



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

“INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y MANUFACTURA
ESBELTA PARA EL BALANCEO DE LÍNEA EN MARINA TRADING S.A., SALINAS –
ECUADOR”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

AUTORA:

DEL PEZO BERNABÉ KELLY VANESSA

0009-0003-0549-0221

TUTOR:

ING. MATÍAS PILLASAGUA VÍCTOR MANUEL, MGTR.

LA LIBERTAD - ECUADOR

2025

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL

TEMA:

**“INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y MANUFACTURA
ESBELTA PARA EL BALANCEO DE LÍNEA EN MARINA TRADING S.A.,
SALINAS – ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORA:

DEL PEZO BERNABÉ KELLY VANESSA

0009-0003-0549-0221

TUTOR:

ING. MATÍAS PILLASAGUA VÍCTOR MANUEL, MGTR.

LA LIBERTAD – ECUADOR

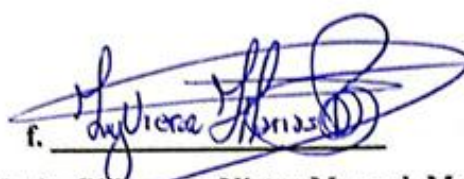
2025

UPSE

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Del Pezo Bernabé Kelly Vanessa** como requerimiento para la obtención del título de Ingeniera Industrial.

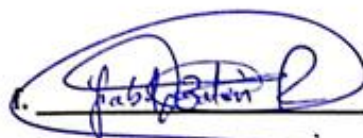
TUTOR



f. Matías Pillasagua Víctor Manuel

Ing. Matías Pillasagua Víctor Manuel, Mgtr.

DIRECTORA DE LA CARRERA



f. Isabel del Rocío Balón Ramos

Ing. Balón Ramos Isabel del Rocío, M.Sc.

La Libertad, a los 3 días del mes de julio del año 2025

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Del Pezo Bernabé Kelly Vanessa

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y MANUFACTURA ESBELTA PARA EL BALANCEO DE LÍNEA EN MARINA TRADING S.A., SALINAS – ECUADOR”, previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial, ha sido desarrollada respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente, este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, 3 de julio del 2025

AUTORA

f. 

Del Pezo Bernabé Kelly Vanessa

AUTORIZACIÓN

Yo, Del Pezo Bernabé Kelly Vanessa

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, "INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y MANUFACTURA ESBELTA PARA EL BALANCEO DE LÍNEA EN MARINA TRADING S.A., SALINAS – ECUADOR, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, 3 de julio del 2025

AUTORA

f. 
Del Pezo Bernabé Kelly Vanessa

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación de la “INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y MANUFACTURA ESBELTA PARA EL BALANCEO DE LÍNEA EN MARINA TRADING S.A., SALINAS – ECUADOR” elaborado por la Srta. **Del Pezo Bernabé Kelly Vanessa**, egresada de la carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 4% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

KELLY DEL PEZO

4%
Textos sospechosos

- 8% Similitudes (ignorado)
 - < 1% similitudes entre comillas
 - 6% entre las fuentes mencionadas
- < 1% Idiomas no reconocidos
- 3% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: KELLY DEL PEZO.docx
ID del documento: eb6b236ace2a2d16881154b5b33f699273fdad57
Tamaño del documento original: 662.35 kB

Depositante: VICTOR MANUEL MATÍAS PILLASAGUA
Fecha de depósito: 6/7/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 6/7/2025

Número de palabras: 15.845
Número de caracteres: 99.911

TUTOR

f.

Ing. Matías Pillasagua Víctor Manuel, Mgtr.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Certificado de gramática

Santa Elena, 06 de julio del 2025

Yo, **Mónica Isabel Paredes Castro**, Magister en Educación Básica, con registro de la **SENECYT N° 1023-2024-2904505** por medio del presente certifico que:

Después de revisar y corregir la sintaxis y ortografía del trabajo investigativo titulado **“INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y MANUFACTURA ESBELTA PARA EL BALANCEO DE LÍNEA EN MARINA TRADING S.A., SALINAS – ECUADOR”** elaborado por la estudiante **KELLY VANESSA DEL PEZO BERNABÉ** en su opción al título de **INGENIERA INDUSTRIAL** en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, puedo afirmar que el trabajo está apto para ser defendido.

Sin otro particular.



Lic. Mónica Paredes Castro, M.Sc.

C.I: 0605353143

Celular: 0969917044

Correo: misabelp1017@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Elevo mi más profundo agradecimiento a Dios por brindarme sabiduría y guiarme en cada etapa de la vida, a mis padres Mercy Bernabé y Álvaro Espinoza por ser los pilares fundamentales en mi vida, me brindaron su respaldo incondicional y creyeron en mí. Sus valores, sacrificios y amor han sido parte de inspiración de forma constante en mi vida, siempre estaré profundamente agradecida por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la responsabilidad y la perseverancia.

A mis hermanos Bryan, Ashley y Jared por estar siempre presentes con su amor incondicional y consejos cuando más necesitada. Les agradezco porque siempre que me sentí desorientada ellos estuvieron allí acompañándome y brindando la fuerza con bromas que sanaban, abrazos que fortalecían.

A mi sobrina Sarai, esa pequeña luz que alegra mis días con su ternura y espontaneidad, su sonrisa me dio la motivación en momentos en que parecía flaquear.

A Iván Ordoñez, por estar presente brindándome su amor y apoyo incondicional, fue mi motor en las jornadas más difíciles, siempre estaré agradecida por estar a mi lado celebrando mis logros y sosteniéndome en los tropiezos. Gracias por ser refugio, impulso y calma, por tus mensajes de ánimo, abrazos y tu infinita paciencia.

Quiero expresar mi más grande agradecimiento a Bella, mi fiel compañera en largas noches de estudio, silenciosa siendo testigo de todas mis lágrimas y sonrisas. Su amor incondicional y compañía diaria fueron reconfortante para el alma, gracias por estar ahí sin pedir nada más que amor.

A todos ustedes, gracias por ser parte de esta meta.

Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación al amor de mi vida, Santiago Del Pezo, mi padre, cuya memoria vive en mi cada día, aunque ya no estes físicamente, tu amor, enseñanzas y ejemplo siguen guiando mi camino. Te extraño profundamente, y hoy, más que nunca, deseo que estes orgulloso de mí. Hoy elevo este logro al cielo, como quien ofrece flores al viento, esperando que te alcance y te haga sonreír, allí donde el tiempo ya no pesa...para ti, papá.

A mis padres Mercy Bernabé y Álvaro Espinoza, personas admirables que con mucho amor y comprensión me guiaron por un camino lleno de sabiduría y oportunidades. Toda mi vida me han inculcado valores que me definen hoy, la importancia del aprendizaje continuo, a ser responsable, perseverante y el valor del trabajo.

A mis amados hermanos, Bryan, Ashley y Jared, por acompañarme en cada momento y enseñarme con amor. En mención especial a mi hermana Ashley quien estuvo acompañándome cada noche que me desvelaba haciendo mi trabajo, gracias por su sincero apoyo en los momentos difíciles.

A Iván Ordoñez, persona que admiro, su enseñanza, apoyo, paciencia y amor han sido parte de mi formación para cumplir esta meta.

Finalmente, a todos ustedes, su amor, comprensión y apoyo han sido fundamental para alcanzar esta meta.

Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.



Ing. Isabel del Rocío Balón Ramos, M.Sc.

DIRECTOR DE CARRERA

f.



Q F. Rolando Rafael Calero Mendoza, PhD.

DOCENTE ESPECIALISTA

f.



Ing. Víctor Manuel Matías Pillasagua, Mgtr.

DOCENTE TUTOR

f.



Ing. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.

DOCENTE GUÍA UIC

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	III
AUTORIZACIÓN	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA.....	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
DEDICATORIA.....	VIII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	IX
ÍNDICE GENERAL	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE GRÁFICO	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
RESUMEN	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. MARCO TEÓRICO	4
1.1. Antecedentes investigativos.....	4
1.2. Estado del arte.....	4
1.3. Fundamentos teóricos.	14
CAPITULO II. MARCO METODOLÓGICO	15
2.1. Enfoque de investigación.....	15
2.2. Diseño de investigación.	15
2.3. Procedimiento metodológico.	16
2.4. Población y muestra.....	17

2.5.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.	18
2.6.	VARIABLES DE ESTUDIO.	20
2.7.	Plan de análisis e interpretación de resultados.....	24
CAPITULO III MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		25
3.1.	Contexto organizacional.	25
3.2.	Marco de resultados.	29
3.3.	Marco de discusión.	98
CONCLUSIONES		99
RECOMENDACIONES.....		100
BIBLIOGRAFÍA		101
ANEXOS		112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de inclusión.	7
Tabla 2. Población.....	17
Tabla 3. Muestra.....	18
Tabla 4. Procedimiento para la recolección de datos.	20
Tabla 5. Operacionalización de variable independiente.....	22
Tabla 6. Operacionalización de variable dependiente.....	23
Tabla 7. Plan de análisis e interpretación de datos.....	24
Tabla 8. Datos de la empresa.....	25
Tabla 9. Presentación de productos.....	27
Tabla 10. Análisis ABC de productos	28
Tabla 11. Valor alfa de Cronbach y grado de confiabilidad.	30
Tabla 12. Fiabilidad alfa de Cronbach	30
Tabla 13. Interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Pearson ...	31
Tabla 14. Correlación de variables, coeficiente de Pearson.....	31
Tabla 15. Matriz datos recopilados de encuesta.....	33
Tabla 16. Registro de actividad para VSM	36
Tabla 17. Efectos indeseables conforme a las categorías de cadena de valor.....	38
Tabla 18. Pareto de problemas del desbalance de línea	41
Tabla 19. Situación actual de restricción.....	42
Tabla 20. Cálculo takt time	44
Tabla 21. Factor de suplementos.....	46
Tabla 22. Factor calificación	46
Tabla 23. Registro del estudio de tiempo y movimientos	47
Tabla 24. Estadística inicial.....	48
Tabla 25. Registro balance inicial de línea conforme AV, NAV, NNAV	51
Tabla 26. Acciones correctivas.....	53
Tabla 27. Diagrama de proceso de flujo.....	54
Tabla 28. Evaluación inicial 5S.....	56
Tabla 29. Artículos identificados.....	57
Tabla 30. Acciones propuestas – seiri	58
Tabla 31. Registro de procedimiento de organización	59
Tabla 32. Registro de utilización de herramientas	60

Tabla 33. Registro de procedimiento de limpieza	60
Tabla 34. Cumplimiento de seiketsu	61
Tabla 35. Programa de capacitación.....	62
Tabla 36. Evaluación final 5 S	63
Tabla 37. Métrica de calificación OEE	65
Tabla 38 Evaluación inicial del OEE	66
Tabla 39. Ficha técnica máquina de esterilizado.....	67
Tabla 40. Sistemas y elementos de la máquina	67
Tabla 41. Matriz AMFE máquina de autoclave	69
Tabla 42. Gama de mantenimiento Autoclave	70
Tabla 43. Evaluación final del OEE.....	71
Tabla 44. Cronograma de mantenimiento propuesto	72
Tabla 45. Programa de capacitación metodología TPM	73
Tabla 46. Registro de procedimiento de organización	74
Tabla 47. Programa de capacitación procedimiento de calibración	75
Tabla 48 Diagrama flujo del proceso propuesto	76
Tabla 49. Registro de actividad para VSM propuesto.....	79
Tabla 50. Registro del estudio de tiempo y movimientos propuesto	81
Tabla 51. Estadística final	82
Tabla 52. Resultado final del balance de línea.....	83
Tabla 53. Resumen de los tipos de actividades durante el flujo del proceso	84
Tabla 54. Efectos indeseables/deseables – inyección de círculo de mejora.....	85
Tabla 55. Resumen estudio de tiempos y movimientos	88
Tabla 56. Resumen del ciclo eficiente de trabajo.....	88
Tabla 57. Resumen valor objetivo.....	89
Tabla 58. Resumen de producción	90
Tabla 59. Registro de seguimiento del desempeño del sistema	93
Tabla 60. Diagrama de Gantt de la implementación	94
Tabla 61. Presupuesto de la propuesta	95
Tabla 62. Viabilidad del proyecto	97

ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1 Pasos del mapeo sistemático de literatura.....	5
Gráfico 2. Niveles de revisión.....	6
Gráfico 3. Etapas de selección de artículos.....	8
Gráfico 4. Distribución temporal de artículos.....	9
Gráfico 5. Evaluación de criterios de calidad.	9
Gráfico 6. Enfoque de la investigación.	10
Gráfico 7. Método de investigación.....	11
Gráfico 8. Técnicas de recolección utilizado.	11
Gráfico 9. Instrumentos aplicados.	12
Gráfico 10. Pasos para la integración de la teoría de restricciones.....	14
Gráfico 11. Diseño de investigación.	16
Gráfico 12. Etapas de la recopilación y procesamiento de datos.....	16
Gráfico 13. Planificación de recolección de datos.....	19
Gráfico 14. Ubicación geográfica de la empresa.	26
Gráfico 15. Organigrama de la empresa.	26
Gráfico 16. Diagrama de Pareto de la demanda de Marina Trading S,A.....	28
Gráfico 17. Datos estadísticos de preguntas	32
Gráfico 18. Mapa de flujo de valor/ value stream mapping (VSM).....	37
Gráfico 19. Diagrama de árbol de realidad actual (ARA)	39
Gráfico 20. Evaporación de nubes (EN).....	40
Gráfico 21. Diagrama de Pareto de restricción del sistema	42
Gráfico 23. Balance de línea actual de CSST-G	48
Gráfico 24. Evaporación de nubes - eliminación de restricción	52
Gráfico 25. Diagrama radial inicial de 5 S.....	56
Gráfico 26. Metodología de 5 S- seiri -tarjeta roja	57
Gráfico 27. Diagrama radar 5 S propuesto	63
Gráfico 28. Determinación del drum - tambor.....	77
Gráfico 29. Determinación del buffer - amortiguador	78
Gráfico 30. Determinación del rope - soga.....	78
Gráfico 31. Resultado final del balance de línea de CSST-G	82
Gráfico 32. Mapa de flujo de valor/ Value stream mapping (VSM) propuesto	86
Gráfico 33. Diagrama de árbol de realidad futura (ARF).....	87

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Carta de aceptación de la empresa.	112
Anexo 2 Tabulación de artículos	113
Anexo 3 Ingreso de artículos software Rayyan	114
Anexo 4 Ficha técnica de encuesta para recolección de datos.	115
Anexo 5 Tabulación de datos IBM SPSS Statistics 27 - vista de variables.....	116
Anexo 6 Tabulación de datos IBM SPSS Statistics 27 - vista de datos.....	116
Anexo 7 Estadística de fiabilidad y correlación de variables.	117
Anexo 8. Árbol de Prerrequisito	117
Anexo 9. Árbol de transición.....	118
Anexo 10. Acta de proyecto inicial.....	119
Anexo 11. Matriz clasificación de riesgos y criterios de evaluación.....	119
Anexo 12 Ficha de registro de observación directa.....	120
Anexo 13 Procedimiento estandarizado	121
Anexo 14 Ficha de validación de experto 1.....	125
Anexo 15 Ficha de validación de experto 2.....	125
Anexo 16 Ficha de validación de experto 3.....	126
Anexo 17 Ficha de validación de experto 4.....	126
Anexo 18 Observación de procesos.....	127
Anexo 19 Vista frontal planta de producción	127
Anexo 20 Observación producción	127
Anexo 21 Recolección de datos.....	127
Anexo 22 Aprobación capítulo I.....	128
Anexo 23 Aprobación capítulo II	129
Anexo 24 Aprobación capítulo III	130
Anexo 25 Matriz de consistencia.....	131

“INTEGRACIÓN DE LA TEORÍA DE RESTRICCIONES Y MANUFACTURA ESBELTA
PARA EL BALANCEO DE LÍNEA EN MARINA TRADING S.A., SALINAS – ECUADOR.”

Autora: Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé

Tutor: Ing. Víctor Manuel Matías Pillasagua., Mgtr.

RESUMEN

La producción de conserva de sardinas enfrenta relativamente desafíos vinculados con el equilibrio de la línea del proceso productivo, es allí, donde surge la necesidad de contar con estrategias y herramientas de filosofías que fomente la mejora continua de la planta. El estudio se direcciona a la integración de los principios de la teoría de restricciones (TOC) y herramientas de la manufactura esbelta para mejorar el balanceo de línea en el proceso productivo de la empresa Marina Trading S.A., Salinas-Ecuador. Se adopta un enfoque cuantitativo de diseño no experimental con orientación descriptiva-correlacional, donde las técnicas para la obtención de información abarcaron la realización de la encuesta y observación directa, cabe mencionar que la tabulación de datos de la encuesta fue validada para garantizar su fiabilidad. Bajo el propósito de realizar un equilibrio de línea se resalta la importancia de la aplicación de mejora tales como 5 S, TPM, procedimientos y planes de capacitación, que, a través de la integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta, se aplica en ocho pasos enfocados en los puntos críticos de la cadena de valor, en la eliminación de desperdicios y reducción de la variabilidad de este, logrando optimizar la producción. En cuanto a los datos en el desarrollo de una propuesta de mejora posibilitaron un ahorro de 513.7 segundos en el tiempo total, resultando un incremento en el ciclo eficiente de trabajo (WCE) del 93 %, creando un resultado corporativo de un aumento de la producción de 50677 unidades. En particular, se logró cumplir con los valores objetivos propuestos y comprobar la reducción de los tiempos de espera e inventarios WIP y variabilidad en tiempo de ciclo entre estaciones.

Palabras Clave: *teoría de restricciones, manufactura esbelta, 5S, TPM, balanceo de línea, WCE.*

“INTEGRATION OF THE THEORY OF CONSTRAINTS AND LEAN MANUFACTURING FOR LINE BALANCING AT MARINA TRADING S.A., SALINAS, ECUADOR.”

Author: Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé

Tutor: Ing. Víctor Matías Pillasagua., Mgtr.

ABSTRACT

The production of canned sardines faces relatively significant challenges related to line balancing throughout the production process. This is where the need for strategies and tools that foster continuous plant improvement arises. This study focuses on integrating the principles of the theory of constraints (TOC) and lean manufacturing tools to improve line balancing in the production process of Marina Trading S.A., Salinas, Ecuador. A quantitative approach of non-experimental design with descriptive-correlational orientation is adopted, where the techniques for obtaining information included conducting the survey and direct observation. It is worth mentioning that the tabulation of survey data was validated to ensure the reliability of the survey. Under the purpose of carrying out a line balance, important improvement applications such as 5 S, TPM, procedures and training plans are highlighted, which, through the integration of the theory of restrictions and lean manufacturing, are applied in 8 steps focused on restricting the value chain, eliminating waste and reducing its variability, achieving production optimization. The data used to develop an improvement proposal resulted in a savings of 513.7 seconds in total cycle time, resulting in a 93 % increase in work cycle efficiency (WCE), creating a corporate result of an increase in production of 50,677 units. Specifically, the proposed target values were met, and a reduction in lead times and WIP inventory and cycle time variability between stations was verified.

Keywords: *theory of constraints, lean manufacturing, 5S, TPM, line balancing, WCE.*

INTRODUCCIÓN

El sector de la industria conservera de pescado ha experimentado un proceso de cambio constante. Actualmente, la mejora continua es un componente esencial para la supervivencia y competitividad empresarial (Salinas & Romero, 2024). Mediante la identificación de oportunidades de mejora, es posible integrar metodologías que impulsen el crecimiento en los procesos productivo, incluso en contexto de transformación empresarial constante (Cruz et al., 2024).

A nivel mundial, un estudio denominado “Convergence and Divergence of Theory of Constraint(s) and Lean Manufacturing in Construction Projects/ Convergencia y divergencia de la teoría de restricciones y la manufactura esbelta en proyectos de construcción”, concluyó que la integración de teoría de restricciones (TOC), manufactura esbelta (LM) ofrece un enfoque complementario y potente para mejorar la eficiencia en el proyecto. Mientras lean se enfoca en eliminar desperdicios y generar flujo continuo, TOC permite identificar y gestionar los cuellos de botella que limita el rendimiento del sistema. La combinación de ambas metodologías permite reducir de un 25 % y 50 % los tiempos de producción e incrementar el rendimiento en más del 30 % (Fadnavis, 2020). Este estudio demostró que combinar ambas metodologías TOC-lean son un éxito, sin embargo, depende de la organización cultural organizacional., adoptar este enfoque híbrido puede transformar profundamente la gestión operativa y facilitar la innovación en entornos complejos.

En Latinoamérica, un estudio denominado “Design proposal for a methodology that allows the Integration of Lean Manufacturing and Theory of Constraints into a single management tool/ Propuesta de diseño para una metodología que permita integrar en una sola herramienta de gestión a lean manufacturing y teoría de restricciones”, integró la metodología lean-TOC en la empresa, se observó que la metodología TPM-lean permitió reducir desperdicios en más del 25 %, mientras que la aplicación TOC-DDMA mejoró la planificación y disponibilidad de producto con una reducción de inventario hasta el 30 % sin afectar el nivel del servicio. El enfoque combinado bajo una estructura cohesionada puede alcanzar una mejora neta de hasta un 15 % y un aumento del ROIC del 12 % (Valencia, 2024). De acuerdo con lo expuesto, esta combinación elimina desperdicios, mejora el flujo de trabajo e incrementa ganancias.

A nivel nacional, un estudio denominado “Integrated Theory of constraints and their impact on productivity improvements / Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras

de la productividad” después de estudiar los elementos básicos de la TOC y complementar con la herramienta lean manufacturing, se observó una mejora en el proceso productivo, eliminaron los cuellos de botella presente y logró elevar la productividad de la empresa (Soto et al., 2021). Dicho esto, el complemento de estas metodologías (teoría de restricciones y manufactura esbelta) se enfocan en la reducción de desperdicios y actividades que no agregan valor en el proceso.

Con base en lo anteriormente expuesto, el presente estudio de investigación suscita en la empresa Marina Trading S.A., situada en el cantón Salinas de la provincia de Santa Elena. Actualmente, la empresa se caracteriza por tener un claro compromiso con sus clientes, pues, una de sus bases es de brindar un producto de calidad con fin de satisfacer cada una de las necesidades en los tiempos previstos. Sin embargo, recientemente la empresa está siendo afectada por diversas anomalías por lo que se ha determinado que el problema general es la ineficiencia que existe en los procesos de producción, exactamente en actividades como llenado, esterilizado y enfriado. Aquello refleja interrupciones en el flujo de trabajo de la empresa, la incapacidad para operar su máximo rendimiento limita la velocidad, calidad o cantidad de productos fabricados. Los desequilibrios en la línea de trabajo que existen actualmente conducen a una pérdida de tiempo en todas las demás estaciones de trabajo, por lo tanto, un equilibrio eficiente en las actividades permitirá completar el trabajo requerido.

Bajo este contexto, se plantea la **formulación del problema de investigación**: ¿Cómo se integra la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balance de línea de producción en la empresa Marina Trading S.A. Salinas – Ecuador?

La **justificación en la investigación** se realizó en base a cuatro aspectos: la investigación tiene **justificación teórica** porque proporciona un marco teórico sólido que sustenta la combinación de la metodología de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balance de línea de producción. Por otro lado, el estudio tiene **justificación práctica** porque busca integrar la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea de producción. Además, tiene **justificación metodológica** porque el estudio permite evaluar detalladamente las condiciones actuales en la que se encuentra la empresa, identificando las vulnerabilidades y áreas de mejoras de la empresa Marina Trading S.A. Finalmente, el trabajo de investigación tiene **justificación social**, porque tiene un impacto social positivo de forma interna y externa de la empresa.

Objetivos.

Objetivo general.

Integrar la teoría de restricciones y manufactura esbelta para la mejora del balanceo de línea en el proceso productivo de la empresa Marina Trading S.A., cantón Salinas – Ecuador.

Objetivos específicos.

OE 1: Desarrollar una revisión sistemática de la literatura, a través del mapeo sistemático y software Rayyan, para el sustento de variables de relación entre el enfoque de la teoría de restricciones y balanceo de línea.

OE 2: Estructurar un marco metodológico, mediante estudios enfocado en la integración de la teoría de restricciones, manufactura esbelta y balance de línea para la descripción de los procedimientos adecuado a la mejora aplicable en el estudio.

OE 3: Elaborar una propuesta de balanceo la línea que integre los principios de la teoría de restricciones y herramientas de la manufactura esbelta para la eficiencia operativa de la empresa Marina Trading S.A.

Hipótesis.

Hipótesis alternativa.

H1: La integración de los principios de la teoría de restricciones (TOC) y herramientas de la manufactura esbelta mejora significativamente el balanceo de línea y la eficiencia operativa en la empresa Marina Trading S.A.

Hipótesis nula.

H2: La integración de los principios de la teoría de restricciones (TOC) y herramientas de la manufactura esbelta no mejora significativamente el balanceo de línea y la eficiencia operativa en la empresa Marina Trading S.A.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos.

Los antecedentes investigativos son fundamentales porque permiten construir el cimiento en el cual se basará el trabajo de investigación, este sirve para orientar la metodología, análisis e interpretación de los datos, el cual permite establecer el enfoque del estudio, esto ayuda a elegir la mejor estrategia ofreciendo una base sólida sobre la cual se debe construir el trabajo investigativo.

1.2. Estado del arte.

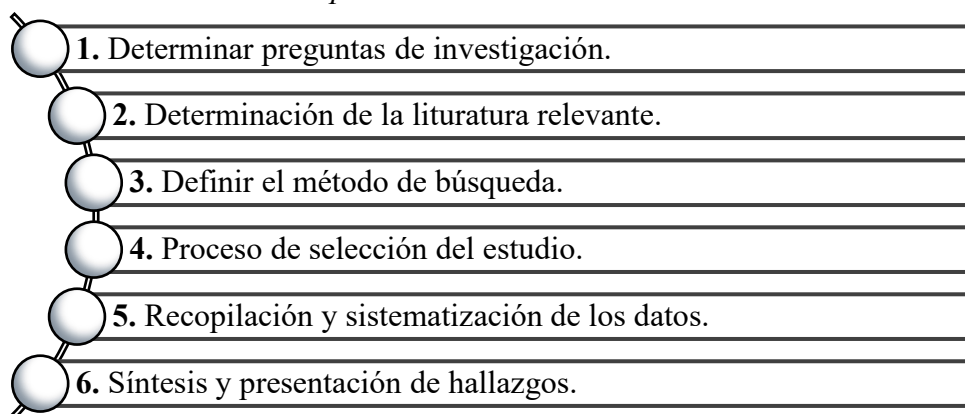
El estado del arte es una herramienta estratégica metodológica que conlleva el proceso de investigación que comprende el análisis e interpretación crítica de dimensiones investigativas. Con el estado del arte, se obtiene información sobre todo componentes de la formación de una persona integral, con estructuras de pensamiento y sensibilidad necesaria para su aplicación (Pérez, 2023). Esta investigación tiene su base en la metodología mediante el análisis e interpretación de cita empleados en los artículos referenciales de (Munn et al., 2022). Quien declara la revisión sistemática como un tipo de síntesis de evidencia cuyo objetivo es identificar y mapear sistemáticamente el tema de investigación.

1.2.1. Mapeo sistemático de literatura.

En el estudio denominado “Mapeo sistemático de la literatura” realizado por (Suescún et al., 2024) muestra una metodología para abordar la etapa de revisión de la literatura sistemática, en ella ofrece un resumen visual y global de la forma en que un tema ha sido estudiado. Basado en las investigaciones de (Narváez et al., 2023) se presenta en el gráfico 1 la guía de investigación mediante el mapeo sistemático de la literatura que se implementa en el trabajo de investigación.

Gráfico 1.

Pasos para la realización del mapeo sistemático de literatura.



Nota. Elaborado por el autor, en base a (Narváez et al., 2023).

Como se observó en el gráfico 1, los pasos para realizar comienzan en la determinación de preguntas de investigación, para aquello se va a dar lugar a las aportaciones según (Narváez et al., 2023) define los objetivos y plantea las interrogantes de investigación, el componente de la conceptualización se usó para formular los objetivos de la revisión y aspecto operativo para identificar las preguntas contribuyentes en los objetivos. A continuación, se describe los objetivos de investigación planteados.

OB 1: Estructurar de manera sistemática las pruebas con el fin de dimensionar el nivel de interés científico e investigativo en relación con las variables de estudio.

OB 2: Analizar la calidad de cada artículo seleccionado en función al método de criterio de inclusión y exclusión establecido para la respectiva valoración de documentos primarios.

OB 3: Recabar información concerniente a definiciones conceptuales, procesos, métodos de investigación, con el propósito de determinar el grado de progreso alcanzado por las investigaciones

Para el desarrollo de este estudio se expone a continuación tres preguntas de indagación, que serán de ayuda para la consecución del objetivo principal del tema relevante, se procede a presentar las preguntas para definir el enfoque de la investigación.

P 1: ¿Cuál es la distribución temporal de los artículos elegidos?

P 2: ¿Cuál es la calidad de los artículos elegidos?

P 3: ¿Cuáles fueron las metodologías aplicadas para la sistematización de datos?

1.2.2. Determinación de la literatura relevante.

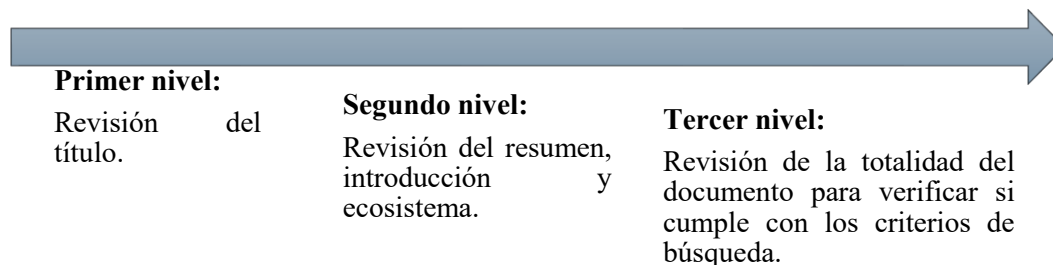
En esta etapa, una vez determinada la literatura relevante se procede a definir las palabras claves del estudio, los criterios de inclusión y exclusión, y se selecciona la base de datos idónea para la búsqueda de información. La cadena de búsqueda debe representar los conceptos en base a el tema principal, como la teoría de restricciones; en este caso, se emplearon descriptores como: teoría de restricciones, manufactura esbelta, balanceo de línea. La técnica de selección de base de datos respecto a artículos, se realizó una iteración por cada base de datos tales como: ScienceDirect, Scopus y Dimensions se seleccionaron por su amplio alcance y reputación en la comunidad científica, junto a la combinación de términos utilizando operadores booleanos y conectores lógicos tales como “AND” y “OR” para refinar los resultados.

1.2.3. Definir el método de búsqueda.

Para (Narváez et al., 2023), la definición del método de búsqueda en base a criterios, el gráfico 2 muestra la clasificación en 3 niveles de revisión.

Gráfico 2.

Niveles de revisión.



Nota. Elaborado por el autor.

i) Criterios de inclusión y exclusión.

Para la búsqueda de información relevante se utilizó la metodología de revisión sistemática de literatura en base a criterio de inclusión y exclusión. Cabe destacar, se adoptó un enfoque pragmático para balancear la cantidad y calidad de información, con el fin de reducir la sobrecarga de datos. Además, se integra artículos científicos publicados en un periodo que va del 2021 hasta 2025, relacionados con el tema de estudio en áreas de ingeniería y producción; con acceso abierto. De esta manera, cada referencia serán parámetros de criterio de inclusión, mientras los criterios de exclusión serán los que no mencionen los criterios de los objetivos de este trabajo.

En la tabla 1 se describe los criterios de inclusión y exclusión dados en la cadena de información, basados en la necesidad del autor para la base de datos relevantes en función al objeto de estudio, cabe destacar que estos criterios permitirán determinar los términos relacionados dentro del proceso de búsqueda. De esta manera, se procede a aprobar y descartar los artículos que cumplan los parámetros descritos.

Tabla 1.

Criterios de inclusión.

Nº	Criterios de inclusión	Nº	Criterios de exclusión
CI 1.	Artículos científicos con acceso abierto.	CE 1	Artículos duplicados, con acceso limitado o restringido.
CI 2.	Área de ingeniería y producción.	CE 2	Artículos que no tengan afinidad con el tema de estudio.
CI 3.	Artículos científicos publicados periodo de tiempo de (2021-2025).	CE 3	Artículos encontrados en revistas de bajo impacto.

Nota. Elaborado por el autor.

ii) Criterio de evaluación de calidad.

Con el propósito de evaluar la calidad de los artículos, en la publicación de (Narváez et al., 2023), menciona un método de evaluación de criterios con una puntuación de tres valores: no cumple (-1), cumple parcialmente (0) y si cumple (+1). La valoración de excelencia de los artículos en base a las variables de estudio de las cuales se diseñó un procedimiento de evaluación de 6 criterios, así cada artículo puede obtener una calificación de +6 y -6 (anexo 2).

1.2.4. Proceso de selección de estudio.

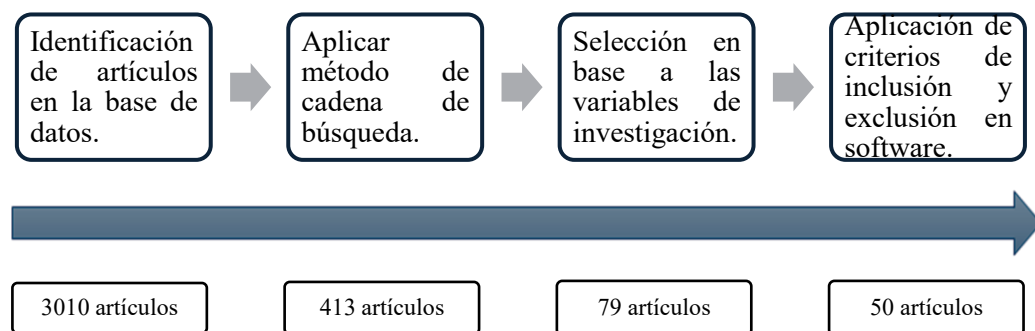
La documentación exhaustiva permite estandarizar el conocimiento presente en los proyectos donde se alinea a los objetivos; el proceso para ejecutar la búsqueda yace a partir de una indagación inicial con las bases de datos Mendeley, Scopus y Dimensions encontrándose un total de 3010 publicaciones que se relacionan con el tema de investigación. Posteriormente, se aplicó una breve revisión de primer nivel, es decir, se comparó los títulos de investigaciones y seleccionó los artículos que se relacionaban a las variables de búsqueda, dando resultado un total de 413 publicaciones considerados relevantes. Finalmente, se aplicaron los criterios de exclusión, de donde resultaron 50 artículos primarios, los cuales fueron guardados en la librería de Mendeley para luego ser exportados.

Software Rayyan.

Rayyan es una herramienta de investigación experta en la realización de revisiones sistemáticas de la literatura, esta permite importar, filtrar, clasificar estudios relevantes, el software permitió documentar criterios de inclusión y exclusión para garantizar la transparencia y trazabilidad del proceso de selección de los datos (Reis et al., 2023). Se procede aplicar un procedimiento de muestreo sistemático considerando los criterios de inclusión y exclusión se revisaron cada artículo mediante la herramienta Rayyan para agilizar la cadena de búsqueda de artículos de investigación (anexo 3). En el gráfico 3 se observa las etapas del procedimiento de selección de artículos.

Gráfico 3.

Etapas de selección de artículos.



Nota. Elaborado por el autor.

1.2.5. Recopilación y sistematización de los datos.

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de los artículos de la revisión sistemática de la literatura, donde se especifica las publicaciones que sirvieron para la determinación del tema de investigación (anexo 2).

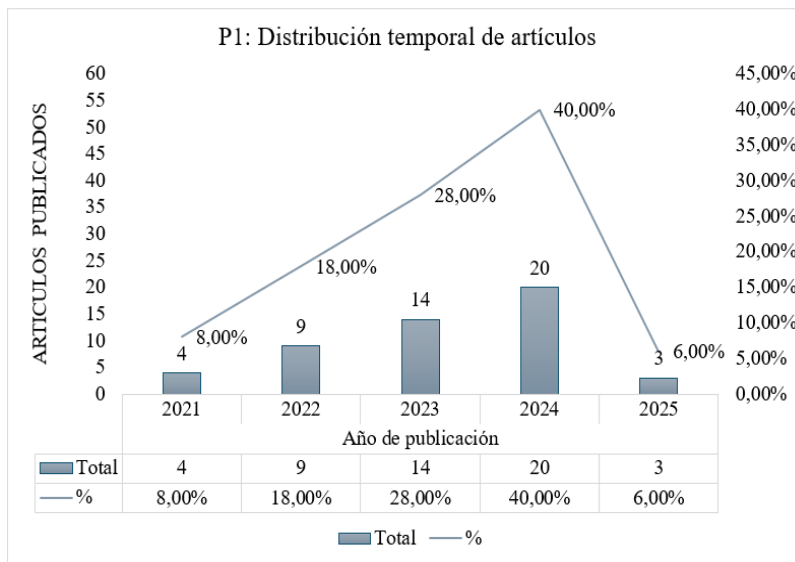
P 1: ¿Cuál es la distribución temporal de los artículos elegidos?

La distribución temporal de los 50 artículos seleccionados en el año 2021 se reflejó el 8 % del total de las publicaciones seleccionadas, siendo los artículos: A22, A29, A30, A50. En el año 2022 se presenta un 18 % de la elaboración científica en relación con las variables estudiadas. Los artículos fueron: A1, A2, A6, A9, A21, A24, A25, A26, A44. En el año 2023 tuvo una cantidad considerable del 28 % en artículos seleccionados tales como: A3, A4, A5, A10, A11, A16, A18, A20, A23, A28, A33, A36, A37, A46. En el año 2024 se recolectó la mayor cantidad de artículos publicados, siendo su representación porcentual de 40 % en los

siguientes: A7, A8, A12, A13, A14, A15, A17, A19, A27, A31, A32, A34, A35, A38, A39, A40, A43, A47, A48. A49. Finalmente, se presenta el año actual 2025 con dos ejemplares, A41, A42 y A45 representando el 6 %. En ese sentido, el gráfico 4 se muestra la distribución temporal de artículos seleccionados al tema de investigación.

