

**Optimización de los tiempos de cambio de referencia en máquina de producción en la
empresa Productos Familia S.A**

Ricardo Osorio López

Asesor

Harold David Machado González

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela De Ciencias Básicas Tecnología E Ingeniería
Ingeniería Industrial

2026

Resumen

El presente proyecto se creó para optimizar los tiempos de cambio de referencia en una máquina de producción de la empresa Productos Familia S.A., del grupo Essity, mediante la implementación de herramientas de mejora continua. La propuesta se fundamentó en la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) y en el uso del diagrama de Gantt como herramienta de planificación y control. Con estas estrategias se logró reducir los tiempos improductivos, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la seguridad y ergonomía del personal. El proyecto duró cuatro meses y contempló la reorganización de piezas y herramientas, la implementación de un plan estructurado de actividades y la incorporación de una patineta eléctrica para el transporte seguro de piezas pesadas. Se logró una reducción del tiempo de cambio en al menos un 30% respecto al valor anterior, contribuyendo al aumento de la productividad y al bienestar de los trabajadores.

Palabras clave: Optimización, eficiencia, mejora continua, productividad, tiempo de cambio.

Abstract

This project was created to optimize changeover times on a production machine at Productos Familia S.A., part of the Essity group, through the implementation of continuous improvement tools. The proposal was based on the SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology and the use of Gantt charts as a planning and control tool. These strategies resulted in reduced downtime, increased operational efficiency, and improved worker safety and ergonomics. The project lasted four months and included the reorganization of parts and tools, the implementation of a structured activity plan, and the addition of an electric scooter for the safe transport of heavy parts. Changeover time was reduced by at least 30% compared to the previous time, contributing to increased productivity and improved worker well-being.

Keywords: Optimization, efficiency, continuous improvement, productivity, changeover time.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Planteamiento del problema.....	10
Formulación del problema.....	10
Hipótesis	10
Justificación	11
Objetivos.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos	12
Marco Referencial.....	13
Marco Teórico	13
Estado del Arte	15
Marco Conceptual.....	16
<i>Cambio de referencia</i>	16
<i>SMED (Single Minute Exchange of Die)</i>	16
<i>Actividades internas</i>	16
<i>Actividades externas</i>	16
<i>Tiempo improductivo</i>	17
<i>Estandarización</i>	17
<i>Productividad</i>	17
Metodología	18
Revisión bibliográfica.....	18

Diagnóstico del proceso actual	18
Análisis y diseño de mejoras	19
Implementación	19
Evaluación y análisis de resultados	19
Elaboración del informe final	20
Primera Etapa del Proyecto.....	21
Introducción.....	21
Descripción General de la Línea de Producción	21
Flujo del Proceso Productivo.....	21
<i>Identificación de Referencias y Piezas de Cambio</i>	22
Análisis del Proceso de Cambio de Unidades	24
Problemas Identificados	25
Conclusiones de la Primera Etapa	25
Segunda Etapa del Proyecto.....	26
Introducción.....	26
Metodología para la toma y análisis de tiempos.....	26
Clasificación de actividades internas y externas (SMED).....	27
Análisis de tiempos por actividad.....	28
Análisis de las tripulaciones	28
Uso de diagramas de Gantt en la planeación del cambio	28
Beneficios del análisis y planeación del proceso.....	32
Conclusiones de la Etapa 2	32
Tercera Etapa del Proyecto	34

Introducción.....	34
Implementación de la patineta eléctrica con aditamentos	34
Optimización del recurso humano.....	36
Uso de estibas plásticas para el pre alistamiento de unidades.....	36
Reubicación de formadores	37
Comparación de tiempos antes y después de la mejora.....	38
Resultados obtenidos	39
Conclusiones de la Etapa 3.....	39
Cuarta Etapa del Proyecto.....	40
Evaluación de resultados y análisis de mejoras implementadas.....	40
Evaluación de los tiempos de cambio.....	40
Impacto en la seguridad y ergonomía.....	41
Evaluación de la organización y preparación del cambio	41
Evaluación del impacto en la eficiencia operativa	42
Síntesis de resultados.....	42
Conclusiones.....	43
Recomendaciones	45
Referencias Bibliográficas	46

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>tipos de referencias</i>	22
Tabla 2 <i>piezas de cambio</i>	23
Tabla 3 <i>Tiempos de las tres tripulaciones en el proceso de cambio de referencia</i>	27
Tabla 4 <i>Planificación del cambio de referencia: Buenas Noches a Invisible</i>	29
Tabla 5 <i>Planificación del cambio de referencia: Invisible a Plus</i>	29
Tabla 6 <i>Planificación del cambio de referencia: Plus a Multi-estilo</i>	30
Tabla 7 <i>Planificación del cambio de referencia: Multi-estilo a Maternidad</i>	30
Tabla 8 <i>Planificación del cambio de referencia: Maternidad a Diarios</i>	31
Tabla 9 <i>Planificación del cambio de referencia: Diarios a Buenas Noches</i>	31
Tabla 10 <i>Tiempos antes y Después</i>	38

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Patineta manual y formadores en estibas</i>	24
Figura 2 <i>Patineta manual</i>	35
Figura 3 <i>Patineta eléctrica</i>	35
Figura 4 <i>Unidades en estibas plásticas</i>	36
Figura 5 <i>Nueva ubicación de los formadores</i>	37

Introducción

En la empresa Productos Familia S.A., del Grupo Essity, cada minuto que una máquina permanece detenida representa pérdidas de productividad, costos adicionales y retrasos en la programación por lo cual se ha identificado la oportunidad de optimizar los tiempos de cambios en los formatos mediante la implementación de estrategias enfocadas en la mejora continua. Este informe técnico describe el análisis, desarrollo y plan de acción propuesto para reducir los tiempos de cambio y aumentar la eficiencia operativa de la máquina seleccionada integrando herramientas de planificación, rediseño del entorno de trabajo y apoyo tecnológico, con el fin de alcanzar resultados sostenibles y medibles a corto plazo.

En este documento se encontrará reflejado el paso a paso para poder lograr los objetivos propuestos y así cumplir la meta establecida empezando por la identificación de tareas y tiempos, luego la implementación de metodologías y siguiendo por la incorporación de herramientas que ayuden a los operarios a mejorar el sistema y proceso de cambios en la máquina a la vez que se eliminan riesgos y posibles accidentes en el cambio de referencia.

En este informe se detalla el proceso completo de las acciones ejecutadas, desde la identificación de tareas y tiempos, hasta la aplicación de las metodologías y las herramientas, asegurando un enfoque en la eficiencia y en la seguridad del equipo.

Planteamiento del problema

En el área de producción de Productos Familia S.A., se presentan demoras considerables durante los cambios de referencia en una de las máquinas principales. Estas demoras generan tiempos muertos, pérdidas de eficiencia y sobreesfuerzo físico en los operarios encargados.

El análisis preliminar evidencia tres causas principales: la falta de una planificación estandarizada, la ubicación poco ergonómica de las herramientas y la necesidad de transportar piezas pesadas de forma manual. Esta situación afecta la disponibilidad del equipo, incrementa los tiempos improductivos y genera costos indirectos por pérdida de capacidad operativa.

