



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA
HIDROPÓNICA TERMOSELLADA UTILIZANDO EL MÉTODO DMAIC.**

Diseño de trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

**AUTORES: MICHELLE ESTEFANIA GONZALEZ
TOAPANTA
ALEJANDRO SEBASTIAN CLAY
PEÑAFIEL**

TUTOR: AUGUSTO VINICIO COQUE PAUCARIMA

Quito – Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA
DEL TRABAJO DE TITULACION**

Nosotros, Michelle Estefanía Gonzalez Toapanta, con documento de identificación N.º 1755062260 y Alejandro Sebastián Clay Peñafiel, con documento de identificación N.º 0604385054, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 3 de febrero de 2025

Atentamente,



Michelle Estefanía Gonzalez Toapanta
1755062260



Alejandro Sebastián Clay Peñafiel
0604385054

**CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

Nosotros, Michelle Estefanía Gonzalez Toapanta, con documento de identificación N.º 1755062260 y Alejandro Sebastián Clay Peñafiel, con documento de identificación N.º 0604385054, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: " PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA HIDROPÓNICA TERMOSELLADA UTILIZANDO EL MÉTODO DMAIC.", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 3 de febrero de 2025

Atentamente,



Michelle Estefanía Gonzalez Toapanta

1755062260



Alejandro Sebastián Clay Peñafiel

0604385054

CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION

Yo, Augusto Vinicio Coque Paucarima con documento de identificación N° 1718688516, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación:

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA FRUTILLA HIDROPÓNICA TERMOSELLADA UTILIZANDO EL MÉTODO DMAIC.

Realizado por Michelle Estefanía Gonzalez Toapanta, con documento de identificación N.º 1755062260 y Alejandro Sebastián Clay Peñafiel, con documento de identificación N.º 0604385054, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad RPolitécnica Salesiana.

Quito, 3 de febrero de 2025

Atentamente,



Augusto Vinicio Coque Paucarima

1718688516

DEDICATORIA

Michelle Gonzalez

Este proyecto de titulación lo dedico a Dios, por permitirme alcanzar este tan anhelado logro en mi vida. Gracias por darme la fuerza, la motivación y la sabiduría necesaria para superar los desafíos y alcanzar este objetivo tan significativo.

Agradezco profundamente a mis padres, Lourdes y Fabián, por su apoyo incondicional desde el inicio de mis estudios hasta el final. Ustedes han sido mis pilares fundamentales, no solo en lo académico, sino también en lo personal. Gracias por ser mis motivadores, por enseñarme los valores que me han formado como la persona que soy hoy: responsable, bondadosa y comprometida. No tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud por todo el sacrificio, esfuerzo y amor que me han brindado para que pudiera alcanzar este gran logro.

Dedico con mucho amor este logro a mi hija Anahí, cuya pureza y sabiduría siempre me acompañan. Gracias por tu amor incondicional, por ser una fuente constante de inspiración, fortaleza y alegría. Este logro es tanto tuyo como mío, y te lo dedico con todo mi corazón, esperando que algún día veas todo lo que este esfuerzo representa.

A mi pareja, Steven, que ha sido mi compañero y mi mayor apoyo en este proceso. Gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino, por ser esa persona que me ha alentado a seguir adelante, a no rendirme ante las dificultades, y por compartir conmigo la felicidad de cada avance. Tu presencia en mi vida ha sido esencial para mantenerme firme y enfocada en mis metas.

A mis hermanos, Karina, Isabel y Carlos, quienes siempre me han impulsado con su amor y apoyo, motivándome a seguir mis sueños y a ser valiente ante cualquier adversidad. Gracias por darme fortaleza y confianza cada día, por su apoyo constante. Sin ustedes, este logro no sería el mismo.

Finalmente, quiero dedicar este proyecto a toda mi familia, por ser mi red de apoyo incondicional en cada etapa de mi vida. Igualmente, a mis amigos Christian, Alejandro, Alex, Daniel, Mateo y Brandon, por su apoyo, tiempo y amistad en los momentos más difíciles. Gracias por acompañarme en este camino.

Alejandro Clay

Este proyecto de titulación lo dedico, en primer lugar, a Dios, por darme la sabiduría y la fortaleza necesarias para culminar tanto este proyecto como mi carrera. Gracias por guiarme en cada paso, bendecirme siempre y darme fuerzas para superar los momentos difíciles.

A mi madre, Ángela, mi mayor inspiración y pilar inquebrantable. Su apoyo incondicional, tanto emocional como económico, ha sido fundamental para hacer posible este sueño. Gracias por cada sacrificio, por nunca dejarme faltar nada y por impulsarme a seguir adelante con amor y entrega. Este logro también es tuyo.

Extiendo mi gratitud a toda mi familia, quienes han estado siempre pendientes de mi camino académico, brindándome su apoyo, palabras de aliento y motivación en cada etapa de esta travesía.

A mis amigos de la universidad, Christian, Michelle, Alex, Daniel, Mateo y Brandon, gracias por cada momento compartido, por el apoyo incondicional y por ser compañeros de lucha en este proceso. Su amistad ha sido un pilar fundamental en este camino, y me siento afortunado de haberlos tenido a mi lado en las buenas y en las malas.

Finalmente, me dedico este logro a mí mismo, por la perseverancia, el esfuerzo y la dedicación que me han permitido llegar hasta aquí. Ha sido un camino de desafíos y aprendizajes, pero cada obstáculo superado ha valido la pena. Hoy celebro este logro con orgullo y gratitud, sabiendo que cada esfuerzo ha valido la pena.

AGRADECIMIENTO

Michelle Gonzalez

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar esta meta tan significativa en mi vida, por brindarme salud, sabiduría y su protección a lo largo de este camino, guiándome con su bendición en cada paso.

Asimismo, expreso mi gratitud a la Universidad Politécnica Salesiana por darme la oportunidad de formar parte de tan prestigiosa institución, y a la carrera de Ingeniería Industrial por el respaldo brindado a lo largo de este proceso. Agradezco también a los docentes, cuyo compromiso y dedicación fueron fundamentales en mi formación durante estos cinco años.

Finalmente, extendiendo mi más sincero agradecimiento al Ing. Augusto Vinicio Coque Paucarima por su constante acompañamiento y apoyo en la realización de este proyecto de titulación, aportando con su conocimiento y responsabilidad. Del mismo modo, al Ing. Leónidas Esteban Ramírez Gangotena, por abrirme las puertas y ofrecerme su valiosa colaboración en la revisión del proyecto.

Alejandro Clay

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar esta meta tan significativa en mi vida, por brindarme salud, sabiduría y su protección a lo largo de este camino, guiándome con su bendición en cada paso.

Asimismo, expreso mi gratitud a la Universidad Politécnica Salesiana por darme la oportunidad de formar parte de tan prestigiosa institución, y a la carrera de Ingeniería Industrial por el respaldo brindado a lo largo de este proceso. Agradezco también a los docentes, cuyo compromiso y dedicación fueron fundamentales en mi formación durante estos cinco años.

Finalmente, extendiendo mi más sincero agradecimiento al Ing. Augusto Vinicio Coque Paucarima por su constante acompañamiento y apoyo en la realización de este proyecto de titulación, aportando con su conocimiento y responsabilidad. Del mismo modo, al Ing. Leónidas Esteban Ramírez Gangotena, por abrirme las puertas y ofrecerme su valiosa colaboración en la revisión del proyecto.

INDICE

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACION.....	1
CERTIFICADO DE CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA	1
CERTIFICADO DE DIRECCION DEL TRABAJO DE TITULACION.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	5
INDICE	6
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCION	11
PROBLEMA DEL ESTUDIO	11
JUSTIFICACION	12
OBJETIVOS	13
Objetivos generales	13
Objetivos específicos	13
Capítulo I	15
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1. Importancia de los ciclos de mejora en procesos productivos.....	15
1.2. Producción.....	16
1.2.1. Sistemas de producción.....	16
1.3. Análisis de metodologías y medidas de trabajo.....	17
1.3.1. Análisis de metodologías	17
1.4. Herramientas para el desarrollo de metodologías.....	18
1.4.1. Diagrama de flujo.....	18
1.4.2 Grafica de procesos	19
1.4.3. Medidas de trabajo	21
1.4.4. Cronometraje.....	22
1.5. Equipos esenciales para el estudio.....	23
1.4.5. Elementos de estudio de tiempo.....	24
1.5. Inicio del estudio	24
1.6. Calificación del desempeño.....	25
1.7. Sistema Westinghouse	26
1.7.1 Análisis y aplicación de la calificación	29
1.4.5. Holguras y suplementos	29
1.8. Medidas de la productividad.....	31
1.8.1 Aplicación de la productividad mono-factorial	31
1.8.2. Aplicación de la productividad multifactorial	32
1.2 Método DMAIC	32

1.9.1.	Realización de variables.....	33
1.9.2.	Variable independiente	33
1.9.3.	Variable dependiente	34
Capítulo II		36
Análisis del proceso productivo		36
2.1.	Definir.....	36
2.3.	Descripción del proceso.....	36
3.3.	Encuesta.....	40
4.3.	Evaluación de desempeño.....	42
5.3.	Aplicación de la calificación	42
6.3.	Productividad.....	43
2.2	Medir	43
2.3.	Análisis de los datos de tiempo	45
2.4.	Descripción del Problema.....	46
2.5.	Declaración del Problema.....	47
2.6.	Falta de equipo de protección personal (EPP):.....	48
2.1.	Datos para la simulación.....	48
Capítulo III.....		51
Análisis de resultados.....		51
3.1.	Análisis de la encuesta.....	51
3.1.1.	Resultados de la encuesta.....	51
3.2.	Análisis de los operadores	55
3.2.1.	Identificación de las causas raíz	56
3.3.	Etapas de selección y lavado	57
3.4	Resultados del análisis.....	57
3.5.	Mejora.....	57
3.5.1.	Mejora en las etapas de selección y lavado	57
3.6.	Mejora en la etapa de sellado.....	60
3.7.	Mejora del accionar de los operadores	63
3.8.	Resultados de la mejora	67
3.9.	Control	69
3.9.1.	Implementación de monitoreo y control	69
3.9.2.	Monitoreo	70
3.9.3.	Auditoria.....	72
Conclusiones:		73
Recomendaciones:		75
Referencias.....		76

INDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Grafica de producción, entradas y salidas de un proceso. [4].....	16
Figura 2. Ilustración de la línea manufacturera-producción de un eje para mesa, la figura 2 (a) expone el proceso antiguo y la figura 2. (b) muestra la nueva distribución del flujo.	19
Figura 3. Gráfico de procesos para la producción de un eje para mesa. [11]	21
Figura 4. Procedimiento de Cronometraje para la Establecimiento de Estándares de Tiempo	23
Figura 5. Equipos Esenciales para el Análisis y Aplicación de Tiempos.	23
Figura 6. Elementos de estudio de tiempo. [12].....	24
Figura 7. Tipos de suplementos u holguras, diagrama que clasifica los modelos de suplementos.	30
Figura 8. Aplicación del Método DMAIC.	33
Figura 9. Gráfico de comparación de la capacidad del proceso de envasado de botellas PET.	35
Figura 10. Selección de la frutilla	36
Figura 11. Lavado de la frutilla.....	37
Figura 12. Maquina termo selladora	37
Figura 13. Frutilla termosellado.....	38
Figura 14. Diagrama de proceso	38
Figura 15. Muestra Magistral de Mejora.....	39
Figura 16. Layout del proceso productivo de la frutilla hidropónica.....	40
Figura 17. Tiempos promedio de producción.	45
Figura 18. Porcentaje de tiempo dentro del proceso	46
Figura 19. Diagrama de Ishikawa	47
Figura 20. Simulación para la mejora del proceso productivo.....	49
Figura 21. Porcentaje de actividad de los operadores en el método actual.	50
Figura 22. Porcentaje de tiempo de todas las etapas.....	50
Figura 23. Pregunta 1 (capacitación)	52
Figura 24. Pregunta 2 (equipos personales)	52
Figura 25. Pregunta 3 (Experiencia laboral)	53
Figura 26. Pregunta 4 (Molestias físicas).....	53
Figura 27. Pregunta 5 (Mayor de 30 años).....	54
Figura 28. Análisis de la encuesta en cada etapa	56
Figura 29. Datos en la etapa de selección	58
Figura 30. Datos en la etapa de lavado	58
Figura 31. Porcentaje de tiempo de actividad de los operadores	59
Figura 32. Porcentaje de tiempo de las etapas de selección y lavado	60
Figura 33. Datos en la etapa de sellado.....	61
Figura 34. Porcentaje de tiempo en la etapa de sellado	62
Figura 36. Proceso de Mejora	65
Figura 37. Implementación de Mejoras en el Proceso Productivo.....	66
Figura 38. Actualización del Layout	67

Figura 39. Comparativa de tiempos promedio.....	68
Figura 40. Comparación de porcentajes de tiempo dentro del proceso.....	68
Figura 41. Propuestas de control y monitoreo	70
Figura 42. Check list de control de equipo personal.	71
Figura 43. Tiempo total requerido.....	71
Figura 44. Registro de datos	72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Conceptos Clave de los Sistemas de Producción.	17
Tabla 2. Metodología de Análisis y Mejora de Procesos en la Producción.....	18
Tabla 3. Nomenclatura gráfica de proceso	20
Tabla 4. Escala de valoración técnica de evaluación del desempeño por consistencia. [13]	26
Tabla 5. Valoración para evaluar la habilidad. [13].....	27
Tabla 6. Evaluación para el esfuerzo-método de calificación [13].	27
Tabla 7. Evaluación para las condiciones, permite una medición estandarizada. [13]	28
Tabla 8. Evaluación para la consistencia, califica con un valor máximo de "perfecta" y un valor mínimo de "mala". [13]	28
Tabla 9. Tabla de suplementos (OIT).....	31
Tabla 10. Periodos y métodos observados. [11]	34
Tabla 11. Funciones de operadores	39
Tabla 12. Evaluación de desempeño	42
Tabla 13. Datos históricos	44
Tabla 14. Toma de tiempos del proceso	44
Tabla 15. Datos actuales para la simulación	48
Tabla 16. Resultados de la encuesta.....	51
Tabla 17. Porcentaje de tiempo dentro del proceso.....	54
Tabla 18. Tiempos promedio.....	55
Tabla 19. Posibles tiempos en las etapas de selección y lavado.....	60
Tabla 20. Posibles tiempos en la etapa de sellado.....	62
Tabla 21. Tiempos promedio implementando las mejoras.....	67
Tabla 22. Comparación de porcentajes de tiempo disminuidos	69

RESUMEN

La investigación sobre la propuesta de mejora del proceso productivo de la frutilla hidropónica termosellada mediante el método DMAIC, se centra en la mejora de la productividad y eficiencia operativa a través de un enfoque de mejora continua. Este estudio se fundamenta en artículos académicos e investigaciones previas, destacando la aplicación de la metodología Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) para optimizar los procesos productivos.

Se enfatizan los beneficios del ciclo de mejora continua en industrias globalizadas, ilustrando su impacto con ejemplos prácticos que evidencian el aumento de eficiencia y productividad. Además, se analizarán metodologías multifactoriales para evaluar el desempeño del proceso, resaltando su relevancia en un entorno industrial en constante evolución.

Para ello, se emplearán herramientas de recolección de datos que permitirán identificar fortalezas y desafíos en el departamento de producción de frutilla hidropónica, evaluando tanto el proceso como el desempeño de los operadores. Este análisis facilitará una mejor comprensión del funcionamiento del sistema productivo.

Con base en la identificación de puntos críticos, se implementarán estrategias de mejora orientadas a cada etapa del proceso productivo. Estas acciones buscan incrementar la eficiencia operativa, optimizar el uso de recursos y reducir costos y tiempos de producción, garantizando un desempeño más eficaz y competitivo.

ABSTRACT

The research on the proposal to improve the production process of heat-sealed hydroponic strawberries using the DMAIC method focuses on improving productivity and operational efficiency through a continuous improvement approach. This study is based on academic articles and previous research, highlighting the application of the Define, Measure, Analyze, Improve and Control (DMAIC) methodology to optimize production processes.

The benefits of the continuous improvement cycle in globalized industries are emphasized, illustrating its impact with practical examples that demonstrate increased efficiency and productivity. In addition, multifactorial methodologies will be analyzed to evaluate the performance of the process, highlighting its relevance in a constantly evolving industrial environment.

To do this, data collection tools will be used to identify strengths and challenges in the hydroponic strawberry production department, evaluating both the process and the performance of the operators. This analysis will facilitate a better understanding of the functioning of the production system.

Based on the identification of critical points, improvement strategies will be implemented aimed at each stage of the production process. These actions increase operational efficiency, optimize the use of resources and reduce costs and production times, guaranteeing more effective and competitive performance.

INTRODUCCION

En un entorno industrial competitivo, optimizar los procesos productivos es fundamental para garantizar eficiencia y calidad. El método DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) se ha consolidado como una herramienta clave para la mejora continua, permitiendo no solo resolver problemas específicos, sino también fomentar una cultura de optimización dentro de las organizaciones.

Esta investigación busca mejorar la productividad y eficiencia operativa en el proceso de termosellado de la frutilla hidropónica mediante la aplicación de DMAIC. Para ello, se utilizarán herramientas de recopilación de datos que facilitarán el análisis del proceso y la evaluación del desempeño de los operadores. A partir de estos resultados, se implementarán estrategias de mejora en cada etapa del sistema productivo, garantizando una producción más eficiente y alineada con las demandas del mercado.