Gráfico 4.

Distribución temporal de artículos.



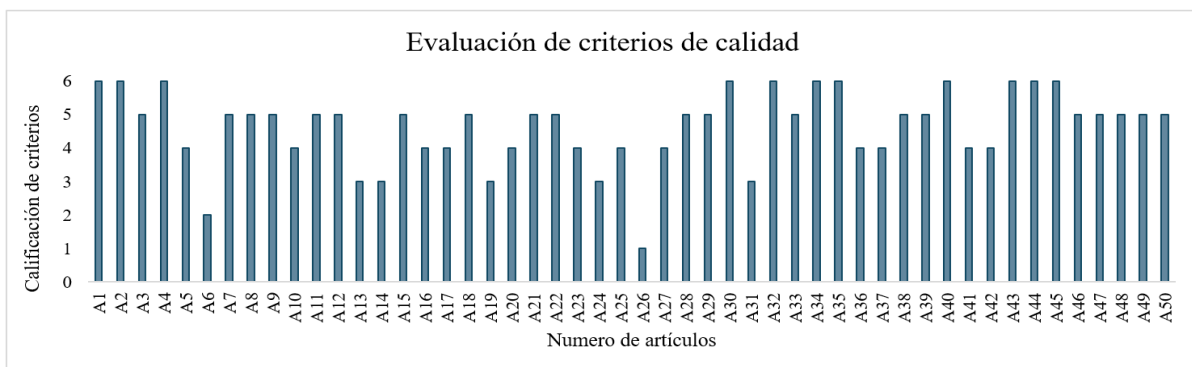
Nota. Elaborado por el autor.

P 2: ¿Cuál es la calidad de los artículos elegidos?

En cuanto a la calidad de los artículos seleccionados se evaluó en base a los 6 criterios de calidad predefinidos. El gráfico 5 representa la agrupación de artículos según la calificación obtenida tras la suma de valores individuales propuestos con fin de llevar a cabo la evaluación de la calidad de los artículos.

Gráfico 5.

Evaluación de criterios de calidad.



Nota. Elaborado por el autor.

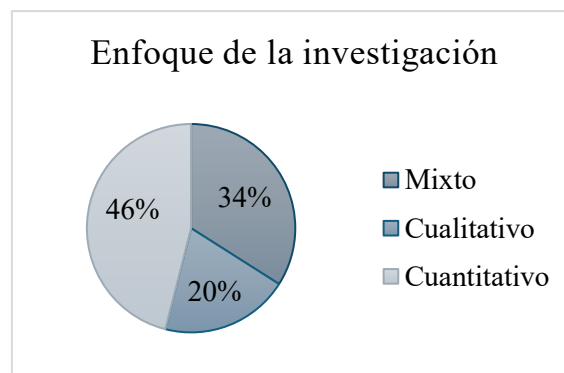
En el gráfico 5, los estudios con mayor puntuación fueron A1, A2, A4, A32, A34, A35, A40, A43, A44, y A45 con una puntuación de 6. Luego, artículos con puntaje de 5 fueron los A3, A7, A8, A9, A11, A12, A15, A18, A21, A22, A28, A29, A33, A38, A39, A46, A47, A48, A49 y A50. Luego con calificación 4 están: A5, A10, A16, A17, A20, A23, A25, A27, A36, A37, A41 y A42. El cuarto grupo con puntaje de 3 están: A13, A14, A19, A24, A31. Para finalizar se encuentra los puntajes de 2 y 1 fueron de A6 y A26 respectivamente.

P 3: ¿Cuáles fueron las metodologías aplicadas para la sistematización de datos?

Según las características de la investigación desarrollada se realizó una clasificación basada en categorías tales como: enfoque, método, técnica instrumento. Esta operación de extracción permitió la organización sistemática de información determinada en torno al tema de investigación. Según los resultados obtenidos se observa que el enfoque de investigación existe una mayor parte de aplicación del método cuantitativo con un 46 %, la preponderancia de los artículos publicados se adhirió a una metodología cuantitativa, demostrando una priorización en la aplicación de medidas objetivas y cuantificables de los resultados. Posteriormente se obtuvo un 34 % en el enfoque mixto y 20 % enfoque cualitativo, datos que son observados en el gráfico 6.

Gráfico 6.

Enfoque de la investigación.



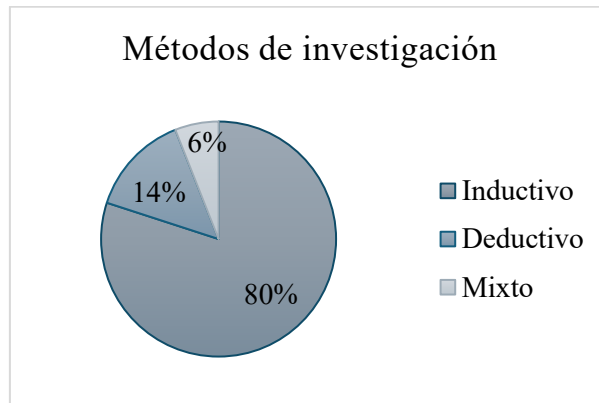
Nota. Elaborado por el autor.

En cuanto a los resultados obtenidos del método de investigación, con una predominancia del 80 % de las publicaciones aciertan a tener método inductivo por lo que indica que su procedimiento de investigación se basa en el razonamiento que permite obtener conclusiones a partir de casos específicos. Por consiguiente, el 14 % representa al método de investigación deductivo que se obtiene a partir del razonamiento lógico para obtener sus

resultados. Por último, se evidencia 6 % del método mixto, es decir, la combinación de los métodos de investigación deductivo-inductivo formando una estrategia para fortalecer cada enfoque. A continuación, se visualiza de forma esquematizada los resultados obtenidos de los métodos de investigación en el gráfico 7.

Gráfico 7.

Método de investigación.

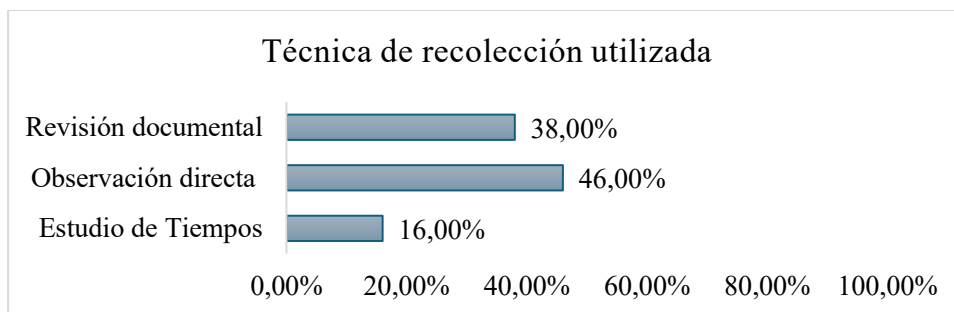


Nota. Elaborado por el autor.

Por otro lado, se realiza un análisis exhaustivo de las técnicas de recolección utilizada en el mapeo sistemático de literatura. Para el caso de las técnicas se adoptó en mayor cantidad la observación directa con un 46 % la cual se basó en la selección de datos de primer nivel e introducción al contexto investigativo. Seguidamente, se ubica el 38 % de revisión documental encontrada, y 16 % en estudios de tiempos. A continuación, se observa en el gráfico 8 las técnicas aplicadas.

Gráfico 8.

Técnicas de recolección utilizado.



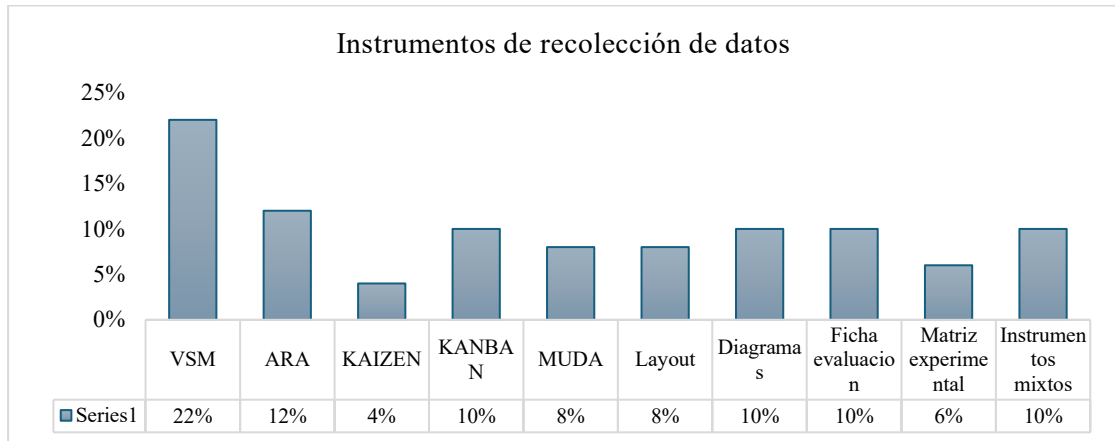
Nota. Elaborado por el autor.

Se observa en el gráfico 9 la aplicación de herramientas como VSM con un 22 % en las publicaciones que se han investigado, el uso del árbol de realidad obtuvo un 12 % de los artículos seleccionados, así mismo el uso de diagramas, fichas de evaluación, kanban e

instrumentos mixtos con un 10 %, el uso de diseño tal es el caso de la herramienta layout, y Muda tuvieron el 8 % cada una, la matriz experimental obtuvo el 6%, seguidamente kaizen fue puntualizado con el 4 % de los artículos.

Gráfico 9.

Instrumentos aplicados.



Nota. Elaborado por el autor.

1.2.6. Síntesis y presentación de hallazgos.

La síntesis y presentación de hallazgos del mapeo sistemático de literatura indican la existencia de 50 artículos que aplicaron varias herramientas de acuerdo con las variables de estudios. En la literatura analizada se observa múltiples beneficios y desafíos relacionados al tema de estudio donde involucra: teoría de restricciones, manufactura esbelta y balanceo de línea. Inicialmente se observa que la integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta trae beneficios puesto que buscan optimizar su línea de producción, con la aplicación de los cinco pasos de TOC se identificará la restricción del sistema. En este sentido, la utilización de herramientas LM como value stream mapping (VSM) corrobora el análisis de los tipos de desperdicios presente en la línea de producción; con la técnica de balanceo considerando las restricciones TOC y oportunidades de mejoras se logrará obtener las métricas de desempeño ya sea en el tiempo de ciclo, tiempo ocioso, producción o eficiencia de la planta.

El examen exhaustivo de la revisión bibliográfica reveló la prominencia de la aplicación de herramientas integrando la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el incremento de ganancia y maximizar la productividad. La tendencia de artículos seleccionados en la base de datos fue a partir del 2021 hasta el año actual, teniendo un enfoque del 46 % en investigaciones de carácter cuantitativo, el 34 % de aspecto mixto (cualitativo-cuantitativo), por último, el método cualitativo con una ponderación de 20 %. Además, las técnicas de

recolección de datos aplicado tuvieron un gran alcance del 46 % observación directa, de los artículos revisados el 38 % fueron revisiones documentales. Finalmente, solo el 16 % se llevaron a cabo mediante la técnica de estudios y métodos de tiempos. La aplicación de VSM fue implementada en el 22 % de los trabajos investigados, lo que indica su amplia aplicabilidad y relevancia en las industrias. El uso de diagramas, herramientas lean, fichas y matrices fueron necesarias en las investigaciones para obtener soluciones en cada problemática.

De acuerdo con lo anterior, se hace necesario recalcar que los beneficios de la integración de las filosofías de teoría de restricciones y manufactura esbelta logrará optimizar el sistema productivo por consecuente mejorar el flujo de trabajo, se reducirá los tiempos de ciclo, aumento de productividad y demás. La complejidad de la integración al combinar estas dos filosofías requiere de una comprensión profunda de ambas, la capacidad y análisis para identificar como se complementan.

Variables de estudio.

Variable independiente: teoría de restricciones.

Para (Silva et al., 2024), la teoría de restricción permite maximizar el throughput que es la velocidad a la que la planta genera dinero a través de las ventas. La importancia de aplicar el TOC en una empresa radica en su capacidad para optimizar el rendimiento y la eficiencia, lo que permite obtener una mayor rentabilidad y competitividad. El autor (Mats, 2024), en su artículo afirma que la implementación de esta metodología es eficaz y sencilla, se centra en asegurar que un proceso crítico se opere a plena capacidad, con todos los procesos estandarizados por lo que brinden apoyo a este proceso; de tal manera que, si el proceso clave produce más productos, el sistema produce más, por lo que se traduce que la empresa ganará más dinero.

Variable dependiente: balanceo de línea.

Según el autor (Escalante, 2021), el objetivo principal de realizar un balance de línea es que cada estación de trabajo produzca lo proyectado y tenga un tiempo de ciclo de producción establecido, para así evitar las acumulaciones de carga por procesar. El reto de realizar un equilibrio de línea radica en las divisiones del proceso en estaciones de trabajo donde se ejecutarán grupos de tareas, de forma que la carga de trabajo sea óptimo en el intervalo de tiempo del ciclo de producción.

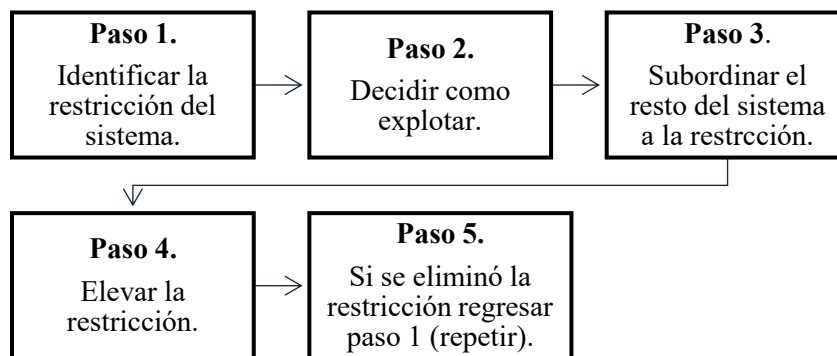
1.3.Fundamentos teóricos.

1.3.1 Teoría de restricciones.

Para (Morales et al., 2020) la teoría de restricciones reconoce que la producción de un sistema consiste en múltiples pasos; de tal manera, para explotar la restricción es preciso sacarle lo que más se pueda al cuello de botella sin perder tiempo, es decir, se debe obtener el máximo rendimiento del recurso con restricción de capacidad dentro del horario laboral, dado que, cualquier minuto perdido en el rendimiento del recurso con restricción de capacidad repercute en el nivel de producción de todo el sistema. De acuerdo con (Salinas & Romero, 2024), se debe seguir una secuencia de 5 pasos ilustrados en el gráfico 10.

Gráfico 10.

Pasos para la integración de la teoría de restricciones.



Nota. Elaborado por el autor adaptado de (Morales et al., 2020).

1.3.3 Manufactura esbelta.

Para (Martínez, 2021) la manufactura esbelta se define como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de toda actividad que no agrega valor en un proceso. Su objetivo principal es eliminar desperdicios y retrasos en toda la línea de producción; la finalidad de que una industria integre la metodología es para inculcar una cultura de mejora continua en toda la planta.

1.3.5 Balanceo de línea.

Según (Matias & Jäschke, 2025) el balanceo de línea es una estrategia de producción fundamental en la gestión de operaciones y la manufactura esbelta para mejorar la eficiencia y productividad de los procesos. El objetivo del equilibrio de líneas es asignar tareas en los centros de trabajos para reducir el número de estaciones y minimizar el tiempo ocioso para producir una determinada cantidad de unidades en un periodo de tiempo específico.

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

El diseño metodológico en un trabajo de investigación se concibe como una manera de detallar el proceso mediante el cual se lleva a cabo el estudio y la forma como serán analizados los datos. El proceso de metodología se considera una fase crítica dentro del proyecto, debido que se originan técnicas específicas para la ejecución de actividades relacionadas con la investigación, el procedimiento requiere un alto grado de coherencia, precisión y objetividad en la medición que permita la realización de conclusiones objetivas apegadas a la realidad. (Puig et al., 2024).

2.1. Enfoque de investigación.

El enfoque del área de investigación es considerado como la observación previa al análisis de procedimiento de medición de las variables de estudio. Para (Moreno et al., 2022) al diseñar un estudio, es crucial determinar previamente si se utilizaran datos cuantitativos o cualitativo debido que implica un proceso mental de preconfiguración de cualquier proceso u objeto. Bajo este contexto, se logra validar la factibilidad de orientar la investigación hacia un enfoque cuantitativo con la finalidad de seguir un procedimiento secuencial que emplee datos numéricos para obtener conclusiones precisas. Cabe destacar que, debido a su enfoque cuantitativo, se optó de carácter descriptivo y correlacional de tipo no experimental categorizado como transversal para la recolección de datos.

2.2. Diseño de investigación.

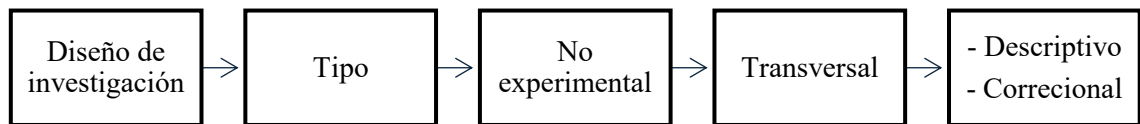
El diseño de investigación constituye al sistema metodológico que se implementa para la recolección de datos. Por la naturaleza tiene un enfoque de investigación cuantitativo mediante un diseño no experimental categorizado como transversal, según (Sánchez et al., 2021) se caracteriza por ser un estudio observacional, la cual proporciona una visión instantánea de las variables en un población o muestra, ya sea para la descripción de las características o exploración de las relaciones entre ellas en un determinado tiempo. Se procede a clasificar las variables en relación con el estudio correspondiente:

Investigación descriptiva: surgen a partir de los resultados obtenidos de investigaciones previas, expresa las características principales del caso de estudio, tiene como objetivo comprobar el comportamiento de ciertas variables de estudios con el propósito de definir los procesos, actividades, y herramientas que conciertan el marco metodológico.

Investigación correlación: se centra en encontrar relaciones o asociaciones entre la variable independiente y variable dependiente a través de una guía predecible para una determinada población o grupo en específico. Mediante este enfoque se analizan los resultados que permiten implementar soluciones específicas y alcanzar mejoras.

Gráfico 11.

Diseño de investigación.



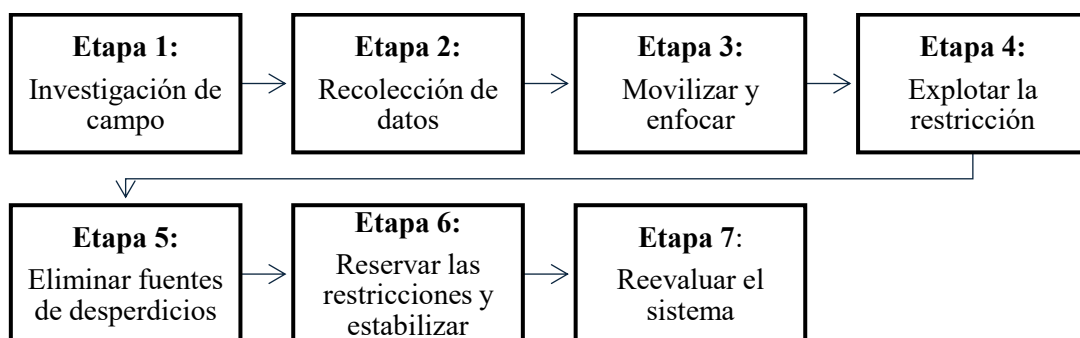
Nota. Elaborado por el autor.

2.3.Procedimiento metodológico.

La ruta metodológica de este estudio se fundamenta en las investigaciones realizada por (Valencia, 2024) y (Estrada, 2018), donde se resaltan la importancia de integrar las metodologías teoría de restricciones y manufactura esbelta para la identificación del problema principal, se seleccionaron dos metodologías para abordar este problema desde distintas perspectivas y se agruparon las herramientas correspondientes, dando como resultado la combinación de esta metodología en un enfoque integrado de TOC-lean que busca mejorar y balancear la línea de producción, la contribución de las técnicas de estos reforzó al proceso metodológico para realizar el caso de estudio.

Gráfico 12.

Etapas de la recopilación y procesamiento de datos.



Nota. Elaborado por el autor.

Las etapas metodológicas presentadas en el gráfico 12 describen la investigación de campo porque se pretende visitar, estudiar y analizar la empresa Marina Trading S.A., a través de la observación directa de los procesos productivos para determinar las oportunidades de mejora dentro del campo de estudio. Además, la recolección de datos concierne a la realización

de las encuestas a trabajadores que garantiza la fiabilidad de información y observación directa en el área de producción para el análisis situacional inicial mediante datos recolectados por la empresa. En cuanto a la etapa de movilizar y enfocar, busca identificar la restricción dentro del sistema para luego enfocar los esfuerzos en eliminar y lograr una mejora de todo el sistema. En explotar y eliminar de fuentes de desperdicio se pretende explotar el área focal mediante la integración de herramientas lean y eliminar. En la etapa de reservar restricciones y estabilizar se verifica si la empresa logra tener un proceso eficiente y estandarizado que facilite la eliminación de residuos y prevención de lo que pueda acontecer en el futuro. Finalmente, el reevaluar el sistema se repite todo el proceso para monitorear el nuevo desempeño del sistema.

2.4. Población y muestra.

2.4.1. Población.

La población se define como el conjunto integral de los elementos bajo estudio, se concibe como la totalidad exhaustiva de las unidades bajo análisis independientemente de si se examina la totalidad de los individuos o una muestra representativa que cumplan con criterios o especificaciones predefinidas (Hernández & Mendoza, 2018). Bajo este contexto, para este caso de estudio la población de interés se compone del personal de la empresa Marina Trading S.A.

Tabla 2.

Población.

Área	N° Trabajadores		Total	Porcentaje
	Hombres	Mujeres		
Área gerencial.	0	2	2	5%
Área administrativa.	8	6	14	31%
Área producción.	27	2	29	64%
Total.	35	10	45	100%

Nota. Elaborado por el autor.

En este estudio en particular, la población está conformada por los empleados, distribuidos entre grupos principales del área gerencial, administrativa, producción. Este enfoque se basa en la necesidad de evaluar a los trabajadores involucrados con el proceso de producción, en la tabla 2 se demuestra la estratificación de la población.

2.4.2. Muestra.

La muestra para ser representativa de la población requiere que las unidades de la población tengan la misma probabilidad de ser seleccionadas, la selección premeditada de esta muestra es de carácter no probabilístico por conveniencia debido a que este método basado en la selección del área de producción, este permitió incluir únicamente a aquellos empleados cuya labor tiene un impacto directo con el proceso de producción. La elección de utilizar este tipo de muestreo se apoya en la conveniencia con fin de brindar una muestra significativa que se encuentra en la línea de producción de Marina Trading, permitiendo identificar áreas de mejora y contribuyendo al objetivo general de balancear la línea del proceso productivo mediante la integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta.

Tabla 3.

Muestra.

Área de producción	Nº Trabajadores	Porcentaje
Supervisores.	2	7%
Operarios.	25	86%
Mantenimiento.	2	7%
Total.	29	100%

Nota. Elaborado por el autor.

La distribución presentada en la tabla 3 se observa la muestra del área de producción conformado de categorías como: supervisores, operarios, y personal de mantenimiento que trabajen directamente con el producto, mismos que se encuentran conformados por 29 empleados del cual se va a centrar el estudio.

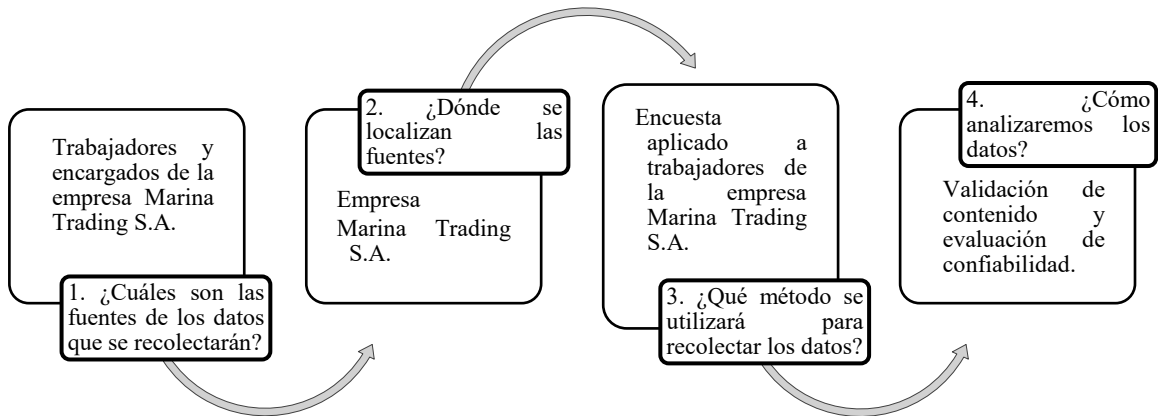
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos.

2.5.1. Método de recolección de datos.

La recolección de datos es considerada como la medición, una precondition para los resultados obtenidos del conocimiento científico. Requiere un enfoque planificado que comienza con la elección de metodología adecuada al caso de estudio, posteriormente se aplican las herramientas seleccionadas para la recolección de datos significativos. En el artículo del autor (Hernández & Mendoza, 2018) afirma que la recopilación de información se debe preparar los datos y mediciones obtenidas para dar el análisis exhaustivo tal y como se muestra en el gráfico 13.

Gráfico 13.

Planificación de recolección de datos.



Nota. Elaborado por el autor en base a (Hernández & Mendoza, 2018).

2.5.2. Técnicas de recolección de datos.

La técnica para la obtención de datos se define como el conjunto sistemático de procedimiento adaptados al objeto de estudio, donde se emplean herramientas para recopilar información de las fuentes necesarias. estas técnicas se eligen en base a las variables, permitiendo obtener información esencial para implementar el caso de estudio (Hernández & Avila, 2020). Bajo este contexto, el estudio se realizó en la empresa Marina Trading S.A., implementando el método de encuesta, categorizada como investigación cuantitativa y observación directa, categorizada como técnica de investigación de campo, misma que se lleva a cabo mediante el acercamiento al fenómeno estudiado para observar lo que sucede en su entorno.

2.5.3. Instrumentos de recolección de datos.

Los instrumentos de medición son herramientas indispensables en toda investigación, debido que contribuyen a la recopilación de datos precisos y fiables sobre las variables de estudio (Hernández & Avila, 2020). En este contexto, los instrumentos empleados en el estudio se basaron en las entrevistas, cuestionarios, ficha de observación de registro de datos y demás. A continuación, se detalla cada instrumento de recolección que se emplea:

Encuesta: consiste en una serie de preguntas diseñadas y/o estandarizadas para recolectar información sobre el trabajo de investigación, mediante esta técnica se puede realizar análisis estadísticos y obtener generalizaciones sobre una población más amplia (anexo 4).

Ficha técnica de observación directa: se registra de manera sistemática los tiempos de cada proceso en conjunto a las actividades que se realizan. Además, permite incluir observaciones adicionales para documentar si existen fluctuación o interrupciones dentro del proceso de producción (anexo 21).

2.5.4. Procedimiento para la recolección de datos.

En esta sección, el procedimiento de la recopilación de datos implicar analizar, la adherencia a conceptualización, sistematización y reorganización lógico de los resultados obtenidos por medio de las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos en la investigación (Hernández & Avila, 2020). A continuación, en la tabla 4 se detalla las dos etapas para el procedimiento de la investigación.

Tabla 4.

Procedimiento para la recolección de datos.

Nº	Planeación	Procedimiento
1	Tratamientos de datos.	Análisis de información recopilada mediante la tabulación de datos obtenidos a partir del Software IBM SPSS Statistics 27. Organización de datos recabados de manera sistemática Verificación de datos conforme a variables y aplicación de análisis para la presentación de resultados.
2	Presentación de datos.	Presentación escrita de datos obtenidos por medio del software IBM SPSS Statistics 27. Presentar ilustraciones graficas para la interpretación y comprensión de los resultados. Presentar los resultados asociados para la integración de la metodología TOC-lean.

Nota. Elaborado por el autor.

2.6. Variables de estudio.

Las variables de estudio constituyen a la información que colecta o los datos que se recaban con fin de responder a las preguntas de investigación, las cuales que se especifican en

los objetivos (Villasís & Miranda, 2016). Bajo este contexto, resulta esencial comprender los términos de variable independiente pertenecientes a las causas y variable dependiente a los resultados de la causa. A continuación, se presenta las variables de investigación de estudio:

Variable independiente (VI): teoría de restricciones.

Variable dependiente (VD): balanceo de línea.

2.6.1. Operacionalización de las variables.

Por medio de la tabla 5 y tabla 6 se detalla la operacionalización de variable independiente “teoría de restricciones” y variable dependiente “balanceo de línea” respectivamente. La matriz se compone de la definición conceptual, definición operacional, dimensión, indicadores, ítems, y, por último, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Tabla 5.

Operacionalización de variable independiente.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumento		
Variable independiente	Teoría de restricciones.	La teoría de restricciones es una metodología que permite identificar y gestionar las limitaciones del sistema, el cual su capacidad está limitada por la restricción del sistema que determina el ritmo de la producción. (Gutierrez et al., 2023).	La teoría de restricciones es una metodología de gestión que busca maximizar el rendimiento global del sistema (Lopez et al., 2022).	Identificación de la restricción del proceso (TOC).	I1: Numero de cuello de botella detectado en el proceso. I2: Tiempo promedio para detectar una restricción luego de su aparición. I3: Tiempo promedio de tránsito por producto (desde inicio a fin del proceso).	¿Observa usted que existen paras en la línea de producción en el último mes? ¿Presenta acumulación de productos en la línea de producción? ¿Conoce el tiempo en promedio que presenta la identificación del cuello de botella? ¿Dispone algún método para detectar restricciones en tiempo real? ¿Conoce cuál es el tiempo total que tarda un producto desde el inicio hasta el final del proceso?	Observación directa/entrevista.	Lista de verificación/guía de entrevista.
				Flujo de proceso (TOC-lean).	I4: Porcentaje de reducción de tiempo de espera, entre estaciones. I5: Porcentaje de reducción de actividades sin valor agregado.	¿Existe una reducción en los tiempos de espera entre procesos? ¿Conoce cuánto tiempo permanece el producto detenido entre estaciones de trabajo? ¿Se han eliminado tareas que no agregan valor al producto final? ¿Conoce el porcentaje del proceso que contiene actividades innecesarias?	Observación de procesos.	Cronograma de flujo/formato de tiempo de tránsito.
				Eliminación de desperdicios (lean).	I6: Numero de tipos de desperdicios (Muda) identificados y eliminados.	¿Conoce el proceso de mejora continua? ¿Considera que existen desperdicios en la línea de producción? ¿Conoce alguna técnica de evaluación del desempeño que se realice en la empresa?	Entrevista/revisión documental.	Guía de entrevista/registro de procesos.
				Mejora Continua (Kaizen-lean).	I7: Numero de propuestas de mejora implementadas. I8: Porcentaje de tiempo después de cambios.	¿Los materiales están organizados y etiquetados de forma accesible? ¿El diseño del área permite un flujo de trabajo eficiente? ¿Ha observado mejoras concretas en productividad después de implementar cambios?	Encuesta/revisión documental.	Cuestionario estructurado/registro de propuesta.
				Sincronizar de recursos (TOC).	I9: Aplicación de técnicas de análisis. I10: Tiempo promedio de espera entre recursos (maquinarias, personal, materiales).	¿En la empresa se aplica técnicas analíticas de fallos y efectos? ¿Existen momentos en que el flujo se detiene por falta de disponibilidad de recursos?	Observación directa/encuesta.	Formato de control de producción/cuestionario.

Nota. Elaborado por el autor.

Tabla 6.

Operacionalización de variable dependiente.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumento	
Variable dependiente	<p>Balaceo de línea.</p> <p>Es una técnica que busca optimizar la distribución de tareas en una línea de producción, de manera que cada estación de trabajo tenga una carga de trabajo similar y se eviten cuellos de botella. (Araoz et al., 2024).</p>	<p>El balanceo de línea minimiza el tiempo de inactividad en cada estación mediante el proceso de asignación y distribución equitativa de las tareas (Lorenzo, 2024).</p>	Distribución de tareas.	I11: Desviación estándar del tiempo de trabajo entre estaciones	<p>¿Las tareas están distribuidas equitativamente entre las estaciones de trabajo?</p> <p>¿Existen estaciones con tiempo de trabajo significativamente largos?</p>	Observación/ estudio de tiempo	Hoja de trabajo/formato de balance de carga
			Tiempo de ciclo.	I12: Porcentaje de estaciones con carga superior o inferior al tiempo de ciclo.	¿Qué porcentaje de estaciones trabaja fuera de tiempo del ciclo estándar?	Cronometraje /observación	Reloj digital/Formato de medición de tiempo de ciclo
				I13: Tiempo promedio por unidad producida en la línea.	¿Se han realizado acciones para reducir el tiempo de ciclo en la línea de producción?		
			Utilización de recurso.	I14: Diferencia entre tiempo de ciclo real y tiempo de ciclo ideal.	¿Dispone algún método para el cumplimiento del tiempo de ciclo estándar?	Revisión documental/encuestas	Registro de uso de equipos/cuestionario operarios
				I15: Porcentaje de utilización de operarios en cada estación.	¿Conoce que porcentaje del tiempo operativo está realmente trabajando el personal?		
			Tiempos ociosos.	I16: Porcentaje de utilización de maquinarias	¿Conoce que tan frecuente las maquinas permanecen sin uso durante el turno?	Observación directa/estudio de tiempos	Formato de registro de inactividad/hoja de control de estaciones
				I17: Promedio de minutos de inactividad por estación y por jornada.	¿Conoce que factores causan los tiempos muertos en la línea?		
				I18: Promedio de tiempo inactivo respecto al tiempo total disponible.	¿Se mide regularmente el tiempo ocio de cada estación?		
			Productividad en línea.	I19: Unidades producidas por hora en condiciones estándar.	¿Conoce como ha variado la producción por hora en los últimos tres meses?	Revisión documental/observación	Reportes de producción/registro de unidades por hora
				I20: Relación entre unidades producidas y número de trabajadores involucrados	¿Se ha evaluado la eficiencia de producción por cada trabajador?		

Nota. Elaborado por el autor.

2.7. Plan de análisis e interpretación de resultados.

Se elaboró un plan de análisis utilizando métodos, técnicas y herramientas asociados a la metodología de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el equilibrio de línea. A continuación, en la tabla 7 se presenta la ejecución de los tres objetivos de investigación, a su vez los procedimientos, herramientas y resultados esperados.

Tabla 7.

Plan de análisis e interpretación de datos.

Objetivos Específicos	Procedimientos	Herramientas	Resultados esperados
OE 1: Desarrollar una revisión sistemática de la literatura, a través del mapeo sistemático y software Rayyan, para el sustento de variables de relación entre el enfoque de la teoría de restricciones y balanceo de línea.	Aplicar método de revisión sistemática de literatura por mapeo sistemático	Software Rayyan, Índice de citas y autores	Establecer sinergias entre las variables Determinar las herramientas seleccionadas de TOC-lean
OE 2: Estructurar un marco metodológico, mediante estudios enfocados en la integración de la teoría de restricciones, manufactura esbelta y balance de línea para la descripción de los procedimientos adecuado a la mejora aplicable en el estudio.	Diseño metodológico, selección de técnica e instrumentos de recolección de datos	Matriz referencial, técnica metodológica para la recolección de datos, método de validación de instrumentos en investigadores	Procedimiento metodológico para la recolección de datos.
OE 3: Elaborar una propuesta de balanceo la línea que integre los principios de la teoría de restricciones y herramientas de la manufactura esbelta para la eficiencia operativa de la empresa Marina Trading S.A.	Aplicar el diseño metodológico a través de TOC-lean.	VSM, ARA, ARF, EN, diagrama de flujo de proceso, 5 S, TPM, diagrama de Pareto. Propuesta de TOC-lean para balancear la línea de producción.	Registro de datos y análisis de la integración TOC-lean.

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 7 se presenta la estrategia de evaluación y cumplimiento de objetivos específicos. Para el cumplimiento del primer objetivo se enfoca en la revisión exhaustiva de literatura mediante un mapeo sistemático con la herramienta Rayyan, de este modo se evidencia los patrones de citas, autores, lo que contribuye a la elección de metodologías y herramientas claves para el trabajo de investigación. El segundo objetivo establece un marco metodológico basado en estudios previos de teoría de restricciones y manufactura esbelta utilizando un diseño no experimental de tipo transversal con un enfoque cuantitativo a través de la realización de encuesta parte del diseño del procedimiento para la recolección de datos. Finalmente, el tercer objetivo corresponde a la integración de la metodología teoría de restricciones y manufactura esbelta, aplicando sus herramientas que permitirá alcanzar los objetivos planteados para promover una cultura de mejora continua.

CAPITULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN


3.1.Contexto organizacional.

3.1.1. Presentación de la empresa Marina Trading S.A.

La industria manufacturera productos del mar Marina Trading S.A., es una empresa ecuatoriana ubicada en la provincia de Santa Elena, en el cantón Salinas. Su actividad principal es el procesamiento y enlatado de sardinas de alta calidad. En la tabla 8 se ilustra la presentación de la empresa.

Tabla 8.

Datos de la empresa.

