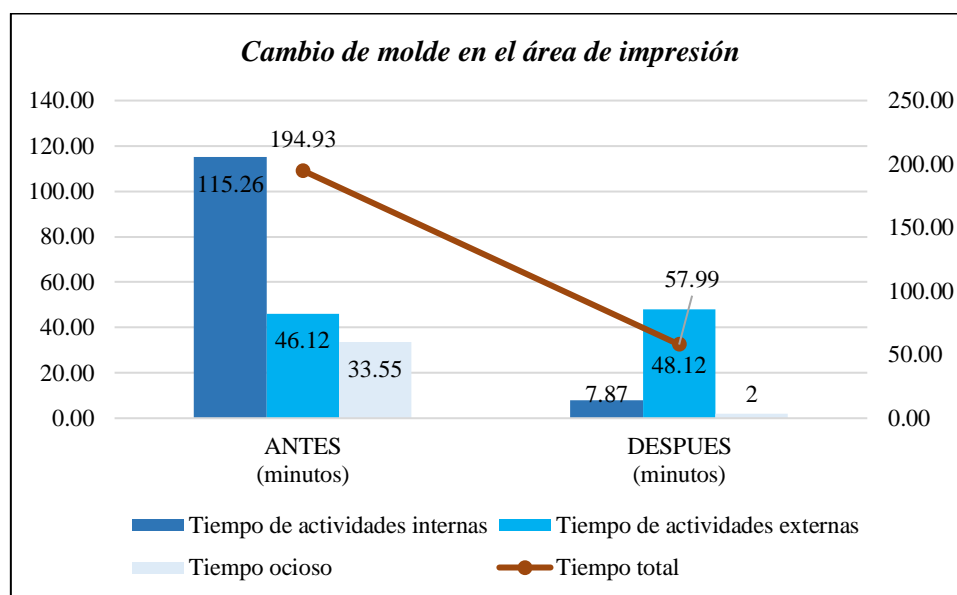


Figura 36. Gráfico de barras del tiempo total actual y mejorado en el área de impresión

Fuente: Elaboración Propia

3.4.1.2. Mejora 2: Balance de líneas

El balance de líneas se aplicó con el fin de equilibrar las estaciones de trabajo, y a la vez disminuir el tiempo muerto logrando de esta manera aumentar la eficiencia de la línea de producción. Para realizar la siguiente propuesta se procedió a calcular el número de estaciones, que es la suma del total de tiempos entre el ciclo y los transportes.

$$N^{\circ} \text{ de estaciones} = \frac{8\ 138,17 \text{ min}}{6\ 030 \text{ min}} = 1,34$$

$$N^{\circ} \text{ de estaciones} = 2 \text{ estaciones}$$

Las estaciones de trabajo para la producción de sacos laminados impresos son 2 estaciones, por lo que el takt time es de 6 030 minutos, y se tiene que agrupar cada estación sin exceder el tiempo. Por lo que se propone que la primera estación sea del mezclado y extrusión junto al embobinado con un tiempo total de 157 minutos, la siguiente estación por ser el tiempo ciclo es inagrupable y la finalmente la tercera estación con la laminación e impresión de rollos, el corte de sacos y para culminar el enfardelado y etiquetado de estos mismos.

Sin embargo, se observa que el cuello de botella sigue siendo la etapa de tejido de cintas, por lo que se asignará un telar más para la producción de este pedido con el fin de disminuir ese tiempo y aumentar la producción. Cabe recalcar que la maquinaria ya la cuenta la empresa, pero la emplea para otra línea de productos, por lo que mediante una planificación de la maquinaria para cada producto a realizar sería lo más óptimo.

Por otro lado, en el diagnóstico mediante el estudio de tiempos en la impresión de rollos para el lote de estudio se tenía un tiempo total de 906 minutos y para cada cambio de producto eran de 194,93 minutos, pero con la implementación de la herramienta SMED este tiempo se redujo a 269,52 minutos con un tiempo de cambio de molde de 57,99 minutos lo que notablemente se puede observar en la línea de producción.

Como se aprecia en la figura 37 la línea de producción ha reducido de un total de 7 965,17 minutos a 4 542,52 minutos para la producción de un lote de 100 000 sacos laminados.

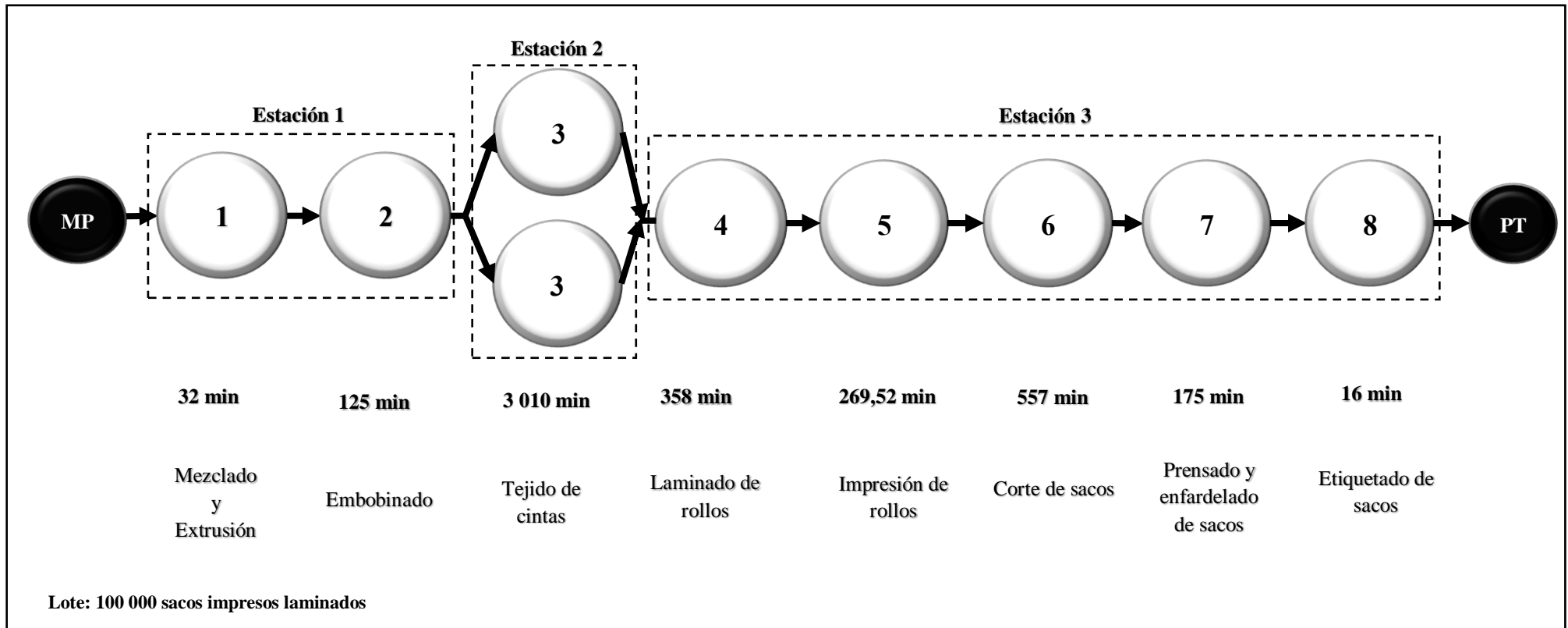


Figura 37. Proceso de producción mejorado de sacos laminados impresos

Fuente: Elaboración Propia

En base al diagrama anterior se pueden calcular los nuevos indicadores de la línea de producción propuesta. Por lo que la eficiencia actual es determinada por la suma de todos los tiempos entre el número de estaciones y la restricción que en este caso ya se redujo en a 3 010 minutos.

$$\text{Eficiencia de la línea} = \frac{4\,542,52 \text{ min}}{3 * 3\,010 \text{ min}}$$

$$\text{Eficiencia de la línea} = 50,30\%$$

El tiempo muerto viene determinado por la resta de la multiplicación del número de estaciones y el cuello de botella menos la suma total de tiempos del proceso.

$$\text{Tiempo muerto} = (3 * 3\,010 \text{ min}) - 4\,542,52 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo muerto} = 4\,487,48 \text{ min}$$

En la tabla 66 se observa el resumen de los indicadores actuales de la línea con la propuesta.