Ante esta problemática, surge la necesidad de aplicar una metodología estructurada que permita reducir los tiempos de cambio, mejorar la organización del área de trabajo y garantizar condiciones seguras para el personal.

Formulación del problema

¿Cómo optimizar los tiempos de cambio de referencia en la máquina de producción de la empresa Productos Familia S.A., mediante la implementación de herramientas de mejora continua que garanticen mayor eficiencia y seguridad en el proceso?

Hipótesis

La aplicación de la metodología SMED, junto con herramientas de planificación como el diagrama de Gantt y la reorganización del entorno de trabajo, permitirá reducir los tiempos de cambio de referencia en un 30% o más, mejorando la eficiencia productiva y la ergonomía del personal operativo.

Justificación

La competitividad industrial actual exige procesos más ágiles, seguros y eficientes. Reducir los tiempos de cambio de referencia en una máquina de producción representa un impacto directo en la productividad, el aprovechamiento de los recursos y la satisfacción laboral del personal.

Este proyecto ofrece una solución técnica viable, basada en la filosofía Lean Manufacturing, enfocada en eliminar desperdicios y mejorar continuamente los procesos. Además, incluye acciones orientadas al bienestar del personal, como la reorganización del área de trabajo y el uso de una patineta eléctrica para el transporte de piezas.

La implementación de estas mejoras permitirá a la empresa mantener una operación más eficiente, fortalecer su cultura de mejora continua y optimizar sus indicadores de desempeño industrial.

Objetivos

Objetivo General

Optimizar los tiempos de cambio de referencia en la máquina seleccionada de la empresa Productos Familia S.A., mediante la implementación de herramientas de planificación y la aplicación de mejoras en el entorno de trabajo que favorezcan el aumento de la eficiencia productiva.

Objetivos Específicos

Diagnosticar los tiempos actuales de cambio de referencia y determinar las principales causas de demora en el proceso.

Diseñar e implementar un diagrama de Gantt que permita planificar, programar y controlar las actividades del proyecto de mejora.

Reorganizar la ubicación de piezas y herramientas con base en criterios de ergonomía, flujo operativo y accesibilidad.

Incorporar una solución de transporte interno como una patineta eléctrica industrial para agilizar el desplazamiento seguro de piezas durante el cambio de referencia.

Evaluar el impacto de las mejoras implementadas en los tiempos de cambio y en la eficiencia global del proceso productivo.

Marco Referencial

Marco Teórico

La optimización de los tiempos de cambio de referencia en procesos industriales constituye un factor determinante para mejorar la productividad y la eficiencia operativa. En empresas manufactureras como Productos Familia S.A., donde se presentan múltiples cambios de referencia en una misma línea de producción, la reducción de tiempos muertos se convierte en una necesidad estratégica para garantizar la continuidad operativa y el cumplimiento de los programas de producción.

Dentro de las metodologías de mejora continua, el Lean Manufacturing se enfoca en la eliminación de desperdicios y en la generación de valor a través de procesos más eficientes. Según Womack y Jones (2021), el pensamiento Lean busca identificar y eliminar actividades que no agregan valor, optimizando tiempos, movimientos y recursos. Esta filosofía permite a las organizaciones mejorar su competitividad y adaptarse con mayor flexibilidad a las exigencias del mercado.

Una de las herramientas más relevantes dentro del enfoque Lean es el SMED (Single Minute Exchange of Die), desarrollado por Shigeo Shingo, cuyo objetivo principal es reducir los tiempos de cambio de herramienta o referencia mediante la identificación, separación y conversión de actividades internas y externas. García y Rivera (2020) señalan que la correcta aplicación del SMED permite disminuir significativamente los tiempos improductivos y aumentar la disponibilidad de los equipos.

De acuerdo con Dávalos Román et al. (2023), en una revisión sistemática de literatura realizada entre 2012 y 2022, el SMED ha demostrado ser una de las herramientas más efectivas para mejorar la productividad en distintos sectores industriales, evidenciando reducciones

considerables en los tiempos de preparación cuando su implementación se realiza de manera estructurada y estandarizada.

Por otra parte, la evolución del Lean Manufacturing en entornos industriales más tecnológicos demuestra su vigencia en la actualidad. Moraes et al. (2023) indican que la integración del enfoque Lean con nuevas dinámicas productivas fortalece la competitividad organizacional y facilita la optimización continua de los procesos.

Desde la perspectiva ergonómica, la mejora de los procesos no debe enfocarse únicamente en el tiempo, sino también en la seguridad y el bienestar del personal operativo. Pérez y Rodríguez (2021) destacan que las intervenciones ergonómicas en entornos industriales contribuyen a reducir riesgos físicos y mejorar el desempeño laboral. En la misma línea, Torres y Pérez (2022) afirman que la adecuación de herramientas y la optimización de desplazamientos disminuyen esfuerzos innecesarios y aumentan la eficiencia en tareas repetitivas.

Asimismo, la planificación estructurada del proyecto es fundamental para garantizar resultados sostenibles. Ramírez y Castaño (2021) resaltan que herramientas de gestión visual como el diagrama de Gantt permiten organizar actividades, establecer tiempos y realizar seguimiento al cumplimiento de los objetivos planteados. Complementariamente, Zapata y Martínez (2024) sostienen que la aplicación organizada de metodologías de mejora continua fortalece la cultura organizacional y facilita la implementación efectiva de cambios en plantas manufactureras.

En el contexto específico de la línea de producción analizada, la aplicación de estas metodologías no se plantea únicamente desde un enfoque teórico, sino como una necesidad operativa identificada a partir de la experiencia directa en el proceso. Las oportunidades de mejora detectadas durante los cambios de referencia evidencian la pertinencia de estructurar las

actividades bajo un enfoque SMED, complementado con mejoras ergonómicas y una planificación organizada, orientada tanto a la productividad como a la seguridad del personal.

Estado del Arte

En los últimos años, diferentes investigaciones han evidenciado la efectividad del método SMED en la reducción de tiempos de cambio en procesos industriales. Estudios aplicados en entornos manufactureros reportan mejoras significativas en productividad y reducción de tiempos muertos tras la correcta identificación de actividades internas y externas (García & Rivera, 2020).

A nivel internacional, la revisión sistemática desarrollada por Dávalos Román et al. (2023) confirma que el SMED continúa siendo una herramienta vigente y ampliamente utilizada en distintos sectores productivos, logrando reducciones importantes en tiempos de preparación y aumentando la eficiencia operativa.

En el contexto colombiano, investigaciones académicas recientes también respaldan la aplicación de esta metodología. Betancur Sanmartín (2024) evidenció reducciones significativas en tiempos de cambio mediante la implementación del SMED en una máquina de empaque industrial. De manera similar, Arias Sánchez y Bonilla Caicedo (2023) demostraron mejoras en la eficiencia de procesos de inyección tras aplicar esta metodología en una planta manufacturera nacional.

Adicionalmente, estudios relacionados con la implementación de Lean Manufacturing en empresas industriales, como el desarrollado por Gómez y Herrera (2023), resaltan que la estandarización de procesos y la reorganización de áreas productivas permiten optimizar tiempos y recursos, fortaleciendo la competitividad empresarial.