Presentación de la empresa		
Logotipo	Tipo de información	Datos
	Razón social.	PRODUCTOS DEL MAR MARINA-TRADING S.A.
	Registro único de contribuyentes (RUC).	de 0992955759001.
	Centro de trabajo.	Santa Elena / Salinas / Carlos Espinoza Larrea.
	Dirección.	Barrio Conchas, Lote A, Carretera. 55, kilometro E 40. Detrás del hotel Las Conchas.
	Actividad económica principal.	Producción de conserva de pescado.

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 16 se presenta la información general de la empresa, siendo como representante legal Lucas Proaño Mariela Elizabeth, con el siguiente RUC valido: 0992955759001, lo que confirma su constitución legal ante el SRI. Cabe destacar que se proporciona la dirección exacta de su ubicación asegurando la fiabilidad del objeto de estudio de la investigación.

3.1.2. Emplazamiento.

El gráfico 14 muestra la ubicación geográfica detallada de la empresa productos del mar Marina Trading S.A., ubicada en la parroquia Carlos Espinoza Larrea del cantón Salinas de la provincia de Santa Elena, específicamente en el barrio Las Conchas.

Gráfico 14.

Ubicación geográfica de la empresa.



Nota. Adquirido de Google Earth (2025).

3.1.3. Misión.

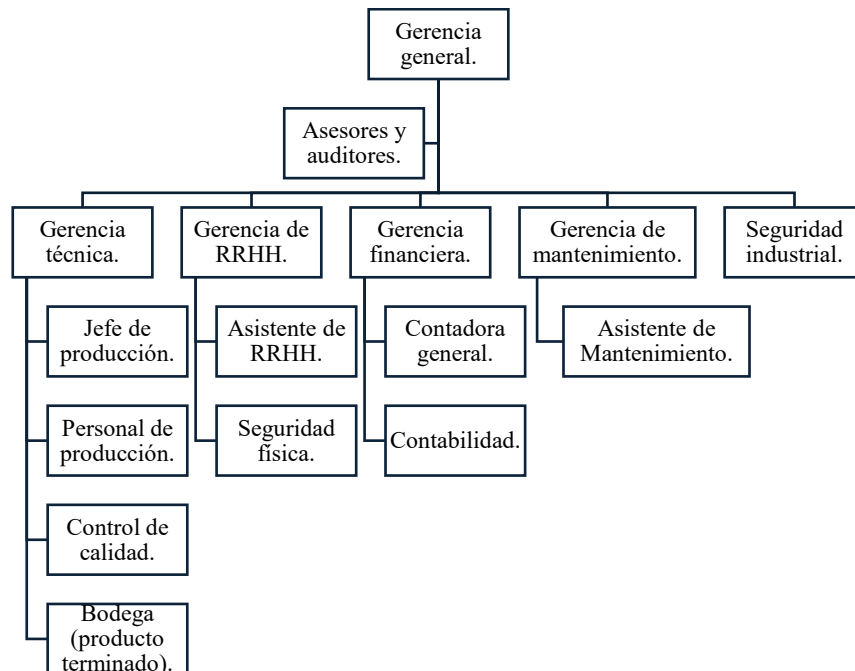
Producir conservas de sardina y enlatados de mariscos con los mejores estándares de calidad, garantizando productos alimenticios de alto poder nutritivo, siendo respetuosos de las normas ambientales para conservación de la naturaleza.

3.1.4. Organigrama de la empresa.

A continuación, se presenta en el gráfico 15 el organigrama proporcionado por la empresa Marina Trading S.A.

Gráfico 15.

Organigrama de la empresa.



Nota. Elaborado por el autor.




El gráfico 15 ilustra la jerarquía establecida por la empresa productos del mar Marina Trading S.A., donde el gerente general ocupa el puesto de mayor autoridad, seguido del departamento de asesores y auditores, además áreas departamentales gerenciales como recursos humanos, financiera, mantenimiento, seguridad industrial y gerencia técnica.

3.1.5. Productos de la empresa.

Según el Clasificador Industrial Internacional Uniforme (CIU, 2025), la empresa productos del mar Marina-Trading S.A., esta categorizada bajo el código C10-102, que se refiere a la elaboración y conservación de pescados, crustáceos y molusco. La cartera de productos de la empresa comprende un total de productos distintos entre ellos los que se muestra en la tabla 9.

Tabla 9.

Presentación de productos.

Presentación de productos		
Producto	Presentación	Características
Oval (425g)		<p>Conserva de sardina en salsa de tomar. Peso neto / 425 g. Peso Drenado / 276 g. Cajas x 24 unidades (425 g). Tipo Tarro hojalata de dos piezas oval de 15 oz; 607x406x107 Medidas en mm de lata cerrada: 160x110x36.</p>
Tall (425g)		<p>Conserva de macarela en salsa de tomate. Peso neto / 425 g. Peso Drenado / 276 g. Cajas x 24 unidades (425 g). Tipo Tarro hojalata de tres piezas cilíndrico de 15 oz; 300/214x407. Medidas en mm de lata cerrada: 73/70x113.</p>
Tinapa (155)		<p>Conserva de sardina en salsa de tomate. Peso neto / 155 g. Peso Drenado / 101 g. Cajas x 50 unidades (155 g). Tipo Tarro hojalata de dos o tres cilíndrico de 5.5 oz; 202x308. Medidas en mm de lata cerrada: 52x89.</p>

Nota. Elaborado por el autor.

3.1.5.1 Análisis ABC de los productos de la empresa.

El método de análisis de ABC es una técnica de clasificación de productos que se basa en la valoración de los productos agrupando en: grupo A, grupo B y grupo C; cabe destacar

que este método es utilizado para priorizar los elementos de inventario en función de su importancia relativa para el trabajo de la empresa. Para (Ros et al., 2023) el método ABC permite asociar cada ítem a una categoría respecto a la relevancia del inventario, clasificando la categoría A como la de mayor importancia, B importancia media y C de menor importancia. Bajo este contexto, el estudio se decidió categorizar a los ítems de acuerdo con el valor que representan en el inventario, la cual será la línea de productos focal tal como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10.

Análisis ABC de productos, datos históricos.

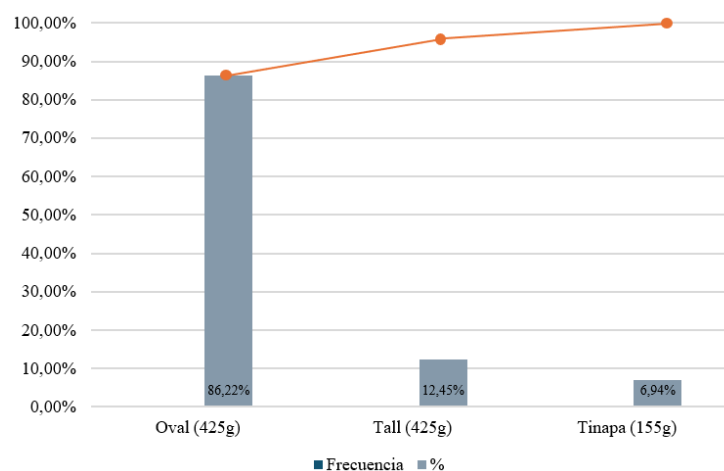
Productos	1	2	3	Total	ABC	%
Oval (425 g).	484752	487766	498300	1470818	A	86%
Tall (425 g).	71144	70134	71043	1683139	B	12%
Tinapa (155 g).	7800	7300	7736	235157	C	7%
Total.	563696	565200	577079	3389114		100%

Nota. Elaborado por el autor.

De acuerdo con el análisis ABC de productos basado en la producción de los tres productos descritos en la tabla 10, se observa que en la categoría A responsable del 86 % del inventario, tenemos la conserva de sardina en salsa de tomate ova de 425 gramos, esta línea de producción será el objeto de estudio, lo cual en la siguiente sección se observa a detalle. Además, en el gráfico 16, ilustra el diagrama de Pareto para la selección de la línea de producción a estudiar mediante el método ABC.

Gráfico 16.

Diagrama de Pareto de la demanda de Marina Trading S,A.



Nota. Elaborado por el autor.

En este caso mediante el diagrama se muestra que la mayor parte de la producción se concentra en el primer producto de la lista, en este caso oval (425 gramos), representando el 86.22 % de la producción total, lo que indica su volumen significativo. Mediante el análisis se decide como categoría A la conserva de sardina en salsa de toma oval de 425 gramos debido que tienen la mayor influencia y debe ser el principal enfoque del caso de estudio.

3.2. Marco de resultados.

3.2.1. Investigación de campo.

La investigación de campo se realizó en las instalaciones de la empresa productos del mar Marina-Trading S.A., a través de la observación directa de cada proceso, permitió obtener con claridad las dinámicas internas de la empresa e interacción específicamente en el área de producción. Mediante la visita a la fábrica se delimita las oportunidades de mejora, este estudio de campo permite recopilar información esencial que proyecta una visión integral de la situación actual de la empresa.

3.2.2. Recolección de datos.

Para la etapa de recopilación de información, se utilizó la encuesta lo que implica registrar de manera sistemática y confiable la validación del instrumento. A continuación, se muestra el procedimiento realizado.

Validación por juicio de expertos.

La formulación de las preguntas de la encuesta debe ser clara, concisa, efectiva y precisa para que los encuestados tengan la facilidad de comprender el tema a tratar, para la validación de la ficha se consideró un grupo de 4 expertos cuyos perfiles se examinaron previamente en relación con el estudio tomando en consideración los siguientes criterios de inclusión y exclusión tales como: títulos académicos alcanzados, los expertos deben ser miembros de la facultad de ingeniería, carrera de ingeniería industrial, se toma en consideración que tenga más de dos años de experiencias en investigaciones.

Medición de confiabilidad.

Para seguir con el procedimiento metodológico dentro de esta fase se da a conocer que existen diversos métodos que contribuyen con la medición de la fiabilidad de un instrumento, mismos que se dan mediante cálculo de coeficientes de fiabilidad. Entre ellos está el alfa de Cronbach, este coeficiente se emplea en la etapa de evaluación de fiabilidad o consistencia de

una escala de medición cuyo indicador permite verificar el grado de utilidad y este a su vez permite analizar la interrelación entre distintos elementos utilizando una única prueba (Román et al., 2025). Bajo este contexto, la tabla 11 presenta la información relevante sobre el coeficiente de alfa de Cronbach en ella se da su descripción y rango de fiabilidad.

Tabla 11.

Valor alfa de Cronbach y grado de confiabilidad.

Valor alfa de Cronbach (α)	Grado de fiabilidad
$\alpha = 1.0$	Existe coherencia interna adecuada.
$0.9 < \alpha < 1.0$	Gran consistencia interna y confiabilidad.
$0.7 < \alpha < 0.9$	Gran consistencia interna y confiabilidad con revisiones.
$\alpha = 0.7$	Existe coherencia interna y confiabilidad exacta con revisiones.
$0.5 < \alpha < 0.7$	Existe coherencia interna y confiabilidad exacta.
$0 < \alpha < 0.5$	Existe poca consistencia por lo que tiene un grado mínimo de relación entre las preguntas, se deberá revisar y corregir.
$\alpha \leq 0$	El diseño no cumple con los criterios conforme a la relación de variables, el investigador debe hacer una valoración del formato.

Nota. Elaborado por el autor.

Acorde al análisis de las preguntas del cuestionario en el software IBM SPSS STATISTICS 27.0.1, se procede a realizar la respectiva tabulación de datos (anexos 5 y 6). Este cálculo de fiabilidad arrojó resultados de 0.882, este valor indica que existe una alta consistencia de los ítems, se realizó el análisis de acuerdo con la muestra tomada de los 29 empleados de los distintos puestos del área de producción, se muestra a continuación la tabla 12 con los resultados obtenidos del software (anexo 8).

Tabla 12.

Resumen de procesamiento de datos y fiabilidad alfa de Cronbach.

Resumen de procesamiento de datos		
Válido	Excluido	Total
29	0	29
100%	0%	100%
Estadística de Fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	Nº de elementos
0,882	0,877	30

Nota. Elaborado por el autor a partir de resultados del software IBM SPSS STATISTICS 27.

En la tabla 12 se muestra el resumen de procesamiento de datos obtenidos a través del software IBM SPSS, el cual se comprueba que se analizaron 29 casos de trabajadores de los distintos puestos del área de producción. En cuanto al análisis de correlación, si el valor obtenido es cercano a 1 indica que la correlación es fuerte y positiva; el análisis de los datos recopilados se observa que cuenta con un grado alto de consistencia categorizada como “gran consistencia interna y confiabilidad” de acuerdo con el coeficiente alfa de Cronbach de 0,882 para un total de 30 elementos, lo cual indica una alta fiabilidad, debido que está por encima del umbral mínimo recomendado (0,7), lo que corresponde que son coherentes entre sí y miden de manera consistente. En este sentido, mediante el uso de la matriz correlacional de los datos se presenta la interpretación de la magnitud del coeficiente en la tabla 13.

Tabla 13.

Interpretación de la magnitud del coeficiente de correlación de Pearson.

Rango de valores	Interpretación
$0,00 \leq xy < 0,10$	Correlación nula.
$0,10 \leq xy < 0,30$	Correlación débil.
$0,30 \leq xy < 0,50$	Correlación moderada.
$0,50 \leq xy < 1,00$	Correlación fuerte.

Nota. Elaborado por el autor.

Bajo este contexto, se establece en la tabla 14 la interpretación de los datos del coeficiente de correlación de las variables de este estudio de acuerdo con los resultados arrojados en el software IBM SPSS, el mismo que se centra en los datos obtenidos en base a la encuesta realizada anteriormente (anexo 8).

Tabla 14.

Correlación de variables, coeficiente de Pearson.

		Correlaciones	
		V I	V D
Variable independiente (V I)	Correlación de Pearson	1	0,825 **
	Sig. (Bilateral)		<,001
Variable dependiente (V D)	Correlación de Pearson	0,825 **	
	Sig. (Bilateral)	<,001	
	N	29	29
	C	29	29

Nota. Elaborado por el autor a partir de resultados del software IBM SPSS STATISTICS 27.

El análisis de la correlación de Pearson arrojó un coeficiente de 0,825, indicando una relación positiva y fuerte entre la variable independiente y dependiente. Además, el valor de significancia obtenido fue de $p=0,001$, siendo menor a 0,05 lo que pone en evidencia estadísticamente una correlación significativa entre ambas variables, demostrando ser una validez convergente.

Verificación de la hipótesis.

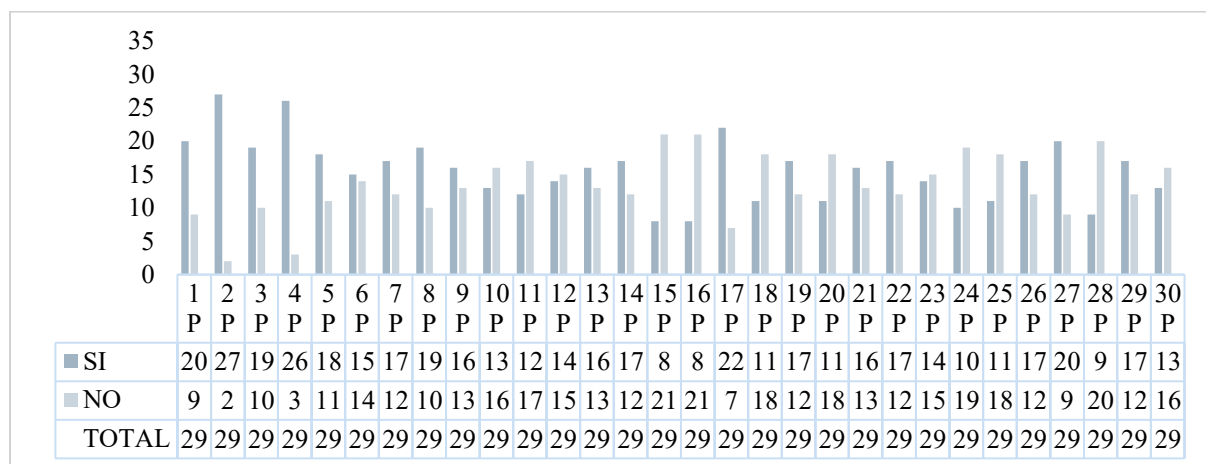
De acuerdo con los resultados, para comprobar y comprender la hipótesis se utilizó el software IBM SPSS Statistics 27, el análisis de la encuesta arrojó los resultados mostrados de 0,825 indicando una relación fuerte entre las variables. Además, el valor de significancia obtenido fue de $p<0.001$ siendo menos a 0.05, lo que evidencia una correlación sustancial entre las variables en estudio respaldada por un nivel de confianza significativo en la autenticidad de esta relación. Bajo este contexto, se procede a rechazar la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a), que es: “La integración de los principios de la teoría de restricciones (TOC) y herramientas de la manufactura esbelta mejora significativamente el balanceo de línea y la eficiencia operativa en la empresa Marina Trading S.A.”

Valoración de los resultados obtenidos de la investigación.

Dentro de los resultados obtenidos, se optó por un muestreo aplicando a 29 personas que se relacionan directamente con el área en la que se realiza el estudio. A continuación, en los gráficos 17 y 18 se revela los datos estadísticos de ponderación recopilada de la encuesta, cada alternativa en consideración a las preguntas verificadas.

Gráfico 17.

Datos estadísticos de ponderación de preguntas.



Nota. Elaborado por el autor.

En el gráfico 17 se visualiza los resultados de la técnica de encuesta, estos son agrupados en base a la operacionalización de variables como también objetivos e hipótesis planteadas en el trabajo de investigación. A continuación, en la tabla 15 se establecen cada una de las preguntas y análisis correspondientes al desarrollo de la muestra del estudio, es decir, trabajadores situados en el área de producción.

Tabla 15.

Matriz datos recopilados de encuesta.

Ítems de preguntas	Respuestas
P-1	Se observa la información recopilada del cuestionario, existe para en la línea de producción, los datos arrojados corresponden a un 69% de los encuestados votando por la respuesta SI, y en relación con la respuesta No, se obtiene un total del 31% de la muestra. Esto indica que las interrupciones en la producción son una realidad frecuente y representan un área de preocupación que se debe tomar lo más pronto posible.
P-2	Se muestra que la empresa presenta acumulación de productos en su línea de producción, según los datos arrojados la gran mayoría confirma su acumulación con el 93%, y el 7% indica que no, esto da a entender que existe ineficiencia en el flujo de trabajo, cuellos de botella o desequilibrios en la línea.
P-3	Se interpretan resultados positivos con un 66% y 34% responden de forma negativa, por lo que demuestra que los trabajadores tienen conciencia del tiempo de identificación es crucial para una respuesta rápida y eficiente.
P-4	La empresa cuenta con un método de detección de restricciones en tiempo real, teniendo alta mayoría de votantes en la respuesta SI 90% y el 10% restante votó que no contaban con esa herramienta, entre las observaciones se tuvo que cuentan con ellas, pero no dan uso de estas por falta de desconocimiento.
P-5	Se observa resultados positivos con un 62% votantes conocen el tiempo total, por lo que es fundamental que ellos tengan conocimiento del tiempo que les toma producir cada producto, ya que permite evaluar la eficiencia general del proceso productivo. No obstante, el 38% restante lo desconoce, esto a su vez podría limitar su capacidad para identificar las oportunidades de mejora
P-6	Se interpretan resultados mixtos con un 52% y 48% en respuestas de SI y NO respectivamente. Esto permite observar que la reducción de los tiempos de espera es un área inconsistente o que las mejoras no son percibidas de manera uniforme por todo el personal.
P-7	Se analiza que en su mayoría con un 59% votantes conocen el tiempo de detención, y el 41% lo desconoce. El hecho de que los votantes tengan conocimiento ya que permite identificar posibles fuentes de desperdicio de tiempo y oportunidades de optimización del flujo.
P-8	El 66% de los votantes indican que se han realizado esfuerzos para implementar principios de producción ajustada, sin embargo, el 34% sugiere que aún existe tareas sin valor agregado.
P-9	Se obtuvo que el 55% de los encuestados tienen una idea, mientras que el 45% desconoce la magnitud de las actividades innecesarias.
P-10	El 55% desconoce el proceso de mejora continua y el 45% tienen una idea sobre ellos, por lo que resulta importante dar a conocer esta cultura de mejora continua en la empresa ya que contribuye con la optimización a largo plazo de la producción.
P-11	La mayor parte de los encuestados, para ser exactos el 59% no considera que existan desperdicios, esto indica que podría haber un problema a la hora de identificar y abordar áreas de ineficiencia. El 41% restante votó que si tiene conocimiento
P-12	Se obtiene que el 48% conoce sobre las técnicas de evaluación de desempeño, mientras que el 52% desconoce las técnicas pertinentes por lo que esto indica que existe una falta de transparencia/comunicación sobre cómo se mide el desempeño en la empresa
P-13	Se interpreta que el 55% de las personas respondieron de forma que existen ciertas áreas que están en desorganización y mal etiquetado, y el 45% respondieron de forma positiva que se mantiene el espacio organizado y etiquetado.
P-14	El 59% de los encuestados informaron que se mantiene un diseño estructurado, mientras que el 41% indica que el diseño del área no permite que haya un flujo de trabajo adecuado.

P-15	Se observa que el 72% responde que desconoce el nivel de productividad en el que trabaja la planta, y el 28% de los encuestados indica que si tienen conocimiento de aquello; esta falta de conocimiento sobre un indicador clave de rendimiento dificulta la evaluación del progreso e identificación de oportunidades de mejora para la empresa.
P-16	Se interpreta que el 28% de los encuestados afirman conocer el porcentaje del valor objetivo al que aspiran alcanzar entre ellos se encontraron parte estratégica administrativa, mientras que en el nivel operativo conformada por el 72% desconocen cual es el valor objetivo.
P-17	Se obtuvieron resultados del 76% indica que existen momentos en que el flujo se detiene por falta de disponibilidad de recursos, mientras que el 24% responde negativamente a la pregunta.
P-18	El 38% de los encuestados indica que aplican técnicas analíticas de fallos y efectos, mientras que el 62% respondieron que desconocen y que no aplican la técnica analítica de fallos y efectos.
P-19	Los resultados obtenidos fueron que el 59% responde afirmativamente a la pregunta 19, mientras que el 41% restante negaron sobre la distribución equitativa de las estaciones de trabajo.
P-20	Se interpreta que el 38% de los encuestados afirman que están atentos y toman en consideración de cada proceso, mientras que el 62% desconoce sobre los tiempos operativos de cada actividad/proceso que se realice en el área de producción.
P-21	Se analizó los resultados de los encuestados quienes afirma el 55% que existen estaciones con tiempos de trabajo largos, mientras que el 45% restante indica que no hay tiempos largos en el trabajo productivo.
P-22	El 59% de los encuestados indica que conocen sobre el porcentaje de estaciones en el que trabajan, mientras que el 41% restantes indican que desconocen sobre el porcentaje de estaciones trabajadas fuera del tiempo de ciclo estándar.
P-23	Los resultados obtenidos fueron que el 48% indican que se han realizados acciones para reducir tiempos improductivos, mientras que el 52% responde que no se han realizado acciones para reducir el tiempo de ciclo en la línea de producción.
P-24	Se analizó los resultados de los encuestados quienes afirma el 34% que conocen y disponen sobre los métodos para el cumplimiento del tiempo de ciclo estándar entre los encuestado que respondieron fueron de la parte administrativa, mientras que el 66% niega y desconoce sobre la empresa que dispone los métodos para dar cumplimiento del tiempo de ciclo estándar.
P-25	El 38% de los encuestados indica que conocen y cumplen con el número de horas teóricas asignadas para los operarios, mientras que el 62% niegan sobre el cumplimiento del número de horas teóricas asignada para cada trabajador.
P-26	Se interpreta que el 59% de los encuestados conocen la frecuencia en que las máquinas permanecen sin uso durante el turno; mientras que el 41% niega y tiene desconocimiento sobre la frecuencia en la que las máquinas permanecen sin uso durante el turno.
P-27	Se obtienen resultados del 69% responden afirmativamente que conocen sobre los factores que causan los tiempos muertos en la línea de producción, mientras que el 31% restante desconocen sobre ello.
P-28	Se analizó los resultados de la encuesta realizada respondiendo el 69% de los encuestados que desconocen sobre la medición del tiempo ocio de cada estación mientras que el 31% restante indican que si hay medición.
P-29	Se interpretan los datos arrojados que el 59% de los encuestados tienen conocimiento sobre cuáles son las variaciones de la producción durante los últimos tres meses, mientras que el 41% desconoce sobre el tema.
P-30	Los resultados obtenidos de la encuesta indican que 55% de las respuestas que no se han evaluado la eficiencia de producción por cada trabajador de la planta, mientras que el 45% afirma que si se realiza.

Nota. Elaborado por el autor.

3.2.4 Movilizar y enfocar.

Se lleva a cabo la primera etapa para la identificación de la restricción, y posterior a ello enfocar el trabajo eliminando la restricción para la mejora del sistema, el cual se van a considerar 5 fases internas que se observan a continuación:

3.2.4.1. Mapeo de la cadena de valor.

El mapeo de la cadena de valor identifica el flujo de valor en los procesos de producción, por lo que permite determinar la restricción del sistema, utilizando herramientas de gestión propuesta por el enfoque lean como value stream mapping (VSM) que ayuda a observar de forma sistemática los procesos actuales y, a partir de ello, proponer acciones de mejora. Bajo este contexto, para la aplicación de la herramienta VSM se evalúa las actividades con fin de identificar de manera precisa los puntos de desperdicios dentro del proceso de producción, asimismo, identificar las restricciones o cuellos de botellas que se presenten en la cadena de valor y que incidan con la eficiencia general del proceso productivo. En la tabla 16 se presenta los resultados de la clasificación para cada actividad conforme a su aportación de valor.

Tabla 16.

Registro de actividad para VSM.

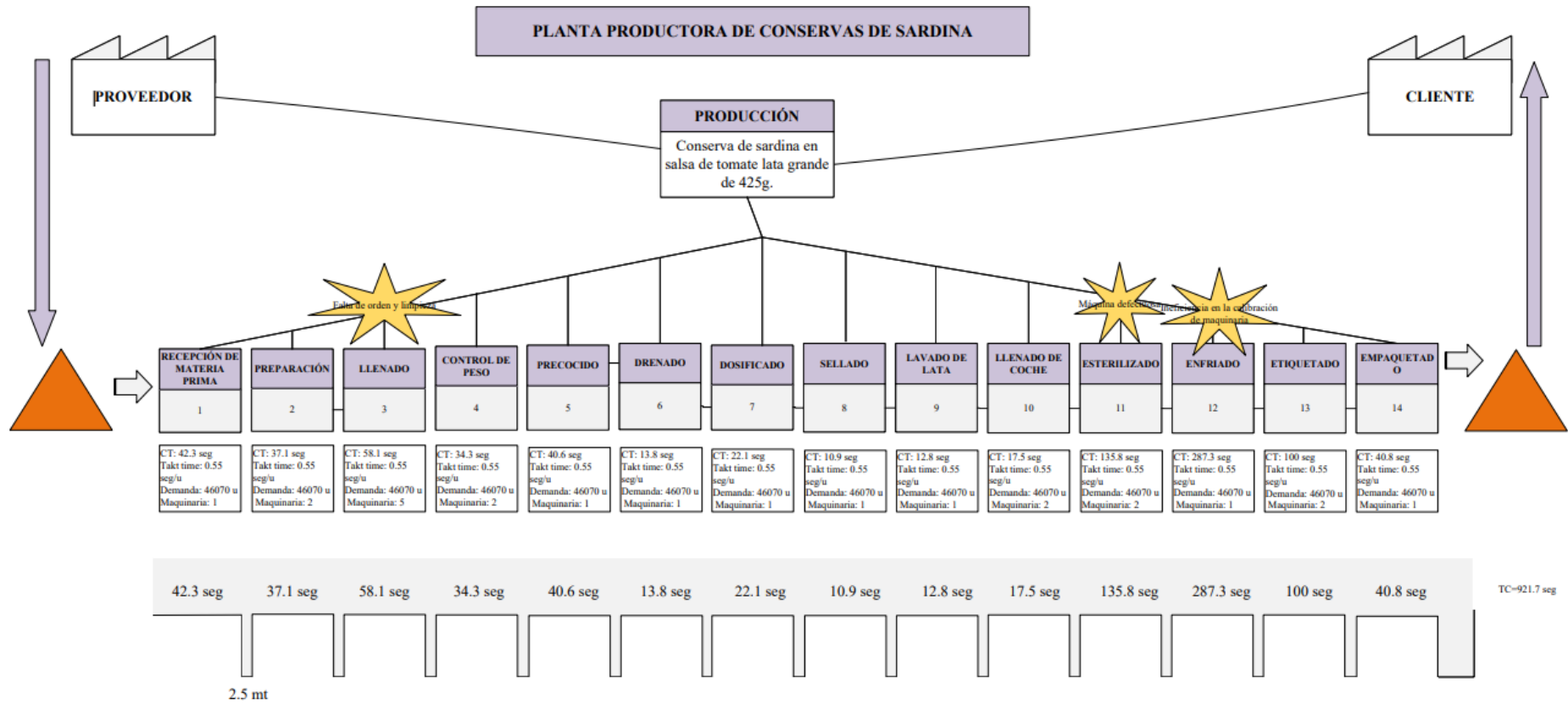
		Registro de Actividad (VSM)			
		Modelo	CSST-G		
Conserva de Sardina en Salsa de tomate Grande (Oval)		Takt Time	55 segundos/unidad		
Elaborado por: Kelly Del Pezo		Fecha:	20/5/2025		
Nº	Descripción de actividades	Clasificación de la actividad			Tiempo
		VA	NVA	NNVA	
1	Recepción de materia prima.			1	42.3
2	Transporte al área de preparación.		1		19.3
3	Preparación.	1			37
4	Llenado.	1			58.1
5	Control de peso.			1	17.2
6	Transporte al área de precocido.		1		17.1
7	Precocido.	1			37.5
8	Inspección de producto en proceso.			1	3.1
9	Drenado.	1			13.8
10	Dosificado.	1			22.1
11	Sellado.	1			10.9
12	Lavado.			1	10
13	Verificación del producto.			1	2.8
14	Llenado de coche.	1			38.7
15	Verificar falla.			1	17.7
16	Transporte al área de esterilización.		1		9.8
17	Esterilizadora.	1			108.5
18	Transporte área de enfriado.		1		27.3
19	Enfriado.	1			267.6
20	Transporte área de etiquetado.		1		19.7
21	Etiquetado.	1			100
22	Empaquetado.	1			21.6
23	Transporte de producto terminado.		1		19.2
24	Almacenamiento de producto terminado.			1	0
Actividades		11	6	7	710
Tiempo		715.90	112.40	93.10	921.4
Tiempo promediado		65.08	18.73	13.30	97.12
%		77.70%	12.2%	10.10%	100%

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 26 está representado la relación de las actividades que agregan valor y lead total de la cadena. Entre ella se tomó en consideración la siguiente clasificación: VA (valor agregado), NVA (no valor agregado), NNVA (necesario, pero no de valor agregado). A continuación, se presenta el gráfico 18 de manera clara y estructura la herramienta VSM actual mismo que se detalla el área de producción de conserva de sardina en salsa de tomate grande oval (CSST-G).

Gráfico 18.

Mapa de flujo de valor/ value stream mapping (VSM).



Nota. Elaborado por el autor en software Visio.

3.2.4.2. Aplicación de técnica de resolución de problemas.

Una vez establecido el lead time actual en la cadena de valor de acuerdo con la teoría de restricciones, el objetivo de esta fase es encontrar la restricción del sistema que se centra en la mayor parte del problema, para la cual se procede aplicar la técnica de resolución de problemas, herramienta conocida por el modelo TOC. Mediante entrevistas y documentación a lo largo de la cadena de valor, se identificaron algunas dificultades que contribuyen a los resultados ilustrados anteriormente.

En este sentido, el proceso de pensamiento en la resolución de problemas pretende ¿Qué cambiar? ¿A qué cambiar? y ¿Cómo generar el cambio? Mediante esta técnica se incluye la elaboración de diagramas tales como: el árbol de realidad actual (ARA), árbol de realidad futura (ARF), árbol de prerequisites (AP) y árbol de transición (AT). Bajo este contexto, para dar respuesta al cuestionamiento “¿Qué cambiar?” se utiliza el árbol de realidad actual, el cual se basa en identificar las causas raíz de los problemas presentados, o también denominados efectos indeseables (EFI). En base a la elaboración del ARA (gráfico 19) se encontró que los problemas raíz son los que se muestran a continuación en la tabla 17.

Tabla 17.

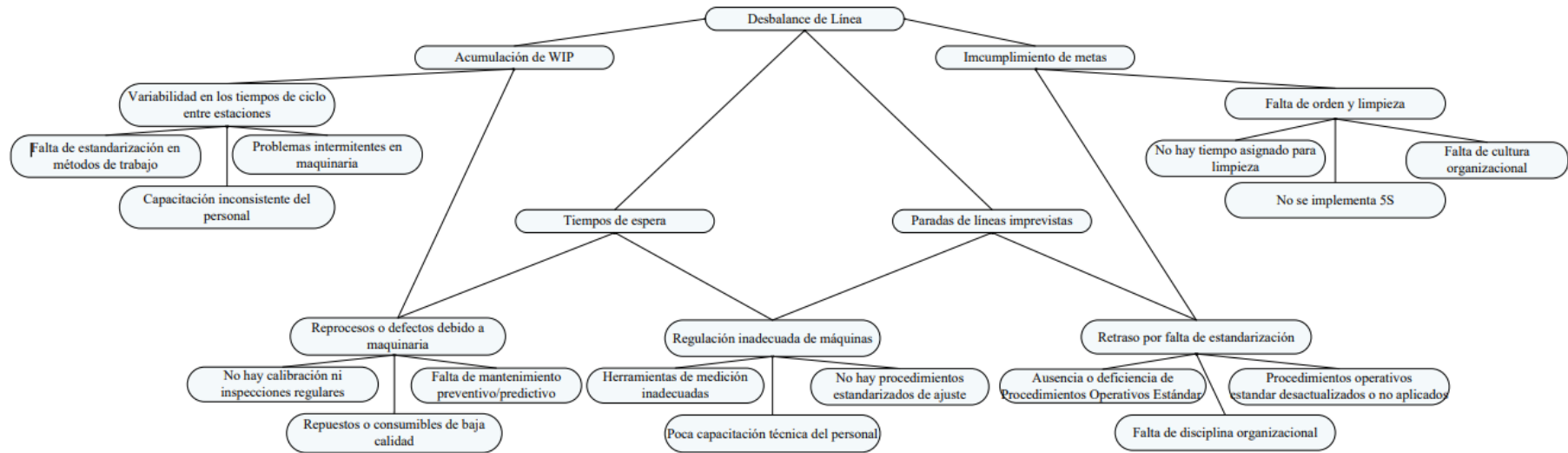
Efectos indeseables conforme a las categorías de cadena de valor.

Categoría de efectos indeseables	
E 1	Tiempos de espera excesivos.
E 2	Acumulación de inventario en proceso (WIP)
E 3	Variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones.
E 4	Falta de estandarización de procesos.
E 5	Falta de orden y limpieza.
E 6	Personal sin capacitación.
E 7	Falta de mantenimiento preventivo.
E 8	Averías en las instalaciones.
E 9	Paradas de línea imprevistas.
E 10	Regulación inadecuada de máquinas.

Nota. Elaborado por el autor.

Gráfico 19.

Diagrama de árbol de realidad actual (ARA).

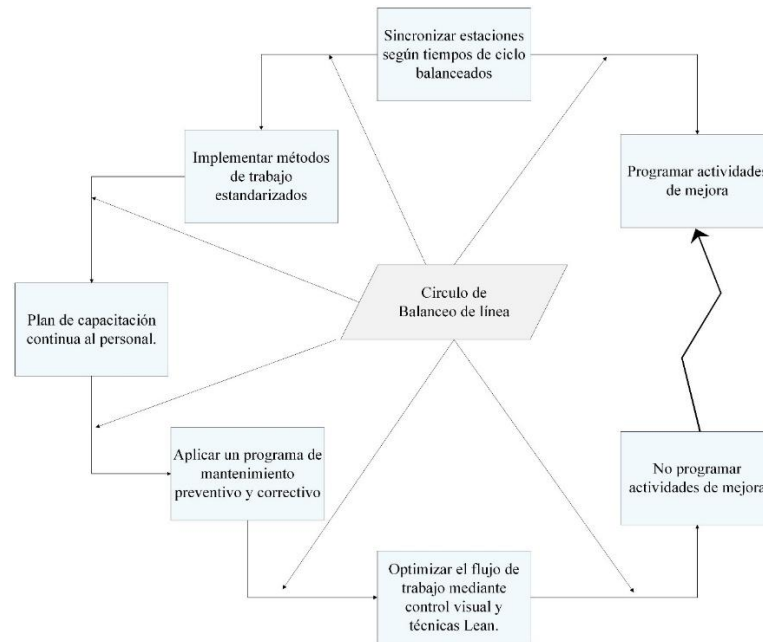


Nota. Elaborado por el autor en software Visio.

Posteriormente, una vez encontrados los problemas relevantes se procura dar respuesta al cuestionamiento ¿A qué cambiar? que se responde después de analizar el árbol de realidad actual (ARA), por lo cual se elabora el gráfico 20 referente a la evaporación de nubes (EN) mismo que apunta a definir el estado deseado o solución propuesta que elimine los efectos negativos del sistema.

Gráfico 20.

Evaporación de nubes (EN).



Nota. Elaborado por el autor en software Visio.

En el gráfico 20 se observa que se debe cambiar hacia un sistema de producción balanceado y estandarizado, por lo que las estaciones deben trabajar de manera sincronizada, con tiempos de ciclo ajustados, personal capacitado, procedimientos operativos estandarizados y equipos mantenidos de forma preventiva. En este sentido, se requiere un entorno de trabajo organizado, limpio y disciplinado para que contribuya a mejorar el flujo productivo, reducir los desperdicios y garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción.

