



**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BANDAS EN LA  
EMPRESA MOLINARO**

---

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

**Autor**

Quinteros Ramírez Ricardo Alexander

**Tutor**

MSc. Suárez del Villar Labastida Alexis Ing.

QUITO– ECUADOR

2024

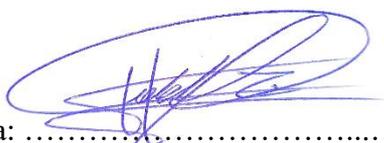
## **AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo Quinteros Ramírez Ricardo Alexander, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BANDAS EN LA EMPRESA MOLINARO**”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial. y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 05 días del mes de noviembre de 2024, firmo conforme:



Firma: .....

Autor: Quinteros Ramírez Ricardo Alexander

Número de Cédula: 1719964973

Dirección: Pichincha, Quito, Iñaquito, la Mañosca.

Correo Electrónico: rquinteros.produccion@gmail.com

Teléfono: 0998175847

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BANDAS EN LA EMPRESA MOLINARO” presentado por Quinteros Ramírez Ricardo Alexander, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 05 de noviembre del 2024

.....

MSc. Suárez del Villar Labastida Alexis Ing.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 05 de noviembre del 2024

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned above a horizontal dotted line.

Ricardo Alexander Quinteros Ramírez

1719964973

## **APROBACIÓN DE LECTORES**

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BANDAS EN LA EMPRESA MOLINARO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 05 de noviembre de 2024

.....

MSc. Álvarez Sánchez Ana  
LECTORA

.....

MSc. Segura D'Roouville Juan Joel  
LECTOR

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de titulación quiero dedicarlo primero a Dios, quien me permite aún cumplir mis metas propuestas y acompañarme siempre cada paso que doy, luego siempre estará mi madre y mi familia, la cual siempre me han apoyado directa e indirectamente en todo el proceso de formación para lograr ser un Ingeniero Industrial. Finalmente, me lo dedico a mí por la perseverancia, constancia y dedicación para lograr lo propuesto.

## **AGRADECIMIENTO**

Le doy mi agradecimiento a Dios por la salud, la vida, la protección diaria, a mi mamá y mi familia por confiar en mí, apoyarme en cada paso de mi vida, cada logro y tristeza generada, pero especialmente por nunca abandonarme. A cada uno de mis docentes, mi tutor del trabajo de titulación por la orientación, los conocimientos impartidos, permitiendo seguir avanzando cada día más para lograr esta meta personal para poder tener un gran desempeño en este mundo laboral.

## INDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR .....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
INDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I .....	1
Introducción.....	1
Antecedentes: .....	4
Justificación:.....	5
Objetivos. ....	6
Objetivo general:.....	6
Objetivos Específicos:.....	6
CAPÍTULO II.....	7
Ingeniería del Proyecto.....	7
Diagnóstico de la situación actual de la empresa:.....	7

Procesos de producción.....	11
Situación actual.....	12
Análisis estadístico por líneas de producción.....	14
Facturación por zona de ventas a nivel país.....	16
Facturación por cliente Zona Sur.....	16
Value Stream Mapping (VSM).....	18
Takt time .....	19
Diagramas de flujo del proceso de producción del área de bandas sintéticas.....	21
Cursograma analítico del proceso de fabricación de bandas sintéticas.....	23
Diagrama de operaciones de procesos de la fabricación de bandas sintéticas.....	27
Layout de la planta de producción de la empresa Molinaro.....	29
Área de estudio .....	31
Modelo operativo .....	32
Metodología SMED .....	32
Metodología 5S.....	33
Documentar los elementos de cambios actuales.....	34
Formación del equipo de trabajo.....	34
Identificar y Separar las actividades internas y externas.....	35
Establecer metas.....	35
Cambiar las actividades internas por externas.....	35
Dinamizar las actividades internas.....	36
Validar procedimientos e implementación del plan.....	37
CAPÍTULO III.....	38
Propuesta y Resultados Esperados .....	38
Desarrollo de la herramienta de 5S.....	38
Inicio de la herramienta 5s .....	38
Desarrollo de la metodología de SMED.....	43

Documentar los elementos de cambios actuales sobre la metodología SMED. ...	43
Formación del equipo de trabajo sobre la metodología SMED. ....	43
Identificar y Separar las actividades internas y externas sobre la metodología SMED. ....	44
Establecer metas sobre la metodología SMED. ....	53
Cambiar las actividades internas por externas sobre la metodología SMED. ....	53
Validar procedimientos e implementación del plan sobre la metodología SMED. .....	65
Resultados esperados. ....	66
Value Stream Mapping (VSM) de la propuesta. ....	70
Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta. ....	71
Análisis de costos .....	73
CAPÍTULO IV .....	75
Conclusiones y Recomendaciones .....	75
Conclusiones .....	75
Recomendaciones.....	77
BIBLIOGRAFÍA .....	78
ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Resumen de características de Bandas Sintéticas y Planas.</i> .....	11
Tabla 2 <i>Análisis de frecuencias de los subgrupos de productos a partir de la facturación</i> ....	15
Tabla 3 <i>Análisis de facturación por zonas divididas en el país.</i> .....	16
Tabla 4 <i>Takt time de la fabricación de bandas sintéticas.</i> .....	19
Tabla 5 <i>Retrasos por parte del departamento de producción en la elaboración de las bandas transportadoras.</i> .....	20
Tabla 6 <i>Frecuencia de retrasos por Subgrupo.</i> .....	21
Tabla 7 <i>Cursograma analítico de la máquina troqueladora</i> .....	23
Tabla 8 <i>Resumen del cursograma analítico máquina troqueladora</i> .....	23
Tabla 9 <i>Cursograma analítico de la máquina vulcanizadora</i> .....	24
Tabla 10 <i>Resumen del cursograma analítico máquina vulcanizadora</i> .....	25
Tabla 11 <i>Cursograma analítico del proceso de producción de bandas sintéticas.</i> .....	26
Tabla 12 <i>Resumen del cursograma analítico del operario.</i> .....	27
Tabla 13 <i>Resumen del diagrama de operaciones de procesos.</i> .....	29
Tabla 14 <i>Check list de las máquinas para la fabricación de bandas sintéticas.</i> .....	31
Tabla 15 <i>Puntos importantes de la capacitación de la herramienta de 5S</i> .....	39
Tabla 16 <i>DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEIRI</i> .....	40
Tabla 17 <i>DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEITON</i> .....	40
Tabla 18 <i>DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEISO</i> .....	41
Tabla 19 <i>DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEIKETSU.</i> .....	42
Tabla 20 <i>DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SHITSUKE.</i> .....	42
Tabla 21 <i>Diagrama Hombre - Máquina.</i> .....	45
Tabla 22 <i>Resumen de diagrama Hombre – Máquina.</i> .....	46
Tabla 23 <i>Separación de actividades internas y externas.</i> .....	47
Tabla 24 <i>Resumen de separación de actividades internas y externas.</i> .....	53
Tabla 25 <i>Plan de acción sobre la propuesta de implementación de la metodología SMED</i> ...55	
Tabla 26 <i>Resumen del Plan de Acción de la metodología SMED en el proceso de producción de bandas sintéticas.</i> .....	66
Tabla 27 <i>Propuesta actual de cursograma analítico por operador.</i> .....	68
Tabla 28 <i>Resumen de la propuesta de diagrama de recorrido.</i> .....	69
Tabla 29 <i>Takt time de la propuesta.</i> .....	70

Tabla 30 <i>Descripción de las actividades del cronograma del proyecto.</i> .....	71
Tabla 31 <i>Costos mensualizados de mano de obra de la empresa Molinaro.</i> .....	73
Tabla 32 <i>Análisis de costos de implementación por mano de obra.</i> .....	74
Tabla 33 <i>Análisis de costos de implementación de maquinaria e insumos.</i> .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Estructura de una banda.</i> .....	8
Figura 2 <i>Bandas sintéticas.</i> .....	9
Figura 3 <i>Banda plana de potencia.</i> .....	10
Figura 4 <i>Banda plana de arrastre.</i> .....	10
Figura 5 <i>Organigrama de operaciones de la empresa Molinaro</i> .....	13
Figura 6 <i>Diagrama de Pareto sobre las áreas de producción de bandas a partir de la facturación.</i> .....	14
Figura 7 <i>Diagrama de Pareto de la facturación por cliente de la Zona Sur</i> .....	17
Figura 8 <i>El VSM Mapa de Flujo de Valor actual de la producción de bandas sintéticas.</i> .....	18
Figura 9 <i>Diagrama de flujo de área de bandas sintéticas.</i> .....	22
Figura 10 <i>Diagrama de operaciones del proceso de producción de bandas sintéticas.</i> .....	28
Figura 11 <i>Diagrama de espagueti representado en el Layout de la empresa Molinaro.</i> .....	30
Figura 12 <i>Modelo Operativo de la Metodología SMED.</i> .....	32
Figura 13 <i>Representación del porcentaje de utilización óptima del Diagrama Hombre - Máquina.</i> .....	46
Figura 14 <i>VSM de la propuesta de la optimización de proceso de la producción de bandas sintéticas.</i> .....	70
Figura 15 <i>Diagrama de Gantt de actividades a partir de la propuesta de mejora.</i> .....	72
Figura 16 <i>Imágenes actuales como se encuentran la zona de prensas de bandas sintéticas.</i> .	84
Figura 17 <i>Imágenes actuales como se encuentran la mesa de trabajo de bandas sintéticas.</i> .	84
Figura 18 <i>Imágenes actuales de cómo se encuentra la zona de trabajo de bandas sintéticas.</i> .....	85

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Facturación Zona Sur 2024.</i> .....	81
Anexo 2 <i>Situación actual para trabajar SEIRIN y SEITON.</i> .....	84
Anexo 3 <i>Formato de inventario de elementos innecesarios.</i> .....	86
Anexo 4 <i>Formato registros fotográficos (SEISO Antes- Después).</i> .....	87
Anexo 5 <i>Formato de inspección y control diario (SEIKEISUT)</i> .....	88
Anexo 6 <i>Formato de auditoría de 5S.</i> .....	89
Anexo 7 <i>Presentación del fundamento de la metodología SMED.</i> .....	90
Anexo 8 <i>Aprobación abstract departamento de idiomas.</i> .....	93

**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BANDAS  
EN LA EMPRESA MOLINARO.**

**AUTOR: Ricardo Alexander Quinteros Ramírez**

**TUTOR: MSc. Suárez del Villar Labastida Alexis Ing.**

**RESUMEN EJECUTIVO**

La presente investigación se realiza en la empresa Molinaro, ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, sector de Calderón; en la misma se ha evidenciado en los últimos tres años, problemas en la entrega de los productos al cliente final, falta de tiempos de producción y desorden en la misma a partir de la demanda diaria, lo que ha provocado insatisfacción de varios clientes internos y externos. Por ello, el objetivo principal es optimizar el proceso de producción de bandas sintéticas mediante herramientas de Ingeniería Industrial para reducir los tiempos de producción. La metodología que se emplea es la SMED (Single-Minute Exchange of Dies), la cual permite reducir significativamente los tiempos de cambios de troqueles, de actividades y mejorar la eficiencia en el proceso de producción, conjuntamente la herramienta de las 5S que están implícitas en la metodología anterior. Los principales resultados que se obtuvieron en la investigación al aplicar la metodología antes mencionada, son los siguientes: una reducción en los tiempos de producción de 440 minutos a 284 minutos al aplicarse la propuesta al proceso de producción, favoreciendo un incremento de la misma. Las principales conclusiones de este trabajo investigativo muestran una optimización del proceso objeto de estudio al lograr una reducción de los tiempos en los productos entregados, una mayor satisfacción tanto de los clientes internos como externos y separar las actividades internas a externas. Conjuntamente se maneja con el equipo de expertos implementar una propuesta piloto en la planta, la cual permite minimizar los tiempos en el proceso y proponer un plan de acción sobre las actividades innecesarias, los cuellos de botella, entre otras.

**DESCRIPTORES:** Metodología SMED, productividad, tiempos, optimización de procesos, herramientas.

**UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**INDUSTRIAL ENGINEERING**

**TEMA: OPTIMIZATION OF THE BAND PRODUCTION PROCESS AT THE  
MOLINARO COMPANY.**

**AUTOR:** Ricardo Alexander Quinteros Ramírez

**TUTOR:** MSc. Suárez del Villar Labastida Alexis Ing.

**ABSTRACT**

This research is carried out at the Molinaro company, located in the province of Pichincha, canton of Quito, sector of Calderón. In the last three years, difficulties have been observed in the delivery of products to the final customer, lack of production times and disorder in the same from the daily demand, which has caused disappointment of several internal and external customers. Therefore, the main objective is to optimize the production process of synthetic bands through Industrial Engineering tools to reduce production times. The methodology used is SMED (Single-Minute Exchange of Dies), which allows to significantly reduce the times of die changes, activities and improve efficacy in the production process, together with the 5S tool that is implicit in the previous methodology. The major results obtained in the examine when applying the abovementioned methodology are the following: a decrease in production times from 440 minutes to 284 minutes when applying the proposal to the production process, supporting an increase in it. The focal conclusions of this research work show an optimization of the process under study by achieving a reduction in the times of delivered products, greater satisfaction of both internal and external customers, and separating internal and external activities. In conjunction with the team of experts, a pilot proposal is implemented in the plant, which allows minimizing the times in the process and proposing an action plan on unnecessary activities, bottlenecks, among others.

**KEYWORDS: SMED methodology, productivity, times, process optimization, tools.**

**(Anexo 8**  
*Aprobación abstract departamento de idiomas.)*

# CAPÍTULO I

En el primer capítulo de este trabajo de titulación se realiza la introducción relacionada a la optimización de proceso, los antecedentes identificados en la organización y antecedentes relacionados a nuestra investigación que permite tener una idea del trabajo a realizar, adicional se planteara los objetivos en relación con el problema descrito en los antecedentes y relacionado al tema de trabajo de titulación.

## **Introducción**

Un proceso de negocio es series de trabajo organizada para que se lleven a cabo con el fin de lograr un resultado, ya sea esto un producto, puede ser un servicio u otro objetivo para la organización. Ningún proceso de negocio es totalmente correcto desde un inicio. Optimizar y mejorar procesos tiene como objetivo generar ajustes y mejoras necesarias para reducir, riesgos, eliminar errores, acelerar operaciones, aumento en la productividad, usar los recursos de manera eficiente, sino en última instancia, ofrecer servicios o productos de calidad a los clientes. (Rioja, 2024)

Un proceso de negocio es una serie de tareas organizadas para alcanzar un objetivo específico. La optimización de procesos busca mejorar estos mediante ajustes que minimicen riesgos, eliminen errores, aceleren operaciones, incrementen productividad, y usen los recursos de manera más eficiente, para ofrecer productos o servicios de mayor calidad a los clientes.

El desempeño general de una organización puede mejorar a partir del conocimiento de los procesos, sin importar en donde se lleven a cabo. Es esencial que sea transparente lo que pasa, cuando, en donde y de qué manera, de esta forma los resultados que se obtienen. En un contorno internacional y mercados dinámicos, cada punto de la cadena de valor debe ser revisada de forma continua para identificar oportunidades de mejora. La transparencia necesaria se logra a través del análisis de los procesos: revela donde se encuentran los puntos débiles de cada proceso y que acciones de optimización se pueden implementar, como resultado lógico del análisis, para mejorar el rendimiento. (Dirks, 2022)

Las industrias globalizadas de hoy en día el éxito general de cada una de ellas dependen en comprender y optimizar sus procesos, sin importar dónde ocurran. Es crucial tener claridad sobre lo que sucede, cuándo, dónde y cómo suceden las cosas, así como los resultados que se obtienen. En un entorno internacional y mercados cambiantes, es necesario revisar constantemente los elementos de la cadena de valor para identificar oportunidades de mejora.

Un análisis de procesos es una tarea que no se realiza una sola vez. Debe ser llevado de forma continua, ya que la empresa, como organización se encuentra en un constante aprendizaje, requiere adaptarse constantemente a nuevas condiciones macroeconómicas y a la cambiante demanda de clientes. Logrando responder de forma flexible y anticiparse, también considerar el deseo de personalizar los productos, es necesario el análisis y la optimización de los procesos de manera permanente. (Dirks, 2022)

El análisis de procesos no es una tarea única, sino que debe ser continuo. Las empresas, como organizaciones que aprenden, necesitan adaptarse constantemente a nuevas condiciones y demandas de los clientes. Para ser flexibles y anticiparse a cambios, incluyendo la individualización de productos hasta en lotes de tamaño, es necesario analizar y mejorar los procesos de forma permanente.

La escasa participación de la academia ecuatoriana en la investigación científica sobre la optimización de procesos de producción resulta en estudios muy dispersos y aislados. En los últimos años, ha aumentado el interés en optimizar procesos e incrementar la productividad en nuestro sector industrial como una forma de aprovechar la capacidad instalada. También ha crecido el interés en transmitir conocimientos a las empresas privadas y mejorar el aprendizaje universitario. (GARCIA & TUTASI, 2021)

La baja participación de la academia ecuatoriana en la investigación científica sobre la optimización de procesos de producción ha resultado en estudios dispersos y aislados. Sin embargo, en años recientes ha habido un creciente interés en este tema, especialmente en el sector industrial, como una forma de aprovechar mejor la capacidad existente y mejorar la

productividad. Este interés también se ha reflejado en la transferencia de conocimientos a empresas privadas y en mejorar el aprendizaje universitario en esta área.

Al establecerse la fábrica de armas y municiones en estudio, fueron seis puestos de trabajo que se organizaron de forma empírica según la necesidad del momento. La investigación aplica el Método de Minimización de Movimientos Totales con el objetivo de optimizar los tiempos de producción. La data agrupada fue utilizada para diagnosticar la situación actual permitiendo identificar la operación de Colocación de Fulminante en la bala contempla un tiempo de 768,89 TMU (unidades de tiempo), que es igual a 27,68 segundos, identificando que es el tiempo más alto, genera un recorrido de 58.811,1 metros. A partir de una propuesta de reubicación de los puestos de trabajo, se logró reducir el tiempo a 391,7 TMU, o 14,1 segundos, y la distancia recorrida a 28.178,3 metros, disminuyendo en total 30.632,8 metros. (Álvarez, Guachamín, & Villar, 2022)

El estudio se centra en una fábrica de armas y municiones que inicialmente organizó seis estaciones de trabajo de manera improvisada. Con el Método de Minimización de Movimientos Totales, se buscó mejorar la eficiencia de los tiempos de producción. Se descubrió que la tarea de colocar el fulminante era la más lenta, con una duración de 27,68 segundos y una distancia recorrida de 58.811,1 metros. Tras reubicar las estaciones de trabajo, el tiempo disminuyó a 14,1 segundos y la distancia a 28.178,3 metros, reduciendo en total 30.632,8 metros, logrando identificar que al optimizar los movimientos generados en el proceso de producción se logra una mejora significativa para generar mayor eficiencia en el proceso de colocación de fulminante.

Molinero es una de las empresas líderes a nivel nacional en la venta y distribución de bandas transportadoras para cualquier industria, en las cuales el punto clave de la empresa es abastecerse de materia prima importante para mantenimiento y producción de una planta industrial y en la cual pasan todos sus productos que deben llegar a su cliente final. Ahora considerando la magnitud en cadena como parte de proveedor, cliente y cliente final se debe considerar un desarrollo de la optimización, levantamiento de proceso de la planta de

producción, que generaría una mejor atención al consumidor final ante varios problemas presentados.

### **Antecedentes:**

La empresa Molinaro, está ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Quito, sector de Calderón, se ha presentado datos de los últimos 3 años (2022,2023 y 2024), donde se evidencio problemas con los pedidos de los clientes internos, enfocados en retrasos de la entrega de pedidos por parte del departamento de producción, falta de tiempos de producción, desorden en los puestos de trabajo, movimientos y actividades innecesarios al realizar las mismas, además de una falta de un manejo ordenado de la producción diaria a partir de la demanda. Esto ha provocado insatisfacción de varios clientes internos y externos, por los antecedentes descritos anteriormente, se considera que un producto bien hecho y entregado en los tiempos ofrecidos por parte de nuestra empresa, generaría una satisfacción con el cliente interno. Por ello se busca optimizar el proceso de producción de bandas de la empresa Molinaro, minimizando perdidas de tiempos, eliminar movimientos innecesarios, eliminar actividades innecesarias, mejorar una baja productividad y estandarizar herramientas o actividades dentro del proceso de producción de bandas sintéticas.

Antecedentes que se han trabajado en la empresa, son intentar generar orden y aseo de los puestos de trabajo al finalizar su jornada laboral, en que cada operario se encarga de limpiar su puesto de trabajo y colocar sus materiales en un lugar específico para poder retirarse. Adicional a eso ya que la producción se maneja a partir de recibir un pedido para producción, se trata de ordenar los pedidos por tipo de material o similares características generados por la demanda, para trabajarlos en planta de forma más rápida por sus similares características.

Se realiza varias investigaciones en fuentes que permiten conocer diferentes puntos de desarrollo de la tesis relacionados con el proyecto actual de trabajo, para poder definir variables importantes en una optimización, con lo cual se cita los siguientes trabajos:

La identificación de cuellos de botella en el procedimiento de adquisiciones era un obstáculo que generaba retrasos en el flujo de trabajo, se aplicó la metodología de Harrington, se pudo desarrollar un estudio detallado que permitió identificar los puntos críticos a

optimizar, facilitando la identificación de áreas de mejora y la implementación de soluciones concretas para agilizar el proceso de adquisiciones. (Stefanno, 2022)

Con la aplicación de PHVA se realizó de forma eficiente el desarrollo del trabajo en la empresa, donde esta metodología permite alcanzar el cumplimiento de cada paso que se debe cumplir y dar solución óptima con el uso de Kanban, con esto su personal lograra un mejor trabajo en el envío de los productos, mejorando su trabajo con clientes de la organización. (Eliana, 2020)

Se considero usar herramientas de calidad en base al desarrollo del trabajo, la lluvia de ideas, el uso de Pareto, Gráficos de Control, etc. Al momento de identificar las fallas existentes, problemas de producción en la confección de prendas, se gestionó formatos de control, seguimiento, verificación y actuación en el mejoramiento de los procedimientos para lograr una optimización del proceso de lavado. (Xavier, 2020)

### **Justificación:**

La **importancia** de elaborar el proyecto permitirá direccionar las actividades en la optimización de los procesos de producción de bandas, revisar de manera primordial la toma de decisiones, se busca gestionar programas de manera proactiva y planificar los procesos productivos para aumentar la utilidad de la empresa.