Estos antecedentes demuestran que la aplicación de metodologías de mejora continua en contextos industriales similares ha generado resultados positivos, lo cual respalda la pertinencia y viabilidad del presente proyecto en la línea de producción objeto de estudio.

Marco Conceptual

Para el desarrollo del presente proyecto, se definen los siguientes conceptos fundamentales:

Cambio de referencia

Proceso mediante el cual una línea de producción pasa de fabricar un producto a otro, implicando ajustes mecánicos, cambio de formadores y adecuación de parámetros operativos.

SMED (Single Minute Exchange of Die)

Metodología orientada a la reducción de tiempos de cambio mediante la separación de actividades internas y externas y la estandarización de procedimientos.

Actividades internas

Tareas que solo pueden ejecutarse cuando la máquina se encuentra detenida.

Actividades externas

Actividades que pueden realizarse mientras la máquina continúa operando.

Tiempo improductivo

Periodo en el cual la línea no genera producción debido a ajustes, desmontajes o cambios de referencia

Estandarización

Proceso de documentar y establecer el método óptimo para ejecutar una actividad de manera uniforme y eficiente

Productividad

Relación entre la cantidad de productos obtenidos y los recursos utilizados en el proceso productivo

Metodología

El proyecto se desarrolló aplicando la metodología SMED dentro del enfoque Lean Manufacturing, complementada con mejoras ergonómicas y una planificación organizada. El trabajo se ejecutó durante cuatro meses en la línea de producción objeto de estudio, siguiendo las fases que se describen a continuación.

Revisión bibliográfica

Antes de iniciar el trabajo en planta, se realizó una revisión de artículos científicos, trabajos de grado y libros relacionados con SMED, Lean Manufacturing y ergonomía industrial.

Esta búsqueda permitió entender cómo otras empresas han reducido tiempos de cambio y qué pasos recomiendan los autores para aplicar correctamente la metodología. Con esta información se estructuró el marco teórico y se definió el plan de trabajo.

Diagnóstico del proceso actual

Se realizó observación directa de varios cambios de referencia en la máquina, tomando tiempos reales con cronómetro y registrando cada actividad ejecutada por los operarios.

Durante esta etapa se:

- Identificaron actividades internas y externas según SMED.
- Se calcularon los tiempos promedio actuales.
- Se detectaron desplazamientos innecesarios.
- Se evaluaron riesgos ergonómicos por manipulación de piezas pesadas.

Esta fase permitió tener un punto de partida claro para medir la mejora posterior.

Análisis y diseño de mejoras

Con los datos obtenidos se realizó el análisis del proceso aplicando los principios del SMED

- Separación de actividades internas y externas.
- Conversión de actividades internas a externas cuando fue posible.
- Eliminación de movimientos innecesarios.
- Reorganización de herramientas cerca del punto de uso.
- Propuesta de uso de patineta eléctrica para transporte seguro de piezas.

También se elaboró un diagrama de Gantt para organizar las actividades y hacer seguimiento al avance del proyecto.

Implementación

Se ejecutaron las mejoras propuestas:

- Reubicación de herramientas y piezas.
- Señalización y estandarización del procedimiento.
- Implementación del apoyo ergonómico con patineta eléctrica.
- Socialización del nuevo método con el personal operativo.

Se aplicó el nuevo procedimiento de cambio rápido siguiendo la secuencia estandarizada.

Evaluación y análisis de resultados

Después de implementar las mejoras, se realizaron nuevamente mediciones de tiempo bajo las mismas condiciones iniciales.

Se compararon los tiempos antes y después de la intervención, calculando el porcentaje de reducción obtenido. También se evaluó el impacto en productividad y en la disminución del esfuerzo físico del operario.

Los resultados fueron organizados y analizados para determinar la efectividad del método aplicado.

Elaboración del informe final

Finalmente, se consolidó toda la información obtenida, integrando los resultados con el marco teórico y el análisis técnico. Se redactó el informe final, el cual fue revisado y ajustado conforme a las recomendaciones del tutor académico.

Primera Etapa del Proyecto

Diagnóstico y levantamiento de Información.

Introducción

La línea de producción 1 de la compañía Productos Familia Rionegro S.A.S es la máquina con mayor frecuencia de cambios de referencia debido a su alta velocidad operativa, alcanzando hasta 1800 productos por minuto. Esta condición, sumada al modelo de producción lote a lote, genera constantes ajustes en los módulos, piezas y parámetros, lo que incrementa los tiempos de paro, afecta la eficiencia y aumenta la probabilidad de producto no conforme. Por ello, esta primera etapa del proyecto se orienta a identificar, clasificar y documentar los tipos de referencia y las piezas de cambio involucradas en cada uno de estos procesos.

Descripción General de la Línea de Producción

La línea de producción 1 es una máquina marca Famecánica adquirida en el año 2021. Su diseño permite fabricar una amplia variedad de productos, desde protectores cortos hasta toallas grandes, incluyendo formatos como maternidad. La máquina está compuesta por módulos como formadores, unidades rotativas dobladoras y una empacadora. Su capacidad operativa y flexibilidad la convierten en una línea crítica dentro de la planta.







Flujo del Proceso Productivo

El proceso inicia con el ingreso de celulosa mezclada con súper absorbente, formando el núcleo del producto. Este núcleo queda encapsulado entre la barrera y la cubierta, ambas adheridas mediante diferentes tipos de adhesivos. Posteriormente, las unidades dobladoras realizan el plegado correspondiente y la empacadora se encarga de sellar los productos de manera individual. Dependiendo del formato, los productos finales se agrupan en presentaciones específicas para su distribución.

Identificación de Referencias y Piezas de Cambio

Para determinar los tipos de referencia producidos en la máquina, se analizaron los reportes diarios de producción, los cuales detallan las cantidades solicitadas por el área comercial bajo el esquema de producción por lotes. Con base en esta información se elaboró una tabla que resume las referencias trabajadas en la máquina (Tabla 1).

Tabla 1
tipos de referencias

Tipos de Referencia	Imagen Ilustrativa
Buena Noche	
Invisible	
Plus	
Multi-Estilo	
Maternidad	
Diarios	

Nota. En la tabla 1 se pueden ver todos los tipos de productos que se pueden fabricar en la máquina.

Posteriormente, se realizó un inventario de piezas de cambio asociadas a cada referencia. Se identificó que varias referencias comparten piezas debido a coincidencias en dimensiones o características del producto. Esta información se consolida en la Tabla 2.

Tabla 2
piezas de cambio.