Una vez identificado el problema central y establecido la solución mediante la evaporación de la nube se procede a construir el árbol de realidad futura (ARF), la cual permite observar de forma sistemática los efectos deseados que se derivan de la implementación de las acciones de mejora. Para el plan de acción de mejoras se requiere de la sincronización de estaciones en función del cuello de botella, lo cual permite balancear el flujo de trabajo y eliminar acumulaciones innecesarias. Además, la aplicación de procedimientos estandarizados

permitirá reducir la variabilidad en la ejecución de tareas y minimizar errores. Por lo tanto, para implementar el mantenimiento preventivo y TPM (mantenimiento productivo total), obtendremos la disponibilidad y confiabilidad del equipo

Una vez se haya dado respuestas a estas preguntas, se procede a buscar “como generar el cambio” por lo cual se elabora un árbol de prerequisites (anexo 9) y un diagrama de árbol de transición (anexo 10) que permitirán reconocer las posibles barreras en la integración de las metodologías y diseñar un plan de acción que ayuden a superar las barreras.

3.2.4.3. Identificación de la restricción.

Una vez culminado la etapa de aplicación de la técnica de resolución de problemas se identifican los EFI (efectos indeseables); en esta fase de identificación de la restricción se procedió a determinar el proceso en donde se presenta mayor cantidad de EFI de la cadena de valor, es decir, se concentra la mayor cantidad de esfuerzos. La herramienta cuantitativa utilizada en esta etapa es el diagrama de Pareto para clasificar los procesos según su impacto, este análisis permite determinar la estación o actividad con mayor incidencia negativa sobre el flujo continuo de la producción. Los criterios que se toman en cuenta para determinar el área de restricción se muestran en la tabla 18.

Tabla 18.

Pareto de problemas del desbalance de línea.

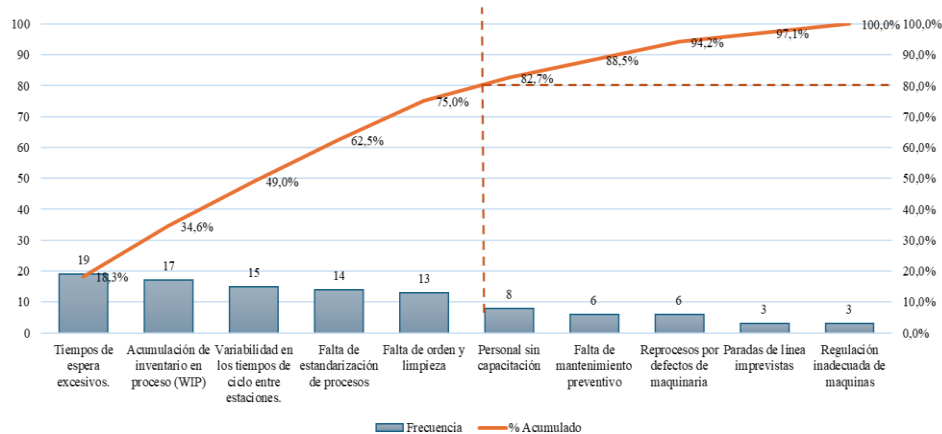
Cod.	Categoría	Frecuencia	% Acumulado
E 1	Tiempos de espera excesivos.	19	18,3%
E 2	Acumulación de inventario en proceso (WIP).	17	34,6%
E 3	Variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones.	15	49,0%
E 4	Falta de estandarización de procesos.	14	62,5%
E 5	Falta de orden y limpieza.	13	75,0%
E 6	Personal sin capacitación.	8	82,7%
E 7	Falta de mantenimiento preventivo.	6	88,5%
E 8	Averías en las instalaciones.	6	94,2%
E 9	Paradas de línea imprevistas.	3	97,1%
E 10	Regulación inadecuada de máquinas.	3	100,0%

Nota. Elaborado por el autor.

Se analizaron las principales causas que generan el desbalance en la línea de producción, en consecuencia, la principal restricción que genera la mayor proporción de efectos indeseados mismas que se deben centrar las mejoras dentro de la cadena de valor en el gráfico 21 se presenta el diagrama de Pareto con las categorías dentro de la cadena que restringe el desempeño y genera la mayor cantidad de efectos indeseados.

Gráfico 21.

Diagrama de Pareto de restricción del sistema.



Nota. Elaborado por el autor.

En base a la información detallada del sistema, en el gráfico 21 se observa el diagrama de Pareto, se considera que los mayores efectos de falla se presentan como: tiempos de espera excesivos (18,3 %), acumulación de inventario en proceso (34,3 %), variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones (49 %), falta de estandarización de procesos (62,5 %) y falta de orden y limpieza (75 %). Con estas 5 ocurrencias suscitadas se tiene el 80 % de los efectos de falla que se definirá como tipo de defectos que generan el desbalance de la línea de producción. Después del análisis, se puede determinar cuáles son los cuellos de botella de la organización:

Crítico.
 Medio.
 Aceptable.

Tabla 19.

Situación actual de restricción

	Restricción	Producción
Bajo Flujo	Tiempos de espera excesivos	Crítico
Lead Time	Acumulación de inventario en proceso	Crítico
Desbalance de línea	Variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones	Crítico
Variabilidad y errores	Falta de estandarización de procesos	Medio
Eficiencia baja	Falta de orden y limpieza	Medio
Total de los puntos críticos		3

Nota. Elaborado por el autor.

Después de analizar el área de producción con respecto a los problemas que cuenta cada una de ellas, se identificó que la restricción de la empresa es el área de producción porque cuenta con puntos críticos que engloba el desbalance de línea trae consigo bajo flujo de producción, lead time.

3.2.4.4. Determinación de objetivos.

En cuanto a la etapa de determinación de objetivos, el cálculo del valor objetivo para reducir el número de ocurrencias y lo que se desea lograr se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Objetivo} = \frac{\text{Valor medio} - \text{Valor objetivo}}{\text{Valor medio}} * 100$$

Tiempos de espera:

$$\text{Tiempo de espera} = \frac{38.39 - 35.58}{38.39} * 100 = 92.69\%$$

Reducir el tiempo de espera en estación crítica en un 92.69%

Acumulación de inventario en proceso (WIP):

$$\text{WIP} = \frac{46070 - 42345}{46070} * 100 = 91.91\%$$

Disminuir el WIP acumulado en un 91.91%

Variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones:

$$\text{Variabilidad en tiempos de ciclo} = 55.85 - 54.44 = 55.85 * 100 = 97.47\%$$

Estabilizar el tiempo de ciclo en un 97.47%, sincronizado con el Takt Time.

3.2.4.5. Acta de proyecto.

Como última fase para la aplicación del primer paso, se formula el acta del proyecto en la tabla 30, el cual consiste en la elaboración de un documento en el que se presenta el alcance del proyecto para mejorar la cadena de valor y en el que se anexa toda la información para la integración de la teoría de restricción y manufactura esbelta (anexo 11).

3.2.5 Explotar restricción.

Una vez identificada la restricción del sistema se procede a aplicar el método para explotarla, se da paso al desarrollo de explotar la restricción, que se realiza de la siguiente manera:

Fase 1. Determinación del ciclo eficiente de trabajo de la restricción.

De acuerdo con la ecuación que relaciona el valor del ciclo eficiente de trabajo (WCE) se tiene lo siguiente:

$$WCE = \frac{\text{Tiempo de valor agregado}}{\text{Lead time total}}$$

$$WCE = \frac{715.9 \text{ min}}{921.4 \text{ min}} = 77.69\%$$

En este sentido, se observa que la porción de actividades que aportan valor en todo el sistema es del 77.69 % desde la perspectiva del cliente final en toda la cadena de valor. Solo las actividades relacionadas con la transformación de materia prima en producto terminado se consideran como las que agregan valor. En cuanto al resto de las actividades se perciben como (100%-WCE), es decir que el 22.31 % de actividades producen desperdicios, residuos, pérdidas de tiempo, etc., por lo que representan oportunidades de mejoras.

Fase 2. Análisis de la restricción.

La restricción del sistema se debe analizar con detenimiento, teniendo en cuenta el tipo de actividades y la relación que pueda existir con las demás áreas. Cabe destacar que esta fase es esencial las herramientas que se utilizan debido que van a contribuir con las actividades del proceso al tiempo que evalúa el desempeño como el takt time; es el balanceo de línea según (Navarro, 2014) ya que el equilibrio de línea nivela los tiempos de ciclo de los puestos de trabajo a el takt time de los clientes.

Cálculo de takt time.

Para el balanceo de línea se evalúa el producto con mayor demanda, en este caso será el producto CSST-G, es el producto de referencia en el estudio por ser la mayor demanda, determinado por el análisis ABC. Para la información tomada con el takt time se consideran las referencias de la tabla 20 el cálculo es el tiempo que se deduce con el objetivo de establecer los recursos necesarios para producir generando la menor cantidad de desperdicios en la cadena. Para el cálculo de este se toma en cuenta la demanda, días trabajados, turnos y demás.

Tabla 20.

Cálculo takt time.

Demanda del cliente por mes.	921400
Días trabajados por mes.	20
Demanda diaria del producto.	46070
Turnos.	1
Horas por turno.	8
Producción horaria.	5759
Tiempo disponible.	7
Takt time.	0.55

Nota. Elaborado por el autor.

De este modo, el takt time observado en la línea de conserva de sardina oval es de 55 seg; en otras palabras, cada 55 seg debe fabricarse un producto de acuerdo con la necesidad del cliente.

Recolección y cronoanálisis de los puestos de trabajo.

En la línea de conserva de sardina es un aspecto clave el estudio de métodos y tiempos para determinar el balance y definir el tiempo en que un operario trabaja a un ritmo normal ejecutando sus tareas laborales. Bajo este contexto, para realizar el análisis de tiempo se procede a realizar el estudio cronoanálisis y establecer el tiempo de ciclo. Algunos de los beneficios de esta técnica es capturar de manera representativa el tiempo de ciclo del proceso, identificación actividades que agregan valor, no agregan valor, o las que son necesarias, pero no de valor agregado; Las 24 actividades en la tabla 21 son identificadas con sus tiempos de ciclo, los cuales posteriormente son balanceados de acuerdo con el takt time (anexo 13).

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica fundamental que permite mejorar la eficiencia y calidad del trabajo mediante un análisis, medición y mejora de movimientos realizados durante las actividades a ejecutar, esto a su vez permite optimizar procesos, reducir costos y mejorar la productividad (Chingo & Rivas, 2021). Bajo este contexto, este estudio ha descrito distintos criterios de acuerdo con los métodos de trabajo empleados dentro de los ejercicios de aplicación, se estableció un sistema de tiempos referentes a las actividades que se realizan dentro la línea CSST-G, mismo que se complementó con el uso de tablas de técnicas de tiempo y movimiento.

Para la determinación del tiempo estándar, las acciones y condiciones subestándar se toma en consideración los elementos cronometrados de la tabla 21, dado esto, se procede a dar

la valoración de la combinación de las tablas de estudios de tiempos, junto a las tablas de calificación y suplementos (tablas 21 y 22) que contribuyeron se efectuara los cálculos.

Tabla 21.

Factor de suplementos.

Tabla de Suplementos		
Suplementos constantes		
Necesidades personales.	5%	0,05
Básico por fatiga.	4%	0,04
Total, suplemento constante.	9%	0,09
Suplementos variables		
Trabajo se realiza a pie.	2%	0,02
Incomoda (inclinación del cuerpo).	2%	0,02
Iluminación bastante por debajo.	0%	0,00
Concentración intensa (trabajo fatigoso).	2%	0,02
Sonidos intermitentes y fuertes.	2%	0,02
Monotonía (trabajo muy monótono).	4%	0,04
Tedio (bastante aburrido).	2%	0,02
Total, suplemento variable.	14%	0,14
Total, suplementos.	23%	0,23
Tiempo de suplemento		
Suplementos constantes y variables.		23%
Descanso.		12,50%
		35,50%

Nota. Elaborado por el autor.

Tabla 22.

Factor calificación.

Factor de Valoración		
Lento	<100	<1
Normal		1 1
Rápido	>100%	>1

Nota. Elaborado por el autor.

Para el cálculo de *tiempo normal* se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$TN = TOprom * (1 + calificacion)$$


Además, calculamos el *tiempo estándar*.

$$TE = TN * (1 + \%)$$

A continuación, se presenta la tabla 23 con los tiempos establecidos dando uso los tiempos suplementarios y valorizados del proceso ejecutado en la línea CSST-G.

Tabla 23.

Registro del estudio de tiempo y movimientos.

		 Registro del estudio de tiempo y movimientos.				
		Modelo		CSST-G		
Conserva de Sardina en Salsa de tomate Grande (Oval)		Takt Time		55 segundos		
		Situación	Actual	x	Propuesta	
Elaborado por: Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé.		Fecha de elaboración:			20/5/2025	
Nº	Descripción de actividades	Promedio	Factor de Calificación	Tiempo Normal	Factor Suplemento	Tiempo Estándar
1	Recepción de materia prima	42,3	0,14	48,22	0,36	74,76
2	Transporte al área de preparación	19,3	0,14	22	0,36	34,11
3	Preparación	37,1	0,14	42,29	0,36	65,57
4	Llenado	58,1	0,14	66,23	0,36	102,69
5	Control de peso	17,2	0,14	19,61	0,36	30,4
6	Transporte al área de precocido	17,1	0,14	19,49	0,36	30,22
7	Precocido	37,5	0,14	42,75	0,36	66,28
8	Inspección de producto en proceso	3,1	0,14	3,53	0,36	5,48
9	Drenado	13,8	0,14	15,73	0,36	24,39
10	Dosificado	22,1	0,14	25,19	0,36	39,06
11	Sellado	10,9	0,14	12,43	0,36	19,27
12	Lavado	10	0,14	11,4	0,36	17,67
13	Verificación del producto	2,8	0,14	3,19	0,36	4,95
14	Llenado de coche	38,7	0,14	44,12	0,36	68,4
15	Verificar falla	17,7	0,14	20,18	0,36	31,28
16	Transporte al área de esterilización	9,8	0,14	11,17	0,36	17,32
17	Esterilizadora	108,5	0,14	123,69	0,36	191,77
18	Transporte área de enfriado	27,3	0,14	31,12	0,36	48,25
19	Enfriado	267,6	0,14	305,06	0,36	472,97
20	Transporte área de etiquetado	19,7	0,14	22,46	0,36	34,82
21	Etiquetado	100	0,14	114	0,36	176,74
22	Empaquetado	21,6	0,14	24,62	0,36	38,18
23	Transporte de producto terminado	19,2	0,14	21,89	0,36	33,93
24	Almacenamiento de producto terminado	0	0,14	0	0,36	0
Tiempo de Ciclo		921,4		1050,4		1628,52

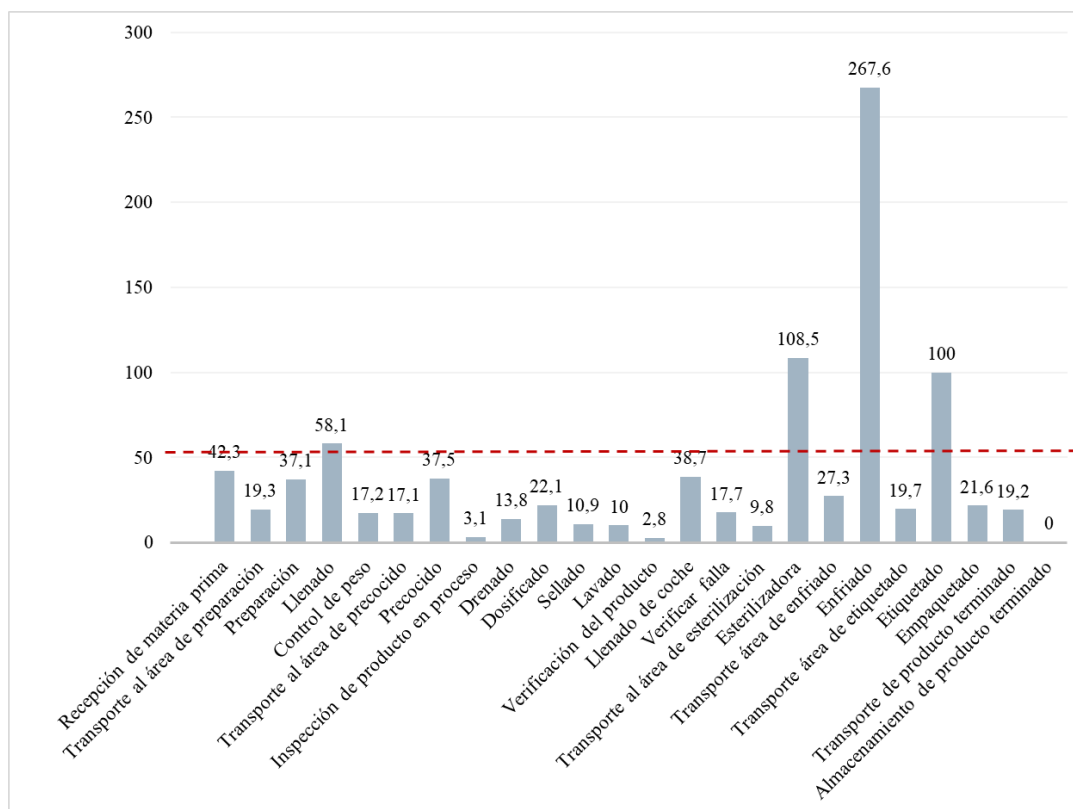
Nota. Elaborado por el autor.

Resultados del balance actual.

Una vez registrados los 24 puestos o actividades, conforme a la tabla 23, los tiempos de ciclo y el takt time se ilustran en el gráfico 27. Una forma práctica de representar el balanceo de línea bajo el concepto LM a través de la TOC-lean es el gráfico 23 de balanceo del operador (GBO), desarrollado por Toyota para involucrar el trabajo de los operadores en los procesos de distribución de tareas. Cabe mencionar que el GBO es una herramienta utilizada para determinar las tareas de cada estación.

Gráfico 22.

Balance de línea actual de CSST-G.



Nota. Elaborado por el autor.

El gráfico 23 muestra en un eje el tiempo y en el otro eje las estaciones de trabajo. De este modo, una vez presentado el gráfico inicial del balance de línea de la cadena de valor, se procede a exhibir los datos cuantitativos a través de la siguiente tabla 24:

Tabla 24

Estadística inicial.

Indicador	Valor (Unidades)
Media.	38.39
Desviación estándar.	55.83
Mediana.	19.5
Mínimo.	2.8
Máximo.	267.6
Puestos.	24
Takt time (segundos).	55

Nota. Elaborado por el autor.

De acuerdo con el gráfico 23 y tabla 24, es posible concluir de manera estadística la evidencia del desbalanceo de las estaciones de trabajo en relación con el takt time. La mediana y el takt time indican que la línea tiene capacidad excedente, ya que se están usando más recursos de los necesarios para cumplir la demanda. Además, la alta desviación estándar de 55.83 y la amplia dispersión entre el mínimo y el máximo muestran un alto grado de desbalance entre puestos, con algunos operadores subutilizados y otros sobrecargados.

La mediana indica que al menos el 50 % de las estaciones tienen tiempos muy por debajo del takt time, es decir, están subutilizados, asimismo existe un puesto que alcanza un tiempo máximo de 267.6 superando el takt time por lo que representa un punto crítico dado que es presencia clara de la formación de un cuello de botella que limita la eficiencia de la línea, si no se redistribuyen tareas desde esta estación hacia otros menos cargados la producción se verá restringida por este único puesto. Esta situación rompe con el principio LM de flujo balanceado y continuo, generando esperas e inventario. Otra de las formas de cuantificar el resultado inicial del balanceo de línea es mediante indicador. Según (Morales et al., 2020) existen tres tipos de indicadores:

Índice de distribución línea (IDL): representa qué tan uniformemente está distribuido el trabajo entre las operaciones de la línea.

$$IDL = \frac{\sum TC}{N * TCM}$$

$$IDL = \frac{921.4}{24 * 267.6}$$

$$IDL = 0.1435 \approx 14.35\%$$

El índice de distribución de línea está en un 14.35 % por lo cual indica desbalance en las estaciones de trabajo, lo ideal sería acercarse al 100 % donde todos los puestos estén más equilibrados.

Índice de capacidad lineal (ICL): indica la capacidad de la línea actual en relación con la capacidad necesaria según el takt time y las estaciones de trabajo. Según las condiciones:

Si $ICL > 100\%$ se interpreta como exceso de capacidad (exceso de las estaciones de trabajo).

Si $ICL < 100\%$ se interpreta una falta de capacidad (falta de estaciones de trabajo).

$$ICL = \frac{\sum TC}{N * Takt\ time}$$

$$ICL = \frac{921.4}{24 * 55}$$

$$ICL = 0.6980 \approx 69.80 \%$$

El índice de capacidad lineal es de 69.80 % lo que indica que la capacidad de la línea está sobredimensionada, es decir, que se exceden las estaciones de trabajo para cumplir con el Takt Time actual, esto genera ineficiencias y costos innecesarios.

Mano de obra óptima (MO): indica la cantidad óptima de los operadores necesarios para realizar el producto dentro del tiempo objetivo.

$$MO = \frac{\sum TC}{Takt Time}$$

$$MO = \frac{921.4}{55}$$

$$MO = 17 \text{ Operadores.}$$

El índice de mano de obra óptima arroja que para cumplir con el takt time se requieren solo 17 operadores.

Para tener un equilibrio de línea las estaciones de trabajo deben a ejecutarse o aproximarse al mismo tiempo de ciclo, lo que se refleja en un ICL cercano al 100 %, de igual forma en el IDL, reduciendo algunas estaciones de trabajo ya que los tiempos actuales son muy inferiores al promedio y al takt time. Para lograr el balance de línea, se debe identificar las actividades AV (agregan valor), NAV (no agregan valor) y NNVA (necesario, pero no de valor agregado) como se demostró en la tabla 24, así analizar las actividades que provocan que la línea no alcance un excelente resultado en el DSA, con el fin de reducir el 85.65 % de ociosidad, eliminar los cuellos de botella, y posteriormente reducir los puestos innecesarios.

De esta forma todos los registros de las actividades o tiempos por estaciones se identifican y dividen según las actividades AV, NAV, y NNVA, tal como se presenta en la tabla 25:

Tabla 25.

Registro balance inicial de línea conforme AV, NAV, NNAV.

		Registro de Balanceo Inicial de línea conforme a la clasificación AV, NAV, NNAV														
Conserva de Sardina en Salsa de tomate Grande (Oval)		Modelo										CSST-G	Tiempo total de ciclo	921.4		
		Takt Time										55 segundos	VA	715.9		
		Situación										Actual	NVA	112.4		
		Elaborado por: Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé										Fecha de elaboración: 21/5/2025	NNVA	93.1		
N*	Descripción de actividades	Réplicas										Promedio	VA	NVA	NNVA	Observaciones
		CF1	CF2	CF3	CF4	CF5	CF6	CF7	CF8	CF9	CF10					
1	Recepción de materia prima	40	41	42	42	43	43	43	43	43	43	42,3			42,3	
2	Transporte al área de preparación	17	18	19	19	20	20	20	20	20	20	19,3		19,3		
3	Preparación	35	38	39	37	35	39	34	37	39	38	37,1	37,1			
4	Llenado	56	57	57	57	59	59	59	59	59	59	58,1	58,1			
5	Control de peso	15	15	17	17	18	18	18	18	18	18	17,2			17,2	
6	Transporte al área de precocido	14	14	17	18	18	18	18	18	18	18	17,1		17,1		
7	Precocido	35	37	37	38	38	38	38	38	38	38	37,5	37,5			
8	Inspección de producto en proceso	3	2	4	2	4	3	4	3	2	4	3,1			3,1	
9	Drenado	10	12	12	14	15	15	15	15	15	15	13,8	13,8			
10	Dosificado	18	19	23	23	23	23	23	23	23	23	22,1	22,1			
11	Sellado	10	10	9	13	10	10	12	9	13	13	10,9	10,9			
12	Lavado	9	11	10	11	9	11	10	9	11	9	10			10	
13	Verificación del producto	2	3	4	3	2	3	2	3	4	2	2,8			2,8	
14	Llenado de coche	22	40	40	40	40	41	41	42	41	40	38,7	38,7			
15	Verificar falla	15	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17,7			17,7	
16	Transporte al área de esterilización	10	10	9	10	10	9	9	11	10	10	9,8		9,8		
17	Esterilizadora	105	107	107	108	109	109	110	110	110	110	108,5	108,5			
18	Transporte área de enfriado	25	25	27	28	28	28	28	28	28	28	27,3		27,3		
19	Enfriado	258	261	269	269	269	270	270	270	270	270	267,6	267,6			
20	Transporte área de etiquetado	18	18	18	20	20	20	20	21	21	21	19,7		19,7		
21	Etiquetado	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100			
22	Empaquetado	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	21,6	21,6			
23	Transporte de producto terminado	17	18	18	19	20	20	20	20	20	20	19,2		19,2		
24	Almacenamiento de producto terminado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Total		854	895	917	928	930	937	934	937	943	939	921,4	715,9	112,4	93,1	

Nota. Elaborado por el autor

En este sentido, de acuerdo con el tiempo total de ciclo (921.4 seg) y el tiempo total de actividades que agregan valor (715.9 seg) lo que representa un índice del 77.7 %; Igualmente, las actividades que no agregan valor (NAV) totalizan 112.4 segundos, representando el 12.2 %. Por último, las actividades innecesarias o desperdicios (NNVA) suman 93.1 segundos, lo que equivale a un 10.10 % del tiempo de ciclo. Las proporciones de NAV y NNVA muestran el tiempo desperdiciado con un 22.30 % porcentual lo que representan una gran oportunidad de mejora ya que estas actividades se pueden eliminar o reducir.

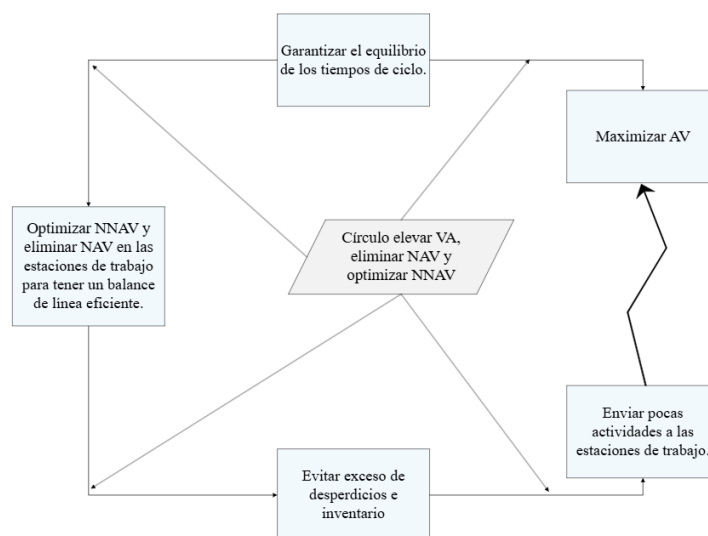
Fase 3. Inclusión de mejoras.

Con base en el análisis del tiempo de ciclo y la identificación de la estación restringida mediante el enfoque TOC-lean, se determinó que existen estaciones que tienen un tiempo de ciclo superior al takt time establecido, lo cual genera acumulación de inventario en proceso, aumento de los tiempos de espera en estaciones posteriores y una disminución en la eficiencia global del sistema, se propone una estrategia de intervención integral basada en el pensamiento lean, kaizen y los procesos de pensamiento de la teoría de restricciones (TOC). El propósito es reducir su tiempo de ciclo, eliminar desperdicios y mejorar el flujo continuo en toda la línea.

Para aplicar las metodologías LM en la reducción de desperdicios y al mismo tiempo satisfacer a todos los involucrados, se propone una herramienta integrada TOC, para identificar los conflictos en algunas propuestas de mejora. A continuación, se presenta el gráfico 24 donde se observa el diagrama de árbol del proceso de pensamiento como herramienta para identificar la inclusión de mejora dentro del balance de la línea.

Gráfico 23.

Evaporación de Nubes - eliminación de restricción.



Nota. Elaborado por el autor.

De esta manera, una vez analizado la evaporación de nubes para la eliminación de la restricción, se tiene los siguientes criterios a tomar en cuenta para la resolución de problemas:

Condición 1: optimizar NNAV y eliminar NAV en las estaciones de trabajo de la línea de conserva de sardina en salsa de tomate oval, para obtener un balanceo eficiente de línea" (objetivo A), es necesario "garantizar el equilibrio de los tiempos de ciclo" (objetivo B).

Condición 2: optimizar NNAV y eliminar NAV las estaciones de trabajo de línea de conserva de sardina en salsa de tomate oval, para obtener un balanceo eficiente de línea" (objetivo A), es necesario "evitar el exceso de desperdicios e inventario" (objetivo C).

Para superar esta restricción y mejorar el desempeño del sistema, se propusieron acciones correctivas, alineadas a la filosofía de mejora continua de lean manufacturing y al enfoque de la teoría de restricciones mostrados en la tabla 26.

Tabla 26.

Acciones correctivas.

Nº	Acción correctiva	Descripción
1	Estandarización del proceso	Se pretende diseñar una guía de operación estandarizada que describa los pasos clave del proceso, tiempos objetivos y elementos necesarios. Esta acción busca reducir la variabilidad entre operarios y mejorar la calidad del producto.
2	Redistribución de tareas (balanceo de línea)	Analizar las estaciones con menor carga operativa para redistribuir tareas complementarias, aliviando la sobrecarga de la estación restringida.
3	Aplicación de 5S	Aplicar la metodología 5S en la zona de trabajo del dosificado, permitiendo eliminar elementos innecesarios, reorganizar herramientas y mejorar la limpieza, lo que facilita un flujo de trabajo más eficiente y sin interrupciones.

Nota. Elaborado por el autor.

Análisis kaizen.

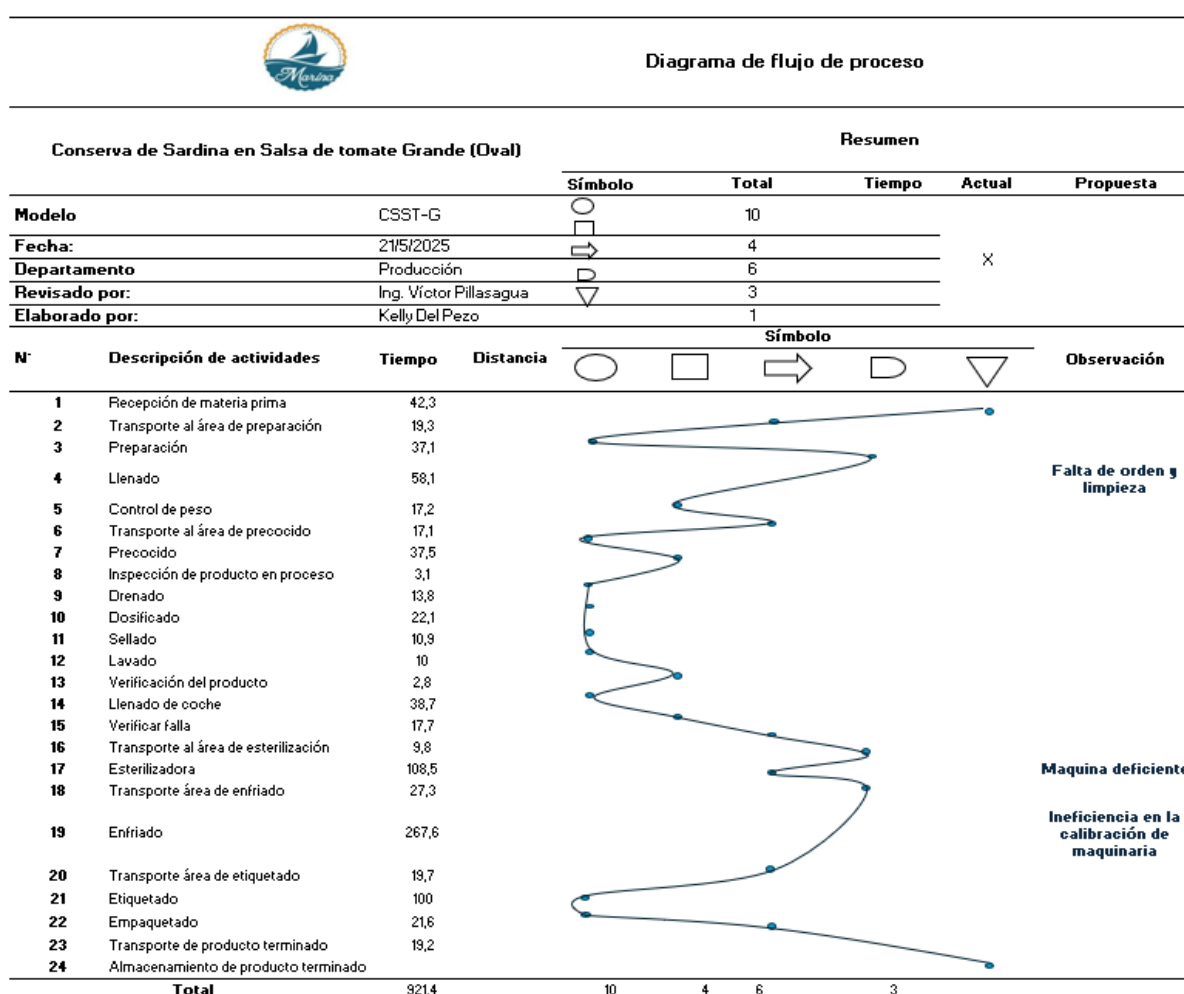
Como parte de la estandarización del proceso se pretende realizar un análisis actual en el área de la restricción del sistema. Según (Sánchez & Lalaleo, 2021), la estandarización es un proceso que permite ajustar características ya sea de productos, servicios o procesos productivos con el objetivo de hacer coincidir con estándares comunes.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Un proceso estandarizado implica crear estándares para cada operación dentro de las empresas, se procede a realizar la observación directa en el proceso productivo de conservas de sardinas en salsa de tomate oval, cabe destacar que los datos recopilados fueron a partir del cronoanálisis que se realizó anteriormente, se detectan las técnicas, tiempos, errores y métodos que se utiliza mediante la herramienta visual de diagrama de proceso de flujo tal como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27.

Diagrama de proceso de flujo.



Nota. Elaborado por el autor.

En el diagrama de proceso de flujo de la tabla 27 se muestran todas las actividades detalladas, incluyendo los tiempos de cada operación, inspección, demora dentro de los procesos y almacenamiento. Se puede visualizar lo siguiente:



**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G

Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

Observación/restricción 1: en el área de llenado existe una acumulación de latas vacías antes por lo que hay operarios ociosos durante la transformación del producto.

Observación/restricción 2: en la estación del esterilizado se encuentra una maquinaria que no trabaja al ritmo de producción que debería debido al mal estado en el que se encuentra su funcionamiento no es el óptimo, al mismo tiempo, se encuentran operarios ociosos.

Observación/restricción 3: en la estación de enfriado, se encuentra mal calibración de maquinaria.

Encontrados estos hallazgos se procede a realizar el plan de acción de mejora en base a las observaciones/restricciones detectadas.

1. Acción de inclusión de mejora.

Bajo el enfoque kaizen y herramientas LM estas acciones están orientadas a eliminar las restricciones detectadas, mejorar el flujo continuo de la producción, incrementar la eficiencia global y alcanzar los objetivos definidos para los KPI establecidos, especialmente en términos de cumplimiento del takt time y reducción de los desperdicios asociados al proceso. A continuación, se presenta los aspectos correctivos de cada etapa identificada como restricción del sistema.

Problema 1. Falta de orden y limpieza.

Propuesta de aplicación de 5 S.

La técnica 5 S es una herramienta fundamental del enfoque LM, utilizada para lograr ambientes de trabajo organizados, limpios, seguros y eficientes, la valoración de la metodología 5S se enfoca en 5 pasos tales como: seiri (clasificación), seiton (orden), seiso (limpieza), seiketsu (estandarización) y shitsuke (disciplina), por lo cual aspira a generar un lugar de trabajo limpio, ordenado y eficaz. El área de llenado es la estación identificada como la primera restricción del sistema, su implementación tiene como objetivo reducir tiempos improductivos, mejorar la eficiencia operativa y eliminar desperdicios.

Evaluación inicial.

Mediante la valoración de las 5 S, se puede adquirir una perspectiva nítida de las fortalezas y debilidades en el entorno laboral. Por ejemplo, al analizar seiri, verifica si se están

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

suprimiendo componentes superfluos, mientras que en seiton se evalúa el grado de organización del equipo y los materiales. Seiso se enfoca en los niveles de limpieza, asegurando que el espacio esté libre de residuos y en condiciones óptimas para trabajar. En seiketsu, se verifica si las prácticas de limpieza y organización se han estandarizado, es decir, si se han convertido en una rutina para todos los empleados. Finalmente, shitsuke evalúa la disciplina, o el compromiso del equipo con la metodología, para garantizar la sostenibilidad de las 5 S en el largo plazo. La implementación de esta técnica se basa en la evaluación exhaustiva de observaciones realizadas mediante un checklist.

Tabla 28.

Evaluación inicial 5 S.

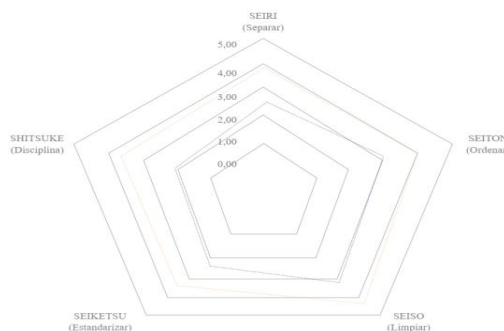
Nº	Elementos	Puntaje	%
1	Clasificar.	2.4	48%
2	Ordenar.	2.6	60%
3	Limpiar.	3.2	64%
4	Estandarizar.	2.4	48%
5	Disciplina.	3	44%
	Calificación.	2.72	52.80%

Nota. Elaborado por el autor.