Tabla 66. Indicadores de la línea con propuesta

Indicador	Mejorado
Número de estaciones	3
Tiempo de ciclo	3 010 min
Eficiencia de línea	50,30%
Tiempo muerto	4 487,48 min

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que una vez realizada la aplicación de la herramienta SMED, donde se llega a reducir el tiempo de preparación en el área de impresión la cual genera retraso en la producción y el balanceo de líneas donde se propone la asignación de una máquina más para equilibrar la línea, se observa la comparación de los indicadores del balance de línea tanto de la actual con la mejorada en la tabla 67 con su variación porcentual la cual reflejan la mejora de la metodología. Cabe recalcar que la eficiencia de la línea ha mejorado de buena forma ya que aumentó

de 23,21% a 50,28%, sin embargo, sigue siendo un bajo indicador por otras causas que ocurren en otras áreas las cuales afectan en el proceso productivo y pueden ser analizadas en otra investigación a detalle, por lo que se recomendará atacar en esas causas lo que genere el incremento de la eficiencia de la línea.

Tabla 67. Comparación de indicadores del balance de línea

Indicador	Actual (min)	Mejorado (min)	Variación
Número de estaciones	6	3	-50,00%
Tiempo de ciclo	6 030	3 015	-50,08%
Eficiencia de línea	23,21%	50,28%	116,74%
Tiempo muerto	27 781	4 487	-83,85%

Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Nuevos Indicadores del Proceso

En base a los tiempos promedios mostrados y las mejoras desarrolladas anteriormente en la investigación se logró reducir el tiempo de fabricación del lote propuesto y la reducción del cuello de botella. Por lo que se presentan los nuevos indicadores.

3.4.2.1. Indicadores de Producción

a. Cuello de botella

En el proceso productivo aun el cuello de botella sigue siendo la etapa de tejido de cintas, sin embargo, mediante la asignación de otra máquina más para este pedido se logra a reducir de forma positiva esta restricción por lo que es de 3 010 min.

b. Tiempo Ciclo

Como se observa en la tabla 68, los nuevos tiempos de producción con las mejoras, se reflejan la etapa de telares e impresión, reduciendo sus tiempos de forma positiva con las mejoras SMED y balance de líneas teniendo un total de tiempo de producción de 4 742,52 minutos.

Tabla 68. Nuevos tiempos de producción

Etapa	Actividades	Tiempo promedio (min)
Extrusión	Traslado de MP	27
	Mezclado y Extrusión	32
	Embobinado	125
	Traslado de bobinas	35
Telares	Tejido de cintas	3 010
	Traslado de rollos tejidos	18
Laminación	Laminado de rollos	358
	Traslado de rollos laminados	29
Impresión	Impresión de rollos	269,52
	Traslado de rollos impresos	32
Conversión	Corte de sacos	557
	Traslado de sacos	32
Prensado	Prensado y enfardelado de sacos	175
	Etiquetado de fardos	16
Almacenamiento	Traslado al almacén	27
Total		4 752,52

Fuente: Elaboración Propia

Esta determinado por el cuello de botella, por lo que sigue siendo la etapa de tejido que equivale a 3 010 min.

c. Producción

Con la propuesta el tiempo ciclo se redujo en:

- Tiempo Ciclo: 3 010 minutos \cong 50,17 horas
(Este tiempo ciclo como se trabaja en base a los 100 000 sacos, se obtiene: 0,0005017 horas/sacos)

$$Producción = \frac{12 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}}{0,0005017 \frac{\text{hora}}{\text{sacos}}} = 23\,918,68 \text{ sacos/turno}$$

$$Producción = 23\,918 \text{ sacos/turno}$$

d. Capacidad diseñada

Para calcular este indicador, se tomó en cuenta la mejora del balance de líneas donde se ve el nuevo tiempo de cuello de botella, el cual nos da como resultado de 1 206 964 sacos laminados impresos.

$$\text{Capacidad de Diseño} = \frac{12 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * 52 \frac{\text{turnos}}{\text{mes}}}{0,000517 \frac{\text{hora}}{\text{sacos}}} = 1\,206\,963,25 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad de Diseño} \cong 1\,206\,964 \text{ sacos/mes}$$

e. Capacidad Efectiva

De igual manera, capacidad efectiva se halló de forma que la producción se dé ya sea con tiempos de espera, o tiempos de descanso, en este caso se toman solo 11 horas del turno, obteniendo como resultado de 1 140 124 sacos al mes.

$$\text{Capacidad Efectiva} = \frac{11 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * 52 \frac{\text{turnos}}{\text{mes}}}{0,000517 \frac{\text{hora}}{\text{sacos}}} = 1\,140\,123,58 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad Efectiva} \cong 1\,140\,124 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}$$

f. Capacidad Ociosa

Es la resta de la capacidad de diseño y la capacidad real, lo que dio como resultado de 66 840 sacos al mes.

$$\text{Capacidad Ociosa} = 1\,206\,964 \text{ sacos} - 1\,140\,124 \text{ sacos}$$

$$\text{Capacidad Ociosa} = 66\,840 \text{ sacos/mes}$$

g. Utilización

Se cálculo de la siguiente manera:

$$\text{Utilización} = \frac{1\,140\,124 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}}{1\,206\,964 \frac{\text{sacos}}{\text{mes}}} * 100$$

$$\text{Utilización} = 94,46\%$$

Siendo este el nuevo resultado de 94,46%.

