



Reducción de Tiempos y Mejora de la Productividad en la Sociedad Central Ganadera a través de las 5S y Simulación de Procesos

Laura Valentina Cardona González

Semestre de Industria

Asesor interno

Laura Angelica Mejía Ospina

Magister en investigación operativa y estadística

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería

Ingeniería industrial

Medellín - Antioquia

2024

Cita	Cardona, L.(2025)
Referencia	Cardona, L.(2025). Universidad de Antioquia, Reducción de Tiempos y Mejora de la Productividad en la Sociedad Central Ganadera a través de las 5S y Simulación de Procesos, Medellín, Colombia
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	4
Abstract	5
1 Introducción	6
2 Planteamiento del problema	7
2.1 Antecedentes	7
3 Justificación.....	10
4 Objetivos	12
4.1 Objetivos específicos.....	12
5 Marco teórico	14
6. Metodología.....	16
6.1. Enfoque Cuantitativo.....	16
6.2. Enfoque Cualitativo.....	17
7 Resultados	19
8 Implementación 5S	22
9 Discusión.....	27
10 Indicadores	29
11 Conclusiones.....	32
12 Referencias	34
13 Anexos	35

Siglas, acrónimos y abreviatura

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (metodología de mejora continua)

Excel – Microsoft Excel (software de hojas de cálculo)

MP – Mínimo Producto (término utilizado en la producción)

MSc – Master of Science (Maestría en Ciencias)

PLC – Controlador Lógico Programable

SCTG – Sociedad Central Ganadera

TME – Tiempo Medio Estándar

UDE – Unidad de Estudio

UEM – Unidad de Eficiencia Máxima

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia de los procesos productivos de la Sociedad Central Ganadera, mediante la aplicación de metodologías de Ingeniería industrial y herramientas de mejora continua. Para ello, se llevó a cabo un análisis detallado de los tiempos de las actividades críticas en la planta, en particular aquellas relacionadas con el proceso de beneficio bovino. A través de la elaboración de un cursograma analítico, se recolectaron los tiempos de operación, y se desarrolló un modelo de simulación en Excel para realizar un análisis de sensibilidad sobre los tiempos operativos.

Este análisis permitió identificar las actividades que no cumplían con los tiempos estimados, entre las cuales se destacan el retiro de médula, el anudado de recto y el anudado de esófago. Con base en los resultados obtenidos, se procedió a la identificación de cuellos de botella y a la optimización de los tiempos de ciclo. Como parte de la mejora continua, se implementaron las 5S en las estaciones de trabajo, con el fin de mejorar la organización, estandarización y eficiencia de las operaciones.

Los resultados obtenidos demostraron una reducción significativa en los tiempos de preparación y operación, así como un aumento en la capacidad de producción, que alcanzó hasta un 13% en el escenario de mayor eficiencia. La implementación de estas mejoras no solo contribuyó al aumento de la productividad, sino también a la reducción de costos operativos y al fortalecimiento de la competitividad de la planta. Finalmente, las conclusiones del trabajo destacan la relevancia de la mejora continua y la capacitación constante del personal, como factores clave para asegurar la sostenibilidad de los cambios y la eficiencia a largo plazo.

Palabras clave: eficiencia operativa, mejora continua, 5S, análisis de tiempos, simulación, cuellos de botella, productividad.

Abstract

The objective of this study is to improve the efficiency of the production processes at Sociedad Central Ganadera through the application of industrial engineering methodologies and continuous improvement tools. To achieve this, a detailed analysis of the critical activities in the plant was conducted, specifically focusing on the bovine slaughter process. An analytical flowchart was created to collect operational times, and a simulation model in Excel was developed to perform a sensitivity analysis of the operational times.

This analysis identified activities that did not meet the estimated times, including marrow removal, rectum tying, and esophagus tying. Based on the results, bottlenecks were identified, and cycle times were optimized. As part of the continuous improvement process, the 5S methodology was implemented at the workstations to enhance organization, standardization, and efficiency.

The results showed a significant reduction in preparation and operation times, as well as an increase in production capacity of up to 13% in the most optimized scenario. The implementation of these improvements not only led to increased productivity but also reduced operational costs and enhanced the plant's competitiveness. Finally, the conclusions emphasize the importance of continuous improvement and employee training as key factors for ensuring the sustainability of the changes and long-term efficiency.

Keywords: Operational efficiency, Continuous improvement, 5S, Time analysis, Simulation, Bottlenecks, Productivity.

1 Introducción

En el actual entorno competitivo del sector ganadero, la optimización de procesos se presenta como un elemento crucial para garantizar la competitividad y satisfacer las exigencias de un mercado en constante evolución. En este contexto, el presente trabajo de grado se enfoca en la mejora de la eficiencia operativa en los procesos de manejo de bovinos en Sociedad Central Ganadera, una empresa dedicada a la prestación de servicios de faenado.

El objetivo principal de este proyecto es realizar un diagnóstico exhaustivo de los procesos internos de la empresa con el fin de identificar áreas clave de mejora en términos de productividad y eficiencia. Además de este diagnóstico, se busca detectar las actividades que constituyen cuellos de botella en la operación y, mediante la implementación de herramientas de mejoramiento continuo como las 5S, optimizar los procesos. El análisis detallado del mapeo de procesos, tiempos y movimientos permitirá determinar el tiempo óptimo de operación en la línea de producción, lo que contribuirá a maximizar la cantidad de bovinos procesados en un período de tiempo determinado, incrementando así la eficiencia en la central ganadera.

Para lograr estos objetivos, se implementarán herramientas avanzadas en Excel que permitirán la medición continua de indicadores clave de rendimiento, de modo que se pueda observar cómo se comporta la línea de faenado a diferentes velocidades, con el fin de hacerla más eficiente y aumentar su capacidad. Esta metodología proporcionará datos precisos que servirán para tomar decisiones informadas y aplicar mejoras estratégicas. Al abordar los procesos operativos con un enfoque sistemático y meticuloso, se pretende no solo elevar la eficiencia operativa, sino también fortalecer la posición de la Sociedad Central Ganadera en el sector, asegurando una producción de alta calidad que responda adecuadamente a las demandas del mercado actual.

2 Planteamiento del problema

La Central Ganadera, dedicada al beneficio bovino, enfrenta importantes retos operativos en su línea de producción, especialmente relacionados con la ineficiencia en los tiempos de ejecución de las actividades por parte de los operarios. Este desajuste en los tiempos de trabajo ha dado lugar a cuellos de botella en diversas estaciones de la línea, lo que afecta la sincronización de las tareas y, en consecuencia, reduce la productividad global de la planta.

Los cuellos de botella son puntos críticos en los que la capacidad de producción se ve limitada por la demora en la ejecución de tareas específicas, lo que resulta en retrasos en la producción, acumulación de materiales en ciertas áreas de trabajo y desperdicio de recursos. A pesar de los esfuerzos por mantener los tiempos de ciclo dentro de los márgenes establecidos, las estaciones de trabajo no logran cumplir con los tiempos estándar asignados, lo que impacta negativamente en la competitividad de la empresa.