PROBLEMA DEL ESTUDIO

Durante el proceso productivo de la frutilla hidropónica termosellada se observan tiempos muertos en una de sus líneas de producción. Sánchez et al [1]. nos habla del modelado y simulación de pequeños sistemas industriales que han adquirido importancia en los procesos de toma de decisiones. Este artículo analiza una empresa de confección de ropa exterior masculina, con una producción semanal de 490 prendas. Buscando incrementar su productividad, se desarrolló un modelo del sistema real con un software de elementos discretos, identificando atrasos “cuellos de botella” y proponiendo soluciones. Los resultados de la simulación y la comparación con un escenario de mejora mostraron un aumento en la productividad.

Rodríguez et al [2]. reflexiona sobre los factores clave de éxito en el análisis estratégico del proceso productivo industrial, abarcando diseño de productos, selección de sistemas y tecnología, planificación de capacidad, distribución de instalaciones, cadena de valor, calidad, producción justo a tiempo, inventarios, recursos humanos y sistemas de información. Una revisión bibliográfica permitió contrastar autores, analizar y sistematizar procesos relevantes para garantizar el éxito sostenido del proceso productivo.

Ramos et al [3]. busca mejorar el proceso productivo de elaboración de fideo a través de herramientas de manufactura esbelta, con el fin de mejorar procesos y garantizar la competitividad. Se analiza el estado actual de la institución y se propone implementar herramientas como las 5S y el mantenimiento independiente para eliminar desperdicios. Se evalúa el impacto económico de estas herramientas y se presentan conclusiones y recomendaciones para su correcta implementación y sostenimiento.

Ochoa et al [4]. se enfocó en mejorar los métodos de producción del pan popular. Para lograrlo, se analizó cada fase del proceso de producción mediante una matriz de priorización, identificando los procesos críticos. Se descubrió que las etapas manuales no estaban estandarizadas, los movimientos y traslados entre estaciones no tenían una secuencia, lo que aumentaba el tiempo y esfuerzo necesario. Como solución, se propuso una nueva distribución en el área de producción, reduciendo distancias y movimientos. Esta reorganización buscó estandarizar los tiempos y métodos de trabajo, lo cual resultó en un incremento del 20% en la productividad.

El problema se enfoca en la mejora de procesos de producción de la frutilla hidropónica e incrementar la competitividad de la institución por medio del método DMAIC, con el fin de eliminar desperdicios, aumentar la productividad y asegurar la calidad.

JUSTIFICACION

Al conocer los posibles problemas productivos, el método DMAIC ayudara a la alineación de las partes interesadas en el proceso. La medición proporcionara datos para evaluar el rendimiento y establecer una línea base. El análisis identifica las causas de ineficiencias y problemas de calidad. Las fases de mejora y control implementarán soluciones efectivas y mantendrán el nuevo desempeño, optimizando procesos, incrementando la satisfacción del cliente, reduciendo costos operativos y asegurando la sostenibilidad ambiental y económica de las industrias.

OBJETIVOS

Objetivos generales

Propuesta de mejora del proceso productivo de la frutilla hidropónica termosellada utilizando el método DMAIC

Objetivos específicos

- Definir el proceso de elaboración de la frutilla hidropónica en su estado actual, mediante la recopilación de información sobre los factores de producción para establecer posibles problemas en la producción.
- Diseñar un modelo de simulación del proceso productivo de la frutilla hidropónica mediante software de elementos discretos con el objetivo de observar los posibles beneficios de su aplicación.
- Analizar los resultados obtenidos de la simulación mediante un sistema de registros, para la realización de mejoras en función de la capacidadde la línea de producción.

Capítulo I

1. MARCO TEÓRICO

El presente capítulo mostrará un enfoque de mejora continua con la metodología "Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) de los procesos productivos al mejorar la productividad y la eficiencia operativa basándose en artículos académicos e investigaciones. Se subrayarán los beneficios del ciclo de mejora continua en industrias globalizadas, presentando ejemplos prácticos como un aumento de eficiencia y aumento de la productividad. Se explicará los beneficios de adoptar metodologías multifactoriales para medir la eficiencia, demostrando su importancia en un entorno industrial cambiante y globalizado.

1.1. Importancia de los ciclos de mejora en procesos productivos

La importancia de los ciclos de mejora continua aumentó debido a las nuevas tecnologías y su implementación en industrias. Se mostró una mejora continua en una empresa de almacenamiento y distribución de gas L.P. en México, la metodología Plan, Do, Check, Act, (PDCA) incrementó la eficiencia entre un 2,64 % en 2016 y un 4,04 % en 2018, los resultados sugieren el ciclo de Deming como una estrategia replicable para optimizar procesos y resultados de acuerdo con el estudio. [7]

Figuerola et al [8]. Detalla la implementación del ciclo de mejora continua es crucial en un entorno de alta competencia y globalización, ya que permite a las empresas identificar y optimizar procesos clave para mejorar su productividad y eficiencia. Al enfocar esfuerzos en la identificación y corrección de áreas de mejora, las organizaciones pueden crecer y expandirse en un mercado competitivo.

Milagros et al [9]. Estipula que el ciclo "Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) en una empresa de transporte demostró ser clave para mejorar la productividad en todos sus procesos. A través de un enfoque cuantitativo y un diseño preexperimental, la investigación identificó y abordó problemas que limitaban el rendimiento, lo que llevó a un aumento del 17,08 % en la productividad. El uso de herramientas como la espina de Ishikawa y el cumplimiento de la norma ISO 9001:2015 fueron fundamentales en este proceso.

1.2. Producción

Como podemos observar en la figura 1, la producción es un proceso de transformación de métodos y recursos monetarios, a través de una planificación estructurada, organizada y controlada, considerando factores como entradas, mano de obra, tecnología, insumos básicos, instalaciones, equipos, maquinaria y energía, y resultado en productos terminados aportados a la empresa.

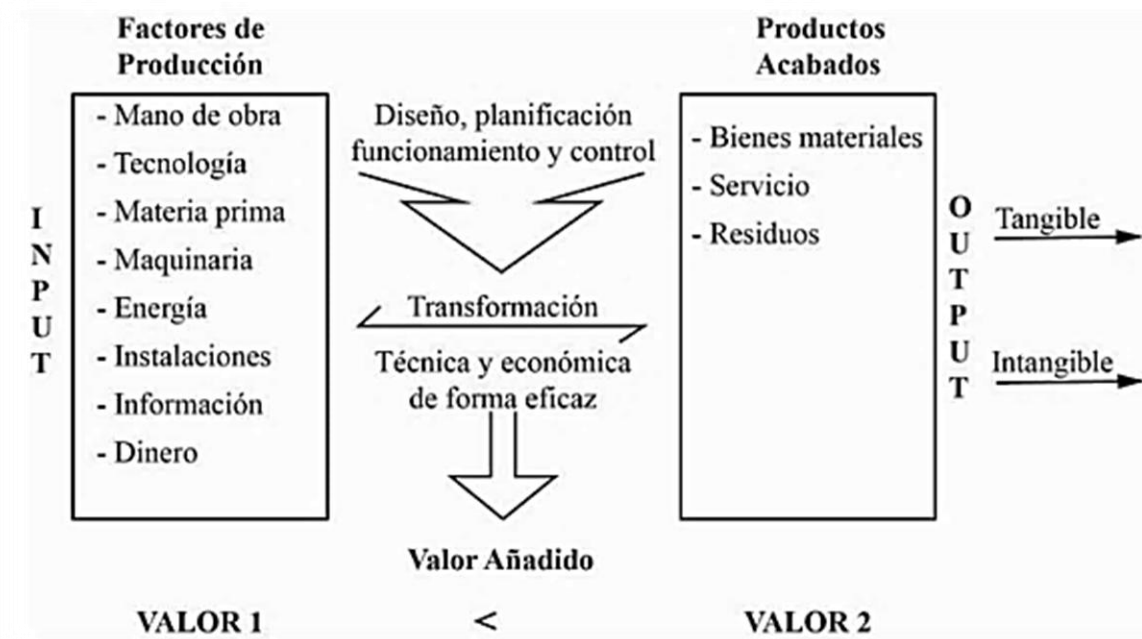


Figura 1. Grafica de producción, entradas y salidas de un proceso. [4]

1.2.1. Sistemas de producción

En la tabla 1, se organiza los principios fundamentales que rigen los sistemas de producción: sistema productivo, proceso, capacidad y productividad. Estos elementos detallan la transformación eficiente de materias primas en bienes o servicios.

La **capacidad** se refiere al límite máximo de producción, mientras que la **productividad** mide la eficiencia en el uso de recursos. La relación entre ambos es fundamental para mejorar la competitividad y rentabilidad empresarial. Ofrece una visión estructurada y comprensible de los elementos fundamentales que permiten entender y mejorar los procesos productivos.

Tabla 1. Conceptos Clave de los Sistemas de Producción.

Concepto	Descripción
Sistema Productivo	Mecanismo que transforma insumos en productos o servicios para cubrir necesidades al consumidor. Organiza la producción para maximizar eficiencia, minimizar costos y satisfacer demanda, abarcando desde la planificación hasta el control.
Proceso	Secuencia de actividades relacionadas que permiten lograr un objetivo específico mediante técnicas que transforman materiales en productos con valor añadido. Optimiza eficiencia para asegurar resultados.
Capacidad	Nivel máximo de producción alcanzable en un tiempo específico, medido en unidades por tiempo. Identifica limitaciones de producción y está relacionado con los recursos y condiciones disponibles.
Productividad	Relación entre unidades generadas y recursos utilizados. Refleja la eficiencia del uso de recursos en la producción. Mejorarla implica optimizar la producción con los recursos actuales o eliminar recursos no esenciales.
Capacidad y Productividad	Principios interrelacionados en producción. La capacidad mide el potencial máximo, y la productividad mide la eficiencia en el uso de recursos. Mejorar ambos es clave para la competitividad y rentabilidad empresarial.

Componentes esenciales para comprender y optimizar los procesos productivos.

1.3. Análisis de metodologías y medidas de trabajo

1.3.1. Análisis de metodologías

Neira [10]. Menciona sobre el análisis de los métodos, se lleva a cabo a través de un estudio meticuloso y sistemático de las técnicas, formas y habilidades empleadas al realizar un trabajo específico. El objetivo es rediseñar métodos que permitan completar el trabajo en menos tiempo y con una reducción en el uso de recursos e insumos. Esta disciplina se enfoca en aumentar la cantidad de unidades producidas en un tiempo determinado, utilizando la menor cantidad de movimientos posibles.

La tabla 2, presenta un resumen para mejorar los procesos en una empresa, enfocándose en la comprensión de metodologías, análisis de movimientos y optimización de tareas.

Tabla 2. Metodología de Análisis y Mejora de Procesos en la Producción

Aspecto	Descripción
Conclusión de la metodología	La comprensión de la metodología concentra todos los esfuerzos en realizar determinadas tareas a través del previo estudio.
Análisis de movimientos	- Movimiento del personal, insumos y productos terminados: Analizado a través de diagramas de flujo y representaciones gráficas del proceso con diversos grados de precisión. - Movimiento del torso y extremidades: Representado a través de un diagrama de operaciones. Elegir la tarea a estudiar.
Etapas para mejorar la metodología	Recopilar información sobre la metodología actual. Analizar críticamente la información recolectada. Replantear una mejora que sea más rápida, sencilla, barata y eficiente, y comunicarla.
Reevaluación continua	- Después de establecer un nuevo método de producción y obtener conocimiento sobre el proceso manufacturero, es fundamental buscar continuamente una mejora.
Optimización de mejora	Reducir errores en la producción al identificar problemas específicos que pueden derivar en otros inconvenientes en variables relacionadas con el proceso.

Análisis de movimientos y la optimización de tareas.

1.4. Herramientas para el desarrollo de metodologías

1.4.1. Diagrama de flujo

El diagrama de flujo es una representación visual de movimientos o flujos de materiales o personal operativo. Este diagrama simplifica la comprensión, análisis e influencia de la metodología, ofreciendo un seguimiento detallado de tareas que se repiten en determinados tiempos. La figura 2 (a) expone el proceso antiguo y la figura 2. (b) muestra la nueva distribución del flujo.

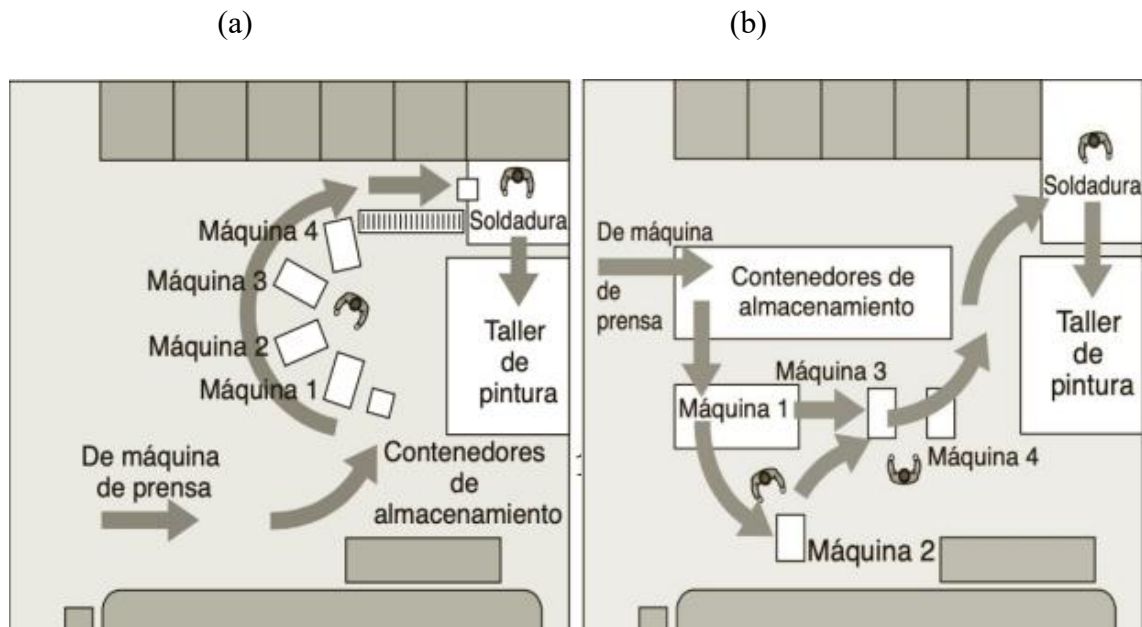


Figura 2. Ilustración de la línea manufacturera-producción de un eje para mesa, la figura 2 (a) expone el proceso antiguo y la figura 2. (b) muestra la nueva distribución del flujo.

1.4.2 Grafica de procesos

En el estudio de los procesos es fundamental reconocer el estado actual de todos los métodos, con el objetivo de detallarlos en una fase preliminar o para evaluar una posible mejora [6]. Las operaciones están organizadas en un conjunto de categorías, a cada una de las cuales se le ha asignado una nomenclatura específica, cómo se observa en la tabla 2.

La tabla 3, muestra las fases y acciones de un proceso, empleando símbolos gráficos para ilustrar cada tipo de actividad. Este sistema de representación permite analizar y detectar oportunidades de mejora en el flujo de trabajo.

Tabla 3. Nomenclatura gráfica de proceso

Etapas	Actividad	Desarrollo
	Operación	El producto sufre una transformación
	Inspección	Se lleva a cabo una inspección necesaria para garantizar la máxima calidad.
	Transporte o desplazamiento	Traslado de artículos o personal de un lugar a otro.
	Espera o depósito provisional	Detención temporal del producto por un período breve.
	Almacenamiento permanente	Almacenamiento prolongado del artículo en un lugar específico.
	Operación e inspección	Está formado por una combinación de símbolos para describir procesos sincronizados.

Fases y acciones de un proceso mediante símbolos gráficos.

Render [11]. Describe que en los diagramas de proceso se emplean símbolos para especificar la duración del ciclo y su separación, con el objetivo de agilizar el estudio y la documentación de cada etapa que forma parte del proceso. Esto permite enfocarse en las tareas que aportan valor. Su aplicación ayuda a reducir movimientos innecesarios y demoras, mejorando su flujo. La figura 3. Ilustra el proceso de la figura 2. (b), utilizando un nuevo método para la producción de un eje para mesa.