Parte	Referencia					
	Buena noche	Invisible	Plus	Multiestilo	Maternidad	Diarios
Pieza de cambio						
Formador 1		×	×			
Formador 2	×				×	
Formador 3				×		×
Marcador 1	×					
Marcador 2		×	×		×	
Marcador 3				×		×
Laminador 1	×				×	
Laminador 2		×	×	×		×
Troquel 1	×				×	
Troquel 2			×	×		
Troquel 3		×				×
Doblador 1	×			×	×	
Doblador 2		×	×			×
Doblador 3						
Empacadora 1	×			×		
Empacadora 2		×	×			×
Empacadora 3					×	

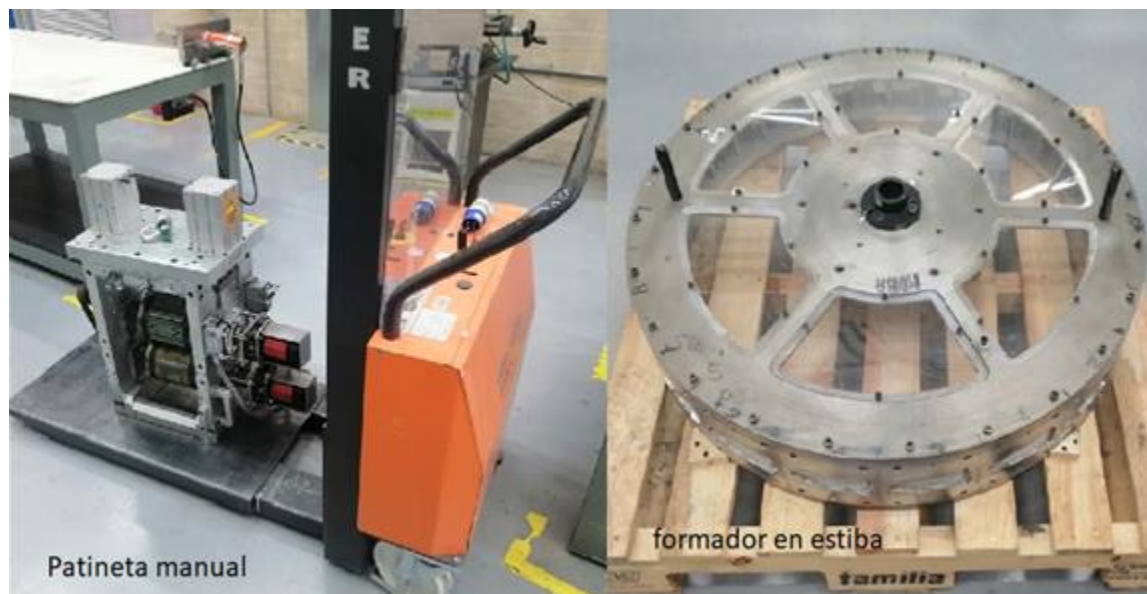
Nota. En la tabla 2 se ven las piezas de cambio que se comparten en cada referencia con el fin de ahorrar pasos en un cambio.

Análisis del Proceso de Cambio de Unidades

Cada unidad rotativa de la máquina tiene un peso aproximado de 350 kg. El proceso de desmontaje, traslado e instalación se realiza actualmente con una patineta manual. Dado que las unidades se encuentran a un metro de altura, este procedimiento implica un alto riesgo operativo: existe posibilidad de caída de la unidad y riesgo ergonómico para el operario, especialmente por sobreesfuerzos que pueden derivar en lesiones como lumbalgias. Además, se identificaron tiempos prolongados asociados al desplazamiento de piezas, ya que estas se encuentran ubicadas lejos del punto de uso, generando recorridos innecesarios durante los cambios de referencia.

Figura 1

Patineta manual y formadores en estibas



Nota. En esta imagen se evidencia como se transportaban inicialmente las unidades y como se almacenaban los formadores.

Problemas Identificados

Durante la revisión inicial del proceso se identificaron las siguientes problemáticas principales:

Ausencia de diagramas tipo Gantt que permitan estandarizar los pasos del cambio de referencia, lo cual genera omisiones y variaciones entre operarios.

Falta de separación entre tareas internas y externas, dificultando la optimización del tiempo total de cambio.

Extensos tiempos de desplazamiento debido a la ubicación desorganizada de piezas de cambio.

Alto nivel de riesgo ergonómico y operativo derivado del uso de patineta manual y del manejo de unidades de 350 kg.

Pérdida de eficiencia por frecuentes paros; por cada minuto detenido, la máquina deja de producir aproximadamente 1800 unidades.

Conclusiones de la Primera Etapa

En esta etapa se consolidó un conocimiento profundo de las referencias y sus piezas asociadas en la línea de producción. Esta clasificación detallada permitirá optimizar las etapas futuras de cambio, al aprovechar las piezas compartidas y evitar reemplazos innecesarios. Asimismo, el análisis de los problemas del proceso ha sido un insumo clave para el diseño de mejoras que no solo buscan reducir tiempos, sino también reforzar la seguridad del equipo y la eficiencia operativa, como se evidenció en la propuesta de reorganización de las piezas y la incorporación de la patineta eléctrica. De esta manera, el proyecto sienta las bases para un cambio sostenible, donde la mejora continua se integra con la cultura organizacional.

Segunda Etapa del Proyecto

Análisis del proceso y planeación del cambio de referencia

Introducción

Luego de la etapa de diagnóstico y levantamiento de información, se procede a desarrollar la Etapa 2 del proyecto, enfocada en el análisis detallado del proceso de cambio de referencia mediante la aplicación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die). En esta fase se analizan los tiempos reales de ejecución de cada actividad, la secuencia de tareas, la participación de las tripulaciones y la planificación del cambio, con el objetivo de identificar oportunidades de mejora antes de implementar modificaciones físicas al proceso.

Metodología para la toma y análisis de tiempos

Para el desarrollo de esta etapa se realizó la medición de los tiempos correspondientes a cada actividad involucrada en el cambio de referencia. La toma de tiempos se efectuó en las tres tripulaciones que operan la Línea de Producción 1, con el fin de obtener una visión representativa del desempeño del proceso y de la variabilidad existente entre equipos de trabajo.

Las actividades fueron registradas de manera secuencial, identificando el responsable de cada tarea y el tiempo requerido para su ejecución. Posteriormente, esta información fue organizada en tablas comparativas que permitieron analizar el comportamiento del proceso y establecer una base para la planeación del cambio.

Tabla 3*Tiempos de las tres tripulaciones en el proceso de cambio de referencia*

Responsable	Actividad	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Promedio (min)
Operario líder	Apagado de los servicios en general	2	3	2,5	2,8
Operario líder	Bloqueo del panel principal con candado y tarjeta	1	1,5	1,5	1,3
Operario líder	Centerline, Gap, Vacíos, Temperaturas, Consumos	48	55	53	52
Operario soporte	Retiro de materiales sobrantes	22	19	25	22
Operario soporte	Ubicación de soportes para materiales de nueva referencia	10	11	10	10,3
Operario soporte	Posicionamiento de topes en el centro de máquina	5	6	5,5	5,5
Mecánico	Desacople de unidades de cambio	17	16	20	17,7
Mecánico	Retiro de unidades con ayuda de patineta	48	52	55	51,7
Mecánico	Instalación de nuevas unidades en la máquina	49	49	52	50
Mecánico	Calibración de cuchillas y verificación de corte limpio	15	13	17	15
Mecánico	Verificación de acoplamientos y tensiones de correas	2	3	1,5	2,2
Electrónico	Carga de programas de recetas en máquina y cámaras	7	10	8	8,3
Electrónico	Limpieza de impresoras con kit especializado	10	9	11	10,0
Electrónico	Carga de información a impresoras y ajustes	5	4	7	5,3
Electrónico	Reconexión de sensores de unidades de cambio	12	10	13	11,7

Nota. En esta tabla puede ver los tiempos de las tres tripulaciones por actividad y el promedio de duración de cada una.