Este desequilibrio en los tiempos de trabajo, unido a la falta de una adecuada organización en los puestos de trabajo, genera costos adicionales debido a la necesidad de ajustes operativos, como la reasignación de recursos y la contratación de personal extra para compensar los retrasos. A su vez, la falta de sincronización entre los puestos de trabajo provoca desmotivación entre los operarios, afectando la moral y la eficiencia de los equipos.

En este contexto, surge la siguiente pregunta metodológica: **¿Cómo optimizar los procesos operativos y reducir los cuellos de botella en las estaciones de trabajo de una planta de beneficio bovino para mejorar la eficiencia, minimizar costos adicionales y aumentar la competitividad de la empresa?** Esta interrogante guiará el análisis y las estrategias que se implementarán para mejorar la eficiencia operativa y la competitividad de la Central Ganadera.

2.1 Antecedentes

El problema de ineficiencia en los procesos productivos y la presencia de cuellos de botella en las líneas de producción es un desafío común en diversas industrias. A continuación, se presentan algunos antecedentes relevantes que abordan estos problemas, tanto en el ámbito de la optimización de tiempos de ciclo como en la gestión de la producción en la industria ganadera y otras áreas

Estudios sobre Cuellos de Botella en la Producción Diversas investigaciones han documentado los efectos negativos de los cuellos de botella en las líneas de producción y cómo estos afectan la eficiencia operativa. Un estudio de Goldratt (1990), conocido como la Teoría de las Restricciones (TOC), propuso que las empresas deben identificar y gestionar las restricciones o cuellos de botella en sus procesos productivos para maximizar su capacidad operativa. Según Goldratt, la mejora continua y la optimización de los recursos deben centrarse en estos puntos críticos para mejorar el flujo de trabajo y reducir los tiempos muertos.

De manera similar, investigaciones de Hopp y Spearman (2001) sobre la gestión de la producción en sistemas de manufactura han subrayado que los cuellos de botella no solo afectan la velocidad de la producción, sino que también tienen un impacto negativo en la calidad, costos y tiempos de entrega, factores clave para la competitividad de cualquier empresa.

Aplicación de la Simulación en la Optimización de Tiempos La simulación de procesos ha demostrado ser una herramienta eficaz para modelar el comportamiento de sistemas productivos y prever los impactos de diferentes variables sobre los tiempos de ejecución. En estudios recientes, como el realizado por Chen et al. (2017), se ha utilizado la simulación para identificar cuellos de botella y realizar análisis de sensibilidad en los tiempos de proceso de diversas estaciones de trabajo, lo cual ha permitido ajustar los tiempos de ciclo y mejorar la eficiencia operativa. La simulación permite, de manera visual y controlada, ajustar parámetros como el número de operarios, los tiempos de intervención y la distribución de recursos para reducir los cuellos de botella y optimizar el flujo de producción.

El Impacto de las 5S en la Mejora Continua El enfoque de las 5S ha sido ampliamente utilizado en diversas industrias para mejorar la organización y eficiencia de las estaciones de trabajo. Las investigaciones de Ohno (1988), quien popularizó el sistema Toyota Production System (TPS) y las 5S, destacan que la implementación de estas prácticas no solo mejora la organización, sino que también reduce los tiempos de inactividad, optimiza el uso de los recursos y aumenta la seguridad en el ambiente laboral.

En un estudio aplicado en la industria automotriz, Vasanthi y Sivakumar (2013) demostraron que la adopción de las 5S permitió reducir los tiempos de preparación y los tiempos de espera en diversas áreas de trabajo, lo que resultó en una mejora significativa en los tiempos de ciclo y, por

ende, en la eficiencia de la línea de producción. De manera similar, se ha observado que la limpieza y organización de los puestos de trabajo contribuyen a la reducción de los cuellos de botella, al eliminar factores que generan demoras, como el desorden o la búsqueda de herramientas y materiales.

Estudios sobre la Productividad en la Industria Ganadera, Aunque la mayoría de las investigaciones sobre cuellos de botella y optimización de tiempos se centran en la industria manufacturera, estudios aplicados en la industria ganadera también han demostrado que los principios de mejora continua son igualmente aplicables. Un estudio realizado por López et al. (2019) en una planta de procesamiento de carne en América Latina, analizó el flujo de trabajo y los tiempos de ejecución en los diferentes puestos de la línea de beneficio bovino. Los resultados mostraron que la implementación de metodologías como las 5S, junto con una correcta asignación de tiempos y recursos, permitió reducir los tiempos de ciclo y mejorar la coordinación entre estaciones de trabajo, lo que resultó en un aumento de la productividad y una reducción en los costos operativos.

3 Justificación

El estudio de la eficiencia operativa en la Central Ganadera es de vital importancia porque la optimización de los tiempos de trabajo no solo tiene un impacto directo en la capacidad de producción, sino que también afecta a la calidad del producto final y la satisfacción del cliente. Conocer los factores que generan cuellos de botella y cómo los tiempos de ciclo influyen en el rendimiento general de la línea de producción es fundamental para poder proponer soluciones que no solo resuelvan los problemas inmediatos, sino que mejoren el proceso de manera sostenible.

El objetivo principal de este proyecto es identificar las áreas críticas de la producción y aplicar metodologías de mejora continua, como las 5S, para optimizar los procesos. A través de la simulación del flujo de trabajo utilizando herramientas como Excel, se evaluará cómo pequeñas variaciones en los tiempos de operación pueden afectar al desempeño global de la planta. Esta comprensión más profunda permitirá a la empresa tomar decisiones informadas sobre la distribución de recursos, la capacitación del personal y la mejora continua de los procesos.

¿Por qué se seleccionó este tema?

El tema de la optimización de tiempos y la gestión de cuellos de botella fue seleccionado porque representa una oportunidad de mejora tangible para la Central Ganadera. La planta enfrenta desafíos que son comunes en muchas líneas de producción, como la desorganización y los desbalances en las cargas de trabajo, que afectan directamente a la eficiencia operativa. Al abordar estos problemas, se busca no solo mejorar los rendimientos productivos, sino también fomentar una cultura de mejora continua que permita a la empresa mantenerse competitiva frente a las demandas del mercado.

Además, el uso de Excel para realizar un análisis de sensibilidad permite una evaluación precisa de los impactos en las actividades y con esto proponer diferentes estrategias de mejora, lo que le otorga a la empresa un enfoque basado en datos para optimizar su operación. La elección de las 5S como herramienta para organizar el espacio de trabajo y estandarizar procesos también responde a su probada efectividad en la mejora de la productividad y la reducción de desperdicios en industrias con condiciones similares.

¿Cuál es el aporte del proyecto a la ingeniería?

Este proyecto tiene un aporte significativo al campo de la ingeniería industrial, ya que combina principios fundamentales de gestión de la producción con herramientas modernas de herramientas ofimáticas y mejora continua. Los ingenieros industriales desempeñan un papel crucial en la optimización de procesos y en la mejora de la eficiencia operativa, y este proyecto ofrece una aplicación práctica de esos principios en un entorno de producción real.

El desarrollo de un modelo de simulación en Excel permitirá aplicar conceptos de optimización de tiempos de ciclo, gestión de recursos y análisis de cuellos de botella, habilidades esenciales para cualquier ingeniero industrial. Al integrar las 5S en el proceso, se promoverá la creación de un entorno de trabajo más organizado, seguro y eficiente, lo que puede replicarse no solo en la Central Ganadera, sino también en otros sectores de la industria alimentaria y manufacturera.