En base a los datos expuestos en la tabla 28 se evidencian los porcentajes de cumplimiento de las 5 S, en el área de llenado donde la etapa de clasificar tiene una ponderación del 48 %, ordenar de 60 %, limpiar 64 %, estandarizar 48 %, disciplina 44 %. Lo que permite evidenciar que se puede presentar las oportunidades de mejora. En el gráfico 25 complementa la información a través de una ilustración radial del nivel inicial de las 5 S en la empresa.

Gráfico 24.

Diagrama radial inicial de 5 S.



Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Seiri (clasificación).

En el área de llenado, la primera S está direccionada a erradicar los materiales o herramientas innecesarias por lo cual se debe clasificar y sacar objetos que no agregan valor al proceso, de esta manera se pretende optimizar el espacio tiempo y mejorar la eficiencia de la empresa. Como parte necesaria para la identificación de los objetos o materiales innecesarios se debe integrar una herramienta que tenga información detallada para clasificarlos. En el gráfico 26 se presenta el modelo sugerido de diseño de la tarjeta roja que se va a emplear con las especificaciones requeridas para un mejor manejo y control del área con fin de separar lo innecesario a su vez estallar qué acciones a tomar.

Gráfico 25.

Metodología de 5 S- seiri -tarjeta roja.

 Metodología de las 5S - SEIRI			
Tarjeta Roja			
Fecha de identificación:	Tarjeta N°		
Nombre del artículo:	Área:		
Responsable:	Cantidad:		
Categoría			
Materia prima		Producto terminado	
Maquinaria		Objetos personales	
Herramienta		Papelaria	
Producto en proceso		Otros	
Razón de la tarjeta			
Innecesario		Obsoleto	
Defectuoso		Otros	
Acción sugerida			
Eliminar		Reparar	
Reubicar		Reubicar en otra área	
Reciclar		Otros	
Observaciones			

Nota. Elaborado por el autor.

Existen diversos tipos de categoría, razón de tarjeta y acciones sugeridas tales como en el gráfico 26, a través de estos rubros se establece el marco de clasificación, dentro del área de llenado de la conserva de sardina en salsa de tomate oval se identifican los elementos detallados en la tabla 29.

Tabla 29.

Artículos identificados.

N°	Elementos	Cantidad
1	Bandejas pre-pesadas cerca.	3
2	Recipientes defectuosos.	5
3	Herramientas.	2

Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

En la tabla 29, se enlista los artículos empleados en la producción de lotes del producto analizado. En el proceso de producción en esta zona, en algunas ocasiones los recipientes muestran imperfecciones debido a su mal estado por lo que se debe ser eliminado, ya que estos elementos se acumulan de manera temporal en una esquina del espacio hasta finalizar horario laboral, esto a su vez genera un ambiente desordenado en el que se combinan elementos útiles con residuos. Para mejorar la estructura se sugiere establecer un sistema de categorización para los recipientes defectuoso por lo que permitirá eliminar o reciclar de manera organizada. También, se puede ubicar todos los elementos en un solo contenedor especialmente para estos materiales defectuosos y así descartar los elementos que se encuentra dispersas en el área. Además, las herramientas que se encuentran fuera del lugar se deben reubicar en el área correspondiente.

A continuación, se detalla en la tabla 30 las acciones para el proceso de categorización y orden de los elementos en el área aplicable. Se ha establecido que los recipientes defectuosos estarán identificados con una “tarjeta roja” los que estén deteriorados deben ser eliminados o restaurados, esto ayuda a mantener el espacio libre de componente. Se determina que tanto bandejas pre-pesadas y herramientas estén en el área debe ser ordenados y reubicados al área correspondiente.

Tabla 30.

Acciones propuestas – seiri.

Nº	Elementos	Acciones propuestas
1	Bandejas pre-pesadas cerca.	Tarjeta roja / colocar en lugar correspondiente.
2	Recipientes defectuosos.	Tarjeta roja / eliminar.
3	Herramientas.	Tarjeta roja / Colocar en otra área-organizar en la caja.

Nota. Elaborado por el autor.

Con respecto a tabla 30 los recipientes defectuosos, deben ser eliminados del área, Bandejas pre-pesadas que se encuentren cerca del proceso se deberá colocar en el área correspondiente, además, es necesario ordenar y reubicar en la caja correspondiente las herramientas que se hayan encontrado.


	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Seiton (orden).

Una vez culminado la primera etapa de la S y tener a determinados materiales requeridos en el lugar de trabajo se procede a realizar un plan de procedimiento de organización, satisfaciendo los parámetros de orden definición de posiciones concretas para cada elemento bajo lema “un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio”.

Tabla 31.

Registro de procedimiento de organización propuesto

 Registro de procedimiento de organización						
“Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio”						
Fecha:			Área: Producción			
Responsable:			Supervisor:			
I. Inventario de herramientas y materiales						
Nº	Descripción	Uso	Frecuencia	Ubicación asignada	Estado	Observaciones
II. Organización física						
Nº	Elemento	¿Tiene ubicación fija?	¿Está etiquetado?	¿Es de fácil acceso?		Acción correctiva
III. Mejoras detectadas						
Nº	Área/Elemento	Problema Detectado	Propuesta de Mejora	Responsable	Fecha Compromiso	
IV. Verificación						
¿Se cumplieron las acciones de organización según el estándar? <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> No Observaciones del supervisor: _____ Firma del Responsable del Área: _____ Firma del Supervisor: _____						

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 31, se observa el registro de procedimiento de organización propuesto para que los trabajadores tomen en cuenta el plan de procedimiento que se debe seguir para tener una estación en orden, esta ficha se basa en la identificación de las características de las herramientas que se hayan detectado en el horario laboral, se deben llenar según las observaciones que tengan presente. Se procede a realizar un plan de utilización de herramientas mostrado en la tabla 32 con fin de determinar las características, uso de herramientas en el día, así mismo llevar en cuenta su estado, o tipo de limpieza, etc.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Tabla 32.

Registro de utilización de herramientas.

 Registro de utilización de herramientas						
<i>"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"</i>						
Fecha:			Área: Producción			
Responsable:			Supervisor:			
I. Característica de herramientas						
Nº	Descripción de herramienta	Nombre de operario	Hora	Estado	Firma	Observación
1						
2						
3						
II. Limpieza						
Nº	Herramienta	¿Se limpiada? (Si/No)	¿Desinfectada? (Si/No)	¿Reporta alguna falla? (Si/No)	Responsable de Limpieza	
1						
2						
3						
III. Verificación						
¿Se cumplieron las acciones de limpieza según el estándar?						
<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> No						
Observaciones/Incidentes:						
Firma del Responsable del Área: _____						
Firma del Supervisor: _____						


Nota. Elaborado por el autor.

Seiso (limpieza).

El enfoque de la tercera S es en la limpieza de los puestos de trabajo, lo cual es importante mantener un ambiente laboral ordenado y eficiente, se plantea un plan de capacitación e inspección del personal para fomentar la cultura de la limpieza en el entorno laboral promoviendo un ambiente tranquilo y con reducción de desperdicio.

Tabla 33.

Registro de procedimiento de limpieza.

 Registro de procedimiento de limpieza						
<i>"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"</i>						
Fecha:			Área: Producción			
Responsable:			Supervisor:			
I. Características						
Nº	Elemento	Frecuencia (D/S/M)	Producto de limpieza	Método Aplicado	Estado	Observación
1						
2						
3						
II. Inspección de Limpieza						
Nº	¿Limpieza completa? (Si/No)	¿Desinfección correcta? (Si/No)	¿Apto para uso? (Si/No)	Responsable	Responsable de Limpieza	
1						
2						
3						
III. Verificación						
¿Se cumplieron las acciones de procedimiento de limpieza según el estándar?						
<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> Parcialmente <input type="checkbox"/> No						
Observaciones/Incidentes:						
Firma del Responsable del Área: _____						
Firma del Supervisor: _____						

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 33 se observa el plan de procedimiento de limpieza propuesto, el cual se basa en una ficha de inspección de limpieza de la estación y elementos utilizados dentro del

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

horario laboral, se da observaciones de definición, si está apto para el uso, responsables de llevar a cabo la limpieza y demás.

Seiketsu (estandarización).

En la etapa de estandarizar su propósito es crear un entorno sostenible y eficiente; se pretende dar cumplimiento a los logros alcanzados en la primera “S” para mantener de forma constante y efectiva mediante registros de procedimientos y prácticas que garanticen el orden y limpieza, mediante capacitaciones periódicas para asegurar que el personal aplique los procedimientos planteados.

La empresa en el cual se está realizando el caso de estudio se observa una falta de uniformidad en las prácticas de orden y limpieza, con áreas donde no se cumplían reglas claras en las disposiciones de elementos ya sea herramientas o recursos. También que no se disponía de registros de procedimientos que mantengan las tareas organizativas y de mantenimiento para cumplir con lo planificado, lo que destaca la necesidad de establecer los registros de procedimientos estandarizados y capacitación de los trabajadores para dar cumplimiento. Cabe destacar que para fortalecer un ambiente sostenible y eficiente se deben cumplir los siguientes estándares que muestra la tabla 34.

Tabla 34.

Cumplimiento de seiketsu.

Estándar	Descripción
Asignación de roles y responsabilidades.	Se debe asignar roles y responsabilidades para que el personal tenga establecido las funciones que deben desempeñar relacionado al orden y limpieza.
Documentación de procedimientos.	Se necesita establecer la documentación de procedimientos estandarizados de mantenimiento y limpieza para que sirvan de guía a los operarios y tener un seguimiento efectivo.
Supervisiones.	Se debe plantear supervisiones mediante auditorias y revisiones constantes para verificar el cumplimiento de los registros de procedimientos estandarizados.

Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Shitsuke (disciplina).


La quinta y última “S” denominado disciplina se enfoca en el cambio cultural a la mejora continua de la planta, buscando clasificación, orden y limpieza. En esta etapa se integra la estandarización para su aplicación en las actividades cotidianas de la planta, destacando la relevancia de las 5 S. En el levantamiento de información se observó e identificó la falta e ineficiencia de las practicas no interiorizadas por el personal.

En la etapa de la disciplina se basó en la relevancia de los trabajadores hacia el cambio, la participación de los operarios es fundamental para fomentar una mejora continua con enfoque a la responsabilidad como empresa. Como parte de la evaluación y disciplina se pretende llevar a cabo un programa de capacitación de 5 S para fortalecer el aprendizaje, prácticas y procedimientos estandarizados de cumplimiento. Para (Bermúdez Luis, 2015), la capacitación es un proceso de carácter estratégico que se aplica de manera organizada y sistémica, mediante el programa de capacitación el personal adquiere conocimiento y habilidades laborales, además, modifica sus actitudes frente a aspectos de la organización, puesto o ambiente laboral.

Bajo este contexto, se elabora un programa de capacitación detallado en la tabla 35, el constante aprendizaje es fundamental para garantizar que los operarios estén al tanto de las practicas o procedimientos estandarizados.

Tabla 35.

Programa de capacitación.

		PRODUCTOS DEL MAR MARINA TRADING S.A.					Código:	
		PROGRAMA DE CAPACITACIÓN 2025					Elaborado por:	
							Área:	
Programa de Capacitación	Nº	Tema	Objetivo	Actividad	Duración	Recursos	Responsable	
Metodología de 5S	1	Introducción	Impartir conocimiento de la metodología 5S a través de material físico/digital para entender su relevancia y fomento a una cultura de mejora continua.	Video introductorio, Explicación general de metodología 5S	½ Hr	Diapositivas, folletos.	Capacitador.	
	2	Seiri (Clasificar)	Identificar la clasificación de elementos entre lo necesario e innecesario en el área	Explicación Seiri y taller practico, ejercicios de simulacro.	1 Hr	Tarjeta roja, Etiquetas, folletos.	Capacitador.	
	3	Seiton (Ordenar)	Aprender a establecer ubicación de materiales y herramientas mediante la organización del área con ejercicios prácticos.	Explicación de Seiton y ejercicio práctico de organización por estaciones de trabajo, uso de etiquetas	2 Hr	Folletos, marcadores, pizarra.	Capacitador.	
	4	Seiso (Limpiar)	Estandarizar procesos de limpieza y eliminar suciedad fuente.	Explicación de Seiso y demostración de limpieza, checklist de tareas	2 Hr	Folletos, productos de limpieza referenciales	Capacitador.	
	5	Seiketsu (Estandarizar)	Conocer los procedimientos de estandarización, checklist y demás guías.	Explicación de Seiketsu, simulacro de auditoria 5S	2 Hr	Diapositivas, folletos	Capacitador.	
	6	Shitsuke (Disciplina)	Mantener el sistema con reglas claras, disciplina y mejora continua.	Explicación de Shitsuke y cierre de semana de capacitación	2 Hr	Diapositivas, folletos	Capacitador.	

Nota. Elaborado por el autor.



**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G

Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

Evaluación final.

Tras la implementación de la metodología 5 S se analiza los elementos fundamentales como organización, limpieza, estandarización y disciplina. Dentro de los resultados obtenidos, se ilustra en la tabla 36 los esfuerzos realizados por el equipo para la incorporación de prácticas de orden y limpieza con fin de optimizar el uso de espacio y simplificar las tareas diarias.

Tabla 36.

Evaluación final 5 S.

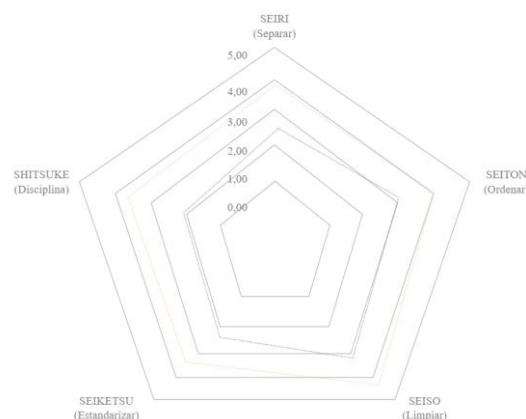
Nº	Elementos	Puntaje	%
1	Clasificar.	3.8	76.00%
2	Ordenar.	4.00	80.00%
3	Limpiar.	4.40	88.00%
4	Estandarizar.	3.40	68.00%
5	Disciplina.	3.60	72.00%
	Calificación.	3.84	76.80%

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 37 se muestra los resultados tras la implementación de cada etapa de la metodología 5 S en el área de llenado, la etapa de limpieza se posiciona con un 88 % de cumplimiento, ordenar con un 88 %, esto evidencia un desempeño elevado, mostrando organización eficaz en el espacio de trabajo, facilita el acceso y disposición de herramientas/materiales. Lo que evidencia un gran compromiso con la metodología 5 S y una base firme para preservar un entorno laboral eficaz y en completo orden. A continuación, se ilustra en el gráfico 27 la etapa final de la aplicación.

Gráfico 26.

Diagrama radar 5 S propuesto.



Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Problema 2. Máquina deficiente.

Propuesta – Aplicación de mantenimiento preventivo/correctivo, plan de capacitación operarios.

La técnica del TPM se basa en una metodología de gestión con enfoque a maximizar la eficiencia de los equipos productivos, este método está orientado a incrementar la eficacia de los equipos y minimizar las fallas en las instalaciones con un enfoque preventivo y colaborativo. Según (Canahua, 2021) el mantenimiento productivo total (TPM) se centra en mantener y mejorar el sistema de producción y calidad a través de las máquinas, equipos, procesos y empleados que agregan valor.

El objetivo principal de aplicar el TPM en esta etapa es de maximizar la efectividad del equipo de esterilización y reducir a cero los defectos, fallas, tiempos de inactividad que ocasionan. La empresa actualmente no cuenta con un plan de mantenimiento para el área de esterilización por lo cual se presenta la propuesta del TPM, su procedimiento se llevará a cabo mediante la socialización y explicación del tema al encargado del área de producción así se comunica a los operarios sobre la necesidad de poner en práctica esta herramienta en base a las necesidades de la fábrica, además, se debe realizar un análisis de la eficacia global de los equipos, para ello se desarrolla el inventario de las maquinarias, se detalla las fichas técnicas y se utilizará la matriz de análisis de modo de falla y efectos, en base a estos datos se registra la gama de mantenimiento y se establece el cronograma del plan de mantenimiento productivo.

Decisión y socialización con responsable del área.

Se realiza una reunión con el responsable del área e involucrados con el marco del proyecto TOC-lean, se presenta la propuesta para abordar la problemática de la variabilidad en el proceso de producción, identificando las averías en las instalaciones representa un factor importante que provoca paradas inesperadas de maquinarias. Durante la etapa de medición y análisis, se evaluó la posibilidad de integrar un plan basado en los principios del mantenimiento productivo (TPM) como una estrategia preventiva para abordar los problemas identificados, la propuesta planteada tiene como objetivo ofrecer una herramienta que permita reducir las interrupciones en los procesos y optimizar la eficiencia en las operaciones.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Sensibilización de información.

Se plantea una campaña de sensibilización de información destinada a los trabajadores del área en estudio, se induce al personal acerca de la propuesta centrada en la implementación del plan de mantenimiento productivo (TPM). En esta etapa de sensibilización se plantea el objetivo del TPM y su relevancia para incrementar la eficacia de los procesos disminuyendo las paradas imprevistas de los equipos. El autor del trabajo de investigación presente será la cabecilla de este plan de sensibilización de información, garantizando que los trabajadores comprendan de forma clara y concisa las metas establecidas para que puedan aportar activamente para que se lleve a cabo la propuesta.

Análisis y establecimiento de indicadores de desempeño.

Los defectos en las instalaciones son un elemento crucial que impacta en la productividad de la compañía al provocar interrupciones imprevistas, para la solución de la problemática se propone un plan de mantenimiento productivo (TPM) en el área de esterilización, en consonancia con enfoque LM que asegura el rendimiento óptimo de todos los equipos.

Como parte de la propuesta se propone los indicadores clave de desempeño (KPIs) que medirán su impacto en términos cuantitativos del progreso de la propuesta, estos KPIs incluirán la disponibilidad de equipos, rendimiento operativo y eficiencia global (OEE). Los datos recopilados en condiciones normales de operación presentados en el plan de implementación de indicadores de control. Según (Canahua, 2021) la métrica de calificación para valores OEE se califica como “inaceptable” según la tabla 37.

Tabla 37.

Métrica de calificación OEE.

OEE	Calificativo	Descripción
Inaceptable.	< 65%	Pérdidas económicas.
Regular.	65% < OEE < 75%	Aceptable si está en proceso de mejora.
Aceptable.	75% < OEE < 85%	Debe continuar con la mejora.
Buena.	85% < OEE < 95%	Buena competitividad.
Excelente.	OEE > 95%	Alta competitividad.

Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Como se ilustra en la tabla 37 la empresa en función de la productividad del equipo se encuentra en el calificativo “inaceptable” donde registra un valor bajo de rendimiento lo que indica que las maquinas no están dando su mayor rendimiento debido a las interrupciones por falta de mantenimiento preventivo al no estar el equipo en óptimas condiciones. A continuación, se ilustra en la tabla 38 el cálculo del indicador OEE actual.

Tabla 38.

Evaluación inicial del OEE.

Categoría	% Actual
Disponibilidad	89.00%
Rendimiento	57.00%
Calidad	90.00%
OEE	45.00%

Nota. Elaborado por el autor.

Para solucionar la restricción del área de esterilizado se propone un plan de mantenimiento más eficiente basado en el mantenimiento productivo total (TPM), en esta etapa tras haber identificado las averías del equipo con un factor crítico que afecta la productividad durante las fases de medición y análisis, se desarrolla la propuesta para mitigar la problemática.

A continuación, se elabora en la tabla 39 la ficha técnica que recopila información clave del equipo necesario para el mantenimiento, el desarrollo del registro es con fin de tener un control detallado del estado y necesidad de la máquina. Por motivos de confidencialidad las fichas no presentan las fotografías de los equipos originales, si no adaptaciones para la descripción general del equipo que se utiliza sin comprometer la integridad de la información de la empresa.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Tabla 39.

Ficha técnica máquina de esterilizado.

		Productos del Mar Marina Trading S. A	
FICHA TÉCNICA			
Ficha N°:	1	Área:	Producción
Ficha de:	Autoclave	Código:	MAQ-EST001
Característica Técnica			
Tipo	Autoclave Horizontal Estático	Foto de Máquina-Equipo	
Modo de operación	Manual		
Temperatura	145 °C		
Capacidad	4 carros		
Fuente térmica	Vapor Saturado		
Material	Acero Inoxidable AISI 316		
Diámetro interno	1.3 m – 1.6 m		
Longitud total	3.5 m – 5.5 m		
Sistema de cierre	Manual con seguro de rosca		
Función:	Se basa en la transmisión de calor al producto a través de una recirculación de agua, de forma que el calentamiento de esta agua se hace manera indirecta a través de un intercambiador de calor de placa aportando vapor al circuito secundario		
Observaciones/Incidentes:			

Nota. Elaborado por autor.

Sistemas y elementos de la máquina.

En la máquina de autoclave horizontal estático opera mediante la inyección de vapor saturado, alcanzando una temperatura y presión controlada para la eliminación de microorganismos y asegurar la inocuidad del producto. En la tabla 40 se detalla los elementos y componentes principales de la máquina.

Tabla 40.

Sistemas y elementos de la máquina.

Elemento/Sistema	Función
Cuerpo o cámara de la autoclave.	Recipiente cilíndrico de acero inoxidable donde se colocan los carros con productos, capaz de soportar presión y altas temperaturas.
Tapa o puerta de cierre.	Asegura el sellado hermético, es de cierre manual con pernos y tipo bayoneta, además, incluye empaques de alta resistencia.
Trolleys o carros.	Estructuras móviles donde se colocan las latas para facilitar la carga/descarga dentro de la cámara.



**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G

Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

Válvula de escape.	Controla la entrada del vapor saturado desde la caldera hacia la autoclave.
Válvula de seguridad.	Se activa si la presión excede el límite permitido para evitar accidentes.
Manómetro.	Mide la presión interna (en bar o psi). Indica la presión de trabajo.
Termómetro.	Mide la temperatura interna de la autoclave, fundamental para validar el proceso térmico.
Sistema de drenaje.	Permite evacuar condensado o agua acumulada.
Sistema de enfriamiento.	Rociadores de agua o ducha interna, que enfrían las latas tras el proceso térmico.
Controlador de tiempo.	Los operarios toman en cuenta el cronometro del proceso mecánico
Registrador de proceso.	Registra temperatura, presión y tiempo para control de calidad
Tuberías de entrada y salida.	Canales por donde circula el vapor, el aire y el agua

Nota. Elaborado por el autor

En la tabla 40 se proporciona un análisis detallado de la máquina de estudio, donde se especifica los sistema y elementos principales que describen los componentes internos de la máquina, de esta manera se obtiene una comprensión integral para la evaluación de fallas de cada maquinaria.

Matriz AMFE.

La matriz de análisis, modal de fallos y efectos (AMFE), se presenta como parte de la propuesta ya que es una herramienta que facilita la evaluación de los posibles fallos que puedan ocurrir, permitiendo tomar decisiones e implementar mejoras esenciales para el proceso. Dicho esto, se busca reducir al mínimo los efectos de las fallas para alcanzar un alto nivel de eficiencia en los resultados operativos. Bajo este contexto, se elabora la matriz AMFE para las maquinarias de la planta, presentada en la tabla 41, esta herramienta permite dar un análisis a los posibles patrones de fallo de la máquina de autoclave, cabe destacar que para la valoración de la tabla se realiza a partir de la clasificación de riesgos y criterios de evaluación lo que facilita la priorización de acciones para mitigar riesgos identificados (anexo 12).



**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G

Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

Tabla 41.

Matriz AMFE máquina de autoclave.

Máquina	Componente	Modo de Falla Potencial	Efecto del Fallo	Causa Potencial	SEV	OCC	DET	NPR	Acción Recomendadas
Autoclave	Tapa o cierre de la autoclave.	Fuga de vapor / no sella bien.	Pérdida de presión, riesgo de explosión.	Desgaste de empaques, cierre incorrecto.	9	4	3	108	Revisión diaria, cambio periódico de empaques.
	Válvula de seguridad.	No libera presión.	Sobrepresión interna, riesgo grave.	Obstrucción, mantenimiento deficiente.	10	2	3	60	Calibración mensual, prueba de válvula.
	Sensor de temperatura.	Lectura incorrecta.	Fallo en esterilización, pérdida de lote.	Mala calibración.	9	3	4	108	Calibración regular, doble sensor.
	Válvula de purga.	No expulsa aire correctamente.	Puntos fríos, esterilización incompleta.	Suciedad, falla mecánica.	8	4	4	128	Limpieza frecuente, test de purga manual.
	Manómetro.	Lectura errónea.	Pérdida de control del proceso.	Sensor dañado, mal calibrado.	6	2	3	36	Reemplazo cada 6 meses.
	Carro de carga.	Desalineado o atascado.	Dificulta carga/descarga, lesiones.	Uso inadecuado, falta de lubricación.	5	4	3	60	Mantenimiento preventivo semanal.
	Operador.	Error en programación del ciclo.	Tiempo/temperatura incorrecta.	Falta de capacitación, error humano.	8	3	4	96	Capacitación continua, checklist de operación.

Nota. Elaborado por el autor; severidad <SEV>, ocurrencia <OCC>, detección <DET>, número de prioridad de riesgo <NPR>.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:


El análisis AMFE llevado a cabo en la estación de esterilización detallado en la tabla 41, permitió identificar posibles fallos en la maquina y establecer un plan de mantenimiento con enfoque a la reducción de riesgos dados por averías críticas. Para solucionar esta problemática se recomienda elaborar un plan de mantenimiento técnica, junto a capacitación de formación del personal encargado del área, Estas medidas permitirán reducir significativamente las interrupciones en el proceso y los riesgos asociados a fallos recurrentes.

Gamas de mantenimiento.

Las actividades se organizan en una serie de mantenimiento definiendo las medidas concretas para preservar la funcionalidad y extender la vida útil de la maquinaria, además se categoría en función de la frecuencia en la que se deben llevar a cabo, lo que facilita la optimización de recursos garantizando las revisiones o modificaciones que se realicen correctamente en cada periodo de tiempo. A continuación, en la tabla 42 se ilustra la gama de mantenimiento de la maquinaria donde se detalla los requerimientos establecidos.

Tabla 42.

Gama de mantenimiento autoclave.

		Productos del Mar Marina Trading S.A.		
Gamas de Mantenimiento				
Máquina	Autoclave	Área:	Producción	
Estación:	Esterilización	Código:	MAQ-EST001	
Componente	Actividad	Frecuencia	Duración	Material y equipos
Tapa y sistema de cierre	Limpieza y revisión de empaques	Diario	10 min	Paño, detergente neutro, grasa de silicona
Tapa y sistema de cierre	Cambio de empaques	Mensual	60 min	Empaques nuevos, llave inglesa, grasa especial
Válvula de purga	Limpieza de orificios y prueba de apertura	Semanal	15 min	Cepillo, aire comprimido
Válvula de seguridad	Inspección visual y prueba de disparo	Mensual	20 min	Llave fija, guantes, manual de fabricante
Sensor de temperatura	Verificación/calibración con patrón externo	Trimestral	30 min	Termómetro patrón, multímetro, hoja de control
Manómetro	Calibración o reemplazo si fuera necesario	Trimestral	20 min	Manómetro patrón, cinta teflón
Sistema de enfriamiento	Limpieza de boquillas y verificación de presión	Semanal	30 min	Llaves, cepillo, manómetro, repuestos
Cámara interna	Limpieza profunda e inspección por corrosión	Mensual	40 min	Cepillos, detergente industrial, linterna
Carros o bandejas	Lubricación de ruedas y revisión de rodamiento	Quincenal	15 min	Grasa industrial, llave Allen
Tuberías de vapor	Revisión de fugas y limpieza externa	Mensual	25 min	Trapo, detector de fugas, llave inglesa
Sistema general	Revisión general (checklist de estado)	Diario	10 min	Lista de chequeo, lápiz, EPPs

Nota. Elaborado por el autor.

La investigación de la tabla 42 señala que el mantenimiento constante de la autoclave es crucial para garantizar la efectividad y calidad de la máquina, la revisión de la ficha aborda

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

la operación segura eficaz y conforme con los estándares de esterilización. Además, el cronograma establecido estará balanceado en función a las acciones de intervención para mantener el rendimiento óptimo.

Cronograma de mantenimiento propuesto.

Un cronograma de mantenimiento como parte de la implementación es esencial para garantizar la sostenibilidad de las operaciones, debido que contribuye a evitar fallos inesperados asegurando la continuidad de la producción, cumplimiento de plazos de entrega y satisfacción del cliente; además, esta herramienta sirve de apoyo a los trabajadores debido que permite priorizar las intervenciones en situaciones críticas. A continuación, se ilustra en la tabla 44 el cronograma de mantenimiento preventivo anual propuesto para atender la necesidad de minimizar las interrupciones no programadas, garantizando la continuidad operativa del proceso, reduciendo costos asociados por averías recurrentes y desgaste de la maquinaria.

Evaluación final OEE.

En la tabla 43 se muestra el cálculo OEE después de la propuesta implementada.

Tabla 43.

Evaluación final del OEE.

Categoría	% Actual	% Propuesta	%Incremento
Disponibilidad.	89.00%	100%	13.00%
Rendimiento.	57.00%	96.00%	68.42%
Calidad.	90.00%	99.00%	10.00%
OEE.	45.00%	95.00%	>100%

Nota. Elaborado por el autor.


Plan de capacitación de mantenimiento productivo.

El plan de capacitación de mantenimiento productivo se realizó como parte de la implementación para la propuesta el cual se basa en un programa de TPM sólido y efectivo que contribuye a la sensibilización de información para la mejora de la eficiencia operativa y prolongar la vida útil de los equipos, esto se demuestra en la Tabla 45.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Tabla 45.

Programa de capacitación metodología TPM.

	PRODUCTOS DEL MAR MARINA TRADING S.A.						Código:
	PROGRAMA DE CAPACITACIÓN 2025						Elaborado por:
Programa de Capacitación	Nº	Tema	Objetivo	Actividad	Duración	Recursos	Responsable
Metodología de TPM	1	Introducción.	Familiarizar a los empleados con los fundamentos del TPM, su importancia y sus beneficios para la empresa.	Video introductorio, explicación general de metodología TPM.	1 Hr	Diapositivas, folletos.	Capacitador.
	2	Pilares del TPM.	Profundizar en cada uno de los pilares del TPM, destacando su importancia y cómo implementarlos en las operaciones diarias	Explicación pilares operativos, mantenimiento autónomo, planificado.	1 Hr	Diapositivas.	Capacitador.
	3	Herramientas y técnicas TPM.	Entrenar a los empleados en las herramientas y técnicas claves utilizadas en el marco de TPM.	Explicación de 5 S, análisis de causa raíz.	1 Hr	Folletos, marcadores, pizarra.	Capacitador.
	4	Mantenimiento autónomo.	Instruir responsabilidades dentro del programa TPM, enfatizando la importancia de la autonomía en el mantenimiento.	Explicación de las responsabilidades de cada operario.	1 Hr	Folletos.	Capacitador.
	5	Evaluación y monitoreo del desempeño.	Capacitar a los empleados en cómo medir el impacto de las actividades de TPM y evaluar el desempeño del programa.	Explicación de los indicadores clave de desempeño (KPIs) en TPM.	1 Hr	Diapositivas, talleres prácticos.	Capacitador.
	6	Cultura TPM y compromiso organizacional.	Desarrollar una cultura de TPM dentro de la empresa, destacando la importancia del compromiso de todos los niveles de la organización.	Explicación del fomento de una cultura continua dentro de la planta.	1 Hr	Diapositivas, folletos.	Capacitador.
	7	Evaluación final y cierre.	Evaluar el aprendizaje de los participantes y cerrar el programa de capacitación.	Realización de un breve examen de acuerdo con los conocimientos sobre TPM y ejercicios prácticos de KPIs.	1 Hr	Diapositivas, examen.	Capacitador.

Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:


Problema 3. Ineficiencia en la calibración de maquinaria.

Propuesta – Aplicar plan de calibración sistemático.

Implementar un plan de calibración en el área de enfriado asegura que todos los instrumentos y dispositivos del sistema de enfriado operen dentro de las tolerancias especificadas, esto contribuye a la conservación del producto y cumplimiento de los requisitos normativos tales como HACCP, BPM. En la tabla 47 se ilustra el procedimiento del plan de calibración.

Tabla 46.

Registro de procedimiento plan de calibración propuesto.

		Registro de procedimiento plan de calibración					
Fecha:		Codificación:		RP-PC-001			
Área:		Elaborado por:		Kelly Del Pezo			
Responsable:		Periodo del plan:					
I. Alcance del plan							
Área a calibrar:		Enfriado Post-Esterilización de Conservas de Sardina					
Elementos críticos incluidos:		Autoclaves/Enfriadores de latas, Transportadores de enfriamiento, Tanques de agua fría, Sistemas de bombeo y control.					
Objetivo Principal:		Asegurar la inocuidad y calidad del producto, optimizar el proceso de enfriado y cumplir con la normativa sanitaria.					
II. Elemento involucrado en el área							
N°	Elemento	Función	Instrumento para calibrar				
1	Tanque de agua fría	Enfriamiento directo o por inmersión	Termómetro, sensor de nivel, válvula				
2	Tuberías y duchas de enfriamiento	Enfriamiento indirecto o por aspersión	Termómetro, válvula, manómetro				
3	Bomba de recirculación	Mantiene flujo constante de agua fría	Presostato, caudalímetro				
4	Termómetro digital o analógico	Mide temperatura del agua y producto	Sensor RT100, termocupla, reloj térmico				
5	Válvula de regulación	Controla entrada/salida de agua	Actuador neumático / eléctrico (posición)				
III. Frecuencia de calibración							
N°	Instrumento	Frecuencia	Justificación				
1	Termómetros (RT100)	Cada 3 meses	Alta sensibilidad en el enfriado				
2	Manómetros	Cada 6 meses	Verifica presión de entrada del agua				
3	Presostatos	Cada 6 meses	Previene fallas por sobrepresión				
4	Sensores de nivel	Annual	Control del volumen en tanques				
IV. Planificación de calibración							
Eje Horizontal (Categoría)							
Nombre del Equipo	Medición / Instrumento	Rango de Operación	Tolerancia de Calibración	Frecuencia de Calibración	Responsable		
Autoclave 1	Sensor Temp. Agua Entrada	5°C - 30°C	± 0.5°C	Trimestral	Técnico de Mantenimiento		
Autoclave 1	Sensor Presión Agua	0.5 - 2.0 bar	± 0.05 bar	Trimestral	Técnico de Mantenimiento		
Cinta Enfriado 1	Sensor Temp. Superficie Lata	25°C - 45°C	± 1.0°C	Semestral	Técnico de calidad		
Cinta Enfriado 1	Sensor Velocidad	0.5 - 2.0 m/s	± 0.1 m/s	Annual	Técnico de Mantenimiento		
V. Registro de calibraciones							
Fecha de calibración	Lectura	Desviación	Ajustes realizados	¿Aprobado? (Si/No)	Fecha de Próxima Calibración	Observaciones / No Conformidades	Técnico Responsable


Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSAS DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Como se observó en la tabla 46, el plan de calibración es esencial para el manejo correcto de calibración de equipos, un uso y supervisión de este es de suma importancia, para implementar esta propuesta es necesario se realice capacitaciones direccionadas al registro de procedimiento de plan de calibración para dar elaboración de este. Cabe destacar que también se realizó un procedimiento operativo estandarizado (SOP) (anexo 13). A continuación, se ilustra en la tabla 47 el plan de capacitación como parte de la propuesta.

Tabla 47.

Programa de capacitación procedimiento de calibración.

 PRODUCTOS DEL MAR MARINA TRADING S.A.						Código:
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN 2025						Elaborado por:
						Área:
Nº	Tema	Actividad	Duración	Recursos	Responsable	
Procedimiento de calibración	1	Introducción a la Calibración y su Importancia	Introducción a la calibración, ¿Qué es la calibración y por qué es fundamental?; Impacto de la calibración en la calidad y seguridad de la conserva de sardina; Normativas y estándares aplicables. Tipos de sensores (temperatura, presión, flujo).	1 Hr	Presentaciones (PPT). Manuales/Guías de procedimientos. Fotocopias de equipos de calibración tales como (termómetros patrón, manómetros).	Capacitador.
	2	Instrumentos Críticos en el Área de Enfriado	Ubicación y función de cada instrumento en el proceso de enfriado. Identificación de puntos de medición clave. Conceptualización de la Tolerancia, exactitud, precisión, trazabilidad.	1 Hr	Diagramas de flujo del proceso de enfriado. Material de papelería	Capacitador.
	3	Procedimientos Básicos de Calibración	Metodología "As Found" y "As Left"; Uso de patrones de calibración.	1 Hr		Capacitador.
	4	Casos Prácticos y Resolución de Problemas	Análisis de certificados de calibración; Detección de fallas comunes en instrumentos de enfriado.	1 Hr		Capacitador.