3.4.2.2. Indicadores de Productividad

a. Productividad de mano de obra

Se calculó con los 62 operarios que intervienen en el proceso de producción para un turno y la producción actual.

$$Productividad\ de\ M.O. = \frac{23\ 918\ sacos/turno}{62\ operarios}$$

$$Productividad\ de\ M.O. = 385,77\ sacos/operario * turno$$

La productividad de mano de obra en promedio fue de 386 sacos por operario en un turno.

b. Productividad económica

Este indicador se calculó en base a los costos de producción: mano de obra, material directo para realizar el lote de 100 000 unidades con la nueva producción obtenida que es de 23 919 sacos laminados impresos lo cual solo se necesitarán 5 turnos aproximadamente para esta producción, por lo que en la siguiente tabla 69 se presentan los valores

Tabla 69. Cantidad de recursos a utilizar con su costo total

Costos		Costo Total (S/.)
Materia Prima	Polipropileno	20 184,50
	Polietileno	1 166,38
Insumos	Tintas	1 217,25
	Hilo	140,4
Mano de Obra	Operarios	12 400
Energía Eléctrica		15 083,80
Agua		7 541,90
TOTAL		57 734,23

Fuente: Elaboración Propia

$$Productividad\ Económica = \frac{100\ 000\ sacos}{57\ 734,23\ soles}$$

$$Productividad\ Económica = 1,73 \frac{sacos}{soles}$$

Esto quiere decir que la productividad económica es 0,73 sacos por cada nuevo sol.

c. Eficiencia económica

Este es un indicador que representa la relación del total de ingresos obtenidos y el total de egresos por vender una unidad. El precio de venta del saco laminado es de un aproximado 0,85 soles entonces:

$$Eficiencia\ Económica = \frac{100\ 000\ sacos * 0,85\ soles/saco}{57\ 734,23\ soles}$$

$$Eficiencia\ económica = 1,47\ soles$$

Quiere decir que por cada sol invertido existe una ganancia de 0,47 soles.

3.4.2.3. Indicadores Logísticos

Pedidos atendidos

Con el aumento de la producción, la empresa podrá atender una mayor demanda al año de 14 924 832 unidades, lo que antes era de 12 487 706 unidades por lo que ha aumentado en un 19,51%. Dado que contaba con un cumplimiento de entrega de pedidos a tiempo de 70% y ahora con las propuestas realizadas será de:

Demanda anual (sacos)		%
12 487 706	→	70
14 924 832	→	83,66

El cumplimiento de pedidos aumenta a un 83,66%, lo cual se ha mejorado notablemente y esto repercute de igual manera en los pedidos con retraso, ya que de 30% se redujo a un 16,34% lo que equivale a un 46%.

De forma que esto también se logra a evidenciar en las ventas como se observa en la siguiente tabla 70:

Tabla 70. Impacto en las ventas con la mejora

	Actual	Propuesta	Diferencia	Variación
Demanda anual (sacos)	12 487 706	14 924 832	2 437 126	20%
Ventas (S/.)	10 614 550,1	12 686 107,2	2 071 557,1	

Fuente: Elaboración Propia

Como se aprecia se logra un impacto del 20% en las ventas con la propuesta lo con una ganancia de S/.2 071 557,1 y un total de 2 437 126 sacos más.

3.4.3. Comparación de Indicadores

En la tabla 71, se muestra la comparación de los indicadores antes y después de haber realizado las mejoras, a la vez se halló la variación porcentual de los datos y se especificó si aumentó o disminuyó.

Tabla 71. Comparación de indicadores antes y después de la mejora

Indicadores	Antes de la Mejora	Después de la mejora	Variación	
Producción	11 490 sacos/turno	23 918 sacos /turno	100%	Aumentó
Capacidad de diseño	594 286 sacos/mes	1 206 964 sacos/mes	103%	Aumentó
Capacidad efectiva	544 762 sacos/mes	1 140 124 sacos/mes	109%	Aumentó
Capacidad ociosa	49 524 sacos/mes	66 840 sacos/mes	35%	Aumentó
Índice de utilización	91,37%	94,46%	3,38%	Aumentó
Productividad de mano de obra	192,5 sacos/op.turno	385,77 sacos/op.turno	100%	Aumentó
Productividad económica	0,47 sacos/nuevo sol	0,73 sacos/nuevo sol	55%	Aumentó
Eficiencia económica	1,25	1,47	18%	Aumento
Cuello de botella	6 030 minutos	3010 minutos	-50%	Disminuyó
Número de estaciones	6	3	-50%	Disminuyó
Eficiencia de la línea	23,21%	50,28%	46%	Aumentó
Tiempo muerto	27 781 minutos	4 487 minutos	-84%	Disminuyó
Actividades internas	115,26 minutos	7,87 minutos	-93,17%	Disminuyó
Actividades externas	46,12 minutos	48,12 minutos	4,34%	Aumentó
Tiempo ocioso	33,55 minutos	2 minutos	-94,04%	Disminuyó
Tiempo total de cambio de molde	194,93 minutos	57,99 minutos	-70,25%	Disminuyó
Pedidos con retraso	30%	16.34%	-46%	Disminuyó
Cumplimiento de pedidos	70%	83,66%	20%	Aumentó

Fuente: Elaboración propia

3.5. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

3.5.1. Ingresos

Las propuestas realizadas han logrado ciertos beneficios, de manera que se ha aumentado la producción como se observa en la siguiente tabla 72, de manera que llegará a satisfacer los pedidos no atendidos y con un mejor nivel de cumplimiento en la entrega de sus pedidos.

Tabla 72. Incremento de la producción con la propuesta

Año	Producción Actual (unidades)	Producción con la mejora (unidades)	Incremento (unidades)
1	7 169 760	14 924 832	7 755 072
2	7 169 760	14 924 832	7 755 072
3	7 169 760	14 924 832	7 755 072
4	7 169 760	14 924 832	7 755 072
5	7 169 760	14 924 832	7 755 072

Fuente: Elaboración Propia

Por lo que para determinar la cantidad de ingresos se toman en cuenta el incremento de la producción y se multiplica con el precio de venta el cual no varía y se obtienen los ingresos en los próximos cinco años, en la tabla 73 se observa que por año se tendrá un total de S/. 6 591 811,50.

Tabla 73. Ingresos por ventas de sacos laminados impresos

Año	Incremento (unidades)	Precio de venta (S/.)	Ingresos (S/.)
1	7 755 072	0,85	6 591 811,20
2	7 755 072	0,85	6 591 811,20
3	7 755 072	0,85	6 591 811,20
4	7 755 072	0,85	6 591 811,20
5	7 755 072	0,85	6 591 811,20

Fuente: Elaboración Propia

3.5.2. Egresos

- *Costos de inversión*

Para la implementación de la herramienta SMED se necesitan ciertos elementos los cuales son de gran importancia, por lo que en la tabla 74 se presentan con sus costos y la cantidad requerida, teniendo un total de S/. 2 520,27.

Tabla 74. Elementos necesarios para la implementación del SMED

Elementos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Mesa transportadora de insumos	Unidad	1	573,46	573,46
Cable vulcanizado 3x18 Awg Indeco	Metros	300	178	178
Caja con pulsador verde/rojo telemecanique	Unidad	6	246,47	1 478,82
Pack x2 Walkie Talkie Motorola MC220 - MR	Unidad	1	298,99	289,99
Total				2 520,27

Fuente: Elaboración Propia

- **Costos de materiales**

Se toman en cuenta los costos para producir el incremento de producción que se ha realizado con la mejora, cuyo resumen se puede observar en la siguiente tabla 75 por lo tanto, para 7 755 072 sacos laminados impresos al año se necesita un total de S/. 4 975 667,10.

Tabla 75. Costos de producción

Descripción	Costo unitario (S/.)	Cantidad (kg)	Costo Total (S/.)
Polipropileno	2,5	578 872,08	1 447 180,21
Polietileno	2,9	28 836,77	83 626,65
Tintas	11,25	7 757,68	87 273,90
Hilo	1,3	7 743,34	10 066,34
Agua			600 000,00
Energía Eléctrica			1 200 000,00
Operarios			1 547 520,00
TOTAL			4 975 667,10

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 76 se puede ver el resumen de costo de producción para el incremento realizado en los próximos cinco años.