Método actual ☐ GRÁFICA DEL PROCESO
Método propuesto ☒

OBJETO GRAFICADO Producción de eje para mesa FECHA 5/1/13
GRAFICADO POR JH
GRÁFICA NÚM. 1
DEPARTAMENTO Célula de trabajo para eje de mesa HOJA NÚM. 1 de 1

DIST. EN PIES	TIEMPO EN MINS.	SÍMBOLOS UTILIZADOS EN LA GRÁFICA	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
50		○ → □ ▢ ▽	De la máquina de prensa a los contenedores de almacenamiento en la célula de trabajo
	3	○ → □ ▢ ▽	Contenedores de almacenamiento
5		○ → □ ▢ ▽	Movimiento a máquina 1
	4	● → □ ▢ ▽	Operación en máquina 1
4		○ → □ ▢ ▽	Movimiento a máquina 2
	2.5	● → □ ▢ ▽	Operación en máquina 2
4		○ → □ ▢ ▽	Movimiento a máquina 3
	3.5	● → □ ▢ ▽	Operación en máquina 3
4		○ → □ ▢ ▽	Movimiento a máquina 4
	4	● → □ ▢ ▽	Operación en máquina 4
20		○ → □ ▢ ▽	Movimiento a soldadura
	Poka-yoke	○ → □ ▢ ▽	Inspección poka-yoke en soldadura
	4	● → □ ▢ ▽	Soldar
10		○ → □ ▢ ▽	Movimiento a pintura
	4	● → □ ▢ ▽	Pintar
97	25		TOTAL

Figura 3. Gráfico de procesos para la producción de un eje para mesa. [11]

1.4.3. Medidas de trabajo

Cuantificar actividades en un proceso es establecer una estandarización que permita medir el tiempo necesario para completar una tarea. Esto facilita analizar y optimizar los tiempos, reduciendo el tiempo improductivo. La estandarización del tiempo representa el periodo requerido por un operador capacitado para realizar una tarea siguiendo una metodología establecida. [6]

La estandarización precisa permite medir el tiempo que tomaría una actividad en condiciones normales, también se refiere a un proceso sistemático utilizado para evaluar y establecer la cantidad de trabajo requerida para realizar una actividad específica. Esta medición no solo se utiliza para evaluar el rendimiento actual, sino que también permite establecer parámetros para la mejora continua en el entorno laboral.

1.4.4. Cronometraje

Ochoa [22]. Menciona en su trabajo que el estudio de tiempos es una herramienta fundamental en el análisis de cualquier tipo de proceso, ya que permite identificar y evaluar puntos críticos dentro del flujo de trabajo. A través de una medición detallada, es posible detectar ineficiencias, cuellos de botella y oportunidades de optimización.

Los resultados obtenidos en un estudio de tiempos sirven como base para implementar mejoras en el proceso. Una vez aplicadas las optimizaciones, se pueden realizar nuevas mediciones para comparar los resultados y determinar si los cambios han generado el impacto esperado. Este enfoque permite tomar decisiones basadas en datos concretos, asegurando que las modificaciones implementadas conduzcan a una mayor eficiencia, reducción de costos y optimización de recursos.

La metodología permite calcular la estandarización de los ciclos para una tarea específica, al descomponer las actividades que componen un proceso en específico, conocidas como elementos, y establecer el estándar de tiempo para cada uno de ellos. La sumatoria de los tiempos esenciales permite obtener el tiempo total necesario para la tarea previamente definida. La Figura 4, describe el procedimiento detallado de cronometraje utilizado para medir y estandarizar el tiempo de una actividad operativa.

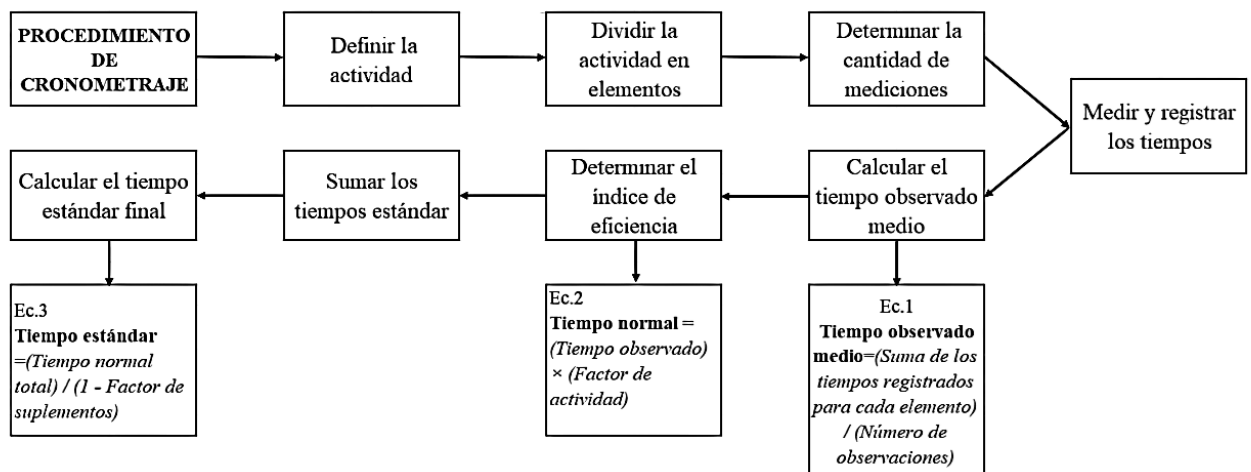


Figura 4. Procedimiento de Cronometraje para la Establecimiento de Estándares de Tiempo

1.5. Equipos esenciales para el estudio

Son aquellas herramientas y dispositivos necesarios para medir, registrar y procesar de manera precisa los tiempos de una actividad en un estudio de cronometraje. Los instrumentos son necesarios para llevar a cabo un plan de análisis y aplicación de tiempo, para garantizar la exactitud y fiabilidad de los resultados.

La figura 5, muestra los equipos esenciales que se utilizan en este tipo de estudios, para obtener mediciones exactas que permitan estandarizar procesos y mejorar la eficiencia operativa.

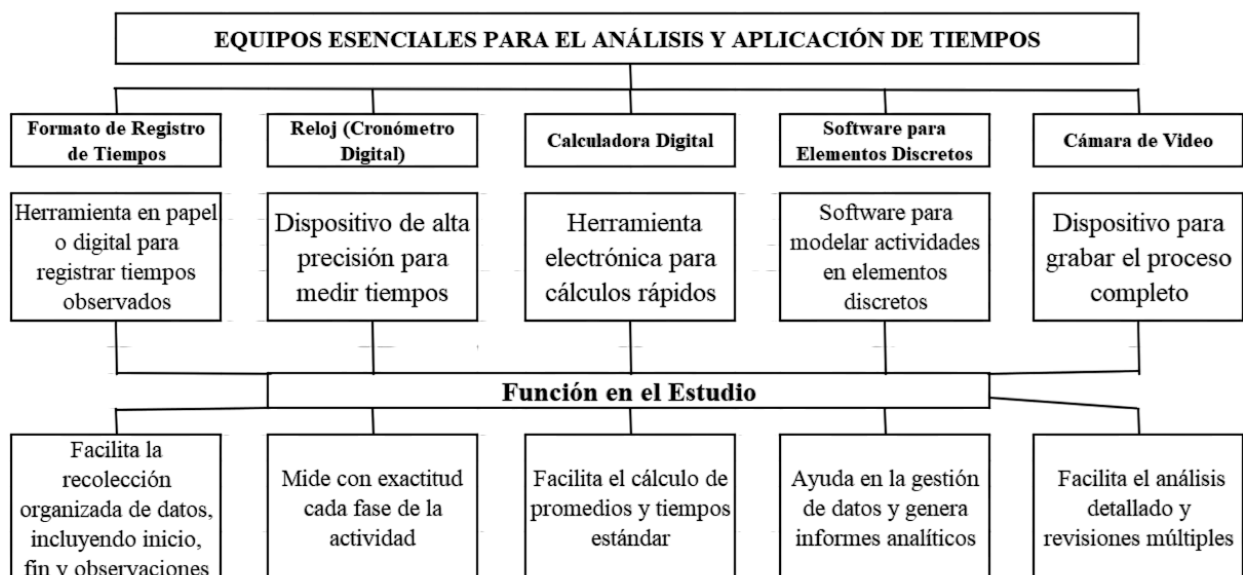


Figura 5. Equipos Esenciales para el Análisis y Aplicación de Tiempos.

1.4.5. Elementos de estudio de tiempo

Freivalds [12]. Se menciona que, al realizar un análisis de tiempos eficaz, los analistas deben considerar elementos clave que descomponen y evalúan las actividades detalladamente. Estos incluyen la identificación de las actividades, la división de la tarea en elementos de tiempo, la observación precisa de cada componente y la consideración de factores que afecten la duración, como demoras, interrupciones o fatiga. Estos elementos, especificados en la figura 3, son esenciales para asegurar un análisis completo y preciso.

En la figura 6, se determina el tiempo estándar que se debe asignar a una tarea, para facilitar la planificación de los recursos y la valoración de la eficacia. Este estudio se compone de varios elementos clave.



Figura 6. Elementos de estudio de tiempo. [12]

1.5. Inicio del estudio

Render [11]. Estipula que el inicio del estudio ayuda en la recolección de datos ya que es esencial para el análisis y la toma de decisiones, para aporta objetividad y precisión al evaluar problemas, identificar patrones y optimizar recursos. Los datos fiables reducen la incertidumbre y facilitan decisiones informadas, impactando directamente en la efectividad de las soluciones y los resultados.

1.6. Calificación del desempeño

El recorrido, habilidades, interés, competencias, esfuerzo y el entorno laboral son elementos que influyen en la evaluación del rendimiento de un empleado. El tiempo requerido para completar cada parte de las actividades seleccionada están directamente relacionadas con la destreza y aptitud del operador. Es importante establecer una referencia positiva para el tiempo normal de un empleado eficiente y uno negativo para el de un trabajador con bajo desempeño, con el fin de llegar a estandarizar el tiempo. Para llevar a cabo una comparación efectiva del desempeño del trabajador evaluado, es fundamental asignar una calificación. En la actualidad, se utilizan diversos métodos de evaluación, tales como el sistema Westinghouse, la calificación sintética, la evaluación de la velocidad, la calificación objetiva y las escalas de valoración. Entre las más utilizadas se encuentran las escalas 60-80 (Bedaux), 100-133 (centesimal) y 0-100 (norma británica). [13]

La tabla 4, presenta una escala de valoración técnica que asocia niveles de desempeño laboral con valores medibles en diferentes sistemas de referencia, específicamente para evaluar la consistencia en el desempeño y la velocidad de marcha comparable. Se utiliza para medir la productividad y eficiencia de los trabajadores con base en su ritmo de trabajo y la calidad percibida de sus acciones.

Tabla 4. Escala de valoración técnica de evaluación del desempeño por consistencia. [13]

Escala			Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable (km/h)
Bedaux 60-80	centesimal 100-133	Norma británica 0-100		
0	0	0	- Labor no observable	0
40	67	50	- Movimientos lentos, el trabajador demuestra poco interés en el trabajo	3,2
60 (ritmo normal)	100	75	- Constante, trabaja eficazmente bajo supervisión sin desperdiciar tiempo.	4,8
80	133	100 (ritmo tipo)	- Activo, lleva a cabo sus tareas con habilidad y precisión	6,4
100	167	125	- Realiza sus actividades rápidamente, con gran confianza en su trabajo.	8
120	200	150	- Sobresaliente en sus funciones, sin perder tiempo y manteniendo una alta calidad.	9,6

Escala de valoración-desempeño.

1.7. Sistema Westinghouse

El sistema de calificación Westinghouse evalúa el desempeño del colaborador en base a cuatro aspectos: consistencia, condiciones, esfuerzo y habilidad. Según este método, la habilidad se determina por la interacción entre la experiencia, las competencias y el desempeño. La tabla 5 a continuación muestra los niveles de habilidad junto con su porcentaje correspondiente.

Tabla 5. Valoración para evaluar la habilidad. [13]

Valoración Porcentual	Calificación	Grados de habilidad
+0.15	A1	Superior
+0.13	A2	Superior
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Mala
-0.22	F2	Mala

Escala de valoración-habilidad.

En la tabla 6, muestra una técnica empleada para otorgar una calificación al esfuerzo, se utiliza para medir la rapidez con la que se aplica la habilidad en el proceso básico del estudio. Presenta una "Valoración porcentual", una "Calificación" y "Grados de habilidad", que varían desde *excesivo* (A1, A2), *excelente* (B1, B2), *bueno* (C1, C2), *promedio* (D), *aceptable* (E1, E2) y *malo* (F1, F2).

Tabla 6. Evaluación para el esfuerzo-método de calificación [13].

Valoración Porcentual	Calificación	Grados de habilidad
+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
-0.17	F2	Malo

Escala de valoración-esfuerzo

La tabla 7, proporciona un método de evaluación de condiciones de trabajo, considerando factores como el *ruido*, la *iluminación*, la *ventilación* y la *temperatura*. Los niveles de calificación van desde *ideal* (A), seguido de *excelente* (B), *bueno* (C), *promedio* (D), *aceptable* (E) y *malo* (F). Cada calificación está asociada a una valoración porcentual que indica la calidad de las condiciones.

Tabla 7. Evaluación para las condiciones, permite una medición estandarizada. [13]

Valoración Porcentual	Calificación	Grados de habilidad
+0.06	A	Ideal
+0.04	B	Excelente
+0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Escala de evaluación de una medición estandarizada

La tabla 8, muestra la evaluación de la consistencia, con calificaciones que van desde *perfecta* (A) hasta *mala* (F). Cada nivel de consistencia está asociado a una valoración porcentual que permite medir la precisión en el desempeño, estableciendo un estándar de calidad en los procesos.

Tabla 8. Evaluación para la consistencia, califica con un valor máximo de "perfecta" y un valor mínimo de "mala". [13]

Valoración Porcentual	Calificación	Grados de habilidad
+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Mala

Escala de valuación para la consistencia

1.7.1 Análisis y aplicación de la calificación

Una vez que se han completado las etapas de cronometraje y evaluación del desempeño, el responsable del estudio llevará a cabo la multiplicación del tiempo observado (TO) por la calificación (C), y luego dividirá el resultado entre 100 para determinar el tiempo normal (TN). La ecuación 4, permite obtener una medida que refleja el tiempo que un trabajador debería tomar para realizar la tarea en condiciones "normales", compensando cualquier variación en la eficiencia o condiciones que puedan influir durante la observación. [12]

$$TN = TO * \frac{C}{100}$$

Ec.4

Donde:

(TO): Es el Tiempo Observado.

(C): Es la Calificación, generalmente expresada en porcentaje

(TN): Es el tiempo ajustado

1.4.5. Holguras y suplementos

El suplemento o margen de tiempo se refiere a los intervalos que el empleado requiere para satisfacer sus necesidades personales y tomar breves descansos necesarios para recuperarse de los efectos derivados de la realización de las tareas asignadas. Los márgenes estables y variables se consideran los principales elementos, que se dividen en holguras especiales y constantes.

En la figura 7, se observa un diagrama organizado de los diferentes modelos de suplementos. Los suplementos por cansancio proporcionan un tiempo específico para que el trabajador recupere la energía necesaria para llevar a cabo sus tareas. Estos suplementos se dividen en constantes y variables. Por otro lado, los suplementos especiales tienen en cuenta diversos aspectos que no son controlables, pero que deben recibir atención y se les debe asignar un periodo determinado para su correcta estandarización. [14]

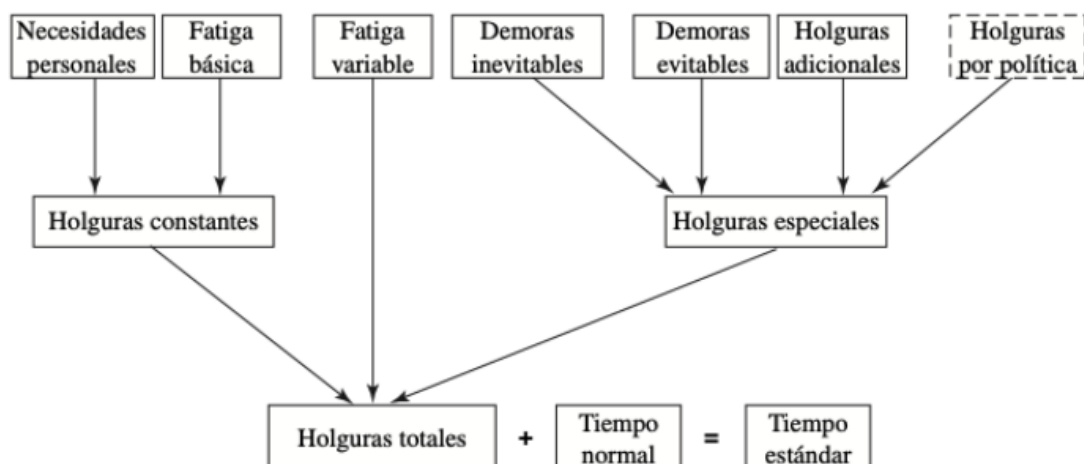


Figura 7. Tipos de suplementos u holguras, diagrama que clasifica los modelos de suplementos.

La OIT, en colaboración con empresarios y trabajadores, elaboró la tabla 9, considerando diversas especificaciones clave para establecer una calificación como suplemento o holgura, basándose en una lista de criterios. El analista debe evaluar cada elemento por separado para asignar una puntuación como suplemento y, al final, consolidar las puntuaciones sumando los valores variables y constantes.

La Tabla de suplementos de la OIT, proporcionan una guía para calcular y ajustar las condiciones laborales según diferentes factores de esfuerzo físico, condiciones ambientales y factores psicológicos. En la tabla 9, se detallan los criterios específicos que deben ser considerados al asignar suplementos, que permiten identificar y cuantificar condiciones adversas en el entorno laboral para implementar medidas correctivas.