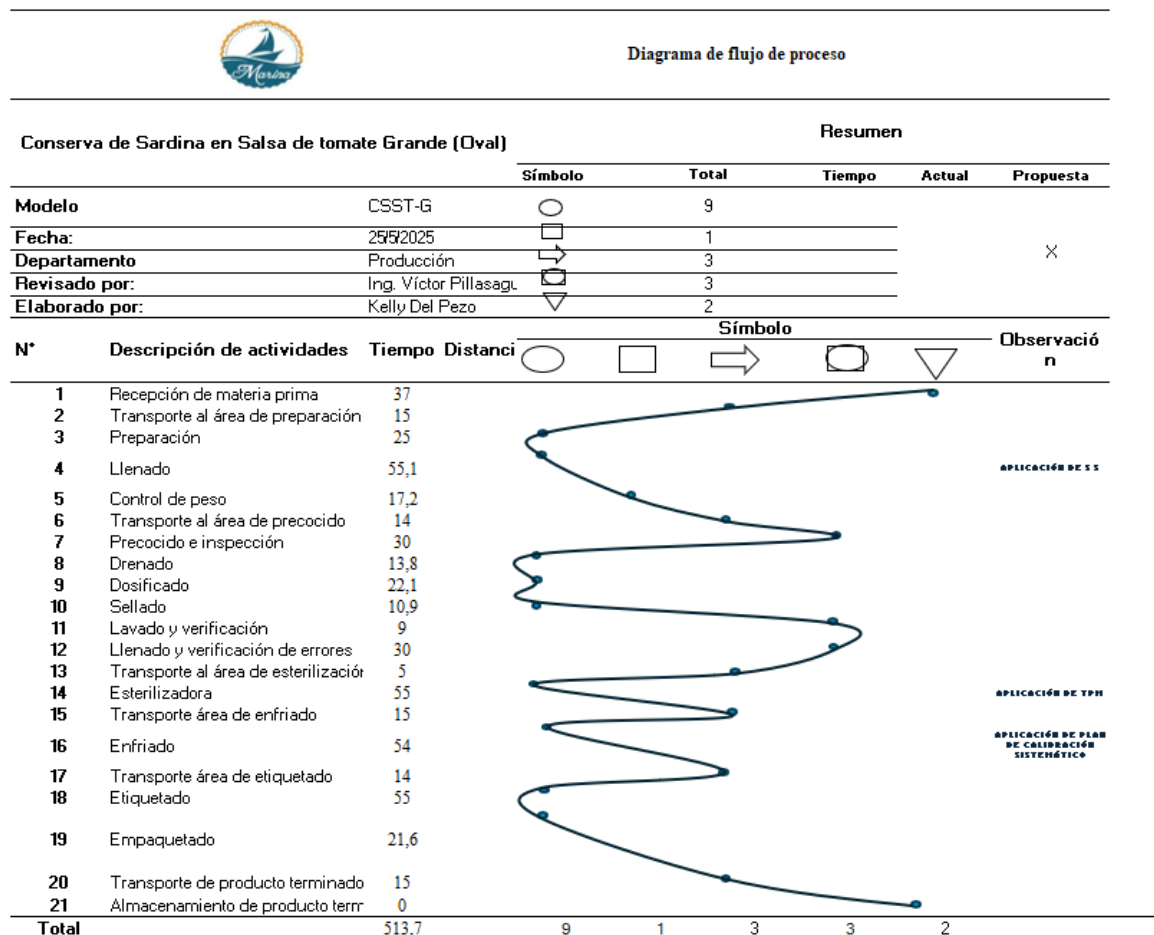
Nota. Elaborado por el autor.

Para concluir con la etapa de inclusión de mejora se establece el diagrama de flujo de proceso que evidencia la metodología aplicada ha tenido un impacto positivo en el balanceo de línea disminuyendo el tiempo de ciclo. Dentro del proceso de producción se detalla en observaciones que existe en la estación de esterilización la máquina trabajaba con una gran ineficiencia esto debido al estado en el que se encontraba, además, concurre una mala calibración de maquinaria por falta de conocimiento del operario debido a la rotación del personal, junto con la notable demora en actividades enfriado generando tiempo de ociosidad. El marco propuesto como parte de la estandarización de proceso se muestra a continuación en la tabla 48.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Tabla 48.

Diagrama flujo del proceso propuesto.



Nota. Elaborado por el autor.

En el diagrama de flujo de procesos tal como se ilustra en la tabla 48 en el apartado de observaciones la identificación de la integración de las herramientas de manufactura esbelta para abordar las restricciones identificadas en los procesos que durante la observación tuvieron situaciones atípicas, en la actividad de llenado se aplica 5 S con fin de mejorar el espacio de trabajo para que mantenga un lugar de trabaja limpio y en orden. También, en la actividad de esterilización se aplica el TPM destacando que este equipo es de principal atención según los datos interpretados anteriormente en la máquina de la autoclave existían sucesos de tiempos de demora en esta actividad. Finalmente, en la actividad de enfriado se aplica el plan de calibración sistemático con fin de transmitir la sensibilización de información a los trabajadores para que mantengan un registro de procedimiento apropiado de acuerdo con la calibración pertinente del equipo.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Implementación de la técnica Drum – Buffer – Rope (DBR).

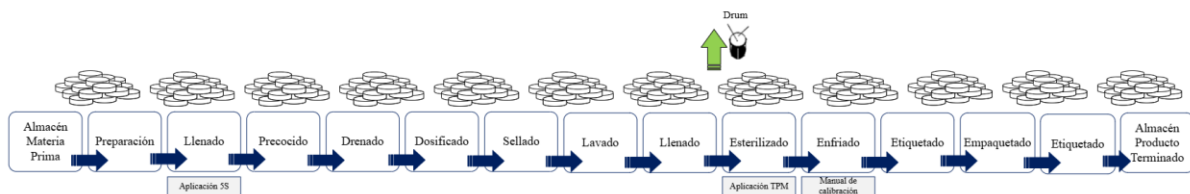
Como parte de la integración de la teoría de restricción y manufactura esbelta, se propone la aplicación de la técnica drum – buffer – rope, el cual se basa en la sincronización y protección de la restricción principal de la línea de producción de la conserva de sardina en salsa de tomate en la empresa Marina Trading S.A. Como primer paso se identificó el área focal de la restricción que en este caso se tomará la estación de esterilización como “tambor” del sistema debido a su capacidad fija y ciclos de operación preestablecidos. Para garantizar que la restricción opere de forma continua y sin interrupciones.

Drum

En base a las mejoras implementadas, se presenta la distribución de la línea de producción para complementar con la resolución de la restricción en la línea de producción. En la esterilizadora para maximizar su disponibilidad y confiabilidad se aplicó la metodología de mantenimiento productivo total (TPM), reduciendo paradas imprevistas y averías.

Gráfico 27.

Determinación del drum – tambor.



Nota. Elaborado por el autor en software Visio.

El gráfico 28, nos presenta las estaciones focales la cual se lleva el ritmo de la producción después de la implementación.

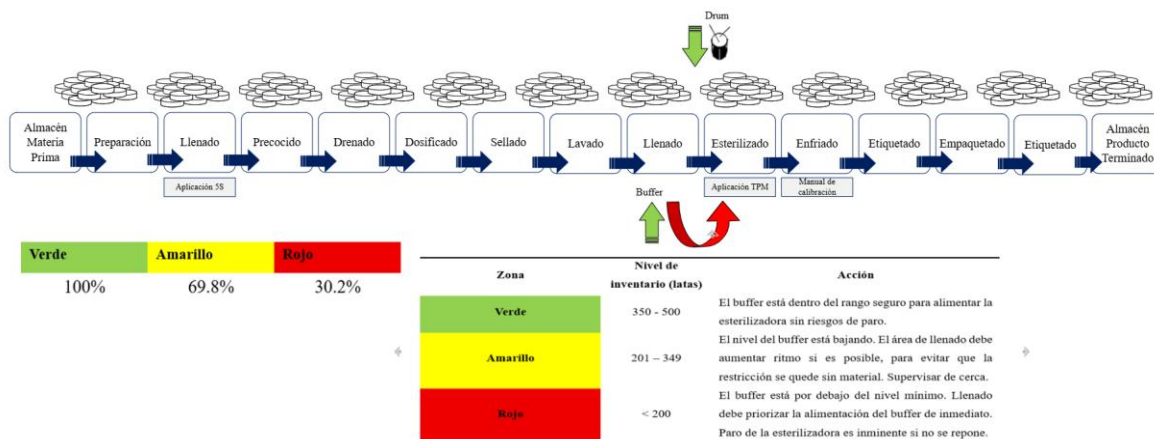
Buffer.

Se presenta en las zonas focales las aplicaciones dadas para que el drum sea constante. En esta fase interviene el área de llenado y esterilización, formando un colchón de seguridad que permite absorber pequeñas fluctuaciones de producción, esto permite evitar las paras de la restricción por falta producto. Además, se evalúa la conveniencia de un buffer posterior para la protección de la salida hacia el área de enfriado.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Gráfico 28.

Determinación del buffer – amortiguador.



Nota. Elaborado por el autor en software Visio.

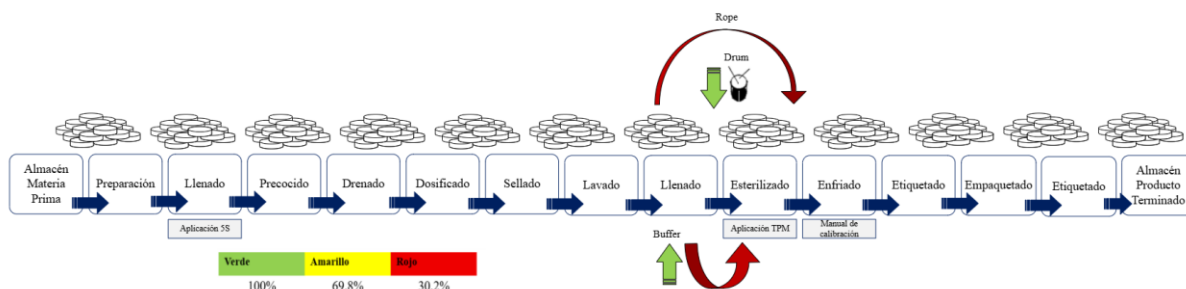
El gráfico 29, presenta el cálculo del buffer de 350 – 500 latas en zona verde; este asegura una producción continua. De la misma manera, cuando la reserva base en el almacén temporal a 201-349 en zona amarilla, se deberá generar un orden de reemplazo de inmediato.

Rope.

La liberación de materiales se alinea con el drum y buffer de las áreas focales.

Gráfico 29.

Determinación del rope – soga.



Nota. Elaborado por el autor en software Visio.

En el gráfico 30, observamos el rope, donde el llenado solo liberará material al buffer cuando el inventario baje a 350 latas, evitando exceso de WIP, esto se apoya a la rutina de 5 S para garantizar orden y respuesta rápida, para que solo produzca lo necesario para alimentar la

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:


restricción y mantener el buffer en su rango óptimo, esto se cumple mediante un procedimiento operativo estandarizado (SOP) (anexo 8).

3.2.6 Eliminar fuentes de desperdicios.

En esta fase se integran herramientas de manufactura esbelta con fin de identificar otras formas de aumentar el rendimiento, reducir los costos operacionales e inventarios. Cabe destacar que las modificaciones o propuestas de mejora fueron realizadas en la etapa de inclusión de mejoras, se procede a realizar la eliminación o reducción de actividades que no agregan valor.

Tabla 49.

Registro de actividad para VSM propuesto.

		Registro de Actividad (VSM Propuesto)					
		Conserva de Sardina en Salsa de tomate Grande (Oval)		Modelo		CSST-G	
Elaborado por:		Kelly Del Pezo	Fecha:		25/5/2025		
Clasificación de la actividad							
Nº	VA	NVA	NNVA	Nº	VA	NVA	NNVA
1			37	12	30		
2	15			13	5		
3	25			14	50		
4	28			15	15		
5	14			16	54		
6	14			17	14		
7	30			18	55		
8	7			19	20		
9	10			20	15		
10	8			21	0		
11	9			Tiempo total	455		
Actividades		VA		NNAV		2	
		Tiempo		476.00		0.00	
		Tiempo promediado		25.09		0.00	
		%		92.80%		7.20%	
				513.7		43.59	
				100%			

Nota. Elaborado por el autor

En la tabla 49 está representado la relación de las actividades que agregan valor y lead total de la cadena. Entre ella se tomó en consideración la siguiente clasificación: VA (valor agregado), NVA (no valor agregado), NNVA (necesario, pero no de valor agregado). Como parte de eliminación de desperdicios de fuentes se realizó la eliminación de las actividades que

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

no dan valor agregado, se eliminaron las NVA al 0 %, mientras que se tienen 2 NNVA con un dato porcentual de 18.50 % y un aumento de VA de 19 equivalente al 92.80 %.

Determinación del ciclo eficiente de trabajo con la propuesta.

De acuerdo con la ecuación que relaciona el valor del ciclo eficiente de trabajo (WCE) se tiene lo siguiente:

$$WCE = \frac{\textit{Tiempo de valor agregado}}{\textit{Lead time total}}$$

$$WCE = \frac{476 \textit{ min}}{513.7 \textit{ min}}$$


$$WCE = 93\%$$

En este sentido, se observa que la porción de actividades que aportan valor en todo el sistema es del 93 % desde la perspectiva del cliente final en toda la cadena de valor, solo las actividades relacionadas con la transformación de materia prima en producto terminado se consideran como las que agregan valor. Una vez registrados los 21 puestos o actividades, conforme a la tabla 49 el takt time se mantiene en 55 seg, según los cálculos mostrados al inicio, para mantener una producción pull debido a la demanda de la cliente representada en el mapa de flujo de valor. Después de la implementación de nuevas mejoras se procede a realizar el cronoanálisis de filmación y documentación final de los puestos de trabajo, cabe destacar que en esta etapa se procede a dar cálculo de tiempo normal y tiempo estándar presentados en la tabla 50 con los tiempos establecidos del proceso ejecutado en la línea CSST-G.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Tabla 50.

Registro del estudio de tiempo y movimientos propuesto.

		Registro del estudio de tiempo y movimientos.				
Conserva de Sardina en Salsa de tomate Grande (Oval)		Modelo CSST-G				
		Situación Actual		Propuesta		X
Elaborado por: Kelly Del Pezo.		Fecha de elaboración:		25/5/2025		
N°	Descripción de actividades	Promedio	Factor de Calificación	Tiempo Normal	Factor Suplemento	Tiempo Estándar
1	Recepción de materia prima	37	0,14	42,18	0,36	65,91
2	Transporte al área de preparación	15	0,14	17,1	0,36	26,72
3	Preparación	25	0,14	28,5	0,36	44,53
4	Llenado	55,1	0,14	31,92	0,36	49,88
5	Control de peso	17,2	0,14	15,96	0,36	24,94
6	Transporte al área de precocido	14	0,14	15,96	0,36	24,94
7	Precocido e inspección	30	0,14	34,2	0,36	53,44
8	Drenado	13,8	0,14	7,98	0,36	12,47
9	Dosificado	22,1	0,14	11,4	0,36	17,81
10	Sellado	10,9	0,14	9,12	0,36	14,25
11	Lavado y verificación	9	0,14	10,26	0,36	16,03
12	Llenado y verificación de errores	30	0,14	34,2	0,36	53,44
13	Transporte al área de esterilización	5	0,14	5,7	0,36	8,91
14	Esterilizadora	55	0,14	57	0,36	89,06
15	Transporte área de enfriado	15	0,14	17,1	0,36	26,72
16	Enfriado	54	0,14	61,56	0,36	96,19
17	Transporte área de etiquetado	14	0,14	15,96	0,36	24,94
18	Etiquetado	55	0,14	62,7	0,36	97,97
19	Empaquetado	21,6	0,14	22,8	0,36	35,63
20	Transporte de producto terminado	15	0,14	17,1	0,36	26,72
21	Almacenamiento de producto terminado	0	0,14	0	0,36	0
Tiempo de ciclo		513,7	TN	585,62	TE	915,03

Nota. Elaborado por el autor.

Según los resultados obtenidos en la tabla 50 se obtiene un ciclo de 513.7 seg, tiempo normal 585.62 seg y tiempo estándar de 915.03 seg.



**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G

Área: Producción

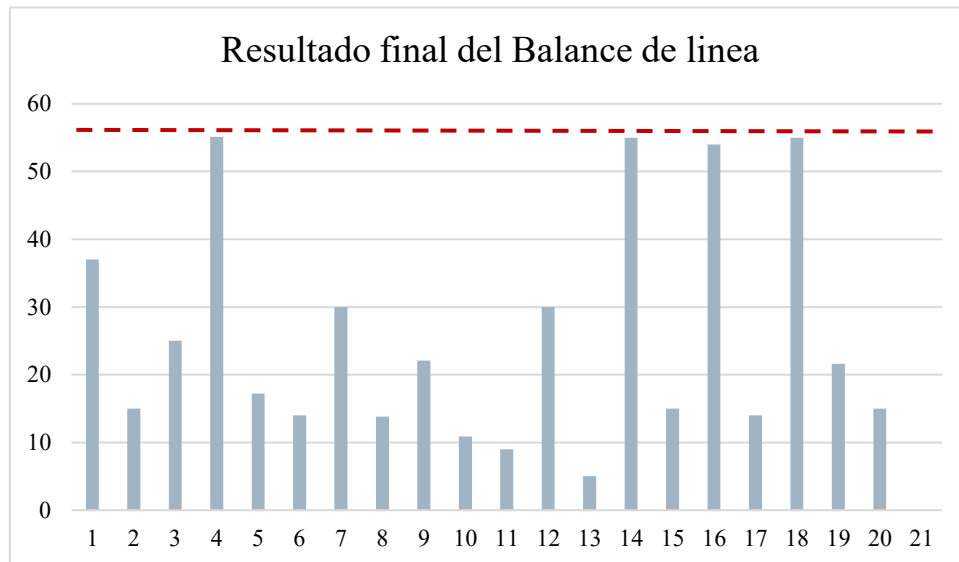
Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

Resultados del balance de la propuesta.

Gráfico 30.

Resultado final del balance de línea de CSST-G.



Nota. Elaborado por el autor.

El gráfico 31 muestra en un eje el tiempo y en el otro eje las estaciones de trabajo. De este modo, una vez presentado el gráfico final del balance de línea de la cadena de valor, se procede a exhibir los datos cuantitativos de las medidas de tendencia central conforme a la propuesta mejora a través de la siguiente tabla 51:

Tabla 51.

Estadística final.

Indicador	Valor Actual (Unidades)	Valor Propuesta (Unidades)
Media.	38.39	24.47
Desviación estándar.	55.83	17.27
Mediana.	19.5	17.2
Mínimo.	2.8	5
Máximo.	267.6	55.1
Puestos.	24	21
Takt time (segundos).	55	55
TC (segundos).	921.4	513.7
IDL.	14.35%	44%
ICL.	69.80%	45%
MO.	17	9

Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

De acuerdo con el gráfico 31 y tabla 51 se observa que disminuye significativamente el valor de la media lo que indica una mejora en los tiempos promedio por actividad, por lo que se acerca más al takt time de 55 seg, indicando una mejor sincronización con la demanda. Además, se observa una reducción en la variabilidad de los procesos en la propuesta se muestra un sistema controlado. Se eliminaron las actividades atípicas y disminuyó el valor máximo sin exceder el takt time, lo que indica la eliminación de las restricciones del sistema antes mencionadas. Además, se redujeron actividades con fin de optimizar el recurso humano manteniendo la producción y mejora de la eficiencia.

Según los resultados cuantitativos propuestos de acuerdo en la tabla 52, sobre todo en en la suma del tiempo de ciclo después de la mejora su ciclo final fue de 513.7 segundos, lo que representa una reducción del 36 %. En cuanto a la distribución del balanceo, el IDL final indica un 44 % de distribución en los 21 puestos de trabajo, en comparación con el 14.35 % anterior, por lo que es un índice de mejor distribución nivelada entre todas las estaciones de la línea. Esto reduce el tiempo ocioso en algunas estaciones y evita la sobrecarga en otras, creando un flujo constante. Sin embargo, en el índice de capacidad lineal (ICL) resultó ser el 45 %, según el enfoque LM al buscar utilizar la capacidad necesaria sin excesos, esto indica que la línea con menor capacidad pico se encuentra operando de manera eficiente y al nivel de la demanda actual, gracias a la eliminación de la capacidad ociosa que no era necesaria para un flujo balanceado. En cuanto a la mano de obra se muestra 9 operadores en el balance final, por lo que es una reducción significativa para la optimización de la línea, ya que, al tener tareas mejor distribuidas, se tienen procesos más estandarizados y eficientes. A continuación, en la tabla 52 se ilustra el resultado final del balanceo de línea.

Tabla 52.

Resultado final del balance de línea.

Tiempo actual	Tiempo propuesto	Tiempo ahorrado	Unidades por minuto	Nuevas unidades	Tiempo nuevo	Producción actual	Producción propuesta
921.4	513.7	407.7	55	22423.5	28253.5	46070	50677

Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Después de la identificación de las restricciones presente en la línea de producción, los resultados obtenidos se visualizan en la tabla 52 para el producto de conserva de sardina en salsa de tomate tuvo un ahorro de 407.7 minutos, con lo que se puede llegar a producir 22423.5 nuevas unidades presentando una producción propuesta de 50677 un incremento del 10 %.

3.2.7 Reservar las restricciones y estabilizar.

La estabilidad es el fundamento para la propuesta mejora, esta etapa proporciona procesos eficientes y estandarizados con fin de mantener los desperdicios eliminados y prevenir lo que pueda ocurrir en el futuro. Una vez eliminada la restricción identificada en la línea se procede a estabilizar las mejoras aplicadas asegurando que los avances obtenidos sean sostenibles en el tiempo y que no se generen nuevas restricciones imprevistas. Las acciones para consolidar y estabilizar las mejoras aplicadas durante esta fase es realizar el seguimiento del estado final con fin de observar y analizar la evolución de los resultados durante la integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta.

Inyección de mejora

Como parte de la consolidación y estabilización de las mejoras aplicadas se procede a resaltar los resultados obtenidos en cuanto al estado actual y propuesta mejora de las actividades del mapa de la cadena de valor presentado en la tabla 53.

Tabla 53.

Resumen de los tipos de actividades durante el flujo del proceso.

Resumen de los tipos de Actividades del VSM		
Actividades	Actual	Propuesta
VA	77.70%	92.80%
NVA	12.2%	0%
NNVA	10.10%	7.20%

Nota. Elaborado por el autor.

En cuanto al análisis de la tabla 53 se observa que tras la propuesta mejora se eliminaron las fuentes de desperdicios necesarias, a las actividades que no agregan valor al producto, para ello se resaltaron los tipos de actividades que se producen durante el flujo del proceso, además, se identificaron los residuos y descartaron procesos o actividades de espera, transporte, movimientos innecesarios, alcanzando un 92.80 % en actividades que agregan valor y 7.20 %

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

de las operaciones necesarias, pero sin valor añadido, y eliminando en su totalidad las operaciones sin valor añadido.

En cuanto al VSM o mapa de cadena de valor se detalla de forma esquematizada las mejoras mencionadas anteriormente, dando un análisis visual práctico de cada etapa del proceso productivo con el nuevo tiempo de ciclo propuesto para el balance de línea mostrado en el gráfico 32. Además, se muestra en el gráfico 33 el diagrama de árbol de realidad futura (ARF) tras implementar la solución de la nube evaporada (EN) en función a la sincronización y balanceo de la línea de producción, cabe destacar que al eliminar los efectos negativos se generan los positivos para llevar a cabo el logro de los objetivos.

Se procede a realizar un análisis sobre la inyección a la construcción del árbol de realidad futura a partir de la lista de defectos indeseables:

Tabla 54.

Efectos indeseables/deseables – inyección de círculo de mejora.

Nº	Efecto Indeseable	Efecto deseable
E 1	Tiempos de espera excesivos.	Reducción del tiempo.
E 2	Acumulación de inventario en proceso (WIP).	Disminución del inventario en proceso (WIP).
E 3	Variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones.	Flujo eficiente de la línea.
E 4	Falta de estandarización de procesos.	Estandarización de procesos.
E 5	Falta de orden y limpieza.	Aplicación de 5 S.
E 6	Personal sin capacitación.	Capacitación del personal.
E 7	Falta de mantenimiento preventivo.	Matriz de mantenimiento preventivo.
E 8	Averías en las instalaciones.	Disminución de averías en instalaciones.
E 9	Paradas de línea imprevistas.	Disminución de paras imprevistas.
E 10	Regulación inadecuada de máquinas.	Calibración de maquinaria.

Nota. Elaborado por el autor.

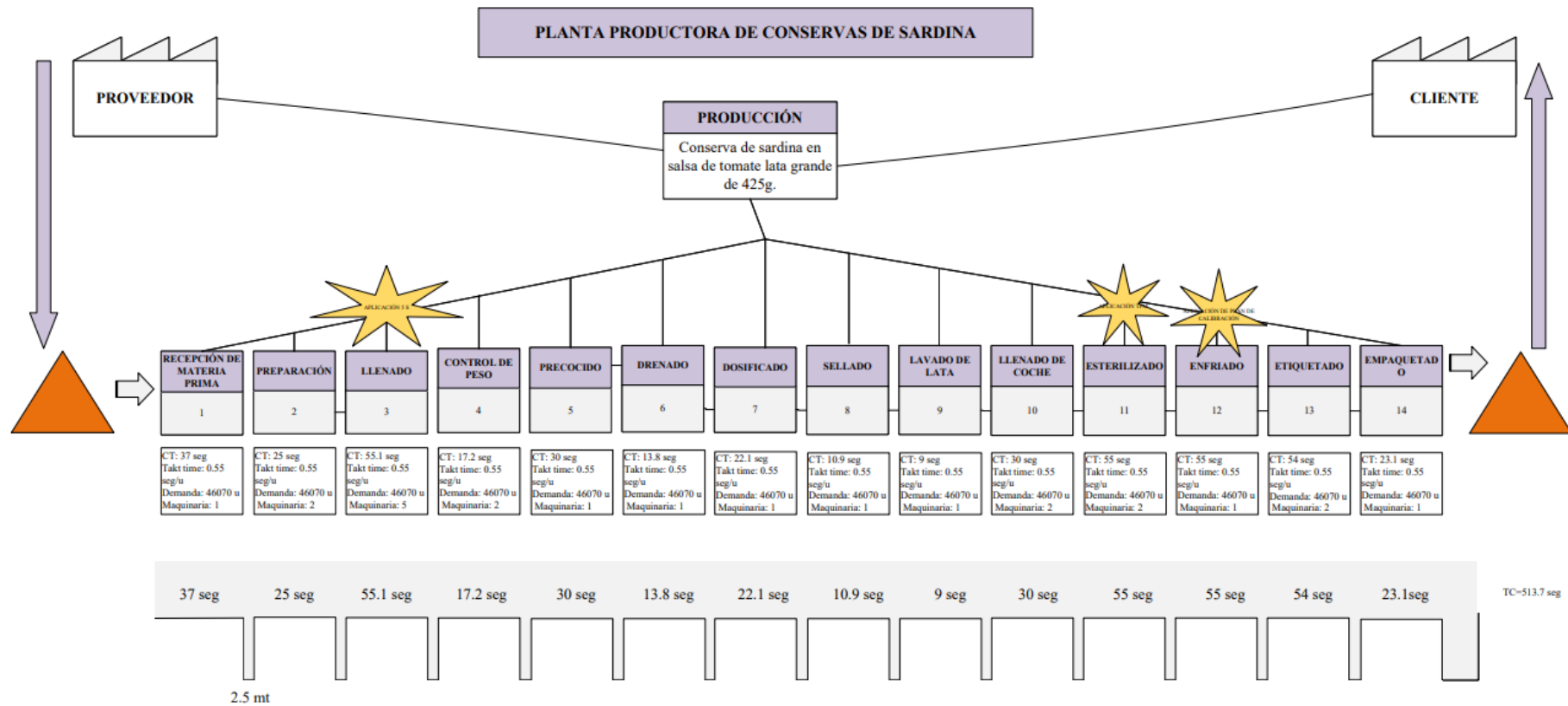


KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL

Modelo: CSST-G
Área: Producción
Fecha Inicio:
Fecha Finalización:

Gráfico 31.

Mapa de flujo de valor/ value stream mapping (VSM) propuesto.



Nota. Elaborado por el autor en software Visio.



KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL

Modelo: CSST-G

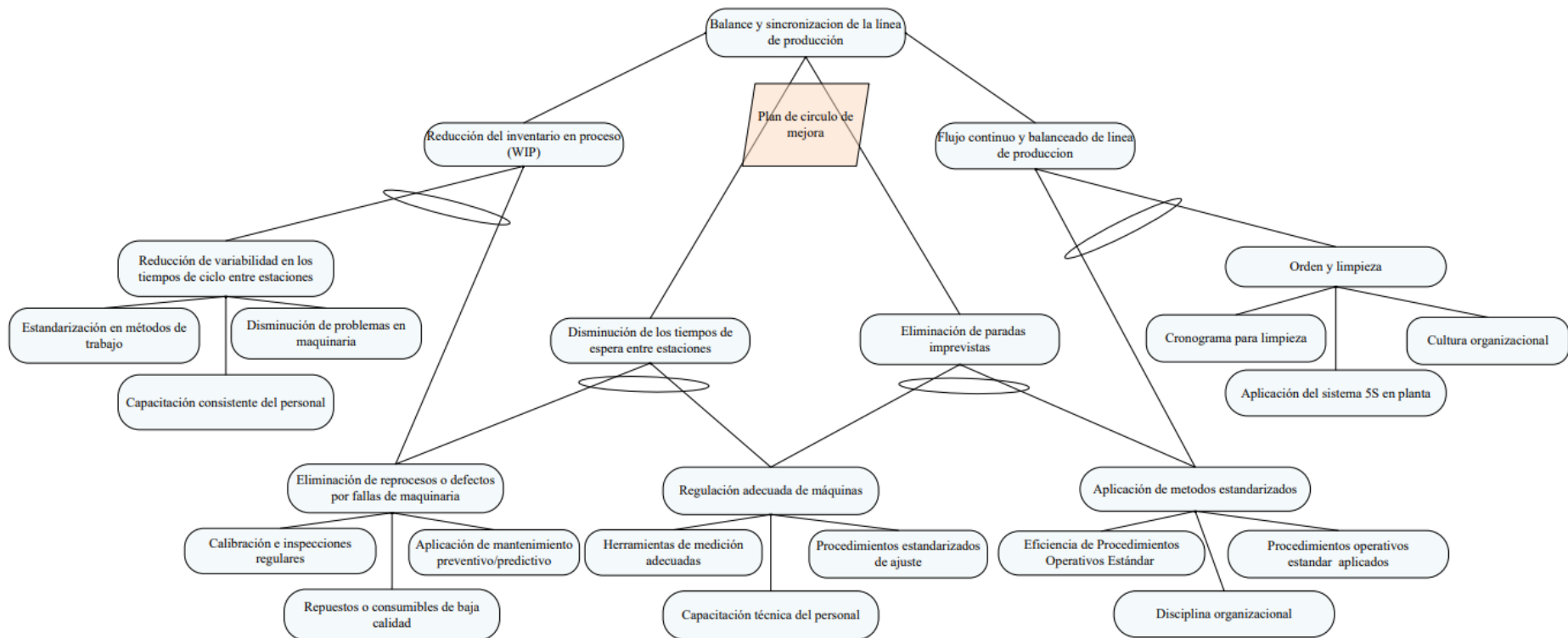
Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

Gráfico 32.

Diagrama de árbol de realidad futura (ARF).



Nota. Elaborado por el autor en software Visio.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Se realizó un análisis en cuanto al estudio de tiempos y movimientos donde se observa en la propuesta mejora que al eliminar las actividades que generan desperdicios se optimiza y estandariza el trabajo en un proceso productivo con fin de mejorar la eficiencia, reducir desperdicios y asegurar la calidad. Esto se ve reflejado a continuación en la tabla 55.

Tabla 55.

Resumen estudio de tiempos y movimientos.

Resumen Estudio de tiempos y movimientos		
Tiempo	Actual	Propuesta
Tiempo normal.	1050.40	585,62
Tiempo estándar.	1628.52	915,03
Tiempo de ciclo.	921.4	513,7
Tiempo ahorrado.	407.7	

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 55 se presenta el resumen del estudio de tiempos que se realizó en el trabajo de investigación, esto pone en evidencia la optimización del tiempo de ciclo normal para la transformación de la materia prima a producto terminado en 513.7 segundos con un ahorro de 407.7 segundo de diferencia al estado en el que se levantó la información, se redujo los tiempos por la identificación y eliminación de desperdicios que existían en la línea, así mismo se trató las áreas focales identificadas (llenado, esterilizado y drenado) dando una propuesta mejora para restricción; esto permitió tener un equilibrio estandarizado en la línea producción y mejora en la productividad y a su vez, eficiencia de la línea.

En cuanto al valor del ciclo eficiente del trabajo / work cycle efficient (WCE), su objetivo fue establecer un trabajo eficiente con actividades que aportan valor en las áreas de restricción, donde se eliminaron los tiempos improductivos, movimientos innecesarios y tareas redundantes. A continuación, en la tabla 56 se interpreta la mejora de la eficiencia operativa que se obtuvo en la propuesta.

Tabla 56.

Resumen del ciclo eficiente de trabajo.

Ciclo eficiente de trabajo		
	Actual	Propuesta
Valor del ciclo eficiente de trabajo (WCE).	78%	93%

Nota. Elaborado por el autor.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

En la tabla 56 se interpreta la mejora de la eficiencia operativa de un 93 %, esto gracias a la estandarización del método de trabajo, reducción de tiempo de ciclo y cumplimiento con el takt time. Cabe destacar que anteriormente se tenía un 78 % de WCE lo que se aplicó un plan de acción de kaizen para optimizar, rediseñar tareas y eliminar muda; esto permitió eliminar la variabilidad existente del sistema, contribuyendo a la fluidez del sistema y eliminación sostenible de las áreas focales.

Con base en los análisis realizados y considerando el potencial de mejora del proceso, se estableció al inicio un valor objetivo para los efectos indeseables de la línea, es decir, las restricciones o áreas focales existentes. A continuación, se muestra en la tabla 57.

Tabla 57.

Resumen valor objetivo.

Valor Objetivo		
Tiempo de espera.	93%	97%
Inventario en proceso (WIP).	91%	100%
Variabilidad en tiempos de ciclo entre estaciones.	97%	98%

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 57 se muestra el valor objetivo que se estableció al inicio en base a los efectos indeseables, esto se mostró de forma porcentual los tiempos de espera de 93 %, inventario en proceso 91 % y variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones 97 %. Esto fue una elaboración a la cantidad que se quería alcanzar la reducción de las restricciones. Cabe mencionar que en base a la propuesta mejora se logró no solo cumplir la meta, si no, superar de esta, teniendo como propuesta una reducción del tiempo de espera en un 97 %, eliminación de inventario en proceso (WIP) en un 100 %, y reducción de variabilidad del tiempo de ciclo entre estación de un 98 %. La implementación de la integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta se logró evidenciar también en las unidades de producción tal como se muestra en la tabla 58. Esto tuvo un impacto positivo esperado en la productividad, reducción de restricciones, etc.

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Tabla 58.

Resumen de producción.

Producción	
Actual	Propuesta
46070	50677

Nota. Elaborado por el autor.

Como resultado de la integración TOC – lean se proyecta en la tabla 59 un incremento en la producción de sardinas en salsa de tomate de 46070 a 50677 unidades, lo que representa un aumento del 10 %, este resultado evidencia la efectividad de las acciones implementadas para la eliminación de las restricciones y mejora del flujo de producción. Este incremento de 4607 unidades refleja una mejora significativa en la eficiencia de la línea, mayor sincronización de los procesos y distribución del trabajo estacionario.

Plan de implementación – Indicadores de control.

Los indicadores basados en las herramientas TOC – lean están asociados con la mejora de los objetivos esperados, por lo que permitieron mejorar la eficiencia de la producción, así como eliminar las restricciones, todo a través de un proceso de mejora continua. La aplicación del seguimiento del desempeño del sistema permitirá llevar un sistema controlado. En base a la implementación de diversas herramientas en el trabajo de investigación, se realizó el análisis de los indicadores de control para la evaluación antes y después de la propuesta, proporcionando una visión clara de las mejoras obtenidas.

Eficiencia operativa inicial.

$$Eficiencia\ operativa = \frac{Tiempo\ de\ actividades\ que\ agregan\ valor}{Tiempo\ de\ ciclo} * 100$$

$$Eficiencia\ operativa = \frac{715.90}{921.4} * 100$$

$$Eficiencia\ operativa = 78\%$$

Eficiencia propuesta

$$Eficiencia\ operativa = \frac{476.70}{513.7} * 100$$

$$Eficiencia\ operativa = 93\%$$

Incremento de la eficiencia



**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G

Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

$$\text{Incremento de la Eficiencia} = \frac{93 - 78}{78} * 100 = 19.23\%$$

Productividad inicial.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción total}}{\text{Tiempo inicial de producción}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{46070}{921.4} = 50 \text{ Unidades/segundos.}$$

Productividad propuesta.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción total}}{\text{Tiempo propuesto de producción}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{50677}{513.7} = 98 \text{ Unidades/segundos.}$$

Incremento de la productividad.

$$\text{Incremento productividad} = \frac{98 - 50}{50} * 100 = 97\%$$

Disponibilidad inicial.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo programado}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{480}{540} * 100 = 89\%$$

Disponibilidad propuesta.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo programado}} * 100$$

$$\text{Disponibilidad} = \frac{540}{540} * 100 = 100\%$$

Incremento de la disponibilidad

$$\text{Incremento disponibilidad} = \frac{100 - 89}{89} * 100 = 13\%$$

Rendimiento inicial

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción ideal}} = \frac{\text{Cant. producida} * \text{Tiempo de ciclo ideal}}{\text{Tiempo Operativo}}$$



**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G

Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

$$\text{Rendimiento} = \frac{46070}{81426} * 100 = 57\%$$

Rendimiento propuesto

$$\text{Rendimiento} = \frac{50677}{45751} * 100 = 96\%$$

Incremento del rendimiento

$$\text{Incremento del rendimiento} = \frac{111 - 57}{57} * 100 = 96\%$$

Calidad inicial

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades buenas}}{\text{Total unidades producidas}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{41463}{46070} = 90\%$$

Calidad propuesta

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades buenas}}{\text{Total unidades producidas}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{50170}{50677} = 99\%$$

Incremento de la calidad

$$\text{Incremento calidad} = \frac{99 - 90}{90} * 100 = 10\%$$

OEE inicial

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

$$\text{OEE} = 89\% * 57\% * 90\%$$

$$\text{OEE} = 45\%$$

OEE propuesto

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

$$\text{OEE} = 100\% * 96\% * 99\%$$


$$\text{OEE} = 95\%$$

	KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN SALSA DE TOMATE OVAL	Modelo: CSST-G
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Se procede a elaborar la matriz de resumen de la implementación con los indicadores de control destacando el estado actual y estado propuesta del trabajo de investigación en la tabla 59.