Tabla 76. Resumen de costos de inversión

Año	Incremento (unidades)	Ingresos (S/.)
1	7 755 072	4 975 667,10
2	7 755 072	4 975 667,10
3	7 755 072	4 975 667,10
4	7 755 072	4 975 667,10
5	7 755 072	4 975 667,10

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra el flujo de caja de la propuesta donde se muestran las utilidades netas en los próximos cinco años en la empresa como se puede ver en la tabla 77.

Tabla 77. Flujo de caja económico

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>INGRESOS</u>					
Incremento de la producción (unidades)	7 755 072	7 755 072	7 755 072	7 755 072	7 755 072
Ingresos	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20
Total de Ingresos	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20	S/6 591 811,20
<u>EGRESOS</u>					
Costo de materiales	S/4 975 667,10	S/4 975 667,10	S/4 975 667,10	S/4 975 667,10	S/4 975 667,10
Costo de inversión	S/2 520,27				
Total de Egresos	S/4 978 187,37	S/4 975 667,10	S/4 975 667,10	S/4 975 667,10	S/4 975 667,10
UTILIDAD NETA	S/1 613 623,83	S/1 616 144,10	S/1 616 144,10	S/1 616 144,10	S/1 616 144,10

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se halló el costo-beneficio, este indicador se obtiene de la división de la suma de los ingresos entre la suma total de los egresos en los cinco años.

$$Beneficio/Costo = \frac{S/.32\ 959\ 056,00}{S/.24\ 880\ 855,77}$$

$$Beneficio/Costo = 1,32$$

Lo cual como se observa se tiene un costo de S/.1,32 lo que nos quiere decir que la empresa por cada sol invertido genera una ganancia de S/. 0,32.

3.6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA PROPUESTA

- Se pudo ver en el análisis económico con respecto a las propuestas, lo cual con la implementación de la herramienta SMED y la capacitación de los trabajadores logra incrementar la producción de manera que se puedan reducir las mudas que no agregan valor en el proceso y en consecuencia se tienen nuevos indicadores positivos y entre ellos se puede ver que se mejora el cumplimiento en la entrega de sus pedidos ya que pasó de un 70% a un 84%, además con el incremento de la producción la empresa logrará ingresos de 6 591 811,20 soles en un año.
- En lo ambiental, con la propuesta se aprovechará de una mejor forma la materia prima y sus insumos sobre todo en el área de impresión y a la vez logrará la reducción de residuos en las demás etapas del proceso de producción.
- La empresa PROCOM S.A.C. logra a tener un impacto social de manera que logrará atender una mayor parte de su demanda, puesto que en la situación inicial presentan pedidos no atendidos los cuales son total de 5 416 968 unidades que equivalen al 43,38% de la demanda anual y ahora con las mejoras propuestas aumentará su producción en un 100% donde le permitirá atender esa demanda, generando una satisfacción a sus clientes.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. La propuesta de mejora del proceso productivo de sacos impresos en el trabajo de investigación logró reducir los retrasos de entrega en un 46%. Reduciendo de 30% a un 16,34%.
2. A partir del diagnóstico realizado en la empresa PROCOM S.A.C. se determinó mediante la clasificación ABC que los sacos laminados impresos son aquellos que representan el 44% de las ventas por lo que la investigación se basará en ese producto en el periodo enero – diciembre del año 2018. Se calculó la producción de 11 490 sacos por turno con un índice de utilización del 91,37%, seguidamente se encontró el cuello de botella en la etapa de tejido de cintas con un total de 6 030 minutos una eficiencia de línea del 23,21%. Entre otros indicadores se halló la productividad de mano de obra y la económica, con valores de 192,5 sacos/op.turno y 0,47 sacos/nuevo sol respectivamente. Finalmente, se determinó que cuenta con retrasos en la entrega de sus pedidos a causa de paradas de producción en el área de impresión ya que no poseen métodos estandarizados por lo que existen demoras en el cambio de molde para realizar una impresión lo que en consecuencia conllevan a un retraso en sus pedidos que equivalen un 30% con un total de S/.4 816 189,90 como pérdidas económicas.
3. Para la elaboración de la propuesta de mejora se determinó en base a cada una de las causas ya identificadas, por lo que se procedió a aplicar una de las herramientas de Lean Manufacturing la cual es el SMED (Single Minute Exchange Die) que permitió reducir los tiempos de cambio de molde (194,93 minutos a 57,99 minutos) en un 70,25%. Dado esto la producción de sacos laminados impresos se ve incrementada a un 100%, mediante el balance de líneas de la producción se logró reducir el cuello de botella en un 50% y su eficiencia aumentó a un 46%. Con estas propuestas se lograron mejorar otros indicadores como el de la productividad de mano de obra a un 100% y la productividad económica (de 0,47 sacos/nuevo sol a 0,73 sacos/nuevo sol) aumentando a un 55%. Asimismo, se logró reducir el retraso en la entrega de sus pedidos pasó de un 30% a un 16,34% equivalente a una reducción del 46%.

4. Finalmente se realizó el análisis costo-beneficio, donde se logró el incremento de la producción y con esto se puede ver un en los cinco años la empresa generará un total de S/. 32 959 056 como ingresos y para la implementación de la propuesta invertirá un total de S/. 24 880 855,77, con lo cual se obtiene un beneficio/costo de S/. 1,32, es decir, por cada sol invertido se obtendrá una ganancia de 0,32 soles.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios encaminados a analizar otras formas más efectivas de implementación de mejoras en el proceso productivo para empresas de este sector.
- Además, el presente trabajo de investigación recomienda realizar un nuevo análisis al cuello de botella dado por el balance de líneas de manera que pueda incrementar la eficiencia de la línea ya que aún sigue siendo baja y seguir reduciendo los tiempos muertos, esto puede servir para una futura investigación.
- Al mismo tiempo se recomienda realizar el mismo tipo de análisis para el resto de productos lo cual uniformizaría el sistema productivo total y a todo el trabajo realizado por la empresa.
- Por otro lado, se recomienda a futuros investigadores hacer el estudio de la formación y capacitación de personal operativo de la empresa para así mejorar su productividad y tenga una mejor planificación de sus actividades, de manera que tenga un tiempo estándar y llegue a cumplir con lo establecido.