El **impacto** que tendrá este proyecto se enfoca en mejorar la entrega a tiempo de la producción de bandas, permitir a la organización tener control de los procesos de forma adecuada, con esto logrando ser competitivo, mejorar su posición en el mercado, satisfacer la demanda existente y generar mejora en la planificación interna.

La **utilidad** de la optimización de los procesos de producción de bandas en la empresa Molinaro será generar un proceso eficiente, mejorar tiempos de producción logrando obtener cumplimientos de estos a los clientes internos, además de potenciar la capacidad de la empresa para competir en el mercado.

Los **beneficios** de la iniciativa traerán ventajas en la producción de bandas transportadoras. En estos momentos la empresa tiene problemas debido a la planificación deficiente de sus actividades e insatisfacción con los clientes internos, lo que genera como beneficio maximizar su producción diaria y generar satisfacción al cumplimiento de la cadena de suministros.

La **factibilidad** de la presente investigación se debe a que se cuenta con la total apertura y apoyo por parte de la alta directiva de la organización en brindar todas las facilidades necesarias para su ejecución y un buen término de la misma.

## **Objetivos.**

### ***Objetivo general:***

- Optimizar el proceso de producción de bandas sintéticas en la empresa Molinaro, mediante herramientas de Ingeniería Industrial para la reducción de los tiempos de producción en la misma.

### ***Objetivos Específicos:***

- Diagnosticar la situación actual en el área de bandas sintéticas mediante la utilización de diagramas de Ingeniería de Métodos para identificar los tiempos reales actualmente en el proceso.
- Evaluar las condiciones de trabajo en el área objeto de estudio, mediante el uso de la herramienta 5s, para lograr espacios de trabajos organizados, ergonómico, seguros y limpios.
- Acortar los tiempos en el proceso de producción de bandas sintéticas mediante la Metodología SMED en la empresa Molinaro, con la finalidad de dar cumplimiento a los tiempos de entrega acordado con los clientes.

## CAPÍTULO II

En este segundo capítulo podremos identificar el diagnóstico general de la problemática mencionada en los antecedentes del primer capítulo y en este momento se obtuvo información, se identificó las causas y analizar la información relevante que permita conocer el problema raíz, donde poder proponer una solución en el siguiente capítulo.

### **Ingeniería del Proyecto**

#### *Diagnóstico de la situación actual de la empresa:*

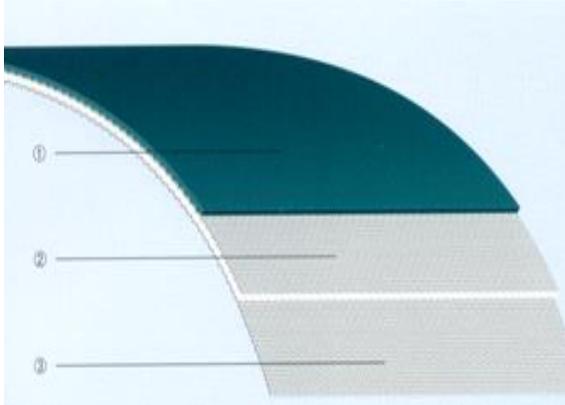
La empresa Molinaro es una empresa líder en ventas, distribución y servicios de bandas transportadoras, con 22 años de experiencia en las industrias ecuatorianas, se destaca como principal proveedor de grandes plantas como: Nestlé, Tesalia, la Fabril, Imprenta Mariscal, entre otras. Con esto el primer punto es conocer que es una banda transportadora y de que se compone la misma, los elementos son muy estándar en casi todos los tipos de bandas usadas en las industrias a nivel mundial.

#### **Estructura de una banda transportadora.**

- 1- La cara de transporte: Los diferentes materiales, espesores y estructuras de recubrimiento, así como las propiedades químicas y mecánicas influyen en el arrastre de la mercancía a transportarse.
- 2- El elemento tractor: El empleo de distintos tejidos especiales repercute en la aptitud de aplicación. Fuerza, elongación, características, idónea para cantos de cuchilla y curvas dependen directamente de la tela de la construcción del tejido.
- 3- La cara de rodadura: Los diferentes diseños y recubrimientos determinan la emisión de ruidos, absorción de energías, así como desgaste y aplicabilidad de la banda a la circulación deslizando (mesa) o rodante (rodillos).

## Figura 1

*Estructura de una banda.*



**Nota:** Fuente (BELTECH, 2024), la estructura de cualquier banda es muy similar, cambia la cara superior o inferior que son de distintos materiales dependiendo el uso que se le va a dar dentro de la industria o actividad.

La empresa clasifica sus productos por subgrupos los cuales vamos se describen los dos primeros que es bandas sintéticas y planas, que se identifica por la mayor facturación por parte de la empresa Molinaro en los últimos 3 años:

- **Bandas sintéticas:** Las bandas sintéticas son las más usadas en la industria para el transporte de los productos de las industrias alimenticias, logísticas, madereras, químicas, entre otros.

Los revestimientos aplicados en las bandas sintéticas se conocen como polímeros y pueden estar fabricados con diversos materiales que afectan la estabilidad de la banda según su aplicación. Estos polímeros se dividen principalmente en dos grupos: termoplásticos y termoestables. Los compuestos principales utilizados en los revestimientos incluyen PVC, poliuretano, poliolefina y poliéster. (BELTECH, 2024)

## Figura 2

*Bandas sintéticas.*



**Nota:** Esta imagen se logra identificar una banda sintética y sus tipos de materiales, fuente (BELTECH, 2024).

- **Bandas planas:** Las bandas planas se destinan a dos tipos de funciones o trabajo de estas, que es generar potencia partir de un elemento tractor y trabajo de arrastre ya sea a nivel de papel o cartón en sus diferentes presentaciones o espesor del producto.

### **Tipos de materiales y coberturas según su nomenclatura:**

- Goma / Goma
- Goma / Textil
- Textil / Textil
- Cuero / Nylon
- Cuero / Cuero

Ammeraal Beltech proporciona una amplia selección de bandas de transmisión de alta calidad diseñadas para adaptarse a diversos equipos de producción. Desde bandas clásicas con núcleo de nylon hasta construcciones con tejidos especiales para capas internas termoplásticas y de baja tensión, ofrecemos la solución de banda más adecuada para cualquier aplicación. Nuestras bandas están disponibles con coberturas superficiales que incluyen tejido, cuero, goma natural, elastómeros y varios

recubrimientos termoplásticos. Además, para aplicaciones especiales, se ofrece coberturas sin costuras. (BELTECH, 2024)

### **Figura 3**

*Banda plana de potencia.*



**Nota:** Esta imagen se identifica una banda plana, sus tipos de materiales y aplicación en potencia generada por el elemento tractor, fuente (BELTECH, 2024).

### **Figura 4**

*Banda plana de arrastre.*



**Nota:** Esta imagen se identifica una banda plana, sus tipos de materiales y aplicación en arrastre, fuente (BELTECH, 2024).

**Tabla 1***Resumen de características de Bandas Sintéticas y Planas.*

CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE BANDAS					
BANDA SINTÉTICAS			BANDAS PLANAS		
Descripción	TIPOS	CARACTERÍSTICAS	Descripción	TIPOS	CARACTERÍSTICAS
Las bandas transportadoras sintéticas están fabricadas con tejidos recubiertos en la parte superior e inferior. Estas bandas están compuestas por una o varias capas de tejido que ofrecen características específicas como resistencia, estabilidad y capacidad para resistir impactos.	Banda de PVC	Polímero termoplástico	Las bandas planas desempeñan un rol crucial en la transferencia de potencia desde un eje principal a otras máquinas y equipos, en velocidades superiores a las de otros tipos de bandas, también son usadas para industrias corrugadas y papeleras por sus propiedades.	Goma / Goma	Trabajo en altas velocidades
		Grado alimenticio		Funciona como banda torcedora	
		Resistente temperatura de 70° a 90° picos		Funciona en procesos de doblado y engomado	
		Existen varios espesores y colores.		Resistentes a la abrasión	
		Capas superiores diferentes, como corrugado, liso, tipo serpiente, media luna, etc.		Arrastre de papel	
	Banda de PU	Polímero termoplástico		Diámetros de las poleas pequeñas.	
		Grado alimenticio		Resistentes al trabajo continuo	
		Resistente temperatura de 80° a 100° picos		Banda anti-quemaduras	
		Se encuentra en espesores menores a 2.5 mm		Banda anti-quemaduras	
		Recubrimientos como ropanyl, ropanol.		Bandas tangenciales	

**Nota:** La tabla actual es un resumen de las características y descripciones de los tipos de bandas de los dos principales subgrupos de bandas, como lo es las bandas sintéticas y las bandas planas identificadas por la facturación de los últimos 3 años.

### *Procesos de producción*

Molinero es una empresa distribuidora y vendedora de bandas industriales a nivel nacional, no se realiza la fabricación de las bandas transportadoras desde cero, lo que se realiza esta organización es **“personalizar las bandas a la medida que requiere el cliente final”**.

El método de producción actual es **Make to Order** (MTO), que quiere decir que los productos no se pueden fabricar hasta generar un pedido con confirmación del

producto y características que requiere el cliente final y no se trabaja con inventario fijo. El **MTO** se utiliza para productos personalizados o productos fabricados en pocas cantidades, como ventajas del método podemos considerar que casi nunca hay excedentes de stock y desventaja del método genera un tiempo de entrega más largo por el proceso que se debe cumplir desde el ingreso del pedido hasta la entrega del producto al cliente final. (Technology, 2022)

El flujo general comienza de la siguiente manera que es contactar con las grandes empresas fabricantes de distintos tipos de bandas industriales a nivel mundial, donde se adquiere la materia prima por bobinas, rollos, mangas, que se importan hasta las bodegas, luego de ello se ingresa como materia prima donde se realiza una evaluación de los detalles solicitados al proveedor. Al recibir la materia prima, el departamento comercial puede ofrecer el producto que se tiene disponible, distribuirlo en las características y la aplicación que requiere el cliente final, en donde se puede realizar la entrega nivel nacional de todos los productos. Luego de obtener toda la información del requerimiento del cliente, se procede a realizar el ingreso del pedido de producción para su fabricación.

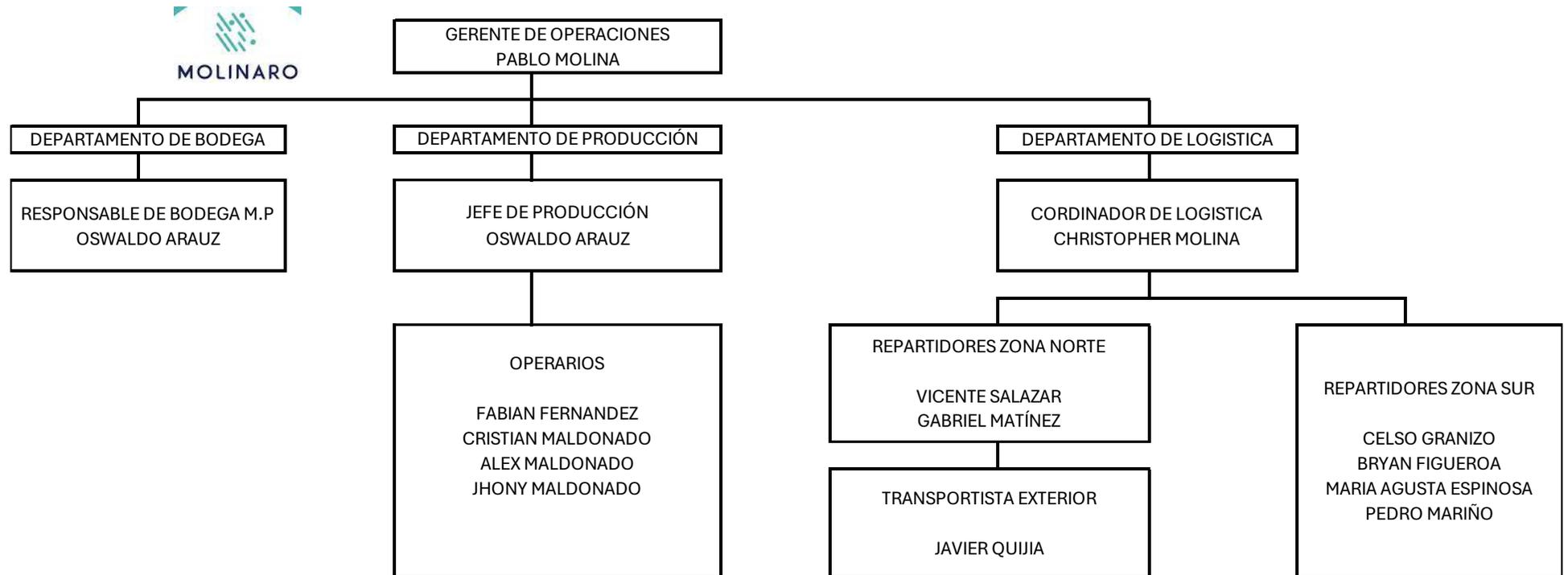
### ***Situación actual.***

La empresa durante varios años de trayectoria no ha optimizado los procesos de producción, monitoreo de las actividades, gestionado y controlado de sus procesos más importantes. Al no cumplir con seguimiento y control de producción, se puede identificar problemas que se relacionan con tiempos de producción ineficientes, falta de calidad en su producción, generando esto una menor rentabilidad y respuesta competitivas ante el mercado.

Al determinar una propuesta se debe realizar un estudio previo para la diagnosticarían de la situación inicial de la empresa Molinaro mediante los métodos de estadística la base es l obtención de la información proporcionada por la empresa, además conocer el Organigrama de los departamentos operativos se pueden identificar cada participante y su jerarquía correspondiente en la empresa Molinaro como se indica en la **Figura 5**, para identificar líderes y responsables.

**Figura 5**

*Organigrama de operaciones de la empresa Molinaro*



**Nota:** Departamentos de Operaciones de la empresa Molinaro y cómo funciona cada departamento operativo.

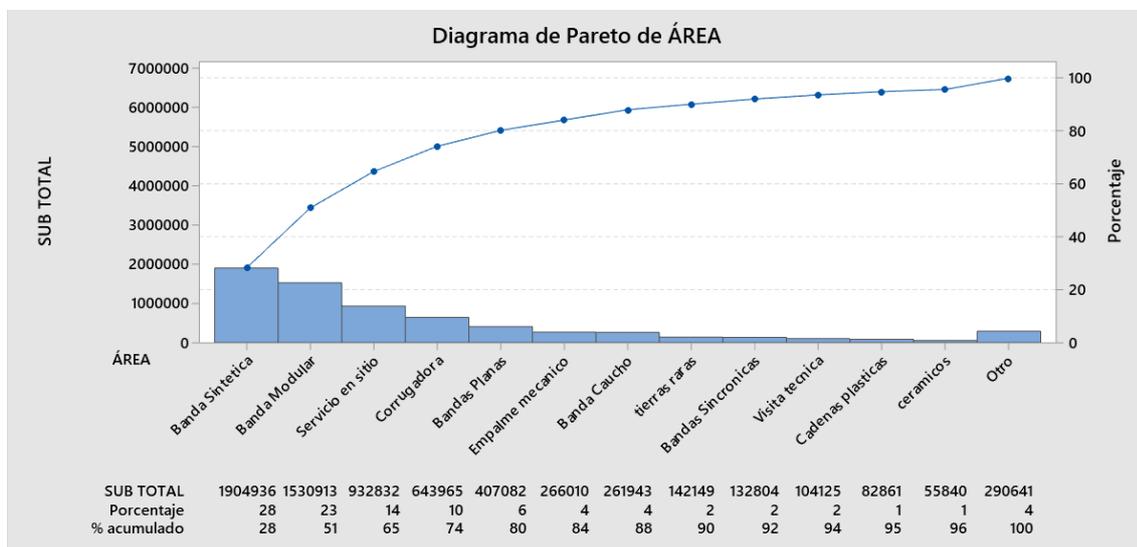
Para lograr la propuesta se ha generado un estudio de la situación actual, identificando los principales datos informativos sobre la facturación y los datos de producción del periodo 2022, 2023 y 2024, donde se analizará información importante para el proyecto actual, donde se puede analizar las causas relacionados al retraso de tiempos de producción en bandas sintéticas utilizando técnicas de estadística descriptiva.

**Análisis estadístico por líneas de producción.**

En la empresa Molinaro existen distintas áreas de producción de bandas transportadoras, a partir del análisis estadísticos de los datos podemos resumir el siguiente Diagrama de Pareto que permitirá identificar a partir de la facturación de los años 2022, 2023 y 2024, el 20 % de los productos más demandados, liderando el subgrupo de **bandas sintéticas** según se observa la **Figura 6**, en lo cual podemos enfocar en el análisis estadístico de este producto, como uno de los más importantes para la empresa Molinaro.

**Figura 6**

*Diagrama de Pareto sobre las áreas de producción de bandas a partir de la facturación.*



**Nota:** El grafico presenta el subgrupo de mayor facturación donde se enfocaría el proyecto.

Autoría: el investigador.

**Tabla 2***Análisis de frecuencias de los subgrupos de productos a partir de la facturación*

<b>SUBGRUPO DE PRODUCTO</b>	<b>VALOR FACTURADO</b>	<b>% DE FRECUENCIA RELATIVA</b>	<b>% DE FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA</b>
Banda Sintética	\$1.904.936,08	28%	28%
Banda Modular	\$1.530.913,12	23%	51%
Servicio en sitio	\$932.831,79	14%	65%
Corrugadora	\$643.965,44	10%	74%
Bandas Planas	\$407.081,72	6%	80%
Empalme mecánico	\$266.010,48	4%	84%
Banda Caucho	\$261.942,91	4%	88%
tierras raras	\$142.148,50	2%	90%
Bandas Sincrónicas	\$132.804,22	2%	92%
Visita técnica	\$104.124,66	2%	94%
Cadenas plásticas	\$82.860,79	1%	95%
Cerámicos	\$55.840,05	1%	96%
PTFE -Teflón	\$53.359,38	1%	96%
Bandas Especialidad	\$39.621,59	1%	97%
Cordones	\$34.738,02	1%	98%
Banda Homogénea	\$31.706,02	0%	98%
BCP	\$25.661,02	0%	98%
Servicio en taller	\$16.974,70	0%	99%
Flejes	\$16.445,93	0%	99%
Cadenas transmisión	\$13.969,98	0%	99%
Equipos Industrial	\$11.011,32	0%	99%
Revestimiento polea	\$9.749,52	0%	99%
Otros Industrial	\$8.766,35	0%	100%
Mallas metálicas	\$7.377,73	0%	100%
Tira Deslizamiento	\$6.998,01	0%	100%
Cangilones	\$6.137,56	0%	100%
Consumibles SINT	\$3.853,09	0%	100%
Bandas en V	\$3.805,80	0%	100%
Venta representación	\$358,00	0%	100%
Celulares	\$106,67	0%	100%
Total general	\$6.756.100,45		

**Nota:** Esta tabla permite identificar la información donde se obtuvo el Diagrama de Pareto, sobre la facturación de los últimos 3 años y poder identificar el subgrupo de producto que lidera la facturación entre todos.

### ***Facturación por zona de ventas a nivel país.***

Según el análisis estadístico de la **Tabla 3**, podemos identificar los valores facturados por zonas de ventas del país, en la Zona Norte que comprende la Sierra, parte del Oriente y la Zona Sur está enfocado a la región Costa del país. En el porcentaje acumulado podemos identificar que la Zona Sur ha generado en los 3 años (2022,2023,2024) la mayor facturación en diferencia de la Zona Norte, esto nos llevara a analizar que clientes de la Zona Sur son lo que mantiene una mayor facturación.

**Tabla 3**

*Análisis de facturación por zonas divididas en el país.*

ZONA	FACTURACIÓN	% DE FRECUENCIA RELATIVA	% DE FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
ZONA SUR	\$ 732.591,58	75%	75%
ZONA NORTE	\$ 240.579,69	25%	100%
Total general	\$ 973.171,26	100%	

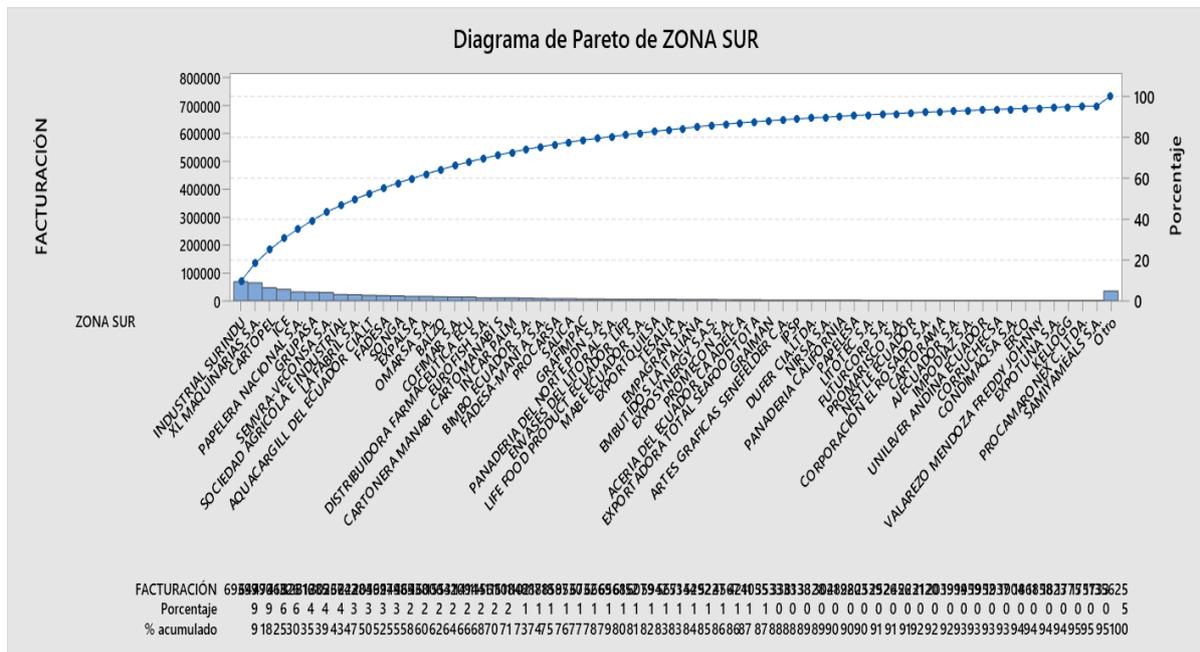
**Nota:** En la tabla se observa la zona donde se obtiene la mayor facturación del año 2024, esto permite enfocarnos cual zona genera mayor rentabilidad y a que clientes deberías poner atención en relación con los problemas que se tenga sobre los productos que se vendan.