Clasificación de actividades internas y externas (SMED)

Con base en los principios de la metodología SMED, las actividades identificadas durante el cambio de referencia fueron clasificadas en dos grupos: actividades internas y actividades externas. Las actividades internas corresponden a aquellas que requieren que la máquina se encuentre detenida, mientras que las actividades externas son aquellas que pueden ejecutarse con la máquina en funcionamiento o antes de la parada.

Esta clasificación permitió identificar oportunidades para reorganizar el orden de ejecución de las tareas, trasladando la mayor cantidad posible de actividades internas a externas, lo que contribuye a la reducción del tiempo total de paro de la máquina.

Análisis de tiempos por actividad

El análisis de los tiempos registrados evidenció que una parte significativa del tiempo total de cambio se concentra en actividades que no agregan valor directo al proceso productivo, tales como desplazamientos prolongados, búsqueda de piezas y ejecución desordenada de tareas.

Asimismo, se identificaron diferencias en los tiempos de ejecución entre las tripulaciones, lo cual pone de manifiesto la necesidad de estandarizar el proceso mediante procedimientos definidos y herramientas de planeación que reduzcan la variabilidad operativa.

Análisis de las tripulaciones

El estudio comparativo de las tres tripulaciones permitió identificar buenas prácticas que pueden ser replicadas, así como oportunidades de mejora comunes. Se observó que cuando las tareas están claramente asignadas y se ejecutan de manera paralela, el tiempo total del cambio se reduce de forma significativa.

Este análisis refuerza la importancia de la definición de roles y responsabilidades como parte fundamental de la planeación del cambio de referencia.

Uso de diagramas de Gantt en la planeación del cambio

Como herramienta de apoyo para la planeación y control del cambio de referencia, se elaboraron diagramas de Gantt para cada uno de los cambios analizados. Estos diagramas permiten visualizar la secuencia de actividades, los responsables y los tiempos asignados a cada tarea, facilitando la ejecución ordenada del proceso.

El uso de diagramas de Gantt contribuye a evitar la repetición de actividades, la omisión de pasos críticos y la interferencia entre tareas, aspectos que impactan negativamente el tiempo de arranque de la máquina. Como se puede evidenciar en las siguientes tablas (4,5,6,7,8,9).

Tabla 4*Planificación del cambio de referencia: Buenas Noches a Invisible*

Actividad	Responsable	Inicio	Fin	Total (min)
Apagado de los servicios y verificación de energías residuales	Operario líder	0	3	3
Bloqueo del panel principal con candado y tarjeta	Operario líder	3	5	2
Centerline, Gap, Vacíos, Temperaturas, Consumos	Operario líder	5	57	52
Retiro de materiales sobrantes y marcación para devolución	Operario soporte	0	22	22
Ubicación de soportes para nueva referencia	Operario soporte	22	32	10
Posicionamiento de topes en el centro de máquina	Operario soporte	32	38	6
Desacople de unidades de cambio	Mecánico	5	23	18
Retiro de unidades con ayuda de patineta	Mecánico	23	75	52
Instalación de nuevas unidades	Mecánico	75	125	50
Calibración de cuchillas y verificación de corte	Mecánico	125	140	15
Verificación de acoplamientos y tensiones	Mecánico	140	142	2
Carga de programas en máquina y cámaras	Electrónico	60	70	10
Limpieza de impresoras	Electrónico	70	80	10
Carga de información a impresoras	Electrónico	80	85	5
Reconexión de sensores	Electrónico	85	97	12

Nota. Este diagrama representa el cambio de la referencia Buenas Noches a Invisible.

Tabla 5*Planificación del cambio de referencia: Invisible a Plus*

Actividad	Responsable	Inicio	Fin	Total (min)
Apagado de los servicios y verificación de energías residuales	Operario líder	0	3	3
Bloqueo del panel principal con candado y tarjeta	Operario líder	3	5	2
Centerline, Gap, Vacíos, Temperaturas, Consumos	Operario líder	5	57	52
Retiro de materiales sobrantes y marcación para devolución	Operario soporte	0	22	22
Ubicación de soportes para nueva referencia	Operario soporte	22	32	10
Posicionamiento de topes en el centro de máquina	Operario soporte	32	38	6
Desacople de unidades de cambio	Mecánico	5	23	18
Retiro de unidades con ayuda de patineta	Mecánico	23	75	52
Instalación de nuevas unidades	Mecánico	75	125	50
Calibración de cuchillas y verificación de corte	Mecánico	125	140	15
Verificación de acoplamientos y tensiones	Mecánico	140	142	2
Carga de programas en máquina y cámaras	Electrónico	60	70	10
Limpieza de impresoras	Electrónico	70	80	10
Carga de información a impresoras	Electrónico	80	85	5
Reconexión de sensores	Electrónico	85	97	12

Nota. Este diagrama representa el cambio de la referencia Invisible a Plus.

Tabla 6*Planificación del cambio de referencia: Plus a Multi-estilo*

Actividad	Responsable	Inicio	Fin	Total (min)
Apagado de los servicios y verificación de energías residuales	Operario líder	0	3	3
Bloqueo del panel principal con candado y tarjeta	Operario líder	3	5	2
Centerline, Gap, Vacíos, Temperaturas, Consumos	Operario líder	5	57	52
Retiro de materiales sobrantes y marcación para devolución	Operario soporte	0	22	22
Ubicación de soportes para nueva referencia	Operario soporte	22	32	10
Posicionamiento de topes en el centro de máquina	Operario soporte	32	38	6
Desacople de unidades de cambio	Mecánico	5	23	18
Retiro de unidades con ayuda de patineta	Mecánico	23	75	52
Instalación de nuevas unidades	Mecánico	75	125	50
Calibración de cuchillas y verificación de corte	Mecánico	125	140	15
Verificación de acoplamientos y tensiones	Mecánico	140	142	2
Carga de programas en máquina y cámaras	Electrónico	60	70	10
Limpieza de impresoras	Electrónico	70	80	10
Carga de información a impresoras	Electrónico	80	85	5
Reconexión de sensores	Electrónico	85	97	12

Nota. Este diagrama representa el cambio de la referencia Plus a Multi-estilo.

Tabla 7*Planificación del cambio de referencia: Multi-estilo a Maternidad*

Actividad	Responsable	Inicio	Fin	Total (min)
Apagado de los servicios y verificación de energías residuales	Operario líder	0	3	3
Bloqueo del panel principal con candado y tarjeta	Operario líder	3	5	2
Centerline, Gap, Vacíos, Temperaturas, Consumos	Operario líder	5	57	52
Retiro de materiales sobrantes y marcación para devolución	Operario soporte	0	22	22
Ubicación de soportes para nueva referencia	Operario soporte	22	32	10
Posicionamiento de topes en el centro de máquina	Operario soporte	32	38	6
Desacople de unidades de cambio	Mecánico	5	23	18
Retiro de unidades con ayuda de patineta	Mecánico	23	75	52
Instalación de nuevas unidades	Mecánico	75	125	50
Calibración de cuchillas y verificación de corte	Mecánico	125	140	15
Verificación de acoplamientos y tensiones	Mecánico	140	142	2
Carga de programas en máquina y cámaras	Electrónico	60	70	10
Limpieza de impresoras	Electrónico	70	80	10
Carga de información a impresoras	Electrónico	80	85	5
Reconexión de sensores	Electrónico	85	97	12

Nota. Este diagrama representa el cambio de la referencia Multi-estilo a Maternidad.