Tabla 59.

Registro de seguimiento del desempeño del sistema.

		Registro del Seguimiento de Implementación			
		Indicadores de control			
Conserva de Sardina en Salsa de tomate Grande (Oval)		Modelo	CSST-G		
Elaborado por: Kelly Del Pezo.		Fecha de elaboración:		28/05/2025	
Seguimiento del desempeño del sistema					
Indicador	Antes	Parámetro		Después	Ref. Bibliog.
Eficiencia	78%	Rechazo	< 85%	93%	(Quesquén et al., 2022)
		Bueno	85 - 94.9%		
		Excelente	≥ 95%		
Productividad	50	Rechazo	< 95	99	(Rojas et al., 2023)
		Bueno	95 - 109.9		
		Excelente	≥ 110		
Disponibilidad	89%	Rechazo	< 80%	100%	(Canahua, 2021)
		Bueno	80 - 89.9%		
		Excelente	≥ 90%		
Rendimiento	57%	Rechazo	< 85%	96%	(Canahua, 2021)
		Bueno	85 - 94.9%		
		Excelente	≥ 95%		
Calidad	90%	Rechazo	< 98%	99%	(Canahua, 2021)
		Bueno	98 - 99.4%		
		Excelente	≥ 99.5%		
OEE	45%	Rechazo	< 65%	95%	(Canahua, 2021)
		Bueno	65 - 84.9%		
		Excelente	≥ 85%		

Nota. Elaborado por el autor.

En la tabla 59, nos indica que la eficiencia antes fue de 78 % incremento tras la implementación del TOC – lean 19.23 % con la propuesta mejora fue de 93 %.



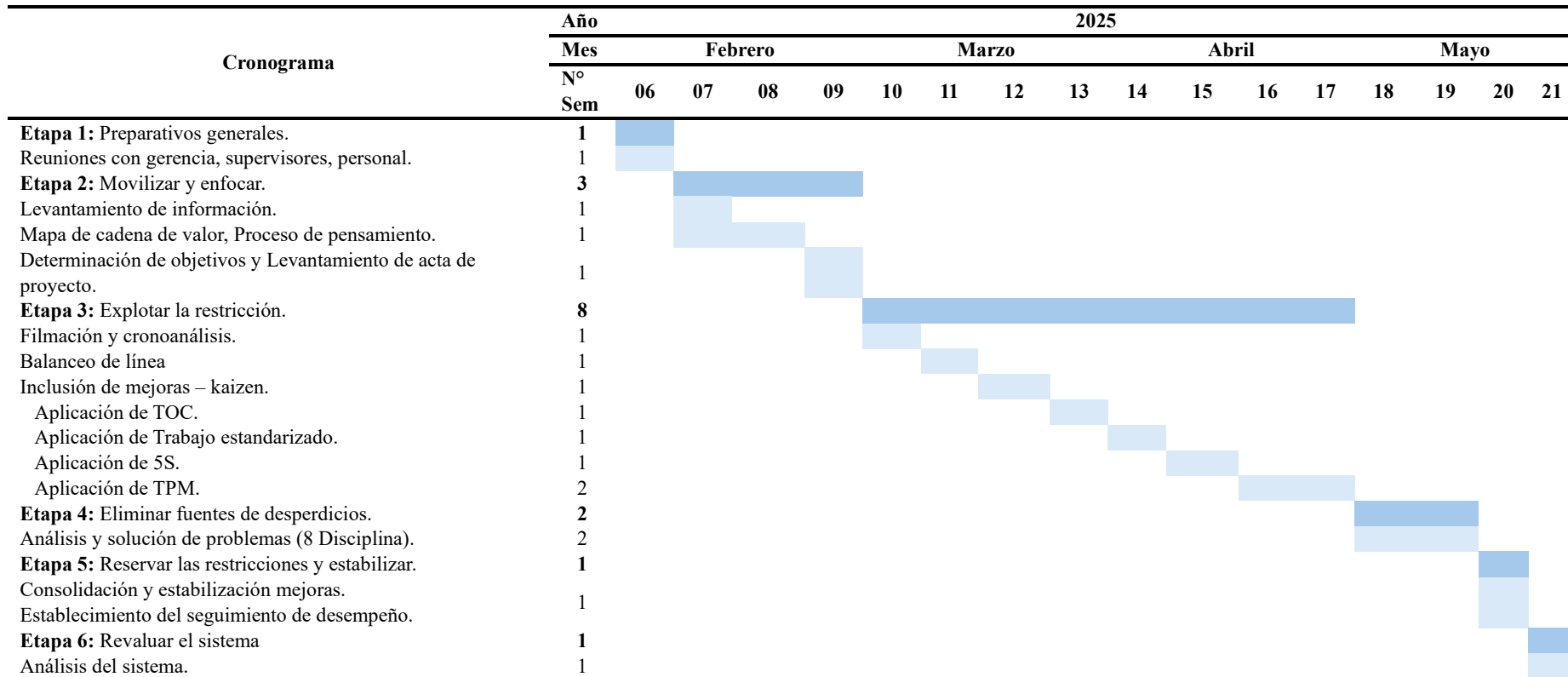
**KAIZEN PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO DE LÍNEA
DE PRODUCCIÓN DE CONSERVA DE SARDINA EN
SALSA DE TOMATE OVAL**

Modelo: CSST-G
Área: Producción
Fecha Inicio:
Fecha Finalización:

Cronograma de implementación: gestión del tiempo.

Tabla 60.

Diagrama de Gantt de la implementación.



Nota. Elaborado por el autor.

Análisis de factibilidad técnica y económica de la propuesta.

Para desarrollar el presupuesto se ha estimado un valor para la implementación de las herramientas de manufactura esbelta seleccionadas para lograr un balance de líneas en la empresa Marina Trading S.A., mediante la tabla 61 se detallan los costos referenciales de cada elemento esencial para la propuesta. Entre ellos, se evaluó la inversión que conlleva los rubros tales como recurso humano, tecnológico, oficina, equipos propuestos.

Tabla 61.

Presupuesto de la propuesta.

Rubro/Partida	Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Inversión				
	Honorarios para investigador.	3	\$ 476,00	\$.428,00
Recurso humano.	Capacitación 5 S.	1	\$ 150,00	\$ 150,00
	Capacitación TPM.	1	\$ 150,00	\$ 150,00
	Capacitación estandarización.	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Recurso tecnológico.	Equipo de computación (depreciación).	1	\$ 40,00	\$ 40,00
Oficina.	Servicio de internet.	3	\$ 33,00	\$ 99,00
	Resma de papel.	5	\$ 4,00	\$ 20,00
	Impresora.	1	\$ 150,00	\$ 150,00
	Marcadores.	4	\$ 1,00	\$ 4,00
	Esferos.	1	\$ 5,00	\$ 5,00
	Transporte.	4	\$ 10,00	\$ 40,00
	Viatico de alimentos.	36	\$ 3,50	\$ 126,00
	Mantenimiento de equipo.	2	\$ 900,00	\$.800,00
	Calibración de máquina.	2	\$ 450,00	\$ 900,00
Herramientas y equipos de la propuesta.	Herramientas de limpieza y mantenimiento.	2	\$ 350,00	\$ 700,00
	Materiales de etiquetado y señalización.	1	\$ 200,00	\$ 200,00
	Suministros de limpieza.	1	\$ 100,00	\$ 100,00
	Subtotal			\$ 6.062,00
	Imprevistos		10%	\$ 606,20
	Reajuste		15%	\$ 909,30
	Total			\$ 7.577,50

Nota. Elaborado por el autor.

Para efectuar la propuesta planteada, se realizó una inversión total en activos fijos de - \$8.277,50 USD; con flujos anuales constantes durante 5 años de \$6,688.21, con una tasa de descuento del 10 %. El cálculo de flujos descontados se muestra a continuación:

$$\text{Flujo descontado} = \frac{\text{Flujo anual}}{(1 + \text{Tasa de descuento}) * t}$$

$$\text{Año 1} = \frac{\$6,688.21}{(1 + 0.1) * 1} =$$

$$\text{Año 2} = \frac{\$6,688.21}{(1 + 0.1) * 2} =$$

$$\text{Año 3} = \frac{\$6,688.21}{(1 + 0.1) * 3} =$$

$$\text{Año 4} = \frac{\$6,688.21}{(1 + 0.1) * 4} =$$

$$\text{Año 5} = \frac{\$6,688.21}{(1 + 0.1) * 5} =$$

Además, se utilizaron herramientas financieras como el valor actual neto (VAN), para el cálculo se obtiene mediante la asociación de los flujos descontados:

$$\text{Valor Neto Actual (\$)} = \text{VNA(Interés; flujo de caja)} + \text{Desembolso inicial}$$

$$\text{VNA (\$)} = \$6,688.21 + \$6,688.21 + \$6,688.21 + \$6,688.21 + \$6,688.21 - \$8,277.50$$

$$\text{VNA (\$)} = \$15,523.71$$

Para el cálculo del valor actual neto se realiza mediante la asociación de la inversión inicial al VAN:

$$\text{Valor Actual Neto (\$)} = \text{Flujo Actualizado} - \text{Inversión}$$

$$\text{VNA (\$)} = \$15,523.71 - \$8,277.50$$

$$\text{VAN (\$)} = \$7,246,21$$

La tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a 0. Además, se calcula el Payback Ratio o también llamado periodo de recuperación (PR) para evaluar la viabilidad del proyecto en función a la inversión del trabajo de investigación.

$$\text{TIR (\%)} = 76\% \text{ (Según la evaluación de los flujo)}$$

PR = Relación entre la inversión inicial y el flujo de efectivo por periodo

PR = 1 año y 4 meses

La Tabla 62 presenta un desglose para la evaluación de las métricas financieras.

Tabla 62.

Viabilidad del proyecto.

	0	1	2	3	4	5
Flujo fondo.	\$ -8.277,50	\$ 6.688,21	\$ 6.688,21	\$ 6.688,21	\$ 6.688,21	\$ 6.688,21
Saldo actual.	\$ -8.277,50	\$ 6.080,19	\$ 5.527,45	\$ 5.024,95	\$ 4.568,14	\$ 4.152,85
Saldo actualizado	\$ -	\$ -	\$	\$	\$	\$
acumulado.	8.277,50	2.197,31	3.330,14	8.355,09	12.923,23	17.076,08

Nota. Elaborado por el autor.

Consecuentemente, se muestra el cálculo de los indicadores complementarios:

Tasa de interés (%) = Valor definido 10%

Valor Neto Actual (\$) = VNA(Interés; flujo de caja) + Desembolso inicial

VNA (\$) = \$15.523,71

Valor Actual Neto (\$) = -Inversión + Flujo Actualizado

VAN (\$) = \$7.246,21

Tasa Interna de Recuperación = Diferencial valor inicial y valor final

TIR(%) = 76%

PR = Relación entre la inversión inicial y el flujo de efectivo por periodo

PR = 1 año y 4 meses

3.2.8 Reevaluar el sistema

Finalmente, el diseño propuesto de integración que se desarrolló a lo largo de los pasos de TOC-lean fue de forma satisfactoria, debido que se puede verificar que los problemas presentados fueron solventados, evitando la variabilidad en el área de producción. Para ello a través de los indicadores planteados en la tabla 59 se logra evidenciar que los objetivos serán cumplidos con la propuesta planteada. Por último, se sugiere volver a la etapa 1 con fin de encontrar áreas focales donde mejorar.

3.3. Marco de discusión.

En el presente estudio se ejecutó un estado del arte empleando el método de revisión sistemática de literatura a través de un mapeo sistemático con el propósito de identificar potenciales fuentes de información que aportarán significativamente al marco conceptual del estudio. De la misma manera se indaga acerca de la integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea, definiendo un resultado positivo en las investigaciones permitiendo definir el procedimiento apropiado para la identificación de mejora y proponer las soluciones factibles al estudio.

En cuanto al capítulo 2, es importante destacar que el enfoque de esta investigación es de naturaleza cuantitativa, su diseño es descriptivo-correlacional ya que se registra los diferentes puntos analíticos y se limita a la relación entre las variables independientes y dependientes. En esta sección se definió el protocolo metodológico elaborado en secciones anteriores determinando el proceso y herramientas aplicables para alcanzar los resultados positivos basado en otras investigaciones.

En el marco del capítulo 3 se realizó la validación de herramientas y resultados obtenidos mediante la utilización del Software IBM SPSS STATISTICS 27, el alfa de Cronbach y coeficiente de Pearson, además, se describió el emplazamiento del lugar de estudio. Finalmente, se ejecutó el proceso metodológico antes planteado realizando el conjunto de etapas en base los principios de la teoría de restricciones y herramientas de manufactura esbelta para el balance de línea de producción, en cuanto a las mejoras se demostró un ciclo eficiente del 93 %, al igual que las investigaciones consultadas en la primera sección se obtuvo un resultado favorable indicando que la técnica de ingeniería y practica de metodologías de mejora continua tienen un impacto significativo de aplicación.

CONCLUSIONES

Cumpliendo con el objetivo general de la investigación se concluye lo siguiente:

- i. Como fundamento del trabajo de investigación sobre la integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balance de línea, se desarrolló un estado del arte a través de un mapeo sistemático mediante la utilización de la base de datos tales como: Scopus, Mendeley y Dimensions, con la aplicación del Software Rayyan se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de artículos relacionados con las variables. Los resultados obtenidos de este proceso de búsqueda de identificación fueron de 413 artículos de los cuales se seleccionaron 50 debido a su nivel de relevancia directa.
- ii. Una vez culminada la etapa del desarrollo del estado del arte, se elaboró un procedimiento metodológico de ocho etapas para la integración de la metodología TOC-lean. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo de tipo no experimental de diseño transversal de tipo descriptivo y correlacional. En cuanto a la etapa de recolección de datos, se utilizó encuestas realizadas a una muestra de veintinueve personas de la empresa en la que se realiza el estudio, además, se realizaron los fundamentos teóricos sólidos que permitieron alcanzar los objetivos de investigación facilitando la interpretación de datos.
- iii. La propuesta de implementación mostró una mejora significativa en el ciclo eficiente de trabajo (WCE) de 78 % a 93 % con una reducción del tiempo de ciclo de 921.4 segundos a 513.7 segundos se obtuvo un ahorro de 407.7 segundos permitiendo producir 50677 unidades. Además, se estimó que se requiere de una inversión de \$8.277,50; bajo este particular, el análisis financiero indicó que el periodo de recuperación de la inversión es de 1 año y 4 meses, lo que significa que la inversión inicial se recupera antes del segundo periodo. Además, el valor actual neto (VAN) se calculó en \$7.246,21; considerando una tasa de descuento del 10 %, con una tasa interna de retorno (TIR) de 76,02 %, lo que demuestra la viabilidad económica del proyecto.

RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en Marina Trading S.A., Salinas – Ecuador. Se consideran las siguientes recomendaciones para resaltar los aspectos clave que deben priorizarse en estudios futuros:

- i. Para el desarrollo del estado del arte pertinente, es recomendable llevar una revisión más exhaustiva de búsqueda e identificación de nuevos artículos, además, se recomienda capacitar al equipo de investigadores sobre el manejo técnico de la cadena de búsqueda para la identificación de las fuentes bibliográficas debido que a falta de desconocimiento presentan ineficiencias a la hora de presentar los trabajos. Una formación continua permitirá a los investigadores se mantengan informados sobre las metodologías de campo para la ejecución de proyectos.
- ii. Con respecto a la elaboración del marco metodológico, para mejorar futuros proyectos, es necesario sugerir se realice una revisión exhaustiva de artículos científicos que permitan aplicar la metodología sistemática, para que garantice una ejecución precisa y adecuada al estudio.
- iii. Se considera ideal que, en base a la propuesta de integración de las metodologías se sugiere realizar revisiones periódicas de las estrategias implementadas, debido que esto permitirá fortalecer las áreas focales; implementando revisiones se podrán realizar ajustes oportunos para fomentar una cultura de mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

- Adriano de-Oliveira, Fernando Vicente, & Debora da Silva. (2023). The Lean Farm: Application of Tools and Concepts of Lean Manufacturing in Agro-Pastoral Crops. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/SU15032597>
- Amparo Escalante, & José González. (2015). Ingeniería Industrial Métodos y tiempos con manufactura ágil. *Alfaomega*. <https://bibliotecadigital.oducal.com/Record/oai:ucb.edu.bo:biblio:146525>
- Araoz Ivan, Guevara Iniria, & Del Angel Oscar. (2024). Modelos y Métodos de Solución en el Balanceo de Líneas de Producción Aplicados en las Organizaciones: Análisis de Literatura Bibliométrica Enfocado al Método de Asignación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 3873–3907. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I6.15132
- Augusto, D., & Pacheco, J. (2014). *Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração*. 4, 940–956. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000002>
- Azaria Shany, Ronen Boaz, & Shamir Noam. (2023). Justice in time: A theory of constraints approach. *Journal of Operations Management*, 69(7), 1202–1208. <https://doi.org/10.1002/JOOM.1234>
- Bermúdez Luis. (2015). Capacitación: una herramienta de fortalecimiento de las pymes. *InterSedes*, 16(33), 01–25. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582015000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Bruno Bocanegra, Fernando Fernández, & Alberto Mendoza. (2025). Eficacia y limitaciones de los sistemas biométricos en la verificación de identidad: Una revisión sistemática. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 7, 2025. <https://doi.org/10.47796/ING.V7I00.1099>
- Cabrera René. (2010). Desarrollo e implementación de una nueva metodología para la integración de Lean Six Sigma/Teoría de las Restricciones en una línea de producción de bajo volumen alta mezcla. *Exploraciones, intercambios y relaciones entre el diseño y la tecnología*, 57–79. <https://doi.org/10.16/CSS/JQUERY.DATATABLES.MIN.CSS>
- Canahua Nohemy. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una

empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49–76.
<https://doi.org/10.15381/IDATA.V24I1.18402>

Chao Bao, Zhang Chaoyong, Zhang Yu, Guo Hongfei, Ren Yaping, & Zhang Hao. (2022). Research on optimization and simulation of sand casting production line based on VSM. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(6). <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2021-0183>

Chingo, L. T., & Rivas, D. (2021). Mejoramiento de la línea de producción en la fabricación de pallets mediante el estudio de trabajo en Tropical Pallets S.A. *Ingeniería e Innovación*, 9(1), undefined-undefined. <https://doi.org/10.21897/23460466.2419>

Cibula Megan, Howe Jordan, & Longwill Mike. (2022). Utilizing Theory of Constraints to Drive Simple, Cost-Effective Solutions. *Conference Proceedings*.

CIIU. (2025). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las Actividades Económicas (CIIU)*. <https://www.dane.gov.co/index.php/sistema-estadistico-nacional-sen/normas-y-estandares/nomenclaturas-y-clasificaciones/clasificaciones/clasificacion-industrial-internacional-uniforme-de-todas-las-actividades-economicas-ciiu>

Cruz Raul, Monzon Luis, Ramirez Edgar, & Rodriguez Jose. (2024). ROM-based stochastic optimization for a continuous manufacturing process. *ISA Transactions*, 154, 242–249. <https://doi.org/10.1016/J.ISATRA.2024.08.010>

Cruz Santiago, L., Pichardo Rivera, M. F., & Amaro Rubio, I. (2024). Implementación de herramientas Lean Manufacturing para minimizar el tiempo de entrega de pedidos de suéteres. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 11(22), 108–117. <https://doi.org/10.29057/ESCS.V11I22.12180>

Da Silva Gustavo, Pacheco Daniel, Wolf Maria, Cassel Ricardo, & Denicol Juliano. (2024). How important is the Theory of Constraints to supply chain management? An assessment of its application and impacts. *Computers & Industrial Engineering*, 198, 110717. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2024.110717>

Ekleş Erhan, & Turkmen Mevhibe. (2022). Integrating the Theory of Constraints and Six Sigma: Process Improvement Implementation. *Istanbul Business Research*, 0(0). <https://doi.org/10.26650/ibr.2022.51.938481>

- Elizabeth Suescún, Marta Tabares, Liliana González, & Mariana Vásquez. (2024). Modelo de Gobierno de APIs, Mapeo Sistemático de la Literatura. *Revista Perspectivas*, 6, 13. http://perspectivas.esPOCH.edu.ec:8081/index.php/RCP_ESPOCH/article/view/219/158
- Escalante Omar. (2021). Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. *Industrial Data*, 24(1), 219–242. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814>
- Ewnetu Mequanent, & Gzate Yewondwosen. (2023). Assembly operation productivity improvement for garment production industry through the integration of lean and work-study, a case study on Bahir Dar textile share company in garment, Bahir Dar, Ethiopia. *Heliyon*, 9(7), 2405–8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17917>
- Ezzahra Fatima, Lebkiri Ahmed, Mahjoub Aouane, Lougraimzi Hanane, Berrid Nabyl, & Maqboul Abdelaziz. (2023). Analysis of the impact of six sigma and lean manufacturing on the performance of companies. *Management Systems in Production Engineering*, 31(2), 191–196. <https://doi.org/10.2478/mspe-2023-0020>
- Fadnavis Aishwarya. (2020). *Convergence and Divergence of Theory of Constraint(s) and Lean Manufacturing in Construction Projects*. <https://www.researchgate.net/publication/343229913>
- FAO. (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2024. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2024*. <https://doi.org/10.4060/CD0683EN>
- Federico Valencia. (2024). *Design proposal for a methodology that allows the Integration of Lean Manufacturing and Theory of Constraints into a single management tool*. <https://repository.eafit.edu.co/entities/publication/784393a7-de59-4172-a135-33d91f6e1cfd>
- Ferrer Rosita, Galarcep Indira, & Solano Juan. (2024). Lean Manufacturing en la producción de alimentos: Revisión sistemática, análisis bibliométrico y propuesta de aplicación. *Scientia Agropecuaria*, 15(4), 569–579. <https://doi.org/10.17268/SCI.AGROPECU.2024.042>
- Fitriadi Fitriadi, & Ahmad Mohamad. (2022). Identifying the Shipyard Waste: An Application of the Lean Manufacturing Approach. *International Journal of Global Optimization and*

Its Application, 1(2), 100–110.
https://doi.org/10.56225/IJGOIA.V1I2.19/CITED_WORKS.JSON

- Fitriadi Fitriadi, & Mohamad Ahmad. (2023). Optimizing Traditional Shipyard Industry: Enhancing Manufacturing Cycle Efficiency for Enhanced Production Process Performance. *International Journal of Industrial Engineering, Technology & Operations Management, 1(1)*, 15–24. <https://doi.org/10.62157/IJETOM.V1I1.15>
- Gartner Maria, Grenzfurtner Wolfgang, Zauner Barbara, & Gronalt Manfred. (2024). Job and product rotation for maximising the production output on multi mixed-model assembly lines for element prefabrication in industrialised housebuilding. *Computers & Industrial Engineering, 190*, 110041. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2024.110041>
- Gebeyehu Sisay, Abebe Muluken, & Gochel Amdework. (2022). Production lead time improvement through lean manufacturing. *Cogent Engineering, 9(1)*. <https://doi.org/10.1080/23311916.2022.2034255>
- Guerrero Ricardo, Toalombo Byron, Moyolema Ángel, & Altamirano Adriana. (2022a). Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica. *Revista Digital Novasinerгия, 5(2)*, 33–57. <https://doi.org/10.37135/NS.01.10.03>
- Guerrero Ricardo, Toalombo Byron, Moyolema Ángel, & Altamirano Adriana. (2022b). Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones en una empresa metalmecánica. *Novasinerгия, ISSN 2631-2654, 5(2)*, 33–57. <https://doi.org/10.37135/NS.01.10.03>
- Gupta Mahesh, Digalwar Abhijeet, Gupta Ajay, & Goyal Animesh. (2024). Integrating Theory of Constraints, Lean and Six Sigma: a framework development and its application. *Production Planning and Control, 35(3)*, 238–261. <https://doi.org/10.1080/09537287.2022.2071351>
- Gutierrez Jorge, Silva María, Gutierrez Edgar, & Chavez Carmen. (2023). Teoria de restricciones en el mejoramiento de procesos productivos. *STUDIES IN MULTIDISCIPLINARY REVIEW, 4(1)*. <https://doi.org/10.55034/smr4n1-001>
- Haddad Tamer, Shaheen Basheer, & Németh István. (2021). Improving Overall Equipment Effectiveness (OEE) of Extrusion Machine Using Lean Manufacturing Approach.

<http://journalmt.com/doi/10.21062/mft.2021.006.html>, 21(1), 56–64.
<https://doi.org/10.21062/MFT.2021.006>

- Helfer Dantom, Luciano Alff, Leonel Carvalho, Liane Kipper, & Ana Dal. (2024). Value stream mapping and theory of constraints in a screw company: generating ways for the implementation of Industry 4.0. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 43(1), 46–60. <https://doi.org/10.1504/IJPQM.2024.141495>
- Hu, Y., Liu, C., Zhang, M., Jia, Y., & Xu, Y. (2023). A Novel Simulated Annealing-Based Hyper-Heuristic Algorithm for Stochastic Parallel Disassembly Line Balancing in Smart Remanufacturing. *Sensors*, 23(3). <https://doi.org/10.3390/S23031652>
- Huang Chien-Yi, Lee Dasheng, Chen Shu-Chuan, & Tang William. (2022). A Lean Manufacturing Progress Model and Implementation for SMEs in the Metal Products Industry. *Processes*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/pr10050835>
- José Estrada. (2018). Implementación del modelo integrado TOC – LEAN para la mejora de los indicadores de gestión en el departamento de licitaciones de una empresa del sector consultoría y construcción. *Universidad Ricardo Palma - URP*. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1671>
- Julian Romero, Viviana Ortiz, & Alvaro Caicedo. (2019). La teoría de restricciones y la optimización como herramientas gerenciales para la programación de la producción: Una aplicación en la industria de muebles. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 27, 74–90. <https://doi.org/10.46661/REVMETODOSCUANTECONEMPRESA.2964>
- Kefe Irem, & Taniş Veyis. (2023). The Integration of the Theory of Constraints and the Time-Driven Activity-Based Costing System for the Improvement of Production Processes in an SME. *Revista de Contabilidad-Spanish Accounting Review*, 26(1). <https://doi.org/10.6018/rcsar.413411>
- Kundai Hilda, & Innocent Sifiso. (2023). *The Implementation of Theory of Constraints (TOC) in a South African Mining Environment: A Case Study of a Continuously-run Concentrator Plant*. <https://doi.org/10.46254/af04.20230171>
- Lopez Adrian, Flores Juan, Quiroz Juan, & Collao Martin. (2022). Production Model Integrating TOC and Lean for Lead Time Reduction in Chemical Manufacturing: An

- Empirical Research in Peru. *ACM International Conference Proceeding Series*, 44–49. <https://doi.org/10.1145/3523132.3523140>
- Luis Soto, José Ugalde, & Dennis Zambrano. (2021). *Teoría de las restricciones y su impacto en las mejoras de la productividad / Integrated Theory of constraints and their impact on productivity improvements / Teoria das restrições e seu impacto nas melhorias de produtividade*. 63(11), 398–411. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i11.3277>
- Mabin Victoria, & Cavana Robert. (2024). A framework for using Theory of Constraints thinking processes and tools to complement qualitative system dynamics modelling. *System Dynamics Review*. <https://doi.org/10.1002/sdr.1768>
- Martínez Adriana. (2021). Implementación de la Manufactura Esbelta a través de la reconstrucción de su trayectoria: la experiencia de una empresa autopartista en México. *Análisis económico*, 36(93), 99–118. <https://doi.org/10.24275/UAM/AZC/DCSH/AE/2021V36N93/MARTINEZ>
- Martínez Emmanuel, & Martínez José. (2023). Evaluación del cuestionario de la Guía de Referencia III NOM-035-STPS-2018: limitaciones, implicaciones y retos de su validez. *Psicumex*, 13, 1–27. <https://doi.org/10.36793/PSICUMEX.V13I1.524>
- Martínez Rodríguez, J., Flores Sánchez, A., Gómez Zepeda, P. I., Linares Gil, M. V., & Portillo Reyes, M. (2024). Optimización de procesos en una línea de producción en una empresa de Ciudad Juárez. *Revista NeyArt*, 2(2), 64–78. <https://doi.org/10.61273/NEYART.V2I2.50>
- Matias José, & Jäschke Johannes. (2025). Balancing production maximization and equipment degradation: Experimental application of a health-aware controller. *Control Engineering Practice*, 156, 106193. <https://doi.org/10.1016/J.CONENGPRAC.2024.106193>
- Matthews Rupert. (2024). Theory of Constraints and Bitcoin: Introducing a New Fulcrum. *Challenges*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/challe15010007>
- Mayo Luis, Del-Aguila Shyla, Alvarez Aldo, Chandra Sekar, Davies Neal, & Yáñez Jaime. (2024). Innovation by integration of Drum-Buffer-Rope (DBR) method with Scrum-Kanban and use of Monte Carlo simulation for maximizing throughput in agile project management. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1). <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100228>

- Mohammad Ahsan, Rizvan Ratul, & Ahmed Shamsuddin. (2023). Implementing lean manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17, 100818. <https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2022.100818>
- Morales Ingrid, Rodríguez-Claudia, & Sepulveda Juan. (2023). Balanceo de cargas de trabajo para un proceso de otorgamiento de créditos con enfoque Business Process Management. *Revista Universidad y Empresa*, 25(45), 1–39. <https://doi.org/10.12804/REVISTAS.UROSARIO.EDU.CO/EMPRESA/A.12933>
- Morales Natalie, Carrillo Martha, & Castillo Betsy. (2020). Propuesta metodológica en la implementación del enfoque itls para la contribución a la calidad y a la mejora continua. *SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión*, 12(2). <https://doi.org/10.15332/24631140.5940>
- Moreno Jiménez, José Alfonso, Iván de-Jesús, & Ornelas López. (2022). Lo cuantitativo y cualitativo como sustento metodológico en la investigación educativa: un análisis epistemológico. *Revista humanidades*, 12(2), e51418–e51418. <https://doi.org/10.15517/H.V12I2.51418>
- Munn Zachary, Pollock Danielle, Khalil Hanan, Alexander Lyndsay, McLnerney Patricia, Godfrey Christina, Peters Micah, & Tricco Andrea. (2022). What are scoping reviews? Providing a formal definition of scoping reviews as a type of evidence synthesis. *JBIE Evidence Synthesis*, 20(4), 950–952. <https://doi.org/10.11124/JBIES-21-00483>
- Narváez Juan, Pardo César, & Orozco Carlos. (2023). Deuda de la documentación en el desarrollo ágil de software: mapeo sistemático de la literatura. *Revista Científica*, 46(1), 107–121. <https://doi.org/10.14483/23448350.19670>
- Navarro Carlos. (2014). *O modelo iTLS tm - integração da Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: análise da aplicação do iTLS tm na redução do Lead Time em uma cadeia de valor em multinacional no Brasil*. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/1884/36361>
- Oswaldo Bernabé. (2023). *Modelo de optimización de procesos aplicando la teoría de restricciones en la empresa Marina Trading S.A.* <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10609>

- Paula Rosalinda, Rocio Ramos, & Ivette Perez. (2023). Control de inventario mediante método ABC para una empresa de transporte: Análisis sistémico por familias. *Cultura Científica y Tecnológica*, 20(2), E29–E36. <https://doi.org/10.20983/CULCYT.2023.2.2E.4>
- Pegoraro Fábio, Silva Solange-da, Monteiro Samara, Moreira Jaqueline, De-Sousa Sara, De-Melo Marillos, Iuata Rise, & Poletto Karine. (2023). Aplicação dos cinco passos da melhoria contínua da teoria das restrições em uma indústria de cal. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(2), 2576–2592. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i2.1731>
- Pérez Carlos. (2023). Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3 El Estado del Arte The State of the Art. *Publicación semestral*, 10(20), 31–35. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/issue/archive>
- Petersen Julian, Nourmohammadi Amir, Fathi Masood, & Burmeister Carsten. (2024). Multi-objective optimization of transfer line balancing problem considering cycle time and energy expenditure. *Procedia CIRP*, 130(27), 1378–1383. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2024.10.255>
- Puertas Carlos, & Lozada Daniel. (2024). Incremento de la productividad en una empresa ganadera láctea de la región Arequipa, Perú, mediante la aplicación de lean manufacturing. *Ingeniería Industrial*, 35–58. <https://doi.org/10.26439/ING.IND2024.N.6667>
- Puig Mireia, Galán Julia, & Felip Francisco. (2024). Development of a methodological framework for the integration of human factors throughout the design engineering project. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 26(2), 178–196. <https://doi.org/10.1080/1463922X.2024.2391311>
- Ramón Álava, & Adriany-Goya. (2022). *Implementación de herramientas Lean manufacturing para optimizar los Costos de producción y aumentar la Productividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de guayaquil.*
- Roberto Díaz, Jorge García, Cuauhtémoc Sánchez, Jesús Gil, Arturo Vasquez, & José Rodríguez. (2025). Achieving strategic goals by continuous improvement and lean manufacturing implementation: A structural equation model -system dynamics approach. *Sustainable Futures*, 9, 100551. <https://doi.org/10.1016/J.SFTR.2025.100551>

- Roberto Hernández, & Cristian Mendoza. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)*, 10(18), 714. <https://doi.org/10.22201/FESC.20072236E.2019.10.18.6>
- Rojas Oscar, Benavidez Johan, & Pascuas Wilmer. (2023). Cálculo de la Efectividad Global del Equipo (OEE) basado en el concepto de gemelo digital bajo un entorno de transformación digital industrial. *Revista Mutis*, 13(2), 1–27. <https://doi.org/10.21789/22561498.2019>
- Román Gustavo, Nava Martha, Brito José, Juárez Arturo, Brito Estefanía, & González Verónica. (2025). Confiabilidad y Validez de la NOM-035-STPS-2018: Una Revisión. *Ciencia y Reflexión*, 4(1), 764–785. <https://doi.org/10.70747/CR.V4I1.93>
- Ruiz Pedro, Linares Guillermo, & Aranda Jorge. (2021). Manufacturing tools to increase the productivity of a Footwear Company | Herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad de una Empresa de Calzado. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2021-July*, 1–10.
- Salinas Jacob, & Romero Jorge. (2024). Teoría de restricciones (TOC) como metodología dinámica de mejora continua en líneas de producción automotrices. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 11(22), 1–10. <https://doi.org/10.29057/ICBI.V11I22.10901>
- Salles Ana, Miranda Ana, Fritsch Carolina, Zouch James, Ferreira Paulo, & Cunha Janaine. (2023). Usefulness of machine learning softwares to screen titles of systematic reviews: a methodological study. *Systematic Reviews*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02231-3>
- Sánchez José, & Lalaleo Germania. (2021). Estandarización de los procesos productivos para mejorar la eficiencia en la empresa CAPOLIVERY [Standardization of production processes to improve efficiency in the CAPOLIVERY company]. *Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas*, 4(especial2), 34–48. <https://doi.org/10.62574/rmpi.v4iespecial2.239>
- Sánchez Molina, A. A., Murillo Garza, A., Sánchez Molina, A. A., & Murillo Garza, A. (2021). Enfoques metodológicos en la investigación histórica: cuantitativa, cualitativa y comparativa. *Debates por la historia*, 9(2), 147–181. <https://doi.org/10.54167/DEBATES-POR-LA-HISTORIA.V9I2.792>

- Sandra Hernández, & Danae Avila. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 9(17), 51–53. <https://doi.org/10.29057/ICEA.V9I17.6019>
- Santiago Cruz, María Rivera, & Israel Amaro. (2024). Implementación de herramientas Lean Manufacturing para minimizar el tiempo de entrega de pedidos de suéteres. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 11(22), 108–117. <https://doi.org/10.29057/ESCS.V11I22.12180>
- Seck-Tuoh-Mora, J. C., Anaya-Fuentes, G. E., Hernández-Romero, N., Medina-Marín, J., Barragán-Vite, I., López-Cabrera, M. A., Seck-Tuoh-Mora, J. C., Anaya-Fuentes, G. E., Hernández-Romero, N., Medina-Marín, J., Barragán-Vite, I., & López-Cabrera, M. A. (2024). Optimización de trabajadores y estaciones de trabajo en líneas de ensamble multi-tripuladas mediante algoritmos genéticos. *Inter disciplina*, 12(33), 59–83. <https://doi.org/10.22201/CEIICH.24485705E.2024.33.88239>
- Shah Hiten, Sahoo Shubham, Rajwadkar Shreeganesh, Sonavane Jayesh, & Dalvi Amit. (2022). Literature Review on Industrial Process Optimization by Lean Manufacturing of Techniques. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 10(IV), 9. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.41424>
- Silambi Yobel, & Indiyanto Rus. (2024). Lean Manufacturing Analysis to Minimize Waste on The Production Process. *Indonesian Journal of Computer Science*, 13(1). <https://doi.org/10.33022/IJCS.V13I1.3768>
- Skooch Anders, Thürer Matthias, Subramaniyan Mukund, Matta Andrea, & Roser Christoph. (2023). Throughput bottleneck detection in manufacturing: a systematic review of the literature on methods and operationalization modes. *Production and Manufacturing Research*, 11(1). https://doi.org/10.1080/21693277.2023.2283031/ASSET/07626F2E-F01D-463A-82EC-B5CB0018449B/ASSETS/GRAPHIC/TPMR_A_2283031_F0003_B.GIF
- Soltani Mohyiddine, Aouag Hichem, Anass Cherrafi, & Mohamed Djamel. (2023). Development of an advanced application process of Lean Manufacturing approach based on a new integrated MCDM method under Pythagorean fuzzy environment. *Journal of Cleaner Production*, 386, 135731. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.135731>

- Teshome Mengistnew, Meles Tamrat, & Yang Chao-Lung. (2024). Productivity improvement through assembly line balancing by using simulation modeling in case of Abay garment industry Gondar. *Heliyon*, *10*(1). <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2023.E23585>
- Tiacci Lorenzo. (2024). Combining balancing, sequencing and buffer allocation decisions to improve the efficiency of mixed-model asynchronous assembly lines. *Computers & Industrial Engineering*, *194*, 110357. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2024.110357>
- Vijayakumar, S. R., & Suresh, P. (2022). Lean based cycle time reduction in manufacturing companies using black widow based deep belief neural network. *Computers & Industrial Engineering*, *173*, 108735. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2022.108735>
- Villasís Miguel, & Miranda María. (2016). El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. *Revista Alergia México*, *63*(3), 303–310. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i3.199>
- Wang Rui, Xin Tengyuan, Jia Shun, Ren Dawei, & Li Meiyuan. (2024a). Production line balance problem identification and improvement based on decision tree: A case study of commercial air conditioner production line. *Science Progress*, *107*(1). <https://doi.org/10.1177/00368504241238612>
- Wang Rui, Xin Tengyuan, Jia Shun, Ren Dawei, & Li Meiyuan. (2024b). Production line balance problem identification and improvement based on decision tree: A case study of commercial air conditioner production line. *Science Progress*, *107*(1). <https://doi.org/10.1177/00368504241238612>
- Yang Huanyu. (2024). Balance of mixed flow assembly line based on industrial engineering mathematics and simulated annealing improved algorithm. *Results in Engineering*, *22*, 102071. <https://doi.org/10.1016/J.RINENG.2024.102071>
- Zeng Fan, Fan Changxiang, Shirafuji Shouhei, Wang Yusheng, & Nishio Masahiro. (2025). Task allocation and scheduling to enhance human–robot collaboration in production line by synergizing efficiency and fatigue. *Journal of Manufacturing Systems*, *80*, 309–323. <https://doi.org/10.1016/J.JMSY.2025.03.006>
- Zhang Xuesong, Zhou Hao, Fu Chenxi, Mi Menghan, Zhan Changshu, Pham Duc-Truong, & Fathollahi Amir. (2023). Application and planning of an energy-oriented stochastic disassembly line balancing problem. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-27288-4>

ANEXOS

Anexo 1. Carta de aceptación de la empresa.