### ***Facturación por cliente Zona Sur.***

En la **Figura 7** identificamos los valores de facturación que corresponde a las empresas de la Zona Sur que generan mayor facturación en este año 2024 que se puede evidenciar en el Anexo 1, para poder analizar la gestión de procesos de producción en el área de bandas sintéticas considerando cuanto se les vendió a estos clientes e identificar si hubo retrasos en la elaboración de las bandas por parte del departamento de producción hacia estos clientes.

**Figura 7**

*Diagrama de Pareto de la facturación por cliente de la Zona Sur*



**Nota:** La facturación del año 2024 identificado por cada cliente de la Zona Sur que es la que mayor facturación ha generado a la empresa Molinaro, lo cual permitirá identificar a los clientes que toca tener inconveniente y no tener problemas de retrasos de los diferentes subgrupos de productos.

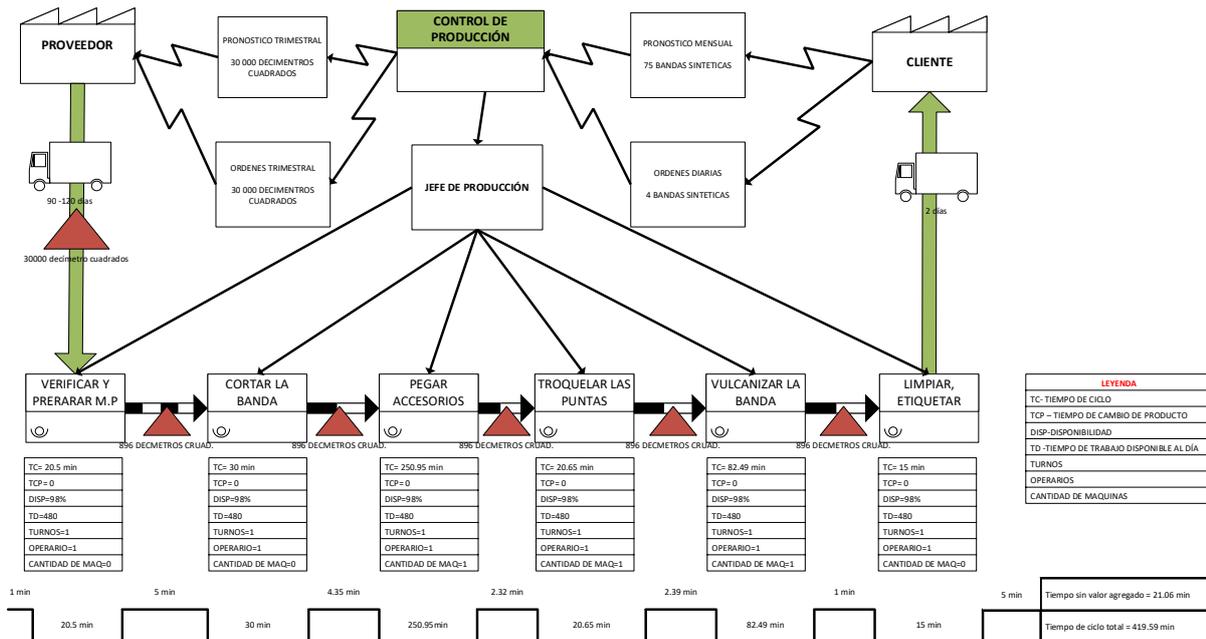
Con esto se procedió analizar **Tabla 5**, en donde se puede identificar las diferencias de las fechas de los ingresos de pedidos, en base a la fecha de cumplimiento de la entrega por parte del departamento de producción, en lo cual podemos identificar la cantidad de producto con retrasos del tiempo de entrega estipulado por los Acuerdos de Nivel de Servicio “ANS”, establecidos por la empresa Molinaro, esto es a partir de los tiempos de espera de los pedidos según la clasificación de tipos de clientes, se da prioridad a los clientes VIP, clientes tipo A, Reseller y clientes tipo B, todos estos tiene diferentes tiempos de respuesta por la prioridad de volumen de compra en la empresa Molinaro.

## Value Stream Mapping (VSM)

El Value Stream Mapping (VSM) es una técnica de diagramación de flujo que se emplea para visualizar y analizar un proceso de producción. Este mapa de flujo de valor es crucial en la gestión de proyectos Lean o Manufactura Esbelta, una metodología ágil que busca incrementar el valor para el cliente eliminando desperdicios en todas las etapas del proyecto. La Manufactura Esbelta se enfoca en optimizar los procesos de fabricación mediante la eliminación de subprocesos o tareas que obstaculizan la producción, en la **Figura 8**, podemos identificar la situación actual de la empresa y su manejo. (Asana, 2024)

**Figura 8**

*El VSM Mapa de Flujo de Valor actual de la producción de bandas sintéticas.*



**Nota:** El mapa de flujo de valor es un mapa de proceso que se está analizando muy completo, en la imagen podemos identificar como es el flujo completo la materia prima que ingresa, las operaciones efectuadas, tiempos utilizados para las actividades, la secuencia de estas y permitirá identificar donde poder atacar un problema latente.

## ***Takt time***

El Takt Time se enfoca en las ventas realizadas en un ritmo de intervalos. Este ritmo mencionado se realiza al dividir las horas de trabajo diario para las cantidades de pedidos que debemos cumplir por cada día. (España, 2021)

**Tabla 4**

*Takt time de la fabricación de bandas sintéticas.*

<b>VARIABLE</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>MEDIDA</b>
JORNADA LABORAL	-	9,00	HORAS
TIEMPO DE ALMUERZO	-	1,00	HORA
NÚMERO DE TURNOS	-	1,00	TURNOS
DIAS H. POR MES	-	20,00	DÍAS
DEMANDA MENSUAL	-	75,00	UNIDADES
TIEMPO DISPONIBLE (HORA)	(JORNADA LABORAL) 9H - 1H (TIEMPO DE ALMUERZO)	8,00	HORAS
TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	8H*60MIN	480,00	MINUTOS X DÍA
TIEMPO DISPONIBLE (SEG)	480MIN*60SEG	28.800,00	SEGUNDOS X DÍA
DEMANDA DIARIA	77 UNI/20 DÍAS	4,00	UNIDADES DIARIAS
TIEMPO TACK SEG	28800 SEG X D./4 UNID	7.200,00	SEG/ UNID

**Nota:** El Takt time es un cálculo que permite conocer las unidades que se debe producir considerando la demanda diaria y mensual que el investigador realizo el cálculo, en este caso realizamos el análisis y el cálculo identificado en la siguiente tabla en relación con la situación actual.

Después de conocer los tiempos calculados por el Takt Time, podemos iniciar con la identificación de la problemática relacionada con el proyecto, la cual a partir de la **Tabla 5**

identificamos retrasos en la entrega de productos por parte del departamento de producción de bandas sintéticas, el análisis se realiza sobre los últimos 3 años de producción, donde identificamos por tipo de cliente que cantidad de productos fueron entregados a tiempo y cuantos productos fueron entregados con retraso.

**Tabla 5**

*Retrasos por parte del departamento de producción en la elaboración de las bandas transportadoras.*

ANÁLISIS ANUAL	ESTADO DEL PEDIDO	CLIENTE VIP	CLIENTE CAT A	RESELLER	CLIENTE CAT B	Total general
2022	A TIEMPO	308	125	92	436	961
	RETRASO	186	113	35	126	460
2023	A TIEMPO	295	203	63	409	970
	RETRASO	215	89	10	154	468
2024	A TIEMPO	149	152	15	207	523
	RETRASO	99	82	2	82	265
Total general		1252	764	217	1414	3647

**Nota:** Se identifica en la tabla los estados del pedido por tipo de cliente si se entregó con retrasado o a tiempo analizado en los últimos 3 años, esto permite identificar un problema por atacar en el departamento de producción.

Al identificar las cantidades de retrasos por tipos de clientes, el porcentaje de retraso son: En el año 2024 ya se identificó retraso del 34% en los cuatros primeros meses, en el año 2023 se obtuvo un 33% de retrasos y en el año 2022 se obtuvo un 32% de retrasos de los pedidos que son los datos analizados. A partir de esto obtuve los siguientes datos de la **Tabla 5**, que identifica los retrasos del departamento de producción por los subgrupos de producto logrando identificar un problema de retraso de entregas de pedidos, además identificamos la frecuencia de retrasos generados en el periodo del año 2024 para conocer el subgrupo de producto que lidera la producción con retrasos.

**Tabla 6***Frecuencia de retrasos por Subgrupo.*

<b>FRECUENCIA DE RETRASOS DE ENTREGA DE PRODUCCIÓN POR SUBGRUPO</b>			
<b>ÁREAS DE TRABAJO</b>	<b>PRODUCCIÓN CON RETRASO</b>	<b>% DE FRECUENCIA RELATIVA</b>	<b>% DE FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA</b>
Banda Sintética	117	44%	44%
Bandas Planas	92	35%	79%
Banda Modular	32	12%	91%
Banda Caucho	7	3%	94%
Servicio en sitio	5	2%	95%
Servicio en taller	5	2%	97%
Bandas Sincrónicas	3	1%	98%
Cangilones	2	1%	99%
Empalme mecánico	1	0%	100%
Banda Homogénea	1	0%	100%
Cadenas plásticas		0%	100%
Cordones		0%	100%
<b>Total general</b>	<b>265</b>		

**Nota:** Según la **Tabla 6**, logre identificar que el subgrupo del tipo de producto con el mayor porcentaje en retrasos de entrega son las **bandas sintéticas**, que contemplan retrasos por parte del departamento de producción, generando insatisfacción con clientes interno y externos de la organización.

***Diagramas de flujo del proceso de producción del área de bandas sintéticas.***

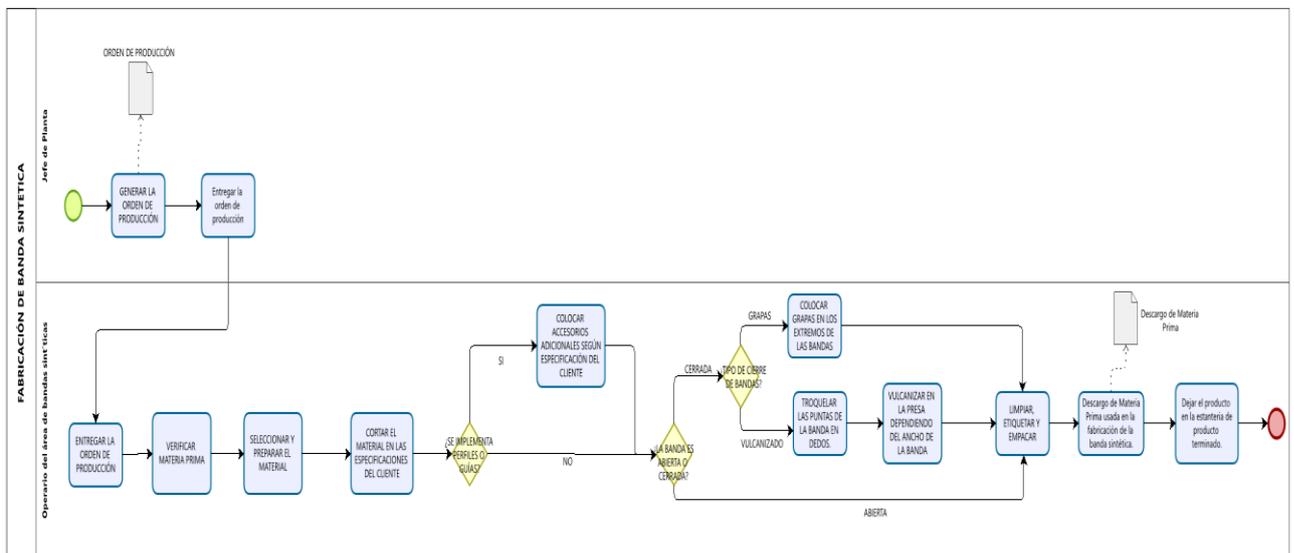
El producto principal en la producción de la empresa a partir del análisis de diagrama de Pareto (80/20), son las bandas sintéticas que es un producto de mayor consumo o compra por parte de las industriales, porque ofrecen una amplia gama de características deseables como flexibilidad, fortaleza, grado alimenticio o resistencia a la abrasión. (MOLINARO, 2024)

Además de ser la sub línea de producto más comercializada por parte de la empresa, también presente el mayor porcentaje de retraso de entrega de pedido por parte

del departamento de producción. Por ello se procede a realizar el diagrama de flujo del área de bandas sintéticas, donde se identifico cada actividad que interviene en este proceso, conocer la descripción de cada una y posterior a eso poder realizar un análisis que permita identificar una solución al problema existentes en esta área de producción según la **Figura 9**.

**Figura 9**

*Diagrama de flujo de área de bandas sintéticas.*



**Nota:** Diagrama de flujo del área de bandas sintéticas, representando las actividades del proceso de fabricación de una banda sintética y cada detalle de este.

**Cursograma analítico del proceso de fabricación de bandas sintéticas.**

**Tabla 7**

*Cursograma analítico de la máquina troqueladora*

Cursograma analítico del proceso de bandas sintéticas											
Diagrama Núm: 2		Hoja Núm: 2		Resumen							
Proceso: Producción de banda sintética Nombre del operario: Alex Maldonado Método: Diagrama de análisis de máquina troqueladora Lugar: Área de bandas sintéticas Operario (s): 1				Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
				Operación				2			
				Transporte				2			
				Espera				0			
				Inspección				1			
				Almacenamiento				0			
				TOTAL DE ACTIVIDADES REALIZADAS						5	
Distancia total (m)						9					
Elaborado por: El investigador		Fecha: 05/05/2024		Tiempo (min-hombre)		24,06					
Número	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones	
1	Trasladar la banda a la troqueladora	1	2,32	4							-
2	Cuadrar la banda en la máquina troqueladora	1	5,00	1							-
3	Troquelar la banda para unir la banda	1	14,30	0							-
4	Verificar si la banda se encuentra troquelada de forma correcta	1	1,35	1							-
5	Trasladar la banda a la máquina vulcanizadora	1	1,09	3							-
5	<b>Total</b>	5	24,06	9	2	1	0	2	0		

**Nota:** El cursograma de la máquina troqueladora se describe los movimientos de tiempos y distancia de la actividad del trabajo de la máquina sobre la situación actual de trabajo.

**Tabla 8**

*Resumen del cursograma analítico máquina troqueladora*

EVENTO	ACCIONES	TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (M)
OPERACIONES	2	19,3	1
TRANSPORTE	2	3,41	7
ESPERA	0	0	0
INSPECCIONES	1	1,35	1
ALMACENAMIENTO	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>24,06</b>	<b>9</b>

**Nota:** El resumen de en tiempo y distancia del cursograma analítico de la máquina troqueladora de la situación actual. Elaborado por el investigador

**Tabla 9**

*Cursograma analítico de la máquina vulcanizadora*

Cursograma analítico del proceso de bandas sintéticas												
Diagrama Núm: 3		Hoja Núm: 3		Resumen								
Proceso: Producción de banda sintética Nombre del operario: Alex Maldonado Método: Diagrama de análisis del máquina vulcanizadora Lugar: Área de bandas sintéticas Operario (s): 1				Actividad		Actual	Propuesta	Economía				
				Operación				7				
				Transporte				3				
				Espera				0				
				Inspección				2				
				Almacenamiento				0				
				TOTAL DE ACTIVIDADES REALIZADAS				12				
Elaborado por: El investigador				Fecha: 05/05/2024		Tiempo (min-hombre)		84,38				
Distancia total (m)						21						
Número	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones		
					○	□	D	⇨	▽			
1	Trasladar la banda a la máquina vulcanizadora	1	1,09	3						-		
2	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas	1	2,00	1						-		
3	Cuadrar la banda en la máquina vulcanizadora	1	8,59	1						-		
4	Colocar tela de sellado para el vulcanizado de la banda sintética	1	4,50	3						-		
5	Prender la máquina vulcanizadora dependiendo del ancho de la banda	1	1,50	1						-		
6	Traer compresor	1	1,30	4						-		
7	Conectar el compresor a la máquina vulcanizadora para el manejo de temperatura	1	3,00	2						-		
8	Verificar si la temperatura se mantiene constante hasta el tiempo de apagado de la máquina	1	4,00	1						-		
9	Vulcanizar la unión de la banda transportadora	1	50,00	0						-		
10	Apagar la máquina	1	0,40	1						-		
11	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas	1	2,00	1						-		
12	Verificar si se realizó el vulcanizado	1	4,00	2						-		
13	Sacar la banda de la prensa	1	2,00	1						-		
13	<b>Total</b>	13	84,38	21	7	2	0	3	0			

**Nota:** El cursograma de la máquina vulcanizadora se describe los movimientos de tiempos y distancia de la actividad del trabajo de la máquina sobre la situación actual de trabajo.

**Tabla 10***Resumen del cursograma analítico máquina vulcanizadora*

<b>EVENTO</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>TIEMPO (MIN)</b>	<b>DISTANCIA (M)</b>
OPERACIONES	7	69,49	8
TRANSPORTE	3	6,89	10
ESPERA	0	0	0
INSPECCIONES	2	8	3
ALMACENAMIENTO	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>84,38</b>	<b>21</b>

**Nota:** El resumen de en tiempo y distancia del cursograma analítico de la máquina vulcanizadora de la situación actual. Elaborado por el investigador

Una vez identificado el flujo del proceso considerando los tiempos y recorrido en cada actividad, luego procedemos a revisar las actividades del proceso de fabricación de bandas sintéticas a partir de un cursograma analítico por operario, por lo cual se identifica el siguiente cursograma analítico según **Tabla 11**, para obtener información importante sobre los tiempos de producción del proceso antes mencionado, el cual puede tener un enfoque al operario, maquinaria, materiales y método de trabajo.

**Tabla 11**

*Cursograma analítico del proceso de producción de bandas sintéticas.*

Cursograma analítico del proceso de bandas sintéticas										
Diagrama Núm: 1		Hoja Núm: 1		Resumen						
Proceso: Producción de banda sintética Nombre del operario: Alex Maldonado Método: Diagrama de análisis de Operario Lugar: Área de bandas sintéticas Operario (s): 1				Actividad		Actual	Propuesta	Economía		
				Operación		24				
				Transporte		14				
				Espera		0				
				Inspección		6				
				Almacenamiento		1				
TOTAL DE ACTIVIDADES REALIZADAS				45						
Elaborado por: El investigador				Fecha: 05/05/2024		Distancia total (m)		132,5		
				Tiempo (min-hombre)		440				
Número	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo					Observaciones
					○	□	D	⇨	▽	
1	Entrega de orden de producción	1	1,00	0	●					-
2	Verificar el material existente	1	8,00	4	●					-
3	Colocar rolo en caballete	1	5,00	4	●					-
4	Estirar la banda	1	4,50	4	●					-
5	Verificar la medida de banda	1	3,00	4	●					-
6	Buscar la herramienta para cortar	1	5,00	12	●					-
7	Cortar la banda a las medidas requeridas por el cliente	1	20,00	3	●					-
8	Envolver el rolo usado	1	5,00	4	●					-
9	Colocar rolo en estantería	1	3,00	3	●					-
10	Recoger la banda	1	2,00	3	●					-
11	Trasladar la banda a la mesa de trabajo	1	1,45	15	●					-
12	Acomodar la banda en la mesa de trabajo	1	0,40	3	●					-
13	Tomar las herramientas que se van a usar	1	1,50	2	●					-
14	Señalar la banda donde se va a implementar los empujadores	1	45,33	3	●					-
15	Identificar los empujadores que se van a utilizar	1	2,00	3	●					-
16	Trasladar los empujadores a la mesa de trabajo	1	0,40	2	●					-
17	Tomar los empujadores	1	0,10	0	●					-
18	Cortar los empujadores de las medidas que requieran colocar en la banda según especificación del cliente	1	39,43	2,5	●					-
19	Trasladar los pesas que se encuentran en la estantería	1	1,00	3	●					-
20	Tomar las pesas	1	0,46	0	●					-
21	Tomar la máquina vulcanizadora (Lister) de empujadores de la estantería	1	2,23	3	●					-
22	Conectar la máquina vulcanizadora	1	1,00	2	●					-
23	Vulcanizar los empujadores en la banda según la solicitud del cliente	1	160,00	3	●					-
24	Trasladar la banda a la troqueladora	1	2,32	4	●					-
25	Cuadrar la banda en la máquina troqueladora	1	5,00	1	●					-
26	Troquelar la banda para unir la banda	1	14,30	0	●					-
27	Verificar si la banda se encuentra troquelada de forma correcta	1	1,35	1	●					-
28	Trasladar la banda a la máquina vulcanizadora	1	1,09	3	●					-
29	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas	1	2,00	1	●					-
30	Cuadrar la banda en la máquina vulcanizadora	1	8,59	1	●					-
31	Colocar tela de sellado para el vulcanizado de la banda sintética	1	4,50	3	●					-
32	Prender la máquina vulcanizadora dependiendo del ancho de la banda	1	2,00	1	●					-
33	Traer compresor	1	1,30	4	●					-
34	Conectar el compresor a la máquina vulcanizadora para el manejo de temperatura	1	3,00	2	●					-
35	Verificar si la temperatura se mantiene constante hasta el tiempo de apagado de la máquina	1	4,00	1	●					-
36	Vulcanizar la unión de la banda transportadora	1	50,00	0	●					-
37	Apagar la máquina	1	0,40	1	●					-
38	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas	1	2,00	1	●					-
39	Verificar si se realizó el vulcanizado	1	4,00	2	●					-
40	Sacar la banda de la prensa	1	2,00	1	●					-
41	Trasladar la banda a la mesa de trabajo	1	1,00	4	●					-
42	Limpiar y Empacar la banda	1	5,00	2	●					-
43	Realizar el descargo del material	1	8,00	2	●					-
44	Trasladar la banda al lugar de producto terminado.	1	5,00	15	●					-
45	Almacenar el producto terminado en la estanterías del mismo	1	1,00	0	●					-
45	<b>Total</b>	45	440	132,5	24	6	0	14	1	

**Nota:** En la **Tabla 11**, se muestra que el tiempo total de la fabricación de bandas sintéticas actual es de 440 minutos (7 horas, 33 minutos), tiempo requerido para 24 operaciones, 6 inspecciones, 14 transportes y 1 almacenamiento; como resultado una distancia recorrida de 132.5 metros de las actividades reales en la actualidad para la elaboración de una banda sintética.