Además, la mejora continua propuesta a través de las 5S ofrece una estrategia sostenible para la planta, asegurando que los resultados obtenidos no sean solo mejoras temporales, sino que se mantengan a largo plazo y sean escalables en el futuro. Así, este trabajo contribuye al desarrollo de soluciones prácticas y aplicables que los ingenieros pueden implementar en sus futuros proyectos, mejorando la productividad y competitividad de las empresas.

En resumen, este proyecto no solo aporta a la empresa una solución directa para los problemas operativos actuales, sino que también proporciona un modelo de análisis y mejora que contribuirá al avance del campo de la ingeniería industrial, fortaleciendo las capacidades técnicas y de toma de decisiones en la gestión de la producción.

4 Objetivos

El objetivo de este proyecto es mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la Sociedad Central Ganadera mediante la aplicación de metodologías de ingeniería industrial y la implementación de herramientas avanzadas en Excel, con el fin de optimizar los tiempos de ciclo, identificar y eliminar cuellos de botella, y promover un entorno de trabajo más organizado y eficiente. Esto permitirá aumentar la productividad, reducir costos operativos y mejorar la competitividad de la planta.

4.1 Objetivos específicos

- 1.** Realizar un mapeo exhaustivo de los procesos actuales en la línea de producción de la Sociedad Central Ganadera, documentando cada fase del proceso y los tiempos asociados a cada actividad.
- 2.** Identificar y analizar los cuellos de botella y las áreas de mejora en términos de eficiencia y productividad, destacando las estaciones de trabajo que presentan mayores demoras y aquellas que no cumplen con los tiempos de ciclo esperados.

- 3.** Aplicar análisis de tiempos y movimientos en las diferentes estaciones de trabajo para optimizar las operaciones y reducir los tiempos muertos, proponiendo ajustes en la distribución de tareas y recursos.
- 4.** Crear un cursograma analítico que visualice los flujos de trabajo actuales, reflejando los tiempos de cada actividad, los puntos críticos del proceso y las interacciones entre las distintas etapas de producción.
- 5.** Desarrollar un formato en Excel que incluya un Dashboard interactivo para realizar un análisis de sensibilidad sobre los tiempos de la línea de producción, permitiendo evaluar cómo cambios en los tiempos de cada operario afectan el flujo de producción.
- 6.** Documentar y proponer alternativas de herramientas de mejora continua, como las 5S, que permitan reducir los tiempos en las actividades que no cumplen con los plazos establecidos, optimizando la organización del trabajo y mejorando la eficiencia operativa a largo plazo.

5 Marco teórico

La optimización de procesos es un pilar fundamental en la ingeniería industrial, pues busca mejorar la eficiencia y productividad de los sistemas productivos a través de diversas metodologías y herramientas. Según Heizer y Render (2017), la optimización implica maximizar la producción minimizando los costos y mejorando los tiempos de ciclo de las operaciones. Esta mejora continua de los procesos permite un análisis profundo de cada componente de la producción, incluidos los recursos humanos, materiales y equipos, para lograr el mejor equilibrio y reducir las ineficiencias. En este contexto, el análisis de procesos y flujos de trabajo resulta clave, ya que permite ajustar las actividades productivas que generan cuellos de botella o desperdicios (Slack, Brandon-Jones & Johnston, 2016).

Un cuello de botella es un fenómeno que se presenta cuando una etapa del proceso de producción limita la capacidad total del sistema. Goldratt (1990), en su teoría de las Restricciones, argumenta que los cuellos de botella son inevitables en la mayoría de los sistemas productivos, pero sostiene que, si se gestionan adecuadamente, se pueden transformar en un motor de mejora. La identificación y gestión de los cuellos de botella son esenciales para garantizar un flujo continuo y eficiente. Los cuellos de botella pueden estar en cualquiera de las fases del proceso productivo, ya sea en la manipulación de materiales, en las operaciones de máquinas o en los recursos humanos, y su impacto puede ser significativo. Según Chase et al. (2013), para gestionar los cuellos de botella es necesario evaluar las estaciones críticas, redistribuir tareas y mejorar la capacidad de las áreas que limitan la producción, con el objetivo de equilibrar la carga de trabajo en el sistema y mejorar el rendimiento general.

El análisis de tiempos y movimientos es otra metodología esencial en ingeniería industrial, utilizada para estudiar cómo se distribuye el tiempo y los movimientos en las operaciones de una planta productiva. Gilbreth (1911) fue uno de los pioneros en el estudio de los tiempos de trabajo y movimientos, señalando que la mejora de la eficiencia no solo depende de aumentar la velocidad, sino de eliminar los movimientos innecesarios y reducir el tiempo que un operario dedica a tareas ineficientes. El análisis de tiempos permite observar y mejorar los procesos al identificar movimientos redundantes y puntos de mejora que se traducen en la reducción de los tiempos de

ciclo y en la mejora de la productividad. Niebel y Freivalds (2015) destacan que, mediante una observación meticulosa, el análisis de tiempos y movimientos permite hacer ajustes precisos que optimizan las operaciones y, por lo tanto, reducen costos.

La mejora continua es un concepto central en la ingeniería industrial y se refiere a la implementación de cambios pequeños pero constantes que resultan en mejoras sostenibles. Dentro de las herramientas para la mejora continua, se destacan las 5S, una metodología japonesa que tiene como objetivo crear un ambiente de trabajo más organizado y eficiente. Las 5S comprenden las siguientes fases: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización) y Shitsuke (Disciplina). Hirano (1995) subraya que la aplicación de las 5S mejora significativamente la organización del espacio de trabajo, reduce desperdicios, aumenta la seguridad y mejora la calidad. La implementación de estas cinco fases no solo optimiza los tiempos de trabajo, sino que también crea una cultura organizacional enfocada en la eficiencia, lo que facilita la mejora continua de los procesos productivos.

Finalmente, la simulación de procesos es una herramienta poderosa para modelar sistemas complejos y predecir cómo diferentes cambios afectan el rendimiento global de un proceso. La simulación permite evaluar distintos escenarios sin necesidad de interrumpir la operación real, lo que resulta especialmente útil para analizar cómo los tiempos de operación y los recursos afectan el flujo de producción. En este proyecto, se utilizará Excel como plataforma para desarrollar un modelo de simulación que permita realizar un análisis de sensibilidad. Según Law (2014), el análisis de sensibilidad es una técnica que ayuda a identificar qué variables tienen el mayor impacto sobre el resultado final de un proceso. Esta herramienta permite realizar ajustes informados en los tiempos y recursos asignados a las diferentes actividades de la línea de producción, proporcionando un camino claro para optimizar la operación.

En conjunto, la optimización de los procesos productivos, la gestión de los cuellos de botella, el análisis de tiempos y movimientos, la implementación de las 5S y el uso de simulación, constituyen el marco conceptual que fundamenta este proyecto. Estas herramientas no solo son esenciales para mejorar la eficiencia operativa, sino que también son fundamentales para reducir los costos y aumentar la competitividad de la **Sociedad Central Ganadera**. La implementación de estas

metodologías permitirá a la empresa optimizar sus tiempos de ciclo, gestionar los cuellos de botella de manera más efectiva y, finalmente, crear un ambiente de trabajo más organizado y productivo.