Tabla 9. Tabla de suplementos (OIT)

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	VALOR (%)
Suplementos Constantes		
Necesidades personales	Tiempo para pausas personales y básicas	5-7%
Fatiga base	Compensación por fatiga general	4-6%
Suplementos Variables		
Trabajo de pie	Por mantener postura erguida	5-8%
Postura anormal	Ligeramente incómoda	5-8%
	Incómoda (inclinado)	10-12%
	Muy incómoda (echado, estirado)	15-20%
Uso de fuerza muscular	Según peso levantado (en kg):	
	2.5	0%
	5	1%
	7.5	2%
	10	3%
	12.5	4%
	15	5%
	17.5	7%
	20	9%
	22.5	11%
	25	13%
	30	17%
	35	22%

Herramienta diseñada para evaluar y ajustar las condiciones laborales

1.8. Medidas de la productividad

1.8.1 Aplicación de la productividad mono-factorial

Render [11]. Menciona que la **productividad** es una medida clave en la eficiencia de los procesos de producción, y se puede evaluar utilizando diferentes enfoques. En el caso de la **productividad mono-factorial** o de un solo factor de producción, en la ecuación 5, se analiza la relación entre la producción obtenida y los recursos (insumos o inputs) utilizados para lograrla.

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Medida\ de\ factores\ de\ produccion\ empleados\ (inputs)}$$

Ec.5

1.8.2. Aplicación de la productividad multifactorial

La productividad multifactorial es una medida que evalúa la eficiencia de un sistema de producción considerando múltiples factores de producción de manera conjunta. En lugar de centrarse en un solo factor (como en la productividad mono-factorial), la productividad multifactorial toma en cuenta varios insumos que contribuyen a la creación de los bienes o servicios producidos, como se detalla en la ecuación 6.

$$Productividad = \frac{Output}{Trabajo + material + energia + capital + varios}$$

Ec.6

Implementar una medida de productividad ofrece beneficios a los administradores, permitiéndoles evaluar si los procesos de producción están funcionando de manera eficiente o si es necesario realizar mejoras. La evaluación de la productividad multifactorial proporciona información más detallada y completa, ya que considera varios factores de producción, lo que permite un análisis más preciso de la eficiencia del sistema productivo en su totalidad. [11]

1.2 Método DMAIC

DMAIC es una estrategia estructurada para mejorar la productividad a través de cinco pasos clave: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Implica identificar problemas críticos, recopilar datos, identificar las causas fundamentales, implementar soluciones y monitorear indicadores para garantizar la mejora continua, alineados con los estándares ISO 9001:2015. La figura 8, muestra el método DMAIC, es una estrategia estructurada para mejorar la productividad mediante cinco etapas clave.

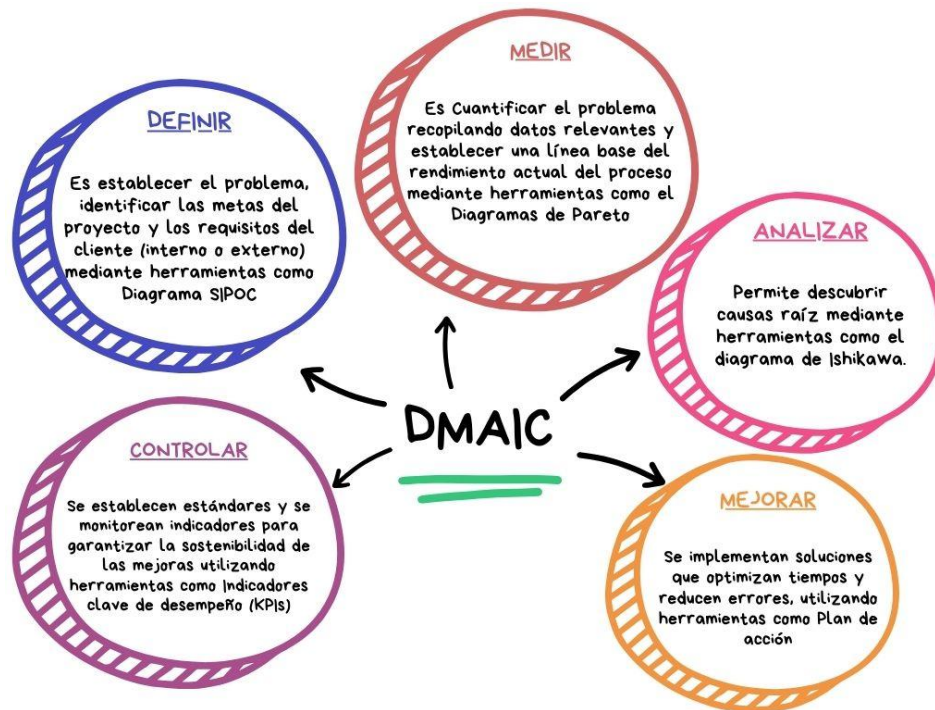


Figura 8. Aplicación del Método DMAIC.

El método DMAIC integra herramientas prácticas y técnicas de gestión para optimizar procesos productivos. Además de mejorar la eficiencia operativa, el DMAIC contribuye a la reducción de costos al minimizar errores y desperdicios. Su implementación en sistemas de producción genera un impacto directo en la productividad y competitividad empresarial, permitiendo a las organizaciones adaptarse a las exigencias de un entorno globalizado.

1.9.1. Realización de variables

1.9.2. Variable independiente

Los períodos y métodos observados en la tabla 10 tienen como objetivo principal la medición del trabajo para establecer estándares en los ciclos y movimientos necesarios para realizar una actividad específica [11]. Este análisis incluye el cálculo del tiempo que toma un operario calificado, bajo condiciones normales de trabajo, en completar una tarea siguiendo un procedimiento predefinido paso a paso. A partir de esta evaluación, se determinará si es necesario reducir o eliminar tiempos improductivos en el proceso.

Tabla 10. Periodos y métodos observados. [11]

Problema	Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
¿Cómo impacta la mejora de la producción en la elaboración de frutilla hidropónica a través del análisis de tiempos y procesos productivos?	Tiempo	- Intervalo específico durante el cual se lleva a cabo una acción o se desarrolla un evento. El objetivo principal de la medición del trabajo es establecer tiempos estándar para realizar una tarea determinada.	Jornada Laboral	Horas laboradas y experiencia Laboral
	Método	- Método que se sigue para lograr un objetivo. La mejora de los métodos de trabajo está estrechamente relacionada con la medición de tiempos.	Estrategias de producción	Técnicas y experiencia laboral
	Productividad	- Es la capacidad de producir productos de calidad teniendo en cuenta el tiempo y los recursos empleados.	Aprovechamiento de los recursos	Porcentaje de productividad

1.9.3. Variable dependiente

Postils [6]. Menciona que la productividad evalúa la eficiencia de una organización que lleva a cabo sus procesos de manufactura. Mejorar el rendimiento implica incrementar la capacidad productiva sin necesariamente realizar inversiones en nuevo equipamiento.

Pérez [19]. Estipula sobre mejorar la eficiencia de la línea de envasado de PET en la Fábrica Nacional de Licores (Fanal) mediante la metodología DMAIC-Seis Sigma. Tras identificar problemas como tiempos bajos, paros frecuentes y defectos de calidad, se implementaron soluciones como monitoreo con OEE, automatización de procesos, y capacitación del personal. Estas mejoras elevaron el OEE del 47% al 80%, redujeron tiempos muertos y optimizaron recursos, permitiendo cubrir picos de demanda y generando mayores ingresos para la empresa.

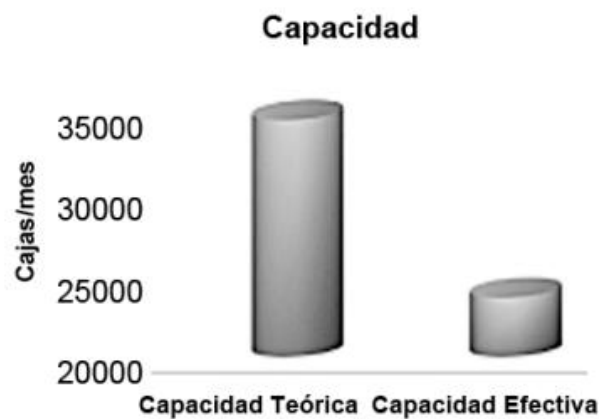


Figura 9. Gráfico de comparación de la capacidad del proceso de envasado de botellas PET.

García [20]. Muestra cómo se implementó la metodología DMAIC en una empresa de productos médicos para reducir quejas de clientes, enfocándose en el control de calidad de cepillos de citología, cuya principal falla ocurría al desprenderse el cepillo del casquillo. Se analizaron las causas mediante herramientas estadísticas como diagramas de causa-efecto, histogramas y regresión. El proyecto demostró la importancia de mejorar procesos y logró reducir costos, reprocesos y tiempos de entrega hasta un 60%, optimizando el sistema de calidad y producción.

Acuña [21]. Detalla sobre la aplicación de la metodología DMAIC para reducir pérdidas en la fabricación de chocolates, que representaban \$784 millones de pesos en 2008. Se formó un equipo multidisciplinario, se identificaron y priorizaron causas de pérdidas, y se implementaron mejoras basadas en análisis estadísticos, incrementando la sigma de 1,83 a 3,87. Las pérdidas diarias disminuyeron de 207,6 kg a 137,3 kg, logrando un ahorro anual de \$22 millones de pesos.

Capítulo II

Análisis del proceso productivo

En el presente capítulo se utilizará herramientas destinadas a recopilar datos relevantes para identificar tanto los aciertos como los desafíos en el departamento de producción de frutilla hidropónica, dichas herramientas serán aplicadas al proceso y operadores. Esto permitirá comprender con mayor claridad el funcionamiento de proceso productivo de la frutilla hidropónica.

2.1. Definir

2.3. Descripción del proceso

La producción de frutilla hidropónica se lleva a cabo en un tiempo de 1h y 30 min, la cual se define como un ciclo, el mismo se realiza 2 veces al día, uno en la mañana y otro en la tarde, particularmente el de la mañana empieza de (8:00 am - 9:30 am) y el de la tarde (2:00 pm - 3:30 pm).

El proceso comienza en la primera etapa de producción, donde intervienen dos operadores, este proceso es conocido como selección, donde se separan las frutillas que presentan daños, como golpes o cortes, tal como se ilustra en la figura 10.



Figura 10. Selección de la frutilla

Posteriormente, el producto pasa a la segunda etapa, allí interviene un único operador, esta parte del proceso se denominada lavado, donde se elimina la mayor cantidad posible de impurezas, como se muestra en la figura 11.



Figura 11. Lavado de la frutilla

Posteriormente, se da paso a la etapa de sellado, como se ilustra en la figura 12 y figura 13. En esta etapa, interviene un único operador, quien coloca las frutillas en sus respectivos recipientes y las introduce en la máquina de termosellado. Finalmente, este mismo operador realiza un control de calidad para verificar un correcto sellado, completando así el ciclo de producción.



Figura 12. Máquina termo selladora



Figura 13. Frutilla termosellado

En la figura 14, se observa el diagrama de procesos de la frutilla hidropónica, abarcando cada una de sus etapas clave. Esto incluye desde la selección como su etapa inicial hasta llegar a ser denominado producto terminado. Además, el diagrama ilustra el flujo de transporte involucrado y los puntos críticos para la toma de decisiones estratégicas, que garantizan la calidad y eficiencia en la producción.

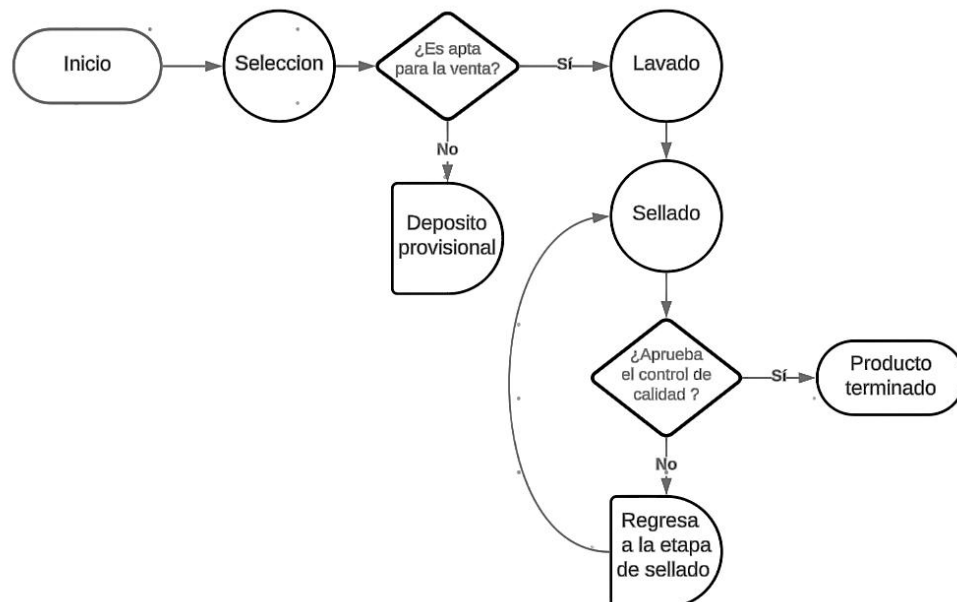


Figura 14. Diagrama de proceso

En la figura 15, se ilustra un proceso sistemático que puede aplicarse para proponer mejoras en la producción y presentación de la frutilla hidropónica termosellada. Su estructura sigue un flujo lineal que representa los pasos clave en un proceso de mejora continua.

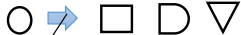
GRAFICA DE PROCESOS			
Método actual	X		Fecha:
Método propuesto			
Objetivo del grafico	Producción de frutilla		
Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbolos	Descripcion del proceso
0,5			Colocar la frutilla en la banda tranpostadora
	54		Operación en la etapa de selección
1,5			Movimiento a la etapa de lavado
	36,4		Operación en la etapa de lavado
2			movimiento a la etapa de sellado
	86,8		operación y control en la etapa de sellado
4	88,2		Total

Figura 15. Muestra Magistral de Mejora

La tabla 11, presenta la cantidad de operadores involucrados en el proceso y las funciones que realizan en él.

Tabla 11. Funciones de operadores

NÚMERO DE OPERADOR	DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES
Operador 1	Selección
Operador 2	Selección
Operador 3	Lavado
Operador 4	Sellado

La figura 16, representa un proceso productivo simplificado que inicia con la entrada de materia prima, pasa por las etapas de selección y lavado, luego la materia procesada es transferida a recipientes. Posteriormente, los recipientes pasan por un proceso de sellado, y finalmente, se obtiene el producto terminado listo para su distribución o consumo.

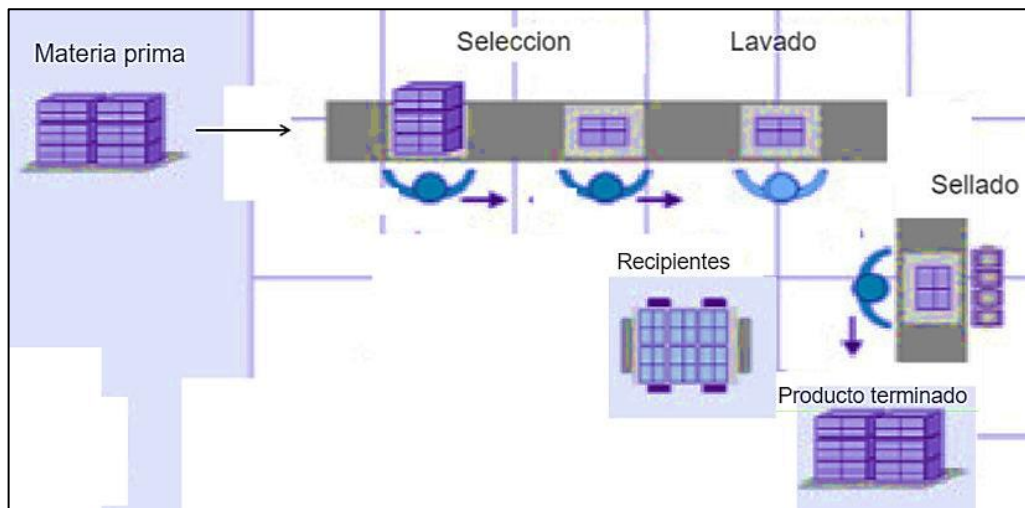


Figura 16. Layout del proceso productivo de la frutilla hidropónica

3.3. Encuesta

Se realizará una encuesta a los operadores, para obtener una visión detallada y personalizada sobre diversos aspectos que pueden influir significativamente en el proceso productivo. Esta herramienta permite recopilar información clave relacionada con las percepciones, habilidades, conocimientos y prácticas diarias de los operadores, así como identificar posibles áreas de mejora en su desempeño.

García [20]. Destaca que la evaluación de los trabajadores es esencial para identificar mejoras, fomentar el desarrollo profesional y optimizar el desempeño organizacional. Mediante la metodología DMAIC y herramientas estadísticas, se pueden analizar y corregir desviaciones, promover la mejora continua y aumentar la productividad y el compromiso tanto de los empleados como de la organización.

Los datos obtenidos proporcionan una base valiosa para analizar cómo factores humanos, técnicos y organizacionales afectan la eficiencia y calidad del proceso productivo, facilitando la implementación de estrategias dirigidas a la optimización continua. Para esto se han formulado las siguientes preguntas:

Pregunta 1.

¿Recibió capacitación formal para desempeñar las tareas de este trabajo?