**Tabla 12**

*Resumen del cursograma analítico del operario.*

<b>EVENTO</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>TIEMPO (MIN)</b>	<b>DISTANCIA (M)</b>
OPERACIONES	24	384	41,5
TRANSPORTE	14	32,79	76
ESPERA	0	0	0
INSPECCIONES	6	22,35	15
ALMACENAMIENTO	1	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>440</b>	<b>132,5</b>

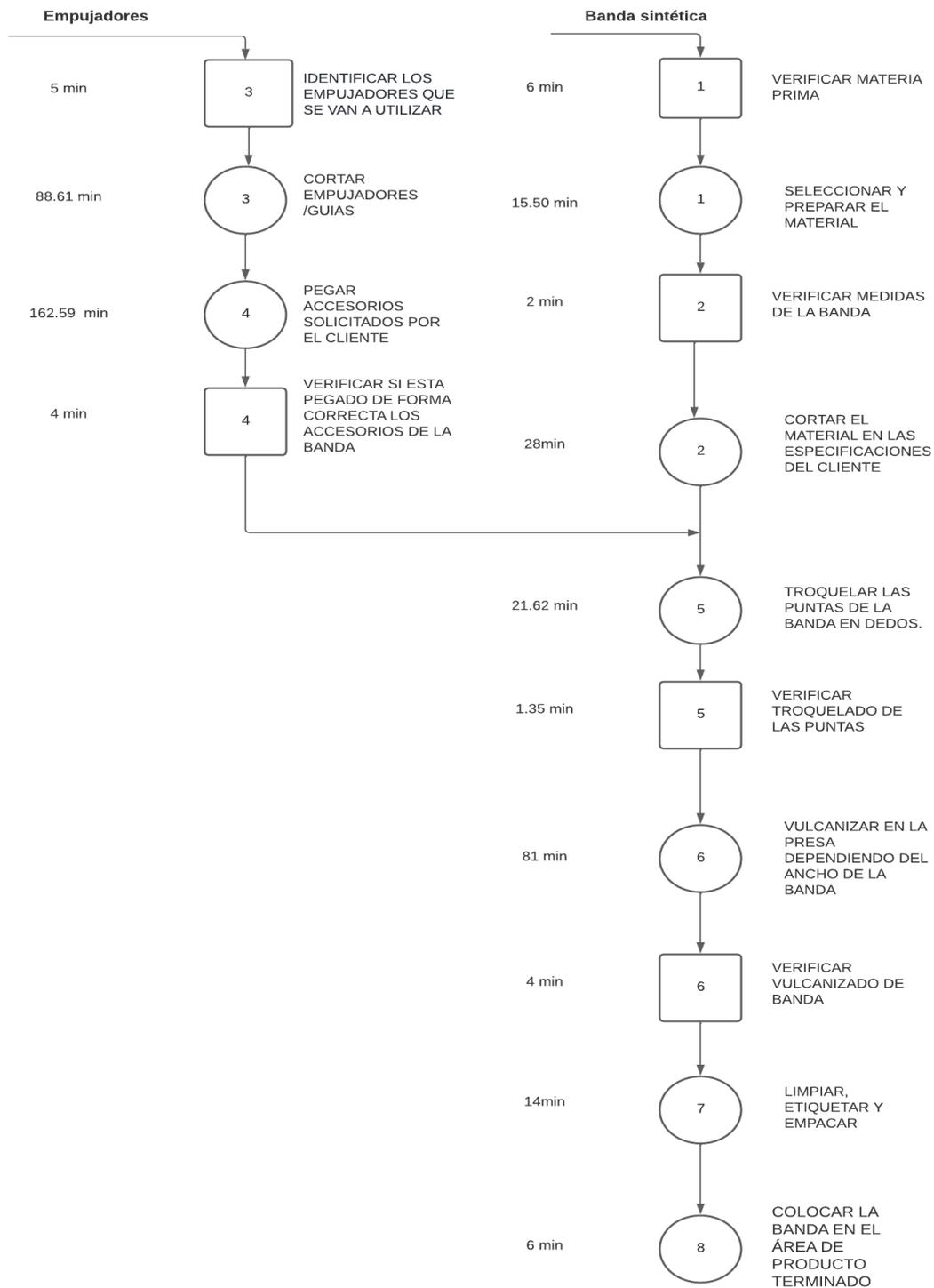
**Nota:** Tabla resumen del cursograma del operario donde podemos identificar el resultado del levantamiento de la situación actual como se encuentra en tiempo y distancia de ejecución de las operaciones.

***Diagrama de operaciones de procesos de la fabricación de bandas sintéticas.***

El diagrama de operaciones de procesos lo podemos identificar en la **Figura 10**, sobre la fabricación de bandas sintéticas, este diagrama es una muestra cronológica de las operaciones actuales del proceso de fabricación de bandas sintéticas, esto se realiza en el área de estudio, máquinas, a partir de las operaciones, inspecciones, almacenaje, demora y transporte. Este tipo de diagramas se utilizan para poder generar una optimización de tiempos en los procesos existentes dentro de una organización enfocado al proyecto.

**Figura 10**

*Diagrama de operaciones del proceso de producción de bandas sintéticas.*



**Nota:** Como resumen del diagrama de operaciones de procesos, se obtiene el resumen de la **Tabla 13**, donde podemos identificar cuáles son las actividades de mayor tiempo de ejecución y podemos buscar alternativas de mejora.

**Tabla 13**

*Resumen del diagrama de operaciones de procesos.*

<b>EVENTO</b>	<b>NÚMERO</b>	<b>TIEMPO</b>
OPERACIONES	8	417.65 min
INSPECCIONES	5	22.35 min

**Nota:** La tabla actual permitió identificar el tiempo total en relaciones a los eventos que se relacionan al diagrama de operaciones de procesos de bandas sintéticas en la empresa Molinaro.

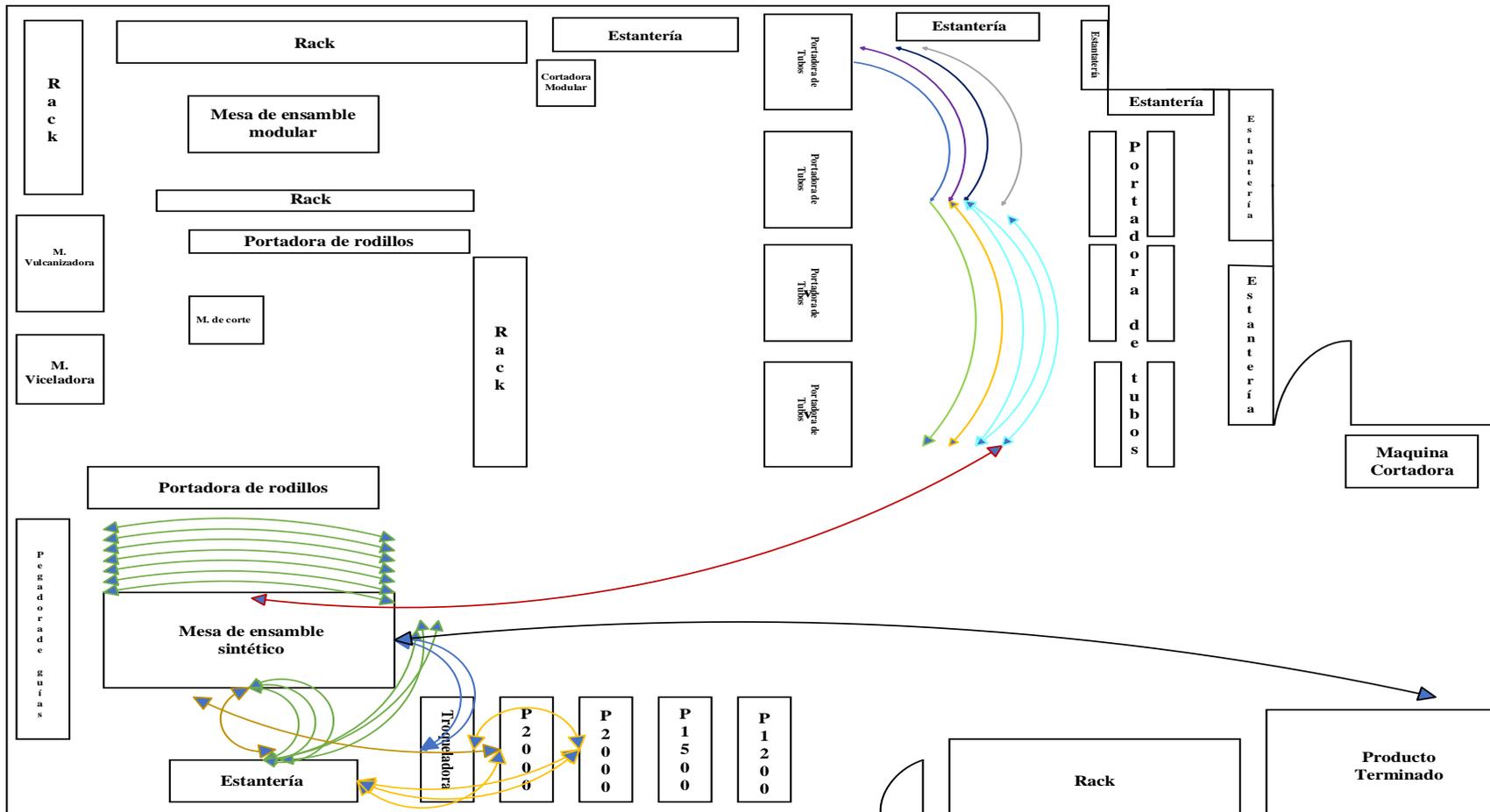
***Layout de la planta de producción de la empresa Molinaro.***

Cuando mencionamos el término Layout, maquetación o disposición, se refiere a la organización y distribución de los componentes dentro de un diseño o formato. Este concepto es relevante en múltiples campos, como la tecnología, la administración y el diseño gráfico, y generalmente se puede considerar sinónimo de "plan" u "ordenamiento". (Etecé, 2024)

A continuación, en la siguiente **Figura 11**, se puede evidenciar el Layout actual de la empresa Molinaro, en donde podemos ubicar el ordenamiento de las maquinarias existentes en planta, la distribución de la misma, la ubicación de la materia prima para cada área de producción y los puestos de trabajos de las áreas de producción para cada tipo de banda, logrando identificar el flujo de trabajo de la elaboración de bandas que será útil para la optimización en el área de producción de bandas sintéticas llamado diagrama espagueti donde representa los movimiento del operario en la planta de producción al realizar el proceso de fabricación de bandas sintéticas.

**Figura 11**

*Diagrama de espagueti representado en el Layout de la empresa Molinaro.*



**Nota:** Podemos identificar el diagrama de espagueti que se presenta con los movimientos del operario al realizar la fabricación de la banda sintética.

En la siguiente **Tabla 14**, se presenta el listado de las maquinarias de la planta de producción que se usan para la producción de bandas sintéticas de la empresa Molinaro, donde podemos identificar las cantidades de máquinas que trabajan en la producción de bandas transportadores y están divididas en diferentes posiciones del Layout de la planta.

**Tabla 14**

*Check list de las máquinas para la fabricación de bandas sintéticas.*

<b>MÁQUINARIA PARA EL PROCESO DE BANDAS SINTÉTICAS</b>	
<b>MÁQUINAS</b>	<b>CANTIDAD</b>
PRENSA 1200	1
PRENSA 1500	1
PRENSA 2000	2
TROQUELADORA	1
TROQUELADORA MANUAL	1
MÁQUINA DE CORTE DE BANDA SINTÉTICAS Y CAUCHOS	1

**Nota:** Este listado de las máquinas se pudo trabajar con el equipo de trabajo e identificar dentro de Layout de la empresa Molinaro.

### **Área de estudio**

- Dominio: Tecnología y Sociedad
- Línea de investigación: Producción y Productividad
- Sub línea de investigación: Gestión de la cadena de suministro, gestión de la calidad y mejora de procesos, Investigación de operaciones, ingeniería de procesos, gestión de la innovación y tecnología, simulación y modelado de sistemas y gestión del cambio organizacional.
- Campo: Ingeniería Industrial
- Área: Producción
- Aspecto: Optimización de proceso productivos
- Objeto de estudio: Línea de producción de la empresa Molinaro
- Periodo de análisis: abril 2024 – julio 2024

## Modelo operativo

**Figura 12**

*Modelo Operativo de la Metodología SMED.*



**Nota:** El Modelo operativo le da una guía de la solución planteada para poder ejecutar en el Capítulo 3, cumplimiento cada uno de los puntos como el desarrollo de las metodologías.

### ***Metodología SMED***

Uno de los objetivos principales del SMED es reducir el tiempo de cambio, pero su objetivo esencial es disminuir el tamaño de los lotes, que normalmente es grande debido a los largos tiempos de cambio. Al reducir el tamaño de los lotes, la empresa puede aumentar su flexibilidad para satisfacer a los clientes con entregas más rápidas y en cantidades más precisas, alineándose con la filosofía JIT (just in time). (LEANKAIZEN.ES, 2024)

## Principales beneficios

- Ofrece mayor flexibilidad al proceso, ya que tiempos de cambio más cortos permiten la fabricación de series pequeñas.
- La producción de un mayor número de referencias en menos tiempo permite ajustar mejor la capacidad productiva a la demanda real de los clientes.
- Incrementa la productividad al aumentar la disponibilidad de las máquinas, lo que permite una mayor producción utilizando menos recursos.
- Mejora la calidad, ya que la optimización de las operaciones de ajuste reduce la variabilidad en las tolerancias.
- Aumenta la capacidad: la reducción de los tiempos de cambio incrementa la disponibilidad de las máquinas y, por lo tanto, la capacidad de producción.

## *Metodología 5S.*

Las 5S's son una herramienta que promueve la mejora del lugar de trabajo a través de la formación de hábitos de orden y limpieza. Desarrollada por primera vez en Toyota en 1960 por Eiji Toyoda, esta herramienta se originó en el entorno industrial (Liker, 2006). Sirve como herramienta fundamental para el sistema de producción de Toyota (Casa Toyota), con el objetivo de crear lugares de trabajo permanentemente organizados, ordenados y limpios, mejorando así la productividad y el entorno laboral. (Riofrío, 29)

Las 5S es una herramienta que desarrollo desde el siglo XIX, permitió mejorar la organización a partir de la implementación en la empresa Toyota, es un inicio que se basa como herramienta de mejora continua y que da pauta para trabajar metodologías como SMED. Las 5S se enfoca en trabajo organizado, ordenado y limpieza al 100% logrando mejorar productividad y mejora en los procesos que es aplicada esta herramienta.

Esta metodología se compone de 5 etapas que permiten el desarrollo y aplicación de esta, siendo las siguientes:

- **SEIRI (Seleccionar):** Eliminar los artículos innecesarios del área de trabajo y deshacerse de ellos.

- **SEITON (Organizar):** Ordenar los artículos necesarios, asignándoles lugares específicos para que se puedan localizar y utilizar fácilmente.
- **SEISO (Limpiar):** Eliminar la suciedad y mantener el área de trabajo limpia, asegurándose de que no haya polvo en los pisos, máquinas y equipos.
- **SEIKEITSU (Estandarizar):** Asegurar que los procedimientos, prácticas y actividades establecidas en las tres primeras etapas se implementen de manera regular y consciente para mantener un alto estándar de limpieza y organización en el área de trabajo.
- **SHITSUKE (Disciplina y Hábito):** Entrenar al personal para que las actividades de las 5S se conviertan en un hábito, manteniendo correctamente los procesos mediante el compromiso de todo el equipo. (Riofrío, EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN., 2017)

Esta metodología se divide en 2 fases principales las cuales comprenden las 3 primeras “S”, que son SEIRI, SEITON Y SEISO, lo cual se denomina fase activa y las dos últimas “S” que son SEIKEITSU, SHITSUKE, se las denomina fase de consolidación de la herramienta dentro de la organización permite autodisciplina, minimizar desperdicios, minimizar movimientos innecesarios, por ello se enfoca en mejora de calidad, seguridad y productividad en un puesto de trabajo.

### ***Documentar los elementos de cambios actuales.***

El primer paso de la metodología SMED implica examinar la situación actual en la que se llevará a cabo el proyecto. Esto incluye entender el producto, la operación realizada, la máquina en la que se realizan las etapas relacionadas con la ejecución de las actividades del proceso de fabricación de bandas sintéticas, y contar con el diseño de distribución del área de trabajo. Asimismo, se requiere revisar los datos para obtener información sobre el cambio de actividades, los tiempos de cada etapa, la secuencia de actividades para el cambio de referencia, identificar los procesos prioritarios, evaluar la preparación en el sitio y determinar el personal disponible en el área de trabajo.

### ***Formación del equipo de trabajo.***

El siguiente paso en la metodología implica seleccionar un equipo con las habilidades adecuadas para implementar el SMED y proporcionarles los recursos necesarios para contribuir la optimización del proceso de fabricación de bandas sintéticas. Inicialmente, se debe brindar capacitación al equipo para que adquiriera los conocimientos fundamentales requeridos para llevar a cabo el proyecto. El personal seleccionado debe poseer la experiencia necesaria en preparación, así como la capacidad para realizar ajustes técnicos y organizativos.

### ***Identificar y Separar las actividades internas y externas.***

En el tercer paso, es crucial crear un listado de verificación que contemple las actividades realizadas por los operarios durante el proceso de producción que se busca la optimización del mismo. El equipo encargado de la implementación debe tener una comprensión clara de las actividades internas y externas. Las actividades internas comprenden aquellas que se llevan a cabo cuando la máquina está detenida, mientras que las externas son aquellas que pueden ejecutarse mientras la máquina está en funcionamiento.

A partir de esta distinción, se examinan las condiciones de funcionamiento. Por lo general, al inicio, todas las operaciones se mezclan y se manejan como actividades internas, por lo que es crucial identificarlas, separarlas y documentarlas adecuadamente para que el proceso sea coherente con la metodología SMED.

### ***Establecer metas.***

El cuarto paso adquiere una gran relevancia dentro de la base de la metodología SMED, dado que su propósito es enfocarse en objetivos compartidos orientados hacia la mejora continua de la organización. En esta etapa estableceremos las metas que deseamos alcanzar y cómo lo haremos, empleando diversas herramientas complementarias como las 5S, la reducción de tiempos, la disminución de inventarios, la reducción de los tamaños de lote en producción, la estandarización, la producción variable, entre otras.

### ***Cambiar las actividades internas por externas.***

En el quinto punto, las operaciones internas que no requieren que la máquina esté detenida se trasladan a operaciones externas. Esto se hace con el fin de reducir el tiempo de

inactividad de la máquina, es decir, el tiempo que transcurre desde la producción de la última pieza correcta hasta la producción de la primera pieza correcta de la siguiente referencia.

Actividades que se realiza:

Realizar una lista de verificación de las actividades para asegurarse de que se realicen correctamente.

- Verificar las condiciones de funcionamiento.
- Mejorar el sistema de transporte de herramientas o piezas.
- Identificar y eliminar actividades que no agreguen valor.
- Reorganizar la secuencia de actividades.
- Estandarizar actividades.

### ***Dinamizar las actividades internas.***

El sexto punto aborda las alternativas para reducir los tiempos de las actividades internas a través de ideas de mejora. En esta etapa, el equipo de trabajo juega un papel fundamental para avanzar con la metodología SMED en el proyecto seleccionado. Esto se logra mediante sesiones de lluvia de ideas o acciones que permitan minimizar al máximo el tiempo de inactividad de la maquinaria.

Durante este proceso, se lleva a cabo la verificación de actividades que pueden ser eliminadas, combinadas o simplificadas, se reorganizan las secuencias de actividades, se implementan secuencias en paralelo y se busca estandarizar funciones para optimizar el proceso.

Para identificar los desperdicios, es necesario responder varias preguntas clave:

- ¿Qué podemos controlar mediante elementos o herramientas específicas y cuáles necesitamos utilizar para el cambio (relacionado con las 5S)?
- ¿Cómo podemos controlar su uso o la falta de estos?
- ¿Cuántos elementos necesitamos mantener en stock?
- ¿Quién es responsable de los productos?
- ¿Cómo podemos mejorar?

- ¿Por qué no estamos haciéndolo de una mejor manera?
- ¿Cómo podemos mejorar los tiempos de la máquina?
- ¿Cómo podemos garantizar un proceso eficaz?

***Validar procedimientos e implementación del plan.***

En el séptimo paso, se realiza la validación del plan de acción. Esto implica un seguimiento continuo de los estándares definidos, la identificación de posibles desviaciones y, si estas ocurren, la realización de las correcciones necesarias. Luego, se analiza la información recopilada del proyecto, se revisan los procedimientos basándose en los resultados obtenidos, se registra el nuevo tiempo comparándolo con el anterior y se preparan los procedimientos de actualización con los nuevos resultados e información.

Plan de acción a realizar:

- Establecer la fecha y hora de la prueba.
- Notificar a las personas correspondientes.
- Determinar los datos que se recogerán.
- Revisar las actividades y la capacidad del personal.
- Definir los roles y responsabilidades de cada miembro.
- Llevar a cabo la prueba en las instalaciones.
- Observar el comportamiento del nuevo proceso.
- Recopilar y registrar los datos obtenidos.

## CAPÍTULO III

En este tercer capítulo vamos a conocer la propuesta de optimización de proceso de producción de bandas sintéticas, a partir de planteamiento del modelo operativo contemplado en el segundo capítulo, también conoceremos los resultados esperados en la investigación del trabajo de tesis, contemplando los antecedentes del primer capítulo y toda la información, análisis estadísticos y levantamiento de información en planta que se trabajó en el segundo capítulo y que podremos contrastar una propuesta en beneficio de la organización.

### **Propuesta y Resultados Esperados**

Dar a conocer la Gerencia de operaciones de la propuesta de solución, planteando la metodología y dando una visión general de lo que se puede generar como beneficio de la aplicación de esta metodología de mejora enfocada en el departamento de producción y lo que es el área de bandas sintéticas.

Posterior a esto se realiza un anuncio de la metodología al personal y se procede a identificar el organigrama como lo encontramos en la **Figura 5**, donde podemos identificar o seleccionar el responsable del grupo de trabajo en la aplicación de la metodología, se debe considerar que unas de las 5S, son importantes para la ejecución de la metodología SMED como lo es SEITON (Organizar), SEISO (Limpiar) y SEIKEITSU (Estandarización).

### ***Desarrollo de la herramienta de 5S.***

#### ***Inicio de la herramienta 5s***

Como inicio de la metodología 5S se debe hacer la presentación de la herramienta a partir de una capacitación con el personal de planta, jefatura y gerencia de operaciones, personas involucrado en el proceso de optimizar el proceso de producción de bandas sintéticas, presentación de los fundamentos de las 5S, como primer paso se considera lo siguientes puntos para el desarrollo de la capacitación.