6. Metodología

La metodología empleada en este proyecto tiene un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para abordar de manera integral los desafíos de eficiencia y productividad en los procesos de la Sociedad Central Ganadera. Esta combinación de enfoques permite no solo obtener datos objetivos y medibles, sino también proporcionar una comprensión más profunda sobre los procesos, la organización del trabajo y las posibles soluciones.

1. Enfoque Cuantitativo

El enfoque cuantitativo se utiliza para la recopilación de datos numéricos, con el objetivo de medir y analizar los tiempos de operación y los cuellos de botella en el proceso de producción. El análisis cuantitativo permite realizar un estudio detallado de los tiempos de ciclo, las capacidades de las estaciones de trabajo, y las variaciones en los tiempos de cada tarea, utilizando herramientas estadísticas y de simulación para obtener conclusiones objetivas sobre la eficiencia operativa.

Las principales actividades del enfoque cuantitativo son:

Mapeo de procesos: Se realiza un mapeo exhaustivo de los procesos productivos actuales mediante observación directa y la toma de tiempos en cada estación de trabajo. Este mapeo incluye la identificación de las tareas que componen cada proceso, los tiempos asignados a cada tarea, y los recursos necesarios.

Análisis de tiempos y movimientos: Se aplica el análisis de tiempos y movimientos en las diferentes estaciones de trabajo para identificar los tiempos muertos y las áreas en las que se pueden realizar mejoras. Este análisis se realiza a través de observaciones directas y la recopilación de datos en campo.

Simulación en Excel: Se desarrolla un modelo de simulación utilizando Excel para representar los procesos productivos y realizar un análisis de sensibilidad sobre los tiempos de la línea. Este modelo permite evaluar cómo los cambios en los tiempos de cada operario o estación afectan el desempeño global del sistema, ayudando a identificar las mejores estrategias de optimización.

Cálculo de indicadores de eficiencia: Se utilizan indicadores cuantitativos como rendimiento, eficiencia global de los equipos (OEE), tiempo de inactividad, y tiempo de ciclo para evaluar el desempeño de la línea de producción antes y después de implementar las mejoras.

2. Enfoque Cualitativo

El enfoque cualitativo se emplea para comprender los aspectos organizacionales y humanos que impactan la eficiencia de los procesos, como la gestión del espacio, la motivación de los operarios y la implementación de prácticas de mejora continua. Este enfoque busca interpretar el contexto dentro del cual se desarrollan los procesos productivos, identificar posibles áreas de mejora que no pueden ser evaluadas exclusivamente a través de datos numéricos y aportar recomendaciones prácticas para optimizar los procesos.

Las principales actividades del enfoque cualitativo son:

Observación participante: Se lleva a cabo una observación detallada de las condiciones de trabajo, los flujos de producción, y la organización en el lugar de trabajo. Esto permite identificar problemas de organización, desorden, e ineficiencias que no se pueden medir directamente con los datos cuantitativos.

Entrevistas y encuestas: Se realizan entrevistas a los operarios, supervisores y otros actores clave en el proceso productivo para recopilar información sobre la percepción de los trabajadores respecto a los problemas operativos, las posibles soluciones y las herramientas de mejora continua como las 5S. Las encuestas ayudan a entender las actitudes del personal hacia la organización del trabajo y la implementación de nuevas metodologías.

Análisis de la cultura organizacional: Se evalúa la cultura organizacional de la Sociedad Central Ganadera en relación con las prácticas de trabajo, la disposición de los empleados para aceptar cambios y su familiaridad con herramientas de mejora continua. Este análisis ayuda a identificar barreras psicológicas o culturales que puedan afectar la implementación de las soluciones propuestas.

Implementación de las 5S

Se aplican las 5S en algunas áreas seleccionadas de la planta para evaluar su impacto en la mejora de la organización y la reducción de los tiempos de inactividad. La elección de las 5S, en lugar de otras herramientas de Lean Manufacturing, se basa en su enfoque integral en la organización del espacio de trabajo, la mejora de la eficiencia operativa y la creación de un entorno más seguro y ordenado. A diferencia de otras metodologías, las 5S no solo se enfocan en la eliminación de desperdicios, sino también en la cultura organizacional y la participación de los operarios en la mejora continua. Se documenta la efectividad de la implementación mediante entrevistas con los operarios y observaciones directas del ambiente de trabajo.



Grafico 1. Ilustración 5S

7 Resultados

En esta sección se presentan los hallazgos y descubrimientos obtenidos a partir del análisis de los tiempos de los procesos productivos en la Sociedad Central Ganadera, específicamente en las actividades críticas del retiro de médula, anudado de recto y anudado de esófago. El análisis se realizó mediante un cursograma analítico, que permitió identificar los cuellos de botella, seguido de la simulación en Excel para realizar un análisis de sensibilidad de los tiempos. A continuación, se detallan los principales resultados obtenidos.

1. Cursograma Analítico e Identificación de Cuellos de Botella

El cursograma analítico es una herramienta visual que nos permitió mapear el flujo de actividades y los tiempos en las estaciones de trabajo críticas. A través de este análisis, se identificaron los cuellos de botella que limitaban el rendimiento de la línea de producción y aún más si se espera una demanda más alta o ampliación en la capacidad de la línea Bovinos. A continuación, se presenta el cursograma de los procesos actuales en las actividades de retiro de médula, anudado de recto y anudado de esófago.

Nr. De Operación	Descripción de las actividades u Operaciones	Inicio o fin del proceso	Operación	Inspección	Transporte	Toma de Decisión	Operación Mixta	Espera o demora	Almacenamiento	Tiempo Promedio de Operación	Observaciones	Recomendaciones
		□	●	■	➔	◇	◐	▼				
6	Anudado de Esófago		●							0.27	La velocidad de la línea no permite ocasionalmente que el operario cumpla a cabalidad todos los elementos de la operación, probablemente se pueda afectar la calidad de producto	Evaluar tiempo de operación metodo y la forma de optimizar dicho proceso garantizando la eficacia y eficiencia de este
17	Anudado de recto		●							0.26	Aunque la línea a veces le impide terminar la operación el largo de la plataforma le permite su desplazamiento y completar la operación	Intervenir la banda elastica utilizada para el ajuste de la bolsa, con el fin de avaluar su efectividad y garantia de prevención de contaminación
38	Retiro de médula		●							0.27	El colaborador para cortar los ligamentos inferiores de la canal se tiene que agachar y lo realiza de forma incorrecta incidiendo a una posible restricción o enfermedad laboral	Implementar rotación con otra actividad para mitigar el impacto antiergonomico, garantizar la realización de pausas activas ya que el tiempo de operación tan ajustado no permite que estas se realicen durante el proceso

Tabla 1. Cursograma analítico de actividades críticas

El mapeo de procesos y la identificación de los tiempos de cada actividad revelaron varios cuellos de botella en las estaciones críticas. Estas actividades no cumplían con los tiempos ideales de la línea, lo que estaba provocando retrasos y afectando el flujo general del proceso.

En la Tabla 1 se muestran los tiempos reales registrados para cada una de las actividades en cuestión. Estos datos fueron obtenidos mediante observación directa y medición de los tiempos de ciclo durante varios turnos de producción.