Tabla 8*Planificación del cambio de referencia: Maternidad a Diarios*

Actividad	Responsable	Inicio	Fin	Total (min)
Apagado de los servicios y verificación de energías residuales	Operario líder	0	3	3
Bloqueo del panel principal con candado y tarjeta	Operario líder	3	5	2
Centerline, Gap, Vacíos, Temperaturas, Consumos	Operario líder	5	57	52
Retiro de materiales sobrantes y marcación para devolución	Operario soporte	0	22	22
Ubicación de soportes para nueva referencia	Operario soporte	22	32	10
Posicionamiento de topes en el centro de máquina	Operario soporte	32	38	6
Desacople de unidades de cambio	Mecánico	5	23	18
Retiro de unidades con ayuda de patineta	Mecánico	23	75	52
Instalación de nuevas unidades	Mecánico	75	125	50
Calibración de cuchillas y verificación de corte	Mecánico	125	140	15
Verificación de acoplamientos y tensiones	Mecánico	140	142	2
Carga de programas en máquina y cámaras	Electrónico	60	70	10
Limpieza de impresoras	Electrónico	70	80	10
Carga de información a impresoras	Electrónico	80	85	5
Reconexión de sensores	Electrónico	85	97	12

Nota. Este diagrama representa el cambio de la referencia Maternidad a Diarios.

Tabla 9*Planificación del cambio de referencia: Diarios a Buenas Noches*

Actividad	Responsable	Inicio	Fin	Total (min)
Apagado de los servicios y verificación de energías residuales	Operario líder	0	3	3
Bloqueo del panel principal con candado y tarjeta	Operario líder	3	5	2
Centerline, Gap, Vacíos, Temperaturas, Consumos	Operario líder	5	57	52
Retiro de materiales sobrantes y marcación para devolución	Operario soporte	0	22	22
Ubicación de soportes para nueva referencia	Operario soporte	22	32	10
Posicionamiento de topes en el centro de máquina	Operario soporte	32	38	6
Desacople de unidades de cambio	Mecánico	5	23	18
Retiro de unidades con ayuda de patineta	Mecánico	23	75	52
Instalación de nuevas unidades	Mecánico	75	125	50
Calibración de cuchillas y verificación de corte	Mecánico	125	140	15
Verificación de acoplamientos y tensiones	Mecánico	140	142	2
Carga de programas en máquina y cámaras	Electrónico	60	70	10
Limpieza de impresoras	Electrónico	70	80	10
Carga de información a impresoras	Electrónico	80	85	5
Reconexión de sensores	Electrónico	85	97	12

Nota. Este diagrama representa el cambio de la referencia Diarios a Buenas Noches.

Beneficios del análisis y planeación del proceso

El análisis realizado en esta etapa permitió establecer una base sólida para la mejora del proceso de cambio de referencia. Entre los principales beneficios se destacan la identificación de actividades críticas, la optimización del orden de ejecución de tareas, la reducción de tiempos improductivos y la mejora en la coordinación del equipo de trabajo.

Conclusiones de la Etapa 2

El desarrollo de la Etapa 2 permitió comprender en detalle el comportamiento del proceso de cambio de referencia en la Línea de Producción 1, evidenciando la necesidad de una planeación estructurada y estandarizada.

A partir del análisis de tiempos y de la elaboración de los diagramas de Gantt presentados en las Tablas 4, 5, 6, 7, 8 y 9, se logró identificar la secuencia real de ejecución de las actividades, los tiempos asignados a cada tarea y la interacción entre los operarios durante el proceso de cambio. Estas herramientas permitieron evidenciar la existencia de tiempos muertos, actividades ejecutadas de manera secuencial que podrían realizarse en paralelo, y oportunidades de mejora en la asignación de responsabilidades.

Asimismo, los diagramas de Gantt facilitaron la visualización de interferencias entre tareas y la falta de sincronización en algunas actividades, lo que impacta directamente en el tiempo total de parada de la máquina. Este análisis permitió establecer una base clara para la reorganización del proceso bajo los principios de la metodología SMED.

En este sentido, se concluye que la aplicación conjunta del análisis de tiempos y la planificación mediante diagramas de Gantt constituye una herramienta efectiva para la identificación de oportunidades de optimización, permitiendo estructurar el proceso de cambio

de referencia de manera más eficiente, organizada y controlada, sentando las bases para la implementación de mejoras en la siguiente etapa del proyecto.

Tercera Etapa del Proyecto

Implementación de las mejoras en el proceso de cambio de referencia.

Introducción

La Etapa 3 del proyecto corresponde a la implementación de las mejoras definidas a partir del diagnóstico inicial y del análisis desarrollado en la Etapa 2. En esta fase se ejecutaron cambios físicos y organizacionales orientados a reducir los tiempos de cambio de referencia, mejorar las condiciones de seguridad y ergonomía del personal, y optimizar el uso de los recursos humanos durante el proceso.

Implementación de la patineta eléctrica con aditamentos

Antes de la mejora, el traslado de las unidades se realizaba mediante una patineta manual que requería ser empujada por dos operarios. La plataforma únicamente permitía movimientos verticales, lo que obligaba a arrastrar manualmente las unidades, las cuales tienen un peso aproximado de 350 kg y se encuentran a una altura cercana a 1,2 metros. Esta condición generaba un alto riesgo de caída de las unidades y sobreesfuerzos físicos, con posibilidad de lesiones lumbares para el personal.

Como mejora, se implementó el uso de una patineta eléctrica que ya existía en la planta para el traslado de pulpa, a la cual se le incorporaron aditamentos especiales para fijar de manera segura las unidades. Esta patineta cuenta con tracción hacia adelante y hacia atrás, eliminando la necesidad de empujar manualmente el equipo. Durante el proceso, la unidad permanece asegurada en todo momento, permitiendo su elevación, descenso y posicionamiento en la máquina sin riesgo de caída y sin esfuerzo físico por parte del operario. Como se logra evidenciar en las siguientes Figuras (2 y 3).

Figura 2
Patineta manual



Nota. En esta imagen se logra ver como era el transporte de las unidades anteriormente en la cual era necesario empujarla la patineta entre 2 personas.

Figura 3
Patineta eléctrica



Nota. En esta imagen se evidencia el cambio por patineta eléctrica mejorando la seguridad.

Optimización del recurso humano

Con la implementación de la patineta eléctrica, el proceso de traslado y posicionamiento de las unidades puede ser realizado por un solo operario de forma segura. Esto permitió liberar al segundo operario, quien puede ejecutar de manera paralela otras actividades del cambio de referencia, mejorando la simultaneidad de tareas y reduciendo el tiempo total del proceso.