V. REFERENCIAS

- [1] Grupo de Estudios de Mercado de PlasticsEurope (PERMG) y Conversio Market & Stategy GmbH, «PlasticsEurope,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.plasticseurope.org/es/resources/publications/2511-plasticos-situacion-en-2019>. [Último acceso: 4 Mayo 2020].
- [2] «Revista Vector,» 29 Marzo 2019. [En línea]. Available: <http://www.revistavector.com.mx/2019/03/29/representa-la-industria-del-plastico-mas-del-3-del-pib-nacional/>. [Último acceso: 5 Mayo 2020].
- [3] D. M. Guevara Cárdenas, «Tecnología del Plástico,» Axioma B2B Marketing, Diciembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.plastico.com/temas/2019,-un-ano-de-retos-para-la-industria-plastica-en-America-Latina+128679?pagina=3>. [Último acceso: 6 Mayo 2020].
- [4] «Sociedad Nacional de Industrias,» 2019. [En línea]. Available: https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/Reporte-Sectorial-PI%C3%A1sticos_2019.pdf. [Último acceso: 5 Mayo 2020].
- [5] Ministerio de la Producción, «Boletín de Producción Manufacturera,» Junio 2019. [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/375377/Boletin_Industria_Manufacturera_-_Junio_de_2019.pdf. [Último acceso: 5 Mayo 2020].
- [6] J. Salazar, «Gestión,» Grupo El Comercio, 18 Abril 2018. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/industria-plastica-crecer-5-ano-requiere-apoyo-gobierno-231807-noticia/>. [Último acceso: 06 Mayo 2020].
- [7] M. Sarria Yépez, G. Fonseca Villamarín y C. Bocanegra-Herrera, «Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing,» *Revista Escuela de Administración de Negocios*, n° 83, pp. 51-71, 2017.
- [8] P. Riberio, J. Sá, L. Ferreira, F. Silva, M. Pereira y G. Santos, «The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study,» *Procedia Manufacturing*, vol. 38, pp. 765-775, 2019.
- [9] F. U. Pantoja y J. H. Castrillón, «Aplicación de la técnica SMED en el procedimiento de cambio de tintas de la referencia bolsa kraff colanta entera 3c a bolsa kraff amtex tannus 2c,» *Revista Publicaciones e Investigación*, vol. 11, n° 1, pp. 113-114, 2017.

- [10] N. I. Tareq, «Improving manufacturing performance through implementing cycle-time reduction: a study of lean plastic bags enterprise,» *International Journal of Development Research*, vol. 8, nº 10, pp. 23248-23255, 2018.
- [11] C. S. Urieta y E. Córdoba, «Sostenibilidad Empresarial a través de la Manufactura de Clase Mundial,» *Revista de Iniciación Científica*, vol. 2, nº 1, p. 12, 2016.
- [12] J. Evans y W. Lindsay, *Administración y control de la calidad*, México: Cengage Learning, 2008.
- [13] S. Kaye, «Global Cosmectic Industry,» 2 Noviembre 2011. [En línea]. Available: <https://www.gcimagazine.com/business/manufacturing/supplychain/133094458.html?prodrefresh=y>.
- [14] F. Howard, «dri.in SMART DELIVERIES,» 20 Septiembre 2017. [En línea]. Available: <https://blog.driv.in/es/entrega-a-tiempo-una-de-las-metricas-mas-importante-en-logistica/>.
- [15] L. Cuatrecasas Arbós, *Diseño avanzado de proceso y plantas de producción flexible*, Barcelona: Profit Editorial, 2009.
- [16] B. Render y J. Heizer, *Dirección de la producción y de operacione. Decisiones estratégicas* 8 ed., España: Pearson Education, 2001.
- [17] M. Arroyo y J. Torres, *Organización de plantas industriales. Apuntes de estudio*, Chiclayo, 2010.
- [18] J. Prokopenko, *La Gestión de la Productividad*, Ginebra, 1989.
- [19] L. A. Mora García, «Indicadores de la Gestión Logística,» [En línea]. Available: https://www.fesc.edu.co/porta/archivos/e_libros/logistica/ind_logistica.pdf. [Último acceso: 04 Mayo 2020].
- [20] T. A. Fucci, «El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios,» 1999. [En línea]. Available: <http://www.ope20156.unlu.edu.ar/pdf/abc.pdf>.
- [21] J. Vermorel, «LOKAD. Quantitative Supply Chain,» Marzo 2020. [En línea]. Available: [https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario)).
- [22] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo*, Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.

- [23] B. y. F. A. Niebel, *Ingeniería Industrial de Niebel - Métodos, estándares y diseño del trabajo*, México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2014.
- [24] P. LEAN, «Expertos en modelos de gestión Lean y mejora continua,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.progressalean.com/5w2h-tecnica-de-analisis-de-problemas/>. [Último acceso: 16 Mayo 2019].
- [25] J. Martín, «CEREM. International Business School,» 29 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://www.cerem.pe/blog/que-es-y-como-hacer-una-matriz-de-priorizacion>.
- [26] L. Palacios, *Ingeniería de Métodos Movimiento y Tiempos*, Bogotá: ECOE Ediciones, 2014.
- [27] J. Velasco, *Organización de la producción*, Madrid: Ediciones PIRAMIDE, 2013.
- [28] C. Rojas, *Diseño y Control de Producción*, Trujillo: Libertad E.I.R.L., 1996.
- [29] M. Rajadell Carreras y J. L. Sánchez García, *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2010, pp. 124-125.
- [30] F. Rey Sacristán, «Reducción de los tiempos de cambios de utillaje en la producción,» *Técnica Industrial* 284, pp. 64-70, 2009.
- [31] S. Shingo, *El Sistema de Producción TOYOTA desde el punto de vista de la ingeniería.*, Madrid: Productivity Press, 1989.
- [32] A. Villaseñor y E. Galindo, *Manual de Lean Manufacturing. Guía básica*, México: Limusa, 2007.
- [33] J. Hernández y A. Vizán, *Lean manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación*, Madrid: Escuela de Organización Industrial, 2013.
- [34] S. Shingo, *Una revolución en la Producción: El sistema SMED*, Madrid: TGP Tecnologías de Gerencia y Producción S.A., 1993.
- [35] F. Paredes Rodríguez, «Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED,» *Lean Manufacturing Center*, Lima, 2009.
- [36] F. Paredes, «Producción LEAN,» LM Center.
- [37] D. L. Peña Orozco, Á. M. Neira García y R. A. Ruiz Grisales, «Application of line balancing techniques to balance worklads in the storage area of a warehouse storage.,» *Scientia et Technica*, vol. 21, n° 3, pp. 239-247, Septiembre 2016.

- [38] «Google Earth,» [En línea]. Available: <https://earth.google.com/web/@-6.78424584,-79.8795615,27.14675096a,393.54882291d,35y,12.73852039h,2.64504693t,0r/data=ChMaEQoJL20vMDJwZ18yGAEGASgC>. [Último acceso: 16 Marzo 2019].
- [39] «IPEA. Instituto de Productividad Empresarial Aplicada,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.ipeaformacion.com/productividad/las-tecnicas-smed/>.
- [40] M. López Acosta, G. Martínez Solano, A. Quirós Morales y J. Sosa Ochoa, «Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta,» *Revista El Buzón de Pacioli*, n° 74, pp. 1-22, 2011.
- [41] G. Prats, «IMPROVEN - Resultoría para tu éxito,» 25 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.improven.com/blog/resultoria-mejora-de-la-rentabilidad-los-4-beneficios-de-la-estandarizacion/#>.
- [42] B. Díaz, B. Jarufe y M. T. Noriega, Disposición de planta, Lima: Fondo Editorial, 2013.
- [43] «Starlinger: Let our experience work for you!,» [En línea]. Available: <https://www.starlinger.com/es/embalaje/maquinas-de-impresion/dynaflex-dx/>. [Último acceso: 24 abril 2020].

VI. ANEXOS

Anexo 1.