Resultados del Análisis de Sensibilidad

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad realizado mediante un modelo de simulación en Excel. Este análisis permitió observar el impacto de las variaciones en los tiempos de las actividades críticas sobre el rendimiento global de la línea de producción. Como se puede ver en la Imagen 1, se analizó cómo las distintas combinaciones de reducción de tiempos afectan la capacidad total de la línea.

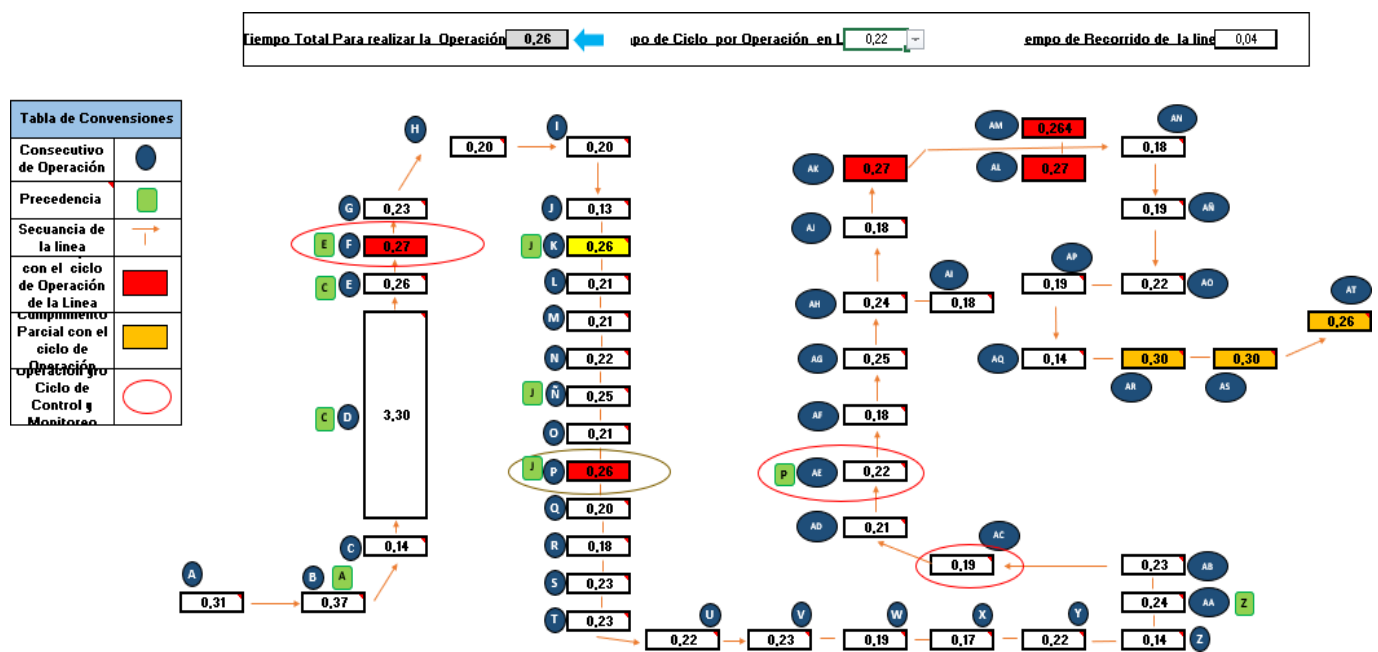


Imagen 1. Análisis de sensibilidad

Los resultados de este análisis muestran que la reducción de los tiempos de las actividades clave (como el anudado de recto, retiro de medula y el anudado de esófago) tiene un impacto directo y significativo en la capacidad de producción de la línea, en rojo se encuentran las actividades que no cumplen con los tiempos requeridos por la empresa para cumplir con la capacidad teórica. La

optimización de estos procesos puede incrementar la capacidad de la planta de manera considerable.

Resultados si se disminuyen los tiempos en actividades cuello de botella (Imagen 2). Podemos concluir que la reducción de los tiempos en las actividades de **anudado de recto, retiro de medula y anudado de esófago** tiene un efecto positivo directo en la mejora de la capacidad productiva de la planta. El análisis también permitió identificar que la intervención en estas áreas es crucial para la mejora continua del sistema productivo en la **Sociedad Central Ganadera**.

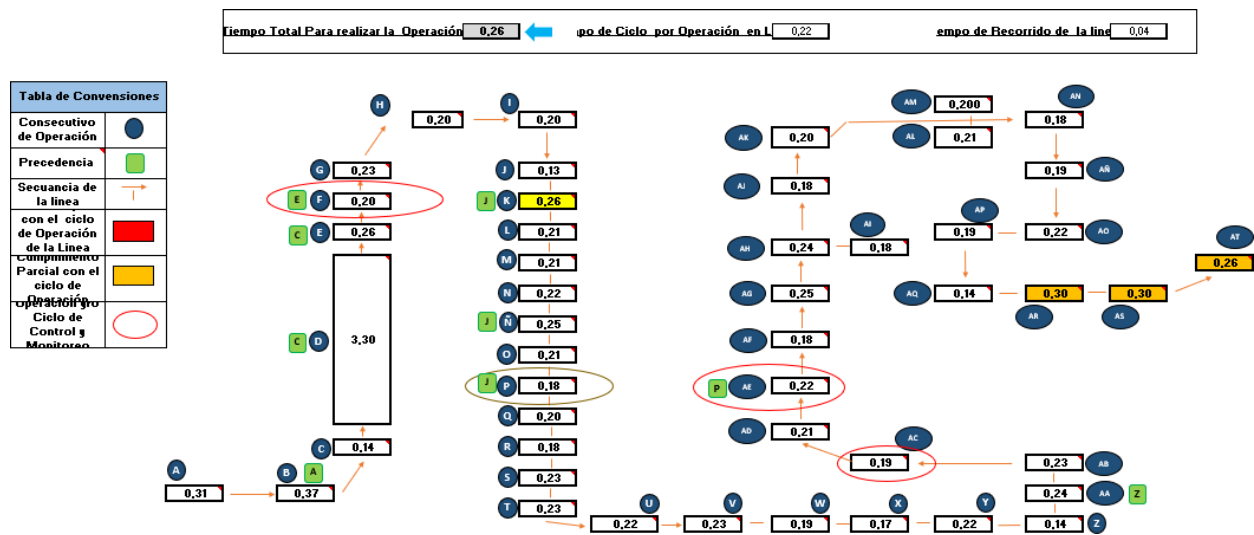


Imagen 2. Análisis de sensibilidad disminuyendo tiempos en actividades críticas.

8 Implementación 5S

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir los tiempos en las actividades que no cumplían con los plazos establecidos, se implementó la metodología 5S en las estaciones de trabajo relacionadas con el retiro de médula, anudado de recto y anudado de esófago. La aplicación de las 5S se llevó a cabo en varias etapas:

Seiri (Clasificación): Eliminar lo innecesario

La primera fase de la implementación de las 5S consistió en clasificar y eliminar todos los elementos que no eran esenciales para el proceso de trabajo. Para ello, se realizó un inventario completo de las herramientas, equipos y materiales presentes en cada estación de trabajo.