Uso de estibas plásticas para el pre alistamiento de unidades

Como complemento a la mejora anterior, se implementaron estibas plásticas diseñadas para soportar hasta tres unidades. Estas estibas permiten realizar el traslado anticipado de las unidades desde el taller hasta las cercanías de la máquina, aproximadamente 30 minutos antes del inicio del cambio de referencia, convirtiendo esta actividad en una tarea externa.

De esta manera, se reduce significativamente el recorrido durante el cambio, se mejora la organización del área y se garantiza la disponibilidad inmediata de las unidades requeridas para el montaje. Como se puede evidenciar en la siguiente imagen.

Figura 4

Unidades en estibas plásticas



Nota. En esta imagen se evidencia que se logra almacenar de a 3 unidades.

Reubicación de formadores

Otra mejora implementada fue la reubicación de los formadores utilizados durante los cambios de referencia. Anteriormente, estos se encontraban almacenados lejos del punto de uso, lo que generaba desplazamientos innecesarios y aumentaba el tiempo del cambio.

Con la mejora, los formadores fueron ubicados en un espacio asignado al lado de la máquina, facilitando su acceso y permitiendo una ejecución más rápida y ordenada del cambio.

Como se evidencia en la siguiente imagen

Figura 5

Nueva ubicación de los formadores



Nota. Se logra ver la nueva ubicación de los formadores al lado de la máquina para reducir el tiempo de transporte.

Comparación de tiempos antes y después de la mejora

La implementación de las mejoras permitió una reducción significativa de los tiempos asociados al cambio de unidades. Antes de la mejora, el traslado de una unidad desde el taller tomaba aproximadamente 5 minutos, el desmontaje requería cerca de 9 minutos con la participación de dos operarios y el montaje alrededor de 10 minutos adicionales.

Posterior a la implementación de la patineta eléctrica y la reorganización del proceso, el tiempo promedio estimado para soltar, trasladar y posicionar una unidad se redujo a aproximadamente 2 minutos por unidad, siendo ejecutado por un solo operario. Estos tiempos posteriores se estimaron con base en la observación directa del nuevo método de trabajo, dado que el proceso anterior dejó de utilizarse.

Tabla 10
Tiempos antes y Después

Patineta Manual		Patineta Eléctrica	
Traslado del taller a la máquina	5 min	Traslado del lado de máquina	1 min
Desmonte unidad / 2 Hombres	9 min	Desmonte unidad / 1 Hombre	2 min
Montaje unidad / 2 Hombres	10 min	Montaje unidad/ 1 Hombre	2 min

Nota. En esta tabla se puede evidenciar el tiempo significativo que se reduce al utilizar la patineta Eléctrica y una persona.

Resultados obtenidos

Las mejoras implementadas permitieron reducir de manera significativa los tiempos de cambio de referencia, optimizar el uso del recurso humano y eliminar los principales riesgos ergonómicos asociados al proceso. Asimismo, se logró una mejor organización del área de trabajo y una ejecución más controlada y estandarizada del cambio.

Conclusiones de la Etapa 3

La implementación de la patineta eléctrica con aditamentos, la incorporación de estibas plásticas para el pre alistamiento de unidades y la reubicación de los formadores demostraron ser mejoras efectivas para optimizar el proceso de cambio de referencia en la Línea de Producción 1.

Estas acciones permitieron reducir los tiempos improductivos, mejorar las condiciones de seguridad y ergonomía del personal y aumentar la eficiencia operativa de la línea. Los resultados obtenidos confirman la viabilidad de las mejoras implementadas y evidencian el impacto positivo del proyecto en el desempeño del proceso productivo.

Cuarta Etapa del Proyecto

Evaluación de resultados y análisis de mejoras implementadas

Una vez implementadas las acciones de mejora propuestas en las etapas anteriores, se llevó a cabo la evaluación de los resultados obtenidos con el fin de verificar el impacto del proyecto sobre los tiempos de cambio de referencia, la seguridad del personal y la eficiencia operativa de la línea de producción 1.

La evaluación se realizó mediante la comparación de los tiempos de cambio antes y después de la implementación de las mejoras, así como a través de la observación directa del proceso, el seguimiento a los nuevos métodos de trabajo y la retroalimentación del personal operativo involucrado en los cambios de referencia.

Evaluación de los tiempos de cambio

Los resultados obtenidos evidencian una reducción significativa en los tiempos asociados al cambio de referencia, especialmente en las actividades relacionadas con el desmontaje, traslado e instalación de las unidades rotativas. Antes de la mejora, el traslado de cada unidad desde el taller hasta la máquina se realizaba de forma manual mediante una patineta convencional, requiriendo la participación de dos operarios y un tiempo aproximado de cinco (5) minutos por unidad, además de los tiempos adicionales asociados al esfuerzo físico y a la manipulación manual de cargas.

Con la implementación de la patineta eléctrica equipada con aditamentos para la fijación segura de las unidades, el proceso fue optimizado, permitiendo que un solo operario realizara el traslado de manera controlada y segura, reduciendo el tiempo estimado de manipulación a aproximadamente dos (2) minutos por unidad. Esta mejora impactó directamente la duración

total del cambio de referencia, contribuyendo al cumplimiento del objetivo de reducción mínima del 30% del tiempo de cambio establecido en el proyecto.

Impacto en la seguridad y ergonomía

Uno de los resultados más relevantes del proyecto fue la reducción de los riesgos ergonómicos y de seguridad asociados a la manipulación de unidades de gran peso, las cuales tienen un peso aproximado de 350 kg y se instalan a una altura cercana a 1,2 metros. En el método anterior, las unidades permanecían parcialmente suspendidas durante el proceso de montaje, lo que incrementaba el riesgo de caída de la carga y de lesiones musculoesqueléticas por sobreesfuerzo.

La implementación de la patineta eléctrica con sistemas de fijación eliminó por completo la necesidad de empujar o jalar manualmente las unidades, garantizando que estas permanecieran aseguradas durante todo el proceso de traslado e instalación. Como resultado, se mitigaron los riesgos de lumbalgias, atrapamientos y accidentes por caída de carga, mejorando significativamente las condiciones de trabajo del personal técnico.

Evaluación de la organización y preparación del cambio

Otro aspecto evaluado fue la efectividad de la reorganización de las piezas de cambio y la preparación anticipada de las actividades externas al cambio. La implementación de estibas plásticas con capacidad para soportar hasta tres unidades permitió realizar el traslado de estas desde el taller hacia la máquina antes del inicio del cambio, reduciendo recorridos innecesarios y optimizando el uso del tiempo.

Asimismo, la reubicación de los formadores al costado de la máquina facilitó su acceso durante el cambio de referencia, disminuyendo los tiempos de búsqueda y manipulación. Estas acciones permitieron una mejor separación entre actividades internas y externas, alineándose con

los principios de la metodología SMED y contribuyendo a un proceso de cambio más ordenado y eficiente.