Opciones de respuesta: Sí / No

Pregunta 2.

¿Dispone de los equipos de protección personal necesarios para realizar su trabajo de manera segura?

Opciones de respuesta: Sí / No

Pregunta 3.

¿Tiene más de un año de experiencia en el puesto que actualmente ocupa?

Opciones de respuesta: Sí / No

Pregunta 4.

¿Ha experimentado algún tipo de malestar muscular, dolor o molestias físicas durante el ciclo de producción de frutilla hidropónica?

Opciones de respuesta: Sí / No (Si respondió "Sí", especifique el tipo de malestar).

Pregunta 5.

¿Tiene usted más de 30 años?

Opciones de respuesta: Sí / No

4.3. Evaluación de desempeño

La evaluación del desempeño se llevará a cabo tomando el tiempo como variable independiente. La tabla 12, presenta la calificación obtenida mediante el método Westinghouse, tanto por los operadores como por cada etapa del proceso productivo, permitiendo analizar el rendimiento individual y colectivo en función de esta métrica clave.

Tabla12. Evaluación de desempeño

	Evaluación de habilidad	Evaluación de esfuerzo	Evaluación de condiciones	Evaluación de la consistencia
Operador 1	E2	C1	B	D
Operador 2	D	C1	B	C
Operador 3	D	B2	B	B
Operador 4	B1	B1	B	B
Etapas de selección			B	
Etapas de lavado			B	
Etapas de sellado			B	

5.3. Aplicación de la calificación

Los resultados obtenidos de la evaluación de desempeño en cada una de las etapas pueden ser utilizados para determinar los tiempos normales de operación en cada etapa del proceso. Esto permitirá establecer un estándar de tiempo para cada etapa, proporcionando una referencia clara para optimizar y controlar el flujo de trabajo.

- Tiempo normal en la etapa de selección

$$TN = 54.5 * \frac{100}{100}$$

$$TN = 54.5$$

- Tiempo normal en la etapa de lavado

$$TN = 36.3 * \frac{101}{100}$$

$$TN = 36.6$$

- Tiempo normal en la etapa de sellado

$$TN = 87.4 * \frac{96}{100}$$

$$TN = 83.9$$

6.3. Productividad

Es una medida clave en la eficiencia de los procesos de producción, y se puede evaluar utilizando diferentes enfoques, se analiza la relación entre la producción obtenida y los recursos (insumos o inputs) utilizados en la ecuación 5.

$$Productividad = \frac{1455}{1458} * 100$$

$$Productividad = 99.79\%$$

En la tabla 13, se detallan los valores utilizados en el cálculo, donde el numerador (1455) corresponde al producto terminado y el denominador (1458) representa la materia prima empleada. Esta información destaca la eficacia del sistema productivo y permite identificar posibles áreas de mejora para alcanzar una productividad aún mayor.

2.2 Medir

En esta etapa, se procederá a realizar un análisis mediante la medición de tiempos y datos históricos en el proceso productivo, lo cual incluirá la toma de tiempos detallada para cada una de las etapas del ciclo. Este ejercicio permitirá obtener datos precisos sobre la duración de cada etapa, además, se complementará este análisis con los resultados de la encuesta realizada al personal operativo, lo que brindará una visión integral de la situación.

En la tabla 13, se presenta un compendio detallado de los datos históricos proporcionados por la empresa, los cuales abarcan información de tiempos en cada etapa de producción.

Tabla 13. Datos históricos

	Frutilla (Kg)	Selección (min)	Lavado (min)	Sellado (min)	Tiempo de producción total (min)
Ciclo 1	71	53.3	35.5	85.2	86.5
Ciclo 2	74	55.5	37	88.7	90.1
Ciclo 3	71	53.6	35.6	85.2	86.6
Ciclo 4	74	55.4	36.8	88.7	89.9
Ciclo 5	73	54.9	36.1	88.8	90.1
Ciclo 6	69	52.4	34.9	84.8	85.3
Ciclo 7	72	53.3	35.8	85.6	88.8
Ciclo 8	74	55.7	36.9	88.6	89.9
Ciclo 9	73	54.7	36.6	88.6	90.2
Ciclo 10	76	56.2	37.1	89.6	91

En la tabla 14, se presentan los tiempos registrados en cada una de las etapas del proceso de producción, detallando el tiempo empleado en cada etapa específica y el tiempo total requerido para completar el ciclo productivo, además se ha incluido la cantidad de producto terminado. Este análisis permite identificar con precisión cómo se distribuye el tiempo en cada fase y qué proporción representa cada etapa dentro del proceso.

Tabla 14. Toma de tiempos del proceso

	Frutilla (Kg)	Selección (min)	Lavado (min)	Sellado (min)	Tiempo de producción total (min)	Cantidad de producto terminado (kg)
Ciclo 1	73	51.1	36.5	83.9	85.1	72.5
Ciclo 2	72	50.4	36	82.8	84	72
Ciclo 3	71	53.3	35.5	85.2	86.5	70.5
Ciclo 4	74	55.5	37	88.8	90.1	74
Ciclo 5	71	53.7	35.7	85.2	86.6	71
Ciclo 6	74	55.4	36.8	88.7	89.9	74
Ciclo 7	73	54.9	36.1	88.8	90.1	73
Ciclo 8	72	53.3	35.9	85.7	88.8	72
Ciclo 9	74	55.8	36.9	88.6	89.9	73.5
Ciclo 10	75	56.1	37.1	89.5	91	75

2.3. Análisis de los datos de tiempo

La figura 17, muestra el tiempo promedio empleado en cada una de las etapas del proceso, comparando los datos históricos con los datos recopilados recientemente.

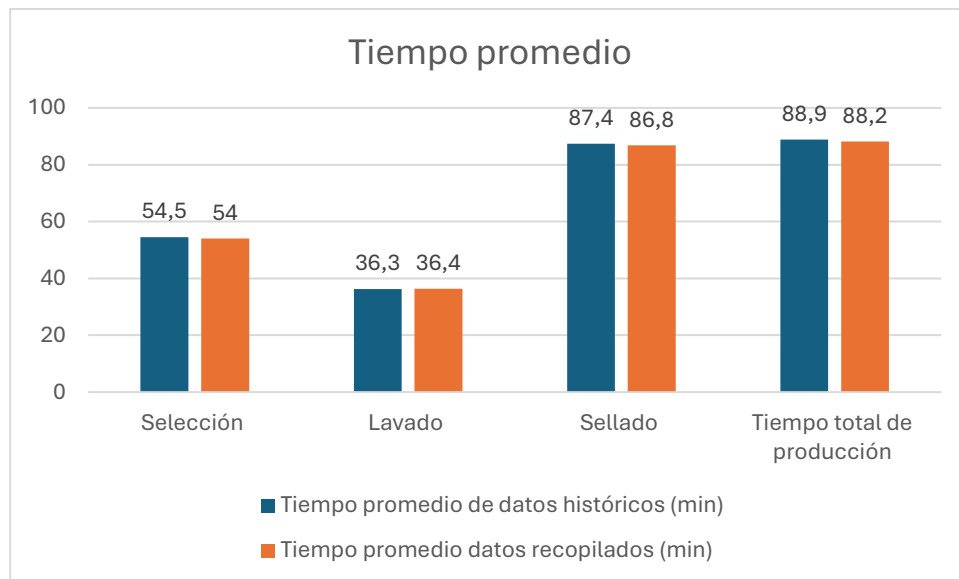


Figura 17. Tiempos promedio de producción.

En la figura 18, se observa una mínima variación entre los datos históricos y los datos recopilados. Este análisis permite identificar con mayor precisión las fluctuaciones en los tiempos de cada etapa del proceso de producción. Destaca la etapa de sellado como un punto crítico dentro del proceso productivo, lo que indica la necesidad de una atención especial para optimizar su desempeño.

La figura 17, muestra el porcentaje de tiempo que está activa cada una de las etapas durante el tiempo total del proceso productivo.

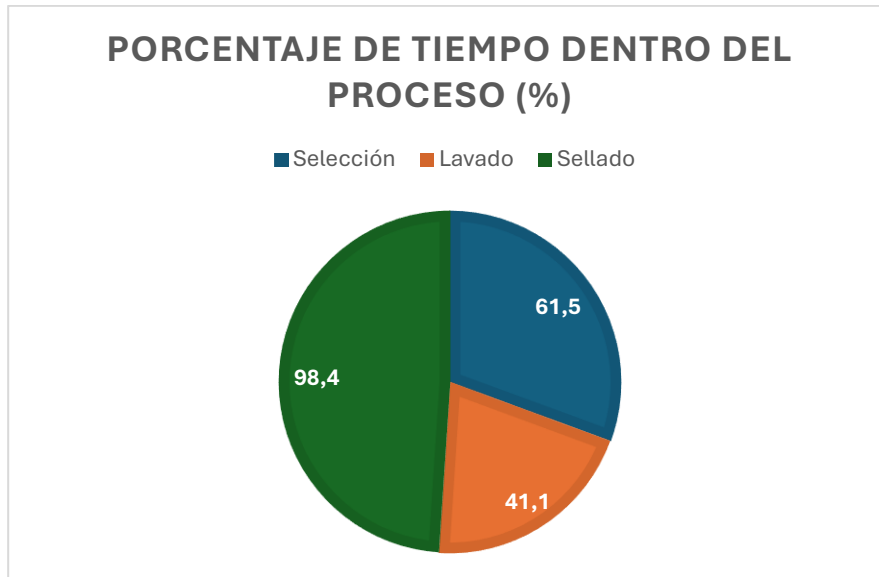


Figura 18. Porcentaje de tiempo dentro del proceso

2.4. Descripción del Problema

En el proceso productivo de frutilla hidropónica, se ha identificado que la etapa de termosellado presenta un cuello de botella significativo que ralentiza el flujo de trabajo. Este problema afecta la eficiencia general de la producción, causando acumulaciones en la línea de producción y retrasos en el cumplimiento de las metas establecidas. Además, en las etapas de selección y lavado, los operadores no utilizan guantes, lo que reduce la velocidad y genera inconsistencias en el manejo del producto. En la figura 19 muestra un diagrama de Ishikawa se muestra más detallado las causas de los problemas detectados.

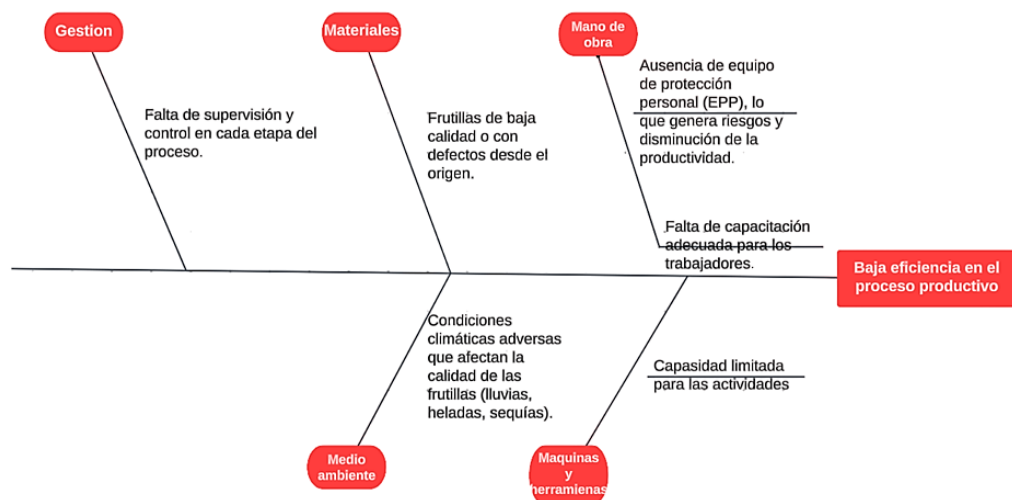


Figura 19. Diagrama de Ishikawa

Este estudio abarca:

- Las tres etapas principales del proceso de producción: selección, lavado y sellado.
- Identificación de las causas principales que generan ineficiencias en cada etapa.
- Implementación de posibles soluciones para eliminar los cuellos de botella y mejorar los tiempos de producción.

2.5. Declaración del Problema

Actualmente, el proceso de producción de frutilla hidropónica presenta tiempos elevados debido a:

- Falta de herramientas (guantes) en selección y lavado, lo que ralentiza la manipulación.
- Baja capacidad operativa en la etapa de sellado, generando acumulaciones y demoras.

Posterior al análisis detallado de cada etapa del proceso productivo, hemos identificado dos problemas clave que requieren atención para mejorar la eficiencia del sistema

2.6. Falta de equipo de protección personal (EPP):

Se observó que una parte del personal operativo no cuenta con el equipo necesario para garantizar su seguridad durante la realización de las tareas asignadas. Esta situación pone en riesgo la integridad física de los trabajadores e impactan negativamente en la productividad.

2.6.1. Cuello de botella en la etapa de sellado:

Durante el análisis, se detectó que la etapa de sellado presenta una significativa acumulación de trabajo, lo que retrasa el flujo general del proceso productivo. Este cuello de botella podría deberse a una insuficiencia en la capacidad operativa de la máquina de termosellado.

Los dos aspectos representan oportunidades críticas de mejora y deben ser abordados mediante acciones correctivas bien planificadas. En el caso del equipo de protección personal, es necesario implementar un programa integral que incluya la provisión de EPP adecuado, la capacitación del personal en su correcto uso y el monitoreo constante para garantizar su cumplimiento. Por otro lado, para resolver el cuello de botella en el área de sellado, se recomienda realizar un análisis de las causas raíz y considerar medidas como la optimización de los procedimientos o el incremento en su capacidad productiva.

2.1. Datos para la simulación

La tabla 15, presenta los datos actuales que se utilizarán para la realización de la simulación. Estos datos proporcionan una base actualizada y precisa.

Tabla 15. Datos actuales para la simulación

	SELECCIÓN	LAVADO	SELLADO
Nuevos tiempos promedio del proceso (min)	50	35	55

En la figura 20, a partir de los datos presentados, se realizará una simulación centrada en implementar mejoras en los puntos críticos identificados. Este análisis facilitará la evaluación del impacto de las modificaciones propuestas, con el objetivo de optimizar el desempeño del proceso productivo.

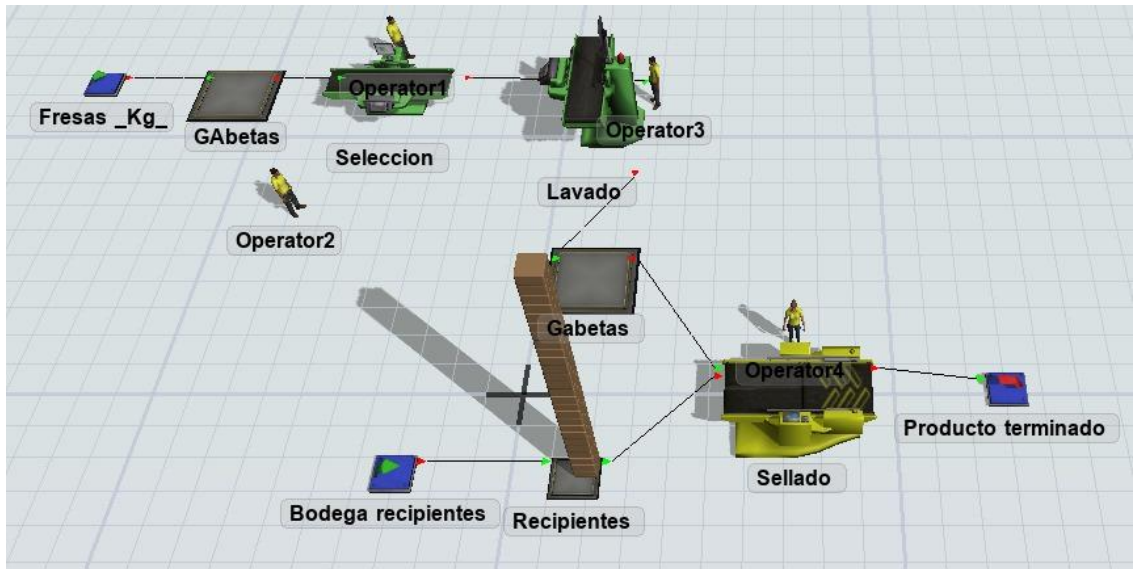


Figura 20. Simulación para la mejora del proceso productivo

La figura 21, presenta el porcentaje de tiempo que los operadores permaneces activos en su respectivo puesto de trabajo.