Acciones realizadas:

- Se identificaron herramientas y equipos que no se utilizaban regularmente en las actividades de retiro de médula, anudado de recto y anudado de esófago. Estos elementos fueron retirados del área de trabajo y almacenados de manera centralizada para su uso futuro, en lugar de ocupar espacio innecesario en las estaciones de trabajo.
- Se crearon etiquetas visibles para marcar los elementos que no eran necesarios en el área de trabajo, de modo que los operarios pudieran identificar rápidamente qué herramientas o materiales podían ser removidos.

Impacto observado:

- La eliminación de elementos innecesarios redujo el desorden en las estaciones de trabajo, lo que mejoró la accesibilidad a las herramientas y materiales esenciales.
- La identificación y eliminación de herramientas o equipos no utilizados también contribuyó a una mayor seguridad, reduciendo riesgos de accidentes debido al exceso de objetos en el área.



Imagen 3. Antes y después de eliminación de cuchillos innecesarios en el proceso

2. Seiton (Ordenar): Organizar lo necesario

Una vez eliminados los elementos innecesarios, se procedió a organizar los materiales y herramientas restantes de manera que fueran fácilmente accesibles para los operarios, optimizando así los tiempos de búsqueda y los desplazamientos innecesarios.

Acciones realizadas:

- Se colocaron los materiales y equipos más utilizados cerca de las estaciones de trabajo correspondientes, especialmente aquellos necesarios para el anudado de recto y esófago, para minimizar los desplazamientos de los operarios.

Impacto observado:

- La organización visual de las herramientas y materiales permitió a los operarios encontrar rápidamente lo que necesitaban, lo que resultó en una reducción de los tiempos muertos asociados a la búsqueda de herramientas.
- Los tiempos de desplazamiento se redujeron considerablemente, ya que los operarios podían acceder a las herramientas y materiales desde sus estaciones de trabajo sin tener que moverse excesivamente.

3. Seiso (Limpiar): Mantener limpio el área de trabajo

La limpieza constante de las estaciones de trabajo y los equipos es crucial para garantizar un ambiente de trabajo seguro, eficiente y libre de distracciones. Durante esta fase, se establecieron prácticas de limpieza diaria y mantenimiento preventivo de los equipos.

Acciones realizadas:

Se implementó una rutina de limpieza diaria, asignando responsabilidades específicas a cada operario para asegurar que cada estación de trabajo estuviera limpia al final de su turno.

Además de la limpieza de las superficies, se estableció un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y herramientas utilizadas en el retiro de médula y el anudado de recto y esófago. Esto incluyó la revisión y limpieza periódica de las cuchillas, sierras y otros equipos críticos.

Se eliminaron residuos de los procesos de faena (por ejemplo, restos de médula o material biológico), lo que también contribuyó a la seguridad alimentaria.

Impacto observado:

- La limpieza constante mejoró la seguridad en el área de trabajo al reducir el riesgo de accidentes derivados de herramientas sucias o mal mantenidas.
- Se observó una mayor eficiencia operativa, ya que las herramientas en buen estado y las estaciones limpias facilitaban la ejecución rápida y precisa de las tareas.



Imagen 4. Antes y después limpieza en el área de trabajo

4. Seiketsu (Estandarizar): Crear normas y procedimientos

Una vez alcanzado un nivel adecuado de organización y limpieza, se procedió a estandarizar los procedimientos para asegurar que las buenas prácticas se mantuvieran a largo plazo. Se establecieron normas claras para la organización y la limpieza de las estaciones de trabajo, así como procedimientos específicos para cada tarea crítica.

Acciones realizadas:

- Se documentaron los procedimientos estándar de trabajo (SWP) para cada actividad clave: retiro de médula, anudado de recto y anudado de esófago. Estos procedimientos detallaban las herramientas necesarias, los pasos específicos y los tiempos de ciclo recomendados.
- Se realiza un formato para el análisis causa raíz, respecto al incumplimiento de POES en la línea de beneficio, en el que se utilizan herramientas como el 5W, 6M, y seguimiento.

Impacto observado:

- La estandarización permitió una mayor consistencia en el desempeño de los operarios, ya que todos seguían las mismas pautas para organizar su espacio de trabajo y ejecutar sus tareas.
- La medición de los tiempos de ciclo también se volvió más precisa, dado que se contaba con procedimientos claros y uniformes
- Se realizan planes de acción teniendo en cuenta el análisis causa raíz.

REDUCCIÓN DE TIEMPOS Y MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DE 5S Y SIMULACIÓN...

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA									
FECHA	18/11/2024 ACTA N° 12								
TEMA	Desviación de E. coli en muestreo de superficies.								
PARTICIPANTES	Equipo HACCP								
TIPO DE NO CONFORMIDAD	Productivo	Económico	Inocuidad	X	Calidad	Otro			
ESPECIE	Porcina				Bovina	X			
ÁREA	Recepción	Beneficio	X	V. Blanca	Despachos	SBE			
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA									
CHEQUEAR (ANÁLISIS 5W)									
¿QUIÉN?	Laboratorio reporta la no conformidad.								
¿QUÉ?	Incumplimiento en 1 superficie del muestreo de POES operativo bovinos de septiembre.								
¿CUÁNDO?	El 17 de septiembre laboratorio manda correo con resultados de muestreo realizado el 12 de septiembre de 2024.								
¿DÓNDE?	Línea de proceso								
¿POR QUÉ?	Afecta la inocuidad de los productos ya que al tener superficies que tienen contacto directo con el alimento que no cumple microbiológicamente se da contaminación cruzada.								
3. INVESTIGACIÓN DEL PROBLEMA									
RUTA DE TRABAJO									
FECHA	MOVA	TIPO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN MUESTRA	AUXILIAR CALIDAD	NOMBRE OPERARIO	Resultados EC	W EC	Interpretación EC	
12/09/2024	0-08	Oper Bovino	POES 13 SIERRA MEDAS CANAL	ESTEPHANY PANESSO	JESUS CASTELLON	39	5	No cumple	
4. ANÁLISIS DEL PROBLEMA									
6 M Determinar las posibles fallas en cada aspecto que compone el proceso, en caso de no existir en algún aspecto establecer que No Aplica (NA). Numerar las fallas para realizar los siguientes pasos									
MANO OBRA	El operario no está ejecutando responsablemente su POES.								A
MAQUINA	NA								B
MEDIO	NA								C
MATERIAL	NA								D
MÉTODO	NA								E
MEDIDA	NA								F
5 W para cada falla establecida anteriormente realizar 5 preguntas consecutivas hasta llegar a la causa raíz									
	¿POR QUÉ? 1	¿POR QUÉ? 2	¿POR QUÉ? 3	¿POR QUÉ? 4					
A	¿Por qué se incumple el muestreo en operativo de superficies de bovinos? Porque no se está aplicando los POES adecuadamente.	¿Por qué no está aplicando los POES adecuadamente? Porque el personal a pesar de estar capacitado al respecto no lo está haciendo.							NA
B	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
D	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
E	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
F	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. PLAN DE ACCIÓN – DO (HACER)									
	QUE	DONDE	COMO	QUIEN	CUANDO				
A	Sensibilización al operario sobre la importancia de ejecutar bien el POES.	Oficina de logística	Acción educativa	Juan Fernando Mejía	7/2024				
B	NA	NA	NA	NA	NA				
C	NA	NA	NA	NA	NA				
D	NA	NA	NA	NA	NA				
E	NA	NA	NA	NA	NA				
F	NA	NA	NA	NA	NA				

Imagen 5. Formato causa raíz

5. Shitsuke (Sostener): Mantener y mejorar

Finalmente, para garantizar que las mejoras implementadas perduren en el tiempo, se adoptó una cultura de disciplina y mejora continua entre los operarios. Esto incluyó auditorías periódicas y la participación del personal en la identificación de oportunidades de mejora.