Evaluación del impacto en la eficiencia operativa

La reducción de los tiempos improductivos durante los cambios de referencia permitió mejorar la disponibilidad de la línea de producción 1, incrementando el tiempo efectivo de operación de la máquina. Considerando que la línea opera a una velocidad de hasta 1800 productos por minuto, la disminución del tiempo de cambio representa un impacto positivo directo sobre la productividad y la reducción de producto no conforme generado durante los arranques. Adicionalmente, la estandarización de actividades, el uso de diagramas de Gantt y la asignación clara de responsabilidades facilitaron una mejor coordinación del equipo de trabajo, reduciendo errores, reprocesos y retrasos durante el arranque de la producción.

Síntesis de resultados

En términos generales, la evaluación de resultados demuestra que las mejoras implementadas cumplieron con los objetivos planteados en el proyecto, logrando una reducción significativa de los tiempos de cambio de referencia, mejorando las condiciones de seguridad y ergonomía del personal y fortaleciendo la eficiencia operativa de la línea de producción.

Los resultados obtenidos validan la aplicación de la metodología SMED y de las herramientas de mejora continua como estrategias efectivas para la optimización de procesos industriales, evidenciando que la planificación, la estandarización y el enfoque en la seguridad son factores clave para el éxito de este tipo de proyectos.

Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto permitió optimizar el proceso de cambio de referencia en la línea de producción 1 de la empresa Productos Familia Rionegro S.A.S., mediante la aplicación de herramientas de mejora continua enfocadas en la reducción de tiempos improproductivos, el fortalecimiento de la seguridad y la mejora de la eficiencia operativa.

La implementación de la metodología SMED facilitó la identificación y separación de las actividades internas y externas del cambio de referencia, lo que permitió reorganizar el proceso y estandarizar las tareas ejecutadas por cada rol involucrado. Como resultado, se logró una reducción significativa en los tiempos de cambio, cumpliendo con el objetivo propuesto de disminuir al menos un 30% respecto a la situación inicial.

La incorporación de la patineta eléctrica con aditamentos para la fijación de unidades rotativas representó una mejora clave en términos de seguridad y ergonomía, eliminando los riesgos asociados a la manipulación manual de cargas pesadas y reduciendo la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas y accidentes laborales.

Asimismo, la reorganización de las piezas de cambio, la implementación de estivas plásticas para el traslado anticipado de unidades y la ubicación estratégica de los formadores al costado de la máquina contribuyeron a mejorar la preparación del cambio y a disminuir los tiempos de desplazamiento, impactando positivamente la disponibilidad de la línea de producción.

Finalmente, el uso de herramientas de planificación como los diagramas de Gantt y la asignación clara de responsabilidades fortalecieron la coordinación del equipo de trabajo, reduciendo errores durante el arranque de la producción y mejorando la estabilidad del proceso. En conjunto, los resultados obtenidos demuestran que la aplicación de metodologías de mejora

continua constituye una estrategia efectiva para incrementar la productividad y el bienestar del personal en entornos industriales.

Recomendaciones

Se recomienda estandarizar el nuevo método de cambio de referencia mediante la actualización de los procedimientos operativos y la capacitación continua del personal, con el fin de asegurar la sostenibilidad de las mejoras implementadas a lo largo del tiempo.

Es conveniente realizar seguimientos periódicos a los tiempos de cambio y a los indicadores de seguridad y eficiencia, con el propósito de identificar nuevas oportunidades de mejora y prevenir desviaciones en el proceso.

Se sugiere evaluar la posibilidad de replicar las mejoras implementadas en la línea de producción 1 en otras líneas de la planta que presenten características similares, adaptando las soluciones a las necesidades específicas de cada proceso.

Asimismo, se recomienda fortalecer el uso de herramientas de gestión visual, como los diagramas de Gantt y las listas de verificación, para asegurar el cumplimiento de todas las actividades durante el cambio de referencia y evitar omisiones que puedan afectar el arranque de la producción.

Finalmente, se aconseja continuar promoviendo una cultura de mejora continua y seguridad industrial, incentivando la participación del personal operativo en la identificación de riesgos y oportunidades de optimización, contribuyendo así al mejoramiento continuo de los procesos productivos de la organización.

Referencias Bibliográficas

- Arias Sánchez, B., & Bonilla Caicedo, R. (2023). Implementación de la metodología SMED para reducción de los tiempos de cambio de molde en máquina inyectora de preforma Cali, Colombia [Trabajo de grado, Institución Universitaria Antonio José Camacho]. Repositorio UNIAJC. Recuperado el 23 de febrero de 2026, de <https://repositorio.uniajc.edu.co/entities/publication/4db76792-2e51-41e5-846f-00c5e04a949c>
- Betancur Sanmartín, V. (2024). Reducción de los tiempos de cambios de referencia en la máquina Volpak #2 de Panal S.A.S. con la implementación de la metodología SMED [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional UdeA. Recuperado el 23 de febrero de 2026, de <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/226d60c1-0232-416d-a23a-5a917b8cbd05>
- Dávalos Román, E. J., Luna Usquiano, E. A., Miñan Olivos, G. S., Valderrama Puscan, M. W., & Rivera Ramírez, Y. V. (2023). Single Minute Exchange of Die (SMED) to improve productivity in the industrial sector: A systematic review of the literature from 2012 to 2022. LACCEI Proceedings. <https://proceedings.laccei.org/index.php/laccei/article/view/2926>
- García, J., & Rivera, L. (2020). Aplicación del método SMED en procesos industriales: estrategias para la reducción de tiempos de cambio. *Revista Ingeniería y Competitividad*, 22(2), 65–78. <https://doi.org/10.25100/iyc.v22i2.8121>

- Gómez, C., & Herrera, P. (2023). Implementación de Lean Manufacturing en procesos de manufactura para la optimización del tiempo de producción. *Revista Ingeniería Industrial*, 45(1), 33–48. <https://doi.org/10.33412/riind.2023.01.33>
- Moraes, A., Carvalho, A. M., & Sampaio, P. (2023). Lean and Industry 4.0: A review of the relationship, its limitations, and the path ahead with Industry 5.0. *Machines*, 11(4), 443. <https://www.mdpi.com/2075-1702/11/4/443>
- Pérez, E., & Rodríguez, Y. (2021). Ergonomic intervention in a Colombian manufacturing company: Successes and failures. En N. L. Black, W. P. Neumann, & I. Noy (Eds.), *Proceedings of the 21st Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2021)* (pp. 68–74). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74608-7_9
- Ramírez, P., & Castaño, F. (2021). Gestión visual y herramientas de planificación para la mejora continua en entornos industriales. *Revista Colombiana de Ingeniería*, 36(1), 55–67. <https://doi.org/10.15446/rci.v36n1.89432>
- Torres, D., & Pérez, M. (2022). Ergonomía y productividad: análisis del impacto de las mejoras en el entorno laboral. *Journal of Industrial Engineering*, 10(3), 112–124. <https://doi.org/10.1016/j.jie.2022.03.005>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2021). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (3rd ed.). Productivity Press.
- Zapata, L., & Martínez, A. (2024). Metodologías ágiles aplicadas a la mejora continua en plantas de manufactura colombianas. *Revista Latinoamericana de Ingeniería*, 39(2), 78–91. <https://doi.org/10.18273/rli.v39n2.2024>