**Tabla 15**

*Puntos importantes de la capacitación de la herramienta de 5S*

---

<b>Capacitación 5S</b>	
1	Escoger el alcance del taller
2	Construir el equipo del taller
3	Realizar una 1ra visita anticipando los puntos a mejora, los medios necesarios
4	Definir el calendario de desarrollo del taller
5	Planificar una ceremonia de apertura con la presencia del gerente del sitio
6	Informar al personal del área seleccionada
7	Poner a disposición un panel de comunicación
8	Organizar la agenda de la primera jornada
9	Asegurarse que los participantes están disponibles 100 %
10	Informar a GH para programar la formación 5s y convocarlos
11	Hay que asegurar que la sala está reservada para la formación y preparada (agua)
12	Tener la cámara de fotos (o video si lo desea) para la foto antes
13	Tener el soporte pedagógico 5s
14	Poner a disposición los documentos "plan de acción" para formalizar las acciones a realizar
15	Tener la hoja de registro de formación
16	Tener la hoja de seguimiento del taller

---

**Nota:** Esta tabla es una preparación a partir del acuerdo arrojado en las sesiones de trabajo de expertos conformados por el Gerente de Operaciones, Jefe de Planta y el investigador, la capacitación de la herramienta 5S donde intervienen todo el equipo de trabajo desde la Gerencia hasta el operario del proceso.

### **1. SEIRI (Seleccionar).**

Al organizar como paso previo a dar inicio de la aplicación de esta herramienta se de impartir el conocimiento de la metodología 5S, lo que sigue es manejar registro documental de material, herramienta, situación actual de cada objeto identificando, donde cada uno de estos que tienen utilidad para el proceso de trabajo diario o deshacerse de estos objetos que no tienen función y generan una acumulación en el puesto de trabajo como podemos verlo actualmente en el **Anexo 2**.

Esta primera fase se describe de la siguiente manera en 4 puntos:

**Tabla 16****DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEIRI**

<b>DESCRIPCIÓN DE 1RA FASE (SEPARAR/DESCARTAR)</b>	
1	Analizar la situación actual: censar los objetos que no están en su sitio o que a priori no sirven
2	Mirar la utilidad de estos objetos
3	Definir el estado en el cual se encuentran
4	Sacar, analizar las causas de objetos inútiles

**Nota:** Estos 4 primeros pasos son fundamentales para identificar la utilidad de cada elemento y continuar con la metodología con la siguiente “S”, esto permite analizar el Inventario a partir del **Anexo 3** sobre los elementos innecesario-identificados en la 1ra fase.

## 2. SEITON (Organizar).

La segunda s se enfoca en la organización, una vez que se separa las cosas útiles con las cosas inútiles, el organizar cada cosa en su sitio es muy importante ya que permite menorar tiempo al encontrar cada una de las herramientas que serán útiles para el proceso de producción y esto permitirá optimizar tiempo al continuar con las actividades del proceso de producción de una manera más fluida y sin búsquedas innecesarias.

Esta segunda fase se describe de la siguiente manera en 4 puntos:

**Tabla 17****DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEITON**

<b>DESCRIPCIÓN DE 2DA FASE (ORGANIZAR)</b>	
5	Analizar la situación actual: censar los objetos que son útiles y plantearse la pregunta: ¿dónde ponerlos en orden?
6	Identificar los lugares de almacenamiento teniendo en cuenta su frecuencia de utilización
7	Definir la manera de ordenar: estandarizar visualmente las ubicaciones y las denominaciones
8	Respetar inmediatamente las reglas establecidas, las cuales permitirán establecer los estándares

**Nota:** La organización dentro de casa como lo es una empresa, es fundamental ya que permite diferenciar a donde quieres llegar buscando objetivos de mejora dentro del proceso de producción, generando mejora indirectamente mejora global para la empresa.

### 3. SEISO (LIMPIAR).

Limpiar es fundamental en la aplicación de la metodología, esto se debe realizarse obligatoriamente, además de generar un orden en los objetos o máquinas que están inmerso en el proyecto a manejar por la metodología, posterior a ello generar evidencias del antes y el después de la actividad de limpieza de todos los rincones del espacio donde se está aplicando la metodología. Logrando tener un panorama más claro de la máquina, el espacio, herramientas, materia prima, etc.

Esta tercera fase se describe de la siguiente manera en 4 puntos:

**Tabla 18**

***DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEISO***

<b>DESCRIPCIÓN DE 3RA FASE (LIMPIAR)</b>	
9	Analizar la situación: censar los objetos y las zonas sucias
10	Inspeccionar a fondo, no descuidar ningún lugar. Verificar el estado general y proponer las primeras acciones correctivas
11	Limpiar todos los tipos de manchas como el aceite, el polvo, los papeles, prever escobas, trapos, productos...Estudiar y eliminar las causas de manchas (5 porqués)
12	Una vez limpio, dividir el sector en subzonas y asignar roles a cada uno. Elaborar normas que servirán de base a la definición del estándar: definir lo que debe limpiarse, los medios y la frecuencia de limpieza.

**Nota:** Seiso es mantener el lugar de trabajo limpio, lo que ayuda a identificar problemas como derrames, basura y otras formas de deterioro antes de que se conviertan en problemas mayores. La limpieza regular también contribuye a un entorno de trabajo más seguro y agradable, para analizar el antes y después de aplicar Seiso podemos utilizar el formato del **Anexo 4.**

### 4. SEIKEITSU (ESTANDARIZAR).

La estandarización se enfoca en implementar normas o procedimientos para el cumplimiento de las 3 primeras “S”, una vez documentado los avances de la metodología se debe implementar controles y guías visuales, asignar responsables en el control, aplicación y cumplimiento diario de la metodología. Un seguimiento de mejora para un proceso de optimización de proceso se debe realizar rutinas y horarios de responsabilidad del equipo de trabajo, siempre enfocado en continuas capacitaciones, reuniones que generen concientización en el área de producción piloto para la ejecución de la metodología y luego replicar en las demás áreas de producción.

Esta cuarta fase se describe de la siguiente manera en 4 puntos:

**Tabla 19**

**DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SEIKETSU.**

<b>DESCRIPCIÓN DE 4TA FASE (ESTANDARIZAR)</b>	
13	Definir las reglas de orden y limpieza, poner en los sitios las señales, identificar las condiciones de seguridad y respetarlas.
14	Formalizar las reglas bajo estándares con la adjudicación de las tareas a realizar. La redacción del estándar se hace con el grupo que la válida para respetarla mejor
15	Comunicar los nuevos estándares a los otros equipos. Formar a cada actor del área correspondiente
16	Poner a disposición el estándar y validar su aplicación.

**Nota:** Seiketsu es mantener la limpieza y el orden logrados, asegurando que todos los empleados sigan los mismos estándares y procedimientos. Esto ayuda a crear un entorno de trabajo predecible y eficiente, donde los problemas se pueden identificar y resolver rápidamente, un formato de control de la metodología y fase SEIKETSU es el **Anexo 5**.

### **5. SHITSUKE (Disciplina y Hábito).**

Shitsuke es la última “S” y se centra en la constancia y la formación de hábitos en esta metodología, lo que permitirá mejoras continuas si se convierte en un ciclo sin fin. Esta etapa implica evaluar y controlar de forma diaria, semanal o mensual, y se enfoca en desarrollar una cultura organizacional que apoye y sostenga las mejoras logradas con las primeras cuatro S. Así, asegura que las prácticas de organización, orden, limpieza y estandarización se integren de manera permanente en las operaciones diarias de la empresa.

Esta quinta fase se describe de la siguiente manera en 3 puntos:

**Tabla 20**

**DESCRIPCIÓN DE PASOS DE SHITSUKE.**

<b>DESCRIPCIÓN DE 5TA FASE (DISCIPLINA)</b>	
17	Elaborar una guía de auditoría y responsabilizar los equipos en la verificación periódica del respeto de los estándares de 5s.
18	Completar el plan de acción con las No conformidades encontradas (debilidades). Mejorar permanentemente los estándares establecidos
19	Realizar un debate con el grupo con el fin de analizar los resultados obtenidos. Hacer la " foto antes - después " e identificar los progresos realizados.

**Nota:** La quinta S es la que lograra mantener y sostener las mejoras a través de las primeras cuatro S. Esta fase implica la formación de hábitos, la implementación de una cultura de

disciplina y compromiso con las prácticas establecidas, donde se podrá dar seguimiento y auditoría por el **Anexo 6**.

### ***Desarrollo de la metodología de SMED.***

Este proyecto su objetivo es estandarizar el proceso de elaboración de Bandas Sintéticas en la empresa Molinaro, lo cual vamos a trabajar en base al modelo operativo planteado en el proyecto, con la ayuda de la herramienta SMED se enfoca en identificar las actividades internas y externas, además de los movimientos generados en la actividad, donde se pueda minimizar los movimientos y transformar las actividades internas en externas, con esto eliminar actividades innecesarias que no generan valor alguno al proceso de producción.

Como inicio de la metodología SMED se debe hacer la presentación de la herramienta a partir de una capacitación con el personal de planta, jefatura y gerencia de operaciones, personas involucrado en el proceso de optimizar el proceso de producción de bandas sintéticas, presentación la podemos ver en el **Anexo 7**, como primer paso se considera lo siguientes puntos para el desarrollo de capacitación.

### ***Documentar los elementos de cambios actuales sobre la metodología SMED.***

El primer punto es revisar la situación actual del proceso como ya lo realizamos en la **Tabla 11** donde podemos identificar las actividades relacionadas al proceso de fabricación de bandas sintéticas en la empresa Molinaro, el diseño y la distribución del área de trabajo lo podemos revisar en **Figura 11**, donde también podemos identificar los movimientos que realiza el personal en el momento de trabajar en cada actividad del proceso, con esto podemos seguir con el siguiente punto de la metodología que es la formación de equipo de trabajo.

### ***Formación del equipo de trabajo sobre la metodología SMED.***

La formación de equipo de trabajo es muy importante porque vamos a conocer las responsabilidades de cada uno de los participantes referente a la metodología SMED en el proceso de fabricación de bandas sintéticas. Para ello se programa una capacitación referente

a la metodología SMED que podemos verlo en el **Anexo 7**, que permitirá compartir los fundamentos de la metodología permitiendo que las personas involucradas tengan conocimiento de cómo se va a trabajar en el área de bandas sintéticas de esta manera poder generar la optimización del proceso de producción.

***Identificar y Separar las actividades internas y externas sobre la metodología SMED.***

En este punto se realizó el listado de verificación de actividades donde se identifica las actividades que son internas y externas en la ejecución del proceso de producción. Se debe tener muy claro **Actividades Internas** “son aquellas que se llevan a cabo con la máquina está detenida o que no está en funcionamiento” y las **Actividades externas** “son aquellas que pueden ejecutarse mientras la máquina está en funcionamiento.

Por lo general la mayoría de las veces se considera las actividades internas, por ello se debió identificar en planta que actividades se dividen de forma interna y externa, por esto vamos a realizar un **diagrama hombre-máquina** que lo podemos ver en la **Tabla 21** y conocer si es importante la aplicación de la metodología SMED y donde poder atacar para generar la optimización del proceso de producción.

**Tabla 21**

*Diagrama Hombre - Máquina.*

DIAGRAMA HOMBRE - Máquina								
Hoja N° __1__ De: 1_ Diagrama N°: 1_			Proceso: Elaborar una banda sintética					
Fecha: 18/06/2024			Elaborado por: Ricardo Quinteros		Máquina 1: Lister (Maq pegado de empujadores)		Máquina 3: Prensa de vulcanización de banda	
El estudio Inicia: Área de bandas sintéticas			Operario: Alex Maldonado		Máquina 2: Troqueladora de unión de puntas			
Operario			Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3	
Tiem. (min)	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad	Carga	Actividad
1,50	92,45	Tomar herramientas	92,45	Inactiva	260,8	Inactividad	292,60	Inactividad
45,33		Señalar donde se va a pegar los empujadores						
2,00		Identificar Empujadores y tomar los empujadores						
0,50								
39,43		Cortar los empujadores.						
1,46		Tomar las pesas.						
2,23		Tomar la Máquina vulcanizadora (Lister)						
1,00	161	Conectar la Máquina.	161	Operación de la Máquina 1				
160,00		Vulcanizar los empujadores.						
2,32	7,32	Trasladar la banda a la troqueladora						
5,00		Cuadrar la banda en la Máquina troqueladora						
14,30	14,3	Inactividad			14,3	Operación de la Máquina		
1,35	17,53	Verificar si la banda se encuentra troquelada de forma correcta		Inactividad	86,23	Inactividad	60,3	Operación de la Máquina
1,09		Trasladar la banda a la Máquina vulcanizadora						
2,00		Elevar la parte superior de la prensa						
8,59		Cuadrar la banda en la Máquina vulcanizadora						
4,50		Colocar tela de sellado para el vulcanizado.						
2,00	10,3	Prender la Máquina vulcanizadora						
1,30		Traer compresor						
3,00		Conectar el compresor a la Máquina vulcanizadora para el manejo de temperatura						
4,00		Verificar si la temperatura se mantiene constante hasta el tiempo de apagado de la						
50,00	50	Inactividad	107,85					
0,40	8,4	Apagar la Máquina					8,4	Inactividad
2,00		Elevar la parte superior de la prensa						
4,00		Verificar si se realizó el vulcanizado						
2,00		Sacar la banda de la prensa						

**Nota:** El diagrama hombre – máquina representada en la tabla actual podemos identificar como se ejecuta las actividades, la disponibilidad de tiempo del operario y de las máquinas, observando que la capacidad de las máquinas es desperdiciada y que varias actividades el operario lo maneja manualmente creando un retraso en el flujo del proceso.

**Tabla 22**

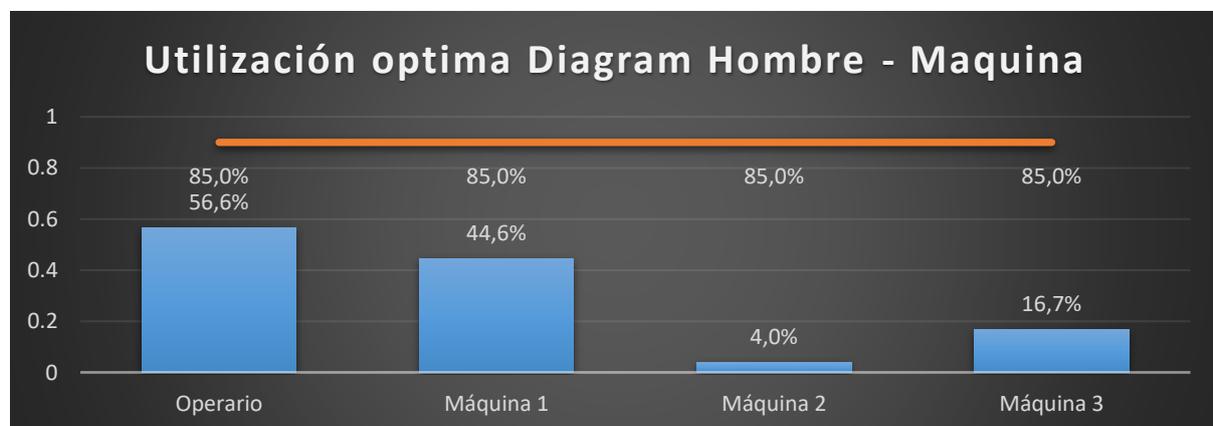
*Resumen de diagrama Hombre – Máquina.*

Resumen y Análisis de la información					
Tipo	Tiempo del Ciclo Min.	Tiempo de Acción Min.	Tiempo de Inactividad Min.	% de Utilización	% de Utilización Óptima
Operario	361,30	204,55	156,75	56,6%	85,0%
Máquina 1	361,30	161,00	200,30	44,6%	85,0%
Máquina 2	361,30	14,30	347,00	4,0%	85,0%
Máquina 3	361,30	60,30	301,00	16,7%	85,0%

**Nota:** El resumen del diagrama hombre máquina, permite identificar el porcentaje de utilización de mano de obra y maquinarias dentro del proceso de producción, el 85% es el porcentaje de trabajo a cumplir considerado por la empresa, descontando los tiempos suplementarios, es muy importante considerar que el porcentaje de la capacidad de máquinas es muy bajo, lo que quiere decir es que tenemos poca capacidad de producción en las máquinas y los procesos previos al uso de la maquinaria son muy manuales.

**Figura 13**

*Representación del porcentaje de utilización óptima del Diagrama Hombre - Máquina.*



**Nota:** La gráfica referente al diagrama, se puede evidenciar el porcentaje óptimo de trabajo y las barras reales de acciones o función activa del operario o máquina en la operación de producción de bandas sintéticas.

El estudio de un diagrama hombre-máquina es una herramienta crucial en la ingeniería industrial para optimizar la coordinación entre el trabajo humano y las máquinas dentro de un proceso productivo, el diagrama asiste en la organización y programación de las tareas diarias, garantizando que los operarios y las máquinas sean utilizados de manera eficiente, y facilita la simulación de modificaciones en el proceso para anticipar sus efectos antes de su implementación.

En la identificación de actividades internas y externas, logramos observar que la gran mayoría de las actividades que se realizan actualmente se manejan de forma interna y muy pocas actividades se maneja de forma externa, como podemos identificar en la **Tabla 24**.

**Tabla 23**

*Separación de actividades internas y externas.*

IDENTIFICACIÓN ACTUAL DE LA METODOLOGÍA SMED							
Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024							
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS							
Ítem	Descripción	Clasificación			Distancia (m)	Tiempo (min)	Observaciones
		Externa	Interna				
			Principal	Paralela			
1	Entrega de orden de producción		X		0	1	Falta de programa de producción semanal, para organizar los pedidos ingresados por el departamento comercial.
2	Verificar el material existente		X		4	8	Demora por encontrar y material y lote donde cumpla las medidas que se requiere para la fabricación

IDENTIFICACIÓN ACTUAL DE LA METODOLOGÍA SMED							
Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024							
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS							
Ítem	Descripción	Clasificación			Distancia (m)	Tiempo (min)	Observaciones
		Externa	Interna				
			Principal	Paralela			
3	Colocar rollo en caballete		X		4	5	
4	Estirar la banda		X		4	4,5	Riesgo ergonómico
5	Verificar la medida de banda		X		4	3	
6	Buscar la herramienta para cortar		X		12	5	Actividad innecesaria
7	Cortar la banda a las medidas requeridas por el cliente		X		3	20	Actividad manual considerando la existencia de máquina automática de corte.
8	Envolver el rollo usado		X		4	5	Riesgo ergonómico
9	Colocar rollo en estantería		X		3	3	
10	Recoger la banda		X		3	2	
11	Trasladar la banda a la mesa de trabajo		X		15	1,45	

IDENTIFICACIÓN ACTUAL DE LA METODOLOGÍA SMED							
Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024							
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS							
Ítem	Descripción	Clasificación			Distancia (m)	Tiempo (min)	Observaciones
		Externa	Interna				
			Principal	Paralela			
12	Acomodar la banda en la mesa de trabajo		X		3	1	
13	Tomar las herramientas que se van a usar		X		2	1,5	
14	Señalar la banda donde se va a implementar los empujadores		X		3	45,33	La actividad lo realiza solo una persona.
15	Identificar los empujadores que se van a utilizar		X		3	2	Actividad innecesaria
16	Tomar los empujadores y colocarlos en la mesa		X		2	0,5	
17	Cortar los empujadores de las medidas que requieran colocar en la banda según especificación del cliente		X		2,5	39,43	La actividad lo realiza solo una persona.
18	Tomar las pesas que se encuentran en la estantería		X		3	1,46	
19	Tomar la máquina vulcanizadora (Lister) de empujadores de la estantería		X		3	2,23	

IDENTIFICACIÓN ACTUAL DE LA METODOLOGÍA SMED							
Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024							
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS							
Ítem	Descripción	Clasificación			Distancia (m)	Tiempo (min)	Observaciones
		Externa	Interna				
			Principal	Paralela			
20	Conectar la máquina vulcanizadora	X			2	1	
21	Vulcanizar los empujadores en la banda según la solicitud del cliente	X			3	160	Actividad operativa
22	Trasladar la banda a la troqueladora		X		4	2,32	
23	Cuadrar la banda en la máquina troqueladora		X		1	5	Máquina troqueladora automática sin funcionamiento por falta de matriz de troquelado.
24	Troquelar la banda para unir la banda	X			0	14,3	
25	Revisar si la banda se encuentra troquelada de forma correcta		X		1	1,35	
26	Trasladar la banda a la máquina vulcanizadora		X		3	1,09	
27	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas		X		1	2	
28	Cuadrar la banda en la máquina vulcanizadora		X		1	8,59	

IDENTIFICACIÓN ACTUAL DE LA METODOLOGÍA SMED							
Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024							
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS							
Ítem	Descripción	Clasificación			Distancia (m)	Tiempo (min)	Observaciones
		Externa	Interna				
			Principal	Paralela			
29	Colocar tela de sellado para el vulcanizado de la banda sintética		X		3	4,5	
30	Prender la máquina vulcanizadora dependiendo del ancho de la banda	X			1	2	
31	Traer compresor	X			4	1,3	Eliminar esta actividad al implementar un sistema neumático.
32	Conectar el compresor a la máquina vulcanizadora para el manejo de temperatura	X			2	3	
33	Revisar si la temperatura se mantiene constante hasta el tiempo de apagado de la máquina	X			1	4	
34	Vulcanizar la unión de la banda transportadora	X			0	50	
35	Apagar la máquina	X			1	0,4	
36	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas		X		1	2	
37	Verificar si se realizó el vulcanizado		X		2	4	

IDENTIFICACIÓN ACTUAL DE LA METODOLOGÍA SMED							
Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024							
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS							
Ítem	Descripción	Clasificación			Distancia (m)	Tiempo (min)	Observaciones
		Externa	Interna				
			Principal	Paralela			
38	Sacar la banda de la prensa		X		1	2	
39	Trasladar la banda a la mesa de trabajo		X		4	1	
40	Limpiar y Empacar la banda		X		2	5	
41	Realizar el descargo del material		X		2	8	
42	Trasladar la banda al lugar de producto terminado.		X		15	5	
43	Almacenar el producto terminado en las estanterías de este.		X		0	1	
<b>TOTALES</b>		9	34	0	132,5	440	


Actividades Prioritarios
Actividades No parte del ejercicio

**Nota:** En esta tabla se pudo identificar las operaciones internas y externas esta es la situación real de cómo se realiza la producción de bandas sintéticas, los tiempos y movimientos realizados involucrados materia prima, mano de obra y maquinarias.