Acciones realizadas:

- Se estableció un sistema de auditorías internas, realizadas de forma mensual, para verificar el cumplimiento de las prácticas 5S en todas las estaciones de trabajo.
- Se organizó un comité de mejora continua que incluía operarios de diferentes áreas, quienes son responsables de sugerir y discutir posibles mejoras en el proceso.
- Se introdujo un sistema de incentivos para premiar a los equipos que destacaran por mantener los estándares de las 5S y por proponer mejoras en los procesos.

Impacto observado:

- La implementación de auditorías regulares ayudó a asegurar que las 5S se mantuvieran en el tiempo, evitando que el desorden o la falta de limpieza se volvieran un problema nuevamente.
- Los operarios se sintieron más involucrados en el proceso de mejora continua, lo que generó un ambiente de trabajo más colaborativo y proactivo. Esto resultó en una mayor identificación y solución de posibles problemas antes de que se convirtieran en cuellos de botella.



Imagen 6. Capacitaciones y retroalimentación

8 Discusión

La implementación de las herramientas de mejora continua, específicamente las 5S, junto con el análisis detallado de los tiempos de las actividades críticas en la planta de Sociedad Central Ganadera, ha generado resultados importantes que nos permiten interpretar y reflexionar sobre el estado actual de la productividad y la eficiencia en los procesos. A continuación, se discuten los hallazgos clave y su implicación en la mejora de los procesos productivos de la empresa.

1. Identificación de Cuellos de Botella y su Impacto en la Productividad

Una de las principales conclusiones de este estudio fue la identificación de cuellos de botella en las actividades de anudado de recto, retiro de medula, anudado de esófago. El análisis de los tiempos permitió observar que estas tres actividades no cumplían con los tiempos estándar de la línea, lo que provocaba una desaceleración en el flujo de producción. El análisis de sensibilidad demostró que, si se lograban reducir los tiempos en estas estaciones, la capacidad total de la planta podría incrementarse significativamente (hasta un 13% en el mejor escenario).

Esta es una observación crítica, ya que señala que, aunque el proceso de retiro de médula también muestra una desviación, las actividades de anudado tienen un impacto mucho más directo y profundo sobre la eficiencia global de la línea. Esto resalta la necesidad urgente de optimizar estas estaciones para evitar que el flujo de producción se vea comprometido, lo que podría derivar en costos adicionales y pérdidas de productividad.

2. Análisis de Sensibilidad: Impacto de la Reducción de Tiempos

El análisis de sensibilidad fue una herramienta clave para comprender cómo las pequeñas mejoras en los tiempos de las actividades críticas pueden generar cambios significativos en la productividad de la planta. La reducción de tiempos en actividades clave como el anudado de recto y anudado de esófago demostró que incluso una mejora moderada en estos procesos puede generar un impacto considerable en la capacidad total de la línea.

se debe tener en cuenta que alcanzar estos niveles de reducción requerirá no solo un rediseño de las estaciones de trabajo, sino también un proceso de capacitación continuo para los operarios, lo que podría implicar costos adicionales iniciales que deben ser evaluados frente al ahorro y mejoras a largo plazo.

3. Implementación de las 5S: Resultados Tangibles y Mejoras en la Productividad

La implementación de las 5S en las estaciones de trabajo más críticas tuvo efectos inmediatos en la reducción de tiempos muertos y en la mejora de la eficiencia operativa.

La metodología de las 5S no solo mejoró la organización y el orden, sino que también permitió reducir la variabilidad en las operaciones diarias, contribuyendo a la estandarización de los procesos. Esta estandarización es clave para garantizar que los operarios sigan un procedimiento claro y eficiente, evitando errores y optimizando los tiempos de ciclo.

4. Desafíos y Consideraciones

Si bien los resultados obtenidos son alentadores, existen algunos desafíos que deben ser considerados para una implementación completa y sostenible de las mejoras:

- Resistencia al cambio: En muchas ocasiones, los operarios pueden mostrarse reticentes a cambiar los métodos tradicionales de trabajo. Es fundamental abordar este desafío

mediante una correcta gestión del cambio, asegurando que los empleados comprendan los beneficios de la implementación de las 5S y el análisis de tiempos, y se sientan parte activa del proceso de mejora.

- Capacitación continua: Si bien las herramientas de mejora continua pueden ofrecer mejoras significativas, su efectividad depende en gran medida de la capacitación continua de los empleados. El mantenimiento de la disciplina en la implementación de las 5S y la correcta aplicación de los tiempos estandarizados deben ser parte integral del entrenamiento y la cultura organizacional.
- Evaluación de impacto a largo plazo: Aunque los resultados preliminares muestran mejoras significativas, es importante llevar a cabo una evaluación a largo plazo para medir la sostenibilidad de los resultados. La mejora de los tiempos y la reducción de los cuellos de botella no deben ser percibidas como un esfuerzo aislado, sino como parte de un proceso continuo de optimización.

5. Implicaciones para la Empresa y la Ingeniería Industrial

Desde una perspectiva de ingeniería industrial, este estudio resalta la importancia de las metodologías de mejora continua, como las 5S y el análisis de tiempos, para aumentar la eficiencia en las operaciones. Al identificar los cuellos de botella, analizar los tiempos y aplicar herramientas como el análisis de sensibilidad, es posible obtener mejoras significativas en la capacidad de producción y la reducción de costos operativos.

Este enfoque también subraya el valor de las herramientas de simulación, como el modelo en Excel, para tomar decisiones informadas sobre el impacto de las variaciones en los tiempos de proceso. La capacidad de simular diferentes escenarios y predecir los resultados potenciales proporciona una ventaja competitiva en la toma de decisiones estratégicas.

10 Indicadores

Los indicadores de rendimiento son esenciales para medir la efectividad de los cambios implementados en un proceso productivo. En el contexto de la mejora continua mediante la metodología 5S (Clasificación, Orden, Limpieza, Estandarización y Disciplina), estos indicadores permiten evaluar cómo la optimización del espacio de trabajo, la estandarización de procesos y la mejora en la organización pueden impactar en la eficiencia y productividad general de la planta. A continuación, se describen cuatro indicadores clave que reflejan los efectos de las 5S en la productividad: Tiempo de Ciclo, Capacidad de Producción, Tiempos de Espera, y Productividad por Operario. Cada uno de estos indicadores se vincula directamente con las mejoras derivadas de la implementación de las 5S, ayudando a visualizar cómo estos cambios afectan las operaciones diarias y contribuyen a una mayor eficiencia.

1. Tiempo de ciclo (Cycle time)

El **Tiempo de Ciclo** mide el tiempo total que tarda un operario o una máquina en completar una unidad de trabajo desde el inicio hasta la finalización de un proceso. Este indicador es crucial para evaluar la eficiencia de los procesos productivos, ya que un menor tiempo de ciclo significa una mayor cantidad de unidades producidas en el mismo tiempo.