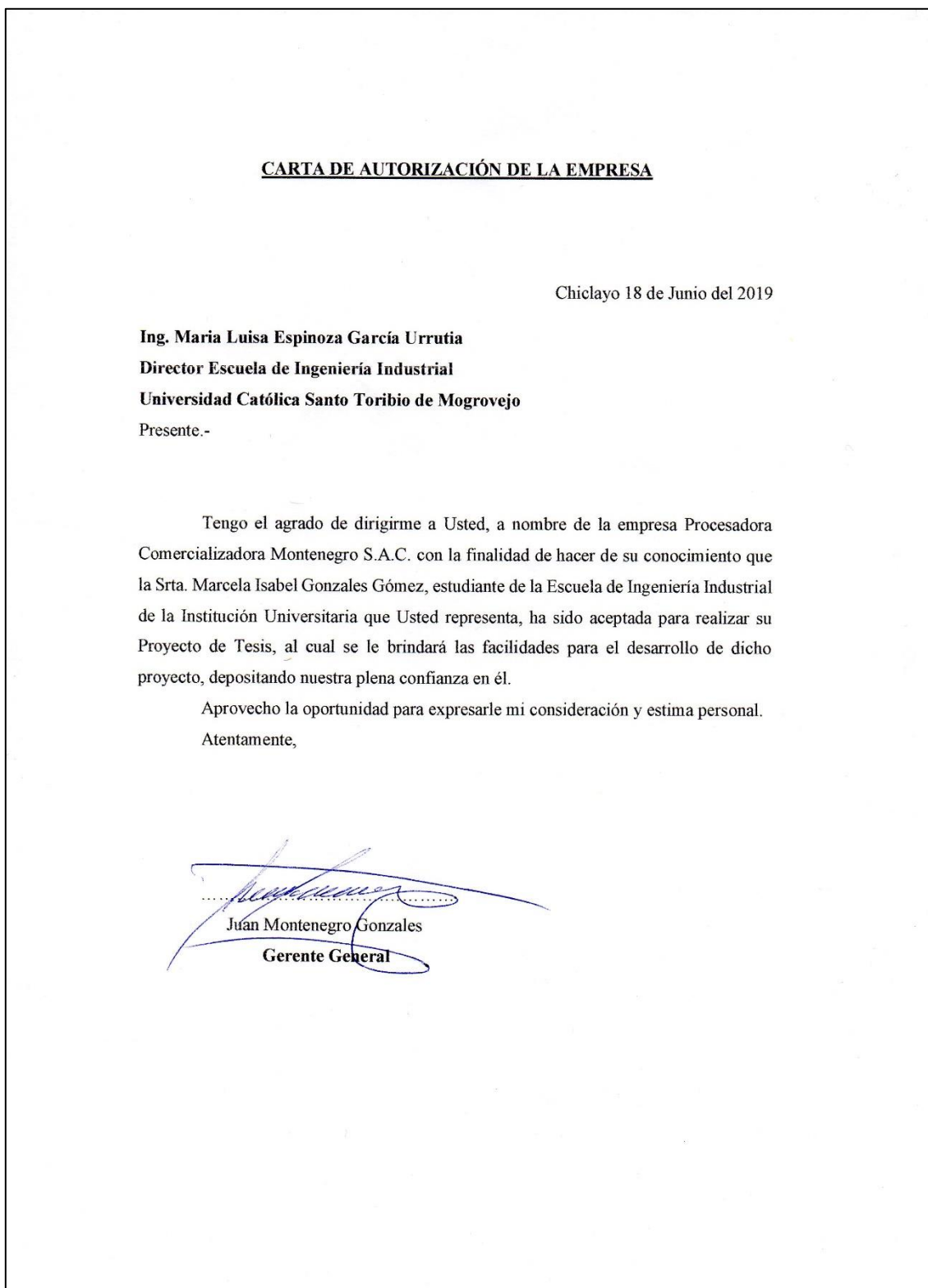


Figura 1. Carta de autorización de la empresa

Fuente: PROCOM S.A.C.

Anexo 2.

Tabla 1. Producción mensual de la empresa en el año 2018

Mes	Producto			
	Sacos Laminados Impresos (unidades)	Sacos Laminados sin impresión (unidades)	Sacos Tejidos sin impresión (unidades)	Sacos Tejidos Impresos (unidades)
Enero	693 433	561 235	1 200 810	457 161
Febrero	971 339	490 163	1 030 834	382 319
Marzo	1 026 745	581 247	1 145 275	398 271
Abril	1 302 538	893 947	1 085 009	249 976
Mayo	1 127 191	380 522	594 944	708 347
Junio	1 415 822	959 877	564 805	658 835
Julio	1 170 323	850 095	481 744	370 888
Agosto	1 081 858	765 049	706 872	643 751
Setiembre	501 821	417 321	235 524	205 728
Octubre	1 226 221	1 285 974	577 148	275 913
Noviembre	405 230	593 235	620 649	632 881
Diciembre	1 565 185	1 254 282	716 771	564 767
Total	12 487 706	9 032 947	8 960 385	5 548 837

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C.

Anexo 3.

Tabla 2. Valor de las ventas mensual de la empresa en el año 2018

Mes	Producto							
	Sacos Laminados Impresos		Sacos Laminados sin impresión		Sacos Tejidos sin impresión		Sacos Tejidos Impresos	
	Precio de Venta (S/.)	Ventas (S/.)	Precio de Venta (S/.)	Ventas (S/.)	Precio de Venta (S/.)	Ventas (S/.)	Precio de Venta (S/.)	Ventas (S/.)
Enero	0,85	589 418	0,70	392 865	0,50	600 405	0,75	342 871
Febrero	0,85	825 638	0,70	343 114	0,50	515 417	0,75	286 739
Marzo	0,85	872 733	0,70	406 873	0,50	572 638	0,75	298 703
Abril	0,85	1 107 157	0,70	625 763	0,50	542 505	0,75	187 482
Mayo	0,85	958 112	0,70	266 365	0,50	297 472	0,75	531 260
Junio	0,85	1 203 449	0,70	671 914	0,50	282 403	0,75	494 126
Julio	0,85	994 775	0,70	595 067	0,50	240 872	0,75	278 166
Agosto	0,85	919 579	0,70	535 534	0,50	353 436	0,75	482 813
Setiembre	0,85	426 548	0,70	292 125	0,50	117 762	0,75	154 296
Octubre	0,85	1 042 288	0,70	900 182	0,50	288 574	0,75	206 935
Noviembre	0,85	344 446	0,70	415 265	0,50	310 325	0,75	474 661
Diciembre	0,85	1 330 407	0,70	877 997	0,50	358 386	0,75	423 575
Total		10 614 550		6 323 063		4 480 193		4 161 628

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C.

Anexo 4.**Tabla 3. Análisis ABC de los productos de la empresa PROCOM S.A.C.**

Producto	Producción (unidades)	Precio de venta (S/.)	Ventas (S/.)	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Sacos Laminados Impresos	12 487 706	0,85	10 614 550,10	41%	41%	A
Sacos Laminados sin impresión	9 032 947	0,7	6 323 062,90	25%	66%	B
Sacos Tejidos sin impresión	8 960 385	0,5	4 480 192,50	18%	84%	
Sacos Tejidos Impresos	5 548 837	0,75	4 161 627,75	16%	100%	C
Total	36 029 875		25 579 433,25	100%		

Fuente: Elaboración Propia en base a PROCOM S.A.C.

Anexo 5.