**Tabla 24***Resumen de separación de actividades internas y externas.*

<b>Datos Iniciales</b>				
<b>Externa</b>	<b>Clasificación Interna</b>		<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (min)</b>
	<b>Principal</b>	<b>Paralela</b>		
9	34	0	132,5	440

**Nota:** En resumen, de las actividades se pudo identificar 9 externas y 34 internas, con un tiempo de 440.25 minutos de ejecución para la fabricación de una referencia con sus actividades correspondientes.

***Establecer metas sobre la metodología SMED.***

La meta actual del proyecto es generar la optimización del proceso de producción de bandas sintéticas a partir de la metodología SMED, en donde vamos a trabajar como mencionamos en puntos anteriores del modelo operativo, en la herramienta 5S que es una pieza fundamental para la optimización y aplicación de SMED, la manera de como haremos posible plantear la propuesta de mejora es cumplir con cada uno de los pasos indicados y gestionar de forma conjunta como el equipo de trabajo seleccionado para empezar la propuesta metodológica como lo es SMED en la empresa Molinaro.

La reducción de tiempos en los procesos de producción lo podremos evidenciar a partir de propuesta de implementación de la metodología SMED que se puede identificar en la **Tabla 26**, donde podemos conocer las actividades que se transforman de internas a externas y actividades que son eliminadas por una solución más óptima a partir del análisis de la metodología en tiempo real.

***Cambiar las actividades internas por externas sobre la metodología SMED.***

Convertir las actividades internas en externas es una acción importante en la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die). Este proceso implica transformar tareas que muy frecuentemente y se llevan a cabo con la máquina parada (lo que son actividades internas) en tareas que se pueden realizar mientras la máquina continúa operando (que son actividades externas).

Este cambio es fundamental para disminuir notablemente los tiempos de cambio y mejorar la eficiencia de la producción. Se debe contemplar las actividades en paralelo, que puede ser que dos operarios puedan trabajar en conjunto para optimizar el proceso, esto puede ser al realizar una actividad dentro del proceso o también al realizar en conjunto un cambio de molde.

**Tabla 25**

*Plan de acción sobre la propuesta de implementación de la metodología SMED.*

PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED												
Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024												
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS												
Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción			Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento
			Externa	Interna								
				Principal	Paralela							
1	Entrega de orden de producción	<b>Planeación:</b> Establecer el programa de producción definido para el día a día, con el objetivo de NO generar cambios innecesarios que incrementen los costos de la producción.		X		1	1	1	Producción	Oswaldo Arauz - jefe de Planta	<b>Por definir</b>	De forma semana por el Gerente de Operaciones
2	Verificar el material existente	<b>Producción:</b> Implementar información de la ubicación del material que se requiere a partir del inventario, donde se pueda identificar por pasillo, estanterías y filas.		X		1	4	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	<b>Por definir</b>	Diario por parte del personal del área y el jefe de planta.

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
3	Colocar rollo en caballete			X	5	5	4	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
4	Estirar la banda	<b>Producción:</b> Implementar elemento mecánico para desenrollar rollo de materia prima.		X	3	4	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
5	Verificar la medida de banda				3	3	3	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
6	Buscar la herramienta para cortar	<b>Producción:</b> Eliminar esta actividad implementando un canguro porta herramientas, de uso frecuente.		X	1	2	0	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
7	Cortar la banda a las medidas requeridas por el cliente	<b>Producción:</b> Utilizar la máquina de corte automática.		X	16	18	14	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
8	Envolver el rollo usado	<b>Producción:</b> Implementar elemento mecánico para enrollar rollo de materia prima.		X	3,5	4	3	Producción	Alex Maldonado - Operario	<b>Por definir</b>		
9	Colocar rollo en estantería			X	3	3	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	<b>Por definir</b>		
10	Recoger la banda			X	2	2	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	<b>Por definir</b>		
11	Trasladar la banda a la mesa de trabajo			X	1,45	1,45	1,45	Producción	Alex Maldonado - Operario	<b>Por definir</b>		
12	Acomodar la banda en la mesa de trabajo			X	1	1	1	Producción	Alex Maldonado - Operario	<b>Por definir</b>		

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
13	Tomar las herramientas que se van a usar	<b>Producción:</b> Eliminar esta actividad implementando una estación debajo de mesa donde se encuentren identificadas las herramientas que se requiere en la actividad.			0,5	1	0	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
14	Señalar la banda donde se va a implementar los empujadores	<b>Producción:</b> Implementar 1 operario más en la actividad donde permita menor el tiempo de ejecución.			29	35	23	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
15	Identificar los empujadores que se van a utilizar	<b>Producción:</b> Eliminar actividad ya que al inicio del proceso se debe preparar la materia prima para el proceso de producción.			0	1	0	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
16	Tomar los empujadores y colocarlos en la mesa			X	0,5	0,5	0,5	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
17	Cortar los empujadores de las medidas que requieran colocar en la banda según especificación del cliente	<b>Producción:</b> Implementar 1 operario más en la actividad donde permita menor el tiempo de ejecución.			X	20	30	19,0	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
18	Tomar las pesas que se encuentran en la estantería	<b>Producción:</b> Eliminar esta actividad implementando una estación debajo de mesa donde se encuentren identificadas las herramientas que se requiere en la actividad.				0	0	0	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
19	Tomar la máquina vulcanizadora (Lister) de empujadores de la estantería			X			1	1,8	0,5	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir
20	Conectar la máquina vulcanizadora			X		1	1	1	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
21	Vulcanizar los empujadores en la banda según la solicitud del cliente	<p><b>Producción:</b> Implementar 1 operario más en la actividad donde permita menorar el tiempo de ejecución.</p> <p><b>Mantenimiento:</b> Adquirir 1 máquina Lister para implementar 1 operario para esta actividad.</p>			X	90	100	80	Producción /Mantenimiento	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
22	Trasladar la banda a la troqueladora		X			2,32	2,32	2,32	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
23	Cuadrar la banda en la máquina troqueladora	<p><b>Producción:</b> Utilizar la máquina de corte automática.</p>	X			4	4,5	3	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
24	Troquelar la banda para unir la banda		X			12	13	10,5	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
25	Revisar si la banda se encuentra troquelada de forma correcta		X		1	1,35	0,5	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
26	Trasladar la banda a la máquina vulcanizadora			X	1,09	1,09	1	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
27	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas			X	2	2	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
28	Cuadrar la banda en la máquina vulcanizadora	<b>Producción:</b> Actividad se puede trabajar en paralelo, mientras se enciende la máquina		X	6	8	5	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
29	Colocar tela de sellado para el vulcanizado de la banda sintética			X	3	3	3	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción			Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento
			Externa	Interna								
				Principal	Paralela							
30	Prender la máquina vulcanizadora dependiendo del ancho de la banda		X			2	2	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
31	Traer compresor	<b>Producción:</b> Eliminar esta actividad implementando un sistema neumático. <b>Mantenimiento:</b> Implementar un sistema neumático, donde permita apertura el paso del aire a la máquina vulcanizadora.				0	0	0	Producción /Mantenimiento	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
32	Conectar el compresor a la máquina vulcanizadora para el manejo de temperatura					0	0	0	Producción /Mantenimiento	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
33	Revisar si la temperatura se mantiene constante hasta el tiempo de apagado de la máquina				X	3	4	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
34	Vulcanizar la unión de la banda transportadora		X			50	50	50	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
35	Apagar la máquina		X		0,4	0,4	0,4	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
36	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas	<b>Producción:</b> Actividad se puede trabajar en paralelo, mientras se apaga la máquina			X	1,5	2	1	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
37	Verificar si se realizó el vulcanizado		X			4	4	4	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
38	Sacar la banda de la prensa		X			2	2	2	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	
39	Trasladar la banda a la mesa de trabajo			X		1	1	1	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	

## PROPUESTA A PARTIR DE LA METODOLOGÍA SMED

Fecha: 20 DE JUNIO DEL 2024

### ÁREA DE PRODUCCIÓN DE BANDAS SINTÉTICAS

Ítem	Descripción	Acción	Clasificación Plan de Acción		Tiempo (min) Plan de acción Real	Tiempo (min) Plan de acción Pesimista	Tiempo (min) Plan de acción Optimista	Área Responsable	Persona Responsable	Fecha	Seguimiento	
			Externa	Interna								
				Principal								Paralela
40	Limpiar y Empacar la banda			X	5	5	5	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
41	Realizar el descargo del material	<b>Producción:</b> Trasladar esta actividad al Jefe de Planta, ya que es una actividad administrativa.			0	0	0	Producción	Oswaldo Arauz - jefe de Planta	Por definir	De forma semana por el Gerente de Operaciones	
42	Trasladar la banda al lugar de producto terminado.			X	5	5	5	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir	Diario por parte del personal del área y el jefe de planta.	
43	Almacenar el producto terminado en las estanterías del mismo			X	1	1	1	Producción	Alex Maldonado - Operario	Por definir		
<b>TOTALES</b>			9	19	9	289,26	330,41	260,17				

**Nota:** En la **Tabla 25**, como propuesta realizamos la separación de actividades internas a externas, actividades internas trabajarlo en paralelo que es utilizar una persona más para ejecutar las actividades que representan un cuello de botella, también considerar la estandarización de materiales donde permita optimizar el tiempo de ejecución y obtener en conjunto con el equipo de trabajo una propuesta con un cambio eficiente en la producción de bandas.

***Validar procedimientos e implementación del plan sobre la metodología SMED.***

Al validar el procedimiento del análisis inicial y las acciones de optimización del proceso de producción de bandas sintéticas en la empresa Molinaro que se realizó en la **Tabla 25**, que se debe proceder con la planificación y seguimiento de forma continua del proceso a partir de un plan de acción que permita seguir evaluando la optimización que se realizó con la metodología SMED. Con esto se puede cumplir con los siguientes puntos:

Plan de acción a realizar:

- Establecer la fecha y hora de la prueba.
- Notificar a las personas correspondientes.
- Determinar los datos que se recogerán.
- Revisar las actividades y la capacidad del personal.
- Definir los roles y responsabilidades de cada miembro.
- Llevar a cabo la prueba en las instalaciones.
- Observar el comportamiento del nuevo proceso.

Recopilar y registrar los datos obtenidos.

**Tabla 26**

*Resumen del Plan de Acción de la metodología SMED en el proceso de producción de bandas sintéticas.*

	Datos Plan de Acción						
	Externa	Clasificación Interna		Distancia (m)	Tiempo (min)	Reducción Tiempo (min)	Porcentaje Reducción
		Principal	Paralela				
<b>Plan de acción real</b>	9	19	9	132,5	289,26	-150,99	34%
<b>Plan de acción Pesimista</b>	9	19	9	132,5	330,41	-109,84	25%
<b>Plan de acción optimista</b>	9	19	9	132,5	260,17	-180,08	41%

**Nota:** Esta tabla resumen va de la mano con la **Tabla 25**, logramos optimizar los tiempos de producción ingresando una persona más en las actividades que generan mayor tiempo en la ejecución de la misma, estandarizando y organizando el lugar de trabajo, esto permitió el separar las actividades internas a externas y trabajos en paralelo, un tiempo de 150.99 min como plan de acción real, esto permite identificar en la propuesta la optimización con los puntos descritos en las acciones a tomar por parte de la organización. Al aplicar la metodología SMED en el proceso de producción de bandas sintéticas permite optimizar el proceso, como resultado tener una mejor respuesta al cliente interno de la organización para continuar con la cadena de suministro.

### ***Resultados esperados.***

La situación inicial de la empresa en el tiempo total de las operaciones fueron 440 minutos entre todas las actividades que podemos evidenciar en resumen en la **Tabla 12**, identificamos que tenemos muchas actividades manuales y capacidad de máquina desperdiciada, en los resultados esperados podemos conocer la propuesta de mejora en el resumen de la **Tabla 28**, este es el resultado a partir de la metodología SMED en el proceso de producción de bandas sintéticas y el plan de acción que se propone como optimización del proceso de producción.

Además, identificamos que al trabajar en la metodología SMED que va de la mano con la metodología de las 5S, estos dos métodos son fundamentales para una optimización en el proceso de producción. Cabe mencionar que realizar el análisis inicial, levantamiento de la

información, analizar los datos estadísticos descritos en el proceso de producción de bandas sintéticas, pudimos identificar el tipo de banda que se trabajó en el actual proyecto, los problemas latentes que se mantenían en los 3 últimos años analizados y el departamento de la organización donde se enfoca la optimizar sus procesos.

Al implementar la metodología SMED pudimos identificar la reducción de tiempo de operaciones según el plan de acción de la **Tabla 25**, el objetivo es mejorar la capacidad de las máquinas que se encuentren operativas, considerando separar las actividades internas a externas, generar habito de orden y limpieza, implementar la estandarización de herramientas y equipos que permitan un mejor flujo del proceso de producción, es importante también considerar la seguridad del operario ante los riesgos laborales latentes en los procesos de producción.

Una vez analizado cada punto de nuestro modelo operativo y planteado una propuesta sobre la metodología SMED en el plan de acción podemos generar un nuevo cursograma analítico donde se presenta la propuesta de las actividades a realizar a partir de la optimización, en la **Tabla 27** podemos ver las actividades y observaciones de mejora, además conocer la economía de las actividades entre la propuesta y la situación actual.

**Tabla 27**

*Propuesta actual de cursograma analítico por operador.*

Cursograma analítico del proceso de bandas sintéticas									
Diagrama Núm: 2		Hoja Núm: 2			Resumen				
		Actividad			Actual	Propuesta		Economía	
Proceso: Producción de banda sintética Nombre del operario: Alex Maldonado Método: Diagrama de análisis de Operario Lugar: Área de bandas sintéticas Operario (s): 1		Operación			24	24	0		
		Transporte			14	8	6		
		Espera			0	0	0		
		Inspección			6	5	1		
		Almacenamiento			1	1	0		
		TOTAL DE ACTIVIDADES REALIZADAS			45	38	7		
		Distancia total (m)			132.5	93,5	39		
Elaborado por: El investigador		Fecha: 05/05/2024			Tiempo (min-hombre)		440	284	155,89
Número	Descripción	Cantidad	Tiempo (min)	Distancia (m)	Símbolo			Observaciones	
1	Entrega de orden de producción	1	1,00	0	○	□	◇	▽	<b>Planeación:</b> Establecer el programa de producción definido para el día a día, con el objetivo de NO generar cambios innecesarios que incrementas los costos de la producción.
2	Verificar el material existente	1	1,00	4	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Implementar información de la ubicación del material que se requiere a partir del inventario, donde se pueda identificar por pasillo, estantería y filas.
3	Colocar rolo en caballete	1	5,00	4	○	□	◇	▽	-
4	Accionar palanca para desenrollar la materia prima	1	1,00	0	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Implementar elemento mecánico para desenrollar rolo de materia prima.
5	Verificar la medida de banda	1	3,00	4	○	□	◇	▽	-
6	Cortar la banda a las medidas requeridas por el cliente	1	16,00	3	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Utilizar la máquina de corte automática.
7	Envolver el rolo usado	1	3,50	4	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Implementar elemento mecánico para enrollar rolo de materia prima.
8	Colocar rolo en estantería	1	3,00	3	○	□	◇	▽	-
9	Accionar palanca para enrollar la materia prima	1	1,00	0	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Implementar elemento mecánico para enrollar rolo de materia prima.
10	Trasladar la banda a la mesa de trabajo	1	1,45	15	○	□	◇	▽	-
11	Acomodar la banda en la mesa de trabajo	1	1,00	3	○	□	◇	▽	-
12	Señalar la banda donde se va a implementar los empujadores	1	29,00	3	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Implementar 1 operario más en la actividad donde permita menor el tiempo de ejecución.
13	Tomar los empujadores	1	0,50	0	○	□	◇	▽	-
14	Cortar los empujadores de las medidas que requieran colocar en la banda según especificación del cliente	1	20,00	2,5	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Implementar 1 operario más en la actividad donde permita menor el tiempo de ejecución.
15	Tomar las pesas que se encuentran en la mesa de trabajo	1	0,00	0	○	□	◇	▽	-
16	Tomar la máquina vulcanizadora (Lister) de empujadores de la estantería	1	1,00	0	○	□	◇	▽	-
17	Conectar la máquina vulcanizadora	1	1,00	2	○	□	◇	▽	-
18	Vulcanizar los empujadores en la banda según la solicitud del cliente	1	90,00	3	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Implementar 1 operario más en la actividad donde permita menor el tiempo de ejecución.
19	Trasladar la banda a la troqueladora	1	2,32	4	○	□	◇	▽	-
20	Cuadrar la banda en la máquina troqueladora	1	4,00	1	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Utilizar la máquina de corte automática.
21	Troquelar la banda para unir la banda	1	12,00	0	○	□	◇	▽	-
22	Verificar si la banda se encuentra troquelada de forma correcta	1	1,00	1	○	□	◇	▽	-
23	Trasladar la banda a la máquina vulcanizadora	1	1,09	3	○	□	◇	▽	-
24	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas	1	2,00	1	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Actividad se puede trabajar en paralelo, mientras se enciende la máquina
25	Cuadrar la banda en la máquina vulcanizadora	1	6,00	1	○	□	◇	▽	
26	Colocar tela de sellado para el vulcanizado de la banda sintética	1	3,00	3	○	□	◇	▽	
27	Prender la máquina vulcanizadora dependiendo del ancho de la banda	1	2,00	1	○	□	◇	▽	-
28	Aperturar el paso de aire para la máquina vulcanizadora	1	1,00	1	○	□	◇	▽	-
29	Verificar si la temperatura se mantiene constante hasta el tiempo de apagado de la máquina	1	1,00	1	○	□	◇	▽	-
30	Vulcanizar la unión de la banda transportadora	1	50,00	0	○	□	◇	▽	-
31	Apagar la máquina	1	0,40	1	○	□	◇	▽	-
32	Elevar la parte superior de la prensa de vulcanización de las bandas sintéticas	1	1,50	1	○	□	◇	▽	<b>Producción:</b> Actividad se puede trabajar en paralelo, mientras se apaga la máquina
33	Verificar si se realizó el vulcanizado	1	4,00	2	○	□	◇	▽	-
34	Sacar la banda de la prensa	1	2,00	1	○	□	◇	▽	-
35	Trasladar la banda a la mesa de trabajo	1	1,00	4	○	□	◇	▽	-
36	Limpiar y Empacar la banda	1	5,00	2	○	□	◇	▽	-
37	Trasladar la banda al lugar de producto terminado.	1	5,00	15	○	□	◇	▽	-
38	Almacenar el producto terminado en la estanterías del mismo	1	1,00	0	○	□	◇	▽	-
38	<b>Total</b>	38	284	93,50	24	5	0	8	1

**Nota:** El cursograma actual permite identificar las actividades que fueron cambiadas y actividades que fueron eliminadas al aplicar la optimización del proceso de producción, las observaciones son muy importantes de considerar como corrección de cada actividad indicada en esta **Tabla 27**.

Como propuesta hablamos de implementar una persona en el proceso para las actividades más críticas o también llamadas cuellos de botella, lo cual permitirá mejorar el tiempo de las actividades, también se propone implementar un canguro de herramientas para que el personal no realice traslados innecesarios al momento de buscar las herramientas que requieren para trabajar en las actividades, enfocados también en la seguridad industrial es proponer la implementación de un accionamiento mecánico que permita enrollar y desenrollar las bobinas de materia prima de esta forma se enfoca en optimizar el proceso de producción, permitiendo minimizar los tiempos de ejecución de las actividades propuestas versus las actividades reales.

**Tabla 28**

*Resumen de la propuesta de diagrama de recorrido.*

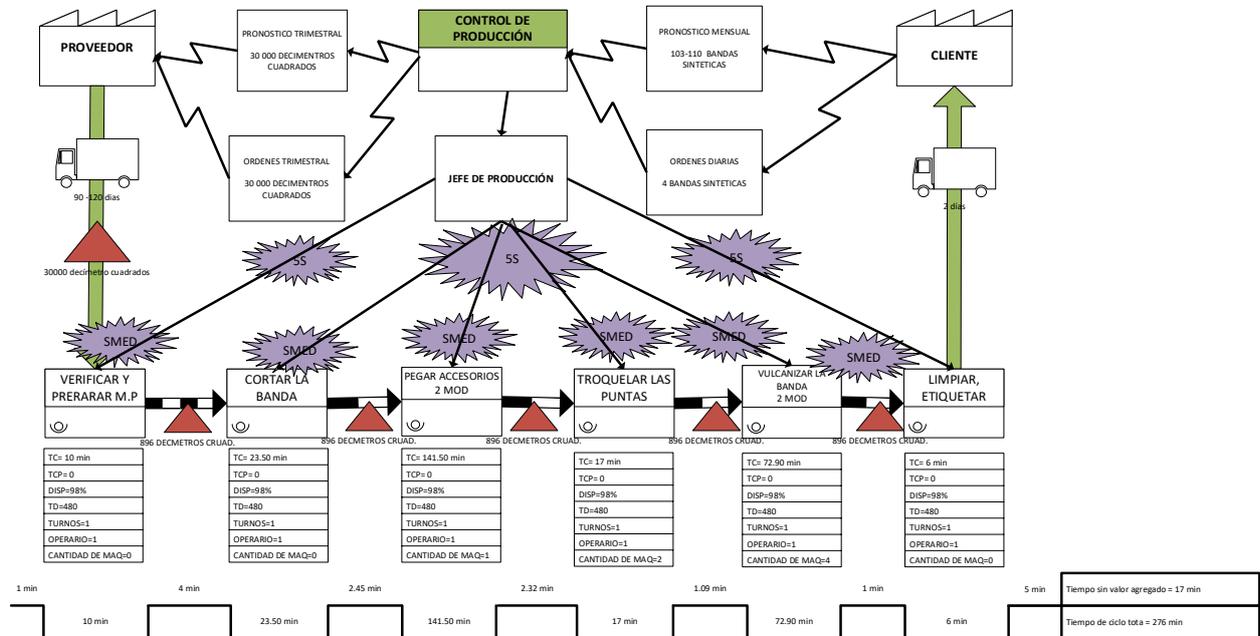
<b>EVENTO</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>TIEMPO (MIN)</b>	<b>DISTANCIA (M)</b>
OPERACIONES	24	251	30,5
TRANSPORTE	8	22	51
ESPERA	0	0	0
INSPECCIONES	5	10	12
ALMACENAMIENTO	1	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>284</b>	<b>93,5</b>

**Nota:** En la tabla resumen podemos observar el ahorro significativo de tiempo de la operación de la propuesta, con la tabla resumen de la operación actual que pueden identificarle en la **Tabla 12**.