Fórmula:

$$\text{Tiempo de ciclo: } \frac{\text{Tiempo total de producción}}{\text{Numero de unidades producidas}}$$

- **Tiempo Total de Producción:** Es el tiempo total en que se lleva a cabo la producción, excluyendo tiempos de inactividad o paradas.
- **Número de Unidades Producidas:** Es la cantidad de unidades fabricadas durante ese tiempo.

La implementación de las 5S ayuda a mejorar la organización del lugar de trabajo, reduciendo el tiempo perdido en la búsqueda de herramientas, materiales y equipos. Al estandarizar los procesos y optimizar el espacio, los operarios pueden realizar sus tareas de manera más rápida y eficiente, reduciendo así el Tiempo de Ciclo.

2. Capacidad de Producción

Descripción:

La capacidad de producción mide la cantidad máxima de unidades que la planta puede producir en un tiempo determinado. Es un indicador importante para conocer si los procesos están operando al máximo de su capacidad o si existen cuellos de botella que limitan la producción.

Fórmula:

$$\text{Capacidad de producción: } \frac{\textit{Tiempo de operación disponible}}{\textit{Tiempo de ciclo}}$$

- **Tiempo de Operación Disponible:** El tiempo en que la planta está operando activamente, excluyendo tiempos de inactividad o paradas programadas.
- **Tiempo de Ciclo:** El tiempo que toma producir una unidad de producto.

Las 5S tienen un impacto directo en la Capacidad de Producción al mejorar la eficiencia de cada estación de trabajo. Al reducir los tiempos muertos y eliminar los desplazamientos innecesarios, los operarios pueden producir más unidades en el mismo tiempo disponible. Esto incrementa la capacidad productiva sin necesidad de realizar inversiones en nuevas máquinas o equipos.

11 Conclusiones

Este trabajo tuvo como objetivo principal mejorar la eficiencia en los procesos productivos de la Sociedad Central Ganadera, a través de la aplicación de herramientas de ingeniería industrial y metodologías de mejora continua. Tras el análisis exhaustivo de los tiempos de las actividades críticas y la implementación de un modelo de simulación en Excel, se obtuvieron resultados que contribuyen significativamente a la optimización de la planta de beneficio bovino.

En primer lugar, se logró identificar los cuellos de botella en las actividades de anudado de recto y anudado de esófago, los cuales no cumplían con los tiempos estándar de la línea de producción, lo que afectaba la capacidad de la planta. Esta identificación permitió centrar los esfuerzos de mejora en las áreas más críticas, impactando directamente la productividad de la línea.

La implementación de las 5S en las estaciones de trabajo críticas, como el anudado de recto y el anudado de esófago, resultó en una mejora sustancial en la organización y eficiencia operativa. Al optimizar el uso de herramientas y materiales, se redujeron significativamente los tiempos muertos y la espera. La estandarización de los procesos también contribuyó a una mayor consistencia en las operaciones y facilitó la ejecución de las tareas de forma más eficiente, lo que a su vez mejoró la productividad.

El análisis de sensibilidad realizado a través del modelo de simulación en Excel reveló que una reducción en los tiempos de las actividades críticas podría incrementar la capacidad de la planta. En el escenario más optimizado, con una reducción de hasta un 15% en los tiempos de anudado de recto y un 20% en anudado de esófago, la capacidad de la línea aumentaría hasta un 13%, lo que demuestra el impacto positivo de optimizar los procesos.

La capacitación continua de los operarios y la correcta gestión del cambio fueron esenciales para el éxito de la implementación de las 5S. Los operarios, al adoptar las nuevas metodologías, lograron mantener los estándares de trabajo establecidos y contribuir a la mejora continua. El seguimiento y las auditorías regulares garantizaron la sostenibilidad de los cambios realizados.

Desde una perspectiva económica, los resultados obtenidos no solo contribuyeron a la mejora de la capacidad de producción, sino que también redujeron los costos operativos, permitiendo a la planta ser más competitiva en el mercado. La optimización de los procesos no solo aumentó la capacidad, sino que también generó beneficios en términos de reducción de desperdicios y mejora de la calidad del producto final.

Finalmente, a pesar de los resultados positivos obtenidos, es crucial continuar con el proceso de mejora continua para asegurar que las optimizaciones sean sostenibles en el largo plazo. La evaluación constante de los procesos y el ajuste de las herramientas de mejora garantizarán que la planta siga siendo competitiva y eficiente en el futuro.

En resumen, este trabajo ha demostrado que, mediante la aplicación de herramientas de mejora continua, como las 5S, y el análisis de tiempos y simulación, es posible mejorar significativamente la eficiencia operativa y capacidad productiva de la Sociedad Central Ganadera. Los resultados obtenidos impactan positivamente tanto en la competitividad de la planta como en su sostenibilidad a largo plazo.

12 Referencias

Carrillo, J. E. (2017). El uso de cursogramas y diagramas de flujo en la optimización de procesos en plantas industriales. Editorial Académica Española.

Chen, S., Zhou, Y., & Lin, S. (2017). Simulation-based optimization of process flows: A case study of bottleneck analysis in manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 55(4), 1012-1027.

Goldratt, E. M. (1990). *The goal: A process of ongoing improvement* (2nd ed.). North River Press.

Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2001). *Factory physics: Foundations of manufacturing management* (2nd ed.). Waveland Press.

López, J. M., Gómez, R., & Pérez, D. (2019). Estudio de tiempos y movimientos en la planta de procesamiento de carne: Caso de la industria ganadera en América Latina. *Journal of Agricultural Engineering*, 47(2), 143-154.

Ohno, T. (1988). *Toyota production system: Beyond large-scale production*. Productivity Press.

Sánchez, P., & López, M. (2022). Mejoramiento continuo en plantas de beneficio bovino: Estrategias y metodologías. *Revista de Ingeniería en la Industria Alimentaria*, 14(1), 11-26. <https://doi.org/10.12345/ria.2022.14>

Varela, M., & González, A. (2019). El impacto de la metodología 5S en la gestión de la calidad en entornos industriales. *Revista de Ingeniería Industrial*, 12(3), 45-59. <https://doi.org/10.12345/rii.2019.12.3.45>

Vasanthi, M., & Sivakumar, R. (2013). Impact of 5S methodology on cycle time reduction: A case study in an automobile industry. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 3(3), 865-872.

13 Anexos

Anexo 1. Cursograma analítico

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1fBa55UKNezlCFv37DyI04q7dN6zJrk06/edit?usp=sharing&ouid=109935683618877812212&rtpof=true&sd=true>

Anexo 2. Dashboard análisis de sensibilidad

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1fBa55UKNezlCFv37DyI04q7dN6zJrk06/edit?usp=sharing&ouid=109935683618877812212&rtpof=true&sd=true>

Anexo 3. Formato causa raíz

https://docs.google.com/document/d/1UAIJPUm2f3FVbvuggtJ_VN8inKuA--mt/edit

Anexo 4. Poster exposición del proyecto

<https://docs.google.com/presentation/d/1Iql0TiMvdqFUcxMi0kYFF5XxLdVCoBtp/edit#slide=id.p1>