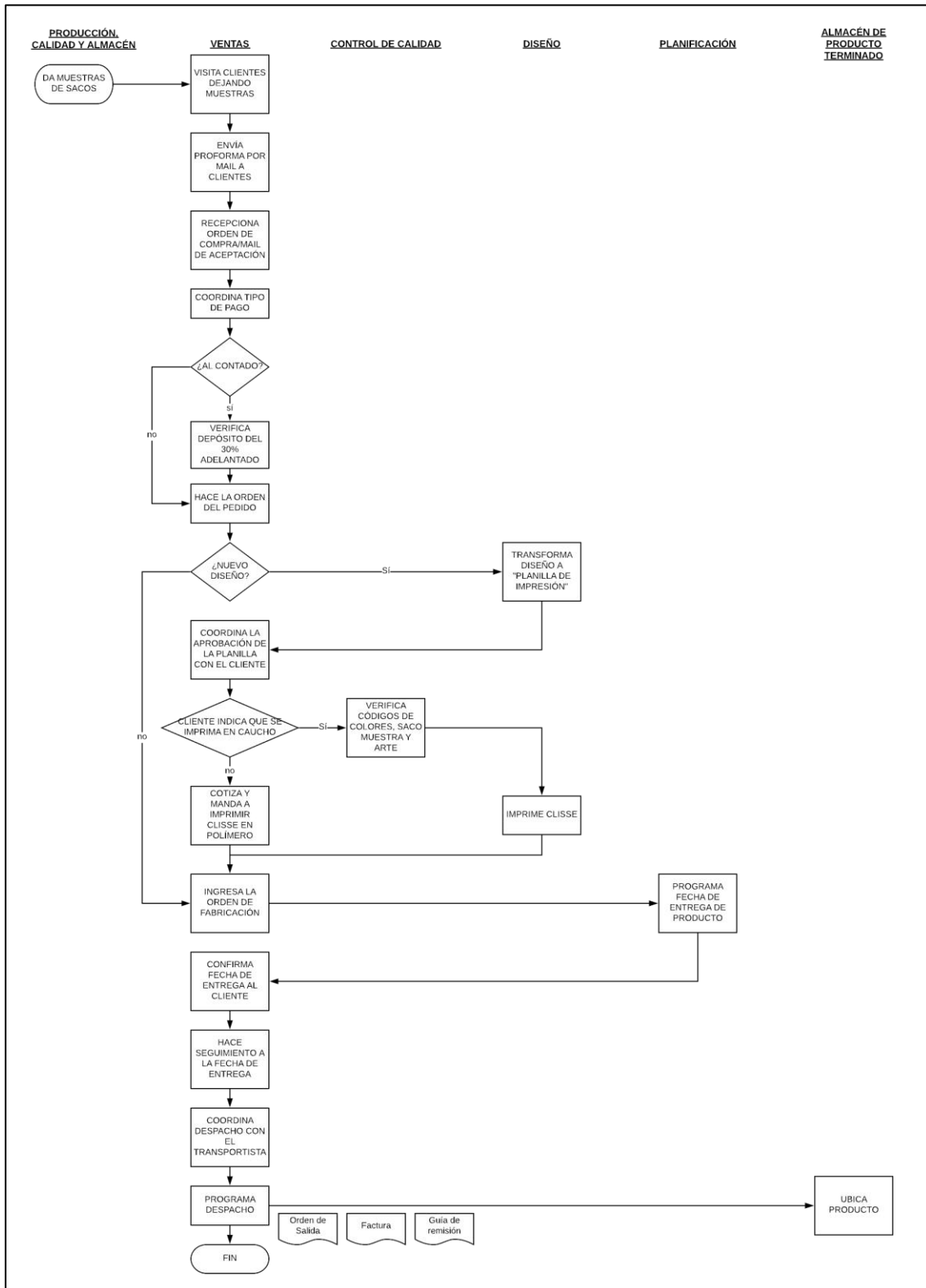


Figura 2. Mapa de Procesos de Ventas

Fuente: PROCOM S.A.C.

Anexo 6.

Tabla 4. Estudio de tiempos del proceso de sacos laminados impresos

Ítem	Actividades del proceso	Ciclo observado (min)			(min)	Tiempo promedio (min)
		1	2	3		
1	Traslado de MP	30	25	27	82	27
2	Mezclado y Extrusión	30	35	32	97	32
3	Embobinado	120	130	125	375	125
4	Traslado de bobinas	40	30	35	105	35
5	Tejido de cintas	6 008	6040	6020	18 068	6 030
6	Traslado de rollos	20	15	18	53	18
7	Laminación	360	350	365	1 075	358
8	Traslado de rollo laminado	30	25	32	87	29
9	Impresión	900	910	908	2 718	906
10	Traslado de rollo impreso	40	25	30	95	32
11	Conversión	540	580	552	1 672	557
12	Traslado de sacos	30	35	30	95	32
13	Prensado y enfardelado	180	170	175	525	175
14	Etiquetado de fardos	15	15	18	48	16
15	Traslado al almacén	30	25	26	81	27
TOTAL		8 373	8 410	8 393		8 399

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7.

Tabla 5. Paradas de producción en el área de impresión en el año 2018

Área de Impresión														
Paradas de Producción (horas)														
Mes	Falla mecánica	Mantenimiento Preventivo	Falla eléctrica	Falta de material	Cambio de molde	Falta de personal	Problemas con el material	Control del producto	Parada técnica	Limpieza	Falta de relevo	Corte de energía eléctrica	Sin programación	Otros
Enero	8,59	0	3,41	6,89	135,85	6,5	0,8	7,33	5,68	60	4	0	0	0,86
Febrero	36,55	3,67	6,15	10,12	121,34	10	3,57	8,47	10,24	0	10	0	1	4,01
Marzo	5,81	1,58	0	2,22	110,37	7	5,29	6,89	0	1,07	8	0	1	3,59
Abril	6,85	3,48	4,67	4,5	124,84	9,5	0,5	12,35	11,74	0	5	1	0	5,72
Mayo	14,83	0	4,27	5,82	122,68	14	4,31	4,52	9,81	0	5	0	0	2,94
Junio	4,14	2,85	0	2,1	147,82	11,5	2,97	5,48	6,52	1	12	0	1	5,25
Julio	10,96	5,47	6,38	9,57	150,96	8,5	4,62	8	8,93	0	10	1	0	0,67
Agosto	20,27	0	5,84	3,45	122,72	12	2,81	4,63	0	2,2	5	0	0	10,91
Setiembre	13,09	1,67	0	6,5	112,58	0	4,08	1,83	10,33	0	18	0	0	0,67
Octubre	34,83	22,8	4,75	1,8	143,44	8,5	0,5	6,17	12,56	0	6	0	0	6,13
Noviembre	4,53	0	4,67	5,17	155,96	12	5,83	11,42	7,17	1,07	8	1	0	13,75
Diciembre	10,25	1,17	5,83	10,83	135,33	35	3	4	0	0	6	0	0	2,17
Total	170,7	42,69	45,97	68,97	1583,89	134,5	38,28	81,09	82,98	65,34	97	3	3	56,67

Fuente: PROCOM S.A.C.

Anexo 8.