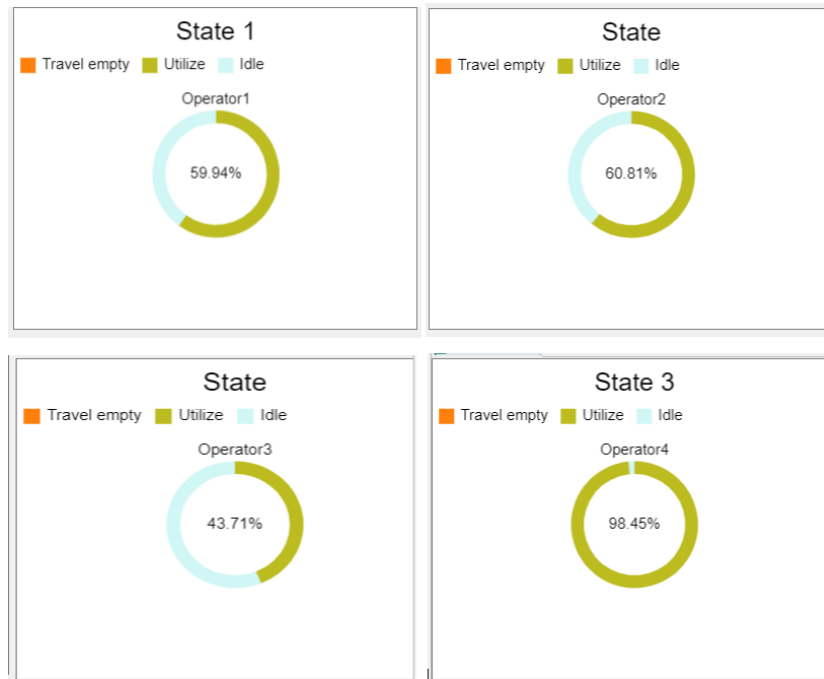


Figura 21. Porcentaje de actividad de los operadores en el método actual.

La figura 22, muestra el porcentaje de tiempo que permanecen activas las etapas de selección lavado y sellado.

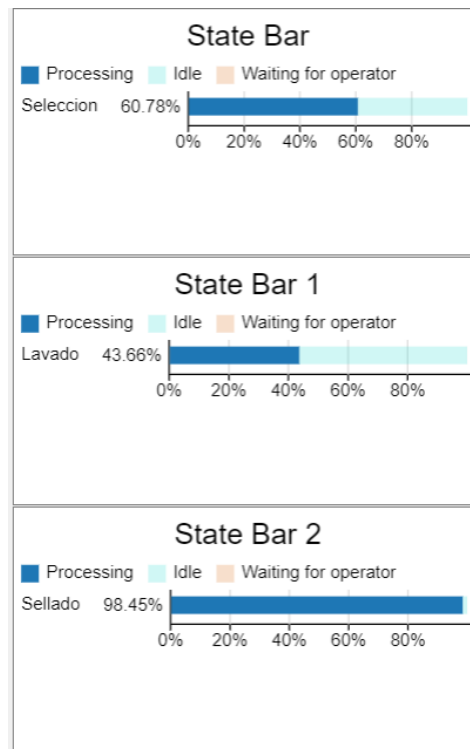


Figura 22. Porcentaje de tiempo de todas las etapas

Capítulo III

Análisis de resultados

En el presente capítulo se llevará a cabo una mejora en los puntos críticos identificados a lo largo del proceso productivo. Este análisis nos ayudará a identificar áreas de oportunidad y factores que puedan estar afectando la eficiencia y productividad del proceso. A partir de esta evaluación, se propondrán estrategias y mejoras específicas orientadas a optimizar cada una de las etapas del proceso productivo, garantizando así un desempeño más eficiente, una mejor utilización de los recursos disponibles y una reducción de tiempos y costos operativos.

3.1. Análisis de la encuesta

3.1.1. Resultados de la encuesta

En la tabla 16 se detalla información clave relacionada con el recurso humano en cada etapa del proceso productivo. Esta tabla incluye el número de operadores asignados a cada etapa, el nivel de capacitación que poseen para desempeñar su puesto laboral, la confirmación de si cuentan con el equipo de protección personal adecuado para garantizar su seguridad en el trabajo, la información sobre su experiencia en el puesto laboral y si presentan alguna molestia física durante el proceso productivo.

Tabla 16. Resultados de la encuesta

	SELECCIÓN		LAVADO	SELLADO
Número de operadores	2		1	1
Inducción	SI	SI	SI	SI
Equipo	NO	NO	NO	SI
Experiencia	NO	SI	SI	SI
Molestias durante el ciclo de producción	SI	SI	SI	NO
Mayor de 30 años	SI	NO	SI	SI

La figura 23, muestra de manera grafica los resultados a la pregunta 1.

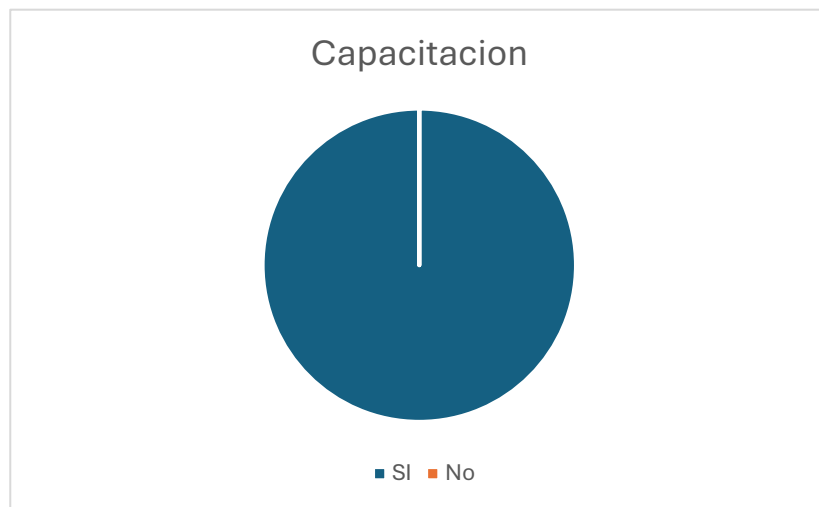


Figura 23. Pregunta 1 (capacitación)

La figura 24, muestra de manera grafica los resultados a la pregunta 2.

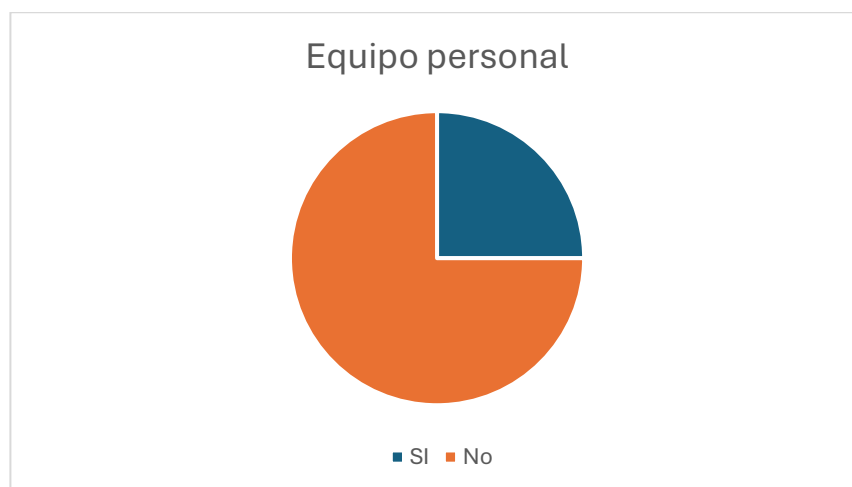


Figura 24. Pregunta 2 (equipos personales)

La figura 25, muestra de manera grafica los resultados a la pregunta 3.



Figura 25. Pregunta 3 (Experiencia laboral)

La figura 26, muestra de manera grafica los resultados a la pregunta 4.

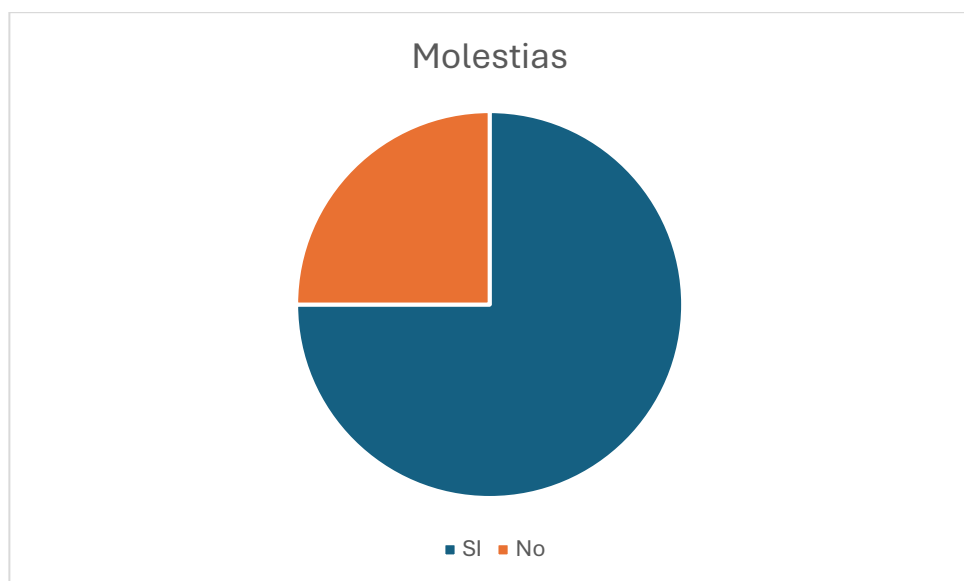


Figura 26. Pregunta 4 (Molestias físicas)

La figura 27, muestra de manera grafica los resultados a la pregunta 5.

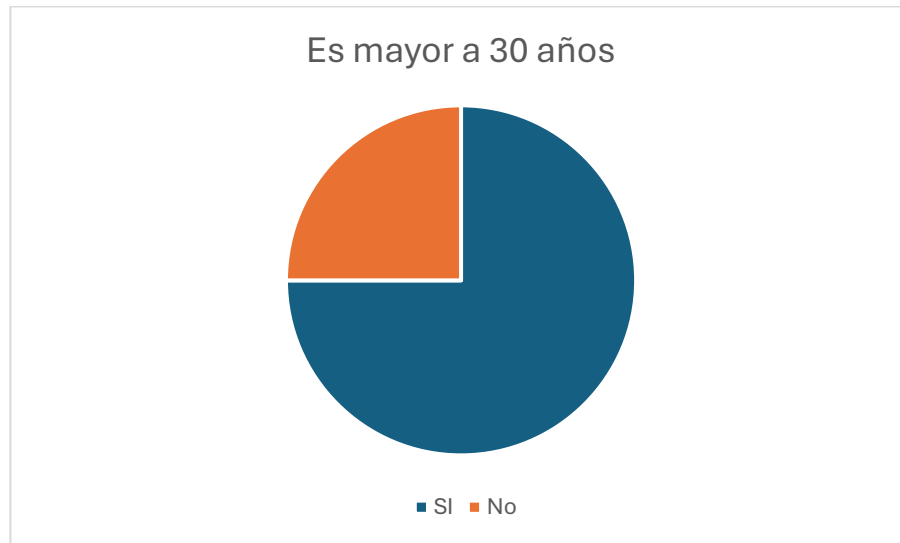


Figura 27. Pregunta 5 (Mayor de 30 años)

En la tabla 17, se presenta el porcentaje de tiempo durante el cual cada etapa del proceso productivo permanece activa, desde el inicio hasta la finalización del ciclo completo. Esta información proporciona una perspectiva clara sobre la eficiencia de cada fase y su contribución al tiempo total empleado en el proceso productivo.

Tabla 17. Porcentaje de tiempo dentro del proceso	
Etapa	Porcentaje de tiempo dentro del proceso (%)
Selección	61.5
Lavado	41.1
Sellado	98.4

La tabla 18, presenta un análisis detallado del tiempo promedio empleado en cada etapa del proceso de producción. En ella se comparan los datos históricos registrados con los tiempos recopilados durante la medición reciente. Esta comparación permite identificar posibles variaciones, tendencias o inconsistencias entre ambas fuentes, proporcionando una base para evaluar la eficiencia operativa y detectar áreas de oportunidad para la optimización de los procesos.

Tabla 18. Tiempos promedio

	Tiempo promedio de datos históricos (min)	Tiempo promedio datos recopilados (min)
Selección	54.5	54
Lavado	36.3	36.4
Sellado	87.4	86.8
Tiempo total de producción	88.9	88.2

3.2. Análisis de los operadores

En la figura 24, se observa que todos los operadores recibieron una inducción previa al inicio de sus actividades laborales. Sin embargo, se identificó que únicamente el operador de la etapa de sellado cuenta con el equipo de protección personal requerido, mientras que los operadores de las demás etapas carecen de su equipo de protección personal.

La figura 28, presenta el análisis detallado de cada una de las etapas del proceso, así como los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los operadores.

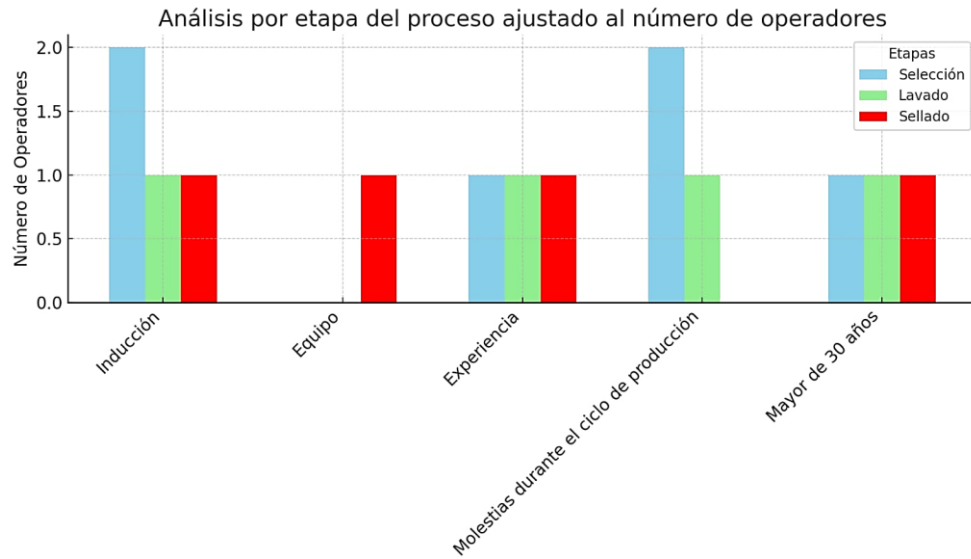


Figura 28. Análisis de la encuesta en cada etapa

En cuanto a la experiencia laboral, se observa que uno de los operadores de la etapa de selección tiene menos de un año de experiencia en el puesto actual, mientras que el resto de los operadores cuenta con más de un año de experiencia en el puesto actual o en roles similares.

Respecto a las molestias durante el proceso productivo, los operadores de la etapa de selección reportan mayores molestias en las manos, principalmente debido al contacto directo y prolongado con la frutilla. En la etapa de lavado, también se reporta una molestia similar, aunque de forma mucho más leve. Además, se identificó que uno de los operadores de la etapa de selección tiene menos de 30 años.

3.2.1. Identificación de las causas raíz

Tras realizar una revisión y posterior análisis de las mediciones obtenidas y considerando los datos históricos relacionados con el proceso de producción de frutilla hidropónica, se han identificado los siguientes problemas que afectan el desempeño y la eficiencia del sistema Productivo.

3.3. Etapas de selección y lavado

- **Causa:** Los operadores no utilizan guantes, lo que podría estar afectando su velocidad al manipular las frutillas. Esto genera movimientos más lentos y aumenta el tiempo de procesamiento.
- **Etapas de sellado**
- **Causa:** La máquina de sellado tiene una capacidad limitada en comparación con la cantidad de frutillas procesadas en las etapas previas, lo que genera acumulación de producto a la espera de ser sellado.

3.4 Resultados del análisis

Los operadores de las etapas de selección y lavado trabajan a un ritmo más lento debido a la falta de guantes, lo que limita la velocidad y eficiencia en la manipulación de las frutillas.

Por otro lado, la etapa de sellado representa un claro cuello de botella en el proceso productivo, causado por la capacidad insuficiente de la máquina en relación con el volumen de producción previo.

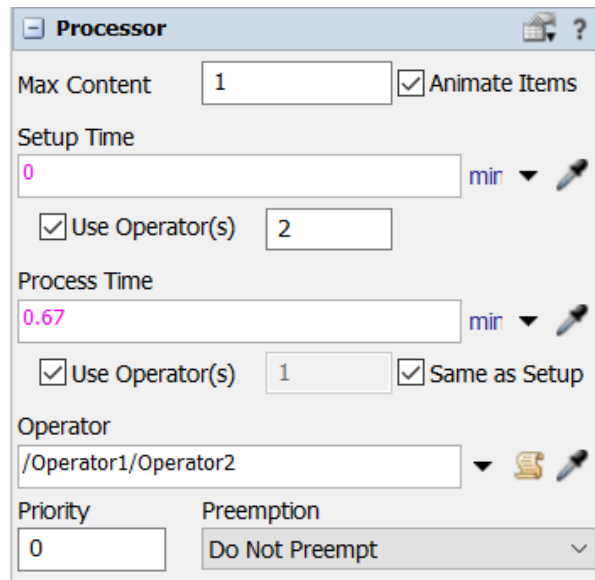
El análisis confirma que la combinación de falta del equipo de protección personal (guantes) en las primeras etapas y la limitada capacidad del sellado son las causas principales de la ineficiencia en el proceso. Las soluciones deberán centrarse en optimizar estas áreas para mejorar la productividad global.

3.5. Mejora

3.5.1. Mejora en las etapas de selección y lavado

En estas etapas, es fundamental que los operadores utilicen su equipo de protección personal, específicamente guantes, para mejorar su agilidad y velocidad en las tareas dentro del proceso productivo. Esto no solo permitirá reducir los tiempos de operación, sino también minimizar los posibles riesgos laborales asociados.