MARINA TRADING
Productos del Mar Marina Trading S.A

RUC# 0992955759001

Salinas, 11 de Noviembre del 2024

Ing. Lucrecia Moreno Alcivar, PhD.
DIRECTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

En su despacho. -

CARTA DE ACEPTACIÓN

De mi consideración:

Yo, **Mariela Elizabeth Lucas Proaño**, en calidad del gerente general de la empresa "PRODUCTOS DEL MAR MARINA TRADING SA" ubicada en Salinas, Cda Las Conchas, tengo el agrado de notificarle la aceptación del trabajo de integración curricular: "Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en MARINA TRADING SA, Salinas - Ecuador." desarrollado por la Sr. Kelly Vanessa Del Pezo Bernabe, con cédula de identidad N° 2450941741 estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial para el desarrollo de su trabajo de titulación ha sido aceptada.

Sin otro particular, me despido de usted augurando éxitos en sus funciones.

Atentamente.


Blga. Mariela Elizabeth Lucas Proaño
Cí: 0918671090
Cel: 0989714011
GERENTE GENERAL
PRODUCTOS DEL MAR MARINA TRADING SA

Anexo 2. Tabulación de artículos.

N° Artículos	Año de publicación					Enfoque			Metodo			Técnica					Instrumento								
	2021	2022	2023	2024	2025	Cuantitativo	Cualitativo	Mixto	Inductivo	Deductivo	Mixto	Estudio de Tiempos	Observación directa	Revisión documental	VSM	ARA	KAIZEN	KANBAN	MUDA	Layout	Diagramas	Ficha evaluación	Matriz experimentos	Instrumentos	
1		1							1			1		1		1									
2		1					1								1								1		
3			1					1						1								1			
4			1					1						1		1									
5			1				1						1									1			
6		1							1			1										1			
7				1			1			1			1				1								
8				1					1			1		1									1		
9		1							1			1							1						
10			1				1							1											1
11			1					1						1											1
12				1				1					1				1								
13				1				1						1											
14				1					1		1			1					1						1
15				1					1		1			1									1		
16			1					1			1			1									1		
17				1					1		1			1						1					1
18			1						1		1			1						1					
19				1					1		1			1		1									
20			1						1		1			1							1				
21		1							1		1			1									1		
22	1								1		1			1				1						1	
23			1						1		1			1											
24		1							1		1			1			1								
25		1							1		1			1			1								
26		1							1		1		1							1					
27				1					1		1			1		1									
28			1				1				1			1		1									
29	1						1				1			1		1									
30	1							1			1			1		1					1				
31				1					1		1			1		1						1			
32				1					1		1			1		1									1
33			1						1		1			1			1								
34				1					1		1			1				1							
35				1					1		1			1		1									
36			1						1		1			1											1
37			1						1		1			1								1			
38				1					1		1			1							1				
39				1					1		1			1								1			
40				1					1		1			1								1			
41					1				1		1			1							1				1
42					1				1		1			1						1		1			
43				1					1		1			1				1							
44		1							1		1			1		1		1							
45					1				1		1			1					1						
46			1						1		1			1									1		
47				1					1		1		1			1							1		
48				1					1		1		1						1						
49				1					1		1			1											
50	1								1		1			1		1									
Total	4	9	14	20	3	10	17	23	40	7	3	8	23	19	11	6	2	5	4	4	5	5	3	5	
%	8,00%	18,00%	28,00%	40,00%	6,00%	20,00%	34,00%	46,00%	80,00%	14,00%	6,00%	16,00%	46,00%	38,00%	22%	12%	4%	10%	8%	8%	10%	10%	6%	10%	

Anexo 3. Ingreso de artículos software Rayyan.

Estado del arte: Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea

Visión general | Revisar datos | Chequeo | Proyección de texto completo

Mostrando 3.010 Artículos

Todas las referencias

Título	Fecha	Autores
1 Reducción del manejo de materiales en líneas en una ensambladora de autos mediante la aplicación de lean manufacturing	2021-01-01	Estévez, Ant...
2 DMAIC como herramienta para implementar un sistema de mejora para incrementar la productividad en la industria del sombrero	2023-01-01	García-Gonz...
3 Simulación como herramienta para el diseño de un modelo de producción para la maquila textil	2021-01-01	Arias, Geora...
4 Reducción de desperdicios aplicando la metodología Lean Manufacturing en una industria textil. Un estudio de caso	2024-01-01	Cotacachi, Fr...
5 Enfoque metodológico para el aprovechamiento de mermas de transformación agrícola basado en manufactura esbelta: Caso de estudio en una finca cafetera en Colombia	2024-01-01	Hualpa-Zúñig...
6 Examinando la adopción de Lean Manufacturing en las empresas de Lima: un estudio exploratorio de tesis universitarias	2023-01-01	Presentación...
7 Análisis y propuesta de mejora en el proceso de producción de yogur griego de una empresa peruana mediante herramientas Lean (5S)	2023-01-01	Espinoza, Gas...
8 Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para un sistema de producción en taller	2024-01-01	Bassi, Rubi C...
9 Análisis de la operación en la mejora del proceso de encañado de cítricos	2022-01-01	de los Ánge...
10 APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA ALIMENTAR LA PRODUCTIVIDAD	2025-01-01	Reyes, Aldar ...
11 Efectividad de la sostenibilidad utilizando herramientas de fabricación ajustada para la ingeniería de producción en la industria metalmeccánica: una revisión sistemática	2025-01-01	Rojas, Eduar...
12 Mapa de cadena de valor como una herramienta para la mejora de los procesos de cosecha y postcosecha en una empresa productora de papa	2021-01-01	Damasceno-P...
13 Aplicación de herramientas Lean Manufacturing (5S, Andon y Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmeccánica	2023-01-01	Fernández, J...
14 Propuesta de Mejora de la productividad en el proceso de suspenso de energía en Compañía Energética, con la Metodología DMAIC	2023-01-01	Fernández, It...

Sube PDF | Comienza a escribir para agregar etiquetas | Añadir nota

Estado del arte: Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea

Visión general | Revisar datos | Chequeo | Proyección de texto completo

Mantente al día con las actualizaciones de las reseñas

Información de la reseña

- Título de la reseña: Estado del arte: Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea
- Tipo de reseña: Revisión sistemática
- Dominio de revisión: Otro
- Descripción: ¡Añade una descripción a tu opinión!

Resumen de datos

Referencias importadas 3,053 Agregar referencias	Total de duplicados 86 Detección de duplicados	Pendiente 0 Continuar resolviendo	Resuelto 43 No duplicado 0 Borrado 43
---	---	--	---



Revisar miembros

Nombre	Correo electrónico	Rol	Estado
Universidad Kelly Vanessa	kelly.delpozobornabe@upse.edu.ec	Dueño	Activo

Detect Duplicados **Fracasado**

La detección de duplicados ya se ha ejecutado en estos artículos. Para volver a ejecutar, importe nuevos artículos.

Anexo 4. Ficha técnica de encuesta para recolección de datos.

	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
Tema:	Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en Marina Trading S.A., Salinas – Ecuador.	
Objetivo:	El presente cuestionario tiene como finalidad realizar un diagnóstico situacional sobre el caso de estudio.	
Empresa:	Productos del Mar MARINA-TRADING S.A.	
Indicaciones:	Para fines académicos, agradezco a usted como personal de la empresa por dedicar un momento en su tiempo para responder a este cuestionario. Su participación es crucial para este estudio, por favor, seleccionar la respuesta que mejor refleje su experiencia y opinión. Estoy cuestionario está diseñado para ser completada en un corto período de tiempo aprecio sinceramente su colaboración en investigación académica.	
Tipo de cargo:		
	Cuestionario	SI NO
1. ¿Observa usted que existen paras en la línea de producción en el último mes?		
2. ¿Presenta acumulación de productos en la línea de producción?		
3. ¿Conoce el tiempo en promedio que presenta la identificación del cuello de botella?		
4. ¿Dispone algún método para detectar restricciones en tiempo real?		
5. ¿Conoce cuál es el tiempo total que tarda un producto desde el inicio hasta el final del proceso?		
6. ¿Existe una reducción en los tiempos de espera entre procesos?		
7. ¿Conoce cuánto tiempo permanece el producto detenido entre estaciones de trabajo?		
8. ¿Se han eliminado tareas que no agregan valor al producto final?		
9. ¿Conoce el porcentaje del proceso que aun contiene actividades innecesarias?		
10. ¿Conoce usted el proceso de mejora continua?		
11. ¿Considera que existen desperdicios en la línea de producción?		
12. ¿Conoce alguna técnica de evaluación del desempeño que se realice en la empresa?		
13. ¿Los materiales están organizados y etiquetados de forma accesible?		
14. ¿El diseño del área permite un flujo de trabajo eficiente?		
15. ¿Conoce que nivel de productividad trabaja la planta?		
16. ¿Conoce usted el porcentaje del valor objetivo que la empresa espera alcanza?		
17. ¿Existen momentos que el flujo se detiene por falta de disponibilidad de recursos?		
18. ¿En la empresa se aplica técnicas analíticas de fallos y efectos?		
19. ¿Las tareas están distribuidas equitativamente entre las estaciones de trabajo?		
20. ¿Toma en consideración la duración que tiene cada proceso?		
21. ¿Existen estaciones con tiempo de trabajo largos?		
22. ¿Conoce el porcentaje de estaciones trabaja fuera de tiempo del ciclo estándar?		
23. ¿Se han realizado acciones para reducir el tiempo de ciclo en la línea de producción?		
24. ¿Dispone algún método para el cumplimiento del tiempo de ciclo estándar?		
25. ¿Cumple el número de horas teóricas asignado para los operarios?		
26. ¿Conoce que tan frecuente las máquinas permanecen sin uso durante el turno?		
27. ¿Conoce que factores causan los tiempos muertos en la línea?		
28. ¿Se mide regularmente el tiempo ocio de cada estación?		
29. ¿Conoce como ha variado la produccion por hora en los últimos tres meses?		
30. ¿Se ha evaluado la eficiencia de producción por cada trabajador?		

Anexo 5. Tabulación de datos IBM SPSS Statistics 27 - vista de variables.

ID	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	ID	Númérico	1	0	IDENTIFICACION	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Escala	Entrada
2	P1	Númérico	8	0	¿Observa usted que existen paros en la línea de producción en el último mes?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
3	P2	Númérico	8	0	¿Presenta acumulación de productos en la línea de producción?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
4	P3	Númérico	8	0	¿Conoce el tiempo en promedio que presenta la identificación del cuello de botella?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
5	P4	Númérico	8	0	¿Dispone algún método para detectar restricciones en tiempo real?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
6	P5	Númérico	8	0	¿Conoce cuál es el tiempo total que tarda un producto desde el inicio hasta el final del proceso?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
7	P6	Númérico	8	0	¿Habido una reducción en los tiempos de espera entre procesos?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
8	P7	Númérico	8	0	¿Conoce cuánto tiempo permanece el producto detenido entre estaciones de trabajo?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
9	P8	Númérico	8	0	¿Se han eliminado tareas que no agregan valor al producto final?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
10	P9	Númérico	8	0	¿Usted conoce el porcentaje del proceso que contiene actividades innecesarias?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
11	P10	Númérico	8	0	¿Conoce usted el proceso de mejora continua?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
12	P11	Númérico	8	0	¿Considera que existen desperdicios en la línea de producción?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
13	P12	Númérico	8	0	¿Conoce alguna técnica de evaluación del desempeño que se realice en la empresa?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
14	P13	Númérico	8	0	¿Los materiales están organizados y etiquetados de forma accesible?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
15	P14	Númérico	8	0	¿El diseño del área permite un flujo de trabajo eficiente?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
16	P15	Númérico	8	0	¿Conoce que nivel de productividad trabaja la planta?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
17	P16	Númérico	8	0	¿Conoce usted el porcentaje del valor objetivo que la empresa espera alcanzar?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
18	P17	Númérico	8	0	¿Existen momentos que el flujo se detiene por falta de disponibilidad de recursos?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
19	P18	Númérico	8	0	¿En la empresa se aplica técnicas analíticas de fallos y efectos?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
20	P19	Númérico	8	0	¿Las tareas están distribuidas equitativamente entre las estaciones de trabajo?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
21	P20	Númérico	8	0	¿Toma en consideración la duración que tiene cada proceso?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
22	P21	Númérico	8	0	¿Existen estaciones con tiempo de trabajo largos?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
23	P22	Númérico	8	0	¿Qué porcentaje de estaciones trabaja fuera de tiempo del ciclo estándar?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
24	P23	Númérico	8	0	¿Se han realizado acciones para reducir el tiempo de ciclo en la línea de producción?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
25	P24	Númérico	8	0	¿Dispone algún método para el cumplimiento del tiempo de ciclo estándar?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
26	P25	Númérico	8	0	¿Cumple el número de horas técnicas asignado para los operarios?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
27	P26	Númérico	8	0	¿Conoce que tan frecuente las máquinas permanecen sin uso durante el turno?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada
28	P27	Númérico	8	0	¿Conoce que factores causan los tiempos muertos en la línea?	[1, SI]...	Ninguno	30	Derecha	Nominal	Entrada

Nota. Elaborado por el autor.

Anexo 6. Tabulación de datos IBM SPSS Statistics 27- vista de datos.


ID	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	F
1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1	
2	2	2	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	
3	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	
4	4	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	
5	5	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	
6	6	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	
7	7	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	
8	8	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	
9	9	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	
10	10	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1	
11	11	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	
12	12	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	
13	13	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	
14	14	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	
15	15	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	
16	16	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	
17	17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
18	18	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	
19	19	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	
20	20	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	
21	21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	
22	22	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	
23	23	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	
24	24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	
25	25	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	
26	26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
27	27	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	

Nota. Elaborado por el autor.

Anexo 9. Árbol de transición.



Anexo 10. Acta de proyecto inicial.


		ACTA DE PROYECTO
Título: Integración la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea de producción en Marina Trading S.A.		
Área:	Responsable:	
Producción.	Gerencia General	
Declaración del problema:		
Después del diagnóstico actual en las áreas de la empresa, se evidencia que existe una falta de sincronización en las estaciones de trabajo dentro de la línea de producción de sardina, evidenciada por una alta variabilidad en los tiempos de ciclo, exceso de inventario y tiempos de esperas excesivos en los procesos de la línea de producción de llenado, esterilización y enfriado. Esto impide alcanzar los niveles de eficiencia requeridos generando cuellos de botella y sobrecarga de recursos.		
Meta:	Área Soporte:	
Tiempos de esperas excesivos reducir en un 92.69% Acumulación de inventarios reducir en un 91.91% Disminuir la variabilidad en los tiempos de ciclo entre estaciones en un 97.47%	Producción	
Resultante de la integración:	Alcance	
Contribuye a una mayor eficiencia y productividad, además, fortalece la cultura de mejora continua	Este proyecto se enfoca únicamente en la línea de producción de sardina en salsa de tomate de Marina Trading S.A.	

Anexo 11. Matriz clasificación de riesgos y criterios de evaluación.

CALIFICACION	DESCRIPCION	SEVERIDAD	OCURRENCIA	DETECCIÓN
1	Menor	Sin impacto: no afecta a la operación.	Muy poco probable, casi nunca ocurre.	Muy fácil de detectar, el sistema de control es efectivo.
2-3	Baja	Impacto menor: el fallo provoca efecto insignificante.	Poco probable, puede ocurrir ocasionalmente.	Fácil de detectar: la detección de fallos es común.
4-6	Moderado	Impacto moderado: el fallo causa retrasos.	Moderadamente probable, se puede presentar en diversas ocasiones.	Moderadamente fácil de detectar: existen limitaciones en la detección de fallos
7-8	Alta	Impacto significativo: ocasiona pérdidas y compromete la calidad.	Probable: el fallo es frecuente puede ocurrir muy a menudo.	Difícil de detectar: efectividad en detectar fallos es baja.
9-10	Muy Alta	Impacto crítico: consecuencias severas, daños en maquinarias.	Muy probable: el fallo ocurre en todos los ciclos de operación.	Muy difícil de detectar: las fallas no se identifican a tiempo representa un riesgo alto.

	Procedimiento Operativo Estandarizado (SOP)	Modelo: POE-001
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Anexo 12. Ficha de registro de observación directa.

		 Registro de Tiempo de Ciclo										
Conserva de Sardina en Salsa de tomate Grande (Oval)		Modelo										CSST-G
		Takt Time										55 segundos
Elaborado por:	Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé	Situación		Actual x Propuesta								
Fecha:	20/5/2025	Tiempo de ejecución (hr/min/seg)										
		Replicas										Promedio
N°	Descripción de actividades	CF1	CF2	CF3	CF4	CF5	CF6	CF7	CF8	CF9	CF10	
1	Recepción de materia prima	40	41	42	42	43	43	43	43	43	43	42.3
2	Transporte al área de preparación	17	18	19	19	20	20	20	20	20	20	19.3
3	Preparación	35	38	39	37	35	39	34	37	39	38	37.1
4	Llenado	56	57	57	57	59	59	59	59	59	59	58.1
5	Control de peso	15	15	17	17	18	18	18	18	18	18	17.2
6	Transporte al área de precocido	14	14	17	18	18	18	18	18	18	18	17.1
7	Precocido	35	37	37	38	38	38	38	38	38	38	37.5
8	Inspección de producto en proceso	3	2	4	2	4	3	4	3	2	4	3.1
9	Drenado	10	12	12	14	15	15	15	15	15	15	13.8
10	Dosificado	18	19	23	23	23	23	23	23	23	23	22.1
11	Sellado	10	10	9	13	10	10	12	9	13	13	10.9
12	Lavado	9	11	10	11	9	11	10	9	11	9	0
13	Verificación del producto	2	3	4	3	2	3	2	3	4	2	2.8
14	Llenado de coche	22	40	40	40	40	41	41	42	41	40	38.7
15	Verificar falla	15	18	18	18	18	18	18	18	18	18	17.7
16	Transporte al área de esterilización	10	10	9	10	10	9	9	11	10	10	9.8
17	Esterilizadora	105	107	107	108	109	109	110	110	110	110	108.5
18	Transporte área de enfriado	25	25	27	28	28	28	28	28	28	28	27.3
19	Enfriado	258	261	269	269	269	270	270	270	270	270	267.6
20	Transporte área de etiquetado	18	18	18	20	20	20	20	21	21	21	19.7
21	Etiquetado	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
22	Empaquetado	20	21	21	22	22	22	22	22	22	22	21.6
23	Transporte de producto terminado	17	18	18	19	20	20	20	20	20	20	19.2
24	Almacenamiento de producto terminado											0
Total		854	895	917	928	930	937	934	937	943	939	921.4

	Procedimiento Operativo Estandarizado (SOP)	Modelo: POE-001
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

Anexo 13. *Procedimiento estandarizado.*

1. Objetivo.....	3
2. Alcance	3
3. Definición de zonas del buffer	3
4. Procedimiento	3
4.1 Inspección del nivel de buffer.....	3
4.2 Registro	4
4.3 Acciones correctivas	4
5. Controles visuales	4
6. Uso de Kanban.....	4
7. Roles y responsabilidades	5
8. Indicadores de control.....	5
9. Revisión	5
10. Anexos	5



Procedimiento Operativo Estandarizado (SOP)

Modelo: POE-001

Área: Producción

Fecha Inicio:

Fecha Finalización:

1. Objetivo.

Asegurar la sincronización de la producción entre el área de llenado/preparación y la restricción (esterilizadora), mediante un sistema visual de buffer y reglas claras de liberación de material, evitando acumulación de inventario en proceso y paradas innecesarias.

2. Alcance.

- 2.1 Personal de operación del área de llenado.
- 2.2 Supervisores de producción.
- 2.3 Encargado del control de inventario en proceso.

3. Definición de zonas del buffer.

Gráfico 33 Definición zonas del buffer.

Zona	Nivel de Inventario (latas)	Acción
Verde (Óptimo)	350–500	Operación normal. Mantener ritmo actual.
Amarillo (Precaución)	200–349	Revisar ritmos. Aumentar producción de llenado para reponer buffer.
Rojo (Crítico)	<200	Priorización inmediata. Activar máxima capacidad en llenado para evitar paro de esterilizadora.

4. Procedimiento.

4.1 Inspección del nivel de buffer.

Frecuencia: C/hora.

Responsable: Supervisor de producción.

Herramienta: Hoja de control de buffer.

4.2 Registro.

Se debe anotar nivel actual del buffer y marcar la zona correspondiente (Verde / Amarillo / Rojo).

4.3 Acciones correctivas.

- **Zona Verde:** continuar con ritmo planificado.
- **Zona Amarilla:** ajustar velocidad de llenado. Revisar si hay microparos en estaciones previas.
- **Zona Roja:** detener producción de procesos posteriores y enfocar recursos en alimentar el buffer. Supervisión intensiva.

4.4 Liberación controlada.

	Procedimiento Operativo Estandarizado (SOP)	Modelo: POE-001
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

El área de llenado solo puede iniciar nuevas órdenes de producción cuando el nivel del buffer lo permita, según el semáforo de zonas.

Está prohibido liberar materia prima si el buffer está en zona verde alta (evitar sobreproducción).

Controles visuales.

- ✓ Zona buffer delimitada físicamente: piso marcado, contenedores identificados.
- ✓ Tablero Kanban: muestra cuántas tarjetas están activas, cuántas en espera.
- ✓ Tarjetas Kanban claras: tamaño visible, información legible (n° lote, cantidad, fecha).

Uso de kanban

El sistema kanban se usará como mecanismo rope del drum-buffer-rope para sincronizar la liberación de material hacia la restricción (esterilizadora), protegiendo el flujo y evitando sobreproducción.

Cada contenedor/batch tiene una tarjeta kanban (o ficha visual) que indica: cantidad, estación de origen, destino (esterilizadora).

Cuando se retira un contenedor hacia la restricción, la tarjeta vuelve al área de llenado como señal de reposición.

Liberación controlada.

Zona Verde: kanbans circulan de forma estable.

Zona Amarilla: Se incrementa el flujo de tarjetas kanban para reponer rápidamente.

Zona Roja: Se activan todas las tarjetas kanban disponibles. El supervisor puede emitir tarjetas adicionales si es necesario

Roles y responsabilidades.

Gráfico 34. Roles y responsabilidades.

Responsable	Tareas
Supervisor de producción.	Inspeccionar buffer, registrar nivel, autorizar liberación.
Operarios de llenado.	Ajustar ritmo según señal de rope.
Encargado de línea.	Mantener señalización física y tablero actualizado.

Indicadores de control.

% de tiempo que la restricción opera sin paros por falta de material.

Cumplimiento de reposición a tiempo vía kanban.

Niveles promedio del buffer dentro de rango óptimo.

Nº de incidencias de sobreproducción por uso indebido de kanban.

Revisión.

	Procedimiento Operativo Estandarizado (SOP)	Modelo: POE-001
		Área: Producción
		Fecha Inicio:
		Fecha Finalización:

El procedimiento se revisará cada 3 meses o cuando haya cambios en demanda, capacidad o configuración del tambor.

Anexos.

Tarjeta Kanban	
Campo:	
Número de Tarjeta	#
Área de Origen	
Cantidad	
Área de Destino	Esterilizadora (restricción).
Zona del Buffer	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 5px;"> <div>■ Zona Verde</div> <div>■ Zona Amarilla</div> <div>■ Zona Roja</div> </div>
Fecha	Hora de liberación de la tarjeta.
Firma Responsable	Supervisor

Anexo 14. Ficha de validación de experto 1.

Indicadores		Criterios		Inadecuado	Medianamente adecuado	Adecuado	May adecuado	Totalmente adecuado				Observaciones											
Aspecto de validación				0-20				21-40				41-60				61-80				81-100			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado																					95	
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables																					95	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos																					96	
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones																					97	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos a necesarios a fortalecer																					99	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema																					95	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos-científicos																					95	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente																					95	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológico																					92	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente																					98	
Instrucciones:		Esta ficha, sirve para que el experto evaluador evalúe la pertinencia, eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																					
Datos del experto		Experto: <u>Murco Bermico Gavaldá</u> Profesión: <u>Ingeniero Industrial</u> Años de experiencia: <u>20</u> Fecha de validación: <u>9 Agosto 2025</u>										C.I: <u>1707326813</u> Celular: <u>0985033821</u> Correo: <u>mbermico@upse.edu.ec</u> Promedio:				Firma del experto							

Anexo 15. Ficha de validación de experto 2.

Indicadores		Criterios		Inadecuado	Medianamente adecuado	Adecuado	May adecuado	Totalmente adecuado				Observaciones											
Aspecto de validación				0-20				21-40				41-60				61-80				81-100			
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado																					90	
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables																					92	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos																					93	
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones																					93	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos a necesarios a fortalecer																					93	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema																					92	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos-científicos																					95	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente																					97	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológico																					96	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente																					95	
Instrucciones:		Esta ficha, sirve para que el experto evaluador evalúe la pertinencia, eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																					
Datos del experto		Experto: <u>Gavaldá Antonio Patricio Bonnett</u> Profesión: <u>Ingeniero Industrial</u> Años de experiencia: <u>35 años</u> Fecha de validación: <u>09/08/2025</u>										C.I: <u>0909234260</u> Celular: <u>0983178375</u> Correo: . Promedio:				Firma del experto							

Anexo 16. Ficha de validación de experto 3.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		Tema: Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en Marina Trading S.A., Salinas – Ecuador.																Fecha de validación por juicio de experto.			
Indicadores	Criterios	Inadecuado				Medianamente adecuado				Adecuado				Muy adecuado				Totalmente adecuado	Observaciones		
		0-20				21-40				41-60				61-80						81-100	
Aspecto de validación		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado																				
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables																			88	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos																			91	
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones																			91	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos a necesarios a fortalecer																			97	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema																			97	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos-científicos																			91	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente																			97	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológico																			97	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente																			97	
Instrucciones:	Esta ficha, sirve para que el experto evaluador evalúe la pertinencia, eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																				
Datos del experto	Experto: <i>Doroteo Bastiano Jajaja Escobedo</i> Profesión: <i>Ingeniero Industrial</i> Años de experiencia: <i>18</i> Fecha de validación: <i>07/05/2025</i>										C.I: <i>1803138580</i> Celular: <i>0345551566</i> Correo: <i>djajaja@upse.edu.ec</i> Promedio:					Firma del experto <i>Doroteo Bastiano</i>					

Anexo 17. Ficha de validación de experto 4.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		Tema: Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en Marina Trading S.A., Salinas – Ecuador.																Fecha de validación por juicio de experto.			
Indicadores	Criterios	Inadecuado				Medianamente adecuado				Adecuado				Muy adecuado				Totalmente adecuado	Observaciones		
		0-20				21-40				41-60				61-80						81-100	
Aspecto de validación		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
1. Claridad	Las sesiones están formuladas con lenguaje apropiado																				
2. Objetividad	Las sesiones expresan conductas observables																			93	
3. Actualidad	Las sesiones están adecuadas a las teorías, enfoques o modelos teóricos																			93	
4. Organización	Existe organización lógica entre las sesiones																			93	
5. Suficiencia	Las sesiones comprenden los aspectos a necesarios a fortalecer																			97	
6. Intencionalidad	Las sesiones valoran las dimensiones del tema																			99	
7. Consistencia	Las sesiones están basadas en aspectos teóricos-científicos																			99	
8. Coherencia	Las sesiones tienen relación con los indicadores de la variable independiente																			99	
9. Metodología	Las sesiones responden al diseño de investigación metodológico																			96	
10. Pertinencia	Las sesiones son útiles y adecuadas para modificar la variable dependiente																			99	
Instrucciones:	Esta ficha, sirve para que el experto evaluador evalúe la pertinencia, eficacia del programa que se está validando. Deberá colocar la puntuación que considere pertinente a los diferentes enunciados.																				
Datos del experto	Experto: <i>Edson Nor Bustamante Bustamante</i> Profesión: <i>Maestro y Ingeniero Industrial</i> Años de experiencia: <i>8</i> Fecha de validación: <i>4-May-2025</i>										C.I: <i>180451064-6</i> Celular: <i>0933232501</i> Correo: <i>ebustamante@upse.edu.ec</i> Promedio:					Firma del experto <i>Edson Nor Bustamante</i>					

Anexo 18. *Observación de procesos.*



Anexo 19. *Vista frontal planta de producción.*



Anexo 20. *Observación producción.*



Anexo 21. *Recolección de datos.*



Anexo 22. Aprobación capítulo I.



UNIVERSIDAD ESTATAL
"PENÍNSULA DE SANTA ELENA"



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Santa Elena, 10 de junio de 2025



APROBACIÓN DE LOS CAPÍTULOS DE LA TESIS

Yo, **Victor Manuel Matías Pillasagua**, en mi calidad de tutor(a) de la tesis titulada: **"Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en Marina Trading S.A., Salinas – Ecuador"**, presentada por el(la) estudiante **Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé**, con cedula de identidad **2450941741** para optar por el título de Ingeniero(a) Industrial, he revisado y aprobado el **Capítulo I** que conforman el presente trabajo investigativo, de acuerdo con las normas establecidas por la **Universidad Estatal Península de Santa Elena -UPSE**, y considero que cumple con los requisitos metodológicos, académicos y científicos exigidos.

Por lo tanto, autorizo la continuación del proceso de titulación conforme a lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico vigente.

Ing. Victor Manuel Matías Pillasagua, Mgtr
Tutor(a) de Tesis
Facultad de Ciencias de la Ingeniería UPSE

Anexo 23. Aprobación capítulo II.



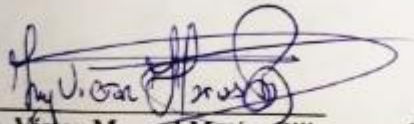
UNIVERSIDAD ESTATAL
“PENÍNSULA DE SANTA ELENA”
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Santa Elena, 10 de junio de 2025

APROBACIÓN DE LOS CAPÍTULOS DE LA TESIS

Yo, **Victor Manuel Matías Pillasagua**, en mi calidad de tutor(a) de la tesis titulada: **“Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en Marina Trading S.A., Salinas – Ecuador”**, presentada por el(la) estudiante **Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé**, con cedula de identidad **2450941741** para optar por el título de Ingeniero(a) Industrial, he revisado y aprobado el **Capítulo II** que conforman el presente trabajo investigativo, de acuerdo con las normas establecidas por la **Universidad Estatal Península de Santa Elena -UPSE**, y considero que cumple con los requisitos metodológicos, académicos y científicos exigidos.

Por lo tanto, autorizo la continuación del proceso de titulación conforme a lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico vigente.



Ing. Victor Manuel Matías Pillasagua, Mgtr
Tutor(a) de Tesis
Facultad de Ciencias de la Ingeniería UPSE

Anexo 24. Aprobación capítulo III.



UNIVERSIDAD ESTATAL
"PENÍNSULA DE SANTA ELENA"
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



Santa Elena, 10 de junio de 2025

APROBACIÓN DE LOS CAPÍTULOS DE LA TESIS

Yo, **Victor Manuel Matías Pillasagua**, en mi calidad de tutor(a) de la tesis titulada: **"Integración de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea en Marina Trading S.A., Salinas – Ecuador"**, presentada por el(la) estudiante **Kelly Vanessa Del Pezo Bernabé**, con cedula de identidad **2450941741** para optar por el título de Ingeniero(a) Industrial, he revisado y aprobado el **Capítulo III** que conforman el presente trabajo investigativo, de acuerdo con las normas establecidas por la **Universidad Estatal Península de Santa Elena -UPSE**, y considero que cumple con los requisitos metodológicos, académicos y científicos exigidos.

Por lo tanto, autorizo la continuación del proceso de titulación conforme a lo establecido en el Reglamento de Régimen Académico vigente.

Ing. Victor Manuel Matías Pillasagua, Mgtr
Tutor(a) de Tesis
Facultad de Ciencias de la Ingeniería UPSE

Anexo 25. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	JUSTIFICACIÓN
<p>Problema general ¿Cómo se integra la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balance de línea de producción en la empresa Marina Trading S.A. Salinas – Ecuador?</p>	<p>Objetivo general Integrar la teoría de restricciones (TOC) y manufactura esbelta para mejorar el balanceo de línea en el proceso productivo de la empresa Marina Trading S.A., cantón Salinas – Ecuador.</p>	<p>Hipótesis alternativa H 1: La integración de los principios de la teoría de restricciones (TOC) y herramientas de la manufactura esbelta mejora significativamente el balanceo de línea y la eficiencia operativa en la empresa Marina Trading S.A.</p>	<p>Justificación teórica porque el trabajo de investigación proporciona un marco teórico sólido que sustenta la combinación de la metodología de la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balance de línea de producción, la integración de estas filosofías permite explorar de forma integral en un contexto específico, esto a su vez fortalece el conocimiento sobre la mejora continua y permite generar una propuesta aplicable en la empresa.</p> <p>Justificación práctica porque el trabajo busca integrar la teoría de restricciones y manufactura esbelta para el balanceo de línea de producción en Marina Trading S.A., empresa ubicada en el cantón Salinas, Ecuador. Su combinación de metodologías tiene un impacto directo y significativo en el proceso productivo, mejora de la eficiencia de la línea e incrementa su capacidad productiva, disminuyendo los tiempos de espera y en consecuencia aumentar sus márgenes de ganancia y competitividad.</p>
<p>Problemas específicos ¿Cómo se integra la teoría de para el balance de línea de producción en la empresa Marina Trading S.A. Salinas – Ecuador?</p> <p>¿Cómo se integra la manufactura esbelta para el balance de línea de producción en la empresa Marina Trading S.A. Salinas – Ecuador?</p> <p>¿Cómo se elabora la propuesta de balance de línea de producción en la empresa Marina Trading S.A. Salinas – Ecuador?</p>	<p>Objetivos específicos Desarrollar una revisión sistemática de la literatura, a través del mapeo sistemático y software Rayyan, para el sustento de variables de relación entre el enfoque de la teoría de restricciones y balanceo de línea.</p> <p>Estructurar un marco metodológico, mediante estudios enfocado en la integración de la teoría de restricciones, manufactura esbelta y balance de línea para la descripción de los procedimientos adecuado a la mejora aplicable en el estudio.</p> <p>Elaborar una propuesta de balanceo la línea que integre los principios de la Teoría de restricciones y herramientas de la manufactura esbelta, con fin de optimizar la eficiencia operativa de la empresa Marina Trading S.A.</p>	<p>Hipótesis nula H 2: La integración de los principios de la teoría de restricciones (TOC) y herramientas de la manufactura esbelta no mejora significativamente el balanceo de línea y la eficiencia operativa en la empresa Marina Trading S.A.</p>	<p>Justificación metodológica porque el estudio permite evaluar detalladamente las condiciones actuales en la que se encuentra la empresa, identificando las vulnerabilidades y áreas de mejoras de la empresa Marina Trading S.A. La combinación de estos enfoques permitirá a Marina Trading S.A., no solo resolver el problema actual, si no también establecerá un sistema de mejora continua con fin de prevenir los cuellos de botellas y asegurar la producción eficiente y de alta calidad.</p> <p>Justificación social, porque tiene un impacto social positivo de forma interna y externa de la empresa. A nivel interno, los beneficios directos son para la empresa Marina Trading S.A., debido que la propuesta permite mejora incrementar ganancias y mejorar el flujo de trabajo. A nivel externo la combinación de estas filosofías (teoría de restricciones y manufactura esbelta) garantiza que la empresa pueda adaptarse de manera flexible a los cambios del mercado y puede servir de referencias para otras empresas del sector.</p>