## Value Stream Mapping (VSM) de la propuesta.

**Figura 14**

VSM de la propuesta de la optimización de proceso de la producción de bandas sintéticas.



**Nota:** El VSM actual se puede identificar los tiempos de mejora del proceso y las metodologías aplicada para poder lograr la optimización del proceso de producción podemos identificar toda la cadena de suministros y lograr una satisfacción en el cliente interno.

**Tabla 29**

Takt time de la propuesta.

VARIABLE	OPERACIÓN	RESULTADO	MEDIDA
JORNADA LABORAL	-	9,00	HORAS
TIEMPO DE ALMUERZO	-	1,00	HORA
NÚMERO DE TURNOS	-	1,00	TURNOS
DIAS H. POR MES	-	20,00	DÍAS
DEMANDA MENSUAL	-	110,00	UNIDADES
TIEMPO DISPONIBLE (HORA)	9H-1H	8,00	HORAS
TIEMPO DISPONIBLE (MIN)	8H*60MIN	480,00	MINUTOS X DÍA
TIEMPO DISPONIBLE (SEG)	480MIN*60SEG	28.800,00	SEGUNDOS X DÍA
DEMANDA DIARIA	110 UNI/20 DÍAS	6	UNIDADES DIARIAS
TIEMPO TACK SEG	28800 SEG X D./6 UNID	5.236,36	SEG/ UNID

**Nota:** El nuevo Takt time se puede identificar las mejoras que podemos obtener partir de la **Tabla 28**, obteniendo un nuevo tiempo Takt, considerando una mayor producción de bandas por días, mensual y por mes.

### **Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta.**

Para implementar la propuesta, se elabora un cronograma de actividades para iniciar la estandarización del proceso de producción de bandas sintéticas en la Empresa Molinaro. Se considerará el tiempo necesario desde la presentación del proyecto hasta su implementación. A continuación, se describen las actividades necesarias para crear el diagrama de Gantt, el cual señalará la ruta hacia la estandarización y el tiempo estimado para su realización.

**Tabla 30**

*Descripción de las actividades del cronograma del proyecto.*

<b>Cronograma del desarrollo del Proyecto</b>	
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
Presentación de propuesta del proyecto	Trata de presentar la propuesta de optimización a la empresa Molinaro
Análisis y aprobación de la propuesta del proyecto.	Es aprobado el proyecto, posterior al análisis contando con el compromiso del departamento administrativo.
Capacitación de Herramienta 5S	Deben asistir el equipo de trabajo elegido como responsables del manejo y cumplimiento de la metodología SMED.
Capacitación de Metodología SMED	
Cotización y adquisición de herramientas para implementación.	Se solicita cotizaciones de diferentes proveedores de los requerimientos que se necesita para la implementación.
Análisis y ajustes del estudio	Trata de verificar el proceso de forma continua y se debe dar seguimiento de cómo se realiza la fabricación de bandas sintéticas.

**Nota:** El cronograma para la propuesta de optimización se la describió en 5 actividades que permitan generar un proceso más óptimo, si existe el compromiso por parte de la gerencia y por parte de toda la persona operativa en el cual se cuenta con su planificación y acciones sobre la producción diaria



## Análisis de costos

Un análisis de costo siempre se debe comenzar por la parte fundamental, cuánto cuesta un equipo de trabajo para lograr una optimización de un proceso de producción, cuáles son los involucrados y el gasto generado por la empresa para poder gestionar un proyecto de estudio que le permita optimizar sus procesos, como objetivo de estudio y mejorar internamente para poder alcanzar una eficiencia en los procesos se evalúa el valor de mano de obra que cuenta en estos momento la empresa Molinaro, lo podemos evidenciar en la **Tabla 31**.

**Tabla 31**

*Costos mensualizados de mano de obra de la empresa Molinaro.*

RUBRO\EMPLEADO	Gerente de Operaciones	Jefe de Planta	Asistente	Operario 1	Operario 2	TOTAL
<b>Salario Mínimo Vital (2024)</b>	460,00	460,00	460,00	460,00	460,00	1380,00
<b>Sueldo nominal</b>	2200,00	600,00	600,00	460,00	460,00	3400,00
<b>IESS Patronal (11,35%)</b>	249,70	68,10	68,10	52,21	52,21	385,90
<b>Décimo tercer sueldo (13)</b>	183,33	50,00	50,00	38,33	38,33	283,33
<b>Décimo cuarto sueldo (14)</b>	38,33	38,33	38,33	38,33	38,33	115,00
<b>Fondos de reserva</b>	183,33	50,00	50,00	38,33	38,33	283,33
<b>Vacaciones</b>	91,67	25,00	25,00	19,17	19,17	141,67
<b>Desahucio</b>	45,83	12,50	12,50	9,58	9,58	70,83
<b>Total Mensual</b>	2992,2	843,9	843,9	656,0	656,0	4680,07
<b>Incremento</b>	36,01%	40,66%	40,66%	42,60%	42,60%	39%
Costo Minuto	0,31	0,09	0,09	0,07	0,07	0,49
Costo Hora	18,70	5,27	5,27	4,10	4,10	29,25

**Nota:** Costo actual de mano de obra que intervienen en el proyecto, que es el equipo de trabajo con el propósito de optimizar los procesos de la empresa Molinaro. Elaborado por el investigador.

El análisis de costos del proyecto actual podemos identificarlo en la **Tabla 32**, donde se identifica los tiempos de la elaboración y acciones del proyecto donde intervienen el principal equipo de trabajo enfocados en la optimización del proceso de producción de bandas sintéticas. Se identifica los costos de Mano de Obra de cada uno de los participantes, es importante considerar que en la metodología utilizada participan nivel operativo, administrativo para el cumplimiento y ejecución del proyecto.

**Tabla 32***Análisis de costos de implementación por mano de obra.*

Actividad	Horas	Gerencia de operaciones	Jefe de Planta	Asistente	Operarios 1	Operarios 2	TOTAL
Presentación de propuesta del proyecto.	3	56,10	15,82	15,82			87,75
Análisis y aprobación de la propuesta del proyecto.	40	748,05	210,98	210,98			1170,02
Capacitación de Herramienta 5S.	3		15,82	15,82	12,30	12,30	56,25
Capacitación de Metodología SMED.	4		21,10	21,10	16,40	16,40	74,99
Análisis y ajustes del estudio.	100		527,46	527,46			1054,92
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>804,15</b>	<b>791,19</b>	<b>791,19</b>	<b>28,70</b>	<b>28,70</b>	<b>2443,93</b>

**Nota:** Detalle de costos por el tiempo de implementación del proyecto donde se detalla los valores por cada miembro del equipo de trabajo y las actividades que están inmersos cada uno de ellos ante el trabajo sobre la metodología SMED.

**Tabla 33***Análisis de costos de implementación de maquinaria e insumos.*

ITEMS	MÁQUINARIA O INSUMOS PARA LA ACTIVIDAD	COSTO
1	Máquina Enrolladores de Bandas	\$ 2.600,00
2	Canguros porta herramientas	\$ 20,00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.620,00</b>

**Nota:** La **Tabla 33**, se considera los valores de maquinaria e insumos que se refieren en el plan de acción en relación con la metodología SMED, los cuales permitirán implementar estos elementos como optimización del proceso de producción de banas sintéticas en la empresa Molinaro.

## CAPÍTULO IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### *Conclusiones*

- En el diagnóstico realizado en el área de bandas sintéticas, con la utilización de diagramas de Ingeniería de Métodos, se pudo identificar varios aspectos, tales como: la facturación del principal producto de la empresa con la utilización de un Diagrama de Pareto, dando como resultado mayor las bandas sintéticas con el 28% (**Tabla 2**); se realiza análisis con estadística descriptiva identificando retrasos de entrega por parte del departamento de producción como problema principal dentro de la organización (**Tabla 5**), se realiza tres (3) cursogramas analíticos, permitiendo identificar los tiempos y recorridos de las actividades (**Tabla 12**), y el VSM que permite conocer el flujo total desde la materia prima hasta la entrega de producto terminado (**Figura 14**).
- Se realiza una evaluación de las condiciones de trabajo en el área objeto de estudios, con la aplicación de la herramienta 5S, la cual permite identificar que el área de bandas sintéticas tiene problemas evidentes de limpieza, orden, aseo fundamentalmente, ver el (**Anexo 2**). Para ello se considera la implementación de la metodología SMED, direccionada en las 5S a partir del Modelo Operativo propuesto en la investigación (**Figura 12**). Se considera para cada “S” cumplir las fases de trabajo encaminada a la optimización del proceso de producción de bandas sintética, cabe mencionar que se requiere fundamentalmente para iniciar con la metodología SMED la segunda “S” **orden (Seiton)**, la tercera “S” **limpieza (Seison)** y la cuarta “S” **estandarización (Seiketsu)**.
- Al aplicar la metodología SMED en el proceso de producción de bandas sintéticas la misma permite acortar los tiempos de éste, lo cual ocasiona el cumplimiento de los tiempos de entrega a los clientes internos. Con esta finalidad se propone una optimización en el proceso de producción antes mencionado, para lo cual se forma un equipo de trabajo considerado como un el proyecto piloto en la aplicación de la metodología SMED (**Anexo 7**), luego se realiza un análisis de la situación actual

identificando las actividades internas y externas del proceso (**Tabla 24**), posterior a lo planteado anteriormente se realiza un plan de acción aplicando la metodología SMED dirigido a separar y cambiar las actividades internas por las externas; dando como resultado minimizar los tiempos de las actividades relacionados al proceso de producción de bandas sintéticas (**Tabla 26**). Al revisar los resultados esperados se genera un nuevo cursograma analítico, donde podemos identificar la mejora propuesta a partir de la ejecución de la metodología SMED (**Tabla 28**), se evidencia el VSM de la propuesta como el flujo total del proceso (**Figura 14**) resumiendo la mejora total del mismo.

## ***Recomendaciones***

- Es importante para la organización, establecer estrategias organizativas que permitan la aplicación de los Diagramas de Ingeniería de Métodos, en el proceso de forma anual, con la finalidad de constatar las condiciones actuales del mismo y actuar en consecuencia de ello. Estas se pueden manejar de forma continua siempre y cuando la organización se encuentre en un proceso de optimización en sus departamentos claves que permitan una evolución dentro de la industria.
  
- Se considera que todo lo que no se mide no se controla, es por ello que se debe aplicar metodologías que permiten una optimización dentro de sus procesos de producción, considerando entre estas la metodología 5S, que permiten tener orden y limpieza dentro de un puesto de trabajo, esta herramienta es fundamental para implementación de lean manufacturing, entre ellos está la metodología SMED que se apoya fundamentalmente en orden, limpieza y estandarización para el desarrollo y ejecución, finalmente se debe trabajar las 5S como un ciclo continuo que nos permitirá tener cambios significativos y monetarios.
  
- La metodología SMED se fundamenta en reducir los cambios en unidades de un solo dígito o menor a 10 min, para ello se debe generar equipos de trabajo para ejecutar cada una de las acciones, se recomienda escoger personas que tengan conocimientos de ingeniería donde cada una de ellas sean un gran aporte, se debe trabajar en identificar y separar las actividades internas a externas lo que permite minimizar los tiempos de producción, desperdicios, eliminar cuellos de botella, estandarizar actividades y herramientas, cabe mencionar que se puede enfocar en cambios de moldes y optimización de proceso dentro de la industria productiva.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A., Guachamín, D. A., & Villar, A. S. (06 de Febrero de 2022). *Aplicación del Criterio de Minimización de Movimientos Totales en una Fábrica de armas y municiones*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2024, de Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação Iberian Journal of Information Systems and Technologies: <https://www.risti.xyz/issues/ristie49.pdf>
- Asana, T. (08 de FEBRERO de 2024). *¿Qué es VSM y cómo se hace un Value Stream Mapping?* Recuperado el 22 de JUNIO de 2024, de Asana: <https://asana.com/es/resources/value-stream-mapping>
- BELTECH, A. (2024). *Bandas sintéticas*. Recuperado el 05 de Junio de 2024, de AMMERAAL BELTECH: <https://www.ammeraalbeltech.com/es-es/productos/bandas-sinteticas/>
- Dirks, B. (2022). *Análisis y optimización de procesos*. Recuperado el 5 de Julio de 2024, de REFA International.: <https://refa-international.com/es/asesoramiento-refa/analisis-y-optimizacion-de-procesos>
- Dirks, B. (2022). *REFA International*. Recuperado el 11 de Abril de 2024, de Análisis y optimización de procesos: <https://refa-international.com/es/asesoramiento-refa/analisis-y-optimizacion-de-procesos>
- Eliana, C. C. (2020). *PROPUESTA DE MEJORA EN EL ÁREA DE BODEGA DE LA EMPRESA AKROS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS*. Recuperado el 16 de JULIO de 2024, de Universidad Indoamerica: <https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1609/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20CASTRO%20CLAVIJO%20ANDREA%20ELIANA.pdf>
- España, T. M. (13 de Diciembre de 2021). *Takt Time: ¿qué es, en qué consiste y cómo se calcula?* Recuperado el 02 de Julio de 2024, de Toyota Material Handling.: <https://blog.toyota-forklifts.es/takt-time-que-es>

Etecé, E. (2024). *Layout*. Recuperado el 30 de Junio de 2024, de Enciclopedia Concepto:  
<https://concepto.de/layout/#ixzz8ehKhh5RL>

Fermín, J. M. (10 de ENERO de 2020). “*ESTUDIO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA GAMOS DE LA CIUDAD DE AMBATO DURANTE EL AÑO 2019*”. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMERICA:  
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2143/1/JIM%20MA%20NEZ%20JACINTO%20FERMIN.pdf>

GARCIA, J. P., & TUTASI, W. X. (2021). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL*. Recuperado el 11 de ABRIL de 2024, de OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS INDUSTRIALES EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA, MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA:  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21488/1/UPS-GT003546.pdf>

LEANKAIZEN.ES. (2024). *SMED como palanca de agilidad en tus operaciones*. Recuperado el 14 de Mayo de 2024, de LEANKAIZEN.ES:  
<https://www.leankaizen.es/smed/>

MOLINARO. (2024). *BANDAS TRANSPORTADORAS SINTÉTICAS AMMERAAL BELTECH*. Recuperado el 14 de Mayo de 2024, de MOLINARO:  
<https://molinaro.com.ec/pf/bandas-transportadoras-sinteticas/>

Riofrío, M. A. (27 de Febrero de 2017). *EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN. ARTÍCULO DE REFLEXIÓN*, 170. Recuperado el 05 de Junio de 2024, de  
<https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>

Riofrío, M. A. (2017 de Febrero de 29). *EL MÉTODO DE LAS 5S: SU APLICACIÓN*. Recuperado el 03 de Junio de 2024, de Universidad Tecnológica ECOTEC:  
<https://biblat.unam.mx/hevila/ResnonverbaGuayaquil/2017/vol7/no1/10.pdf>

Rioja, U. I. (2024). *La importancia de la mejora de procesos en una compañía*. Recuperado el 22 de JUNIO de 2024, de UNIR REVISTA:  
<https://www.unir.net/empresa/revista/mejora-procesos-optimizacion/>

Stefanno, V. A. (2022). *OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ADQUISICIONES NACIONALES EN LA EMPRESA ETERNIT ECUATORIANA S.A.* Recuperado el 16 de JULIO de 2024, de Universidad Indoamerica:  
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/6389/1/VIERA%20ARBOLEDA%20ERICK%20STEFANNO.pdf>

Technology, E. K. (1 de Septiembre de 2022). *Fabricación por pedido (Make To Order)*. Recuperado el 13 de Mayo de 2024, de TIC.PORTAL:  
<https://www.ticportal.es/glosario-tic/fabricacion-pedido-make-order>

UNIDAS, N. (s.f.). *NACIONES UNIDAS*. Recuperado el 11 de ABRIL de 2024, de Acerca de Microempresas y Pymes: <https://www.cepal.org/es/temas/pymes/acerca-microempresas-pymes>

Xavier, C. Q. (2020). *METODOLOGÍA PHVA PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE LAVADO DEL PRODUCTO TERMINADO DE LA EMPRESA ROYALTEX*. Recuperado el 16 de Julio de 2024, de Universidad Indoamérica:  
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1895/1/CARIAPUMA%20QUITU%20IZACA%20EDWIN%20XAVIER.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1

*Facturación Zona Sur 2024.*

ZONA SUR	FACTURACIÓN	% DE FRECUENCIA RELATIVA	% DE FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
INDUSTRIAL SURINDU	\$ 69.399,00	7%	7%
XL MÁQUINARIAS S.A.	\$ 64.790,17	7%	14%
CARTOPEL	\$ 47.367,93	5%	19%
ICE	\$ 41.326,09	4%	23%
PAPELERA NACIONAL S.A.	\$ 32.816,45	3%	26%
GRUPASA	\$ 31.285,38	3%	29%
SEMVRA-VECONSA S.A.	\$ 30.365,92	3%	33%
SOCIEDAD AGRICOLA E INDUSTRIAL	\$ 23.741,51	2%	35%
LA FABRIL S.A.	\$ 22.383,79	2%	37%
AQUACARGILL DEL ECUADOR CIA.LT	\$ 20.569,45	2%	39%
FADESA	\$ 19.244,00	2%	41%
SONGA	\$ 17.985,02	2%	43%
EXPALSA	\$ 16.438,36	2%	45%
OMARSA S.A.	\$ 16.006,00	2%	47%
BALZO	\$ 15.531,13	2%	48%
COFIMAR S.A.	\$ 14.209,36	1%	50%
DISTRIBUIDORA FARMACEUTICA ECU	\$ 14.143,80	1%	51%
EUROFISH S.A.	\$ 11.561,26	1%	52%
CARTONERA MANABI CARTOMANABI S	\$ 11.510,64	1%	54%
IN CAR PALM	\$ 10.847,67	1%	55%
BIMBO ECUADOR S.A.	\$ 10.217,24	1%	56%
FADESA-MANTA S.A.	\$ 8.817,68	1%	57%
PROCARSA	\$ 8.597,39	1%	57%
SALICA	\$ 8.530,29	1%	58%
GRAFIMPAC	\$ 6.732,00	1%	59%
PANADERIA DEL NORTE PDN S.A.	\$ 6.668,59	1%	60%
ENVASES DEL LITORAL S.A.	\$ 6.568,48	1%	60%
LIFE FOOD PRODUCT ECUADOR LIFP	\$ 6.151,99	1%	61%
MABE ECUADOR S.A.	\$ 6.078,66	1%	62%
EXPORTQUILSA	\$ 5.942,00	1%	62%
TESALIA	\$ 5.671,49	1%	63%
EMPAGRAN S.A.	\$ 5.343,80	1%	63%
EMBUTIDOS LA ITALIANA	\$ 5.291,78	1%	64%
EXPOSYNERGY S.A.S.	\$ 5.226,79	1%	64%
PROMECON S.A.	\$ 4.567,34	0%	65%
ACERIA DEL ECUADOR CA ADELCA	\$ 4.210,68	0%	65%
EXPORTADORA TOTAL SEAFOOD TOTA	\$ 4.055,32	0%	66%

GRAIMAN	\$	3.533,10	0%	66%
ARTES GRAFICAS SENEFELDER C.A.	\$	3.380,88	0%	66%
IPSP	\$	3.338,32	0%	67%
DUFER CIA.LTDA.	\$	3.328,48	0%	67%
NIRSA S.A.	\$	3.040,65	0%	67%
PANADERIA CALIFORNIA	\$	2.892,38	0%	68%
PAPELESA	\$	2.803,44	0%	68%
LITOTEC S.A.	\$	2.539,45	0%	68%
FUTURCORP S.A.	\$	2.525,55	0%	69%
PROMARISCO S.A.	\$	2.455,90	0%	69%
NESTLE ECUADOR	\$	2.230,75	0%	69%
CORPORACION EL ROSADO S.A.	\$	2.119,55	0%	69%
CARTORAMA	\$	2.038,91	0%	70%
AJECUADOR S.A.	\$	1.994,20	0%	70%
IMPODIAZ S.A.	\$	1.958,95	0%	70%
UNILEVER ANDINA ECUADOR	\$	1.951,58	0%	70%
CORRUCHECSA	\$	1.936,80	0%	70%
CONDIMAQSA S.A.	\$	1.903,52	0%	71%
ERCO	\$	1.861,00	0%	71%
VALAREZO MENDOZA FREDDY JOHNNY	\$	1.857,87	0%	71%
EXPOTUNA S.A.	\$	1.822,50	0%	71%
KELLOGG	\$	1.775,00	0%	71%
PROCAMARONEX C. LTDA.	\$	1.750,69	0%	71%
SAMIYAMEALS S.A.	\$	1.732,67	0%	72%
CERAMICA RIALTO	\$	1.675,77	0%	72%
AGROAZUCAR ECUADOR S.A.	\$	1.498,55	0%	72%
QUICORNAC S.A.	\$	1.493,18	0%	72%
MARBELIZE S.A.	\$	1.429,41	0%	72%
ALIMENTOS YUPI S.A.	\$	1.356,67	0%	72%
VANDETS A	\$	1.298,34	0%	73%
EDITORIAL DON BOSCO	\$	1.254,00	0%	73%
GISIS S A	\$	1.251,76	0%	73%
IND ALES C.A.	\$	1.195,68	0%	73%
AVICOLA SAN ISIDRO S.A. AVISID	\$	1.172,00	0%	73%
ASISERVY S.A.	\$	1.162,63	0%	73%
IMPRESA TATIANA TATIMPRE S.A.	\$	1.125,00	0%	73%
DULCENAC S.A.	\$	1.020,00	0%	73%
POLIGRAFICA C.A.	\$	908,21	0%	73%
COBEÑA CUETO RODOLFO FABIAN	\$	894,63	0%	74%
ELECTROCABLES C.A.	\$	852,65	0%	74%
GRAFICOS NACIONALES SA GRANASA	\$	812,70	0%	74%
P.E.B.S.A.	\$	812,29	0%	74%
DIANA FOOD	\$	767,04	0%	74%
CORPORACION FERNANDEZ CORPFERN	\$	761,20	0%	74%
DELGADO MENA CAROLINA MAGDALEN	\$	662,40	0%	74%
AUDIOVISION ELECTRONICA AUDIOE	\$	624,40	0%	74%
ALIBAEC ALIMENTOS BALANCEADOS	\$	612,00	0%	74%
EMPACADORA DEL PACIFICO SOCIED	\$	605,60	0%	74%