La figura 29, muestra la programación correspondiente a la etapa de selección, en la cual los operadores 1 y 2 son los responsables de llevar a cabo las actividades asignadas en esta fase del proceso productivo.

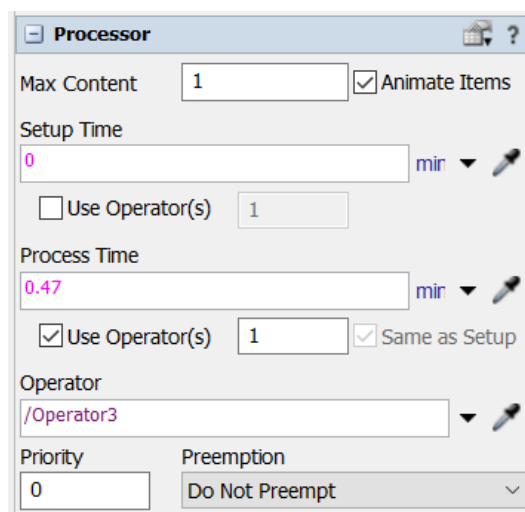


The screenshot shows the 'Processor' configuration window. It includes the following settings:

- Max Content:** 1
- Animate Items:** ☒
- Setup Time:** 0 minutes
- Use Operator(s):** ☒ 2
- Process Time:** 0.67 minutes
- Use Operator(s):** ☒ 1
- Same as Setup:** ☒
- Operator:** /Operator1/Operator2
- Priority:** 0
- Preemption:** Do Not Preempt

Figura 29. Datos en la etapa de selección

La figura 30 muestra la programación correspondiente a la etapa de lavado, en la cual el operador 3 es el responsable de llevar a cabo las actividades asignadas en esta fase del proceso productivo.



The screenshot shows the 'Processor' configuration window. It includes the following settings:

- Max Content:** 1
- Animate Items:** ☒
- Setup Time:** 0 minutes
- Use Operator(s):** ☐ 1
- Process Time:** 0.47 minutes
- Use Operator(s):** ☒ 1
- Same as Setup:** ☒
- Operator:** /Operator3
- Priority:** 0
- Preemption:** Do Not Preempt

Figura 30. Datos en la etapa de lavado

La figura 31, presenta el porcentaje de tiempo que los operadores permanecen activos en sus respectivos puestos de trabajo. En la etapa de selección, los operadores 1 y 2 son los encargados, mientras que el operador 3 se ocupa de la etapa de lavado y el operador 4 de la etapa de sellado.



Figura 31. Porcentaje de tiempo de actividad de los operadores

La figura 32 muestra el porcentaje de tiempo que permanecen operativas las etapas de selección y lavado.

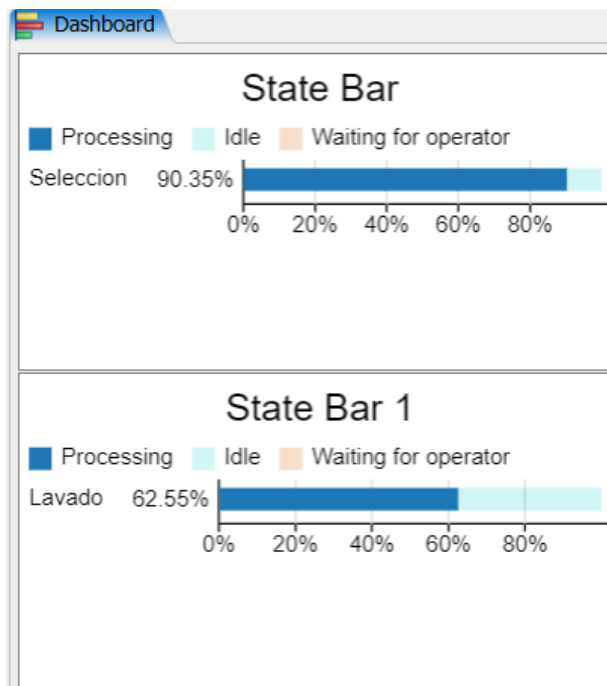


Figura 32. Porcentaje de tiempo de las etapas de selección y lavado

Posterior a las mejoras realizadas la tabla 19, muestra una proyección de los posibles tiempos de operación posteriores a la implementación de las mejoras.

Tabla 19. Posibles tiempos en las etapas de selección y lavado

	Frutilla (Kg)	Selección (min)	Lavado (min)
Ciclo 1	73	47.6	32.9
Ciclo 2	72	46.8	32.4
Ciclo 3	71	46.2	32
Ciclo 4	74	48.1	33.3
Ciclo 5	71	46.2	32
Ciclo 6	74	48.1	33.3
Ciclo 7	73	47.6	32.9
Ciclo 8	72	46.8	32.4
Ciclo 9	74	48.1	33.3
Ciclo 10	75	48.7	33.8

3.6. Mejora en la etapa de sellado

En la etapa de sellado es indispensable minimizar los tiempos de producción para ello se analizó el posible rediseño de la máquina de sellado, pero esta alternativa fue descartada debido a no poder garantizar un funcionamiento optimo.

Tomando en cuenta estos factores se optó por adquirir una máquina de sellado extra cuyas características y capacidad sea igual a la ya existente con el fin de que el operador no tenga contratiempos con la manipulación.

La figura 33 muestra la programación correspondiente a la etapa de sellado, en la cual el operador 4 es el responsable de llevar a cabo las actividades asignadas en esta fase del proceso productivo.

Processor

Max Content: 1 ☐ Animate Items

Setup Time: 0 mir

☐ Use Operator(s) 1

Process Time: 1.48 mir

☒ Use Operator(s) 1 ☒ Same as Setup

Operator: /Operator4

Priority: 0 Preemption: Do Not Preempt

Figura 33. Datos en la etapa de sellado

La figura 34, muestra el porcentaje de tiempo que permaneces las dos máquinas selladoras operativas durante el proceso productivo.

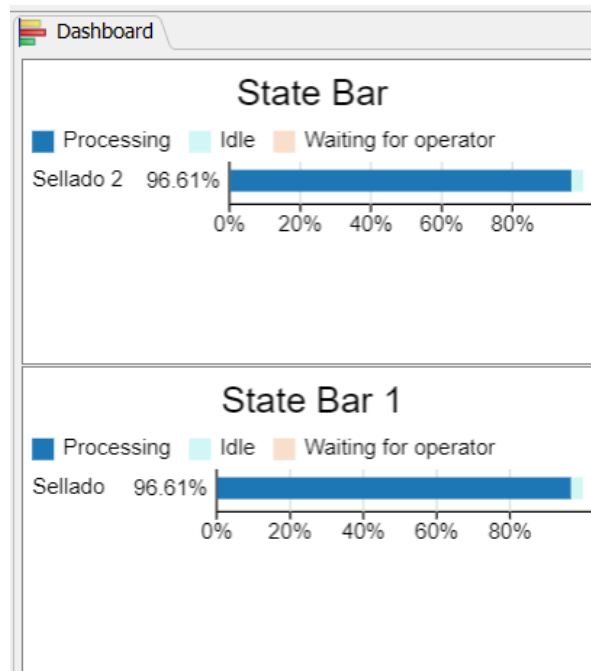


Figura 34. Porcentaje de tiempo en la etapa de sellado

La tabla 20, presenta los posibles tiempos con la implementación de la máquina de sellado adicional.

Tabla 20. Posibles tiempos en la etapa de sellado

CICLOS	SELLADO (MIN)
Ciclo 1	51.2
Ciclo 2	50.5
Ciclo 3	49.8
Ciclo 4	51.8
Ciclo 5	49.8
Ciclo 6	51.8
Ciclo 7	51.2
Ciclo 8	50.5
Ciclo 9	51.8
Ciclo 10	52.5

3.7. Mejora del accionar de los operadores

Según los datos obtenidos, se observa que los operadores de las etapas de selección y lavado experimentan molestias durante el proceso productivo. Por ello, se recomienda implementar controles regulares para garantizar que los operadores utilicen el equipo de protección personal, como guantes, de manera adecuada.

Para asegurar el cumplimiento de estas recomendaciones, se designará a uno de los operadores como responsable de supervisar que todo el equipo de trabajo utilice de manera correcta su equipo de protección personal durante el proceso productivo.

Esta medida busca no solo prevenir molestias y riesgos laborales, sino también garantizar que se alcancen los tiempos esperados, promoviendo un entorno de trabajo más seguro y eficiente.

La figura 35, muestra el proceso de mejora en la evaluación del desempeño de los operadores y las etapas del proceso, analizando habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia. Los resultados revelan variabilidad en el rendimiento de los operadores. Para optimizar la eficiencia y reducir esta variabilidad, es clave implementar estrategias de mejora continua, como capacitación y optimización de procesos, lo que contribuirá a una mayor estabilidad y competitividad del sistema.

Como parámetro para evaluar la habilidad de los operadores, se analizó la destreza en cada puesto de trabajo. La evaluación del esfuerzo se basó en la observación del estado de ánimo y nivel de energía durante el proceso. En cuanto a la evaluación de condiciones, se verificó que tanto los operadores como la maquinaria operaran en un entorno adecuado, considerando factores como iluminación y temperatura.

Finalmente, para la evaluación de la consistencia, se observó si los operadores lograban mantener un ritmo de trabajo estable a lo largo de todo el proceso productivo.

	Evaluación de habilidad	Evaluación de esfuerzo	Evaluación de condiciones	Evaluación de la consistencia
Operador 1	D	B2	B	C
Operador 2	C2	B2	B	C
Operador 3	C2	B1	B	B
Operador 4	B1	B1	B	B
Etapas de selección			B	
Etapas de lavado			B	
Etapas de sellado			B	

Figura 35. Evaluación del desempeño.

La figura 36, representa un flujo lineal y detallado de un proceso ideal para implementar mejoras. Refleja un caso práctico o metodología específica, concluyendo con la implementación exitosa y la obtención de un producto final que cumple con los estándares de calidad deseados.

GRAFICA DE PROCESOS			
Método actual	X		Fecha:
Método propuesto			
Objetivo del grafico	Producción de frutilla		
Distancia (m)	Tiempo (min)	Simbolos	Descripcion del proceso
0,5		○ ➡ □ D ▽	Colocar la frutilla en la banda tranpostadora
	47,5	● ➡ □ D ▽	Operación en la etapa de selección
1,5		○ ➡ □ D ▽	Movimiento a la etapa de lavado
	32,9	● ➡ □ D ▽	Operación en la etapa de lavado
2		○ ➡ □ D ▽	movimiento a la etapa de sellado
	51,1	○ ➡ □ D ▽ □	operación y control en la etapa de sellado
4	52,5		Total

Figura 36. Proceso de Mejora

En la figura 37, se incorpora dos termoselladoras adicionales al proceso productivo de frutillas termoselladas, lo que optimiza significativamente la capacidad operativa del sistema. Este diseño tiene como objetivo abordar los cuellos de botella identificados previamente en la etapa de termosellado, incrementando la eficiencia y reduciendo los tiempos de procesamiento.

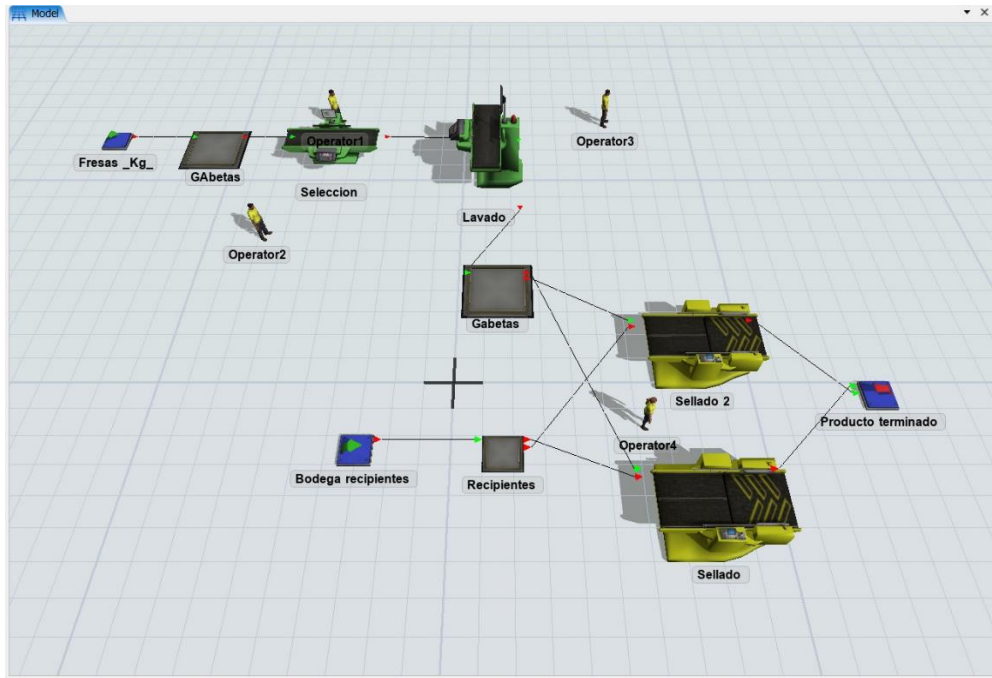


Figura 37. Implementación de Mejoras en el Proceso Productivo

La figura 38, presenta el flujo de trabajo optimizado para la producción de frutillas termoselladas, abarcando desde la recepción del producto hasta su salida como producto terminado. La incorporación de una segunda selladora en el layout permite aumentar la capacidad de producción, mejorando significativamente la eficiencia operativa.

Esto no solo optimiza los tiempos de procesamiento, sino que también refuerza la competitividad del sistema, al garantizar una respuesta más ágil y eficaz frente a las demandas del mercado. Además, esta actualización asegura una mayor estabilidad en la cadena de suministro, disminuyendo cuellos de botella en la etapa de sellado y permitiendo un flujo continuo y uniforme en toda la operación.

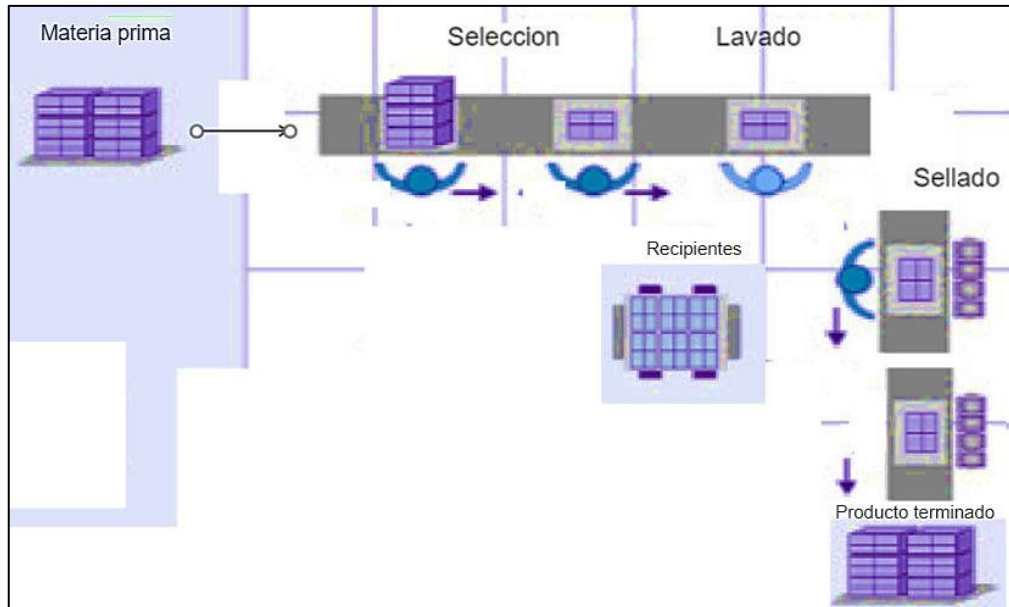


Figura 38. Actualización del Layout

3.8. Resultados de la mejora

La tabla 21, presenta el tiempo promedio estimado para cada una de las etapas del proceso productivo, así como el tiempo promedio total requerido para completar todo el proceso, considerando la implementación de las mejoras propuestas.

Tabla 21. Tiempos promedio implementando las mejoras

TIEMPO PROMEDIO (MIN)	
Selección	47.5
Lavado	32.9
Sellado	51.1
Tiempo total de producción	52.5

La figura 39 muestra la evaluación de los resultados obtenidos, comparando los tiempos promedio de la simulación con los datos recopilados previamente. Se observa una disminución significativa en los tiempos de cada etapa, destacándose la etapa 3, conocida como sellado, como la más optimizada gracias a las mejoras implementadas.