Tabla 6. Paradas de producción en el área de impresión en el año 2018

Causas de paradas	Cantidad (horas)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cambio de molde	1583,89	64%	64%
Falla mecánica	170,7	7%	71%
Falta de personal	134,5	5%	76%
Falta de relevo	97	4%	80%
Parada técnica	82,98	3%	84%
Control del producto	81,09	3%	87%
Falta de material	68,97	3%	90%
Limpieza	65,34	3%	92%
Otros	56,67	2%	95%
Falla eléctrica	45,97	2%	96%
Mantenimiento Preventivo	42,69	2%	98%
Problemas con el material	38,28	2%	100%
Corte de energía eléctrica	3	0%	100%
Sin programación	3	0%	100%
Total	2474,08	100%	

Fuente: PROCOM S.A.C.

Anexo 9.

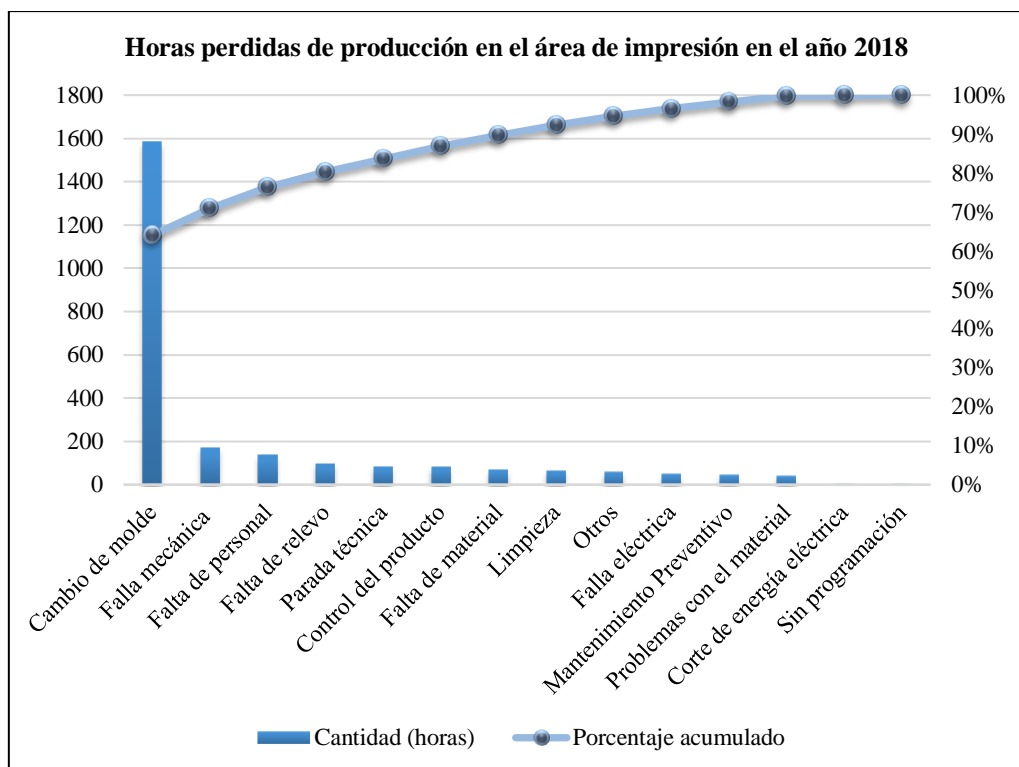


Figura 3. Diagrama de Pareto de paradas de producción en el área de impresión en el año 2018

Fuente: PROCOM S.A.C.

Anexo 10.

Elementos para la implementación del SMED

Cisco-Eagle ¡Llama hoy!
1-888-912-3477

Buscar...

Sistemas y Automatización - Tienda en línea - Servicio de mantenimiento - Herramientas - Estudios de caso - Industrias atendidas - Sobre nosotros - Contacto

Check out our 241 Reviews
★★★★★
Powered By TrustSpot

Carros, camiones y vehículos > Carros de servicio > Carros de servicio de acero inoxidable > Carros de servicio de acero inoxidable

Carros de servicio de acero inoxidable

Todo soldado tipo 430, construcción de acero inoxidable pulido premium

Obtener cotización

- Los estantes pulidos premium resisten la infiltración bacteriana
- La construcción totalmente soldada proporciona una larga vida útil.
- Estantes reforzados con bordes frontales con dobladillo.
- Las ruedas son de goma giratoria y no dejan marcas.
- Elija entre ruedas de 3.5", 4" o 5"

N° de Modelo.	Tamaño de estante	Capacidad	Entre espacio libre	Tamaño de Ruedita	Precio
WE-260290	24" de largo x 15.5" de ancho	300 libras	12.75"	3.5"	\$ 167,19

Más información

Cantidad: 1

Añadir al carrito

Figura 4. Cotización de la mesa transportadora

Fuente: Cisco-Eagle

mercado libre

Buscar productos, marcas y más...

Coronavirus | ¿Qué estamos haciendo?

Categorías - Historial - Tiendas oficiales - Ofertas de la semana - Vender - Ayuda

Crear tu cuenta - Ingresar - Mis compras

También puede interesarte: Samsung - Iphone - Samsung a10 - Mi claro - Iphone 11 - Huawei p30 - Celular - Samsung a50

Volver al listado | Celulares y Teléfonos > Radiofrecuencia > Walkie-talkies

Compartir | Vender uno igual

Nuevo

Radio Comunicación Portátil Handy Talkabout Motorola T200pe

S/ 298⁹⁹

Hasta 12 cuotas sin interés

VISA

Más información sobre Mercado Pago

Entrega a acordar con el vendedor

Lima

Ver costos de envío

Cantidad: 1 Unidad (4 disponibles)

Comprar

Compra Protegida, recibe el producto que esperabas o te devolvemos tu dinero.

Figura 5. Cotización del Pack Walkie Talkie X2

Fuente: Mercado Libre

SIKA PERU - COMPRAR PRODUCTOS SIKA SPRAYS KNAUF MENNEKES

SCHNEIDER ELECTRIC PERU - DISTRIBUIDOR CABLES ELECTRICOS CONDUIT Y PVC CINTAS 3M

OTROS MATERIALES LOCTITE PERU

Cable Vulcanizado 3x18AWG
Tienda / CABLES ELECTRICOS

REF INDECO1016

S/178.00

Cantidad:

Añadir a la cesta

Guardar este producto para más tarde

Comparte este producto con tus amigos

[f](#) Compartir [t](#) Tuit [p](#) Fijelo

Figura 6. Cotización del cable vulcanizado

Fuente: SIKA PERÚ


Life Is On | **Schneider Electric**


Buscar productos, documentos y más

PRODUCTOS ▾ SOLUCIONES ▾ SERVICIOS ▾ SOPORTE ▾ EMPRESA ▾


Inicio > Todos los productos > Automatización y Control industrial > Pulsadores, selectores, pilotos, botoneras y combinadores > Botoneras y cajas de pulsadores > Harmony XALD, XALK > XALD2244

[< Ver todo Harmony XALD, XALK](#)





XALD2244



Control station XAL-D - Start-Stop function - pushbuttons - 1 NO + 1 NC

[Mostrar más características >](#)

64,69 EUR

Comprar online

[Localizador de tiendas >](#)

[Soporte a ventas >](#)

Comparar

Deslice el cursor por la imagen para acercarla

Figura 7. Cotización de la Caja con pulsador verde/rojo telemecanique

Fuente: Schneider Electric