COMERCIAL E INDUSTRIAL SUCRE S	\$	605,00	0%	74%
EL SABOR	\$	588,50	0%	74%
SMURFIT KAPPA ECUADOR S.A.	\$	548,70	0%	74%
PROCESADORA DE ALIMENTOS KARNI	\$	512,08	0%	74%
INDUSTRIA DACAR CIA. LTDA.	\$	452,82	0%	74%
DUREXPORTA S.A.	\$	430,00	0%	75%
OFFSET ABAD C.A.	\$	417,74	0%	75%
GALAPESCA	\$	407,11	0%	75%
ILUSTRACION GRAFICA S.A. ILUGR	\$	393,62	0%	75%
INDUSTRIAS LACTEAS S.A. INDULA	\$	380,10	0%	75%
FERRETERIA O & M DEL ECUADOR	\$	377,19	0%	75%
COMPAÑIA NACIONAL DE PLASTICOS	\$	359,22	0%	75%
TECOPECA	\$	331,20	0%	75%
CORPORACION OLYMPIC ECUADOR	\$	330,72	0%	75%
EXPORTADORA E IMPORTADORA INPR	\$	328,66	0%	75%
PLACASDELSUR	\$	290,00	0%	75%
PASTELO S.A.	\$	266,00	0%	75%
COTO FAJARDO LINNER LISSETTE	\$	239,08	0%	75%
MORRILLO ZAMBRANO SILVIA	\$	236,30	0%	75%
MORTEROS-PEGACER S.A.	\$	227,50	0%	75%
SOLUEMPAQUES S.A.	\$	204,43	0%	75%
GOODMARCOM S.A.	\$	193,40	0%	75%
ECUACOTTON S.A.	\$	186,29	0%	75%
SAN MIGUEL INDUSTRIAS ECUADOR	\$	185,60	0%	75%
GREENSNACKS S.A.	\$	169,08	0%	75%
OCEANFISH S.A.	\$	156,36	0%	75%
MULTISERVICIOS GRAFICOS S.A. G	\$	128,70	0%	75%
JC-INDUSTRIALES	\$	127,56	0%	75%
L. HENRIQUES & CIA. S.A.	\$	126,24	0%	75%
PROMOPESCA S.A.	\$	111,75	0%	75%
ANIPROTEIN PROTEINA ANIMAL CIA	\$	111,00	0%	75%
TRANSARC S.A.	\$	105,80	0%	75%
ALIMENTOS ECUATORIANOS LOS AND	\$	100,00	0%	75%
RIVERA JESSICA	\$	99,00	0%	75%
SERPLAS	\$	94,48	0%	75%
PLASTICONSUMO S. A.	\$	87,15	0%	75%
ESPINOSA ORQUERA MARIA AUGUSTA	\$	84,48	0%	75%
MONTALVAN MIRANDA IVAN FRANCIS	\$	79,11	0%	75%
CHIVERIA S.A.	\$	71,20	0%	75%
METAL MECANICA CERNA	\$	69,60	0%	75%
PINARGOTE ALONSO CARLOS FRANCI	\$	68,75	0%	75%
MENDEZ MATUTE DANNY SANTIAGO	\$	56,25	0%	75%
BANALIGHT C.A.	\$	41,10	0%	75%
<b>Total general</b>	<b>\$</b>	<b>973.171,26</b>		

## Anexo 2

*Situación actual para trabajar SEIRIN y SEITON.*

### Figura 16

*Imágenes actuales como se encuentran la zona de prensas de bandas sintéticas.*



**Nota:** Elaboración propia.

### Figura 17

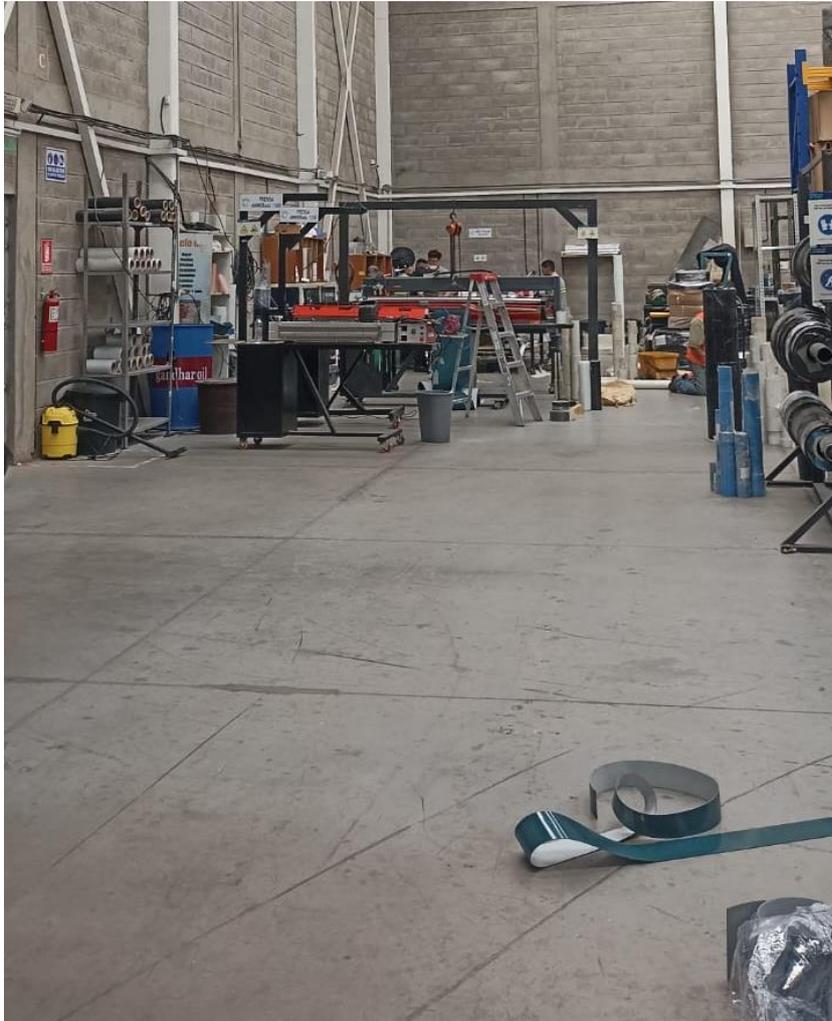
*Imágenes actuales como se encuentran la mesa de trabajo de bandas sintéticas.*



**Nota:** Elaboración propia.

## Figura 18

*Imágenes actuales de cómo se encuentra la zona de trabajo de bandas sintéticas.*



**Nota:** Elaboración propia.

### Anexo 3

Formato de inventario de elementos innecesarios.

<b>Inventario de elementos innecesarios</b>							
Separar (Seiri)		Fecha.	Área:				
Ítem	Nombre	Cantidad	Lugar donde se encontró	Disposición final	Estado	Que hacer para que no vuelva a aparecer	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Apuntador: \_\_\_\_\_  
Facilitador: \_\_\_\_\_

<b>Estado</b>	<b>Deposición final</b>
<b>B:</b> Bueno= se puede usar sin ningún problema	<b>CA:</b> Centro de Acopio (MIR)
<b>R:</b> Regular= se puede usar, pero se debe hacer una revisión previa	<b>AMP:</b> Almacén Materias primas
<b>M:</b> Malo= No se puede usar	<b>APT:</b> Almacén Producto Terminado
	<b>TROQ:</b> Troquelería

**Nota:** Elaboración propia.

**Anexo 4**

*Formato registros fotográficos (SEISO Antes- Después).*

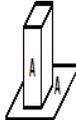
<b>REGISTROS FOTOGRÁFICOS (Antes-Después)</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Descripción</b>	<b>Antes</b>	<b>Después</b>
1			
2			
3			
4			
5			

---

**Nota:** Elaboración propia.

**Anexo 5**

*Formato de inspección y control diario (SEIKEISUT)*

Formato de inspección y control diario (SEIKEISUT)										
¿Que?		VIGILAR	EVACUAR	ORDENAR	LIMPIAR	SOPLAR	BARRER	TRAPEAR	PINTAR	OBSERVACION
										
¿Donde?	¿Quien?									
1										
2										
3										
4										
5										

QUIEN
COORDINADOR
OPERARIO DE MÁQUINA
JEFE DE PLANTA
OPERARIO DE OFICIOS VARIOS/IT

CUANDO			
DI	Diario	2xSE	2 veces/semana
SE	Semanal	MS	Mensual

**Nota:** Elaboración propia.

## Anexo 6

### Formato de auditoría de 5S.

AUDITORIAS 5'S													
<b>Auditado/auditor:</b>													
<b>Area :</b>													
<b>Fechas</b>													
<b>1ra S : SELECCIONAR</b> ● = 0 ; ● = 5 ● = 10pts													
1	Ausencia de componentes después + de la 1 hora de acabada una producción												
2	Ningún componente en el suelo (picking) o una sola estiba (1 paleta o 1 contenedor)												
3	Ningún objeto -herramienta - dispositivos inútiles en el puesto de trabajo												
4	Ausencia total de desechos en el suelo												
5	Ningún contenedor(canasta, estiba o carro con o sin piezas) que obstruya el paso												
<b>Total S1=50</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>2da S : ORDENAR</b> ● = 0 ; ● = 5 ● = 10pts													
1	Todas las estibas estan colocadas en los lugares asignados												
2	Todas las herramientas se encuentran en los lugares asignados												
3	todos los materiales estan en su sitio												
4	Los elementos personales se encuentra en el lugar correspondiente												
<b>Total S2= 40</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>3ra S : VALORAR LIMPIEZA</b> ● = 0 ; ● = 5 ● = 10pts cuadro gris = 0 ● ó =10 ●													
1	Ausencia total de fugas ( escapes) (aire, aceite, agua)												
2	Ausencia total de componentes de producto en las canecas de la basura												
3	los rechazos son escogidos(clasificadas) en recipientes identificados (Desecho-NC)												
4	Material de limpieza está completo y adaptado ( recogedores- escobas-productos)												
5	El piso y paredes está limpio y libre de contaminación(aceite, ,agua,...)												
6	La limpieza del equipo es adecuada												
<b>Total S3=60</b>		0	0	0	0						0	0	0
<b>4ta S : ESTANDARIZAR</b> ● = 0 ; ● = 10 ● = 20pts cuadro gris = 0 ● =10 ●													
1	Cada una de las ayudas visuales y Los documentos del puesto están actualizados y conforme.												
2	A toda persona nueva se realizado una formación de los estándares (sondeo)												
3	El personal es informado sobre el adelanto del 5 "S" (sondeo)												
4	La regla del tratamiento de NO conformidades existe												
5	Las instrucciones de seguridad estan publicadas y son conocidas												
<b>Total S4=100</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>5ta S : DISCIPLINA</b> ● = 0 ; ● = 10 ● = 20pts cuadro gris = 0 ● ó =10 ●													
1	todas las salidas de emergencia son identificados, fáciles accesos y conocidos												
2	El personal esta dotado de elementos de seguridad (guantes, zapatos, blusas etc.)												
3	Accesos libres a los armarios eléctricos, a los pasillos, los extintores, y el botiquin												
4	La regla de tratamiento de NO conformidad es respetada												
5	El tablero de indicadores del area están al día según estándar												
6	Todos los componentes y las herramientas están en los lugares asignados												
7	Hay propuestas de mejoramientos desde auditoria anterior												
8	El plan de accion de la solicitudes de trabajo se actualiza												
9	Productos quimicos estan identificados, rotulados y almacenados adecuadamente de acuerdo a las fichas												
<b>Total S5=200</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>General total sobre 450pts</b>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>NUESTRO OBJETIVO EN SEGURIDAD Y AMBIENTAL : 100%</b>		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>NUESTRO OBJETIVO 5S PARA FINALES DE 200: el x %</b>		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>*De 0 a 69 = ● ; De 70 a 90 % = ● ; &gt;90 % = ●</b>													
<b>Plan de acción realizado a</b>													
<b>Comentarios:</b>													

**Nota:** Elaboración propia.

# Anexo 7

## Presentación del fundamento de la metodología SMED.

### FUNDAMENTO DE SMED



### ¿QUE ES SMED?

- ✓ Es una herramienta que contribuye a incrementar la eficiencia, la productividad y el servicio al cliente.
- ✓ Single Minute Exchange of Dies (S.M.E.D.)
- ✓ Cambio de matriz en menos de 10 minutos
- ✓ Cambio rápido de herramientas



### DEFINICIONES

#### Tiempo de cambio :

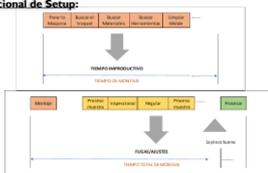
Es el tiempo necesario para la preparación de una máquina o cambio de modelos y cuenta desde que sale la última pieza del modelo A hasta que sale la primera pieza con calidad del modelo B.

#### Cambio rápido:

Reducción del tiempo de cambio de herramienta a menos de 10 minutos, por medio del análisis y la optimización de las actividades internas y externas.

### DEFINICIONES

#### Método Tradicional de Setup:



### DEFINICIONES

#### Resultados de cambio Rápido

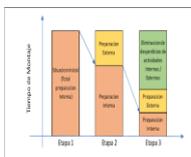
- Cambios mas frecuentes
- Lotes menores
- Menor inventario
- Mejor calidad
- Menos desperdicio
- Mayor flexibilidad
- Entregas en el plazo
- Ventaja competitiva
- Poca utilización de espacio físico
- Poco inventario efectivo
- Disminución de las pérdidas de producto por depreciación
- Producción de diversos modelos en una línea
- Mayor movimiento de capital

### DEFINICIONES

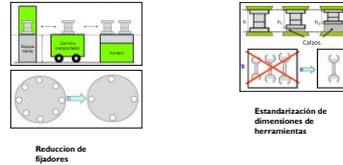
#### Cambios rápidos de herramientas

La aplicación del sistema SMED se reduce a tres etapas:

- Eta 1 Recolectar datos (información) Establecer metas
- Eta 2 Separar actividades internas de externas Convertir actividades internas en externas
- Eta 3 Optimizar las actividades internas Optimizar las actividades externas



### EJEMPLOS



### PASOS DE LA METODOLOGIA DE CAMBIO RAPIDO

1. DOCUMENTAR LOS ELEMENTOS DE CAMBIO ACTUALES
2. ESTABLECIMIENTO DE METAS
3. SEPARAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS
4. CAMBIAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS POR EXTERNAS
5. DINAMIZAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS
6. IMPLEMENTAR EL PLAN
7. VALIDAR PROCEDIMIENTOS / VERIFICAR RESULTADOS

### 1. DOCUMENTAR LOS ELEMENTOS DE CAMBIO ACTUALES

- Observe un cambio y apunte todas las etapas
- Apunte los tiempos de cada etapa
- Apunte el recorrido hecho por el operador
- Determinar los procesos prioritarios
- Establecer los objetivos de mejora

### 1. DOCUMENTAR LOS ELEMENTOS DE CAMBIO ACTUALES

#### Diagrama de Espaguetti

Que distancia recorre el operador?



Distancia recorrida 110mts

### 1. DOCUMENTAR LOS ELEMENTOS DE CAMBIO ACTUALES

#### EJEMPLO

ACTIVIDAD	TIEMPO (min)	TIPO	TIPO DE ACTIVIDAD	ESTADO	TIEMPO (min)	ESTADO ANTES
1. Preparar el producto de producción	4	Interna	Preparación	Interna	4	Interna
2. Cambio de matriz de acero	4	Externa	Cambio	Externa	4	Externa
3. Preparación de la máquina	10	Externa	Preparación	Externa	10	Externa
4. Montar y desmontar la herramienta en el producto	4	Externa	Montaje	Externa	4	Externa
5. Preparar el producto de producción	4	Interna	Preparación	Interna	4	Interna
6. Montar y desmontar la herramienta en el producto	4	Externa	Montaje	Externa	4	Externa
7. Preparar el producto de producción	4	Interna	Preparación	Interna	4	Interna

### 2. ESTABLECIMIENTO DE METAS

- Personas trabajando con objetivos distintos
- Personas trabajando con objetivos comunes y concentradas en la Mejora Continua



### 3. SEPARAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS

- Actividades internas:**  
 Son aquellas actividades que para ser realizadas, requieren que la maquina este parada.  
 Ejemplo: Montaje de una herramienta, ajustes, pruebas, etc.
- Actividades externas:**  
 Son aquellas actividades que pueden ser realizadas, con la maquina en operación.  
 Ejemplo: Preparación de herramienta, localización de piezas, transporte de herramientas

### 3. SEPARAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS Y EXTERNAS

- Hacer un Check List
- Verificar las condiciones de funcionamiento
- Mejorar el sistema de transporte de herramientas u otras piezas

### 4. CAMBIAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS POR EXTERNAS

- Hacer un Check List
- Verificar las condiciones de funcionamiento
- Mejorar el sistema de transporte de herramientas u otras piezas

### 4. CAMBIAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS POR EXTERNAS

- Verificar si existen actividades que puedan ser eliminadas
- Verificar si existen actividades que puedan ser combinadas y/o aproximadas
- Reorganizar secuencia de actividades
- Estandarizar funciones

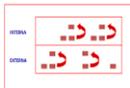
### 5. DINAMIZAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS

- Verificar si existen actividades que puedan ser eliminadas
- Verificar si existen actividades que puedan ser combinadas y/o aproximadas
- Reorganizar secuencia de actividades
- Estandarizar funciones

### 5. DINAMIZAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS

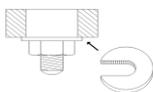
IMPLEMENTACION DE ACTIVIDADES PARALELAS  
 50% DEL TIEMPO DE CAMBIO PUEDE SER REDUCIDO A TRAVES DE LA EJECUCION SIMULTANEA DE ACTIVIDADES UTILIZANDO UN GRUPO DE ENFOQUE

Localizar y registrar actividades que dependan unas de otras y puedan ser realizadas simultaneamente



### 5. DINAMIZAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS

FIJADORES FUNCIONALES (Métodos de una vuelta)



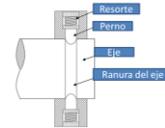
Arandela en U



Tornillo ranurado

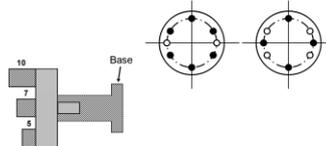
### 5. DINAMIZAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS

FIJADORES FUNCIONALES (Método de un movimiento)



### 5. DINAMIZAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS

SISTEMA DE MINIMO MULTIPLO



### 5. DINAMIZAR LAS ACTIVIDADES INTERNAS

IDENTIFICAR TODOS Y CADA UNO DE LOS DESPERDICIOS

- Lo que tiene que ser controlado dado que los elementos utilizados en el intercambio pueden ser mejor controlados??
- Dónde pueden estar en mejores condiciones?
- Cómo podemos controlar su uso y/o la falta?
- Cuántos hay que mantener en stock?
- Quién es responsable de los artículos?
- Cómo podemos hacer mejor?
- Por qué no estamos haciendo mejor?
- Cómo podemos mejorar el tiempo de...?
- Cómo podemos garantizar un proceso infalible?
- Cuando la dirección visual se puede aplicar?

### 6. IMPLEMENTAR EL PLAN

El plan de acción debe incluir:

- Fecha y hora de la prueba
- ¿Quién debe ser notificado?
- Los datos que deben recogerse
- Revisión de los procedimientos y la capacitación del operador
- Definición de roles y responsabilidades durante la prueba
- Compruebe que todas las guías, herramientas, etc., están a la mano, antes de la prueba
- Llevar a cabo la prueba en la fábrica
- Observar el comportamiento del proceso de nuevo
- Recopilar y registrar datos



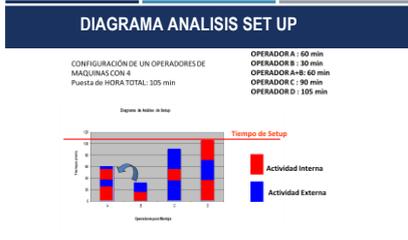
### 6. IMPLEMENTAR EL PLAN

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Estado
1. Localizar y registrar actividades que dependan unas de otras y puedan ser realizadas simultaneamente	15/05/2015	15/05/2015	J. J. J.	Completada
2. Definir el método de una vuelta	15/05/2015	15/05/2015	J. J. J.	Completada
3. Definir el método de una vuelta	15/05/2015	15/05/2015	J. J. J.	Completada
4. Definir el método de una vuelta	15/05/2015	15/05/2015	J. J. J.	Completada
5. Definir el método de una vuelta	15/05/2015	15/05/2015	J. J. J.	Completada
6. Definir el método de una vuelta	15/05/2015	15/05/2015	J. J. J.	Completada
7. Definir el método de una vuelta	15/05/2015	15/05/2015	J. J. J.	Completada

### 7. VALIDAR PROCEDIMIENTOS / IMPLEMENTAR EL PLAN

- Analizar la información recogida
- Validar los procedimientos basados en los resultados
- Registre su nuevo tiempo obtenido
- Prepárese para los procedimientos de actualización con los nuevos resultados e información





**Nota:** Presentación de fundamentos de la metodología SMED, realizado con el equipo de trabajo.

## Anexo 8

*Aprobación abstract departamento de idiomas.*

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING, INDUSTRY AND PRODUCTION

Industrial Engineering

AUTHOR: QUINTEROS RAMIREZ RICARDO

TUTOR: MSc. SUAREZ DEL VILLAR LABASTIDA

### ABSTRACT

OPTIMIZATION OF THE BELT PRODUCTION PROCESS AT THE MOLINARO COMPANY.

This research is carried out in the Molinaro company, located in the province of Pichincha, canton Quito, sector of Calderón; in the last three years, problems have been observed in the delivery of products to the final customer, lack of production times and disorder in the same from the daily demand, which has caused dissatisfaction of several internal and external customers. Therefore, the main objective is to optimize the production process of synthetic belts by means of industrial engineering tools to reduce production times. The methodology used is SMED (Single-Minute Exchange of Dies), which significantly reduces die changeover times, activities and improves efficiency in the production process, together with the 5S tool that is implicit in the previous methodology. The main results obtained in the research by applying the aforementioned methodology are as follows: a reduction in production times from 440 minutes to 284 minutes when the proposal was applied to the production process, favoring an increase in production. The main conclusions of this research work show an optimization of the process under study by achieving a reduction in the times of delivered products, greater satisfaction of both internal and external customers and separating internal and external activities. Together with the team of experts, a pilot proposal was implemented at the plant, which allows us to minimize process times and propose an action plan on unnecessary activities, bottlenecks, among others.

KEYWORDS: process optimization, productivity, SMED methodology, times,