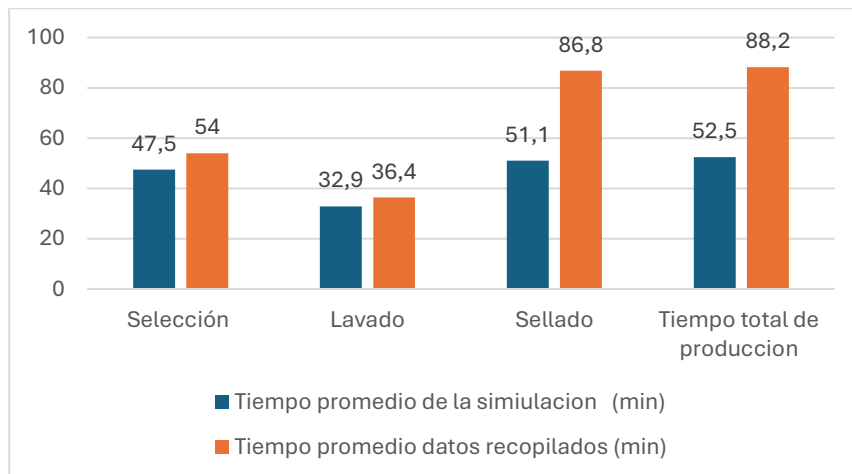


Figura 39. Comparativa de tiempos promedio

La figura 40 presenta el porcentaje de tiempo en que cada etapa del proceso permanece operativa. Los resultados evidencian una mejor distribución en el flujo de trabajo, lograda gracias a las mejoras implementadas, lo que optimiza el equilibrio y la eficiencia del proceso.

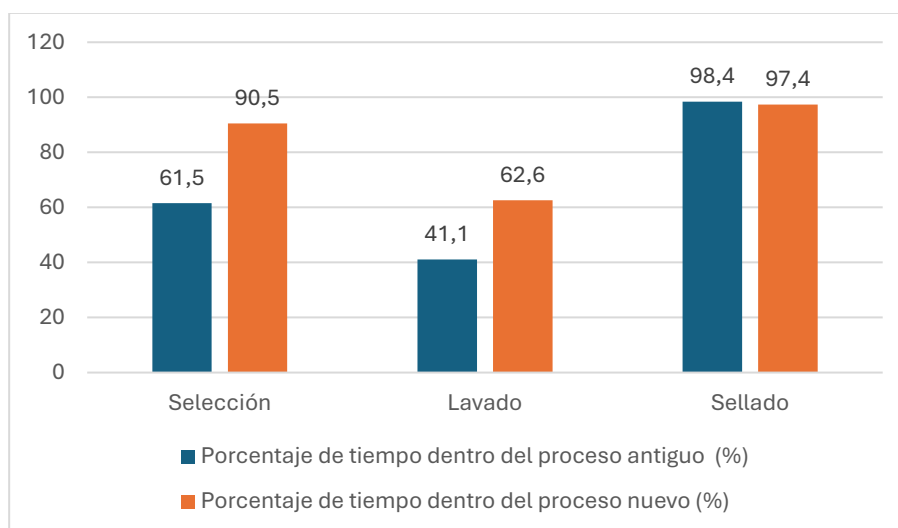


Figura 40. Comparación de porcentajes de tiempo dentro del proceso

La tabla 22, presenta la comparación entre los resultados porcentuales esperados y los obtenidos en la simulación. A partir de los resultados de la simulación, se puede observar que, en todas las etapas que intervienen en el proceso productivo se ha logrado una reducción en los tiempos porcentuales.

Tabla 22. Comparación de porcentajes de tiempo disminuidos			
	SELECCIÓN	LAVADO	SELLADO
Reducción de porcentaje esperado (%)	7.4	3.9	36.7
Reducción de porcentaje obtenido (%)	12	9.6	41.1

3.9. Control

3.9.1. Implementación de monitoreo y control

Es fundamental establecer un monitoreo constante para recopilar datos relevantes del proceso productivo y asegurarse de que este se desarrolle conforme a lo planificado. Este seguimiento permite identificar desviaciones, implementar ajustes en tiempo real y mantener la eficiencia del sistema.

La figura 41 presenta los métodos propuestos para el monitoreo y control del proceso, destacando herramientas y estrategias clave para garantizar su correcto funcionamiento.

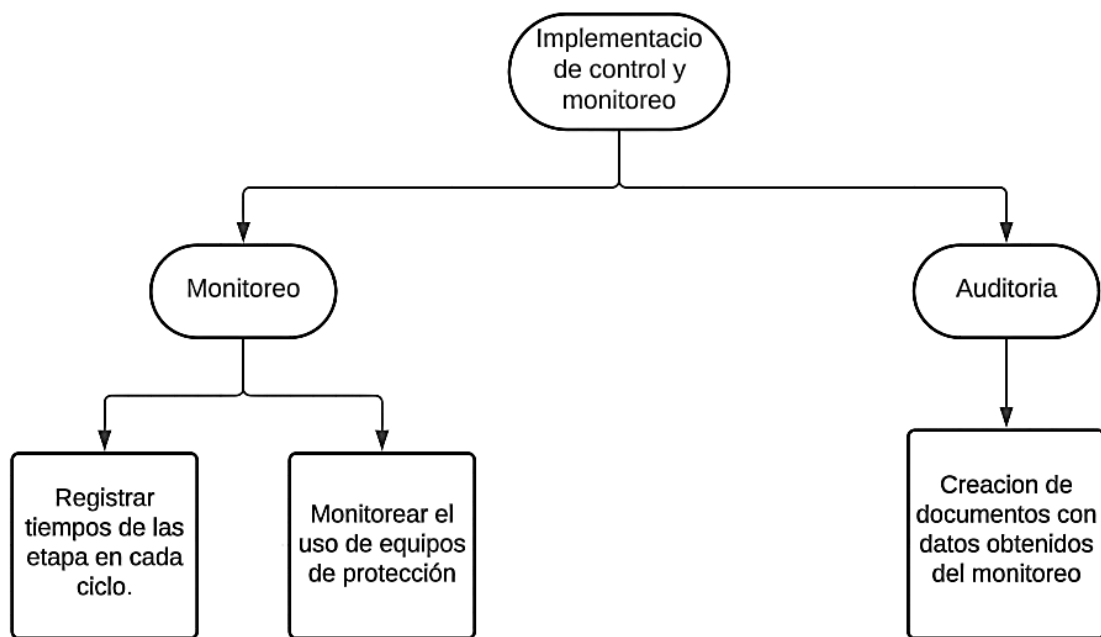


Figura 41. Propuestas de control y monitoreo

3.9.2. Monitoreo

El monitoreo requiere la recopilaci3n de datos clave, incluyendo los tiempos de producci3n en cada etapa del proceso y el cumplimiento del uso adecuado del equipo de protecci3n personal por parte de los operadores. Este seguimiento es esencial para garantizar la eficiencia y seguridad en el entorno laboral.

La figura 42 presenta un "check list" donde se confirma que los operadores est3n usando su equipo de protecci3n personal.

	Control de equipo personal de los operadores		
	Fecha: dd/mm/aa		Código: SG-001
	Guantes de latex natural	Guantes resistentes al calor	Malla para el cabello
	Operador 1	☐	☐
Operador 2	☐	☐	☐
Operador 3	☐	☐	☐
Operador 4	☐	☐	☐
Novedades:			

Figura 42. Check list de control de equipo personal.

La figura 43, presenta la recopilación de los tiempos de producción correspondientes a cada etapa del proceso, así como el tiempo total requerido para completar todo el ciclo productivo.

	Tiempos de producción			
	Fecha: dd/mm/aa		Código: PRD-001	
	Selección (min)	Lavado (min)	Sellado (min)	Tiempo total (min)
	Ciclo 1			
Ciclo 2				
Novedades:				

Figura 43. Tiempo total requerido

3.9.3. Auditoria

Para llevar un control efectivo, se utilizará una base de datos en Excel que permitirá registrar y monitorear el cumplimiento de las normas de seguridad relacionadas con el uso del equipo de protección personal. Además, esta herramienta será empleada para mantener un registro diario de los tiempos de producción, lo que facilitará la identificación de posibles variaciones, el control del proceso y la implementación de futuras mejoras. La figura 44, muestra la plantilla para llevar el control.

	PR1. REGISTRO DE MONITOREO		Código: AUD-001		
			Fecha: dd-mm-aa		
			Página 1 de 1		
	PROCEDIMIENTO PARA CREACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DOCUMENTADA		Rev. 00		
No. Revisión	CONTROL DE EQUIPOS EPP	TIEMPOS DE PRODUCCIÓN	Fecha Revisión	Fecha Aprobación	Firma del encargado
1			dd-mm-aa	dd-mm-aa	

Figura 44. Registro de datos

Conclusiones:

- Se definió el proceso productivo de la frutilla hidropónica, mediante el diagrama de proceso y la gráfica de proceso, los cuales permitieron visualizar la secuencia de actividades clave, los tiempos de operación y la distribución del flujo de trabajo. Este análisis evidenció inefficiencias en distintas etapas, destacando la etapa de sellado como el principal cuello de botella, con un 98.4 % de actividad, lo que generaba acumulación de producto y retrasos en la producción.
- Se establecieron los tiempos de operación en cada fase y se realizó una simulación para analizar el desempeño de los operadores y los porcentajes de actividad de los operadores. La falta de equipo de protección en selección y lavado reduce la velocidad y genera molestias en los operadores. Con las mejoras propuestas, se optimizarán los tiempos de producción, logrando reducciones del 12 % en selección, 9.6 % en lavado y 41.1 % en sellado.
- Se realizó una encuesta a los operadores para identificar sus necesidades y requerimientos actuales, evaluando aspectos como capacitación, disponibilidad de equipo de protección personal (EPP), experiencia laboral y molestias físicas en el proceso productivo. Los resultados revelaron que los operadores en las etapas de selección y lavado no cuentan con el EPP adecuado, lo que ralentiza la manipulación del producto y genera incomodidades físicas que pueden afectar su rendimiento y bienestar. Además, se evaluó el desempeño, obteniendo los siguientes tiempos normales de operación por etapa:
 - Selección: 54 minutos
 - Lavado: 36.4 minutos
 - Sellado: 86.8 minutos

Estos hallazgos permiten identificar áreas de mejora, ayudando en la toma de decisiones estratégicas para optimizar el flujo de trabajo y aumentar la eficiencia operativa.

- Se diseñó un modelo de simulación basado en la recolección de datos del proceso de frutilla hidropónica, utilizando un software de elementos discretos. Esta simulación permitió analizar el comportamiento del sistema productivo y determinar los porcentajes de tiempo dentro del proceso para cada etapa, lo que facilitó la identificación de cuellos de botella y oportunidades de mejora.

Los resultados obtenidos evidenciaron los siguientes porcentajes de tiempo dentro del proceso:

- Selección: 61.5 %
- Lavado: 41.1 %
- Sellado: 98.4 %

Estos valores permiten comprender la distribución del tiempo en cada fase y diseñar estrategias para optimizar la eficiencia operativa, reducir tiempos de producción y equilibrar la carga de trabajo en el sistema.

- Se ejecuto una nueva simulación, obteniendo resultados que lograron una optimización significativa del flujo de trabajo, reduciendo la acumulación de producto y equilibrando la carga operativa.
 - Selección: Reducción del tiempo en un 12%, alcanzando un tiempo promedio de 47.5 minutos.
 - Lavado: Reducción del tiempo en un 9.6%, con un tiempo promedio de 32.9 minutos.
 - Sellado: Reducción del tiempo en un 41.1%, con un tiempo promedio de 51.1 minutos.
- En función de los valores obtenidos, se logrará una reducción significativa en la producción total, optimizando el uso de materia prima y disminuyendo el desperdicio, lo que mejoró la eficiencia en la conversión de frutillas procesadas a producto final. El tiempo total de producción experimentó una reducción notable, pasando de 88.2 minutos a 52.5 minutos, lo que equivale a una disminución del 40.5% en el tiempo del ciclo productivo.

- Se estableció una nueva gráfica de procesos, reflejando la incorporación de una segunda máquina termoselladora, lo que permitirá descongestionar la acumulación de producto en la etapa de sellado y reducirá significativamente los tiempos de producción. Además, se realizó una nueva evaluación del desempeño, lo que permitió obtener información detallada sobre el rendimiento de los operadores y el impacto de los cambios implementados en la eficiencia del proceso.
- Para garantizar la continuidad y sostenibilidad de las mejoras implementadas, se crearon fichas de monitoreo, facilitando el seguimiento del desempeño de los operadores, el control de tiempos de producción y la identificación de posibles nuevas oportunidades de optimización.

Recomendaciones:

- Se recomienda establecer un sistema de seguimiento y control en tiempo real para evaluar el desempeño de los operadores y la eficiencia del proceso productivo. La incorporación de fichas de monitoreo y auditorías regulares permitirá detectar desviaciones, asegurar el cumplimiento de las mejoras implementadas y generar estrategias para futuras optimizaciones.
- La ausencia de equipo de protección personal (EPP) en las etapas de selección y lavado ha impactado negativamente tanto en la velocidad de trabajo como en el bienestar de los operadores. Por ello, se recomienda garantizar su disponibilidad y uso obligatorio en todo el proceso productivo. Además, sería conveniente implementar capacitaciones periódicas en ergonomía y seguridad laboral, lo que contribuiría a reducir molestias físicas, mejorar las condiciones de trabajo y aumentar la productividad del personal.
- La implementación de estas estrategias ha demostrado la eficacia del modelo de simulación y la aplicación de la metodología DMAIC, garantizando una mejora continua en la producción de frutilla hidropónica. Para fortalecer aún más la eficiencia del proceso, se recomienda incorporar nuevas estrategias de optimización, como Seis Sigma o la metodología 5S, que permitan reducir desperdicios, mejorar la organización del entorno de trabajo y optimizar la calidad del producto final.

Referencias

1. J. R. Torres Murillo. “Guia de implementacion de mejora continua en agroindustrias”. UNITEC. Accedido el 17 de mayo de 2017. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/8392>
2. A. d. R. A. G. Becerra Gonzales. “Implementación del plan de mejora continua en el área de producción aplicando la metodología PHVA en la empresa Agroindustrias Kaizen”. Universidad de San Martin de Porres. Accedido el 31 de enero de 2014. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/1258>
3. J. A. Cabrera Tucto. “Plan de mejora continua para reducir la merma de arándano en el área de empaque en la empresa Agroindustrial Camposol S.A.” Universidad Cesar Vallejo. Accedido el 18 de agosto de 2021. [En línea]. Disponible: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47331>
4. G.R. Ochoa “Proponer la mejora de la producción en la elaboración de pan popular mediante el análisis de tiempos y procesos productivos en la sucursal principal de la empresa panificadora Daysi”. Universidad Politécnica Salesiana. Accedido el 26 de noviembre de 2021. [En línea]. Disponible: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23203>
5. C. González. “Productividad y competitividad.” Repositorio digital de la FCEyS-UNMDP. Accedido el 29 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible: <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1607/>
6. I. Postils. “Manual practico de diseño de sistemas productivos”. Google academico. Accedido el 29 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=AkR_hCGsTIUC&oi=fnd&pg=PR13&dq=proceso+postils&ots=aJtAt0P5Pk&sig=PXY79GJQKD_VZ3lnm05iBTpaVZs#v=onepage&q=proceso%20postils&f=false
7. M. Salvador. “Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming”. Biblat. Accedido el 4 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-venezolana-de-gerencia/articulo/mejora-continua-en-una-empresa-en-mexico-estudio-desde-el-ciclo-deming>
8. N. Figueroa. “Mejora de procesos”. Wordpress. Accedido el 4 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://articulospm.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/10/mejora-de-procesos.pdf>

9. V. Milagros. “Aplicación de ciclo Deming para la mejora de la productividad en una empresa de transportes”. Revista científica EPigmalion. Accedido el 4 de septiembre de 2024. [En línea].
Disponible: <http://190.116.38.202/index.php/EPIGMALION/article/view/538>
10. Neira, A. (2011). *Técnicas de medición del trabajo* (2ª ed.). FCEditorial.
11. Render, B. (2021). *Principios de administración de operaciones* (2ª ed.). Prentice Hall Hispanoamericana. (Obra original publicada en 1996)
12. A. Freivalds, *Ingeniería industrial - Métodos, estándares y diseño del trabajo*, 12ª ed. 2014.
13. J. L. Velasco. “SCIELO”. Google academico. Accedido el 22 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-25032005000100004&script=sci_arttext
14. George Kanawaty, INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO, 4ta ed. 1996.
15. O. Zafra Galvis, “Tipos de Investigación,” Rev. Cient. Gen. José María Córdova, vol. 4, pp. 13–14, 2006.
16. M. Marcelo Gómez, Introducción a la metodología de la investigación científica, 1a ed. Córdoba, 2006.
17. Ernesto. A. Rodriguez. Moguel, Metodología de la investigación, 5 ta. México, 2003.
18. Jose Roig. Ibañez, El estudio de los puestos de trabajo, 1 ra. Madrid, 1996.
19. Esteban Pérez-López, Minor García-CerdasRevista:Revista Tecnología en MarchaVolumen:27Edición:3Año:2014Páginas:88
20. M. García, “Implementación de la metodología DMAIC en una empresa de productos médicos”, *FESC*, p. 82, 2017.
21. C. A. Varas Acuña. “Aplicación de metodología DMAIC para la mejora de procesos y reducción de pérdidas en las etapas de fabricación de chocolate”. Repositorio académico de la universidad de chile. Accedido el 15 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/111645>
22. V. Coque. “PROPONER LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PAN POPULAR MEDIANTE EL ANÁLISIS DE

TIEMPOS Y PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA SUCURSAL PRINCIPAL
DE LA EMPRESA PANIFICADORA DAYSI". Universidad Politecnica
Salesiana. Accedido el 12 de diciembre de 2024. [En línea].

Disponible: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23203/1/MSQ425.pdf>